



2. aktualisierte Neuauflage

Kinderkrebs um Atomkraftwerke

Im Dezember 2007 sorgte das Ergebnis einer Studie des Mainzer Kinderkrebsregisters für Schlagzeilen. Je näher ein Kind an einem AKW wohnt, desto größer die Wahrscheinlichkeit, an Krebs und Leukämie zu erkranken. Das ergab die "Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken", die so genannte KiKK-Studie. Sie ist die aufwändigste und exakteste Studie, die zum Thema Krebserkrankungen um AKWs weltweit durchgeführt wurde. Seit der Veröffentlichung werden die brisanten Ergebnisse der Studie durch intensive Lobby- und Medien-Aktivität der Atomindustrie verwässert und verharmlost. Sogar die für die Durchführung der KiKK-Studie verantwortlichen Wissenschaftler selbst sorgten durch Weglassen und Kleinreden von Details für eine verzerrte Darstellung. Die IPPNW will über die Ergebnisse der Studie informieren. Es gibt viele Gründe jetzt zu handeln, um weiteren Erkrankungsfällen sofort vorzubeugen.

Bereits in den 1980er Jahren häuften sich in Großbritannien Hinweise auf erhöhte Krebsraten bei Kindern in der Umgebung der Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield. In Deutschland wurden Anfang der 90er Jahre um das Atomkraftwerk Krümmel und im Umkreis der bayrischen Atomanlagen Häufungen von Krebserkrankungen bei Kindern beobachtet. Schließlich bestätigten mehrere z.T. von der IPPNW initiierte Studien, durchgeführt von Dr. Alfred Körblein vom Umweltinstitut München, signifikant erhöhte Kinderkrebsraten in der Umgebung bayrischer Atomkraftwerke. Doch Behör-



den und Ministerien reagierten nicht auf diese Ergebnisse. Erst nach massivem öffentlichem Druck und über 10.000 Protestbriefen im Jahr 2001 akzeptierte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen.¹

Durchgeführt wurde die Studie vom "Mainzer Kinderkrebsregister" - ausgerechnet von der Institution, die jahrelang von erhöhten Kinderkrebsraten um Atomkraftwerke nichts wissen wollte. Das Design der Studie wurde mit einem hochkarätigen Expertengremium abgestimmt, in dem ausgewiesene Kritiker der Atomkraftwerke ebenso vertreten waren wie Experten mit einem eher industriefreundlichen Ruf. Die Hauptfragestellung war klar: Führen radioaktive Emissionen aus dem Normalbetrieb von AKWs zu erhöhten Krebsraten bei Kleinkindern?

Sechs Jahre später wurden die Ergebnisse der Studie im Dezember 2007 im "European Journal of Cancer"² und im "International Journal of Cancer"³ veröffentlicht. Das Ergebnis war eindeutig: Je näher ein Kind am AKW wohnt, desto größer ist die Erkrankungswahrscheinlichkeit. Sie steigt um 60 % bei allen Krebserkrankungen und um 120 % bei Leukämien. Aber was bedeuten diese statistischen Zahlen konkret? In Deutschland erkrankten zwischen 1980 und 2003 jedes Jahr zusätzlich mindestens 5-12 Kleinkinder unter 5 Jahren an Krebs und Leukämie, weil sie in AKW-Nähe wohnen. Die vermehrten Erkrankungsfälle wurden in der KiKK-Studie sogar bis zu einer Entfernung von 50 Kilometern nachgewiesen.



IPPNW

Internationale Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges

Der Strahlenschutz muss sich auf einen „Reference Embryo“ beziehen, der „Reference Man“ sollte ausgedient haben.

Um eventuelle Fehlinterpretationen der Studiendaten auszuschließen, wurde in einem zweiten Studienteil untersucht, ob andere mögliche Risikofaktoren (sog. „Confounder“) das Ergebnis der Studie nennenswert beeinflussen könnten. War vielleicht ein besonderer Lebenswandel im Haushalt für die Häufung der Krebserkrankungen verantwortlich? Z.B. Rauchen oder die Benutzung von Insektiziden? Dies konnte ausgeschlossen werden. Oder hatten vielleicht die radioaktiven Emissionen nur eines AKWs das Gesamtergebnis verzerrt? Auch wenn jeweils ein Standort ausgeschlossen wurde, blieb der Zusammenhang zwischen den Erkrankungsfällen und der AKW-Nähe erhalten.

Alle Indizien deuten auf die radioaktiven Emissionen als Krebsursache, die bekannterweise auch im Normalbetrieb der AKWs abgegeben werden. Der Münchner Strahlenbiologe Professor Edmund Lengfelder stellte fest, dass laut Studie die Leukämie als besonders „strahleneigige“ Tumorart erwartungsgemäß überproportional ansteigt. Außerdem nimmt das Erkrankungsrisiko mit der Entfernung ab, was tendenziell auch auf die von den Atomkraftwerken abgegebene Strahlung zutrifft. Abgesehen von den radioaktiven Emissionen ist kein anderer krebsauslösender Stoff bekannt, der mit der beobachteten Fernwirkung von AKWs abgegeben wird.

Die Betreiber beteuern, die Abgabe radioaktiver Substanzen aus den deutschen Atomkraftwerken werde korrekt gemessen und gemeldet. Wenn dies wirklich der Fall ist, gibt es nur zwei Erklärungen für die Studienergebnisse: Entweder stimmen die bisher gültigen Berechnungsmodelle zur Ermittlung der Strahlenbelastung der Anwohner durch radioaktive Emissionen nicht, oder die biologische Wirkung der radioaktiven Partikel im Körper wird, zumindest für kleine Kinder oder in Bezug auf das ungeborene Leben, stark unterschätzt. Eine andere Möglichkeit: Im Normalbetrieb der Atomkraftwerke kommt es regelmäßig zu radioaktiven Emissionen, die nicht offiziell gemeldet werden.

Wie reagiert Bundesumweltminister Gabriel auf die Ergebnisse? Trotz der alarmierenden Erkenntnisse sieht er keinen akuten Handlungsbedarf. Er leitete die KiKK-Studie an die Strah-

lenschutzkommission (SSK) zur Überprüfung weiter. Diese Überprüfung dauerte von Dezember 2007 bis Oktober 2008 und mündete in ein „Fachgespräch“ am 26. Februar 2009. Ergebnis: Die Strahlenschutzkommission kann sich die erhöhte Erkrankungswahrscheinlichkeit in der Umgebung aller deutschen AKW weiterhin nicht erklären, war sich aber entgegen jeglicher Logik sicher, dass die Strahlung als Ursache dafür nicht in Frage kommt.

Die Menschen, die im Umkreis der Atomanlagen leben, haben ein Recht auf eine sachgerechte Aufklärung. Nach Meinung der IPPNW hat wegen der vielen ungeklärten Fragen die Vorsorge klare Priorität. Eine Umkehr der Beweislast ist überfällig. Der bisherige Modus der Emissionsmessungen und -meldungen gehört auf den Prüfstand. Lückenlose amtliche Messungen und öffentliche Messwertangaben sind notwendig. Neben den Emissionsmessungen der AKW-Betreiber sollten auch die Berechnungsvorschriften zur Dosisbestimmung und die zugrunde gelegten Risikomodelle kritisch überprüft werden.

Es gibt inzwischen zahlreiche wissenschaftliche Belege dafür, dass die bisherigen Annahmen zum Strahlenrisiko falsch und die daraus abgeleiteten Genehmigungswerte für radioaktive Abgaben zu hoch sind. Die Grenzwerte müssen kritisch überprüft und an den aktuellen internationalen Forschungsstand angepasst werden. Niemand kann derzeit ausschließen, dass auch für ungeborene Kinder, ältere Kinder und für Erwachsene erhöhte Krebsrisiken in der Umgebung von AKWs bestehen können. Eine systematische Untersuchung nach Art der KiKK-Studie steht für diese Altersgruppen noch aus.

