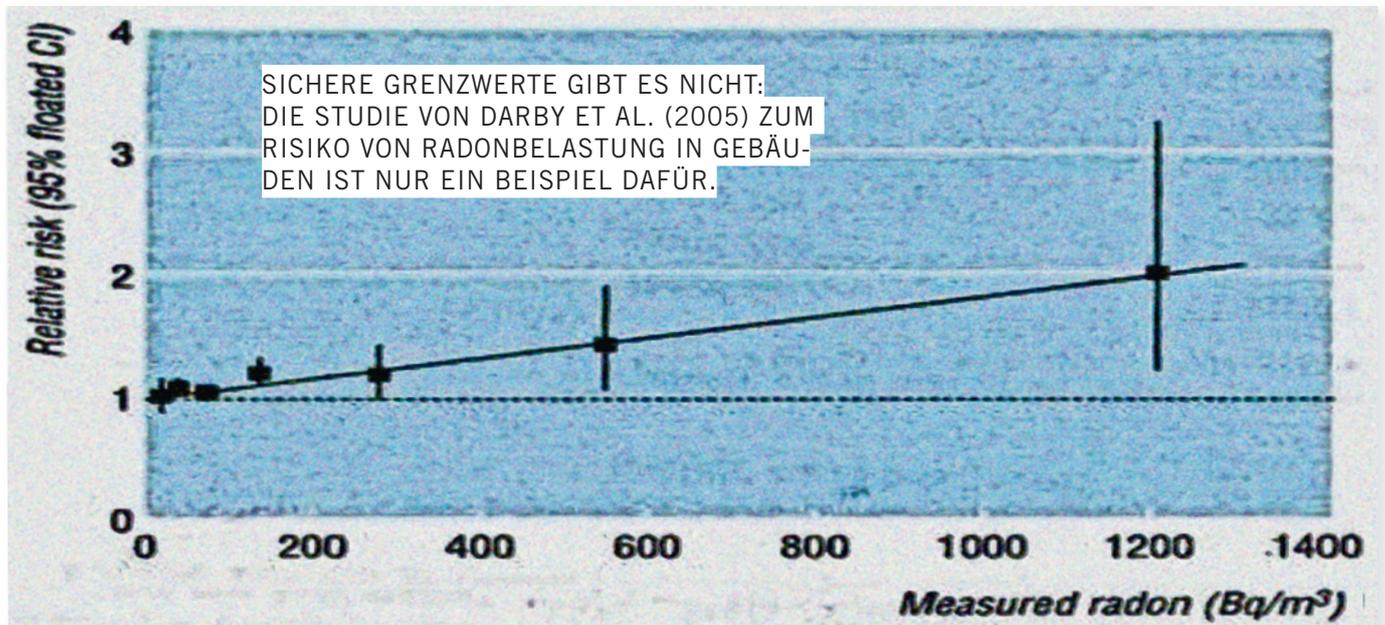


# USA: Strahlenschutz auf der Kippe?

Das Linear-No-Threshold-Modell (LNT) ermöglicht weltweite Strahlenschutznormen



Quelle: Ian Fairlie / kurzlink.de/ian-fairlie

**W**ie wirkt ionisierende Strahlung? Das lineare Modell ohne Schwellenwert (LNT: Linear No-Threshold) ist die weltweit wichtigste theoretische Grundlage für Strahlenschutznormen. Das Modell besagt, dass zwischen Strahlendosis und Erkrankungswahrscheinlichkeit ein direkter Dosis-Wirkungs-Zusammenhang besteht, und das bei jeder noch so geringen Dosis, also ohne Schwellenwert. Das Hormesis-Modell dagegen nimmt an, Strahlung würde im niedrigen Bereich positive Effekte bewirken und den Organismus sogar vor der zerstörerischen Wirkung starker Strahlung schützen.

Die US-Atomaufsichtsbehörde (NRC: National Regulatory Commission) hat im Juni 2015 um öffentliche Stellungnahmen zu drei Anträgen gebeten, denen zufolge das LNT-Modell keine gültige Basis für die Definition von Strahlenschutznormen ist – stattdessen solle das Hormesis-Modell herangezogen werden. Dessen Verfechter haben die US-Atomaufsichtsbehörde aufgefordert, die Leitlinien zu ändern und die Basis ihrer Strahlenschutzvorschriften entsprechend anzupassen.

