



Mobilfunk: Ein Gesundheitsrisiko?
Studien - kontrovers diskutiert

Mobilfunk: ein Gesundheitsrisiko? Studien - kontrovers diskutiert

Weitergehende Informationen, die natürlich ständig aktualisiert werden, finden Sie in unserem Internetauftritt unter **www.lgl.bayern.de**.

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Eggenreuther Weg 43
91058 Erlangen

Telefon: 09131/764-0
Telefax: 09131/764-102

E-Mail: poststelle@lgl.bayern.de
Internet: www.lgl.bayern.de

Stand:

Mai 2005

Diese Druckschrift wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars erbeten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Publikation wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	4
2	Grundsätzliches zur Bewertung wissenschaftlicher Studien.....	4
3	Ausgewählte Studien	6
3.1	Naila-Studie	6
3.2	Reflex-Studie	7
3.3	INTERPHONE-Studie	8
3.4	Von Klitzing-Studie.....	9
3.5	Salford-Studie	10
3.6	Repacholi-Studie.....	11
3.7	TNO-Studie	12
3.8	Studien zum Blutbild	13
3.9	Studien zur männlichen Fertilität.....	14
4	Zusammenfassung.....	15
5	Kurzes technisches Glossar.....	17
6	Abkürzungen und Internet-Links für genannte Organisationen.....	17
7	Originalliteratur zu den Studien.....	18

1 Vorwort

Selten wurde ein Umweltthema so kontrovers und emotional in der Öffentlichkeit diskutiert wie der Mobilfunk. „Wem darf ich was noch glauben?“ diese Frage stellen sich Personen, die sich unvoreingenommen der Thematik nähern. Als Ärztin/Arzt werden auch Sie gelegentlich mit Aussagen konfrontiert, dass die Beschwerden Ihrer Patientinnen oder Patienten erst aufgetreten sind, seit es Mobilfunk gibt. Im Freiburger Appell, der von Ärztinnen und Ärzten unterzeichnet wurde, wird dieser Zusammenhang zwar formuliert, aber nicht wissenschaftlich belegt.

Ziel dieser kurzen Ausarbeitung ist, sich mit den speziell in Bayern häufig zitierten Studien und Themenbereichen zu gesundheitlichen Auswirkungen des Mobilfunks zu befassen. Kursiv gedruckte Begriffe oder Abkürzungen und Literaturangaben sind am Ende der Broschüre zusammengestellt.

2 Grundsätzliches zur Bewertung wissenschaftlicher Studien

Für eine ausreichende Qualität sind Mindestanforderungen an Objektivität, Validität, Plausibilität, Reproduzierbarkeit und Statistik zu erfüllen. Eine genaue Dosimetrie und Expositionsangaben für das untersuchte biologische Target (z. B. Zelle, Tier oder Mensch) sind für eine Bewertung absolut notwendig. In sehr vielen Experimenten und besonders bei bevölkerungsbezogenen Studien ist die unzureichende Dosimetrie der methodische Schwachpunkt. Ein wichtiger Anhaltspunkt für die Güte eines Forschungsberichtes ist auch, ob die Arbeit in einer anerkannten Fachzeitschrift publiziert wurde, die einem Begutachtungsverfahren durch andere Wissenschaftler (peer-review) unterliegt.

Wenn ein Mensch elektromagnetischen Feldern ausgesetzt ist, unterscheidet man zwischen der reinen physikalischen Einwirkung (z. B. Kräfte auf elektrische Ladungen), einem physikalischen Effekt (z. B. Temperaturerhöhung), einer aktiven biologischen Reaktion (z. B. thermoregulatorische Vorgänge) und einer gesundheitlichen Beeinträchtigung. Eine gesundheitliche Beeinträchtigung setzt immer eine biologische Reaktion voraus, der ein Effekt infolge einer physikalischen Einwirkung vorausgeht. Andererseits müssen Effekte oder biologische Reaktionen nicht zwingend eine Gesundheitsbeeinträchtigung zur Folge haben.

