



Fortschritt und durch Auswertung der Betriebserfahrungen ständig weiter verbessert werden und diesbezüglich auch in den 20 Jahren seit dem Tschernobyl-Unfall wesentliche Fortschritte erreicht wurden. Das Risiko moderner Kernenergienutzung hängt davon ab, wie diese gemacht wird, nicht davon, wie Tschernobyl gemacht wurde. Der Ausspruch „Tschernobyl ist überall“, der gern als Totschlagargument gegen die Kernenergie gebraucht wird, ist einfach falsch.

### **Der WHO-Bericht**

Der WHO-Bericht über die gesundheitlichen Folgen von Tschernobyl ist im Frühjahr 2006 in einer überarbeiteten Fassung erschienen: „World Health Organisation: „Health Effect of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes“, Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group “Health”, Genf 2006, ISBN 92 4 159417 9. Ich beziehe mich im Folgenden auf diese Fassung. Dieser Bericht ist mit Abstand die sorgfältigste Untersuchung, die bisher zu dem Thema durchgeführt wurde. In ihm werden die Ergebnisse vieler Untersuchungen zu Tschernobyl zusammengetragen, miteinander verglichen und auf Basis unseres grundsätzlichen Wissens über die Wirkungen ionisierender Strahlen von Experten bewertet. Die Mitarbeit von anerkannten Experten aus den drei besonders stark betroffenen Ländern hat sich vor allem bei der Bewertung der Qualität von Daten und Erhebungen in diesen Ländern als sehr vorteilhaft erwiesen. Besonders hilfreich zur Meinungsbildung der Leser ist, dass im WHO-Bericht zu jedem Punkt eine Aussage gemacht wird, inwiefern sich die Experten einig sind und was noch als „offene Wissenslücke“ bezeichnet und weiter untersucht werden muss. Kurz gefasst ist das wichtigste Ergebnis der Studie, dass die Folgen - so schlimm sie auch sind - eindeutig kleiner sind, als bisher vielfach befürchtet worden war.

### **Strahlenfolgen allgemein**

Bezüglich der durch die Strahlung von Tschernobyl verursachten Folgen ist zwischen akuter Strahlenkrankheit und ihren Folgen einerseits und anderen Erkrankungen (insbesondere Krebs) und ihren Folgen sowie Schäden in der Nachkommenschaft (Erbschäden) andererseits zu unterscheiden. Während bei der akuten Strahlenkrankheit der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung eindeutig ist, werden die anderen Erkrankungen und auch Erbschäden auch durch viele andere Ursachen ausgelöst. Da das Krankheitsbild stets das gleiche ist, kann die Ursache aus ihm grundsätzlich nicht erschlossen werden. Eine Verursachung durch Strahlung lässt sich nur aus einer erhöhten Häufigkeit von Fällen in strahlenexponierten Personengruppen im Vergleich zu weniger oder nicht exponierten Personengruppen erkennen. Aber auch dann bleibt es grundsätzlich offen, welche der Fälle tatsächlich auf Strahlung zurückzuführen und welche anderweitig verursacht sind.

Bei der akuten Strahlenkrankheit ist es gesichertes Wissen, dass sie nur oberhalb einer Minimaldosis (Schwellenwert) auftritt und mit zunehmender Dosis die Krankheit immer schwerer wird. Bei Krebs und Erbschäden vermuten die meisten Experten, dass diese auch durch kleine und kleinste Dosen ausgelöst werden können (auch wenn viele andere Experten das nachdrücklich bestreiten; es ist dies eines der relativ wenigen Beispiele in der gesamten Kernenergie-debatte, bei denen es echten wissenschaftlichen Meinungsstreit gibt; die WHO geht hier vorsichtigerweise von der Mehrheitsmeinung aus). Zuverlässig weiß man, dass Krebs bei mittleren und höheren Dosen ausgelöst werden kann und für Erbschäden wird allgemein Gleiches angenommen, obwohl strahlenbedingte Erbschäden bei Menschen noch niemals gesichert beobachtet wurden. Für Krebs und für Erbschäden geht man generell davon aus, dass bei diesen mit zunehmender Dosis die Häufigkeit der Fälle zunimmt.

Hinsichtlich der Folgen ist auch noch zu unterscheiden zwischen dem, was bisher schon eingetreten ist und dem, was möglicherweise noch kommen kann. Das bisher schon eingetretene lässt sich – jedenfalls prinzipiell – auf zwei Wegen abschätzen: Durch Beobachtungen (epidemiologische Studien) und durch Ermittlung der erhaltenen Dosen und Berechnung ihrer Folgen auf Basis des generellen Wissens über die Wirkungen ionisierender Strahlen. Das Berücksichtigen beider Wege ermöglicht auch eine gewisse Qualitätskontrolle der Ergebnisse. Abschätzungen für die Zukunft können demgegenüber grundsätzlich nur auf Basis der erhaltenen Dosen und der bekannten oder angenommenen Dosis/Wirkungs-Beziehungen mit einiger Berechtigung gemacht werden. Qualitätsaussagen sind da nur über Beurteilung der Qualität der angenommenen Beziehungen möglich. Reine Fortschreibungen beobachteter oder vermuteter Trends ohne Erfahrungswerte aus ähnlichen Situationen bzw. ohne biologisches Wirkungsmodell sind rein spekulativ, nicht aussagekräftig und unwissenschaftlich.

Alle epidemiologischen Studien bezüglich Tschernobyl sind besonders problematisch, weil erstens nur relativ wenige Daten verfügbar und diese Daten meist sehr unzuverlässig sind und weil zweitens zusätzlich die Auswirkungen des Tschernobyl-Unglücks von denen des Zusammenbruches der Sowjetunion mit massiver Verschlechterung der Lebensverhältnisse bei allgemein erheblich verschlechterter Gesundheit und drastisch gesunkener Lebenserwartung (z. B. in Russland bei Männern innerhalb von 15 Jahren von 70 auf nur noch 61 Jahre) überlagert werden. Umso mehr ist es als Stärke des WHO-Berichtes hervorzuheben, dass in ihm die Ergebnisse epidemiologischer Studien - so gut es eben geht - anhand des allgemeinen Strahlenschutzwissens überprüft werden.

## **Exponierte Personengruppen**

Ein wesentlicher Teil des WHO-Berichtes ist der Abschätzung der von Individuen und verschiedenen Bevölkerungsgruppen erhalten Dosen gewidmet. Obwohl viele Detailfragen noch ungeklärt sind und manche wohl auch für immer ungeklärt bleiben werden, ergibt sich mittlerweile doch ein hinreichend konsistentes Bild und es können in den meisten Fällen immerhin so gute Dosiszuordnungen vorgenommen werden, dass darauf aufbauend wenigstens grobe Folgenabschätzungen möglich sind.

