

dass eine Minderheit der Probanden die tatsächlich vorhandenen Bedingungen korrekt wiedergeben konnten.

Zur Erklärung für die Unterschiede diskutieren die Forscher verschiedene Aspekte. Die Untersuchungsbedingungen waren in dieser Studie nicht die gleichen wie in der TNO-Studie. Beispielsweise wurden in der TNO-Studie alle Tests an einem Tag durchgeführt, während hier immer eine Woche dazwischen lag.

Insgesamt kann nicht ausgeschlossen werden, dass UMTS-Frequenzen einen Einfluss auf die Hirnfunktionen haben.

Nun will man auf die Ergebnisse ähnlicher Studien warten, die in Dänemark, England und Japan in Arbeit sind.

Quelle:

Regel S, Negovetic S, Rööslü M, Berdiñas V, Schuderer J, Huss A, Lott U, Kuster N, Achermann P (2006): UMTS Base Station-Like Exposure, Well Being and Cognitive Performance. *Environmental Health Perspective*, doi: 10.1289/ehp.8934

<http://dx.doi.org>, 6 June 2006

## Mobilfunk und Gesundheit

# Handy erzeugt schwere körperliche Schäden bei Blitzschlag

**In London wurde ein 15-jähriges Mädchen während des Telefonierens mit dem Mobiltelefon von einem Blitz getroffen und schwer verletzt.**

In den meisten Fällen wird ein Blitz an der Körperoberfläche abgeleitet, ohne in den Körper einzudringen (sog. Flashover), weil der Hautwiderstand sehr groß ist. Deshalb sind Blitzschläge eher selten tödlich. Wenn aber leitende Gegenstände, z. B. Metalle, Flüssigkeiten, mit dem Körper verbunden sind, wird diese Barriere durchbrochen und der Strom kann in den Körper eindringen. Die Folgen sind erhebliche innere Verletzungen, die tödlich sein können.

Der Fall eines 15-jährigen Mädchens in London weist darauf hin, dass auch ein Handy das Risiko in sich birgt, bei Blitzschlag schwere Gesundheitsschäden davonzutragen. Das Mädchen hatte in einem Park während eines Gewitters telefoniert, wobei sie vom Blitz getroffen wurde. Sie konnte wiederbelebt und gerettet werden, aber sie konnte sich an nichts mehr erinnern, weil sie einen Herzstillstand erlitten hatte.

Allerdings war sie nach einem Jahr immer noch krank, saß im Rollstuhl und hatte körperliche, geistige und emotionale Probleme. Dazu kommt ein Loch in Trommelfell mit Hörverlust an dem Ohr, an dem sie das Handy gehalten hatte.

Quelle:

*British Medical Journal* (2006) 332, 1513 (24 June); doi: 10.1136/bmj.332.7556.1513-b: Injury from lightning strike while using mobile phone.

## Mobilfunk und Medizintechnik

# Mobiltelefone beeinflussen Infusionspumpen

**Durch Mobilfunkstrahlung von 900 und 1800 MHz können Infusionspumpen gestoppt werden. Es werden verschiedene Fehler gemeldet, die Programme werden aber nicht beschädigt.**

In vielen Krankenhäusern ist das Telefonieren mit dem Handy ganz untersagt, in einigen nur in bestimmten, so genannten kritischen Bereichen. Dazu gehören Intensivstationen und Operationssäle. Der Grund ist, dass unter Umständen lebenserhaltende Geräte durch die elektromagnetischen Felder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden oder sogar ganz ausfallen. Frühere Untersuchungen haben widersprüchliche Ergebnisse erbracht, wenn verschiedene Geräte getestet wurden. Deshalb gab es auch kritische Stimmen, was das Handy-Verbot angeht.

Auch die früheren Untersuchungen zu Infusionspumpen haben keine eindeutigen Ergebnisse erzielt. Infusionspumpen werden in kritischen und nicht-kritischen Bereichen eingesetzt, zum Teil auch zu Hause. Deshalb sollte hier zum einen untersucht werden, bei welcher Entfernung und bei welcher Strahlungsleistung für die jeweilige Frequenz die Pumpen gestört werden, und zum anderen, welche Art von Störungen auftreten.

Für die Experimente wurden 8 Typen von Volumenpumpen und 4 Spritzenpumpen verschiedener Hersteller verwendet. Insgesamt wurden 20 Pumpen getestet. Wenn mehrere Exemplare eines Typs vorhanden waren, wurden alle getestet und die Ergebnisse waren ähnlich. Als Strahlenquellen wurden 3 verschiedene Handytypen eingesetzt, die sowohl 900 als auch 1800 MHz senden können.

Die Pumpen wurden auf einen nicht leitenden Tisch gestellt, weit weg von metallischen Gegenständen, und mit einem Testgerät in einem Meter Entfernung verbunden. Die Volumenpumpen wurden auf 250 ml und die Spritzenpumpen auf 50 ml pro Stunde eingestellt. Die Bestrahlung mit dem Mobiltelefon erfolgte mit 2 Watt bei 900 MHz und 1 Watt bei 1800 MHz maximal.