Insgesamt ist die jetzt wissenschaftlich nachgewiesene Gesundheitsgefährdung für Kleinkinder nur eines von vielen Problemen der Risikotechnologie Atomkraft. Nach Meinung der IPPNW sollten alle AKWs weltweit so schnell wie möglich still gelegt werden. Auch wegen der Gefahr eines Super-GAU, des völlig ungelösten Atommüllproblems, der Gefahr der weiteren Verbreitung von Atomwaffen, der Umwelterstörung und Gesundheitsgefährdung durch Uranbergbau und der Gefahr von Kriegen um die knapper werdende Ressource Uran.

Wissenschaftler verzerren eigene Studienergebnisse

Maria Blettner leitet das Institut für medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik der Universität Mainz. Peter Kaatsch ist Leiter des Deutschen Kinderkrebsregisters. Sie waren federführend bei der KiKK-Studie. Die Wissenschaftler verharmlosen und verzerren die Ergebnisse ihres eigenen Instituts. Hier einige Beispiele: *„Diskutiert wird, ob in der Nähe von Kernkraftwerken erhöhte Leukämieraten auftreten.“ (Kaatsch, Blettner et al.)*

Tatsache: Diese Darstellung ist falsch. Es ist vielmehr wissenschaftlich bewiesen, dass Kinder umso häufiger an Krebs und Leukämie erkranken, je näher sie an einem Atomkraftwerk wohnen. Den Beweis haben die Autoren mit ihrer außergewöhnlich aufwändigen wissenschaftlichen Studie selbst geliefert.

„Wenn es tatsächlich die Strahlung wäre, dürfte man nicht fliegen, nicht röntgen, keine hohen Berge besteigen. Man müsste aus Gebieten wegziehen, in denen es eine hohe Radonexposition gibt.“ (Maria Blettner)

Tatsache: Experten raten schwangeren Frauen dazu, wegen der Strahlenbelastung längere Flüge zu meiden. Es gilt als allgemein anerkannt, dass Röntgen in der Schwangerschaft das Risiko des ungeborenen Kindes erhöht, später an Leukämie zu erkranken. Eine hohe Radonexposition mag in manchen Gebieten unvermeidbar sein, die radioaktiven Emissionen durch AKWs sind dagegen ein vermeidbares Risiko.

„Es mag richtig sein, dass Kinder eine andere Strahlensensibilität aufweisen als Erwachsene. Deshalb macht es durchaus Sinn, die vorhandenen anerkannten Berechnungsmodelle zu Dosisabschätzungen zu hinterfragen und möglicherweise durch bessere Modelle zu ersetzen.“ (Peter Kaatsch)

Tatsache: Mittlerweile ist zweifelsfrei erwiesen, dass Kinder eine „andere“, nämlich sehr viel größere Strahlensensibilität als Erwachsene aufweisen und dass deshalb die veralteten Denk- und Rechenmodelle des bisherigen Strahlenschutzes dringend überarbeitet und entsprechend geändert werden müssen.

“Reference Embryo” statt “Reference Man” Interview mit Dr. Winfrid Eisenberg

Herr Eisenberg, welche radioaktiven Stoffe geben Atomanlagen im Normalbetrieb an Luft und Wasser ab?

Es handelt sich um Tritium (H-3, schwerer Wasserstoff),

radioaktiven Kohlenstoff (C-14), Strontium (Sr-90), Jod (I-131), Plutonium (Pu-239) sowie radioaktive Edelgase wie Krypton (Kr-85), Argon (Ar-41) und Xenon (Xe-133). Die meisten dieser Isotope senden Beta-Teilchen aus. Das sind energiereiche Elektronen, die zwar nur eine geringe Reichweite haben, nach Aufnahme in den Körper über Atmung, Nahrung und Getränke aber sehr gefährlich sind.



Strontium-90-Partikel, die sich in der Nähe des Knochenmarks befinden, senden ihre Betateilchen über Jahre und Jahrzehnte ins Knochenmark hinein - also genau dorthin, wo die Blutbildung stattfindet. Selbst geringe Mengen von Strontium-90 gehören deswegen zu den gefährlichsten Auslösern für Leukämie bei Kindern.

Warum sind gerade Kleinkinder so gefährdet?

Kleinkinder sind um ein Vielfaches strahlensensibler als Erwachsene, mögliche Erkrankungen aufgrund von Strahlung lassen sich daher bei ihnen auch statistisch deutlich nachweisen. Dafür gibt es mehrere Gründe. Erstens nimmt ein Kind stetig an Gewicht und Größe zu, es wächst vom Embryo zum Erwachsenen, und zwar je jünger, umso schneller. Daher teilen sich die Zellen eines Embryos, Fötus, Säuglings und Kleinkinds deutlich häufiger als die eines Kindes, Jugendlichen oder gar Erwachsenen. Zellen in der Teilungsphase sind durch Strahlung viel stärker gefährdet als Zellen in der Ruhephase. Zweitens entwickelt sich die Fähigkeit des Körpers, "defekte" Zellen zu erkennen und zu eliminieren, erst im Laufe der Kindheit. Ein Embryo besitzt diese Zellreparaturmechanismen noch nicht. "Defekte" Zellen, wie sie etwa durch Strahleneinwirkung bei der Zellteilung entstehen, können sich daher weiter vermehren und später zu Krebs oder zu vererbten Krankheiten führen.

Was fordert die IPPNW?

Die IPPNW fordert, sich bei den "erlaubten Emissionen" aus dem AKW nicht an der mutmaßlichen Strahlenbelastung eines gesunden Mannes ("Reference Man") zu orientieren, sondern an der eines Embryos. Ein gesunder junger Mann mit intakten Zellreparaturmechanismen kann wahrscheinlich mehr Radioaktivität vertragen als eine Frau und erst recht als ein Kind, von einem Embryo ganz zu schweigen. Es ist daher höchste Zeit, den "Reference Man" durch einen "Reference Embryo" zu ersetzen.

Dr. med. Winfrid Eisenberg ist Kinderarzt und Mitglied der IPPNW.

Mit freundlicher Genehmigung von .ausgestrahlt e.V. Das Interview basiert auf der Broschüre "Atomkraftwerke machen Kinder krank".

Was geschieht mit den aufgenommenen radioaktiven Isotopen im menschlichen Körper?

Die biologischen Effekte in den Körper aufgenommenen radioaktiver Isotope sind vermutlich unterbewertet. Tritium etwa wird seitens der Strahlenschutzbehörden als Gefahrenquelle klein geredet bzw. stark unterschätzt. Tritium ist ein Betastrahler mit einer Halbwertszeit von 12,3 Jahren. Atomkraftwerke setzen es in großen Mengen über Kamin und Abwasser frei. Mit Sauerstoff verbindet sich Tritium leicht zu "schwerem Wasser", HTO. Pflanzen, Tiere und Menschen können schweres Wasser nicht von normalem Wasser unterscheiden. Das bedeutet, dass HTO wie normales Wasser aufgenommen wird und in alle Körperteile gelangt. Es wird in die Organe und sogar direkt in die Gene eingebaut, wo sich die Betateilchen trotz ihrer relativ geringen Reichweite nah genug an den strahlensensibelsten Strukturen befinden, um dort Krankheiten und Erbschäden auslösen zu können.

Als gefährlich anerkannt ist dagegen Strontium-90?

Ja, Strontium-90 ist ein Betastrahler mit einer Halbwertszeit von 28,8 Jahren. Es wird zwar in deutlich geringeren Mengen an die Umgebung abgegeben als Tritium. Doch Strontium wird vom Körper für Calcium gehalten und deshalb in Knochen und Zähne eingebaut - insbesondere bei Kindern, deren Knochen und Zähne noch wachsen.

