

Ist Handystrahlung gefährlich?

Zehn Jahre Forschungstiftung Mobilkommunikation

Ob die Strahlung von Mobiltelefonen die Gesundheit gefährdet, wurde in den vergangenen 10 bis 15 Jahren intensiv erforscht. Mittlerweile ist klar, dass das von Handys ausgehende Risiko gering ist. Es konnten aber durchaus Effekte auf den Menschen nachgewiesen werden.

Guido Santner

Die Schweiz hat knapp acht Millionen Einwohner – und zehn Millionen Handys. Die Mobiltelefone sind aus unserer Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Mancher fragt sich aber auch: Ist es wirklich ungefährlich, wenn ich mir ein Gerät an die Ohren halte, das elektromagnetische Wellen aussendet?

Mobiltelefone übertragen die Gespräche per Funk – teilweise über mehrere Kilometer. Dabei nutzen sie Frequenzen, die nahe denjenigen von Mikrowellenöfen liegen. Wird also unser Hirn gegart, während wir telefonieren? Nein, so ist es natürlich nicht. Bereits in den 1960er-Jahren realisierten die Techniker von Radaranlagen, dass es gefährlich sein kann, wenn man sich vor den Antennen aufhält. Vor allem das Auge ist empfindlich, weil darin kein Blut zirkuliert, das das Gewebe abkühlen würde. Einigen Technikern wurde die Hornhaut getrübt, weil sie sich zu lange der Mikrowellenstrahlung aussetzten.

Weltweite Grenzwerte

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definierte bereits damals Grenzwerte, die vor einer zu grossen Erhitzung des Gewebes schützen. Deshalb dürfen Mobiltelefone mit einer Leistung von maximal 2 W senden. Im Vergleich dazu: Ein Mikrowellenofen arbeitet mit 1 kW in einem kleinen, geschlossenen Volumen. Um auszuschliessen, dass ein bestimmtes Handy zwar den Grenzwert von 2 W einhält, aber in eine Richtung besonders stark sendet und hier den Kopf belastet, wurde der SAR-Grenzwert eingeführt: die spezifische Absorptionsrate. Diese bestimmt, wie stark das Gewebe lokal erwärmt werden darf. Der SAR-Wert wird in W/kg angegeben. Die WHO empfiehlt einen obersten Grenzwert von 2,0 W/kg für kleinräumige bzw. lokale Erwärmungen.

Bau von Antennen

Während 1995 noch praktisch niemand ein Handy hatte, waren Mobiltelefone im Jahr 2000 schon weit verbreitet. Parallel dazu wurde das Funknetz ausgebaut. Hier regte sich Widerstand. Anwohner rekurrten gegen die «Natalantennen», die Mobilfunk-Basisstationen im eigenen Quartier. Für Mobilfunkbetreiber wurde es immer schwieriger, geeignete Standorte zu finden. In der Folge arbeitete das Bundesamt für Umwelt eine Verordnung über nichtionisierende Strahlung aus (NISV), die am 1. Februar 2000 in Kraft trat. Sie limitierte die Strahlung an sensiblen Orten wie Wohnungen oder Arbeitsplätzen auf eine elektrische Feldstärke von rund 5 V/m (abhängig von der Frequenz, 900 resp. 1800 MHz). Wenn eine Antenne auf einem benachbarten Gebäude in Betrieb genommen wurde, durfte in keiner Wohnung im Quartier der Grenzwert von 5 V/m überschritten werden. Im Gegenzug musste eine Antenne bewilligt werden, wenn die Grenzwerte eingehalten wurden.

Die 2 W/kg des Handys und die 5 V/m der Basisstation können nicht direkt miteinander verglichen werden, da sich das Mobiltelefon und der Kopf gegenseitig beeinflussen, während die Entfernung der Basisstation wesentlich grösser ist und hier ein homogenes Feld gemessen werden kann. Über den Daumen gepeilt entsprechen die 2 W/kg rund 200 V/m. Die Belastung durch das eigene Handy darf also wesentlich grösser sein als diejenige durch die Basisstation im Quartier. Das liegt daran, dass die Handy-Grenzwerte in internationale Produktnormen integriert sind, die von der Schweiz aufgrund von Handelsabkommen übernommen werden müssen. Ein Punkt ist sicher auch, dass beim Handy jeder selber entscheidet, ob er es nutzen will.

