

telt unter allen finnischen Mobilfunkvertragspartnern nach 1–2 Jahren der Mobilfunknutzung im Vergleich zur Kontrollbevölkerung. Die Risikofaktoren für Non-Hodgkin-Lymphome von T-Zellen, Hautkrebs und Leukämien liegen zwischen 1,6 und 6,1; für Melanome einer Augenschicht (Uvea) wurde ein RF von 4,2 in Deutschland ermittelt bei Personen, die sicher oder wahrscheinlich Mobilfunkstrahlung ausgesetzt waren; für Hodenkrebs 1,8 bei 542 Männern in Schweden, die das Handy in der Hosentasche getragen haben.

Untersuchungen zu **Mobilfunk-Basisstationen** gibt es wenige, eine ist von 2003–2006, eine andere von 1994–2004 in Deutschland. Da waren die Risikofaktoren 1,26 von 1994–1998 und 3,11 von 1998–2004; das ist in der 2. Periode statistisch signifikant, sowohl im Vergleich zu den Personen, die weiter weg wohnen als auch zu den erwarteten Werten. In einer israelischen Stadt fand man bei 622 Personen innerhalb von 350 m zu einer Basisstation (850 MHz 1500 Maximalleistung) im Vergleich zu 1222 Personen aus anderen Bereichen ein 4,15-fach erhöhtes Krebsrisiko in der Region der Basisstation im Vergleich zu anderen Regionen in der Stadt. Relative Krebsraten bei Frauen waren mit RF 10,5 nah an der Basisstation signifikant gegenüber 0,6 in der Kontrollregion und 1 für die gesamte Stadt. Französische und spanische Forscher ermittelten innerhalb von 300 m zu einer Basisstation signifikant erhöhte Raten von Kopfschmerzen, Müdigkeit, Schlafstörungen und Depressionen im Vergleich zu entfernteren Bereichen.

2. Experimente mit Nagetieren zur Krebsentwicklung

Ein Experiment mit 100 Ratten, die 2 Jahre lang 21,5 Stunden/Tag einer 2,45-GHz-Strahlung ausgesetzt (8 Hz moduliert, 0,4 W/kg) waren, ergab einen starken Anstieg von Krebs mit dem Faktor 3,6 (Auftrag der US-Luftwaffe). In anderen waren Lymphome 4,5-fach, Leberkarzinome 3-fach, Eierstockkrebs 5-fach, gutartige Nebennieren-Tumoren sogar 7-fach erhöht gegenüber den Kontrolltieren. In einer anderen Studie entwickelten Brustkrebs-Mäuse die Tumoren früher als die Kontrolltiere. Bei einer Studie war die Tumoranzahl nach 900-MHz-Bestrahlung mehr als doppelt so hoch.

3. Experimente an Zellkulturen zum Zellstoffwechsel

Die Bildung von **freien Radikalen, ROS und Stickstoffoxid** zeigt einen signifikanten Anstieg bei nicht-thermischen Intensitäten, in vivo und in vitro. Mikrowellen können eine signifikante Überproduktion von ROS in Mitochondrien von Spermienzellen bei nicht-thermischen Intensitäten hervorrufen mit einhergehender Reduktion der Beweglichkeit und Vitalität. Das bedeutet, Mikrowellen können oxidativen Stress in Zellen erzeugen, wodurch das Krebswachstum angeregt wird. Neuerdings wurde erkannt, dass ROS bestimmte intrazelluläre Kaskaden in Gang setzen (als second messenger) und normale Zellen in Krebszellen umwandeln können (onkogene Transformation).

DNA-Schädigung durch niedrige Intensitäten von Mikrowellenstrahlung wurde in über 50 Studien untersucht, ebenfalls in vivo und in vitro, meistens mit dem alkalischen Komet-Test. Die Experimente ergaben bei geringen Intensitäten einen statistisch signifikanten Anstieg von doppel- und Einzelstrang-DNA-Strangbrüchen bei Menschen, Tieren und Zellkulturen. Kürzlich wurde oxidative DNA-Schädigung in menschlichen Spermien durch Bildung von 8-hydroxi-2-deoxyguanosine (8-OH-dG) unter nicht-thermischer Mikrowellenbestrahlung in vitro belegt. DNA-Mutationen sind entscheidende Faktoren in der Krebsentwicklung und erhöhte Konzentrationen von 8-OH-dG findet man in vielen Tumoren. So ist es wahrscheinlich, dass Mikrowellen oxidative DNA-Schädigung einleiten, ein sehr wichtiges Signal für Studien zur Risikoabschätzung.