Die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK), ein unabhängiges Expertengremium, das den Bundesumweltminister berät, verwendet für die Einstufung von biologischen Reaktionen und Gesundheitsbeeinträchtigungen mit abnehmender Evidenz die drei Kategorien wissenschaftlicher Nachweis, Verdacht und Hinweis. Liegen beispielsweise positive Ergebnisse nur aus Einzelstudien vor, so werden diese in der Regel als Hinweise eingestuft. Einzeleffekte können nicht die Grundlage einer Grenzwertfindung bilden. In der Presse und Öffentlichkeit werden solche neuen Einzelbefunde oft unkritisch zitiert und als Beweis für einen Zusammenhang dargestellt. Als wissenschaftlich nachgewiesen gilt eine feldbedingte Reaktion aber erst, wenn voneinander unabhängige Forschergruppen das Ergebnis reproduzieren konnten und das wissenschaftliche Gesamtbild das Vorliegen eines kausalen Zusammenhangs stützt.

Neben Laborexperimenten mit Zellen und Tieren sind auch epidemiologische Untersuchungen in das Gesamtbild einzubinden. Mit Hilfe von statistischen Verfahren werden Zusammenhänge zwischen einer Exposition und einem Gesundheitseffekt errechnet und als Risiko quantifiziert. Wenn in einer epidemiologischen Studie die Exposition nur retrospektiv abgeschätzt werden kann, ist eine Missklassifizierung nie auszuschließen und stellt die hauptsächlichste methodische Schwäche derartiger Studien dar. Eine gefundene statistische Asso-

ziation bedeutet jedoch nicht zwingend, dass der Zusammenhang auch kausal ist. Für diese Beurteilung muss eine biologische Plausibilität aus kontrollierten Laborversuchen vorliegen und es müssen in epidemiologischen Studien auch mögliche systematische Fehler durch Störgrößen (Confounder), Selektionsbias (z. B. Fall- und Kontrollkollektiv sind für die Fragestellung zu unterschiedlich) und Informationsbias (Recallbias: z. B. Betroffene berichten retrospektiv anders über mögliche Einflussfaktoren als gesunde Kontrollpersonen) einbezogen werden.

Nicht zu vernachlässigen ist auch der so genannte Publikationsbias. Einzelstudien, die einen feldbedingten Effekt aufgezeigt haben, werden eher bei einem Fachjournal eingereicht, als Studien mit einem Null-Effekt. Wenn das der Fall ist, spiegelt die veröffentlichte Datenbasis nicht das wissenschaftliche Gesamtbild wider.

Eine zusammenfassende Bewertung wissenschaftlicher Studien zu Mobilfunk und Gesundheit wird von Expertengremien regelmäßig durchgeführt, wobei auf eine interdisziplinäre Zusammensetzung geachtet wird. Auf nationaler Ebene tun dies z. B. die *SSK*, *NRPB* (National Radiation Protection Board; britische Strahlenschutzkommission), *SSI* (Statens Stralskydds-institut; schwedische Strahlenschutzbehörde) oder *NCRP* (National Council on Radiation Protection and Measurements; US-amerikanischer Strahlenschutzrat). Auf internationaler Ebene sind hier vor allem die *ICNIRP* (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection; internationale, unabhängige Organisation), die *WHO* und *IARC* (International A-gency for Research on Cancer; Krebsforschungsinstitut, Teil der WHO) zu nennen.

Die 1998 von der *ICNIRP* empfohlenen Basisgrenzwerte und abgeleiteten Referenzwerte, die den deutschen Grenzwerten entsprechen, sind bis heute auch auf der Basis aktuellerer Studien international anerkannt. Wissenslücken bestehen, besonders wenn Einzelstudien neue Fragen aufwerfen. Diese Unsicherheiten müssen durch weitere Forschung geklärt werden, was von Expertengremien empfohlen wird.

3 Ausgewählte Studien

3.1 Naila-Studie

Hintergrund:

Mehrere Hausärzte führten im Jahre 2004 in der oberfränkischen Stadt Naila in Eigeninitiative und ohne Fremdmittel eine Untersuchung zur örtlichen Krebshäufigkeit und der Wohnortnähe zu einer Mobilfunksendeanlage durch. Sie werteten 967 Patientenunterlagen über einen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren (1994 bis Anfang 2004) hinsichtlich neuer Krebserkrankungen aus. Dabei wurden die Patienten in zwei Gruppen unterteilt. Wer innerhalb eines Umkreises von 400 Metern um die Sendeanlage wohnte, wurde dem Nahbereich zugeordnet (320 Patienten), die außerhalb wohnenden dem Fernbereich (647 Patienten). Die Auswahl der Patienten erfolgte nach Angabe der Autoren anhand zufällig ausgewählter vergleichbarer Straßenzüge in Wohngebieten.