Das Bafu deklarierte die 5 V/m für Basisstationen als vorsorglichen Grenzwert. Die WHO empfiehlt 50 V/m für die Ganzkörperexposition, was einem SAR von 0,08 W/kg entsprechen würde. Die Schweizer Behörden nahmen mit dem tieferen Grenzwert Rücksicht auf die Befürchtungen, dass die Natelstrahlung auch nichtthermische Auswirkungen auf den Körper haben könnte, welche beispielsweise das Krebsrisiko erhöhen könnten.

Angst vor Krebs

Die Mechanismen, wie Natelstrahlung das Krebsrisiko erhöhen könnte, sind unklar, damals wie heute. Seit dem Jahr 2000 wurde aber intensiv auf dem

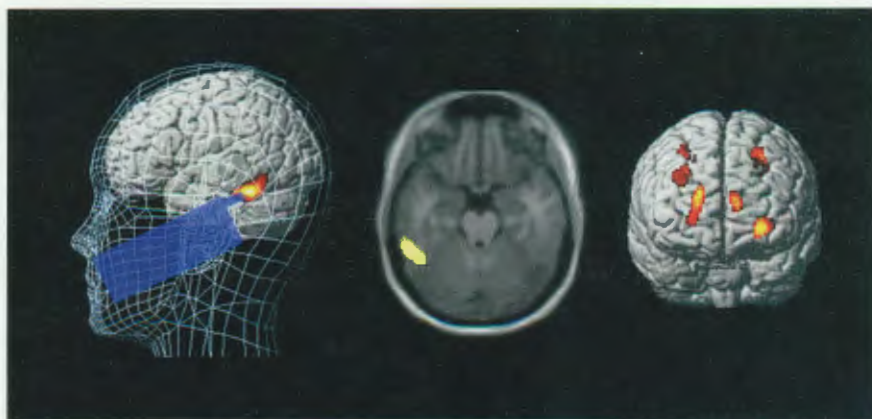
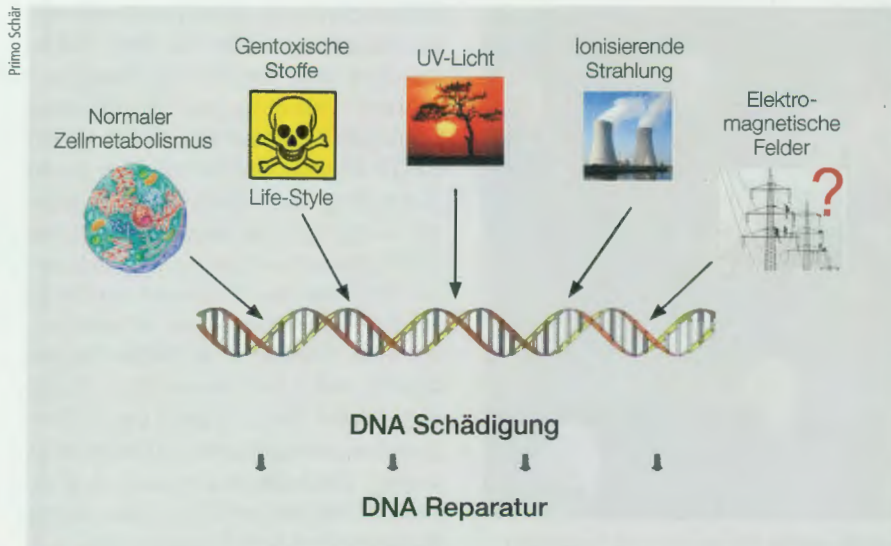


Bild 1 Die Natelstrahlung hat teilweise viel lokalere Einflüsse auf das Hirn als die Abstrahlung der Antenne dies erwarten liesse. Hier das Bild einer PET-Untersuchung. Auch EEG-Messungen von Hirnströmen während des Schlafs zeigen einen nichtthermischen Einfluss auf das Hirn.

