

gestört und die Samen mussten mehr Energie aus der Umgebung aufnehmen als die unbehandelten im Verlauf der Entwicklung. Folglich wurde der biochemische und physiologische Stoffwechsel beschleunigt und die Biomasse der Pflanzen erhöht. Viele dieser Veränderungen werden adaptiven Reaktionen in Gegenwart von Cd-Stress zugeschrieben, wenn auch die Mechanismen nicht klar sind. Die Vorbehandlung mit Mikrowellen, 5 oder 10 sec lang, hat jedenfalls schützende Wirkung gegen Cd-Schädigung, im Unterschied zu längerer Bestrahlung.

Quelle: ZongBo Qiu, JinTing Li, YaJie Zhang, ZhenZhen Bi, HuiFang Wei (2011): Microwave pretreatment can enhance tolerance of wheat seedlings to CdCl₂ stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 74, 820–825

Kommentar zu den Schlussfolgerungen: Die Schlussfolgerungen der Autoren, dass die Vorbehandlung mit Mikrowellen Pflanzenzellen vor Stress-Schädigung schützen kann, also die so genannte Stresstoleranz erzeugt wird durch veränderte Regulation der relevanten Enzyme und anderer Zellbestandteile (Steigerung bzw. Verminderung von Aktivitäten und Konzentrationen), erscheint gewagt. Die Einwirkung der Mikrowellen könnte Reaktionen in den Samen hervorrufen, die zur Folge haben, dass die Keimlinge besser gewappnet sind, dies allerdings nur bei relativ geringer Dosis. Das Pflanzenwachstum wurde nur 10 Tage beobachtet. Wenn der Stoffwechsel angekurbelt wird, die Pflanzen sozusagen bessere Startbedingungen haben, könnte das im Verlauf der weiteren Entwicklung theoretisch zu schnellerer Erlahmung des Stoffwechsels führen. Was passiert mit älteren Pflanzen, wie ist die Lebensdauer, die Entwicklung der Früchte? Das alles muss geklärt werden.

Hochfrequenzwirkung

Wirkung von 2,2-GHz-Strahlung auf 2 verschiedene Zellarten

Die beiden hier untersuchten Zelllinien von menschlichen Krebszellen zeigten nach 24 Stunden Unterschiede beim Zellwachstum, nachdem sie der Radar-ähnlichen Strahlung ausgesetzt gewesen waren. Nach den Ergebnissen bestätigt sich, dass verschiedene Zellarten unterschiedlich empfindlich gegenüber dieser Art Hochfrequenzstrahlung sind.

Zahlreiche Zellexperimente haben widersprüchliche Ergebnisse hinsichtlich der Empfindlichkeit gegenüber Hochfrequenzstrahlung geliefert. Radarüberwachung erfolgt im Frequenzbereich von 2–4 GHz, und so sind große Teile der Bevölkerung und Militärangehörige dieser Strahlung ausgesetzt. Hier sollte die Hypothese, dass HF-Strahlung die Krebsentwicklung beeinflusst, überprüft werden. Die beiden Zelllinien Neuroblastom NB69 und Leberkarzinom HepG2 wurden einem Radar-ähnlichen pulsmodulierten Signal (2,2 GHz 5 µsec Pulsdauer, 100 Hz Wiederholungsfrequenz) 24 Stunden ausgesetzt. Die SAR-Werte betragen 1,18 – 1,25 – 1,16 – 1,29 – 2,01 – 2,14 – 1,93 und 2,25 W/kg, das ergibt durchschnittlich 23 mW/kg für die 24 Stunden – Werte, die unterhalb der thermischen Schwelle liegen (die Temperaturdifferenz betrug unter 0,1 °C). Die Zellkulturen bestanden pro Zelllinie in 3 x 8 Petrischalen (3-fach Ansatz). Die Negativkontrolle bestand in unbestrahlten Zellkulturen, die außerhalb der Bestrahlungseinrichtung, aber im selben Brutschrank standen wie die scheinbestrahlten Zellen. Es gab nach 24 Stunden keine maßgeblichen Unterschiede zwischen den beiden Kontrollen.

