Wir bleiben am Leben, obwohl unsere Gene einiges aushalten müssen – Teil I

geschrieben von Geoff Russell Und Prof. Barry Brook, Adelaide, Australien | 1. Mai 2014

Die folgende Karikatur stammt aus dem Jahr 1953 (**siehe Bild rechts**!). Das war das Jahr, in dem die molekulare Struktur der DNA endgültig feststand. In den folgenden Jahrzehnten wurde klar, dass die Karikatur Fiktion und nicht Wissenschaft war. Wenn jemand dies 1953 noch nicht wusste, ist das zu entschuldigen. Im folgenden Jahr brachte Hollywood einen Film mit Strahlenmonstern heraus. Leicht möglich, dass dieser Film die damals 16 Jahre alte Helen Caldicott hypnotisierte, sie wurde eine der ganz großen Anti-Atom-Fanatikerinnen. Ihr schauderte vermutlich vor den sechs Meter großen Monsterameisen auf der Leinwand, angeblich erzeugt durch die Strahlung des Trinity-Kernwaffentests in New Mexico. Nach nunmehr 6 Jahrzehnten würden alle Wissenschaftler sagen, solche Geschichten sind nicht einmal Science Fiction, sondern reine Phantasie. Aber die Erkenntnisse der letzten Jahrzehnte molekularbiologischer Forschung sind weitgehend verborgen in Fachzeitschriften und Fachbüchern und hinter einem Fachjargon, der an Kompliziertheit und Undurchschaubarkeit kaum zu übertreffen ist. So ist es nicht erstaunlich, dass viele Menschen glauben, solche Filme und Computerspiele mit grollenden und mörderischen Mutanten in einer strahlenverseuchten und verwüsteten Gegend enthielten doch ein wenig Wahrheit. Besonders Greenpeace und Friends of the Earth (Freunde der Erde) behaupten, Strahlung schädigt den Genbestand und zerreißt den Zusammenhalt des Lebens. Gibt es auch nur ein winziges Körnchen Wahrheit in solchen Behauptungen?
Es ist Zeit, dies Atomfantasie-Blabla frontal anzugreifen.
Diese Popkulturneurosen müssen wir mit dem modernen Stand der Wissenschaft vergleichen und diese unbestimmten und schädlichen Ängste sowie die dummen Slogans über Gene in den Mülleimer für erschreckend falsche Ansichten werfen. Wir müssen diesen Unsinn ersetzen durch konstruktive Furcht vor schlimmen Sachen, die wirklich passieren können. Ohne den notwendigen Hintergrund wird das kein k.o. – Schlag gegen einen alten Mythos, sondern eine Debatte nach dem Muster: „Sie hat gesagt, er hat gesagt“. Daher müssen wir fast hundert Jahre zurückgehen und verfolgen, wie sich dieser Mythos der apokalyptischen Strahlenmutanten entwickelt hat.
Stellen Sie sich vor, Sie wären eine junge Frau und würden nur deshalb zwangsweise sterilisiert, weil Sie eine Röntgenuntersuchung hinter sich haben. So etwas hat im Jahr 1930 Eugen Fischer empfohlen, der Leiter einer der angesehensten deutschen wissenschaftlichen Einrichtungen, des Kaiser Wilhelm Instituts für Anthropologie. Fischer konnte die Zukunft nicht vorhersehen, vor allem nicht, was in den letzten 30 Jahren alles

entdeckt wurde. Er dachte in alten Konzepten wie „Keimplasma“ und „Rassenreinheit“. Ihm war bekannt, dass massive Röntgendosen in den Nachkommen von Fruchtfliegen (Drosophila) Veränderungen hervorrufen, daher extrapolierte er von hohen Dosen zu ganz kleinen, von Fruchtfliegen zu Menschen, das wurde dann so falsch wie in der folgenden Karikatur.