Sargo Aalto et al.



«Die Effekte von Alkoholkonsum und Rauchen sind hingegen klar belegt und um Größenordnungen schlimmer», ergänzt Schär.

Das Team um Primo Schär geht insbesondere der Frage nach, welcher Mechanismus die Zelle beeinflussen könnte. Eines ist klar: Die Strahlung der Mobiltelefone kann die DNA-Stränge nicht direkt brechen wie die UV-Strahlung im Sonnenlicht oder radioaktive Strahlung. Die Experten sprechen deshalb von nichtionisierender Strahlung.

Zelle wird beeinflusst

Schär belastet die Zellen mit einem magnetischen Feld mit einer Frequenz von 50 Hz. Das entspricht dem Feld der 220-V-Stromversorgung. Allerdings ist die Feldstärke von 1 mT in den Versuchen relativ hoch. Die NISV setzt den Grenzwert für Wohnungen und Büros bei 1 µT, also einen Faktor 1000 darunter. Das Labor von Schär bildete einen Versuch ab, der 2003 in Wien durchgeführt wurde, und konnte die Strangbrüche nachvollziehen. Der Mechanismus bleibt aber unklar. Schär vermutet, dass die DNA nicht direkt beschädigt wird, sondern dass die Strahlung den Zellzyklus beeinflusst, beispielsweise den programmierten Zelltod. «Es könnte auch sein, dass die Strahlung die DNA-Synthese stört. Die Zelle dupliziert die DNA für die Zellteilung und synthetisiert dazu eine zweite DNA. Es könnte sein, dass die Strangbrüche während der Synthese entstehen.»

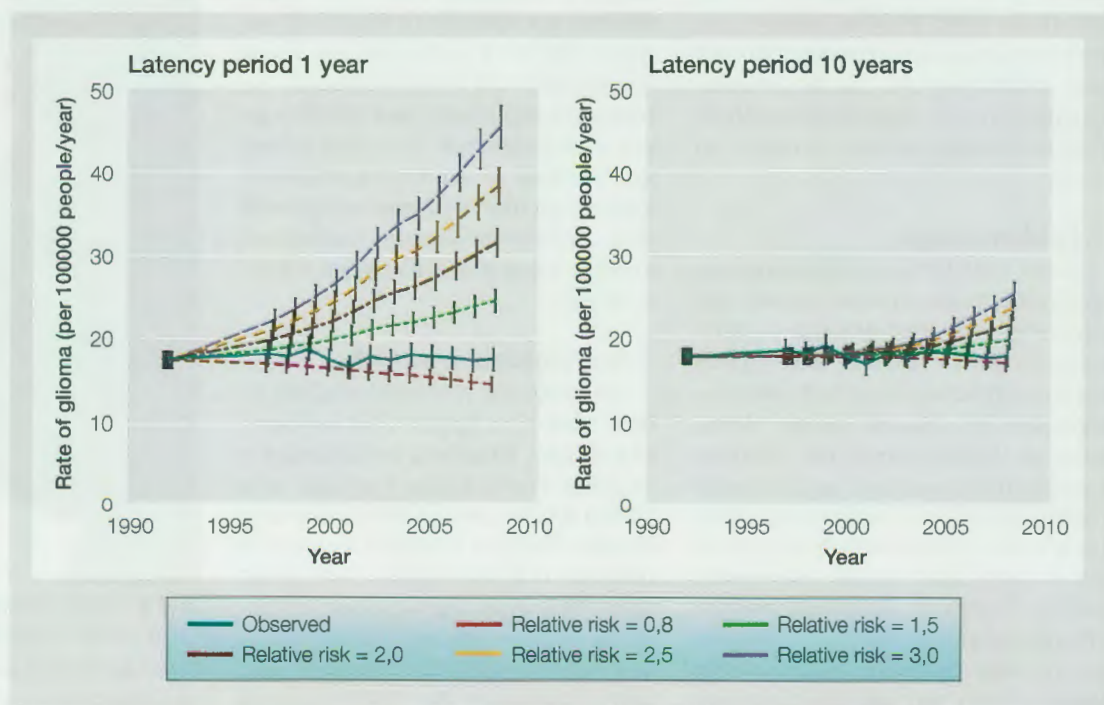
Bild 2 Strangbrüche in der DNA sind alltäglich und werden meist durch Sauerstoffradikale verursacht, die im Körper natürlich vorkommen. Die Strangbrüche werden automatisch repariert. Ob nichtionisierende Strahlung wie Elektromog Strangbrüche auslösen kann, ist unklar. Im Vergleich zum Rauchen oder Alkohol trinken ist das Risiko sehr gering.