Dabei wird im WHO-Bericht im Wesentlichen zwischen drei Personengruppen unterschieden:

1. Liquidatoren: Insgesamt etwa 600000 Feuerwehrleute und Aufräumarbeiter (so genannte „Liquidatoren“), die aus allen Teilen der Sowjetunion zusammengezogen wurden und die unterschiedlich lange (typischerweise Wochen bis Monate) in Tschernobyl und Umgebung eingesetzt wurden und sich dann wieder „in alle Winde zerstreut“ haben. Insofern ist das keine homogene Personengruppe und auch die Daten bezüglich ihrer Dosen und bezüglich gesundheitlicher Nachuntersuchungen sind von sehr unterschiedlicher Qualität. Hinsichtlich Strahlenexposition kann man 3 Untergruppen der Liquidatoren unterscheiden: Ungefähr 1000 Liquidatoren „der ersten Tage“ haben sehr hohe Dosen erhalten. Zu diesen gehören auch alle 237 Personen, die zunächst mit dem Verdacht auf akute Strahlenkrankheit in Krankenhäuser eingeliefert wurden (der sich dann bei 134 Personen bestätigt hat). Alle anderen Liquidatoren haben „nur“ mittlere bis kleine Dosen erhalten. Für etwa 240000 Liquidatoren, die in den Jahren 1986 und 1987 eingesetzt worden sind, gibt WHO einen Mittelwert von etwa 100 mSv an (effektive Dosis ohne Schilddrüsendosis; zum Vergleich: Der Mittelwert der natürlichen Strahlenexposition beträgt etwa 2,4 mSv/a mit einer typischen Schwankungsbreite von etwa 1 bis 10 mSv/a und Spitzenwerten bis über 25 mSv/a). Die rund 360000 restlichen Liquidatoren haben deutlich weniger Strahlung erhalten.
2. Stark exponierte Personengruppen der allgemeinen Bevölkerung: Etwa 116000 Personen, die 1986 evakuiert wurden, rund 230000 Personen, die in nachfolgenden Jahren umgesiedelt wurden und rund 270000 Personen, die – ohne Umsiedlung – in „stark kontaminierten“ Gebieten (anfänglich mehr als 555 kBq Cäsium-137/m<sup>2</sup>) leben. Diese Untergruppen haben, aufsummiert über die 20 Jahre bis heute, im Mittel Dosen im Bereich einiger zig mSv erhalten, was ganz grob etwa einer Verdoppelung der Dosis an natürlicher Strahlung in diesem Zeitraum entspricht (siehe oben).
3. Schwach exponierte Personengruppen der allgemeinen Bevölkerung: Etwa 5 bis 6 Millionen Menschen, die in „kontaminierten“ Gebieten (anfänglich mehr als 37 kBq Cäsium-137/m<sup>2</sup>) leben und in den 20 Jahren bis heute eine mittlere Dosis von insgesamt etwa 10 mSv erhalten haben. Das ist sehr viel weniger als die übliche Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition.

Es ist allerdings zu beachten, dass in den verschiedenen Arbeiten zu Tschernobyl teilweise andere Gruppeneinteilungen vorgenommen wurden. In den vorstehenden Werten nicht enthalten sind die im Wesentlichen durch Aufnahme von radioaktivem Iod-131 mit der Milch in den ersten Tagen und Wochen nach dem Unfall verursachten Schilddrüsendosen. Auf deren Konsequenzen werde ich nachfolgend separat eingehen.

### **Akute Strahlenkrankheit**

Von den 134 Personen mit klinisch bestätigter akuter Strahlenkrankheit sind 28 in den ersten Wochen und Monaten nach dem Unfall an der akuten Strahlenkrankheit (zum Teil in Kombination mit Verbrennungen) gestorben. Bis Ende 2004 sind weitere 19 Personen aus dieser Gruppe verstorben, wobei die akute Strahlenkrankheit oder von ihr zurückgebliebene Beeinträchtigungen zur Todesursache mit beigetragen haben können. Damit beträgt die Gesamtzahl der an akuter Strahlenkrankheit direkt oder indirekt Verstorbenen 47.

### **Schilddrüsenkrebs**

Nach dem Tschernobyl-Unglück ist eine deutliche Zunahme von Schilddrüsenkrebskrankungen festgestellt worden, insbesondere bei Personen, die im Zeitpunkt des Unfalls Kinder oder Jugendliche waren. Von 1986 bis 2002 sind in Weißrussland, Russland und der Ukraine knapp 5000 solcher Erkrankungen gemeldet worden. Obwohl noch einige Fragen offen sind (z. B. Auswirkungen von – zu spät – verabreichten Jodtabletten in Gegenden mit chronischem Joddefizit und Auswirkungen der verbesserten medizinischen Überwachung), gilt ein Zusammenhang mit der Strahlung von Tschernobyl als gesichert. Gott sei Dank hat Schilddrüsenkrebs allerdings eine vergleichsweise sehr günstige Prognose. In etwa 98,8 % der Fälle konnte der Schilddrüsenkrebs erfolgreich behandelt und geheilt werden (wenn auch die fehlende Schilddrüsenfunktion auf Dauer durch Tabletten ausgeglichen werden muss). 15 der erkrankten Kinder sind bis heute gestorben, davon neun an den Folgen der Krebserkrankung (inklusive einer unsicheren Zuordnung). Zusammen mit den 47 Toten aufgrund der akuten Strahlenkrankheit ergeben sich damit die in Deiner Frage genannten 56 Todesfälle als bisher gesichert nachzuweisende und den Strahlenfolgen zuzuordnende Todesfälle

Die WHO erwartet, dass die erhöhten Schilddrüsenkrebserkrankungen noch viele Jahre anhalten werden. Eine Abschätzung des Gesamtausmaßes des Schadens ist noch nicht möglich. Auch die Frage nach erhöhten Schilddrüsenkrebserkrankungen bei Personen, die im Bestrahlungszeitpunkt bereits erwachsen waren, kann nach WHO zur Zeit noch nicht abschließend beantwortet werden, auch wenn Anzeichen für eine geringe strahlenbedingte Zunahme auch in dieser Personengruppe durchaus vorhanden sind.

### **Leukämie und andere Krebsarten**

Schilddrüsenkrebs ist eindeutig erhöht. Bei Leukämie gibt es zwar in neuesten Untersuchungen in der Gruppe der am höchsten belasteten russischen Liquidatoren Anzeichen für eine strahlenbedingt erhöhte Erkrankungsrate zwischen 1986 und 1996, doch sind die Ergebnisse insgesamt nach WHO für eine gesicherte Aussage noch nicht ausreichend. Bei den stark und den schwach exponierten Personengruppen der allgemeinen Bevölkerung ist nach WHO die Frage nach einem erkennbaren strahlenbedingten Anstieg klar zu verneinen. Insgesamt empfiehlt die WHO, die Leukämieraten weiterhin sorgfältig zu beobachten. Da allerdings nach den Atombombenabwürfen auf Hiroshima und Nagasaki die zunächst erhöhten Leukämieerkrankungsraten nach 20 Jahren schon wieder abgeklungen waren, ist es zweifelhaft, ob zukünftig wesentlich bessere Erkenntnisse über strahlenbedingte Leukämieerhöhungen als Tschernobyl-Folgen gewonnen werden können.

Auch für alle anderen Krebsarten geben die vorliegenden epidemiologischen Studien nach WHO keinen gesicherten Nachweis über ein strahlenbedingt erhöhtes Auftreten, in keiner der untersuchten Bevölkerungsgruppen. Da diese Krebsarten aber auch bei den Überlebenden der Atombombenabwürfe zunächst unauffällig waren und erst nach einer Latenzzeit von rund 10 bis 20 Jahren ein geringfügiges Ansteigen erkennbar war, ist es nicht verwunderlich, dass in Tschernobyl noch nichts Klares zu sehen ist.