Eugen Fischer und Hollywood

Die Denkweise von Fischer wirkt fort in den überall zu hörenden Befürchtungen, dass die bei kerntechnischen Unfällen oder Atomkriegen auftretende Strahlung die Erbsubstanz schädigt oder „das Netz des Lebens zerreißt.“ Das ist das Thema des oben erwähnten Hollywoodfilmes von 1954. Viele hundert derartig fantastische Atom-Horrorfilme wurden in den letzten 60 Jahren in mehreren Ländern gedreht. Man produziert weiter. Egal wie unwahrscheinlich das ist, Filme wirken. Die Zuschauer können Phantasien und Tatsachen nicht auseinanderhalten. Wir haben die fatale Neigung, das, was uns immer vorgeführt wird, für das Wahre zu halten. Liegt den 6 m-Ameisen, entstanden aus zerstörter Erbsubstanz, auch nur ein Nano-Körnchen Wahrheit zugrunde?

Röntgenstrahlen wurden 1895 entdeckt. Man beobachtete bald, dass sie auf Pflanzen und Tiere wirken und diese verändern können. Ab 1915 wurde die winzige Drosophila, mit den deutschen Namen Frucht- oder Taufliege, massenhaft starker Röntgenstrahlung ausgesetzt. Die dabei entstandenen Mutationen dokumentierte man in allen Einzelheiten. Kein Mensch hatte damals eine Ahnung, was Gene auf der molekularen Ebene eigentlich sind. Man sprach von „Mutationen“, wenn die Nachkommen bestrahlter Fliegen anders aussahen als ihre Eltern.

Es dauerte noch Jahrzehnte, bis die Struktur der DNA aufgeklärt war. Man wusste um 1920 nur: Setzt man Fliegen innerhalb von 3,5 Minuten der 1.000-fachen Dosis einer Röntgen-Brustdurchleuchtung aus, dann entstehen mutierte Fliegen. 6 m-Monster? Nein. Die häufigsten Mutationen betrafen Form und Farbe der Augen wie die im folgenden Bild.

Ich glaube kaum, dass man über Fliegen mit ungewöhnlichen Augen Horrorfilme drehen kann. Hollywood wird das bestimmt nicht tun; Hollywood ist die Traumfabrik und weiß, was wirkt.

Bevor die Einzelheiten bekannt sind, ist der erste Schritt in vielen jungen Wissenschaften, Dosis-Effekt-Kurven zu ermitteln. Was bedeutet das? Einfach die Röntgendosis verändern und sehen, was geschieht. Wird die Dosis erhöht, gibt es mehr Mutanten. Wird die Dosis erniedrigt, gibt es weniger.

Diese Zahlen werden dann in ein Koordinatensystem eingetragen; die x-Achse entspricht den immer ganz massiven Dosiswerten und die y-Achse den Mutationsraten. Verbindet man die x, y-Werte, so entsteht eine einigermaßen gerade Linie. Wie geht aber die Linie unterhalb des kleinsten Wertes weiter? Gibt es eine Schwellendosis, unter der keine Mutationen auftreten?

Warum gibt es keine einfache Antwort auf diese Fragen? Kann man nicht einfach die Dosis immer weiter reduzieren und sehen, ab wann keine

