

# Strahlung zu Unrecht verteufelt: Warum das Linear-No-Threshold-Modell aufgegeben werden sollte

Ionisierende Strahlung wird oft als unsichtbare Bedrohung dargestellt, geprägt durch düstere historische Ereignisse wie Hiroshima, Tschernobyl und Fukushima. Diese Angst wird durch das **Linear-No-Threshold-Modell (LNT)** verstärkt, das davon ausgeht, dass jede Strahlendosis – egal wie gering – das Krebsrisiko proportional erhöht. Dieses Modell leitet weltweit die Regulierungspolitik, führt zu strengen Expositionsgrenzen und verbreiteter öffentlicher Besorgnis.

Doch wachsende wissenschaftliche Erkenntnisse deuten darauf hin, dass das LNT-Modell nicht nur zu vereinfachend ist – es ist wissenschaftlich fehlerhaft. Biologische Systeme verfügen über robuste Abwehrmechanismen gegen niedrige Strahlendosen, und in vielen Fällen kann eine solche Exposition sogar vorteilhaft sein. Von natürlichen Hochstrahlungsgebieten über historische medizinische Anwendungen bis hin zu kontrollierten Laborstudien ist die Realität klar: Strahlung wurde zu Unrecht verteufelt, und das LNT-Modell sollte zugunsten eines Modells aufgegeben werden, das biologische Reparaturmechanismen und adaptive Reaktionen berücksichtigt.

## Mängel des LNT-Modells

Das LNT-Modell basiert auf Daten von Überlebenden hoher Strahlendosen – hauptsächlich Atombombenopfern –, bei denen das Krebsrisiko bei Dosen weit über 1.000 mSv stieg. Das Modell extrapoliert diese Effekte hoher Dosen linear bis hinunter zu nahezu Null-Dosen und geht davon aus, dass es keine Schwelle gibt, unter der Strahlung unschädlich ist. Nach dieser Logik birgt selbst das Stehen neben einer Granitplatte oder eine einzelne Röntgenaufnahme ein Risiko.

Diese Annahme zerfällt jedoch bei genauerer Betrachtung. **Dosen unter 100 mSv**, insbesondere wenn sie über die Zeit verteilt sind, zeigen in Studien kaum bis keine messbaren Schäden. Das LNT-Modell berücksichtigt nicht die **nichtlineare Natur biologischer Systeme**, einschließlich hochentwickelter DNA-Reparaturmechanismen, die entwickelt wurden, um tägliche Schäden durch natürliche Hintergrundstrahlung und oxidativen Stress zu bewältigen.

Die natürliche Hintergrundstrahlung variiert weltweit erheblich. In Hochstrahlungsgebieten wie **Ramsar, Iran (300–30.000 nSv/h)**, **Guarapari, Brasilien (800–90.000 nSv/h)** und **Kerala, Indien (446–3.000 nSv/h)** leben Menschen ihr gesamtes Leben bei Dosisraten, die um ein Vielfaches höher sind als der globale Durchschnitt von **270 nSv/h** – und dennoch wurde **kein konsistenter Anstieg der Krebsraten** beobachtet. Dies untergräbt die Vor-

stellung, dass jede Strahlung gefährlich ist, und deutet darauf hin, dass niedrige Dosen neutral oder sogar vorteilhaft sein könnten.

## Strahlungshormese: Eine bessere Perspektive

Die **Hormese-Hypothese** legt nahe, dass **niedrige Dosen ionisierender Strahlung (typischerweise unter 100 mSv insgesamt oder im Bereich von 10–100.000 nSv/h)** adaptive biologische Reaktionen auslösen können, die Zellen widerstandsfähiger machen. Dazu gehören verbesserte DNA-Reparatur, erhöhte Produktion von Antioxidantien wie **Superoxid-dismutase** und verbesserte Immunüberwachung.