„Noch nichts zu sehen“ ist aber natürlich nicht das Gleiche wie „nichts eingetreten“. Unterhalb der statistischen Nachweisgrenze können sehr wohl schon strahlenbedingte Krebstodesfälle eingetreten sein, man weiß es nur nicht. Und natürlich kann in Zukunft durchaus noch „etwas zu sehen sein“ (siehe oben, lange Latenzzeiten). Die WHO hat daher auch aus den ermittelten Dosen und mit den vor allem von Hiroshima und Nagasaki her bekannten Dosis/Wirkungs-Beziehungen abgeschätzt, wie viel strahlenbedingte Krebstodesfälle (einschließlich Leukämie) denn insgesamt (insbesondere als Langzeitfolgen) eintreten könnten. Für 200000 Liquidatoren (Einsatz in den Jahren 1986 und 1987) sind das 2200, für 135000 Evakuierte aus der 30 km Zone 160 und für 270000 Bewohner der stark kontaminierten Gebiete 1600, zusammen also 3940. Da für diese insgesamt rund 600000 relativ stark belasteten Personen auch völlig unabhängig von der Strahlung eine gesamte Krebstodeszahl (alle Ursachen zusammen) von ca. 120000 zu erwarten ist, liegt die so ermittelte mögliche strahlenbedingte Zunahme bei etwa 3 bis 4 % der „normalen“ Fälle. Selbst wenn die WHO-Rechnung stimmt, wird es nicht leicht sein, das statistisch nachzuweisen. (Anmerkung: Krebs tritt vor allem mit zunehmendem Alter verstärkt auf; infolge der sehr viel niedrigeren mittleren Lebenserwartung in Weißrussland, Russland und der Ukraine ist in diesen Ländern Krebs deutlich seltener die Todesursache als in westeuropäischen Ländern).

Aber die WHO-Rechnung selbst ist auch sehr unsicher und sollte besser nur als „Abschätzung“ bezeichnet werden. Auf zahlreiche Unsicherheiten weist die WHO ausdrücklich hin. Insbesondere betont sie, dass die unterstellte Dosis/Wirkungs-Beziehung wahrscheinlich sehr konservativ ist (also ein zu hohes Ergebnis liefert), da in Hiroshima und Nagasaki hohe Dosen mit hoher Dosisleistung über kurze Zeiten angefallen sind, während in Tschernobyl weitgehend nur niedrige Dosen mit sehr niedriger Dosisleistung über lange Zeiträume aufgetreten sind und es sehr viele Anzeichen dafür gibt, dass diese Bedingungen zu deutlich niedrigeren Folgen führen als die Bedingungen der Atombombenabwürfe.

Für die rund 6 Millionen geringer exponierten Personen (insbesondere Bewohner der schwach kontaminierten Gebiete) errechnet die WHO mit dem gleichen Verfahren 5000 zusätzliche mögliche Krebstodesfälle, das wären etwa 0,6 % der auch ohne Strahlung zu erwartenden Krebstodesfälle. Diese Zunahme wird wohl niemals statistisch nachzuweisen sein. Außerdem gelten die genannten Anmerkungen zum vorsichtigen Umgang mit den Zahlen infolge der noch viel kleineren Dosen noch verstärkt.

In Ländern außerhalb der Ukraine, von Russland und von Weißrussland waren die Dosen grundsätzlich nochmals viel kleiner. Dort dürften Folgen erst recht niemals nachweisbar sein.

### **Erbschäden**

In Wertung aller vorliegenden Untersuchungen stellt die WHO fest, dass bisher kein strahlenbedingter Einfluss auf Fruchtbarkeit (außer in Fällen mit akuter Strahlenkrankheit), Anzahl der Totgeburten, Häufigkeit von Missbildungen Neugeborener sowie allgemeine Gesundheit, Überlebenschancen und Intelligenz von Kindern strahlenexponierter Eltern erkennbar ist. In Anbetracht der generell niedrigen Dosen ist ein solcher auch zukünftig nicht zu erwarten. Dieser Befund stimmt auch mit anderen Erfahrungen hinsichtlich der Wirkung ionisierender Strahlen auf den Menschen überein. Eine strahlenbedingt erhöhte Häufigkeit von Erbschäden wurde beim Menschen noch niemals (auch nicht in Hiroshima und Nagasaki) nachgewiesen (was aber auch hier ein Vorkommen unterhalb der Nachweisgrenze nicht ausschließt).

## **Katarakte (Grauer Star)**

In Tschernobyl wurden Trübungen der Augenlinse bei Personen mit hohen Dosen festgestellt. Der gefundene Schwellenwert von etwa 250 mSv stimmt mit Beobachtungen in anderen strahlenexponierten Bevölkerungsgruppen überein. Oberhalb des Schwellenwertes wird die Trübung mit zunehmender Dosis stärker.

## **Herz-Kreislaufkrankungen und andere nicht bösartige Gesundheitsschäden**

Aus der Radiotherapie und von Hiroshima und Nagasaki ist bekannt, dass hohe akute (in kurzer Zeit aufgebrauchte) Dosen ionisierender Strahlung Herz-Kreislaufkrankungen auslösen können. Auch bei russischen Liquidatoren wurde eine eindeutige Zunahme solcher Erkrankungen beobachtet. Bei anderen Liquidatoren und in der allgemeinen Bevölkerung wurden keine verlässlichen Anzeichen für eine Zunahme gefunden. Wieweit die Zunahme bei den russischen Liquidatoren strahlenbedingt oder z. B. stressbedingt oder auch eine Folge verstärkten Alkohol- und Nikotinkonsums ist, kann zur Zeit nicht sicher ausgesagt werden. Auffallend ist auch, dass die Erkrankungsrate nicht mit der Mortalitätsrate korreliert ist, was auf einen Einfluss der medizinischen Untersuchungen und angewendeten Diagnoseverfahren hindeuten könnte.

Für die immer wieder vorgebrachte Behauptung, dass andere Krankheiten, wie beispielsweise eine Schwächung des Immunsystems oder Atemwegserkrankungen, durch die Strahlung von Tschernobyl verstärkt ausgelöst worden wären, gibt es nach WHO weder Beweise noch klare Anzeichen. Unklare Krankheitsbeschreibungen, wenig systematische Untersuchungen und die bereits erwähnte drastische Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung in allen Staaten der ehemaligen Sowjetunion nach deren Zusammenbruch zwingen oft jedoch zu mehr qualitativen als quantitativen Aussagen.

## **Psychologische Effekte**

Unsicherheit, Umsiedlung, Entwurzelung, gesellschaftliche Stigmatisierung, sinkender Lebensstandard, Angst vor gesundheitlichen Folgen und dergleichen mehr haben zu erheblichem psychischem Stress mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit geführt. Viele fühlen sich in eine Opferrolle gedrängt und entwickeln ein Gefühl der Hoffnungslosigkeit und Fatalismus. Alkohol und Tabakkonsum haben deutlich zugenommen und die Selbstmordrate ist gravierend gestiegen, insbesondere unter den Liquidatoren. Nach WHO überwiegen die psychischen Auswirkungen und deren Folgen die strahlenbedingten Auswirkungen um ein Vielfaches. Es sind diese psychologischen Effekte, die Tschernobyl zum bisher größten Industrieunfall in der Menschheitsgeschichte machen. Es wird wohl nie möglich sein zu klären, wie viel das Tschernobyl-Unglück selbst und wie viel die nachfolgenden wirtschaftlichen/politischen/sozialen Veränderungen zu den psychologischen Effekten beigetragen haben und um wie viel geringer diese Effekte hätten ausfallen können, wenn nicht Verharmlosungen und Übertreibungen (von welcher Seite und mit welchen Motiven auch immer) die allgemeine Verunsicherung massiv verstärkt hätten und wenn generell das Katastrophenmanagement „besser“ gewesen wäre.