Reaktion der Bundesregierung auf die KiKK-Studie

Laut Bundesregierung existiert kein Kausalzusammenhang zwischen dem Anstieg von Krebserkrankungen bei Kleinkindern in der Nähe von Atomkraftwerken und der Strahlenbelastung. Die radioaktive Belastung der Bevölkerung müsse durch den Betrieb der AKWs 1.000-fach höher sein, um Krebs auszulösen. Diese Argumentation steht aber auf tönernen Füßen, denn:

- Die individuelle Strahlenbelastung kann nicht direkt gemessen werden, sondern wird anhand von Modellrechnungen aus Emissionswerten simuliert, die der Betreiber monatlich gemittelt den Aufsichtsbehörden zuleitet. Die hinsichtlich der Leukämieentstehung gefährlichen Spitzenwerte ("Peaks"), die z. B. beim Wechsel der Brennelemente auftreten, werden durch die Mittelung nivelliert.
- Jüngste Forschungen belegen, dass die Strahlenempfindlichkeit von ungeborenen Kindern viel höher ist als bisher angenommen. Diese Erkenntnisse werden in der Strahlenschutzverordnung nicht genügend berücksichtigt. Die Verordnung wurde 2001 zuletzt geändert: Nach Angaben des Umweltinstituts München wurden damals wichtige Regelungen zum Schutz ungeborenen Lebens gestrichen.
- Es gibt keine exakte Kontrolle der Betreiberangaben. Beispielsweise wurden in der Umgebung von Krümmel Kontaminationen gemessen, die sich durch die vom Betreiber Vattenfall angegebenen Emissionen nicht erklären lassen.

Die Behauptung der Bundesregierung, die beobachtete Leukämiehäufung in der Umgebung deutscher Atomkraftwerke sei nicht auf Strahlung zurückzuführen, weil die Dosis durch die radioaktiven Emissionen der Anlagen nicht ausreiche, ist wissenschaftlich nicht haltbar. Der scheinbare Widerspruch löst sich auf, wenn man die strahlenbiologischen Erkenntnisse über die Empfindlichkeit von Kleinkindern, Embryos und Feten berücksichtigt sowie auch das genetische Risiko. Die verbleibende Diskrepanz zwischen amtlich ermittelter Dosis und beobachtetem Effekt lässt sich ohne weiteres durch die Unsicherheiten der bei der Dosisberechnung verwendeten biokinetischen und physikalischen Verteilungs-Modelle erklären.

Immerhin hat Bundesumweltminister Gabriel in einem Antwortschreiben an die IPPNW angekündigt, im nationalen und internationalen Kontext ein Forschungsprogramm entwickeln zu wollen, das existierende Wissenslücken im Strahlenschutz schließt.

Quellen:

- 1 Ergebnisprotokoll des Treffens zwischen BFS, IPPNW und dem Umweltinstitut München e.V. am 11.07.2001 in Kassel (Ulmer Ärzteinitiative)
- 2 Spix C, Schmiedel S, Kaatsch P, Schulze-Rath R, Blettner M. Case-control study on childhood cancer in the vicinity of nuclear power plants in Germany 1980-2003. Eur J Cancer. 2008 Jan;44(2):275-84. Epub 2007 Dec 21.
- 3 Kaatsch P, Spix C, Schulze-Rath R, Schmiedel S, Blettner M. Leukaemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants. Int J Cancer. 2008 Feb 15;122(4):721-6.

IPPNW-Geschäftsstelle
Körtestraße 10, 10967 Berlin
Tel. 030 / 698 074 - 0
Fax 030/ 693 81 66
Email: kontakt@ippnw.de
Internet: www.ippnw.de, www.ippnw-ulm.de, www.alfred-koerblein.de
Layout: Angelika Wilmen
Redaktion: Winfrid Eisenberg, Sven Hessmann, Henrik Paulitz,
Reinhold Thiel, Angelika Wilmen
Titelfoto: Annette Feindt
Fotos: Ulmer Ärzteinitiative, privat



Spendenkonto 22 222 10, Bank für Sozialwirtschaft, BLZ 100 205 00

An den Petitionsausschuss
im Deutschen Bundestag
Platz der Republik 1
11011 Berlin

Sehr geehrte Damen und Herren,

der Deutsche Bundestag möge beschließen, den Strahlenschutz für den Bürger zu verbessern, indem der bisher übliche „Reference Man“ durch einen strahlensensibleren „Reference Embryo“ ersetzt wird.

Begründung: Eine vom Bundesamt für Strahlenschutz in Auftrag gegebene und im Dezember 2007 veröffentlichte „Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken“ (KiKK-Studie) hat ergeben, dass Kleinkinder unter fünf Jahren umso häufiger an Krebs, besonders an Leukämie erkranken, je näher sie an einem Atomkraftwerk wohnen. Daraus sind bisher im Strahlenschutz und politisch keine Konsequenzen gezogen worden. Es wird zwar behauptet, dass die radioaktiven Emissionen aus den Atomkraftwerken um den Faktor 1.000 zu gering seien, um als Ursache der Krebshäufung gelten zu können. Es gibt aber viele Argumente, die diese Behauptung entkräften, z.B. ist wahrscheinlich, dass die Grundlagen der in der KiKK-Studie festgestellten Leukämie-Erhöhung schon in der Embryonalphase der erkrankten Kinder gelegt worden sind.

Seit 1974 wird aber im Strahlenschutz ein von der Internationalen Strahlenschutz-Kommission (ICRP) kreierter „Reference Man“ als hypothetisches Objekt für alle Strahlenschutz-Standards verwendet. Damit wird ein gesunder weißer Mann aus Nordamerika oder Europa zu Grunde gelegt, der 25 – 30 Jahre alt ist, 170 pounds wiegt und 5 Fuß und 7 inches groß ist. Es wird angenommen, dass sein Immunsystem intakt sei und er über optimale Zellreparaturmechanismen verfüge.

Das Beharren der Strahlenschutzkommission, den bisherigen „Reference Man“ beizubehalten, verhindert trotz neuerer Erkenntnisse wirksamen Strahlenschutz für Frauen und besonders für Kinder, von Embryos und Feten ganz zu schweigen. Es ist mittlerweile unumstritten, dass die Vulnerabilität durch Strahlung mit dem Alter eines exponierten Menschen abnimmt. Damit ist ein Embryo weit mehr gefährdet als dieses hypothetische erwachsene Rechenmodell. Das liegt hauptsächlich am schnellen Wachstum und der damit verbundenen hohen Zellteilungsrate. Zellen in Teilung erleiden viel mehr Strahlenschäden als Zellen in der Ruhephase. Daraus ergibt sich die Forderung: Der Strahlenschutz muss sich auf einen „Reference Embryo“ beziehen, der „Reference Man“ sollte ausgedient haben.

Mit freundlichen Grüßen

Ort, Datum und Unterschrift

.....
Name, Vorname (Druckbuchstaben)

.....
Straße

.....
PLZ und Ort

Appell zum Mitmachen

Angesichts der schwerwiegenden Indizien für einen Zusammenhang zwischen Atomkraft, Strahlung und Krebsentstehung muss jetzt gehandelt werden. Seit den ersten Hinweisen auf Krebserkrankungen durch den Normalbetrieb von AKWs in den 80er Jahren ist zu lange gewartet worden.

