



# Gesundheitliche Auswirkungen von Hochfrequenz-Strahlung

Bei den Auswirkungen von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf den Menschen wird zwischen so genannten thermischen und nicht-thermischen Wirkungen unterschieden. (24. Oktober 2023)

---

## 1. Unterscheidung zwischen thermischen und nicht-thermischen Wirkungen

Die **thermischen Wirkungen** (Wärmewirkungen wie bei Fieber) sind wissenschaftlich gut untersucht. Sie treten erst ab einer gewissen Stärke (Intensität) der Strahlung auf - ab einer Stärke, wie sie in der Umwelt normalerweise nicht vorkommt.

Aber auch unterhalb dieser Schwelle werden biologische Wirkungen beobachtet. Man bezeichnet sie manchmal als **nicht-thermische Wirkungen**. Wie diese ausgelöst werden und ob sie schädlich sind, wird weiterhin erforscht

---

## 2. Thermische Wirkungen: Folgen wie bei Fieber oder Hitzeeinwirkung

Beim Mikrowellenofen machen wir uns die Wärmewirkung von intensiver Hochfrequenz-Strahlung zu Nutzen: Biologisches Gewebe wie Gemüse oder Fleisch nimmt die Strahlungsenergie auf und erwärmt sich - wir haben eine warme Mahlzeit auf dem Teller.

Diese Erwärmung von biologischem Gewebe geschieht jedoch nicht nur bei Mikrowellen, sondern bei allen elektromagnetischen Strahlungsarten mit hoher Frequenz und hoher Intensität. In unserer alltäglichen Umgebung kommt Hochfrequenz-Strahlung normalerweise nicht in derart hoher Intensität vor, dass sie aufgrund ihrer Wärmewirkung unserer Gesundheit schaden könnte.

Gefährlich für die Gesundheit wird es, wenn sich die Körpertemperatur infolge der aufgenommenen Strahlung um mehr als 1 bis 2°C erhöht - dann treten Wirkungen wie bei Fieber oder bei Hitzeeinwirkung auf: Die Gedächtnisleistung nimmt ab; es kommt zu einer Beeinträchtigung verschiedener Körperfunktionen und der Fortpflanzung; Herz, Kreislauf und Immunsystem werden geschwächt. Organe mit schlechter Durchblutung und damit schlechter Wärmeabfuhr sind besonders gefährdet, so zum Beispiel die Augen, bei denen sich die Linse trüben kann (sog. grauer Star). Bei noch stärkerer Wärmeentwicklung kann es zu inneren Verbrennungen oder zum Tod durch Hitzschlag kommen.

Diese akuten Wirkungen intensiver Hochfrequenz-Strahlung sind wissenschaftlich gut untersucht. Ihnen ist gemeinsam, dass sie erst ab einer gewissen Strahlungsstärke auftreten. Die entsprechende Schwelle bildet die Grundlage für internationale Grenzwerte, welche die Bevölkerung vor kurzzeitigen Gesundheitsschäden schützen. In der Schweiz sind dies die Immissionsgrenzwerte der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV).

### 3. Nicht-thermische Wirkungen

Verschiedene Studien weisen auf biologische Effekte hin, die durch Strahlung mit einer Intensität deutlich unterhalb der internationalen Grenzwerte ausgelöst werden. Derartige Effekte werden auch als nicht-thermische Wirkungen bezeichnet.

Hinweise auf solche Effekte stammen zum einen aus epidemiologischen Studien, zum anderen aus Experimenten im Labor. So wurden beispielsweise Beeinflussungen der menschlichen Gehirnaktivität, vermehrtes Auftreten von Tumoren bei Tieren oder Veränderungen in Zellexperimenten beobachtet.

Die Beeinflussung der menschlichen Gehirnaktivität im Schlaf- wie im Wachzustand, welche durch Elektroenzephalographie gemessen wird, wurde unabhängig in verschiedenen Labors festgestellt. Dabei reicht eine halbstündige Exposition vor dem zu Bett gehen, um den Effekt im nachfolgenden Schlaf zu messen. Allerdings ist nicht bekannt, welche Bedeutung solche Veränderungen für die menschliche Gesundheit haben.

In einer grossen epidemiologischen Studie in 13 Ländern fand man, dass Personen, die in den vorangegangenen 5 bis 10 Jahren häufig mit einem Mobiltelefon telefoniert hatten, ein erhöhtes Risiko für bösartige Hirntumore und gutartige Tumore des Hör-Gleichgewichtsnervs hatten. Aufgrund dieser und weiterer Studien hat die IARC, die zur WHO gehörende Internationale Agentur für Krebsforschung, die hochfrequente Strahlung als möglicherweise kanzerogen klassiert.

Eine Studie mit Mäusen ergab, dass die kombinierte Exposition mit Hochfrequenzstrahlung und einem bekannten chemischen Kanzerogen mehr Leber- und Lungentumore zur Folge hatten als das chemische Karzinogen alleine. Hochfrequenzstrahlung scheint demnach eine co-kanzerogene Wirkung zu haben. Die Ergebnisse wurden in einer Replikationsstudie bestätigt.

Eine grosse Lebenszeitstudie in den USA fand Tumore im Herz und im Gehirn von männlichen Ratten unter mobiltelefonähnlicher Exposition. Bemerkenswerterweise fand eine andere grosse Lebenszeitstudie in Italien mit basisstationsähnlicher Exposition und Intensitäten im Bereich der Immissionsgrenzwerte dieselben Tumortypen bei männlichen Ratten.

Immer wieder werden in Zellexperimenten als Folge von Exposition vermehrt oxidativer Stress und/oder beeinträchtigte Reparatur von DNA-Schäden gefunden.

**Dass es nicht-thermische Wirkungen gibt, ist also unbestritten.** Wie solche Effekte zustande kommen, ist jedoch nicht bekannt. Ebenso wenig lässt sich beim heutigen Kenntnisstand sagen, ob und unter welchen Bedingungen sie zu einem Gesundheitsrisiko werden. Es ist auch unklar, wie sich die Ergebnisse aus den Rattenstudien auf den Menschen übertragen lassen. Für die Bewertung erschwerend ist, dass sich die Experimente zum Teil nicht wiederholen liessen oder dass widersprüchliche Ergebnisse vorliegen. Die Auswirkungen schwacher Hochfrequenz-Strahlung auf den Menschen müssen deshalb weiter wissenschaftlich untersucht werden.

Beim Erlass der NISV konnte der Bundesrat jedoch nicht abwarten, bis die Wissenschaft die gewünschten Antworten liefert. Das Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes (USG) verlangt nämlich, dass die Belastung grundsätzlich niedrig sein soll, so niedrig, wie es technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Der Bundesrat hat deshalb - basierend auf dem Vorsorgeprinzip des USG - zusätzlich noch die strengeren Anlagegrenzwerte festgelegt, mit denen vor allem die Langzeitbelastung niedrig gehalten wird.