## **Zusammenfassung WHO-Bericht**

Der Bericht ist eine sorgfältig recherchierte und anhand der generellen Strahlenschutzkenntnisse überprüfte Zusammenstellung des heutigen Wissenstandes über die strahlenbedingten Gesundheitsfolgen des Tschernobyl-Unglücks. Bisher sind 56 Todesfälle einigermaßen gesichert als Strahlenfolgen nachzuweisen, davon 47 durch akute Strahlenkrankheit und neun durch Krebs (konkret Schilddrüsenkrebs). Bei anderen Krebsarten ist eine Erhöhung noch nicht klar erkennbar, die Langzeitfolgen können noch nicht genau angegeben werden. Aufgrund der angefallenen Dosen wird auf Basis der Erkenntnisse aus den Atombombenabwürfen auf Hiroshima und Nagasaki vorsichtig (möglicherweise zu hoch) abgeschätzt, dass unter den zusammen etwa 600000 Personen der „stärker belasteten Bevölkerungsgruppen“ insgesamt bis zu etwa 4000 Krebstodesfälle auftreten könnten. Da in diesen Bevölkerungsgruppen aber mit etwa 120000 „natürlichen“ Krebstoten zu rechnen ist, wird eine strahlenbedingte Erhöhung auch zukünftig nur schwer nachzuweisen sein. Weitere mögliche bis zu 5000 Krebstodesfälle unter den rund sechs Millionen „weniger belasteten“ Personen (vor allem Einwohnern der „schwach kontaminierten“ Gebiete in Weißrussland, Russland und der Ukraine) werden wohl nie nachzuweisen sein. Strahlenbedingte Erbschäden wurden bisher – wie auch in anderen bestrahlten Personengruppen – keine gefunden. Gesundheitsschäden infolge Stress, Unsicherheit und weit verbreiteter Angstgefühle überwiegen die strahlenbedingten Gesundheitsschäden um ein Vielfaches.

## **Der Greenpeace-Bericht**

Beim Greenpeace-Bericht beziehe ich Zitate nachfolgend immer auf die englische Fassung, weil auf Deutsch nur eine Kurzfassung veröffentlicht ist (die übrigens zum Teil wesentlich aggressiver formuliert ist als der englische Originalbericht). Übersetzungen habe ich selbst „angefertigt“.

Der Greenpeace-Bericht kommt in so gut wie allen Punkten zu gegenteiligen Aussagen wie der WHO-Bericht. Rein formal ist er – analog wie der WHO-Bericht – eine Zusammenstellung ausgewählter Literaturangaben. Während die WHO allerdings Literaturstellen mit unterschiedlichen Aussagen wiedergibt, die zitierten Arbeiten hinsichtlich Belastbarkeit und Aussagekraft kritisch diskutiert, die Ergebnisse verschiedener Arbeiten

miteinander vergleicht und auch am vorhandenen Stand des Wissens über Strahlenwirkungen spiegelt, ist bei Greenpeace von all dem nicht viel zu merken. Greenpeace beschränkt sich vielmehr weitgehend auf die kritiklose Wiedergabe ihrer genehmeren Aussagen und kommentiert sie grundsätzlich nur durch Betonung der angeblich gefundenen gesundheitlichen Auswirkungen.

Mir scheint der Greenpeace-Bericht deutlich „mit heißer Nadel gestrickt“ und wesentlich schwerer lesbar (schwerer sorgfältig lesbar) zu sein. Ich finde ihn unübersichtlicher, in der Ausdrucksweise nicht so präzise und häufig ist die Zuordnung von Aussage zu Bevölkerungsgruppe bzw. zu Literaturzitat nicht klar erkennbar. Aber das sind natürlich nicht unbedingt wissenschaftliche Kriterien.

Abgesehen von der schon angegebenen Einseitigkeit enthält der Greenpeace-Bericht meines Erachtens auch zahlreiche Übertreibungen. Hierzu gleich vorab ein illustratives, wenn auch der Sache nach relativ unbedeutendes Beispiel: In der Einleitung „Die schwierige Wahrheit über die Tschernobyl-Katastrophe“ steht (5. Absatz): „Radioaktiver Fallout aus den Tschernobyl-Wolken traf viele Territorien, in denen mehr als 3 Milliarden Menschen leben. Mehr als 50 % dieser Territorien quer über 13 europäische Länder wurden gefährlich kontaminiert“. Einmal abgesehen davon, dass „gefährlich kontaminiert“ für den größten Teil dieser „betroffenen“ Territorien eine sehr subjektive Wertung ist, mehr als 3 Milliarden Menschen sind die halbe Menschheit. Wenn die Hälfte ihres Territoriums „gefährlich kontaminiert“ ist, müssen hiervon etwa 1,5 Milliarden Menschen betroffen sein. Und diese 1,5 Milliarden sollen in 13 europäischen Ländern leben? Wie gesagt, kein wichtiger Punkt, aber er demonstriert gut die mangelnde Sorgfalt und den Drang zur Übertreibung bei Greenpeace.

Ein weiteres Beispiel: Kapitel 1.1 „Allgemeine Risiken in Verbindung mit der Kernenergie-Industrie“ soll wohl die Kernenergie auch unabhängig von Tschernobyl als unakzeptabel darstellen. Aber ich finde darin nichts als unsubstantiierte Ablehnung mit Argumenten, die in der allgemeinen Kernenergie-Diskussion längst zurückgewiesenen sind. Im 3. Absatz heißt es zum Beispiel wörtlich: „Es gibt zahlreiche Möglichkeiten für Unfälle und Leckagen beim Transport von nuklearem Brennstoff, Reaktorbetrieb und Abfallmanagement, durch die Beschäftigte und Anrainer verstrahlt werden können“. Das besagt genau genommen gar nichts, es will nur Emotionen wecken. Natürlich gibt es „zahlreiche Möglichkeiten“, so etwas gibt es immer. Entscheidend ist nicht die Zahl der Möglichkeiten, sondern wie wahrscheinlich diese Möglichkeiten zum Tragen kommen und was ihre Konsequenzen im Eintrittsfalle sind, und das im Vergleich zu den Risiken bei anderen Techniken zur Erzeugung vergleichbar großer Strommengen. Darüber verliert Greenpeace kein Wort, wohl weil das Ergebnis den von Greenpeace gewünschten Zweck gefährden würde. Greenpeace will ganz offensichtlich nicht aufklären, sondern nur Ängste schüren. Diese Tendenz finde ich im gesamten Bericht und das gesamte Kapitel 1.1 scheint mir überhaupt nur zu diesem Zweck aufgenommen worden zu sein. Mit Tschernobyl hat es jedenfalls nichts zu tun, außer dass am Schluss die Besonderheit dieses Unglückes herausgestellt wird und die Folgen in drastischen Worten „zusammengefasst“ werden.

Noch ein letztes Beispiel: Auf Seite 22 (dritter Absatz in Kapitel 1.2) fehlt zunächst natürlich nicht der Hinweis, dass die ersten „offiziellen Vorhersagen“ (ohne Angabe, welche) über die Gesundheitsauswirkungen „verharmlosend“ waren (ohne nähere Quantifizierung). Nach 20 Jahren wäre es nun aber klar, dass die „möglichen“ Auswirkungen sich „weit über die nördliche Hemisphäre“ erstreckt haben und „viele Millionen Menschen betreffen könnten“. Die unbestimmte Form steht auch im Original: „possible impacts“ und „could affect“. Der Satz sagt also eigentlich gar nicht aus, außer Selbstverständlichkeiten, da „möglich“ und „könnten“ immer gelten. Greenpeace wählt zwischendurch immer wieder – wie hier, aber auch an anderen Stellen – vorsichtige Worte, um sich notfalls verteidigen zu können, erweckt ansonsten aber gezielt den Eindruck, als gelten nicht „möglich“ und „könnten“, sondern „nachgewiesen“ und „gesichert“. Aber es kommt noch ärger. Unmittelbar anschließend an den gerade zitierten Text werden die „am stärksten gefährdeten“ Personengruppen aufgezählt. Und hier findet man nun alle überhaupt irgendwie Betroffenen aufgeführt, einschließlich in Nr. 6 der Aufzählung „die Menschen, die in allen Gegenden mit (radioaktivem) Fallout von Tschernobyl leben“. Deren Zahl sei schwer abzuschätzen, erreiche insgesamt aber „mehrere hundert Millionen“. Was bleibt bei dieser Aufzählung noch für die „auch, aber nicht am stärksten gefährdeten“ Personengruppen übrig? Wohl höchstens noch die Differenz zur oben genannten Phantasiezahl von 3 Milliarden!