Ergebnis:

Für den Zeitraum 1994 bis 2004 wurden im Nahbereich 18 Krebsfälle registriert, während im Fernbereich 16 Krebsfälle gezählt wurden. Daraus berechnet sich ein 2,3-fach höheres Krebsrisiko für Patienten im Nahbereich verglichen mit Patienten im Fernbereich (relatives Risiko). Die Autoren geben zusätzlich auch das Odds Ratio und das zugehörige 95 % Konfidenzintervall mit 2,35 (KI 1,18 bis 4,67) an. Für den Zeitraum 1994 bis 1999 findet sich kein signifikanter Unterschied. Für den Zeitraum 1999 bis 2004 ergibt sich ein Odds Ratio von 3,38 (KI 1,39 bis 8,25). Hauptsächlich betroffen waren die Tumorklassifikationen weibliche Brust, Pankreas, Prostata, Darm, Lunge und Niere.

Schlussfolgerungen der Studienautoren:

Auf den Pilotcharakter der Studie wird hingewiesen, die Übertragbarkeit des Konzeptes auf vergleichbare andere Orte betont. Die Ergebnisse werden als ein erster ganz konkreter epidemiologischer Hinweis auf einen zeitlichen und örtlichen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber GSM-Basisstationen und Krebserkrankungen gewertet. Ein Zusammenhang zwischen Mikrowellen und Krebspromotion kann nach ihrer Ansicht nicht mehr sicher ausgeschlossen werden. Die Hypothese wird aufgestellt, dass das Mammakarzinom als „Marker-Karzinom“ für eine erhöhte Belastung durch elektromagnetische Felder dienen könnte.

Stellungnahmen von Fachgremien:

Das BfS führt in einer Stellungnahme mehrere Schwächen der Studie auf. Mögliche selektive Auswahl der Probanden (Selektionsbias), Unsicherheiten bei der Vollständigkeit und Validität der Krebsneuerkrankungsfälle, fehlende individuelle Expositionsbestimmung, fehlende Berücksichtigung der Alters- und Geschlechtsverteilung sowie von anderen Risikofaktoren für Krebs wie z. B. Rauchen, Ernährung, Alkohol, Übergewicht oder Beruf. Die von den Autoren aufgeworfene Hypothese, das Mammakarzinom sei ein „Marker-Karzinom“ für eine erhöhte Belastung durch elektromagnetische Felder wird vom BfS als rein spekulativ bezeichnet, da insgesamt nur acht Mammakarzinome aufgetreten seien und die beobachtete Risikoerhöhung im Zufallsbereich liege. Das BfS fasst zusammen, dass aufgrund der methodischen Schwächen die Aussagekraft der Studie sehr begrenzt ist.

3.2 Reflex-Studie

Hintergrund:

Die *Reflex*-Studie ist ein von der EU finanziertes Gemeinschaftsprojekt von 11 Forschergruppen aus sieben europäischen Ländern unter der Federführung, Koordination und finanziellen Beteiligung der deutschen *VERUM* Stiftung (Prof. Adlkofer). Untersucht wurde der Einfluss nieder- und hochfrequenter elektromagnetischer Felder (EMF) auf verschiedene Zellkulturen hinsichtlich möglicher Krebs erzeugender Mechanismen auf molekularer Ebene. Das Projekt startete Anfang 2000 und der Abschlussbericht wurde Ende 2004 vorgelegt. Bei den Experimenten handelte es sich nicht um Ringversuche mit einheitlichen, standardisierten Versuchsprotokollen, sondern um eine Vielzahl von Einzelexperimenten, die sich nur in wenigen Bereichen überschneiden oder ergänzen. Die Qualität und Darstellung der einzelnen Versuche sind sehr unterschiedlich und erfordern eine genaue Auseinandersetzung mit den einzelnen Ergebnissen.