Gebiet geforscht. Eine wichtige Rolle spielte dabei die 2002 gegründete Forschungsstiftung Mobilkommunikation (FSM), heute Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation. Die FSM koordinierte unter anderem das nationale Forschungsprogramm NFP 57 über nichtionisierende Strahlung, das 2010 nach vierjähriger Laufzeit abgeschlossen wurde.

Primo Schär, Professor für molekulare Genetik an der Universität Basel, fasste anlässlich des 10-Jahr-Jubiläums der Forschungsstiftung die Erkenntnisse zusammen, die er und seine Mitarbeiter

im Labor an Zellkulturen gewonnen haben: Unter bestimmten Voraussetzungen lassen sich bei Zellen vermehrte Strangbrüche in der DNA nachweisen, wenn sie mit Elektromog belastet werden. Primo Schär relativiert aber: «Jeden Tag entstehen im Körper rund 100 000 Strangbrüche in der DNA aus natürlichen Gründen, typischerweise durch freie Sauerstoffradikale, die während des normalen Stoffwechsels in der Zelle entstehen.» Diese Schäden würden ständig repariert – durch die Zelle selbst. Die zusätzlichen Strangbrüche, die sie beobachtet hätten, seien nur knapp messbar.

Bild 3 Martin Rösli zeigte an der FSM-Jubiläumstagung, dass die Anzahl von Hirntumoren in den letzten Jahren hätte zunehmen müssen, wenn Mobiltelefone Krebs auslösen könnten. Allerdings sei der Effekt stark abhängig von der Latenzzeit, bis die Krankheit ausbreche. In der rechten Grafik mit einer Latenzzeit von zehn Jahren ist der Effekt deutlich geringer.



Little et al., BMJ, 2012



Bild 4 Die FSM brachte in den letzten zehn Jahren immer wieder Befürworter und Gegner von Mobilfunk an einen Tisch. Hier diskutierten während der Jubiläumstagung (v.l.): Beat Glogger (Moderator), Ruedi Noser (Nationalrat und ICT-Unternehmer), Yvonne Gilli (Nationalrätin und Ärztin), Franziska Trösch-Schnyder (Konsumentenforum), Urs Walker (Bafu) und Carsten Schloter (Swisscom).

Auf das Risiko angesprochen, dass Elektromog Krebs auslösen könnte, erwidert Schär, dass die Effekte in sämtlichen Studien sehr klein sind – dass sie im natürlichen Rauschen der täglichen Strangbrüche kaum erkennbar sind. Trotzdem will er die Mechanismen verstehen, denn das Leben einer Zelle wird nicht nur durch die DNA bestimmt, sondern auch durch rund 100 000 Proteine. Während der Mensch aufwächst, differenzieren sich die Zellen je nach Funktion zu Haut, Muskeln, Nerven oder anderen Zellen. Da die DNA jeder Zelle identisch ist, wird ihre Funktion durch Proteine definiert, die an der DNA haften. «Jedes dieser Proteine, das die Entwicklung der Zellen beeinflusst, könnte eine Antenne sein für eine der Frequenzen, die durch die zunehmend drahtlose Kommunikation genutzt werden», so Schär.