Die Beispiele finde ich charakteristisch für den ganzen Bericht und sie ließen sich noch lange fortsetzen.

### **Wichtigste sachliche Kritikpunkte pauschal**

Greenpeace schreibt zwar in der Einleitung (Seite 9), dass bei Beurteilung und Auswahl des Materials für ihren Bericht ein „streng wissenschaftliches Vorgehen“ angewandt worden sei, aber beim Durchlesen des Berichtes kann ich das nicht nachvollziehen. Im Gegenteil, Greenpeace hat praktisch ausschließlich solche Aussagen zusammengetragen, die ihr für ihr Ziel, die Folgen des Tschernobyl-Unglücks möglichst drastisch erscheinen zu lassen, „geeignet“ erscheinen konnten. Andere Aussagen hat Greenpeace fast vollständig ignoriert oder oberflächlich als interessegebundene Aussagen abgetan.

Im Greenpeace-Bericht fehlen sehr häufig Angaben (und fast immer fehlt eine ausreichende Diskussion) hinsichtlich statistischer Aussagekraft (Fallzahlen, Fehlerbreiten etc.), Qualität der erhobenen Daten (z. B. Zuverlässigkeit von Krankheitsdiagnosen), möglicher verzerrender Randbedingungen (Schiefastigkeit), möglicher versteckter Einflussfaktoren (andere Ursachen), Übertragbarkeit auf andere Personengruppen (Altersstruktur etc.), sowie Übereinstimmung mit allgemeinen Strahlenschutzkenntnissen. Z. B. bei Aussagen über verschlechterte Gesundheit kann ich nur schwer eine ernsthafte Überprüfung erkennen, wieweit wirklich Strahlung Ursache der beobachteten Effekte war, oder ob diese nicht auch z. B. durch die allgemein verschlechterten Lebensbedingungen oder mangelhafte und einseitige Ernährung verursacht worden sein könnten. Allerdings wird die Möglichkeit, dass ein bestimmter Effekt nur die Folge verstärkter Untersuchungen und medizinischer Überprüfungen (so genannter screening effect) sein könnte, gelegentlich erwähnt. Aber auch dann werden daraus nicht die erforderlichen Schlüsse gezogen. Bei Erkrankungs- oder Todesfallzahlen fehlt des Öfteren sogar die Information, ob es sich um Gesamtzahlen handelt, oder um Zahlen für zusätzliche, strahlenbedingte Fälle. Mehrfach wird berichtet, dass nach dem Unglück erhöhte Behandlungszahlen in bestimmten Krankenhäusern verzeichnet wurden. Dabei wird der Eindruck erweckt, dass dies gleichbedeutend mit erhöhten Erkrankungsraten wäre. Der Unterschied wird nicht thematisiert. Vielfach fehlt auch eine quantitative und nachvollziehbare Aussage, inwieweit ein beschriebener Effekt wirklich mit der Strahlensdosis korreliert ist. Es wird zwar immer wieder zum Ausdruck gebracht, dass ein beschriebener Effekt selbstverständlich durch Strahlung verursacht werden kann, aber für den konkreten Fall wird dieser Zusammenhang nicht hinterfragt und eine quantitative Überprüfung, ob die Größe des beschriebenen Effektes auch mit unserem generellen Wissen über Strahlenwirkungen vereinbar ist, findet erst Recht nicht statt. Außerdem wird immer wieder von Einzeleffekten auf einen generellen Trend geschlossen, ohne hierfür die Berechtigung nachzuweisen.

### **Die statistische Falle**

Bei statistisch streuenden Daten – und Gesundheitsdaten sind das zumindest meistens – zeigt zwangsweise die Hälfte aller zufällig herausgegriffenen Messungen einen Wert über dem Durchschnitt und die andere Hälfte einen solchen unter dem Durchschnitt. Sucht man in solch einer Datenmenge nach einem bestimmten Effekt, den es – hier einmal unterstellt – in der Realität nicht gibt, wird man infolge der statistischen Streuung in der Hälfte der (zufälligen) Messungen diesen Effekt mehr oder weniger deutlich sehen und in der anderen Hälfte nicht. In der Praxis gelingt es einem allerdings selten, wirklich zufällige Messungen (bzw. anderweitige Untersuchungen) zu produzieren, da der Wunsch, den Effekt zu finden, meist doch irgendwie die Auswahl der Untersuchungsbedingungen und die Auswertung der Messungen beeinflusst. Das geht ganz leicht, man sucht ja nicht eine Nadel im Heuhaufen, sondern einen Effekt, der – bei objektiver Abwesenheit – in der Hälfte aller Zufallsmessungen scheinbar vorhanden ist. Es ist bekannt, dass in solchen Situationen sehr viel mehr Messungen den Effekt zeigen, da Menschen eben keine Roboter mit Zufallsgeneratoren sind. Wer etwas sehen will und in 50 % aller Fälle dieses auch tatsächlich sehen kann, sieht immer nur dieses und von den objektiv 50 % der Fälle mit gegenteiligem Ergebnis merkt er gar nichts. Greenpeace scheint ein Opfer dieses Verhaltensmusters geworden zu sein.

Auch die Art der von Greenpeace zitierten „beobachteten Effekte“ deutet auf den Einfluss dieser statistischen Falle hin. Die Zitate sind - jedenfalls sehr häufig - etwa von folgender Art: „Krankheit  $X_1$  ist in der (strahlenbelasteten) Region  $Y_1$  verstärkt aufgetreten“, „Krankheit  $X_2$  in der (strahlenbelasteten) Region  $Y_2$ “ und so weiter. Solche Befunde werden einfach aneinandergereiht und eine kritische Überprüfung, ob  $X_1$  auch in den anderen strahlenbelasteten Regionen (z. B.  $Y_2$ ) verstärkt aufgetreten ist (analog  $X_2$  in  $Y_1$ ), habe ich bei Greenpeace so gut wie nie gefunden. Erst das aber würde einen Schluss, dass  $X_1$  strahlenbedingt verstärkt auftritt, rechtfertigen (und auch das natürlich nur, wenn die Einzeluntersuchungen als solche sorgfältig gemacht werden). Greenpeace begnügt sich demgegenüber damit, viele „positive Einzelbefunde“ nebeneinander zu stellen. Dadurch entsteht aber ein völlig verzerrtes Gesamtbild. Ich habe den Eindruck, dass Greenpeace nicht einfach ein Opfer der statistischen Falle geworden ist, sondern genau diesen Effekt ausnutzen will. Ein solcherart generiertes Ergebnis kann aber nicht als abgesicherte wissenschaftliche Erkenntnis gelten.