Beim **Enzym Ornithindecaboxylase (ODC)** gibt es signifikante Veränderungen nach Mikrowelleneinwirkung. Das En-

zym ist an Zellwachstum und -differenzierung beteiligt und seine Aktivität ist in Tumorzellen erhöht. Die Überexpression reicht nicht aus, um Transformation von normalen Zellen zu Tumorzellen zu bewirken, die erhöhte Aktivität führt aber bei vorhandenen Tumorzellen zur Wachstumsbeschleunigung.

Schlussfolgerung: In dieser Arbeit werden Beweise für die Krebs erregende Wirkung von Mikrowellen geringer Intensität aufgezeigt. Sowohl epidemiologische als auch experimentelle Daten ergaben, dass zumindest unter bestimmten Bedingungen die Langzeiteinwirkung zu Tumorentwicklung führen kann, insbesondere die Wachstumsbeschleunigung des schon entstandenen Tumors. Eine Einschränkung in Militär- und -Risiko-Studien zum Mobilfunk ist das Fehlen von genauen Dosis-Messungen. Die ziemlich lange Expositionszeit von etwa 10 Jahren der Mobilfunkkommunikation kann als potenzieller Faktor für die Begünstigung des Krebswachstums angesehen werden, unterhalb der Grenzwerte. Bei Experimenten mit Nagetieren wurden die Intensitäten der Mikrowellen exakt gemessen und bei den meisten waren sie unterhalb der Grenzwerte, und die meisten zeigten nach Langzeitbehandlung (bis zu 24 Monate) Krebs erregende Wirkung. Es gibt somit genügend überzeugende Daten dafür, dass Langzeiteinwirkung der Mikrowellen Krebsentwicklung fördern kann. Die ICNIRP-Empfehlungen und Grenzwerte einiger Staaten müssen deshalb überarbeitet und weitere unabhängige Forschung muss durchgeführt werden.

Quelle: Yakymenko I, Sidorik E, Kyrlyenko S, Chekhun V (2011): Long-Term Exposure to Microwave Radiation Provokes Cancer Growth: Evidences from Radars and Mobile Communication Systems (Review). *Experimental Oncology* 33, 62–70

Mobilfunkforschung

Krebsraten durch Mobilfunk in England und Brasilien

Zwei epidemiologische Arbeiten in zwei Ländern, zwei verschiedene Ansätze. In dem einen Fall (England) gab es keinen Anstieg der gesamten Tumorraten, weder in beiden Geschlechtern noch in einer bestimmten Altersgruppe. In Brasilien dagegen wurden erhöhte Krebsraten festgestellt, je näher man an Mobilfunk-Sendeanlagen wohnt und je höher die Feldbelastung ist.

1. Erkrankungsraten für Hirntumore in England

In England ist die Nutzung von Mobiltelefonen seit den frühen 1990-er Jahren, als die ersten digitalen Mobiltelefone eingeführt wurden, ständig gestiegen. Wenn ein erhöhtes Hirntumormorrisiko durch Mobiltelefonieren besteht, müsste man gestiegene Zahlen von Hirntumoren feststellen können. Das wurde hier anhand der registrierten Krebsfälle in den Jahren 1998–2007 untersucht. Um die Altersabhängigkeit der Krebsneuerkrankungen feststellen zu können, wurden die Daten vom englischen Statistischen Landesamt in London ausgewertet. Alle Krebsfälle waren histologisch bestätigt. Es wurde nach Altersgruppen unterschieden, weil man davon ausging, dass jüngere Leute empfindlicher sind und weil das Nutzungsverhalten anders ist. Außerdem wurden die anatomischen Bereiche am Kopf getrennt berechnet.