- Bitte unterschreiben Sie die Petition auf dieser Seite und schicken Sie sie an die IPPNW-Geschäftsstelle. Wir werden die Schreiben gesammelt an den Petitionsausschuss weiterreichen.
- Schreiben Sie an Abgeordnete im Bundestag, besonders an die Mitglieder der Ausschüsse für Gesundheit und Wissenschaft. Vergessen Sie die Abgeordneten aus Ihrem Wahlkreis nicht (Siehe: www.abgeordnetenwatch.de).
- Schreiben Sie Leserbriefe, wenn Sie Artikel zur KiKK-Studie lesen. Machen Sie dieses IPPNW-aktuell bekannt. Sie können weitere Exemplare in unserer Geschäftsstelle anfordern. 50 Exemplare kosten 10 Euro, 100 Exemplare 15, 500 Exemplare 30 und 1.000 Exemplare 50 Euro.
- Bestellen Sie die Broschüre "Atomkraftwerke machen Kinder krank - Fragen und Antworten zum Krebsrisiko rund um Atomanlagen" von IPPNW und .ausgestrahlt. (www.shop.ippnw.de)
- Unterstützen Sie unsere Kampagne "Neue Energie für Deutschland" und ordern Sie das Faltblatt "Glaubst du das wirklich?". Weitere Infos unter www.neue-energie-deutschland.de
- Entscheiden Sie sich für umweltfreundlichen Strom. Mit einem Wechsel zu Ökostromanbietern setzen Sie sich für den Ausbau klimaschonender Erneuerbarer Energien ein und beenden Ihre finanzielle Unterstützung von Atom- und Kohlestrom. Weitere Infos unter www.atomausstieg-selbermachen.de.

PRESSEERKLÄRUNG (12.12.2007)

Deutsches Kinderkrebsregister untersucht Häufigkeit von Krebserkrankungen bei Kindern in der Nähe von Kernkraftwerken

Neue Studie veröffentlicht

Immer wieder wird der Verdacht geäußert, dass Kinder in der Nähe von Kernkraftwerken häufiger an Krebs erkranken. Eine frühere Studie des Kinderkrebsregisters mit Kindern unter 15 Jahren schien darauf hinzudeuten, dass speziell in den ersten Lebensjahren das Leukämie-Risiko in den betreffenden Gegenden erhöht war.

In diesen Tagen erscheinen zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen über eine neue Studie des Deutschen Kinderkrebsregisters in Mainz. Das Ergebnis: In Deutschland findet man einen Zusammenhang zwischen der Nähe der Wohnung zu einem Kernkraftwerk und der Häufigkeit, mit der Kinder vor ihrem fünften Geburtstag an Krebs und besonders an Leukämie erkranken. Allerdings erlaubt die Studie keine Aussage darüber, wodurch sich die beobachtete Erhöhung der Anzahl von Kinderkrebsfällen in der Umgebung deutscher Kernkraftwerke erklären lässt. So kommt nach dem heutigen Wissensstand Strahlung, die von Kernkraftwerken im Normalbetrieb ausgeht, als Ursache für die beobachtete Risikoerhöhung nicht in Betracht. Denkbar wäre, dass bis jetzt noch unbekannte Faktoren beteiligt sind oder dass es sich doch um Zufall handelt.

Die KiKK-Studie

Die so genannte KiKK-Studie (Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken) wurde ab 2003 am Deutschen Kinderkrebsregister am Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Universität in Mainz durchgeführt. Finanziert wurde sie vom Bundesumweltministerium über das Bundesamt für Strahlenschutz. Dabei verglichen die Wissenschaftler die Daten von Kindern unter fünf Jahren, die in der Umgebung von Kernkraftwerken gelebt hatten, als sie an Krebs erkrankten, mit denen von Kindern aus denselben Regionen, die nicht an Krebs erkrankt waren. Ziel war es herauszufinden, ob die erkrankten Kinder im Durchschnitt näher an den Kraftwerken gewohnt hatten als die nicht erkrankten.

Bereits 1992 und 1997 hat das Deutsche Kinderkrebsregister zwei Studien über Kinderkrebskrankungen in der Umgebung von Kernkraftwerken veröffentlicht. Dabei wurden Daten von Kindern unter 15 Jahren verwendet. Eine viel diskutierte Einzelbeobachtung der ersten Studie bestand darin, dass bei Kindern unter fünf Jahren die Zahl von Leukämie-Erkrankungen im 5-km-Umkreis von Kernkraftwerken erhöht war. Die KiKK-Studie sollte diese Altersgruppe speziell untersuchen und zwar mit einem anderen methodischen Ansatz in einem verlängerten Beobachtungszeitraum.

Es handelte sich um eine so genannte Fall-Kontroll-Studie. Die Daten der Kinder, die im Alter unter fünf Jahren an Krebs erkrankt waren und zum Zeitpunkt der Diagnose in der Nähe eines von 16 Kernkraftwerken gewohnt hatten, stammten aus dem Deutschen Kinderkrebsregister (1592 Fälle). Die jetzige Studie umfasst den Zeitraum von 1980-2003, die Daten von über zwei Drittel der Fälle waren bereits in die früheren Studien

eingegangen. Zu jedem Fall wurden aus derselben Region so genannte Kontrollen mit demselben Alter und Geschlecht zufällig ausgewählt (insgesamt 4735), die nicht an Krebs erkrankt waren. Für alle wurde der Abstand der Wohnung zum nächstgelegenen Kernkraftwerk mit einer mittleren Genauigkeit von ungefähr 25 Metern ermittelt.

Die wichtigsten Ergebnisse

In Deutschland findet man einen Zusammenhang zwischen der Nähe der Wohnung zu einem Kernkraftwerk und der Häufigkeit, mit der Kinder vor ihrem fünften Geburtstag an Krebs und besonders an Leukämie erkranken: Die erkrankten Kinder lebten im Durchschnitt näher an den Kernkraftwerken als die nicht erkrankten, zufällig ausgewählten Kontrollkinder. Das Ergebnis beruht insbesondere auf den bereits in den vorangegangenen Studien beobachteten, erhöhten Erkrankungszahlen in der 5-km-Umgebung der Kraftwerke. Basierend auf den in der Studie gewählten Modellannahmen wären 29 der 1980-2003 in Deutschland insgesamt aufgetretenen 13373 Krebserkrankungen dem Wohnen innerhalb der 5-km-Zone um ein Kernkraftwerk zuzuschreiben, dies wären 1,2 Fälle pro Jahr. Auf die Untergruppe der Leukämien bezogen wären das 20 der 5893 Leukämieerkrankungen bei Kindern unter fünf Jahren in ganz Deutschland in der betreffenden Zeit und damit 0,8 Fälle pro Jahr. Der für die gesamten Krebserkrankungen beobachtete Effekt kommt im Wesentlichen durch die Erhöhung des Risikos bei der relativ großen Gruppe der Leukämien zustande. Diese Risikoschätzungen sind allerdings wegen der zugrunde liegenden kleinen Fallzahlen mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet.

Nach dem heutigen Wissensstand kommt Strahlung, die von Kernkraftwerken im Normalbetrieb ausgeht, als Ursache für die beobachtete Risikoerhöhung nicht in Betracht. Jeder Mensch ist in Deutschland einer natürlichen radioaktiven Strahlung von durchschnittlich etwa 1,4 mSv (ohne Radon) pro Jahr ausgesetzt. Demgegenüber ist die Belastung in der Nähe deutscher Kernkraftwerke um einen Faktor von 1000 bis 100000 niedriger.

Vielen dürfte bekannt sein, dass in der Nähe des Kernkraftwerks Krümmel eine unerwartet große Anzahl von Kindern an Leukämie erkrankt. Diese Daten haben das Ergebnis der Studie zwar beeinflusst. Aber auch ohne sie findet man noch eine Erhöhung des Erkrankungsrisikos für die Gesamtheit aller übrigen Kernkraftwerke.

Fazit der Wissenschaftler

Das Deutsche Kinderkrebsregister ist angesiedelt am Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik an der Universität Mainz. Direktorin des Instituts ist Prof. Maria Blettner. Als Mitautorin der KiKK-Studie stellt sie fest: „Die Ergebnisse überraschen uns einerseits, weil auf Grund des allgemeinen strahlenbiologischen Kenntnisstandes die von uns festgestellte Erhöhung des Krebsrisikos bei Kindern nicht erklärbar ist und auch keine anderen möglichen Ursachen bekannt sind. Andererseits waren die Ergebnisse insofern zu erwarten, als in die neue Studie zu etwa zwei Dritteln erkrankte Kinder eingegangen sind, die schon in unseren früheren Untersuchungen verwendet wurden und Anlass für die Durchführung der jetzigen Studie waren.“

Leider erlaubt die KiKK-Studie keine Aussage darüber, wodurch sich die beobachtete Erhöhung der Anzahl von Kinderkrebsfällen in der Umgebung deutscher Kernkraftwerke erklären lässt. Denkbar wäre, dass bis jetzt noch unbekannte Faktoren beteiligt sind oder dass es sich doch um Zufall handelt.