Ergebnis:

Die vielen Einzelergebnisse zeigen feldbedingte Effekte, wie auch keine Feldeinflüsse. Mehrere Forschergruppen fanden keine signifikanten Effekte der hochfrequenten Felder auf die Zellproliferation, die Differenzierung oder Apoptose. Die Ergebnisse zu Protein- und Genexpressionen sind komplex.

Die Diskussion um die *Reflex*-Studie betreffen hauptsächlich die Arbeitsgruppen der Universität Wien und des Benjamin Franklin Universitätsklinikums Berlin, die beide ihre Ergebnisse noch nicht in einer wissenschaftlichen Zeitschrift (peer review Verfahren) veröffentlicht haben. Beide Arbeitsgruppen haben feldbedingte genotoxische Effekte wie erhöhte Anzahl von DNA-Strangbrüchen und erhöhte Mikrokernfrequenz in Fibroblasten, Granulosazellen (Uni Wien) und HL60-Zellen (Uni Berlin) bei Expositionen gesehen, die beim mobilen Telefonieren (*SAR*-Grenzwert 2 W/kg) zulässig sind, aber weit oberhalb des für Mobilfunkbasisstationen relevanten Ganzkörper-*SAR*-Wertes von 0,08 W/kg liegen. Für HL60-Zellen traten die Effekte jedoch nicht mehr bei der höchsten applizierten Exposition von 3 W/kg auf.

Schlussfolgerungen der Studienautoren:

Der Projektkoordinator Prof. Adlkofer fasst zusammen, dass die Ergebnisse ausschließlich an Zellkulturen (in vitro) gewonnen wurden und daher nicht geeignet sind Schlussfolgerungen für eine Gesundheitsgefährdung abzuleiten. Die Ergebnisse belegen keineswegs einen kausalen Zusammenhang zwischen einer Hochfrequenz EMF Exposition und der Entstehung chronischer Erkrankungen oder auch nur funktioneller Störungen, erhöhen jedoch die Plausibilität für eine solche Annahme. Der erreichte Fortschritt besteht im Wesentlichen darin, dass neue Wege aufgezeigt werden, wie die zukünftige Forschung ausgerichtet sein soll. Weitere intensive Forschungsaktivitäten werden empfohlen, insbesondere Wiederholungsstudien durch andere Forschungsgruppen.

Stellungnahmen von Fachgremien:

Das *BfS* veröffentlichte im März 2005 eine relativ ausführliche Stellungnahme zu der *Reflex*-Studie und kommt zu der Feststellung, dass besonders die Ergebnisse an menschlichen Leukämiezelllinien (HL60-Zellen, Uni Berlin) aus fachlicher Sicht ernst zu nehmen sind. Einschränkung werden jedoch angeführt 1. die noch ausstehende Reproduktion der Ergebnisse in einem anderen Labor, 2. die Tatsache, dass nur in bestimmten Zelltypen und nur bei bestimmten *SAR*-Werten ein geschädigender Effekt gesehen wurde („Fenster effekt“), dies aber auf Prozesse zurückgeführt wird, die im Prinzip in allen Zellarten vorhanden sind (Entstehung von Sauerstoffradikalen bzw. Umgang der Zellen mit diesen geschädigenden Verbindungen), 3. die nicht vorhandenen Folgewirkungen auf zellphysiologischer Ebene und damit die Frage der Relevanz für den Organismus (in vivo) und 4. die bisher fehlende – bei wissenschaftlichen Studien jedoch geforderte – Veröffentlichung in einem Fachjournal nach

Begutachtung durch unabhängige Experten. Weiter wird betont, dass in bisherigen Studien mehrheitlich keine genschädigenden Wirkungen festgestellt wurden. Das BfS verweist auch auf das aktuell laufende Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm das die Endpunkte Genotoxizität und differentielle Genexpression umfassend abdeckt.

Die NRPB kommt in einer kurzen Stellungnahme zu der Einschätzung, dass die Unstimmigkeiten der Studie nicht auf die Beobachtung stabil reproduzierbarer Zellreaktionen hindeuten und unklar sei, in welchem Ausmaß experimentelle Artefakte eine Rolle spielten. Sie begrüßt aber gleichwohl Wiederholungsstudien zur Überprüfung der Ergebnisse. Weiterhin wird ausgeführt, dass die Ergebnisse nicht dem bisherigen wissenschaftlichen Kenntnisstand entsprechen, wie er im Bericht der AGNIR von 2003 zusammengefasst wurde.