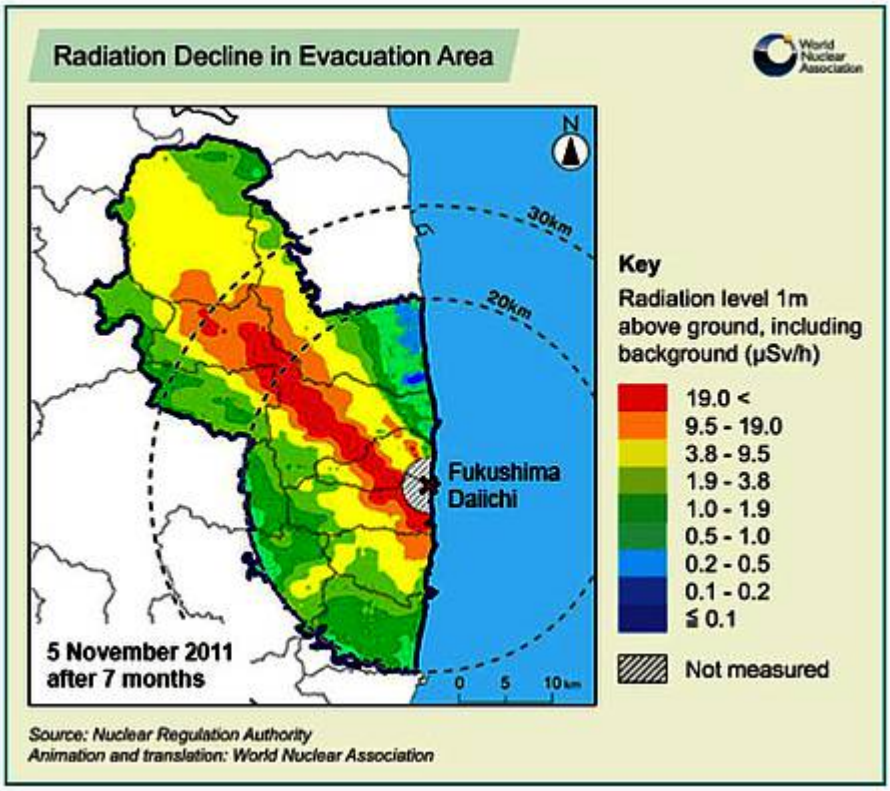
Mutationen mehr auftreten?
Weil Mutationen auch ohne Strahlung entstehen.
Man stellte bald fest: Strahlendosen im Bereich der natürlichen Umgebungsstrahlung könnten, wenn überhaupt, nur einen winzigen Bruchteil der Mutationen erzeugen, welche aus anderen natürlichen, aber bisher unbekannten Gründen, immer wieder auftreten. Nach einer damaligen Schätzung könnte etwa eine Mutation von 1.300 auf die natürliche Umgebungsstrahlung zurückzuführen sein. Während heute die Wissenschaftler eifrig bemüht sind, die Gründe für die Entstehung der anderen 1.299 Mutationen herauszufinden, sind viele Menschen über Kernenergie beunruhigt wegen der Phantasien, die von der einen abgeleitet werden.
Betrachtet man alle Gefahren für unsere DNA, dann ist Radioaktivität wie eine Kerze gegenüber einem Waldbrand. Für viele Menschen ist Radioaktivität aber die einzige Gefahr, von der sie je gehört haben, und so widmen sie ihr weit mehr Aufmerksamkeit als ihr zukommt. Was ist die Ursache für fast alle Mutationen, 1.299 von 1.300? Das Leben! Richtig, normale Tätigkeiten, wie atmen, essen, trinken (sogar Wasser), joggen, sich aufregen. Die Energieerzeugung in unseren Zellen lässt giftige Abfallprodukte zurück, diese können die DNA entweder direkt schädigen oder indirekt, indem sie in anderen Bereichen der Zelle chemische Reaktionen auslösen, deren Produkte dann die DNA angreifen. Ist der Schaden durch den Abfall zu groß, dann gibt es so etwas wie Beihilfe zum Selbstmord der Zellen.
Diese natürlichen Ursachen und ihre Häufigkeit wurden in den letzten Jahrzehnten mit immer größerer Genauigkeit ermittelt. Die Wissenschaftler können nun solche DNA-Schäden mit der sogenannten „Vergiftung der Gene“ durch Radioaktivität vergleichen.
Quantifizierung und Vergleich normaler Schädigung mit Strahlenschädigung
Jeder hat schon Bilder des spiralförmigen DNA-Doppelstrangs gesehen. Allgemein wird angenommen, dass der zutreffend als Doppelstrangbruch bezeichnete DNA-Schaden die wahrscheinlichste Ursache für schädliche Mutationen ist, wie altern oder an Krebs zu erkranken. Denkbar sind aber auch nützliche Mutationen, es wird behauptet, manche machen einen gegen einige HIV-Varianten immun.
Ist nur einer der DNA-Stränge gebrochen, haben die Reparaturmechanismen eine leichtere Aufgabe. Trotzdem kann die Sache schief gehen und aus einem Einzelstrangbruch ein Doppelstrangbruch werden.
Um wie viel müsste man die Dosis der Umgebungsstrahlung erhöhen, damit ebenso viele Doppelstrangbrüche entstehen wie täglich durch normale Einwirkungen erzeugt werden? 200.000 – 300.000-fach. Um sich einen Begriff davon zu machen, vergleichen wir mit der durchschnittlichen Strahlendosis, welcher die Überlebenden von Hiroshima ausgesetzt waren. Es ist so, als erhielte man die Bombendosis jeden einzelnen Tag 7 bis 10mal. Mit einer solchen Zahl von DNA-Schäden müssen unsere Körperzellen täglich fertig werden. Heute verbietet die japanische Regierung den Menschen in der Umgebung von Fukushima an Orten dauerhaft zu leben, an denen sie mehr als dem Achtfachen der natürlichen Umgebungsstrahlung ausgesetzt sein könnten.