Ich möchte die Problematik an einem Satz aus der Executive Summary (Seite 12) nochmals exemplarisch verdeutlichen. Dort heißt es: „Leukämie war bei Liquidatoren aus der Ukraine, bei Erwachsenen in Weißrussland und bei Kindern in den stärkst kontaminierten Gebieten Russlands und der Ukraine statistisch signifikant erhöht“. Es fehlt die Überprüfung, ob Leukämie auch bei den anderen Liquidatoren, bei anderen Erwachsenengruppen und bei anderen Kindergruppen, jeweils mit vergleichbaren Dosen, erhöht war. Für die Executive Summary mag das ja noch angehen, aber eine systematische Überprüfung habe ich im gesamten Bericht nicht gefunden und dieser Befund scheint mir symptomatisch zu sein für alle Abweichungen gegenüber den Aussagen des WHO-Berichtes.

## Einzelne Kritikpunkte im Detail

- ◆ **Verunsicherung statt Diskussion:** In der Tabelle auf Seite 11f werden 11 Arbeiten über die Folgen von Tschernobyl zusammengestellt. Die angegebenen zusätzlichen Todeszahlen schwanken um mehr als den Faktor 10000. Die Ursachen dieser enormen Unterschiede werden nicht diskutiert. Mit der Tabelle will Greenpeace „die großen Unsicherheiten unterstreichen, die dem Wissen über die vollen Folgen des Tschernobyl-Unglücks anhaften“. Im nächsten Absatz (Seite 11 oben) wird dann das Ziel klar: Greenpeace will vor allem die Glaubwürdigkeit der „offiziellen Zahlen“ erschüttern und verweist dabei ausdrücklich auf die IAEA (dass es eigentlich WHO-Zahlen sind, sagt Greenpeace natürlich nicht; IAEA wird übrigens in der deutschen Kurzfassung als „Atomlobbyorganisation“ bezeichnet, die sich mit ihren Zahlen „den Gipfel der gezielten Fehlinformation“ leisten würde).
- ◆ **Mangelnde Sorgfalt oder gezieltes Untergraben der Glaubwürdigkeit der IAEA?**  
Auf Seite 27 rügt Greenpeace, dass die IAEA die Zahl der Liquidatoren mit 200000 viel zu niedrig angäbe. Andere sprächen von deutlich mehr. Ich habe das angegebene Literaturzitat herausgesucht. Es ist eine Presserklärung (!) der IAEA zum Bericht "Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts" des Tschernobyl-Forums. In ihr wird nicht von 200000, sondern von „mehr als 200000“ Liquidatoren gesprochen, die allein in den Jahren 1986 und 1987 zum Einsatz kamen. Die Gesamtzahl ist in der Presserklärung nicht genannt, im Bericht des Forums aber mit ca. 600000 angegeben.
- ◆ **Sehen, was man sehen will:** Auf Seite 30 heißt es: „In den am stärksten kontaminierten Gebieten Weißrusslands ist die Erkrankungsrate an Krebs insgesamt nach dem Unglück stark angestiegen, wie aus Abb. 2.1 ersehen werden kann“. Und weiter: „Im Zeitraum von 1987 bis 1999 wurden in Weißrussland ungefähr 26000 strahlenverursachte bösartige Neubildungen (einschließlich Leukämie) berichtet, von denen etwa 11000 tödlich waren“. Der Unterscheid zwischen den „am stärksten kontaminierten Gebieten“ im ersten Satz und „Weißrussland“ (insgesamt) im zweiten Satz wird nicht angesprochen. Durch die Formulierung im zweiten Satz (wörtlich: „radiation-induced malignant neoplasms were recorded“) wird der Eindruck erweckt, dass in den Berichten über die einzelnen Erkrankungen und Todesfälle „Strahlung“ als Ursache angegeben wäre. Das ist aber sicher unzutreffend, weil die Ursache im Einzelfall prinzipiell nicht festgestellt werden kann (siehe oben, Strahlenfolgen allgemein). Anschließend wird dann noch angegeben, dass nach „neuesten Abschätzungen“ (wieder in Weißrussland insgesamt) in den 70 Jahren von 1986 bis 2056 „bis zu 62500 Krebserkrankungen mit daraus resultierenden 21420 Todesfällen möglich“ wären („could range up to“).

Die Bildunterschrift zur Abbildung 2.1 sagt aus, dass diese Abbildung tatsächlich Krebserkrankungen für ganz Weißrussland enthält. Sie entspricht also dem zweiten zitierten Satz und nicht dem Satz, in dem auf sie verwiesen wird (was vielleicht nicht so bedeutsam ist, aber doch kennzeichnend für die Sorgfalt).

Vor allem aber nehmen gemäß Abbildung 2.1 die Krebsfälle in Weißrussland mindestens schon seit 1975 deutlich zu. Diese Zunahme wird von Greenpeace nicht diskutiert. Schlimmer noch, Greenpeace sagt ausdrücklich, dass ein steiler Anstieg „nach dem Tschernobyl-Unglück“ eingetreten ist. Sieht man die Abbildung genauer an, so ist der Anstieg in den letzten paar Jahren vor dem Tschernobyl-Unglück (1986) sogar eher steiler verlaufen als danach. Der behauptete strahlenbedingte Überhang von „ungefähr 26000 strahlenverursachten Fällen“ ergibt sich nur dadurch, dass man länger (bis 1975) zurück geht, durch die Werte bis 1986 eine linear ansteigende Ausgleichskurve legt, diese in die Zeit danach linear verlängert und den Überhang der berichteten Werte gegenüber dieser Linie als „strahlenverursacht“ bezeichnet. Die in der Abbildung gezeigten Werte für 1975 bis 1986 entsprechen aber eher einem exponentiellen Anstieg. Legt man einen solchen zugrunde und extrapoliert diesen, dann sind nach Tschernobyl sogar weniger Krebserkrankungen aufgetreten, als eigentlich bei Fortschreiben des Trends davor zu erwarten gewesen wären. Eine statistisch gesicherte Aussagekraft bis 2005 (Ende der Abbildung) ist meines Erachtens der Abbildung höchstens dann zu entnehmen, wenn man sie entnehmen will. Und eine Prognose bis 2056 scheint völlig aus der Luft gegriffen zu sein.

- ◆ **Aufzählung ohne Kritik, ohne Vergleich und ohne Bewertung:** Brustkrebs zählt zu den Krebsarten, die relativ leicht durch Strahlung ausgelöst werden können. Im Greenpeace-Bericht habe ich insbesondere folgende Angaben zu seinem Auftreten gefunden:
  - \* Seite 47: In der Gomel-Region (Weißrussland) wurde ein „erkennbarer Anstieg“ beobachtet.
  - \* Seite 48: Seit 1995 ist die Brustkrebserkrankung im Süd-Westen der in Russland gelegenen Kulaga-Region (kontaminiert mit mehr als 5 Ci/km<sup>2</sup>) „höher“ als der Durchschnitt in der ganzen Region.