3.3 INTERPHONE-Studie

Hintergrund:

Die Interphone-Studie ist ein von der WHO koordiniertes internationales Gemeinschaftsprojekt, an dem Forschergruppen aus 13 Ländern beteiligt sind. Die Studie wurde im Oktober 2000 begonnen und soll insbesondere klären, ob die regelmäßige Nutzung des Handys das Risiko erhöht, an einem Tumor im Kopfbereich (Gliom, Meningeom, Akustikusneurinom, Parotistumoren) zu erkranken. Insgesamt sollen dazu mehr als 7000 Patienten und eine entsprechende Anzahl nicht erkrankter Vergleichspersonen anhand standardisierter Fragebögen erfasst werden (Fall-Kontroll-Studie). Durch die bisher einzigartig hohe Studienpopulation sollen auch kleinere Risiken nachgewiesen werden können.

Ergebnis:

Erste Teilergebnisse zum Akustikusneurinom liegen bereits aus Dänemark (Christensen et al. 2004) und Schweden (Lönn et al. 2004) vor. Ein Akustikusneurinom ist eine gutartige, relativ selten vorkommende (etwa 6 neue Fälle pro 1.000.000 Menschen pro Jahr) und langsam wachsende Geschwulst in unmittelbarer Nähe des Hörnervs. Die ersten beiden Studien zeigen kein höheres Erkrankungsrisiko für diesen Tumor für Kurzzeit-Nutzer von Handys (weniger als 10 Jahre). Die schwedische Teilstudie konnte aber belastbare Risikoanalysen für Langzeitnutzer (erste Benutzung vor mehr als 10 Jahren, mindestens 1x pro Woche) durchführen und fand in dieser Gruppe ein etwa verdoppeltes Erkrankungsrisiko. Ein vierfach erhöhtes Risiko ergibt sich, wenn nur Personen betrachtet werden, deren bevorzugte Seite der Handybenutzung mit dem Auftreten des Tumors übereinstimmt. Die dahinter stehende Probandenzahl ist in diesem Fall mit 12 Patienten sehr niedrig. Alle Langzeitnutzer verwendeten zumindest in der Frühphase des Beobachtungszeitraumes ein analoges Mobiltelefon.

Schlussfolgerungen der Studienautoren:

Auf das grundsätzliche Problem einer Expositions-Missklassifikation aufgrund erinnerungsbedingter Verzerrungen (recall bias) wird hingewiesen. In der Fallgruppe könnten besonders die Langzeitnutzer zu hohe Expositionen oder eine falsche Nutzungsseite angegeben haben. Insgesamt deuteten die Daten aber auf ein erhöhtes Risiko für ein Akustikusneurinom durch eine mindestens 10-jährige Langzeitnutzung mobiler Telefone hin.

Stellungnahmen von Fachgremien, Anmerkungen:

Die SSJ empfiehlt, bis zum Abschluss der noch ausstehenden Teilstudien die Ergebnisse nur mit großer Behutsamkeit zu interpretieren.

Beide Studien gemeinsam umfassen erst einen geringen Anteil der erwarteten Akustikusneurinompatienten der gesamten Interphone-Studie. Eine abschließende Bewertung auch für andere Tumorarten wird erst nach Abschluss aller Teilstudien und der Zusammenführung

der Einzelergebnisse durch die IARC möglich sein. Das Projekt wird frühestens Mitte 2005 abgeschlossen.

Da Langzeitnutzer neben den heute üblichen GSM-Handys auch analoge Mobiltelefone nutzen, sind die gefundenen Ergebnisse nicht ohne weiteres auf die heutige Mobilfunktechnik übertragbar.

3.4 Von Klitzing-Studie

Hintergrund:

Anfang der 90er Jahre führte von Klitzing, wohl als einer der ersten weltweit, Experimente mit gepulsten hochfrequenten elektromagnetischen Feldern, die aber nicht dem GSM-Standard entsprechen, zu deren Auswirkungen auf das menschliche Elektroenzephalogramm (EEG) durch. In Form eines ‚Letter to the editor‘ veröffentlichte er 1995 seine Ergebnisse in *Physica Medica*. Diese konnten von anderen Forschergruppen nicht reproduziert werden, waren jedoch ein Auslöser für umfangreiche Forschungstätigkeiten auf diesem Gebiet.