Literatur

Die Ergebnisse sind in zwei wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert (beide voraussichtlich ab 10.12.2007 im Internet verfügbar):

Kaatsch P, Spix C, Schulze-Rath R, Schmiedel S, Blettner M. Leukaemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants. *Int J Cancer* (2007), doi:10.1002/ijc.23330.

Spix C, Schmiedel S, Kaatsch P, Schulze-Rath R, Blettner M. Case-Control Study on Childhood Cancer in the Vicinity of Nuclear Power Plants in Germany 1980-2003. *Eur J Cancer* (2007), doi :10.1016/j.ejca.2007.10.024. 2007.

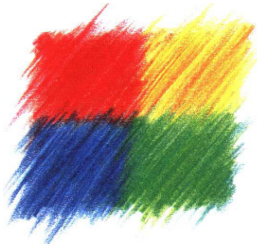
Das Deutsche Kinderkrebsregister

Im Deutschen Kinderkrebsregister in Mainz werden seit 1980 (aus den neuen Bundesländern seit 1991) alle bei unter 15-Jährigen auftretenden Krebserkrankungen (Leukämien und bösartigen Tumoren) registriert. Es wurde 1980 von Professor Jörg Michaelis gegründet und wird geleitet von Dr. Peter Kaatsch. Angesiedelt ist das Deutsche Kinderkrebsregister am Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (Direktorin Professor Maria Blettner) an der Universität Mainz. Es wird zu je zu einem Drittel finanziert durch das Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Familie und Frauen Rheinland-Pfalz, das Bundesministerium für Gesundheit sowie anteilig von allen Bundesländern.

Kontakt

Dr. Peter Kaatsch
(Leiter des Deutschen Kinderkrebsregisters)
Dt. Kinderkrebsregister am IMBEI
55101 Mainz
Tel. 06131 / 17-3111
kinderkrebsregister@imbei.uni-mainz.de
Homepage: www.kinderkrebsregister.de

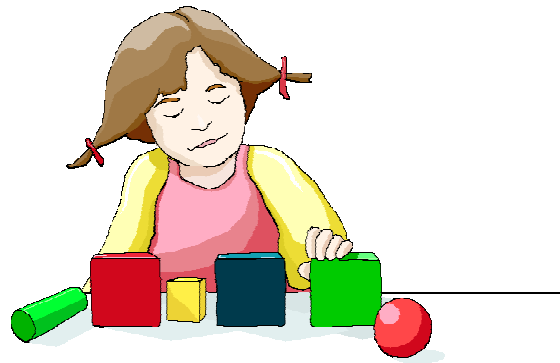
Prof. Dr. Maria Blettner
(Direktorin des IMBEI)
Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI)
Universität Mainz
55101 Mainz
Tel. 06131 / 17-3252
blettner-sekretariat@imbei.uni-mainz.de



*Deutsches
Kinderkrebsregister*
Leitung: Dr. Peter Kaatsch

Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie)

Abschlussbericht



Zusammenfassung

Teil 1 (Fall-Kontroll-Studie ohne Befragung)

Teil 2 (Fall-Kontroll-Studie mit Befragung)

Peter Kaatsch, Claudia Spix, Sven Schmiedel, Renate Schulze-Rath, Andreas Mergenthaler, Maria Blettner

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit über das Bundesamt für Strahlenschutz (Vorhaben StSch 4334)

Projektleitung: Dr. P. Kaatsch
Projektkoordination: Dr. habil. C. Spix
Gesamtberatung: Prof. Dr. M. Blettner

Mainz, Oktober 2007

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen StSch 4334 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt

Mitarbeiter

Projektleitung

Dr. rer.physiol. Peter Kaatsch

Projektkoordination

Dr. rer.nat. et med.habil. Claudia Spix

Wissenschaftliche Beratung

Prof. Dr. rer.nat. Maria Blettner

Prof. Dr. med. Jörg Michaelis

Dr. rer.physiol. Joachim Schüz

Wissenschaftliche Projektmitarbeiter (zeitweise)

Dipl. Soz. Andreas Mergenthaler

Jun.Prof. Dr. oec.troph. Eva Münster

Dipl. Stat. Sven Schmiedel

Dr. med. Renate Schulze-Rath

Weitere Projektmitarbeiter (zeitweise)

Frau Irene Jung

Frau Melanie Kaiser

Frau Sabine Kleinefeld

Frau Claudia Trübenbach

Studentische Hilfskräfte

Frau Jutta Albrecht

Herr Carsten Hornbach

Herr Steffen Weinand

Interviewer

Frau J. Albrecht

Frau A. Becht

Frau B. Grossmann

Herr B. Haupt

Herr B. Krey

Herr L. Krille

Herr F. Müller

Frau P. Quetsch

Herr Dr. R. Schmunk

Frau R. Tekie

Frau C. Varlik

Zusammenfassung

Zusammenfassung

Fragestellung

Am Deutschen Kinderkrebsregister (DKKR) wurde beginnend im Jahr 2003 eine epidemiologische Fall-Kontrollstudie durchgeführt, in der untersucht werden sollte, ob Krebs bei Kindern unter 5 Jahren in der unmittelbaren Umgebung von Kernkraftwerken häufiger ist als in größerer Entfernung. Diese Studie wurde motiviert durch eine Reihe von explorativen Auswertungen früherer Studien des DKKR, in denen mit anderen Methoden die Krebsinzidenz bei Kindern in der Nähe von deutschen Kernkraftwerken untersucht wurde. Dem folgten explorative Analysen Dritter von Daten des DKKR. Diese Daten waren vom BfS für eigene Untersuchungen, vornehmlich zur umweltbezogenen Gesundheitsberichtserstattung, genutzt und publiziert worden. Die neue Studie besteht aus zwei Teilen: Teil 1 ist eine Fall-Kontrollstudie ohne Kontaktierung von Fällen und Kontrollen, für Teil 2 wurde bei einer Untergruppe eine Befragung durchgeführt. Das Design der Studie wurde in Abstimmung mit einem durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) zusammengestellten Expertengremium festgelegt. Die Hypothese der Studie (im Sinne der statistischen Nullhypothese) lautet: „Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Nähe der Wohnung zu einem Kernkraftwerk und dem Risiko, bis zum 5. Lebensjahr an Krebs zu erkranken. Es liegt kein negativer Abstandstrend des Erkrankungsrisikos vor.“

Methodik

Es wurde eine Fall-Kontrollstudie durchgeführt. In Teil 1 sind als Fälle alle zwischen 1980 und 2003 mit einer Krebserkrankung diagnostizierten Kinder einbezogen, die dem Deutschen Kinderkrebsregister gemeldet wurden, zum Zeitpunkt der Diagnose unter 5 Jahre alt waren und in vorab festgelegten Regionen um 16 deutsche Kernkraftwerke wohnten (1592 Fälle). Zu jedem Fall wurden aus der gleichen Region Kontrollen mit gleichem Geschlecht und gleichem Alter im Erkrankungsjahr zufällig ausgewählt (4735 Kontrollen). Für die Fälle wurde der individuelle Abstand der Wohnung am Tage der Diagnosestellung zum nächstgelegenen Kernkraftwerk ermittelt, für die Kontrollen zu einem analogen Stichtag.