Man fand keine statistisch signifikante Veränderung in der Inzidenz bei Hirntumoren bei Männern und Frauen zwischen 1998 und 2007, und auch nicht bei den Altersgruppen, obwohl die Inzidenz unterschiedlich war. Die Untersuchung der Zeit-Trends zeigen geringen, aber „systematischen“ Anstieg bei Tumoren des Schläfenlappens bei Frauen und Männern; im

Frontallappen nur bei Männern. Gleichzeitig verringerten sich die Fälle von Krebs bei Männern im Scheitellappen (-0,03/Jahr), Großhirn (-0,02) und Kleinhirn (-0,01). Die Inzidenz der nicht spezifizierten Krebsarten bewegte sich zwischen 1,9 und 3,1 %, zeigte aber keinen zeitlichen Trend. Da in dieser Studie erhöhte Krebserkrankungszahlen für bestimmte Tumorarten nicht herausgearbeitet wurden, sind Untergruppen mit evtl. Erhöhung nicht erfasst. Es gab keine Daten für Gliome, Akustikusneurinome und Meningeome, wie sie in der INTERPHONE-Studie untersucht wurden, deshalb sind diese beiden Studien nicht zu vergleichen. Die Analyse legt nahe, so schlussfolgern die Autoren, dass die weitverbreitete Zunahme der Mobiltelefone nicht zu einem deutlichen Anstieg der Hirntumor-Neuerkrankungsrate (Inzidenz) zwischen 1998 und 2007 in England geführt hat. Ein leichter Anstieg ist für Krebs im Schläfenlappen zu sehen für einen Zeitraum, in dem die Mobilfunknutzung von 0 auf 65 % der Haushalte anstieg. Wenn dieser Anstieg auf Mobiltelefonnutzung zurückzuführen ist, würde das weniger als einen zusätzlichen Fall pro 100.000 Einwohner in 10 Jahren bedeuten. Anderen Studien zu Neuerkrankungen aller Krebsarten zeigen allerdings einen leichten Anstieg in England. Die Autoren schließen nicht aus, dass es empfindliche Personen gibt oder dass es einige seltene Tumorarten gibt, die mit der Mobilfunkstrahlung zusammenhängen, aber es gibt nach Ansicht der Autoren keinen Grund, aus Vorsorgegründen die Mobilfunkstrahlung zu reduzieren.

2. Todesfälle durch Krebs in Belo Horizonte

Eine neue epidemiologische Untersuchung im brasilianischen Belo Horizonte, Bundesstaat Minas Gerais, belegt den räumlichen Zusammenhang zwischen Mobilfunkstrahlung durch Basisstationen in einem Umkreis von 500 m und der Sterblichkeit durch Krebs. Der Untersuchungszeitraum ist 1996–2006. Je näher die verstorbenen Krebspatienten an einer Sendeanlage gewohnt hatten und je höher die Strahlenbelastung gewesen war, desto mehr Krebsfälle wurden registriert. Geschlecht und Alter zeigten keine Unterschiede. Die höchste Dichte an Basisstationen und ebenso an Todesfällen durch Krebs (5,83/1000 Einwohner) lag im südlichen Zentrum der Stadt, einem Wohngebiet. Die Strahlenbelastung wurde in 2008 und 2003 in der betreffenden Region gemessen. Die Werte überstiegen teilweise die Grenzwerte einiger Staaten und Städte, wie etwa China, der Schweiz und Italien sowie Salzburg, Paris und Porto Alegre. Die 17-seitige Arbeit ist mit vielen anschaulichen Diagrammen ausgestattet und legt die Daten überzeugend dar. Eine ausführliche Besprechung der Arbeit ist bei Diagnose Funk (www.diagnose-funk.org) nachzulesen, deshalb wird hier auf eine detaillierte Besprechung verzichtet.

Quellen:

1. Vocht F, Burstyn I, Cherrie JW (2011): Time Trends (1998–2007) in Brain Cancer Incidence Rates in Relation to Mobile Phone Use in England. *Bioelectromagnetics* 32, 334–339
2. Dode AC, Leão M, de Tejo F, Gomes A, Dode DC, Dode MC, Moreira CW, Condessa VA, Albinatti C, Caiaffa WT (2011): Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil. *Science of the Total Environment* doi:10.1016/j.scitotenv.2011.05.051

Kommentar: In der ersten Arbeit werden Time Trends herausgearbeitet, die keinen Anstieg der Krebsfälle zeigen. Wenn Krebsentwicklung mindestens 20 Jahre braucht, um epidemiologisch wahrgenommen zu werden, könnte der Trend im Schläfenlappen durchaus ein erstes Anzeichen für eine ansteigende Kurve darstellen. Insofern könnte man den bisher sichtbaren Time Trend vielleicht als Anfang sehen. Und in Sachen Vorsorge sollte dieser Hinweis genügen, zusammen mit Ergebnissen vieler anderer wissenschaftlicher Arbeiten, um die