Im letzten Jahr (2012) haben Wissenschaftler am MIT (USA) Mäuse 6 Monate lang einer Strahlendosis ausgesetzt, die 400mal höher war als die natürliche Umgebungsstrahlung. Auf 100.000 DNA-Schäden, nicht nur Doppelstrangbrüche, kamen nach ihrer Schätzung 12 durch Strahlung. Die Wissenschaftler stellten fest, dass offensichtlich all diese zusätzlichen Schäden vollständig repariert wurden. Aber Menschen sind nicht Mäuse. Speziell Krebs bekommen wir nicht wie Mäuse, sondern nur halb so häufig, obwohl wir 20mal länger leben. Aber, ich überhole mich selbst; das Kapitel III handelt vollständig von Krebs.

Tretmühlen im Vergleich zu Kernschmelzen

Der Mäuseversuch wurde nach der dreifachen Kernschmelze in Fukushima durchgeführt und die Strahlendosis mit dem 400-fachen der natürlichen Umgebungsstrahlung nicht zufällig gewählt. Im größten Teil der Evakuierungszone um die Kernreaktoren wurde ein derartiger Strahlenpegel nie erreicht; außerdem sinkt er schnell. Betrachten Sie den roten Bereich in der Landkarte auf der nächsten Seite.

Im roten Bereich beträgt der Strahlenpegel das 66-fache der natürlichen Strahlung, überall sonst ist er niedriger. Gibt es überhaupt irgendwo diesen 400-fachen Strahlenpegel? Vielleicht an einigen kleinen Stellen.



In dem ganzen evakuierten Gebiet liegt der Strahlenpegel unter dem, welcher bei Mäusen keinen erkennbaren DNA-Schaden auslöst, und Mäuse sind sehr viel empfindlicher bezüglich DNA-Schäden als Menschen.

Also vergleichen wir einmal das Leben in der Evakuierungszone mit dem Laufen in einem Tretrad. Im Jahr 2013 ließ man Sportler in einem Tretrad bis zur Erschöpfung laufen. Danach wurden sie verschiedensten medizinischen Tests unterzogen, einschließlich der Ermittlung von DNA-Schäden in ihren weißen Blutkörperchen. Solche Schäden wurden problemlos gefunden, sogar recht viele davon. Man sieht, schwere körperliche Anstrengung ist weit gefährlicher für die DNA als ein Aufenthalt in

einem Strahlungsfeld mit 400mal so hoher Intensität wie die der durchschnittlichen Umgebungsstrahlung auf dieser Welt.
Woher kommen die Schäden? Wir werden im Teil II erfahren, dass in Zellen durch Strahleneinwirkung verschiedene Substanzen entstehen. Eine davon ist Wasserstoffperoxid. Körperliche Anstrengung produziert erhöhte Konzentrationen von Wasserstoffperoxid, und das ist jedenfalls eine Ursache für die DNA-Schäden.