Die NRC ließ verlauten, sie überprüfe die Anträge und bitte um Kommentare dazu. US-amerikanische Umweltgruppen sind

besorgt, dass Strahlenschutznormen in den USA gekippt werden könnten, wenn die NRC den Anträgen nachgäbe. Andererseits gibt es Indizien dafür, dass sich die NRC-Mitarbeiter über die Risiken ionisierender Strahlung durchaus im Klaren sind.

## Zur Hormesis

Einige Zell- und Tierversuche zeigen, dass der Organismus nach einer niedrig dosierten Bestrahlung unempfindlicher gegen eine spätere, stärkere Strahlendosis sein kann. Andere Studien wiederum, die andere Dosierungen, Zeiträume und Endpunkte nutzen, zeigen diesen Effekt nicht. Entsprechende Versuchsergebnisse von Menschen, etwa aus der Epidemiologie, gibt es nicht. Allerdings ist ein ähnlicher Effekt aus der Chemie bekannt und es gibt auch eine theoretische Erklärung für einen Anpassungseffekt bei Tieren und Pflanzen.

Die Befürworter des Hormesis-Modells argumentieren meist damit, dass die Strahlung zwar die DNA angreife, dann aber schnell eine Korrektur durch DNA-Reparaturmechanismen stattfindet. Diese sind mit etwa 15.000 Reparaturen pro Stunde und Zelle sehr aktiv – doch gerade die Fehlreparaturen, die dabei auftreten, rufen Schäden hervor.

Die US-Umweltschutzbehörde EPA stellte fest: „Biophysische Berechnungen und Experimente zeigen, dass schon eine einzelne Elektronenbahn durch eine Zelle komplexe Schäden in der DNA anrichtet, die typisch für Radioaktivität und in der Reparatur störanfällig sind.“

Selbst wenn die Hormesis bestätigt würde, bliebe die Frage, welche Relevanz das für den Strahlenschutz hätte. Der UNSCEAR oder der BEIR-Bericht geben die Antwort: Keine. Denn dann müssten wir Strahlenarbeitern vorab kleine Dosen zur Immunisierung gegen größere Strahlenschäden verabreichen, was wir natürlich nicht tun.

## Zum LNT-Modell

Auf der anderen Seite gibt es aus epidemiologischen und radiobiologischen Studien sowie aus offiziellen Berichten vielfältige, stichhaltige und überzeugende wissenschaftliche Nachweise für das LNT-Modell.

## Epidemiologische Studien

Zeigen vorhandene epidemiologische Studien, dass das Strahlenrisiko bei Niedrigdosen proportional zur Dosis sinkt? Ja. Neuerdings beweisen das sowohl groß angelegte Studien mit guten Konfidenzintervallen als auch Studien, die sich mit

extrem niedrigen Dosen auf dem Niveau der Hintergrundstrahlung befassen. Der neueste Beleg ist die eindrucksvolle Studie von Dr. Klervi Leraud et al., die einen linearen Zusammenhang bis zu sehr niedrigen Werten nachweist. An dieser Studie ist besonders bemerkenswert, dass fünf der 13 Autoren von namhaften US-amerikanischen Instituten stammen. Die Studie wurde von internationalen Agenturen mitfinanziert. Da fragt man sich, ob die NRC eigentlich bei ihrer Konsultation in Kontakt mit diesen offiziellen Instituten ist.

### Radiobiologische Theorien

Auch viele radiobiologische Theorien weisen auf ein lineares Dosis-Wirkungsverhältnis bei niedrigen Dosen hin. Die radiobiologische Argumentation für die Linearität basiert auf der stochastischen Energiedeposition ionisierender Strahlen.

15 der weltweit wichtigsten Radiobiologen argumentierten in einem Papier (David J. Brenner u.a.):

1) Es gibt direkte epidemiologische Belege, dass eine Organdosis von 10 Milligray bei Röntgenaufnahmen mit einem erhöhten Krebsrisiko einhergeht.

2) Bei einer Organdosis von 10 Milligray durch Röntgen werden die meisten bestrahlten Zellkerne nur durch eine oder ein paar weiter voneinander entfernte Elektronenbahnen durchquert. Bei ihrer Entfernung voneinander ist unwahrscheinlich, dass die Bahnen bei der Beschädigung der DNA zusammenwirken, eher lässt sich vermuten, dass sie unabhängig voneinander stochastische Schäden und Zellveränderungen hervorrufen.