Laborstudien unterstützen diese Ansicht. Zellen, die niedrigen Strahlendosen ausgesetzt sind, regulieren oft Reparaturproteine hoch und entfernen beschädigte Komponenten effizienter. Tierversuche haben gezeigt, dass Mäuse, die niedriger Hintergrundstrahlung ausgesetzt waren, manchmal länger leben und weniger Tumore entwickeln als Kontrollgruppen.

Historische Beweise stimmen ebenfalls mit der Hormese überein. In Orten wie **Gasteiner Heilstollen in Österreich** besuchen Menschen radonreiche Thermalbäder mit Dosisraten von etwa **10.000–100.000 nSv/h**, um entzündliche Erkrankungen wie Arthritis zu behandeln. Obwohl der Mechanismus über Jahrhunderte nicht verstanden wurde, lindern diese Behandlungen oft Schmerzen und Entzündungen – im Einklang mit strahlungsinduzierter Immunmodulation.

Natürlich **lebt niemand dauerhaft in einem Radonbad oder am Strand von Guarapari**. Aber genau das ist der Punkt: hohe Dosisraten für kurze Zeiträume verursachen oft **keine messbaren Schäden** und können **therapeutische Vorteile** bringen – ein direkter Widerspruch zum LNT-Modell.

## Die Sonnenbad-Analogie: Ein Vergleich mit gesundem Menschenverstand

Die Öffentlichkeit akzeptiert moderate Sonneneinstrahlung als normal, sogar gesund, obwohl ultraviolettes (UV) Licht ein bekannter Karzinogen ist. Warum? Weil wir verstehen, dass der Körper auf Sonnenlicht reagiert, indem er **Melanin** produziert, das vor weiteren UV-Schäden schützt. Menschen akzeptieren das Risiko von **Hautkrebs** im Austausch für **Vitamin D** und andere Vorteile des Sonnenlichts – solange die Exposition angemessen ist.

Ionisierende Strahlung ist grundsätzlich ähnlich. Bei niedrigen Dosisraten **passt sich der Körper an**, indem er Reparaturmechanismen aktiviert, um Schäden zu neutralisieren. Dennoch besteht das LNT-Modell darauf, dass jede ionisierende Strahlung gefährlich ist, und nährt die Angst vor trivialen Expositionen: einem **CT-Scan (~2–10 mSv)**, einem **Transkontinentalflug (2.000–15.000 nSv/h)** oder dem Leben in der Nähe eines Kernkraftwerks. Diese Ängste bestehen, obwohl solche Expositionen vergleichbar sind – oder niedriger – als die natürlichen Hintergrundniveaus in vielen Teilen der Welt.

# Warum das LNT-Modell ersetzt werden muss

Es gibt fünf Hauptgründe, warum das LNT-Modell aufgegeben werden sollte:

## 1. Fehlende Beweise für Schäden bei niedrigen Dosen

Studien in Gebieten mit hoher Hintergrundstrahlung zeigen keinen konsistenten Zusammenhang zwischen erhöhter natürlicher Strahlung (oft Zehntausende von nSv/h) und erhöhten Krebsraten. Diese Ergebnisse widersprechen direkt den Vorhersagen des LNT-Modells.

## 2. Biologische Anpassung wird ignoriert

Das LNT-Modell behandelt den Körper als passiv. In Wirklichkeit aktiviert niedrige Strahlung DNA-Reparatur, antioxidative Abwehrkräfte und zelluläre Reinigungsprozesse – schützende Reaktionen, die das Modell völlig ignoriert.

## 3. Die Angst vor Strahlung ist unverhältnismäßig

Das Modell verstärkt die öffentliche Besorgnis über harmlose oder vorteilhafte Expositionen, was dazu führt, dass Menschen medizinische Bildgebung ablehnen oder wegen geringfügiger Emissionen von Kernkraftwerken in Panik geraten – irrationale Reaktionen, die auf Fehlinformationen basieren.