In einem Ofen leben?

Zurück zu der 200.000-fachen Strahlendosis gegenüber der natürlichen Umgebungsstrahlung, welche die gleiche DNA-Schädigung bewirkt wie normale Einwirkungen ohne Strahlung. Könnte man in einem Strahlungsfeld 200.000mal stärker als normal leben? Keine Chance. Man wäre tot, lange bevor man sich über Krebs oder Erbschäden Sorgen machen könnte.
In der Evolution sind Reparaturmechanismen entstanden, welche DNA-Schäden reparieren können, auch wenn sie von Einwirkungen verursacht werden, welche vielfach wirkungsvoller als Strahlung sind. Für die übrigen Substanzen in den Körperzellen gilt das nicht in dem Maße. Daher können die Reparatursysteme mit DNA-Schäden durch Strahlung weit besser zurechtkommen als unser übriger Körper mit den unmittelbaren Zellschäden, welche solche Megadosen ebenfalls auslösen.
Es ist eher wie bei den Sonnenstrahlen. Sonnenschein schädigt DNA, einschließlich der gefürchteten Doppelstrangbrüche. Aber man stelle sich eine 200.000-fache Intensität vor. Bevor Hautkrebs auftreten kann, wäre man längst gebraten. Es gibt einen großen Unterschied zwischen normalem Sonnenschein und normaler radioaktiver Umgebungsstrahlung: Sonnenstrahlung ist wesentlich gefährlicher. Sie kann nicht nur Hautkrebs auslösen, Dehydrierung, Hitzschlag und Tod, sie ist auch ein Risiko für einen wachsenden Embryo. Mehr davon im Teil II.
Fazit: Kann massive radioaktive Strahlung uns umbringen? Selbstverständlich. Ist sie dadurch gefährlicher als Sonnenstrahlung? Nicht im geringsten.
Zum Schluss: Kann ein Atomkrieg oder ein Reaktorunfall eine solche Erhöhung der Strahlenpegel bewirken, dass das ein ernsthaftes weltweites Problem wird?
Auf keinen Fall.
Warum? Denken wir an den Kalten Krieg zurück, als verschiedene Staaten große Atombomben in der Atmosphäre explodieren ließen. Einige waren tausendfach größer als die Bombe auf Hiroshima im 2. Weltkrieg. Und um wieviel hat das die Umgebungsstrahlung erhöht? Es kam nicht einmal der Wert der natürlichen Strahlendosis dazu, gar nicht zu reden von dem 200.000-fachen, was nötig wäre, um die Zahl unserer Doppelstrangbrüche zu verdoppeln. Der globale Strahlenpegel wurde um weniger als ¼ % erhöht. Es ist leicht zu berechnen: Man könnte eine halbe Million Hiroshima-Bomben explodieren lassen und würde die Intensität der Umgebungsstrahlung nicht einmal verdoppeln. Finnland hat von Natur aus eine dreifach höhere Umgebungsstrahlung als die Welt im Durchschnitt, aber eine niedrigere Krebsrate als Großbritannien, Australien oder die USA.
Es gibt wirklich gute Gründe, einen Atomkrieg zu vermeiden, aber die

Sorge über die Strahlung gehört nicht dazu.
Im Teil II werden wir uns mit Einwirkungen befassen, welche die DNA wirklich signifikant schädigen können. Das wird uns die Ergebnisse der letzten 3 Jahrzehnte wissenschaftlicher Forschung näherbringen, über Strahlung, DNA, krebserzeugende Stoffe und Krebs: Die Strahlung radioaktiver Stoffe hat nur eine schwache Mutationswirkung, ist träge bei der Auslösung von Krebs und kann nur schwer Missbildungen erzeugen. Anders gesagt, Strahlung taugt nicht viel zur DNA-Schädigung und damit zur Erzeugung von Krebs und Geburtsfehlern. Zwar kann die Atomstrahlung, wie auch Sonnenlicht, all diese Schäden unter extremen Bedingungen hervorrufen, aber sich deswegen zu ängstigen, ist wie sich Gedanken zu machen, ob das Trinken von Wasser schädlich sein kann, oder ob eine geworfene Münze auf ihrem Rand landen könnte.