- \* Seite 48f, Werte für die Ukraine, wohl jeweils andere Literaturstellen:
  - In den stärksten kontaminierten Gebieten war die Erkrankungsrate von 1980 bis 1992 „fast stabil und niedriger als in den größeren Vergleichsgebieten“.
  - Dann, von 1992 bis 2004, „nahm die Erkrankungsrate in den kontaminierten Gebieten zu“.
  - Bei Frauen, die in den kontaminierten Gebieten leben und bei den evakuierten Frauen ist die Erkrankungsrate von 1993 bis 1997 „um den Faktor 1,5 gestiegen“ (Anmerkung: Diese Aussage ist auch auf Seite 50 in der Tabelle 2.3.3 enthalten, nur ohne den Hinweis, dass es sich um Frauen handelt).
  - Von den „untersuchten Gruppen der Bevölkerung“ überstieg die Brustkrebshäufigkeit bei den Liquidatoren „das nationale Niveau“ (Umkehrschluss: Bei anderen Gruppen wohl nicht?).
  - Von 1990 bis 2004 betrug die standardisierte Erkrankungsrate SIR (wahrscheinlich bei den Liquidatoren) 190,6 %
  - Eine Analyse des SIR für 2 andere Gruppen (Evakuierte und Bevölkerung in kontaminierten Gebieten) zeigte „widersprüchliche Ergebnisse“: Gemessen am „lokalen Standard“ eine „statistisch signifikante Erhöhung“, gemessen am „nationalen Standard“ keine Erhöhung. Lokaler und nationaler Standard werden nicht erklärt, das unterschiedliche Ergebnis wird nicht diskutiert.
  - „Gleichzeitig“ (ohne Angabe, worauf sich das bezieht, bei der letzten Angabe ist kein Zeitraum genannt) ist eine Zunahme der Erkrankungsrate bei Frauen „während der Beobachtungszeit in allen 3 Gruppen der Opfer offensichtlich“. Welche Gruppen das sind, wird nicht angegeben. Dafür gibt es aber einen Kommentar von Greenpeace: Weitere Beobachtungen bösartiger Tumore werden zeigen, ob der screening effect „einen Einfluss hat“.
  
- \* Seite 49: Unter den „Schlussfolgerungen bezüglich Krebs“ steht, dass eine „signifikante Zunahme fester Krebse in allen Organen“ (also auch von Brustkrebs) bei Liquidatoren in Weißrussland und der Ukraine und bei Bewohnern kontaminierter Gegenden in Russland berichtet wurde. Die unterschiedlichen Ergebnisse für unterschiedliche Regionen werden weder kommentiert noch diskutiert.

Kommentar: Zu Zuverlässigkeit und Aussagekraft der von ihr zitierten Untersuchungen nimmt Greenpeace nicht Stellung. Die von Greenpeace gezogenen „Schlussfolgerungen bezüglich Krebs“ (letzter Spiegelpunkt hier) kann ich aus den von mir gefundenen Einzelaussagen nicht nachvollziehen.

- ◆ **Nochmals Aufzählung ohne Kritik, ohne Vergleich und ohne Bewertung:** Zu Lungenkrebs gibt es im Greenpeace-Bericht relativ viele Aussagen. Ich habe insbesondere folgende gefunden (Erkrankungsraten immer in xy pro 100000):
  - \* Seite 32, Tabelle 2.2: Im Zeitraum 1993 bis 2003 war die Erkrankungsrate bei Liquidatoren in Weißrussland  $55,6 \pm 5,4$  und in der Kontrollgruppe  $53,6 \pm 1,2$ . Im Text heißt es dazu, dass die Erkrankungsrate an bösartigen Geschwulsten „aller Organe“ unter den Liquidatoren „signifikant höher“ war als in der Kontrollgruppe. Tatsächlich überlappen sich die Fehlerbereiche beim Lungenkrebs (siehe die gerade zitierten Werte; beim Magen liegt der Wert für die Kontrollgruppe sogar höher als der für die Liquidatoren, allerdings auch nicht statistisch signifikant).
  - \* Seite 33, Tabelle 2.3: Erkrankungsrate 1993 bis 2003 in drei Untergruppen von weißrussischen Liquidatoren in der Reihenfolge fallender Dosis  $57,9 \pm 3,7$ ;  $67,1 \pm 4,0$ ;  $60,5 \pm 14,4$  und in der Kontrollgruppe  $53,6 \pm 1,2$ . Im Text dazu heißt es nur, dass der Wert in der zweiten Gruppe „signifikant höher“ ist.
  - \* Seite 34, Tabelle 2.4: Untersuchung der gleichen Gruppe von Liquidatoren wie oben, nur ohne Gruppenbildung und Werte nur für 1997 bis 2003: Liquidatoren 66,3; Kontrollgruppe 52,6; daraus ergibt sich ein relatives Risiko von 1,26 mit einem 95 % Vertrauensbereich von 1,14 bis 1,39. Durch diese Einteilung ist es offensichtlich endlich gelungen, ein statistisch signifikantes Ergebnis zu erreichen.
  - \* Seite 47: Bei 32000 weißrussischen Männern, die aus der 30 km-Zone evakuiert worden waren, ist das Niveau der Erkrankungen an Lungenkrebs „4 Mal höher als im Landesdurchschnitt“. In der Gomel-

Region wurde ein „erkennbarer Anstieg“ beobachtet. (Anmerkung: Diese Angaben sind auch auf Seite 50 in Tabelle 2.3.3 enthalten).

- \* Seite 47: Bei russischen Liquidatoren „1,5 Mal weniger häufig“ gefunden als im Rest des Landes; Lunge ist häufigste Krebsart unter den an Krebs Verstorbenen. Anmerkung: Die Reduktion um den Faktor 1,5 muss sich daher relativ stark auswirken. Greenpeace gibt keinen Kommentar dazu ab.
- \* Seite 48: Seit 1995 ist die Lungenkrebskrankung im Süd-Westen der in Russland gelegenen Kulaga-Region (kontaminiert mit mehr als 5 Ci/km<sup>2</sup>) „höher“ als der Durchschnitt in der ganzen Region.
- \* Seite 49: Bei ihren „Schlussfolgerungen bezüglich Krebs“ unterscheidet Greenpeace nicht zwischen Brustkrebs und Lungenkrebs, siehe oben.

Kommentar: Auch hier macht Greenpeace keinerlei Bewertung der von ihr aufgenommenen Untersuchungen. Der nicht durchgeführte Vergleich der Einzelergebnisse fällt besonders stark auf. Die „Schlussfolgerungen bezüglich Krebs“ sind auch hier nicht nachvollziehbar.

- ◆ **Unklare Zahlen:** Auf Seite 34 wird angegeben, dass in der Ukraine insgesamt die Krebssterblichkeit „um 12 % zugenommen“ hat (ohne Angabe des Zeitrahmens). Auf Seite 35 steht dann, dass die Zunahme von Krebs bei evakuierten Personen aus der 30 km Zone und in der Bevölkerung von mit Radioaktivität verseuchten Gebieten „höher als im Lande allgemein“ war. Anschließend kommen auch präzise Zahlen für die „stark kontaminierten Gebiete“: Bei Männern ist die Krebsmortalitätsrate von 240 – 250 Fällen pro 100000 Personen in 1985 auf 255 – 260 Fälle pro 100000 Personen in 1999 gestiegen, das ist eine Zunahme um 4 – 6,2 %; bei Frauen von 120 bis 122 Fällen in 1985 auf 125 – 130 Fälle in 1999, das ist eine Zunahme um 4,2 – 6,6 %. Anmerkung: Beides ist deutlich unter den 12 % des Landesdurchschnittes! Die Zahlenpassen nicht zusammen, oder die behauptete Tschernobyl-bedingte Krebszunahme ist falsch.
- ◆ **Nochmals unklare Zahlen:** Anschließend (Seite 35ff) wird aus mehreren, offensichtlich zusammenhängenden Arbeiten über Krebs in der Ukraine (alle Ursachen zusammen) berichtet. Zunächst wird von einer Untersuchung von drei Kohorten gesprochen: Liquidatoren, Evakuierte und Bewohner stark kontaminierter Gebiete. Die Personenzahlen zur Zeit des Unfalls und 2004 werden angegeben, doch werden keine Ergebnisse der Beobachtungen genannt.