Zuerst wurde bei maximaler Leistung in einem Meter Entfernung getestet, dann im Abstand von 50, 25 und 5 cm. Wenn keine Störung auftrat, wurde auch im 0 cm Abstand gemessen. Wenn eine Störung auftrat, wurden der Abstand und die Orientierung der Antenne genauer bestimmt.

Bei der Untersuchung kam heraus, dass 6 von 8 Volumenpumpen und eine von 4 Spritzenpumpen durch die Strahlung gestört wurden. Wenn eine Störung auftrat, wurde die Pumpe immer gestoppt und Alarm ausgelöst. Die Pumpen mussten dann neu gestartet werden; keine der Pumpen startete von allein. Die Fehlermeldungen unterschieden sich bei den einzelnen Typen.

Nach dem Neustart arbeiteten alle Geräte wieder normal. Die Programme waren nicht durch die Strahlung beschädigt worden.

Wenn keine Fehlermeldung kam, konnten keine Veränderungen der Infusionsrate oder der Anzeige festgestellt werden. Es gab auch keine Unterschiede im Netz- oder Batteriebetrieb. Ebenso gab es keine Unterschiede zwischen älteren und neueren Konstruktionen.

Die Empfindlichkeit der Pumpen war sehr unterschiedlich. Alle Störungen traten bei einem Abstand unter 30 cm auf, wenn die Handys bei maximaler Leistung arbeiteten. Bei direkter Einwirkung der Strahlung (0 cm Abstand) lag die untere Schwelle für Störungen bei 50 mW für 900 MHz und 2,5 mW für 1800 MHz. In manchen Fällen war die Einwirkung von 1 Watt bei 1800 MHz stärker als die von 2 Watt bei 900 MHz.

Es wurden verschiedene Fehlermeldungen registriert. Die stärkste Beeinträchtigung wurde beobachtet, wenn das Mobiltelefon nah an der Elektronik war oder an den Sensoren für Luftblasen und Druckverhältnisse.

Da keine Pumpe von allein wieder startete, muss das Bedienungspersonal geschult sein, vor allem, wenn es um lebensrettende Maßnahmen geht.

Wenn Mobiltelefone in kritischen Bereichen oder in der Nähe von elektronischen Geräten betrieben werden, sollte ein Mindestabstand von 30 cm eingehalten werden.

#### Quelle:

Calcagnini G, Floris M, Censi F, Cianfanelli P, Scavino G, Bartolini P (2006): Electromagnetic interference with infusion pumps from GSM mobile phones. *Health Physics* 90(4), 357–360

## Mikrowellen und Tumorzellen

# Wie töten Mikrowellen Tumorzellen ab?

**Wahrscheinlich spielt der Wassergehalt in den Zellen eine entscheidende Rolle bei der Krebsentstehung. Dies jedenfalls überlegt der Autor, basierend auf verschiedenen Erkenntnissen zu Vorgängen im Zellinnern.**

Allgemein ist bekannt, dass Wasser das wichtigste Lebensmittel ist. Das heißt, ohne Wasser kann in keinem Lebewesen Stoffwechsel ablaufen. Veränderungen im Wassergehalt von Zellen, verursacht z. B. durch Hormone oder Elektrolyte, kann eine Rolle bei der Regulation von Stoffwechselprozessen und genetischen Abläufen spielen. Es gibt auch Anhaltspunkte dafür, dass der Wassergehalt von Zellen einen wichtigen Faktor bei der Krebsentstehung darstellt. Darauf weisen verschiedene Untersuchungen hin, die bei steigendem Wassergehalt erhöhte Tumorzellbildung feststellten. Bisher konnte keine Erklärung für das Phänomen und den Mechanismus gegeben werden. Krebszellen haben einen höheren Wassergehalt als normale Zellen, ähnlich hoch wie embryonales Gewebe. Diese Tatsache kann zu therapeutischen Zwecken mit Mikrowellen eingesetzt werden und wird zur Entdeckung von Tumorzellen in der Diagnostik genutzt. Das heißt aber andersherum, dass Tumorzellen anfälliger sind für Entwässerung als andere Zellen. Der Autor stellt eine Hypothese vor, die alle bisher diskutierten Erklärungen zu einem schlüssigen Konzept vereinigt. Er fasst verschiedene Erkenntnisse aus vielen Untersuchungen zusammen.

