

Mobilfunk und Krebserkrankungen - Evidenz aus tierexperimentellen Studien

Lerchl A

School of Engineering and Science, International University Bremen, Bremen
a.lerchl@iu-bremen.de

Fragestellung Es sollte untersucht werden, ob sich aus Experimenten an Tiermodellen (Ratten und Mäuse) Hinweise darauf ergeben, dass hochfrequente elektromagnetische Felder Krebs auslösen oder fördern (promovieren) können. Die betrachteten Endpunkte der Studien sind Überlebensdauer, Anzahl / Größe von Tumoren, Körpergewicht, klinische Zeichen von Erkrankung, und histologische Daten.

Auswahl der berücksichtigten Studien Es wurden alle in Frage kommenden Studien in die Untersuchung aufgenommen, die seit 2000 zum Thema publiziert worden sind. Die Suchstrategien umfasste hauptsächlich Datenbank-Recherchen in PubMed. Die Bemerkungen zur methodischen Qualität der Studien wird unter Punkt 3 behandelt. Die Studien sind am Ende aufgeführt und mit fortlaufenden Nummern versehen, auf die in diesem Dokument verwiesen wird.

Darstellung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes Ein grundsätzliches Manko bei 8 Studien (außer #1 und #9) ist in der Tatsache zu sehen, dass die Studien nicht blind durchgeführt wurden. In den meisten Fällen wäre dies möglich gewesen. Die Akzeptanz der Befunde, die überwiegend negativ sind, wäre besser, wenn diese Bedingung erfüllt gewesen wäre. Gleichfalls bedenklich ist die Tatsache, dass in 8 Studien (außer #3 und #7) die Tiere während der Exposition in engen Röhren gehalten wurden („restrained“). Dies erschien zwar hinsichtlich der Güte (geringe Variabilität der SAR-Werte) der Exposition erforderlich, doch stellt sich die Frage, inwieweit diese Behandlung einen eigenen Effekt gehabt haben könnte. Kontrolltiere sind zwar ebenso gehalten worden, dennoch ist aber eine sorgfältige Untersuchung der Effekte, zum Beispiel durch „cage-control“ erforderlich. Dies erfolgte nicht in allen Studien. Die Anzahl der Versuchstiere ist ein wichtiges Maß für die Verwendbarkeit von Studien. Zu geringe Zahlen bedeuten, dass eine Studie, die keine Nachweise für einen Effekt zeigen, als „inconclusive“ (ohne Beweiskraft) eingestuft wurde.