Für den Studienteil 2 wurde eine Teilmenge der Fälle und Kontrollen aus Teil 1 zu möglichen Risikofaktoren, die eventuell als Confounder wirken könnten, und zu ihrer Wohnhistorie befragt. Dazu wurden die zwischen 1993 und 2003 diagnostizierten Fälle im Alter von unter 5 Jahren ausgewählt, die an einer Leukämie, einem Lymphom oder einem ZNS-Tumor (ZNS: zentrales Nervensystem) erkrankt waren und zum Zeitpunkt der Diagnose in der Studienregion wohnten. Als Kontrollen in Teil 2 wurden die diesen Fällen in Studienteil 1 zugeordneten Kontrollen herangezogen.

Ergebnisse

Datenmaterial

Die Abläufe zur Beschaffung der Adressen von Fällen und Kontrollen und deren Geokodierung ließen sich weitestgehend wie vorgesehen durchführen. Fehlende oder ungenaue Angaben hielten sich hierbei in engen Grenzen. Die Vorgabe von einer Genauigkeit der zu ermittelnden Wohnungsabstände zum nächstgelegenen Kernkraftwerk von mindestens 100 Metern wurde mit einer geschätzten durchschnittlichen Genauigkeit von rund 25 Metern erfüllt.

Bei der Kontrollrekrutierung ergab sich, dass sich Gemeinden in der Nähe von Kernkraftwerken bei der Bereitstellung von Kontrolladressen weniger kooperativ zeigten als weiter entfernt gelegene (84% gelieferte Kontrolladressen im Vergleich zu sonst 90%).

Die Teilnahmebereitschaft an der Befragung in Teil 2 lag bei den Fällen bei 78%, bei den Kontrollen bei 61%. Das für die Befragung angestrebte Verhältnis für Fälle und Kontrollen von 1:2 wurde erreicht.

Eine Validierung der Befragungsangaben durch einen Vergleich mit Kopien von medizinischen Unterlagen (Mutterpass, Kinderuntersuchungsheft, Impfausweis) wurde für eine Zufallsstichprobe von Teilnehmern an der Befragung durchgeführt. Es zeigte sich, dass die im Interview gemachten Angaben für Impfungen und geburtsrelevante Daten (Geburtsgewicht und -größe, Schwangerschaftswoche) mit den Unterlagen gut übereinstimmen.

Beim Vergleich von Teilnehmern und Nichtteilnehmern an der Befragung zeigte sich, dass Familien, bei denen der Befragungsstichtag (Diagnosezeitpunkt bei Fallkindern,

entsprechender Stichtag bei Kontrollkindern) schon länger zurücklag (1993-1995, das sind rund 10 Jahre vor dem Interview), etwas seltener teilnahmen. Den deutlichsten Einfluss auf die Teilnahmebereitschaft hatte der Abstand zum nächstgelegenen Kernkraftwerk: In der inneren 5km-Zone war die Teilnahmebereitschaft deutlich niedriger, bei Kontrollen (46% im Vergleich zu 62% außerhalb) noch ausgeprägter als bei Fällen (63% im Vergleich zu 79% außerhalb). Wir interpretieren das dahingehend, dass den Familien, die in unmittelbarer Umgebung eines Kernkraftwerks wohnen, dieser Umstand sehr wohl bewusst ist, und sie daher bei Befragungen eher zurückhaltend sind.

Allen potenziellen Teilnehmern an der Befragung in Teil 2 wurde ein Kurzfragebogen zugeschickt. Es deutet sich an, dass Familien mit höherem Sozialstatus, speziell bei den Kontrollen, eher zur Teilnahme bereit sind. Dieses Phänomen ist aus anderen epidemiologischen und empirischen Studien (in Deutschland und international) bekannt.

Konfirmatorische Analyse

Die Haupthypothese für Teil 1, dass kein monoton fallender Zusammenhang zwischen Abstand der Wohnung zum nächstgelegenen Kernkraftwerk und Krankheitsrisiko existiert, wird zum einseitigen Niveau $\alpha=5\%$ verworfen. Als Abstandsmaß wurde vorab $1/r$ definiert, wobei r der Abstand zwischen der Wohnadresse und dem nächstgelegenen Kernkraftwerk ist. Die Regressionsanalyse ergab einen Schätzer für den Regressionskoeffizienten von $\hat{\beta}=1,18$ (untere einseitige 95%-Konfidenzgrenze=0,46, d.h. statistisch signifikant von Null verschieden). Die Auswertung der Nebenfragestellung, bei der der Abstand kategoriell betrachtet wird, zeigt für die 5km-Zonen um die Kernkraftwerke ebenfalls ein statistisch signifikantes Ergebnis (Odds Ratio (OR)=1,61, untere einseitige 95%-Konfidenzgrenze=1,26).

Bei den Diagnoseuntergruppen zeigen die Leukämien (593 Fälle, 1766 Kontrollen) einen statistisch signifikanten Schätzer für den Regressionskoeffizienten von $\hat{\beta}=1,75$ (untere einseitige 95%-Konfidenzgrenze=0,65). Der für die Untergruppe aller Leukämien beobachtete Effekt ist stärker als für alle malignen Erkrankungen insgesamt. Die untersuchten Subgruppen der Leukämien weisen jeweils ähnliche Werte auf. Dieser ist allerdings nur für die akuten lymphatischen Leukämien statistisch signifi-

kant. Für die akute myeloische Leukämie ist die Anzahl hierfür zu gering (75 Fälle, 225 Kontrollen). In den weiteren a priori festgelegten diagnostischen Untergruppen (ZNS-Tumoren, embryonale Tumoren) wurden keine Hinweise auf eine Beziehung zum Abstand gefunden. Daraus kann gefolgert werden, dass der für alle malignen Erkrankungen beobachtete Effekt im Wesentlichen durch die Ergebnisse der relativ großen Untergruppe der Leukämien zustande kommt.

Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Regressionskoeffizienten in a priori definierten Teilperioden (erste Hälfte der jeweiligen Reaktorlaufzeit im Vergleich zur zweiten Hälfte) ($p=0,1265$).

Die Untergruppe von Fällen und Kontrollen, die für Teil 2 der Studie angeschrieben wurde (471 Fälle, 1402 Kontrollen), weist keinen relevanten Unterschied gegenüber dem für die Gesamtgruppe von Teil 1 ermittelten Regressionsparameter auf (geschätzter Koeffizient um 11% kleiner als im Gesamtmodell). Allerdings weist die Gruppe der Personen, die sich dann am Interview beteiligt hat, gegenüber der Gesamtgruppe einen großen Unterschied auf.

Im Auswerteplan war ein statistisches Kriterium festgelegt worden, nach dem geprüft wurde, ob die Teilnehmer am telefonischen Interview (Teil 2) möglicherweise eine nicht repräsentative Selektion aus den Fällen mit entsprechender Diagnose von Teil 1 und den zugehörigen Kontrollen darstellten. In diesem Falle können die Ergebnisse von Teil 2 nicht zur Interpretation der Ergebnisse von Teil 1 herangezogen werden. Dieses Kriterium war erfüllt, d.h. die Daten der Befragung in Teil 2 der Studie können nicht herangezogen werden, um zu überprüfen, ob die Ergebnisse von Teil 1 durch potenzielle Confounder verzerrt sind. Der Grund liegt vor allem in der geringen Teilnahmebereitschaft in der inneren 5km-Zone.

Sensitivitätsanalysen und explorative Analysen

Es wurde eine Reihe von geplanten und sich aus der Datenlage ergebenden Sensitivitätsanalysen und explorativen Analysen durchgeführt. Insgesamt fand sich kein Hinweis auf eine relevante Beeinflussung der Ergebnisse. Tendenziell deuten die meisten Sensitivitätsanalysen eine leichte Überschätzung des berichteten Effekts an.

Die geplante explorative Analyse der Form der Regressionskurve durch fraktionelle Polynome und ein Box-Tidwell-Modell ergab keinen Hinweis auf eine grundsätzlich andere Form der Regressionskurve als die im Auswerteplan vorgesehene.