Das Zellwachstum von HepG2 stellte sich nach 24 Stunden bei den bestrahlten und scheinbestrahlten Zellen (je 8 Petrischalen in 6 Wiederholungen) folgendermaßen dar: Bei der Überle-

bensrate gab es kaum Unterschiede, sie betrug bei den scheinbestrahlten Kontrollen 97,16 % und bei den bestrahlten 96,92 %. Bei den NB69-Zellen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Zellzahl bei den bestrahlten Zellkulturen, sie betrug 13,5 % weniger als bei der Kontrolle. Zudem gab es eine Erhöhung der Zellwachstumsrate in der G0/G1- und der G2/M-Phase der Zellteilung (6 bzw. 9 %). Zudem gab es eine moderate, aber signifikante Abnahme der Überlebensrate. Bei den HepG2-Zellen dagegen gab es diese Unterschiede nicht. Die Unterschiede bei den NB69-Zellen kommen zumindest z. T. durch Veränderung der Zellzyklus-Kinetik zustande. Der Zellzyklus wird angehalten in der G0/G1- und der G2/M-Phase, was zu einer signifikant verminderten Gesamtzahl der Zellen führte. Die Ergebnisse bedeuten nicht, dass HepG2-Zellen unempfindlich sind, sie reagieren vielleicht in anderen Zellteilungsphasen oder würden erst eine späte Reaktion zeigen. Die Hypothese, dass HF-Strahlung die Krebsentwicklung beeinflusst, stimmt demnach zumindest für bestimmte Zellarten wie die Nervenzelllinie, wie auch andere Experimente zeigten. Damit wird einmal mehr bestätigt, dass Zellarten unterschiedlich empfindlich gegenüber Strahlung sind. Ursache für die zytostatische Wirkung der 2,2-GHz-Strahlung (24 Stunden durchschn. 23 mW/kg) auf Nervenzellen könnte eine Störung der Regulation der Zellteilungsgeschwindigkeit sein. Obwohl der eigentliche Angriffspunkt der Strahlung nicht bekannt ist, passen die Ergebnisse zu der Vorstellung, dass die Zellmembranen mit Veränderungen im Calcium- und/oder Eisenhaushalt betroffen sind.

Quelle: Trillo MA, Cid MA, Martínez MA, Page JE, Esteban J, Ubeda A (2011): Cytostatic Response of NB 69 Cells to Weak Pulse-Modulated 2.2 GHz Radar-Like Signals. *Bioelectromagnetics* 32, 340–350

Epidemiologie

Abschätzung der Fehler in epidemiologischen Studien

Mit Rechenmodellen wurde untersucht, wie sich statistische und systematische Fehler auf die Ergebnisse von Fall-Kontroll-Studien auswirken können. Das Modell war die CEFALO-Studie zu Mobilfunknutzung und Hirntumoren bei Jugendlichen. Es gab unerwartete Abweichungen zwischen Erinnern und objektiven Daten der Telefonanbieter, vor allem bei den Kontrollpersonen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind nützlich für die Neubewertung früherer epidemiologischer Studien wie der INTERPHONE-Studie.

Fall-Kontroll-Studien sind anfällig für Fehler, denn die Daten werden immer rückblickend mittels Fragebögen erhoben. Dadurch können Verzerrungen in der Auswertung durch Fehler in der Erinnerung der Probanden entstehen. Auch die Auswahl der Kriterien und der Teilnehmer kann zu Verschiebungen führen und man errechnet falsche Risikofaktoren. Anhand der laufenden Fall-Kontroll-Studie CEFALO an Kindern und Jugendlichen sollten solche Fehler mit Simulationsmodellen aufgedeckt werden. Die internationale CEFALO-Studie begann 2006 und soll den Zusammenhang zwischen Mobiltelefonnutzung und Hirntumoren bei 7–19 Jahre alten Kindern und Jugendliche untersuchen. Beteiligt sind Dänemark, Norwegen, Schweden und die Schweiz. Es gab zwei Mobilfunk-Expositions-Kategorien, Normal- und Vielnutzer (weniger als 1 Gespräch/Woche bis 5 Gespräche/Tag, Gesprächsdauer 1–10 Minuten/Gespräch). Verglichen wurden Aussagen der Probanden (in Fragebögen) und Daten der Telefongesellschaften (ausgewertet wurden 26 % aller Kranken und 22 % der Kon-