Bewertung der Studien Die Untersuchung von Adey et al. [1] ist die methodisch sauberste. Ratten (F344) wurden entweder mit Ethylnitrohamstoff (ENU) oder scheinbehandelt und in utero bzw. nach dem Absetzen für den Rest des Lebens exponiert. Sowohl die statistische Analyse (es wurde auch eine Power-Analyse durchgeführt) als auch die Experimente sind mit großer Sorgfalt durchgeführt worden. Die Anzahl der Tiere pro Gruppe, der Ansatz (Promotion und spontane Erkrankungen) und die Endpunkte (Überlebenszeit, Tumorart, -anzahl) sind angemessen und aussagekräftig. Die Resultate sind negativ. Die Studie von Anane et al. [2] wurde – in zwei unabhängigen Einzelexperimenten – an Ratten (SD) durchgeführt, die DMBA zur Auslösung von Brustkrebs erhielten. Das Resultat ist „inconclusive“, da zu wenige Tiere pro Gruppe eingesetzt worden sind. Eine Power-Analyse fand nicht statt. In den Experimenten (3 unabhängige) von Bartsch et al [3] wurden ebenfalls Ratten (SD) eingesetzt, die DMBA erhielten. Gegenüber den scheinexponierten Tieren fand sich in den exponierten Tieren kein Hinweis auf Promotion, hingegen war im 1. Experiment sogar eine signifikant geringere Geschwindigkeit der Entwicklung bösartiger Tumore zu beobachten. Die drei Experimente, obwohl mit größter Sorgfalt geplant, zeigten unterschiedliche Ergebnisse, für die keine schlüssige Erklärung geliefert werden konnte. Heikkinen et al. [4] exponierten Mäuse (transgene K2 und normale) mit UV und EMF. Es ergaben sich keine Hinweise auf eine Promotion des durch UV ausgelösten Hautkrebses. Die Mischung der verschiedenen Gruppen macht es schwierig, die Resultate einzuordnen, da sich hierdurch die geringe Anzahl von Versuchstieren pro Gruppe ergibt. Insgesamt muss das Ergebnis daher als „inconclusive“ bezeichnet werden. Die zweite Studie der gleichen Gruppe [5] verwendete ebenfalls Mäuse (CBA/S), die allerdings in diesem Fall zur Auslösung von Neoplasien starken Röntgenstrahlen (4 Gy) ausgesetzt wurden. Die Effekte auf Blutbild, Körpergewicht und eine Vielzahl von histologischen Untersuchungen zeichnen diese Studie aus. Es fanden sich keine Effekte, die Gruppengröße war ausreichend. Imaida et al. [6] untersuchten den Effekt von EMF auf durch DMBA ausgelösten Hautkrebs bei Mäusen (ICR). Als positive Kontrolle wurden Mäuse verwendet, die zusätzlich TPA erhielten. Das Experiment muss als völliger Fehlschlag klassifiziert werden, da die DMBA-Behandlung keinen Krebs auslöste; insofern war die Zielsetzung, nämlich die promovierenden Effekte von EMF zu untersuchen, nicht möglich. Folglich ist die Studie „inconclusive“. Außerdem scheint die Bestimmung der SAR-Werte nicht durchgeführt worden zu sein. Die Besonderheit der Studie von Jauchem et al. [7] liegt in der Art der Exposition, da hier „Ultrawideband EMF“ Pulse zur Anwendung kamen, die nur mit erheblichem Aufwand zu erzeugen sind. Weiter wurden hier Mäuse verwendet (C3H/HeJ), die ein genetisch bedingte hohe Inzidenz an Brustkrebs haben. Es wurden keine Effekte gefunden, die Tierzahlen und die Methodik waren ausreichend / adäquat. La Regina et al. [8] exponierten männliche und weibliche Ratten (F344) mit EMF und untersuchten die spontanen Erkrankungsraten in scheinexponierten und exponierten Tieren. Es wurde eine Vielzahl von Tumorarten untersucht, die Exposition hatte keine Effekte. Die Anzahl der Tiere pro Gruppe war ausreichend. In einer „Wiederholungsstudie“ der Untersuchung von Repacholi wurde von Utteridge et al. [9] eine Studie an transgenen Ep-PIMI Mäusen durchgeführt, die eine hohe Inzidenz von lymphatischen Tumoren aufweisen. Obwohl die Experimente einen großen Bereich von SAR-Werten abdeckt (0,25 – 4 W/kg) und blind durchgeführt wurde, ist die Darstellung und die Statistik mit großen Fehlern behaftet. Diese Tatsache hat auch zu einer Reihe von veröffentlichten Kommentaren geführt. Dennoch sind die Ergebnisse als negativ einzuschätzen. Die letzte hier betrachtete Studie von Zook et al. [10] an Ratten (SD) ist von der Durchführung sehr kompliziert, weil eine Reihe von Experimenten hintereinander durchgeführt und letztlich kombiniert worden sind. Weibliche schwangere Ratten erhielten das Karzinogen NEU am 15. tag der Schwangerschaft, und die Jungtiere wurden ab dem 57. Lebenstag exponiert. Die Exposition hatte keine tumorpromovierenden Effekte.