Ein hoher Wassergehalt beschleunigt die Zellteilung. Es ist lange bekannt, dass das Zellvolumen zunimmt, wenn die Zellteilung bevorsteht. Gleichzeitig wird die Zelldifferenzierung verhindert und ebenso der programmierte Zelltod (Apoptose), ein Vorgang, der bei defekten Zellen sozusagen automatisch ausgelöst wird. Umgekehrt wird bei geringem Wassergehalt die Einleitung von Zelldifferenzierung und Apoptose begünstigt. Zudem werden Krebsgene aktiviert. Mehr Wasser in der Zelle erhöht die Zellatmung und andere Stoffwechselreaktionen, was der Zelle einen Wettbewerbsvorteil um Nährstoffe gegenüber den normalen Zellen verschafft. Der Einfluss von Hormonen wie Insulin, Östrogene und Testosteron auf das Tumorzellwachstum gehen auch mit einem Anstieg des Wassergehalts einher.

Steigender Wassergehalt wird auch als fördernder Faktor für die Krebsentstehung durch Hormone und entzündungsauslösende Stoffe angesehen. Bei Entzündungen wird ebenfalls der Wassergehalt der Zellen erhöht, und chronische Entzündungen sind oft ein Auslöser für Tumorentwicklung.

Behandelt man Zellkulturen von menschlichen Darm-Tumorzellen mit Polyethylenglykol (PEG), einer Substanz, die das Zellvolumen reduziert, differenzieren sich die Zellen zu zwei Arten von Darmzellen aus. Ein anderes Experiment mit Ratten zeigte, dass die Tiere weniger Tumoren entwickelten als die Kontrolltiere, wenn sie mit einem krebserregenden Stoff und gleichzeitig mit PEG im Trinkwasser versorgt wurden. PEG vermindert Zellteilung und Tumorentwicklung, und fördert die Differenzierung und Apoptose. Dies ist vermutlich auf einen osmotischen Effekt zurückzuführen.

Sieht man dieses Konzept aus der Evolutionsperspektive, könnte man die Krebsentstehung als Umkehrung der Veränderungen betrachten, die primitive Mehrzeller durchgemacht haben, als sie vom Wasser zum Land gingen. Bei der Anpassung an den neuen Lebensraum, so stellt man es sich vor, wurde das Zellwachstum verringert und es entstanden Gene, die die Zelldifferenzierung vorantreiben, insbesondere solche Gene, die vor dem Austrocknen schützen. Dafür spricht, dass Krebszellen empfindlicher gegenüber steigenden Ionenkonzentrationen in der umgebenden Flüssigkeit sind, da dies zur Entwässerung der Zelle führt. Dies könnte die Achillesferse der Tumorzellen sein, die man zur Bekämpfung sehr effektiv nutzen kann.

Aus der Sicht der Entwicklungsgeschichte könnten Tumorzellen eine Rückentwicklung in die Embryonalphase bedeuten: erhöhte Zellteilung und verminderte Zelldifferenzierung, was ebenso charakteristisch für Tumorzellen wie für Embryonalzellen ist. Dafür spricht auch das gehäufte Auftreten von fetalen Proteinen in Tumorzellen, und der ähnliche Wassergehalt stützt diese Annahme.

Moderne Verfahren könnten die Veränderungen des Volumens an lebenden Zellen messen ohne deren Funktion zu beeinträchtigen. Damit könnten die Vorgänge in den Zellen genauer untersucht werden. Unter klinischen Aspekten ist interessant, dass stark wasserhaltige Zellen empfindlicher sind gegenüber Mikrowellen- und Gamma-Strahlung.

Wenn Wasser der gemeinsame Faktor ist, der all diese Vorgänge beeinflusst, müssen die Mechanismen aufgeklärt werden, die diese Regulationen steuern.

#### Quelle:

McIntyre GI (2006): Cell hydration as a primary factor in carcinogenesis: A unifying concept. *Medical Hypotheses* 66, 518–526

## Mobilfunk

# Bundesnetzagentur gibt Hinweise zu Roaming

Die Bundesnetzagentur weist darauf hin, dass Gespräche mit dem Mobiltelefon im Ausland sehr teuer werden können. Die Informationen kommen rechtzeitig zum Beginn der großen Ferien. Das so genannte Roaming ist die Bezeichnung für die Kommunikation zwischen verschiedenen Mobilfunknetzen. Mit der SIM-Karte des Mobilfunks eines Betreibers kann der Nutzer auch auf Netze von anderen Betreibern zugreifen (Heimnetz und Besuchernetz). Diese Netzzugänge sind sowohl im eigenen Land als auch weltweit möglich (nationales bzw. internationales Roaming). Wenn das Roaming im Inland genutzt wird, wobei ein Betreiber das Netz eines anderen Netzbetreibers nutzt, entstehen keine zusätzlichen Kosten für den Endkunden, also den Mobil-Telefonierer. Anders ist das bei der Nutzung ausländischer Netze. Hier fallen immer zusätzliche Gebühren an, die teilweise beträchtliche Höhen erreichen können. Die Bundesnetzagentur empfiehlt daher, vor Reiseantritt Auskünfte über Preise einzuholen. Was viele Leute nicht wissen: Wer im Ausland auf dem Mobiltelefon angerufen wird, trägt selbst die Kosten des ausländischen Netzes, nicht der Anrufer. Ebenso kostet