trollen, die ein Mobiltelefon besitzen). Berechnet wurde das Verhältnis von im Interview angegebenen und aus den Aufzeichnungen der Telefongesellschaften ersichtlichen Daten, getrennt nach Land, Geschlecht, Altersgruppe (7–14 und 15–19 Jahre) und anderen Kriterien. Verschiedene Szenarien und Kombinationen aus systematischen und statistischen Fehlern wurden durchgespielt und Plausibilitätsszenarien erstellt. Insgesamt wurden 423 Krebspatienten und 909 gesunde Kontrollpersonen einbezogen. Die Interviews konnten in 83,2 % (352) der Krebspatienten und 71,1 % (646) der Kontrollen vollständig ausgewertet werden. Die Krebskranken überbewerteten die Anzahl ihrer Telefonate um 9 % und die Dauer der Gespräche um 54 %, während die Kontrollen die Anzahl um 34 % und die Dauer um 163 % überbewerteten. Die kumulative Dauer der Gespräche wurde von beiden Gruppen überschätzt, durchschnittlich 9 % bei den Krebspatienten und 34 % bei den Kontrollpersonen. In der CEFALO-Studie wurden bei den Normalnutzern in allen Szenarien fast keine Fehler in den Risikofaktoren gefunden, aber bei den Vielnutzern. Der Unterschied bei der Unterschätzung betrug in der Berechnung des Risikofaktors in einem Fall 1,52 statt 1,11.

Die Einschränkungen der Studie betreffen das Fehlen von Daten der Mobilfunkanbieter, da in vielen Fällen keine Daten vorhanden sind, weil oft die Eltern der Kinder die Vertragspartner sind. Zudem sind die Simulationen vereinfacht, denn es wurden keine weiteren Einflussfaktoren und Latenzzeiten berücksichtigt. Auch nicht die Altersabhängigkeit der Mobilfunknutzung. Man erwartet dadurch aber keine großen Abweichungen. Der Vergleich der Einschätzung der Teilnehmer mit den Daten der Anbieter zeigte keine Anzeichen dafür, dass die Krebskranken ihre Mobilfunknutzung stärker überschätzen als die Kontrollpersonen, es war vielmehr umgekehrt. Deshalb ist ein falsch positives Ergebnis in der CEFALO-Studie unwahrscheinlich.

In den Szenarien wurden die Risikofaktoren der Vielnutzer unterschätzt. Deshalb kann es zu einem vermeintlich abwesenden Risiko kommen, wenn die Kontrollen ihren Gebrauch des Mobiltelefons stärker überschätzen als die Krebskranken. Das scheint den bisherigen Erfahrungen zu widersprechen, wonach die Kranken die Nutzung eher überschätzen als die Gesunden. In der CEFALO-Studie scheint es – anders als z. B. in der INTERPHONE-Studie – kaum Verzerrungen in den Risikofaktoren durch die Unterschiede bei den Teilnehmern zu geben, weil die Teilnehmerzahl in beiden Gruppen hoch war. Es ist unwahrscheinlich, dass die Ergebnisse der CEFALO-Studie falsch positive Zusammenhänge herstellen.

Quelle:

Aydin D, Feychting M, Schüz J, Veje Andersen T, Harbo Poulsen A, Prochazka M, Klæboe L, Kuehni CE, Tynes T, Rööslö M (2011): Impact of Random and Systematic Recall Errors and Selection Bias in Case-Control Studies on Mobile Phone Use and Brain Tumors in Adolescents (CEFALO Study). *Bioelectromagnetics* 32, 396–407

Kommentar

Forschung, Wirtschaft, Politik

Die IARC (International Agency for Research on Cancer, eine Institution der Weltgesundheitsorganisation WHO) machte in der letzten Zeit in bemerkenswerter Weise von sich reden.