Epidemiologie

Wenn viele Personen einer ungewissen Gefahr ausgesetzt sind, werden Epidemiologen zu Rat gezogen – denn sollte die Gefahr real sein, müssten sich die Krankheitsfälle innerhalb einer bestimmten Zeit häufen. Martin Rösli leitet als Epidemiologe die Abteilung Umwelt und Gesundheit am Schweizerischen Tropen und Public Health Institut in Basel: «In London grassierte 1854 die Cholera. Man wusste zwar nicht, welcher Erreger die Krankheit auslöste, erkannte aber eine bestimmte Wasserpumpe als Ansteckungsherd», sagt Rösli. Kaum war der kontaminierte

Brunnen versiegelt, stoppte die Epidemie. Dass ein Bakterium Cholera auslöst, galt erst 30 Jahre später als gesichert.

Ähnlich kann das Risiko von Handystrahlung betrachtet werden. Seit Mitte der 1990er-Jahre werden die Mobiltelefone breit genutzt. Angenommen, die Strahlung würde Krebs auslösen, hätte sich in den darauf folgenden Jahren die Anzahl von Krebsfällen erhöhen müssen. «Betrachtet man die Zahlen der Krebsregister, kann man keine Zunahme beobachten», sagt Martin Rösli. Er ergänzt allerdings, dass die Anzahl der zu erwartenden Fälle stark davon abhängt, wie schnell eine Krankheit ausbricht. Bei einer Latenzzeit von einem Jahr müssten die Krankheitszahlen bereits stark angestiegen sein. Wird hingegen eine Latenzzeit von zehn Jahren angenommen, ist der Anstieg moderater. «Aber auch hier hätte man mittlerweile eine Aufwärtsbewegung beobachten müssen, wenn das Risiko gross wäre», so Rösli.

Technologie wechselt

Will man die epidemiologischen Effekte über eine längere Zeit verfolgen, gibt es beim Mobilfunk ein zusätzliches Problem: Technologien wie GSM oder UMTS werden nach einer bestimmten Periode abgelöst – in naher Zukunft wird man mit LTE telefonieren. Nun unterscheiden sich die Signale dieser Technologien nicht nur bei der Trägerfrequenz von 900 oder 1800 MHz, sondern auch in der Modulation. Bei GSM teilen sich

acht Mobiltelefone einen Frequenzkanal. Nacheinander senden sie ihre Daten. Das führt dazu, dass ein vom Handy ausgestrahltes Signal gepulst ist. Auf jeden Sendepuls folgt eine längere Pause. Bei UMTS hingegen nutzen alle den Kanal gleichzeitig. Über einen Code separiert die Basisstation die einzelnen Telefone. Und in Zukunft wird es noch komplizierter: LTE weist den Mobiltelefonen dynamische Frequenzbänder zu – je nachdem, wie viele Telefone in der Nähe bedient werden, und je nach Anwendung, die auf dem Telefon läuft. So kann das vorhandene Frequenzspektrum optimal genutzt werden. Das bedeutet aber auch, dass nie jemand während mehr als zehn Jahren mit demselben Signal belastet wird.

Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten

Martin Rösli wies bei der Jubiläumstagung der FSM auf ein weiteres Problem hin: Das Ergebnis einer wissenschaftlichen Studie gilt dann als signifikant, wenn es zu einer Wahrscheinlichkeit von 95% korrekt ist. Wenn man nun diverse Daten erfasst wie Wohnort, Gewicht, Krankheiten und so weiter, kann es vorkommen, dass Abhängigkeiten zu Tage treten, die kaum wahrscheinlich sind. Dass zum Beispiel Elektromog Übergewicht oder Asthma fördert. Das liegt daran, dass ein Ergebnis zu einer Wahrscheinlichkeit von 5% auch falsch sein