3) Eine Verringerung der Strahlendosis, etwa um den Faktor 10, würde sich so auswirken, dass es proportional weniger Elektronenbahnen und weniger getroffene Zellen gibt. Es folgt, dass die von der niedrigeren Dosis betroffenen Zellen trotzdem denselben Schädigungen und radiobiologischen Vorgängen unterworfen sind, wie es bei 10 Milligray der Fall wäre.

4) Also würde sich die Zahl der geschädigten Zellen um das Zehnfache verringern (...) Die Wirkung würde sich linear mit der Dosis verringern. Es ließe sich bei einer Bestrahlung von einem Milligray kein anderer biologischer Prozess erwarten als bei 10 Milligray, und umgekehrt.

Epidemiologische und radiobiologische Nachweise fanden Eingang in mindestens vier offizielle internationale Berichte. Sie bestätigten, das LNT-Modell sei die umsatzfähigste Basis für Strahlenschutz zwecke. Der Vorsitzende der BEIR-VII-Kommission, Prof. Richard R. Monson, meinte: „Die wissenschaftliche Basis zeigt, dass es keinen Schwellenwert gibt, unterhalb dessen ionisierende Strahlung eine nachweisbar harmlose oder positive Wirkung hat.“

Auch der Vorstand der Strahlenschutzabteilung der EPA stellte fest: „Obwohl radiobiologische Ergebnisse auf neuartige Schädigungs- und Reparaturprozesse bei niedrigen Dosen hinweisen, wird das LNT-Modell durch Ergebnisse aus der Epidemiologie und der Radiobiologie gestützt. Beim derzeitigen Stand der Forschung – beim Konsens der wesentlichen Wissenschafts- und Regierungsorgane und bei der Klarheit und Kalkulierbarkeit der Annahmen des LNT-Modells – ist es unwahrscheinlich, dass die EPA ihren Ansatz in nächster Zeit ändern wird.“

### Die Bedeutung des LNT-Modells für den Strahlenschutz

Trotz divergierender Ansichten basieren heute fast alle Strahlenschutzkonzepte auf dem LNT-Modell. Dieses ermöglicht die Konzepte von absorbiert Dosis, effektiver Dosis, Folgedosis und Dosis-Koeffizienten. Sie erlaubt zum Beispiel, die durchschnittliche Strahlendosis abzuschätzen, die auf ein Organ oder auf Gewebe trifft. Sie ermöglicht es, Dosen zu addieren – und das auch über einen längeren Zeitraum.

Die Nutzung dieses Modells ermöglicht also: Begrenzungen und jährliche Höchstwerte; Optimierung, z.B. den Vergleich verschiedener Vorgehensweisen, die Ein-

schätzung von Risiken bei kleinen und minimalen Dosen, die Personendosimetrie mit passiven Detektoren, die Nutzung der Kollektivdosis und der Dosenregister über lange Zeiträume. Das LNT-Modell untermauert alle gesetzlichen Strahlenschutzvorkehrungen – in den USA und allen anderen Ländern. Ohne die Anwendung des LNT-Modells ist der Bestand aktueller Strahlenschutzsysteme kaum vorstellbar.

### Die Anträge

Nach kurzer Überprüfung der Anträge, die der NRC vorliegen, kam ich zu dem Ergebnis, dass sie nicht ernstzunehmen sind. Sie basieren auf Vorannahmen und Ideologie, nicht auf wissenschaftlichen Belegen, die in die andere Richtung deuten. Sie dürfen von der NRC nicht genutzt werden, um schwächere Gesetzesstandards in US-amerikanischen Atomanlagen zu rechtfertigen. Es bleibt die Frage, ob die NRC die Anträge überhaupt zur Verhandlung hätte annehmen sollen. Die NRC sollte sich von den fünf wissenschaftlichen Instituten und Regierungsabteilungen beraten lassen, die eindeutige Fakten zu diesem Thema veröffentlicht haben.

**Die ausführliche Stellungnahme von Ian Fairlie gegenüber der National Regulatory Commission finden Sie unter:**  
[kurzlink.de/ian-fairlie](http://kurzlink.de/ian-fairlie)

**David J. Brenner u.a. (2003) „Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: Assessing what we really know“**  
[kurzlink.de/Brenner-et-al](http://kurzlink.de/Brenner-et-al)

**Ian Fairlie wird vom 26.-28. Februar 2016 auf dem Tschernobyl-Fukushima-Kongress in Berlin zu Gast sein.**



Dr. Ian Fairlie berät Institutionen und Einzelpersonen in Sachen Radioaktivität und Strahlenschutz.