Zum einen hat sie bei der Bildung der internationalen Arbeitsgruppe zur Einschätzung von elektromagnetischen Feldern und Krebs bewiesen, dass sie die Akteure in diesem Bereich weltweit im Blick hat, und dass sie sich nicht durch Lobbyisten

daran hindern lässt, die Einstufung der elektromagnetischen Felder als möglicherweise für den Menschen Krebs erregend (s. S. 4) vorzunehmen. Im Vorfeld, bei der Suche nach geeigneten Teilnehmern an der Arbeitsgruppe, wurde der deutsche Bewerber Prof. Dr. A. Lerchl (trotz seines Protestes, s. ElektromogReport 4/2011) als befangen und nicht qualifiziert abgelehnt. Im weiteren Verlauf musste der schwedische Vorsitzende dieser Arbeitsgruppe, Prof. Anders Ahlbom, von seinem Posten zurücktreten (www.microwavenews.com, 22. Mai 2011). Beide hatten verschwiegen, dass sie für die Industrie tätig sind. Lerchl ist das Aushängeschild der Deutschen Mobilfunkwirtschaft, Ahlbom arbeitet in der Firma seines Bruders, die in Brüssel ansässig ist und Telekommunikationsunternehmen berät. Magda Havas aus Kanada klärt auf ihrer Homepage über die Verbindungen weitere Mitglieder der Arbeitsgruppe zur Industrie auf (www.magdahavas.com/2011/06/05/may-2011-a-month-in-review/). Am 3. Juni 2011 sagt Prof. Adlkofer in einem Interview (www.diagnose-funk.org, 22. Juni 2011), dass trotzdem von der Politik nichts zu erwarten ist, man stattdessen auf die Vernunft der Bürger setzen muss, die einen echten Strahlenschutz erzwingen müssen. Der Präsidenten der Wiener Ärztekammer, Dr. Walter Dorner, sagte am 9. Juni 2011 in einer Pressemitteilung, man müsse „weiterhin auf das Vorsorgeprinzip setzen, denn Vorsorge darf nicht wirtschaftlichen Interessen geopfert werden!“ Prof. Kundi von der Medizinischen Universität Wien erklärt: „Jetzt, nach dem ersten internationalen Votum, das ein mögliches Krebsrisiko konstatiert, sollten jedenfalls alle Bemühungen zur Umsetzung des Vorsorgegedankens intensiv verstärkt werden.“ Prof. Mosgöller vom Institut für Krebsforschung der Medizinischen Universität Wien ergänzt, es sei nun der Auftrag der Politik, nach jahrelangem Herunterspielen und andauernder Verharmlosung durch die Industrie, die Forschung „ohne Zutun der Mobilfunkindustrie voranzutreiben“ (www.aerzte-und-mobilfunk.net/informationen/erkenntnisse-und-studien/moegliche-krebsgefahr-durch-who-bestaetigt.html).

Zuletzt sei erwähnt, dass sich Jörg Blech am 6. Juni 2011 mit einem Kommentar unter dem Titel „Die Angstmacher“ in der Online-Ausgabe von „Der Spiegel“ recht unqualifiziert zum Thema zu Wort meldete (<http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-78832422.html>).

Isabel Wilke

Kurzmeldungen

Risiko für Hirntumore durch Funk-Telefone

Die beiden Autoren untersuchten den Zusammenhang zwischen bösartigen Hirntumoren (diagnostiziert 1997–2003) und der Nutzung von Schnurlos- bzw. Mobiltelefonen anhand von 2 Fall-Kontroll-Studien. Der Rücklauf der Fragebogen betrug für die Kontrollen 84 % und für die Fälle 85 %. Das Erkrankungsrisiko stieg mit zunehmender Latenz- und Nutzungszeit für beide Telefonarten an. Das höchste Risiko bestand für das häufigste Gliom (das Astrozytom) für Personen, die Funktelefone mehr als 10 Jahre benutzten (Risikofaktor 2,7 für Handy, Schnurlostelefon 1,8). In einer weiteren Analyse ergaben diese Telefentypen unabhängige Risikofaktoren für diese Gliome: Das Astrozytom trat am häufigsten bei Personen auf, die vor dem 20. Lebensjahr mit der Nutzung begonnen hatten (Risikofaktor 4,9 für Handy und 3,9 für Schnurlos-Telefone).

Quelle:

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K (2011): Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *International Journal of Oncology* 38 (5), 1465–1474