Bild 5 Yvonne Gilli stellt bei ihren Patienten immer wieder echte Krankheitssymptome fest und fordert deshalb, dass die Exposition von Mobilfunkstrahlung minimiert werden sollte.

kann. Untersucht man mehr als 20 unterschiedliche Kriterien, so ist rein statistisch eines der Ergebnisse falsch. Röösl: «Je mehr Modelle man anschaut, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass eines falsch positiv ist.» Trotzdem bleibt die Statistik ein wichtiges Instrument für seine Arbeit: «Richtig eingesetzt, kann mit statistischen Methoden die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenhangs abgeschätzt werden. Die kritische Beurteilung kann aber nicht an die Mathematik delegiert werden.»

Hirnströme beeinflussen

Weder die Experimente mit Zellkulturen im Labor noch die epidemiologischen Befunde aus der Bevölkerung zeigen also eine direkte Gefahr, die vom Elektromog ausgehen würde. Dass Handystrahlung Krebs auslöst, konnte nicht nachgewiesen werden trotz diverser Studien. Nun könnte es aber sein, dass die Strahlung unser Wohlbefinden beeinträchtigt, beispielsweise Kopfschmerzen verursacht. Peter Achermann, Professor am Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Universität Zürich, untersucht den Einfluss der Handystrahlung auf die Hirnfunktionen. In verschiedenen Studien hat sich gezeigt, dass die GSM-Strahlung die Hirnaktivität beeinflusst. Insbesondere während des Schlafs wird dies beobachtet.

Achermann misst dazu bei seinen Probanden ein EEG: Rund um den Kopf werden Elektroden befestigt, welche die winzigen Ströme messen, die entstehen, wenn die Nerven im Hirn Signale weiterleiten. Es entstehen typische Muster, die interpretiert werden können, beispielsweise die Schlafspindeln mit einer Frequenz von 14 Hz. Bei den meisten Personen nimmt die Anzahl Schlafspindeln zu, wenn sie mit einem GSM-Signal bestrahlt werden – auch nachdem die Handystrahlung ausgeschaltet wurde. Einige Personen reagieren aber auch gar nicht, oder die Anzahl der Spindeln nimmt ab. Die Variabilität zwischen den Probanden ist gross.

Schlafqualität bleibt gleich

«Ich werde immer wieder gefragt, ob die Strahlung das Wohlbefinden beeinträchtigt. Aber bezüglich Schlafqualität sieht man bei den Probanden keinen Effekt», sagt Achermann. «Eine Tasse Kaffee ändert das EEG auch!» Einige Versuche wurden mit anderen Messmethoden wiederholt, beispielsweise mit einem PET-Scanner. Hier wird dem Blut eine

schwach radioaktive Substanz zugefügt, die sich im Körper verteilt. Der Scanner misst, wo sich die Substanz anreichert. Das ist typischerweise dort, wo der Körper aktiv ist, also viel Blut durchfliesst. Ebenso kann Glukose (Blutzucker) markiert werden. Wo viel Zucker verbrannt wird, reichert sich der Marker an. «Die PET-Untersuchungen zeigen, dass die Effekte viel lokaler sind, als man von der Exposition her erwarten würde», sagt Achermann. «Das könnte ein Hinweis sein, dass es nicht thermische Effekte sind.» An der Jubiläumstagung der FSM mahnte Achermann aber auch, dass man vorsichtig sein müsse: «Bei einer Studie nahmen die Probanden unbewusst die Geräusche vom Einschalten des Handy-Akkus wahr. Der akustische Kortex wurde aktiviert, ohne dass sie es sich bewusst waren.» Bei einer anderen Studie habe der Blutfluss zugenommen, der Glukoseverbrauch aber ab, was widersprüchlich sei. Zudem seien auch hier die Effekte oft sehr individuell. Es könne sein, dass 24 Personen eine Reaktion zeigten, und zehn keine.

Leistung beeinträchtigt?