Da aus den in der Nähe von Kernkraftwerken gelegenen Gemeinden die Bereitstellung von Kontrolladressen weniger vollständig erfolgte als bei weiter entfernt gelegenen, wurde zusätzlich zu den Vorgaben des Auswertepans auch hierzu eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Die mögliche Verzerrung durch dieses Problem bei der Kontrollrekrutierung ist gering.

Bei der Befragung in Studienteil 2 zur Wohnhistorie ergab sich, dass ein Teil der Kontroll-Familien zu keinem Zeitpunkt vor dem Stichtag unter der ursprünglich vom Einwohnermeldeamt angegebenen Adresse gewohnt hatte, sondern erst danach. Dies ist auf fehlerhaft gelieferte Kontrolladressen durch die Gemeinden zu erklären. Simulationsrechnungen sowie die erweiterte Auswertung von Unterlagen aus der Kontrollziehung und das Anschreiben einer Zufalls-Stichprobe aus den Gemeinden zeigten, dass das Ergebnis der Studie dadurch nur marginal beeinflusst wird.

Die Auslassung jeweils einer einzelnen Kernkraftwerksregion (jeweils für alle Malignome und die Leukämien) ergab keinen Hinweis darauf, dass das Ergebnis nur von einer einzelnen Region abhängig ist. In Zusammenhang mit der in Deutschland intensiv geführten Diskussion zur Erkrankungshäufung für Leukämien bei Kindern in der Nähe des Kernkraftwerkes Krümmel (aufgrund von 17 Erkrankungsfällen zwischen 1990 bis 2006 in zwei direkt benachbarten Gemeinden) ist festzuhalten, dass 8 dieser Fälle zur Studienpopulation in der inneren 5km-Zone gehören. Für die Leukämien wird das Studienergebnis von der Region um das Kernkraftwerk Krümmel am stärksten beeinflusst. Unter Weglassung dieser Fälle und der entsprechenden Kontrollen beträgt der Schätzer für den Regressionskoeffizienten in der Untergruppe der Leukämien $\hat{\beta}=1,39$ (untere einseitige 95%-Konfidenzgrenze=0,14).

Confounderanalysen

Die Ergebnisse von Teil 2 können zur Interpretation der Ergebnisse von Teil 1 nicht herangezogen werden, da vor allem die Teilnahmebereitschaft in Abhängigkeit von der Wohnungsnähe zum Kernkraftwerk zu einer Selektion geführt hat. Auf Wunsch des BfS und des beratenden Expertengremiums wurde dennoch eine multivariate

Regressionsanalyse mit den erhobenen Variablen (Confounderanalyse) durchgeführt. Es wurde wie ursprünglich vorgesehen überprüft, ob die Berücksichtigung der potenziellen Confounder den Schätzer für den Regressionskoeffizienten des Abstandsmaßes verändert (Change-in-estimate Prinzip). Dies zu überprüfen war seinerzeit die Motivation für die Durchführung von Studienteil 2. Keine der Variablen führte zu einer Veränderung des Schätzers, die die vorab festgelegte Größenordnung (± 1 Standardabweichung) überschritt.

Eine explorative Auswertung der Confounder, für die diese Studie aber nicht konzipiert war, ergab Zusammenhänge, die weitgehend die aus der Literatur bekannten Ergebnisse bestätigen.

Attributable Risiken

Für die Jahre 1980-2003 und die Zahl der in der betrachteten 5km-Zone beobachteten Fälle (n=77) ergibt sich für Deutschland ein attributables Risiko von 0,2% für das Wohnen innerhalb der 5km-Zone um eines der 16 Kernkraftwerke. Das heißt, 29 der 13.373 in Deutschland im Zeitraum 1980-2003 im Alter von unter 5 Jahren mit Krebs diagnostizierten Erkrankungsfälle, das sind 1,2 Fälle pro Jahr, wären unter den gemachten Modellannahmen dem Wohnen innerhalb der 5km-Zone um ein deutsches Kernkraftwerk zuzuschreiben. Auf die Leukämien bezogen, von denen 37 im Alter von unter 5 Jahren zwischen 1980 und 2003 in den inneren 5km-Zonen beobachtet wurden, errechnen wir ein Populations-attributables Risiko von 0,3%, das wären 20 der 5.893 Fälle unter 5 Jahren in Deutschland, die in den Jahren 1980-2003 diagnostiziert wurden, und damit 0,8 Fälle pro Jahr. Diese Schätzungen sind wegen der zugrunde liegenden kleinen Fallzahlen mit erheblicher Unsicherheit behaftet.

Diskussion

Studiendesign

Die KiKK-Studie ist eine Fall-Kontrollstudie bei unter 5jährigen und in den Jahren 1980-2003 an Krebs erkrankten Kindern, in der untersucht wurde, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Abstand der Wohnung zum nächstgelegenen Kernkraftwerk und dem Risiko gibt, an Krebs zu erkranken. Die Stärke dieser Studie ist

darin zu sehen, dass sie in Ergänzung zu den bisherigen in Deutschland durchgeführten Kernkraftwerksstudien, die auf aggregierten Inzidenzraten in Abstandsregionen basierten, ein individuelles Abstandsmaß auf Basis des Wohnhausabstandes zum nächstgelegenen Kernkraftwerk anwendet.

Die in die Studie integrierte Befragung einer vorab festgelegten Gruppe der Eltern von Fall- und Kontrollkindern sollte dazu beitragen, mögliche Confounder zu berücksichtigen, um dies zur Bewertung des ermittelten Studienergebnisses heranziehen zu könnten. Leider war diese Auswertung wegen des Antwortverhaltens der Studienteilnehmer nicht möglich bzw. nicht bewertbar. Es sind aber auch aus der bisherigen Literatur kaum Risikofaktoren bekannt, die als entsprechend starke Confounder agieren könnten.

Strahlenepidemiologische Aspekte

Die vorliegende Studie betrachtet den Abstand zum jeweils nächstgelegenen Kernkraftwerk. Daten zu umweltbedingten Strahlenexpositionen wurden nicht verwendet, da diese nicht verfügbar und auch retrospektiv nicht erhebbar sind. Es wurde auch nicht berücksichtigt, dass sich Individuen nicht ständig am gleichen Ort aufhalten und über die Hintergrundstrahlung hinaus auch anderen Strahlenquellen ausgesetzt sind (z.B. terrestrische Strahlung, medizinische Diagnostik, Flugreisen). Unterschiedliche topografische oder meteorologische Gegebenheiten (z.B. Niederschlag, Windrichtung) konnten ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

Für jedes Individuum wurde der Abstand des Wohnhauses zum nächstgelegenen Kernkraftwerk zum Zeitpunkt der Diagnose (Kontrolle: Diagnosedatum des zugehörigen Falls) verwendet. Eine Berücksichtigung von Umzügen im Zeitraum von Konzeption bis Diagnosestellung erfordert eine Befragung der Familien und war damit für den größten Teil der in die Studie einbezogenen Familien nicht möglich.

Auf Basis eines vorher festgelegten Modells wurde ein Abstandsmaß gebildet, zu dem eine Regressions-Kurve geschätzt wurde. Das Abstandsmaß beruht auf theoretischen Ausbreitungsmodellen, das Regressionsmodell folgt dem üblichen linearen Modell für den Niedrigdosisbereich. Dieses Modell basiert allerdings auf Studien, die das Krebsrisiko von Erwachsenen in Abhängigkeit von ionisierender Strahlung bewerteten. Erwachsene erkranken überwiegend an soliden Tumoren, während bei

Kindern systemische Erkrankungen relativ häufiger sind. Inwieweit sich Modelle zur Wirkung von Niedrigdosisstrahlung auf Leukämieerkrankungen bei Kindern im Vorschulalter übertragen lassen, ist bisher in der internationalen Literatur nicht geklärt.