Strahlung vernünftig zu reduzieren. Die Ergebnisse der 2. Arbeit beruhen auf der räumlichen Verteilung der Krebsfälle und der Strahlenbelastung. Letztere ist durch Messungen belegt. Die Arbeiten scheinen sich zu widersprechen, allerdings muss man beachten, dass die Voraussetzungen sehr unterschiedlich waren. Theoretisch könnten in England andere Krebsarten zurückgegangen sein, so dass eine mögliche Verschiebung hin zu mehr Hirntumoren durch die Gesamtzahl nicht wiedergegeben wird. Und vielleicht würde man mit denselben Daten aus England andere Ergebnisse erzielen, würde man ebenfalls die räumliche Verteilung der Krebsfälle untersuchen.

Rezension

Strahlenschutz, Politik und Wissenschaft

Die „Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie e. V.“ hat eine neue Broschüre veröffentlicht: „Strahlenschutz im Widerspruch zur Wissenschaft – Eine Dokumentation“. Autoren sind die Professoren Franz Adlkofer und Karl Richter. In der diesbezüglichen Pressemitteilung vom 21. Juli 2011 zu diesem Heft 5 heißt es: „Industrienah, aber fern der Wahrheit“.

Gleich im Vorwort der Broschüre wird erinnert: „Im Gutachten des Wissenschaftsrates über das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) aus dem Jahre 2006 wird festgestellt, dass die Besetzungspolitik dieser Behörde ihrem Gründungsauftrag widerspricht. Die Hauptursache dafür ist, dass sich der überwiegende Teil des Personals aus Beamten und Angestellten ohne ausreichende wissenschaftliche Vorbildung zusammensetzt.“ Diese Feststellung zusammen mit dem Hinweis, dass „Leitungsfunktionen in die Hand von Wissenschaftlern gelegt werden, die offen oder verdeckt mit der Industrie zusammenarbeiten“ ergeben kurz zusammengefasst ein Problem, „das die Gesellschaft nicht hinnehmen darf“. Die Teile 1–4 sind überschrieben mit „Eine Kampagne zur Vernichtung wissenschaftlicher Erkenntnis“, „Wissenschaftliche Fehlleistungen im Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm“, „Irreführung von Politik und Öffentlichkeit durch falsche Beratung“ und „Der Umgang mit Bürgern und ihren demokratischen Rechten“. In Teil 1 (Adlkofer und Richter) wird noch einmal der Hergang der Verleumdungskampagne von Prof. Lerchl von der privaten Universität Bremen im Verein mit der Wochenzeitschrift „Der Spiegel“ geschildert, die auch nicht aufhörte, als verschiedene Kommissionen die Vorwürfe für haltlos erklärt hatten. In Teil 2 (Adlkofer) wird im Zusammenhang mit einer „deutschen Mobilfunk-Karriere“ die wissenschaftliche Qualifikation des Betreffenden sowie dessen Umgang mit Forschungsergebnissen beleuchtet. Teil 3 (Adlkofer und Richter) greift die „Botschaften der Entwarnung und Unbedenklichkeit“ auf, das Problem von wirtschaftlichen Interessen einerseits und Strahlenschutz andererseits. Zum Schluss werden in Teil 4 mit „Fahrlässigkeit statt Vorsorge“ (Richter) die noch immer geltenden Grenzwerte als „Der wissenschaftliche und gesundheitspolitische Anachronismus“ hinterfragt und für einklagbare, wesentlich niedrigere Vorsorgewerte plädiert. Da wird in „die Entrechtung der Betroffenen“ die Verbindung von staatlichen, d. h. politischen und juristischen Instanzen hervorgehoben und die „Einschränkung der Gewaltenteilung“ diagnostiziert. Die „machiavellistische Tendenz der Mobilfunkpolitik“, nämlich dass der Staat nicht mehr seiner verfassungsgemäßen Aufgabe des Gesundheitsschutzes der Bevölkerung nachkommt, sondern in wirtschaftliche Interessen der Industrie eingebunden ist, zeigt das ganze Dilemma auf, das nicht nur in