Technischer Anhang

Die Einheiten der Strahlung berücksichtigen Einzelheiten, welche wichtig sind für Betreiber von Einrichtungen zur Strahlentherapie. Für einen allgemeinen Überblick lässt sich die Sache aber vereinfachen. Hier die Grundlagen für Leser, welche gewohnt sind, mit Einheiten umzugehen: Wenn in 1 kg Materie, z.B. unserem Körper, ionisierende Strahlung absorbiert wird, welche der Energiemenge 1 Joule (1 Wattsekunde) entspricht, dann nennt man die Dosis 1 Gray (Gy). Geht es um die biologische Wirkung, dann verwendet man die Einheit Sievert (Sv). Es gibt verschiedene Formen der ionisierenden Strahlung. Einige haben eine stärkere biologische Wirkung als andere, so dass ein Joule absorbierter Energie eine größere Wirkung haben kann (Alphastrahlung bis zum 20-fachen). Für die meisten Fälle (Gamma- und Betastrahlung) ist jedoch 1 Sv = 1 Gy. Der tausendste Teil ist das Millisievert, mS.

1. Die Anzahl von Natur aus auftretender Doppelstrangbrüche pro Zellzyklus ist gleich der Anzahl, welche von Strahlendosen im Bereich von 1,5 – 2,0 Gy erzeugt werden. Zellzyklen dauern etwa einen Tag, und die natürliche Umgebungsstrahlung bewirkt eine Dosis um 2,5 mSv pro Jahr. Somit entsprechen 1,5 Gy grob dem 219.000-fachen der Umgebungsstrahlung [1,5 : (0,0025 : 365) = 219.000] und 2,0 Gy entsprechen dem 292.000-fachen.
2. Überlebende in der 2,5 km-Zone um die Atombombenexplosionen erhielten im Durchschnitt Dosen von 200 mSv. Würden also täglich an einem Ort 7 bis 10 Hiroshimabomben abgeworfen, und man befände sich in der 2,5 km-Zone, dann hätte man grob so viele zusätzliche DNA-Doppelstrangbrüche wie von Natur aus.
3. Die japanische Regierung weigert sich, Personen die Rückkehr in Gebiete zu erlauben, in denen sie eine höhere Dosis als 20 mSv erhalten würden. Diese 20 mSv sind das achtfache des weltweiten Durchschnitts von 2,5 mSv pro Jahr.

Link: http://bravenewclimate.com/2013/11/01/stayin-alive-gene-pool-p1/
Übersetzung: Dr. Hermann Hinsch
Anmerkungen des Übersetzers:
Die Argumentation in dieser Arbeit stützt sich auf die Tatsache, dass in der DNA stets eine unvorstellbar große Zahl von Schäden entsteht, die

nichts mit Strahlung zu tun haben. Diese Rate von Schäden, und wie man sich ihre biologische Reparatur vorstellt, ist heute Lehrbuchwissen [z.B. Jochen Graw, Genetik]. Der Vergleich, Kerze gegen Waldbrand, für strahlenbedingte gegen sonstige DNA-Veränderungen, trifft zu, hat aber eine Konsequenz: Positive Wirkungen (Hormesis) durch kleine Dosen sind ebenso unrealistisch wie Gesundheitsschäden.
So ziehen die Autoren positive Strahlenwirkungen überhaupt nicht in Erwägung.
Die zahlreichen Links aus dem Original sind hier nicht eingefügt worden.
Die Teile II und III handeln im Wesentlichen von anderen Einwirkungen als Strahlung, und den Mechanismen der Krebsentstehung. Sie werden von Chris Frey übersetzt.