«Es wurde auch untersucht, ob die Hirnleistung sich verändert. Entgegen der Resultate aus ersten Studien zeigte sich aber bei den Geschicklichkeitstests keine Veränderung aufgrund der Handystrahlung», sagt Achermann. Die ersten Studien seien selten doppelblind durchgeführt worden. Der Versuchsleiter wusste, ob der Proband bestrahlt wurde oder nicht. In neuen Studien wusste auch der Versuchsleiter nicht, ob die Antenne eingeschaltet war – und hier zeigten sich keine Effekte.

In seinem Rückblick über die letzten zehn Jahre Forschung im Bereich Mobilfunkstrahlung kommt Achermann zum Fazit, dass durchaus Effekte auf die Hirnaktivität beobachtet werden können, diese aber nicht bewusst wahrnehmbar sind. Zudem zeigen sich die Effekte nur bei pulsmodulierten Signalen, wie sie beim GSM-Standard vorkommen. Bei kontinuierlichen Signalen konnte kein Effekt nachgewiesen werden. Ebenso verschwinden die Effekte unter einem SAR von 1 W/kg – bei den elektromagnetischen Feldern, wie sie bei den Basisstationen auftreten, konnten also keine Effekte gezeigt werden.

Rückblickend kommen die Wissenschaftler zum Schluss, dass bei den geltenden Grenzwerten keine Gefahr für die Bevölkerung besteht, dass aber durchaus Effekte beobachtet werden können, deren Mechanismen man noch nicht versteht.

Für Ivonne Gilli, Ärztin und Nationalrätin, reicht dies nicht, um den Mobilfunk zu rechtfertigen: «Es gibt Menschen, die verkaufen ihre Häuser, weil sie unter dem Elektromog leiden!» Sie spricht eine Gruppe von Menschen an, die sich als elektrosensibel bezeichnen, also nach eigenem Empfinden besonders stark auf Elektromog reagieren würden.

Elektrosensibilität

Da in den Studien die individuellen Unterschiede immer wieder zu Tage traten, versuchte man, die Gruppe elektrosensibler Personen genau zu untersuchen. Laut einer Übersichtsstudie des Bafu war es aber nicht möglich, die Hypersensibilität im Labor nachzuweisen.

Résumé

Le rayonnement des téléphones mobiles est-il dangereux ?

Les 10 ans de la Fondation de la recherche sur la communication mobile

Les téléphones mobiles transmettent par radio les différentes conversations que nous menons. À grandes puissances, il existe un risque d'échauffement excessif des tissus, par exemple de l'œil. C'est la raison pour laquelle l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a défini plusieurs valeurs limites. Ainsi, les téléphones mobiles sont autorisés à émettre à une puissance maximale de 2 W. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a fixé une intensité de champ électrique de 5 V/m comme valeur limite de prévention pour les stations de base dans les habitations et sur le lieu de travail. Les autorités ont ainsi tenu compte des craintes selon lesquelles la pollution électromagnétique serait susceptible de produire sur le corps humain des effets non thermiques qui risqueraient par exemple d'augmenter le risque de cancer. Les scientifiques se sont penchés de très près sur ces questions au cours des 10 à 15 dernières années. Il ne fait désormais aucun doute que le risque présenté par les téléphones mobiles est minime. Il a toutefois été possible de prouver de façon absolue plusieurs effets produits sur l'être humain, parmi lesquels la modification des courants cérébraux.

No

Die Personen reagierten nicht unterschiedlich, ob die Handystrahlung ein- oder ausgeschaltet war. Hingegen zeigte sich ein generelles Unwohlsein im Labor, alleine mit der Aussicht, dass man bestrahlt werden könnte. Hier spricht das Bafu ein heikles Thema an: der Nocebo-Effekt. Elektrosensiblen Personen geht es nachweisbar schlechter, sobald sie annehmen, dass sie bestrahlt werden.

Das führt zur unangenehmen Situation, dass die Personen echt leiden, sobald sie wissen, dass sie bestrahlt werden. Trifft man Massnahmen gegen den Elektromog und teilt es ihnen mit, geht es

ihnen besser. Gilli äussert sich an der Jubiläumstagung, dass sie sich wünschen würde, dass diese Menschen ernst genommen werden: «Wenn die Leute bei mir in der Praxis sind, zeigen sich plausible Krankheiten, die der Elektromog auslöst.»