## 4. Regulatorische Übertreibung ist kostspielig

LNT-basierte Richtlinien erfordern übermäßige Abschirmung, extrem niedrige Expositionsgrenzen und teure Reinigungsstandards. Nach dem Fukushima-Unfall wurden Tausende aus Gebieten evakuiert, in denen die Dosisrate weniger als **10.000 nSv/h** betrug, was zu stressbedingten Todesfällen führte, nicht zu Strahlenkrankheit. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis dieser Vorschriften ist stark fehlerhaft.

## 5. Es gibt bessere Alternativen

Ein **Schwellenmodell**, das keine Schäden unter einer bestimmten Dosis (z. B. 100 mSv) annimmt, oder ein **hormetisches Modell**, das mögliche Vorteile niedriger Dosen anerkennt, würde biologische Realitäten und wissenschaftliche Beweise besser widerspiegeln.

# Ein rationaler Ansatz zur Strahlung

Das Ersetzen des LNT-Modells bedeutet nicht, die realen Gefahren hoher Strahlendosen herunterzuspielen. Dosen über **1.000 mSv** sind zweifellos schädlich und müssen streng kontrolliert werden. Die Einführung eines genaueren Modells würde jedoch Folgendes ermöglichen:

- **Intelligentere medizinische Nutzung:** Patienten und Ärzte könnten niedrigdosierte Bildgebung oder Strahlentherapie ohne unbegründete Angst sicher nutzen.
- **Ausgewogene Regulierung:** Richtlinien könnten wirklich gefährliche Expositionen priorisieren und die wirtschaftliche Belastung für das Gesundheitswesen und die Kernindustrie reduzieren.

- **Öffentliches Verständnis:** Die Anerkennung von Strahlung als natürlicher Teil unserer Umwelt – wie Sonnenlicht – würde irrationale Angst reduzieren und fundierte Entscheidungen ermöglichen.

## Antwort auf Kritiker

Einige argumentieren, dass das LNT-Modell am sichersten ist, da die Auswirkungen niedriger Dosen schwer zu messen sind. Sie verweisen auf Studien von Kernkraftwerksarbeitern mit leicht erhöhten Krebsrisiken bei etwa **50 mSv**, aber diese Studien leiden oft unter Störvariablen wie Rauchen, Schichtarbeit oder Stress, die schwer zu isolieren sind. Gleichzeitig deuten groß angelegte Daten aus Hochstrahlungsgebieten und gut kontrollierten Laborstudien auf ein **geringes oder kein Risiko** hin, oft sogar auf **positive Effekte** von niedrigen Strahlendosen.

Das Festhalten am LNT-Modell aus Gewohnheit oder Vorsicht ist keine wissenschaftliche Vorsicht – es ist **regulatorische Trägheit**. Es schürt Angst, behindert Innovation und lenkt Ressourcen von dringlicheren Gesundheitsrisiken ab.

## Fazit

Das Linear-No-Threshold-Modell vereinfacht die Strahlenbiologie zu stark und fördert unbegründete Angst. Beweise aus Hochstrahlungsgebieten, experimenteller Biologie und historischer therapeutischer Nutzung zeigen klar, dass **niedrigdosierte Strahlung nicht von Natur aus gefährlich ist** – und sogar vorteilhaft sein kann. Wie Sonnenlicht hat ionisierende Strahlung sowohl Risiken als auch Vorteile, und unsere Richtlinien sollten diese Nuancen widerspiegeln.

Durch die Aufgabe des LNT-Modells zugunsten eines **Schwellen- oder hormetischen Modells** können wir einen rationaleren Rahmen für die Nutzung von Strahlung in Medizin, Industrie und Energie schaffen. Dies würde zu **effektiveren Regulierungen, niedrigeren Kosten** und einer **besser informierten Öffentlichkeit** führen. Strahlung ist nicht der Feind – es ist eine natürliche Kraft, die wir verstehen, an die wir uns anpassen und die wir klug nutzen können.