Dann wird über eine Untersuchung von zwei Kohorten berichtet: Liquidatoren und Evakuierte, jetzt aber ohne Angabe der Personenzahlen. In beiden Gruppen zusammen traten von 1980 bis 2004 in Summe 19836 neue Krebsfälle auf (das sind im Mittel 793 pro Jahr). Von 1990 bis 2004 traten bei den Liquidatoren 6221 und bei den Evakuierten 2182, zusammen also 8403 neue Krebsfälle auf (das sind im Mittel nur noch 560 pro Jahr). Die Zahlen und die beobachtete Abnahme werden von Greenpeace nicht diskutiert, die Abnahme wird nicht einmal erwähnt.

Anschließend wird von nochmals 2 untersuchten Kohorten berichtet: 106844 Liquidatoren und 56175 Evakuierten. Diese werden gegenüber der Ukraine insgesamt verglichen. Von 1980 bis 2004 war die „Krebserkrankungsrate in kontaminierten Territorien etwas niedriger als in den Vergleichsgebieten“ (aber ohne Zahlenangaben).

Auf Seite 36 heißt es dann aber kurz und bündig: „Die Krebsraten der Liquidatoren zeigen eine statistisch signifikante Erhöhung im Vergleich zum nationalen Niveau (siehe Tabelle 2.5)“.

In dieser Tabelle sind die beobachtete und die erwartete Anzahl der Krebserkrankungen sowie die standardisierte Erkrankungsrate SIR für drei Kohorten angegeben. Personenzahlen sind nicht direkt genannt, ich habe sie jedoch aus den angegebenen „person-years of observation“ als Durchschnitt über die Beobachtungszeit errechnet. Für 1990 bis 2004 stehen bei 227549 Bewohnern kontaminierter Gebiete 11221 beobachtete Krebsfälle 13211 erwarteten Fällen gegenüber (SIR 84,9 %); bei 81895 Liquidatoren stehen 5396 beobachtete Fälle 4603 erwarteten Fällen gegenüber (SIR 117,2 %) und bei 53110 Evakuierten stehen 2182 beobachtete Fälle 2599 erwarteten Fällen gegenüber (SIR 83,9 %). Die Gesamtzahl der beobachteten Krebsfälle ist damit 18799, die der erwarteten 20413 (Summenbildung von mir). Von all diesen Zahlen stimmt nur die Anzahl der beobachteten Krebstodesfälle bei den Evakuierten (2182) mit den weiter oben genannten Zahlen überein. Greenpeace diskutiert die Zahlen nicht und verweist nur auf die Ergebnisse der Liquidatoren, die Krebsabnahme in den anderen Gruppen und insgesamt wird ignoriert!

Kommentar: Auch unabhängig von der Qualität der erhobenen Daten (vor allem Zuverlässigkeit der Krebsregister) kann ich aus den vorgestellten Ergebnissen nur die von WHO allgemein gezogene Schlussfolgerung nachvollziehen: Eine Zunahme von Krebserkrankungen kann nicht sicher erkannt werden. Die Greenpeace-Schlussfolgerungen sind für mich von Wunschdenken bestimmt.

- ◆ **Unerklärliche Zahlen:** In der Abbildung 2.1.3 auf Seite 42 sind Schilddrüsenkrebs-Erkrankungsraten für die Ukraine insgesamt und 4 Regionen darin eingetragen. Die Tendenz aller Kurven ist grundsätzlich steigend. Trotzdem wird im Text zur Abbildung nur für die Ukraine ein positiver Regressionskoeffizient ausgewiesen, alle anderen 4 sind negativ (was einer fallenden Kurve entspräche). Eine Erklärung hierzu gibt es nicht.

Die Aufzählung von Kritikpunkten ließe sich fortsetzen. Es gibt fast keinen Punkt im gesamten Greenpeace-Bericht, an dem nicht Kritik geübt werden könnte.

### **Vergleich und Antwort auf Deine Frage**

Bis zu einem gewissen Grad gehen die beiden Berichte von unterschiedlichen Fragestellungen aus: WHO untersucht die Frage, ob die Krebsraten als Folge der Strahlung von Tschernobyl *erhöht sind* und findet hierfür (außer bei Schilddrüsenkrebs) in den vorliegenden epidemiologischen Untersuchungen keine klaren Beweise. Greenpeace untersucht die Frage, ob die Krebsraten *erhöht sein könnten*, und sieht das in den von ihr ausgewählten Arbeiten bestätigt. So weit, so gut, „sein könnten“ bestreitet ja auch die WHO nicht. Greenpeace versucht aber vielfach, den Sachverhalt so darzustellen, als wäre die Zunahme bewiesen und behauptet das auch. Da verlässt Greenpeace den Boden wissenschaftlicher Sorgfalt. Auch das von ihr vorgelegte Datenmaterial kann den Beweis nicht erbringen und bei kritischer Betrachtung erweckt die Art der Darstellung kein erhöhtes Vertrauen.

Beide Berichte machen aber auch Aussagen über das insgesamt zu erwartende Ausmaß der strahlenbedingten Schäden. Die WHO im Wesentlichen aufgrund der Dosisabschätzungen und anhand der generellen Strahlenschutzkenntnisse, Greenpeace im Wesentlichen als Fortschreibung der von ihr ausgewählten epidemiologischen Studien in den von Tschernobyl betroffenen Gebieten. Greenpeace macht dabei auch keine klare Aussage, welcher Studie (deren Ergebnisse sehr stark schwanken) ihrer Meinung nach der Vorzug zu geben ist. Die Bevorzugung der 93000 Krebstodesfälle scheint erst in der öffentlichen Diskussion in Deutschland von Dritten eingeführt worden zu sein.

Ihr gewähltes Vorgehen begründet die WHO mit der großen Datenunsicherheit der vorliegenden Register und der begrenzten Aussagekraft der vorliegenden Studien (oft zu kleine Fallzahlen, unklare Randbedingungen, uneinheitliche und nicht verifizierte Krankheitsdiagnosen, keine saubere Betrachtung möglicher verfälschender Einflussfaktoren, weitgehend nur ökologische Studien, die aber grundsätzlich eine geringere Aussagekraft haben als analytische und Fall/Kontroll-Studien, etc.). Greenpeace gibt für ihr Vorgehen keine nähere Begründung an. Während das WHO-Vorgehen und ihre Begründung hierfür wissenschaftlich anerkannt sind, verlässt Greenpeace in meinen Augen auch hier den Boden wissenschaftlicher Sorgfalt. Genau werden wir die Frage nach den gesundheitlichen Folgen des Tschernobyl-Unglückes wahrscheinlich nie beantworten können, in einigen Jahren (weitere Beobachtungen und insbesondere Abschluss gerade laufender bzw. neu angeregter analytischer und Fall/Kontroll-Studien) werden wir aber wesentlich besser hierüber Bescheid wissen. Nach heutigem Wissen spricht alles dafür, dass die WHO mit ihren Prognosen eher Recht hat als Greenpeace.

Mein persönlicher Eindruck ist, dass WHO einen seriösen wissenschaftlichen Bericht vorgelegt hat, Greenpeace aber nur Aussagen machen wollte, um damit ihren Kampf gegen die friedliche Nutzung der Kernenergie fortzusetzen. Die Schärfe des Kampfes erweckt bei mir den Eindruck, dass dieser für Greenpeace überlebensnotwendig ist.

Mit den besten Grüßen

Eike Roth