Diskussionen führen

In den letzten zehn Jahren versuchte die FSM, sowohl Befürworter als auch Gegner der Technologie an einen Tisch zu bringen. Auch kontroverse Themen wie die Elektrosensibilität wurden diskutiert und fanden Einzug in die For-

schung. So schwenkte die Diskussion am Ende der Jubiläumsveranstaltung auch weg von den Themen wie Krebs oder Elektrosensibilität hin zu den Inhalten, die über die modernen Medien verbreitet werden. Mittlerweile scheint der Medienkonsum mehr Emotionen auszulösen als die Angst vor elektromagnetischen Feldern.

Angaben zum Autor

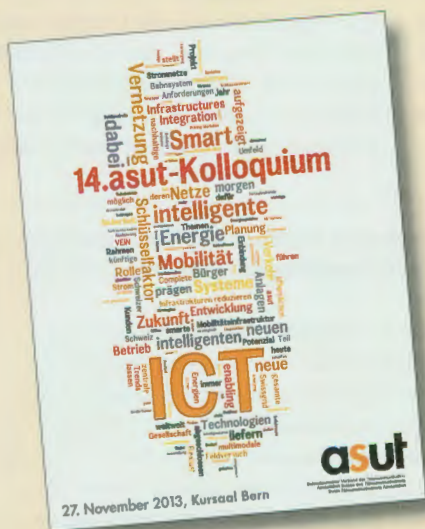
Guido Santner ist Wissenschaftsjournalist. Der Beitrag entstand in Zusammenarbeit mit der Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation (FSM).

Sprachwerk GmbH, 8005 Zürich, santner@sprachwerk.ch

Anzeige

ICT als Schlüsselfaktor für intelligente Netze – ICT enabling Smart Infrastructures

14. asut-Kolloquium – Kursaal Bern – 27. November 2013



Referenten

- Andreas König, CEO Swisscom IT Services
- Dr. Peter de Haan, Gruppenleiter Ernst Basler + Partner, Dozent an der ETH Zürich
- Niklaus Zepf, Leiter Corporate Development Axpo
- Siegfried Gerlach, CEO Siemens Schweiz AG
- Dr. Holger Herbst, Programmleiter Mobilfunkservices SBB
- René Soland, Leiter Geschäftsbereich Netze, Mitglied der Geschäftsleitung AEW Energie AG
- Raimon Christiani, Executive Partner, Global Leader Travel & Transportation Centre of Competence IBM Schweiz AG
- Daniel Berner, Leiter Solution Engineering BKW Energie AG
- Stefan Heimrich, Client Executive Federal Government IBM Global Business
- Peter Grüter, Präsident asut

Die Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT) nimmt in Zukunft eine immer wichtigere Rolle ein in der Steuerung der Produktion, der Verteilung und des Verbrauchs von Strom (Smart Grid, Smart Meter Systems, Smart Buildings), aber auch bezüglich nachhaltiger Mobilität und genereller Ressourceneffizienz. Intelligente Infrastrukturen und Systeme werden für unsere Gesellschaft und die Wirtschaft immer wichtiger. Die Vernetzung und Digitalisierung all dieser Infrastrukturen und Systeme geht mit rasanten Schritten vorwärts und wird die zukünftigen Kommunikationssysteme prägen.

Das 14. asut-Kolloquium widmet sich voll und ganz den Themen rund um eine smarte Energie- und Mobilitätsinfrastruktur. Mitglieder von VSE / electrosuisse / ITG können zu einem **Vorzugspreis** von CHF 290.- (anstelle CHF 450.-) an der Veranstaltung teilnehmen. Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme!

Weitere Informationen/Onlineanmeldung: www.asut.ch (Veranstaltungen/Kolloquium), info@asut.ch / +41 31 560 66 66