Gesamtbewertung für das Themenfeld Insgesamt lässt sich feststellen, dass die betrachteten Studien eine große Heterogenität aufweisen. Dies bezieht sich nicht nur auf die untersuchten Tierarten / Stämme, sondern auch auf die Art der Exposition (restrained / nicht restrained), die physikalischen Expositionsparameter, die untersuchten Endpunkte und die statistischen Bedingungen. Dies ist kein Nachteil, da hierdurch eine Vielzahl von möglichen Kombinationen von Parametern der Experimente realisiert worden sind (wenngleich nicht mit Absicht). 3 der Studien sind als inconclusive zu klassifizieren, sind also hinsichtlich ihrer Beweiskraft unzureichend. Die restlichen 7 Studien sind im Ergebnis negativ, d.h. es konnten keine promovierenden oder auslösenden Effekte von EMF festgestellt werden. Daher kann aufgrund der Datenlage der Schluss gezogen werden, dass EMF unter den geschilderten Bedingungen vermutlich nicht krebserzeugend / -promovierend wirkt.

Literatur

- [1] Adey WR, Byus CV, Cain CD, Higgins RJ, Jones RA, Kean CJ, Kuster N, MacMurray A, Stagg RB, Zimmerman G (2000) Spontaneous and nitrosourea-induced primary tumors of the central nervous system in Fischer 344 rats exposed to frequency-modulated microwave fields. *Cancer Res* 60: 1857-1863
- [2] Anane R, Dulou PE, Taxile M, Geffard M, Crespeau FL, Veyret B (2003) Effects of GSM-900 microwaves on DMBA-induced mammary gland tumors in female Sprague-Dawley rats. *Radiat Res* 160: 492-497
- [3] Bartsch H, Bartsch C, Seebald E, Deerberg F, Dietz K, Vollrath L, Mecke D (2002) Chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) does not stimulate the development of DMBA-induced mammary tumors in rats: results of three consecutive studies. *Radiat Res* 157: 183-190
- [4] Heikkinen P, Kosma VM, Alhonen L, Huuskonen H, Komulainen H, Kumlin T, Laitinen JT, Lang S, Puranen L, Juutilainen J (2003) Effects of mobile phone radiation on UV-induced skin tumorigenesis in ornithine decarboxylase transgenic and non-transgenic mice. *Int J Radiat Biol* 79: 221-233
- [5] Heikkinen P, Kosma VM, Hongisto T, Huuskonen H, Hyysalo P, Komulainen H, Kumlin T, Lahtinen T, Lang S, Puranen L, Juutilainen J (2001) Effects of mobile phone radiation on X-ray-induced tumorigenesis in mice. *Radiat Res* 156: 775-785
- [6] Imaida K, Kuzutani K, Wang J, Fujiwara O, Ogiso T, Kato K, Shirai T (2001) Lack of promotion of 7,12-dimethylbenz[a]anthracene-initiated mouse skin carcinogenesis by 1.5 GHz electromagnetic near fields. *Carcinogenesis* 22: 1837-1841
- [7] Jauchem JR, Ryan KL, Frei MR, Dusch SJ, Lehnert HM, Kovatch RM (2001) Repeated exposure of C3H/HeJ mice to ultra-wideband electromagnetic pulses:

- lack of effects on mammary tumors. *Radiat Res* 155: 369-377
- [8] La Regina M, Moros EG, Pickard WF, Straube WL, Baty J, Roti Roti JL (2003) The effect of chronic exposure to 835.62 MHz FDMA or 847.74 MHz CDMA radiofrequency radiation on the incidence of spontaneous tumors in rats. *Radiat Res* 160: 143-151
- [9] Utteridge TD, GebSKI V, Finnie JW, Vernon-Roberts B, Kuchel TR (2002) Long-term exposure of E-mu-Pim1 transgenic mice to 898.4 MHz microwaves does not increase lymphoma incidence. *Radiat Res* 158: 357-364
- [10] Zook BC, Simmens SJ (2001) The effects of 860 MHz radiofrequency radiation on the induction or promotion of brain tumors and other neoplasms in rats. *Radiat Res* 155: 572-583