Die derzeit international verwendeten Abschätzungen der Strahlenwirkung im Niedrigdosisbereich gehen von einer linearen Extrapolation nach unten ohne Schwellenwert aus, für Leukämien kommt auch ein quadratisches Modell in Frage. Andere Autoren gehen davon aus, dass diese Modelle im Dosisbereich von $<0,01$ Sv (Sievert) die Effekte erheblich überschätzen. Spezielle Aussagen für Kinder werden in den entsprechenden Berichten nicht gemacht, bzw. die entsprechende Datenlage wird als dafür nicht ausreichend beschrieben. Die Modelle geben beispielsweise ein Excess Relative Risk, das sich mit der Größe OR-1 aus diesem Bericht vergleichen ließe, von ca. 0,5 pro 1 Gy/Jahr an (ein Gray (Gy) entspricht hier einem Sievert). Als Grenzwert für die Belastung von Personen in der „Umgebung“ von kerntechnischen Anlagen in Deutschland gelten 0,3 mSv (milli Sievert) pro Jahr. Die tatsächlichen Belastungen liegen weit darunter. So wird für eine 50 Jahre alte Person, deren Wohnsitz sich in 5km Entfernung zum Kernkraftwerk befindet, eine kumulative Exposition gegenüber luftgetragenen Emissionen von 0,0000019 mSv (milli Sievert) (Oberrhein) bis 0,0003200 mSv (Gundremmingen) erwartet. Die jährliche natürliche Strahlenexposition in Deutschland beträgt etwa 1,4 mSv, die jährliche durchschnittliche Exposition durch medizinische Untersuchungen etwa 1,8 mSv. Demgegenüber ist die Exposition mit ionisierender Strahlung in der Nähe deutscher Kernkraftwerke um den Faktor 1.000 bis 100.000 niedriger. Vor diesem Hintergrund ist nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnisstand das Ergebnis unserer Studie nicht strahlenbiologisch erklärbar.

Vergleich mit früheren deutschen Kernkraftwerksstudien

Vor der Durchführung der vorliegenden Studie wurden am Deutschen Kinderkrebsregister in Zusammenhang mit Kernkraftwerken zwei Studien mit Inzidenzvergleichen durchgeführt. Dabei wurde in einer ersten Studie („Studie 1“) die Inzidenz aller zwischen 1980 und 1990 diagnostizierten, unter 15 Jahre alten Erkrankungsfälle in der 15km-Zone um 20 deutsche Kernkraftwerke im Vergleich zu demographisch ähnli-

chen Vergleichsregionen betrachtet. Die Studie war durch auffällige Ergebnisse im 10Meilen-Umkreis um britische Kernkraftwerke (Sellafield, Windscale) motiviert worden und untersuchte als Hauptfragestellung alle Diagnosen im Alter von 0-14 Jahren in einer 15km-Zone. Dabei ergab sich kein erhöhtes Risiko (RR 0,97; 95%-KI [0,87;1,08]). Altersuntergruppen, Abstandsregionen und Diagnoseuntergruppen wurden in Form explorativer Analysen untersucht.

Die zusätzlich explorativ gewonnenen Ergebnisse wurden in einer Anschlussstudie („Studie 2“) bei gleichem Design mit unabhängigen, in der Zeit fortgeschriebenen Daten aus den Jahren 1991-1995 überprüft. Die Hauptfragestellung (alle Diagnosen, Alter 0-14, 15km-Zone) blieb, das entsprechende Ergebnis war unauffällig (RR 1,05; 95%-KI [0,92;1,20]). Die explorativ signifikanten Ergebnisse aus der ersten Studie, insbesondere auch die Frage nach Leukämien unter 5 Jahren in der 5km-Zone, zeigten jetzt etwas kleinere Relative Risiken und waren nicht statistisch signifikant. Entsprechend wurde dies als Nicht-Bestätigung der explorativen Ergebnisse gewertet.

Die damaligen Studien und die aktuelle Studie überschneiden sich besonders im Nahbereich bezüglich der Fälle und der Studienregion. Gegenüber den früheren Studien schloss das BfS-Expertengremium für die aktuelle Studie die kerntechnischen Anlagen Kahl, Jülich, Hamm, Mühlheim-Kärlich und Karlsruhe aus. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Forschungsreaktoren oder Kernkraftwerke mit kurzer Betriebsdauer. Von den jetzt eingeschlossenen Fällen der inneren 5km-Zone im Alter von unter 5 Jahren waren in den Studien 1 und 2 etwa 70% bereits damals berücksichtigt, 80% der Fälle aus den Vorgängerstudien sind auch in der aktuellen Studie wieder berücksichtigt. Die Diskrepanz beruht neben dem Ausschluss einiger kerntechnischer Anlagen im Wesentlichen auf den zusätzlichen Beobachtungsjahren (1996-2003) und auf der geänderten Umkreis-Definition. Damals waren Gemeinden entsprechend der Lage ihrer Fläche jeweils insgesamt einer 5-, 10- oder 15km-Zone zugeordnet worden und es wurden keine individuellen Wohnhauskoordinaten verwendet.

Vergleichbar zum Ergebnis der damaligen Hauptfragestellung (Alter bis 15 Jahre, 15km-Zone) kam man bei Betrachtung aller malignen Erkrankungen bei unter 5-Jährigen in der inneren 5km-Zone aus den ersten Studien nicht zu dem Schluss, dass ein erhöhtes Risiko bestand, denn die Effektschätzer waren nicht statistisch

signifikant (zweiseitig getestet). Mit dem Ansatz der aktuellen Studie wurde eine statistisch signifikante Erhöhung des Risikos gefunden (einseitig getestet).

Das damals am meisten diskutierte, aus der explorativen Datenanalyse der damaligen Studie 1 entstandene Ergebnis (relativ deutliche Risikoerhöhung bei den akuten Leukämien im Alter unter 5 Jahren in der 5km-Zone) wird von der aktuellen Studie auf Basis des erweiterten Zeitraums 1980-2003 in ähnlicher Größenordnung bestätigt. Für die Leukämien zeigt sich der Einfluss der damaligen Ergebnisse auf die aktuellen Ergebnisse sehr deutlich. Der in Studie 1 für den Zeitraum von 1980-1990 ermittelte Risikoschätzer ist nahezu identisch mit dem für den gleichen Zeitraum in der aktuellen Studie ermittelten. Das Odds Ratio für den auf die beiden früheren Studien folgenden Zeitraum (1996-2003) ist niedriger als für die vorherigen Zeitperioden. Dies war in Studie 1 ein exploratives Ergebnis und hatte damit einen niedrigeren Stellenwert als die konfirmatorischen Analysen innerhalb der gleichen Studie. In der Studie, mit der dies überprüft werden sollte (Studie 2), wurde das signifikante Ergebnis nicht bestätigt, jedoch war das relative Risiko erhöht. In der aktuellen Studie wurde dieselbe Frage als Nebenfragestellung nochmals untersucht, diesmal fand sich ein statistisch signifikantes Ergebnis.

Schlussfolgerung

Unsere Studie hat bestätigt, dass in Deutschland ein Zusammenhang zwischen der Nähe der Wohnung zum nächstgelegenen Kernkraftwerk zum Zeitpunkt der Diagnose und dem Risiko, vor dem 5. Geburtstag an Krebs (bzw. Leukämie) zu erkranken, beobachtet wird. Diese Studie kann keine Aussage darüber machen, durch welche biologischen Risikofaktoren diese Beziehung zu erklären ist. Die Exposition gegenüber ionisierender Strahlung wurde weder gemessen noch modelliert. Obwohl frühere Ergebnisse mit der aktuellen Studie reproduziert werden konnten, kann aufgrund des aktuellen strahlenbiologischen und -epidemiologischen Wissens die von deutschen Kernkraftwerken im Normalbetrieb emittierte ionisierende Strahlung grundsätzlich nicht als Ursache interpretiert werden. Ob Confounder, Selektion oder Zufall bei dem beobachteten Abstandstrend eine Rolle spielen, kann mit dieser Studie nicht abschließend geklärt werden.