Ergebnis:

Von Klitzing fand einen signifikanten Einfluss gepulster, hochfrequenter elektromagnetischer Felder einer Therapieanlage (150 MHz), mit einer geringen Leistungsflussdichte von 10 mW/m² auf das Alpha-Frequenzband des spontanen EEGs. Der Grenzwert für diese Frequenz beträgt 2 W/m².

Schlussfolgerungen des Studienautors:

Die biologische Relevanz des gefundenen Phänomens wird als unbekannt bezeichnet.

Stellungnahmen von Fachgremien:

Die SSK kommt zu der Auffassung, dass die bisherigen Studien zum Ruhe-EEG und zu evozierten Potentialen nicht im Ergebnis übereinstimmen, aber dennoch Hinweise auf expositionsbedingte Änderungen neurophysiologischer Prozesse geben, wenn die Exposition der eines Mobiltelefons entspricht. Die Modulationen seien jedoch im normalen Schwankungsbereich und zeigten keine pathologischen Charakteristika. Bisher gebe es keine Hinweise, dass hochfrequente Felder ein erhöhtes gesundheitliches Risiko für das Gehirn darstellten. Trotzdem sollte durch weitere Forschung geklärt werden, welche physiologischen Änderungen bei zulässigen Expositionen auftreten, welcher Wirkungsmechanismus verantwortlich ist und welche individuellen Ausgangssituationen eine Empfindlichkeit fördern.

Die AGNIR fasst in einem Bericht aus dem Jahr 2003 zusammen, dass Studien zum EEG sowohl mit negativen als auch positiven Ergebnissen vorliegen. Die Studien, die positive Effekte elektromagnetischer Felder finden, seien inkonsistent.

Die SSI fasst in ihrem Bericht von 2004 zusammen, dass die neueren Untersuchungen an Menschen und Tieren zum EEG oder Schlafverhalten keine klaren Beweise für eine Beeinflussung durch Hochfrequenzfelder erbrachten. In jedem Fall seien die schwachen Änderungen des EEG's und Schlafverhaltens für die Gesundheit nicht bedeutsam.

3.5 Salford-Studie

Hintergrund:

Salford et al. veröffentlichten 2003 erneut eine Studie über die Beeinflussung der Blut-Hirn-Schranke bei Ratten durch Mikrowellen (ohne peer review). Die Forschergruppe nimmt an, dass durch eine mikrowellenbedingte Permeabilitätsänderung Albumin ins Gehirn eindringt und als Folge Nervenzellen absterben. Es ist seit langem bekannt, dass eine erhöhte Temperatur im Gehirn, wie auch Stress, die Barrierefunktion der Blut-Hirn-Schranke beeinflusst. In der Studie wurden insgesamt 32 Tiere, aufgeteilt in drei exponierte (SAR von 2, 20 und 200 mW/kg, GSM-Standard, Expositionszeit einmalig 2h) und eine scheinexponierte Gruppe untersucht. Das Alter der Tiere lag zwischen 12 und 26 Wochen. Das Auftreten geschädigter Neuronen wurde nicht durch Auszählen, sondern durch eine überschlägige Zuordnung in eine von insgesamt 3 Klassen quantifiziert.

Ergebnis:

Salford et al. berichten, dass 50 Tage nach der Exposition bei den exponierten Ratten vermehrt Albumin im Gehirn nachgewiesen werden konnte und Gehirnschäden in Form degenerierter Nervenzellen (dunkle Neuronen) auftraten.

Schlussfolgerungen der Studienautoren:

Da frühere Arbeiten auf einen raschen Abbau von Albumin im Gehirn innerhalb von Stunden nach einer Exposition hindeuteten, wird die Hypothese aufgestellt, dass eine erstmalige Albumin-Extravasation im Gehirn Auslöser für eine zweite Öffnung der Blut-Hirn-Schranke sein kann und somit ein Kreislauf sich periodisch wiederholender Permeabilitätsänderung in Gang gesetzt wird. So könne das Vorhandensein von Albumin im Gehirn auch 50 Tage nach der Exposition erklärt werden. Da es sich bei den untersuchten Tieren um junge Ratten handelt, wird eine besondere Relevanz der Ergebnisse für junge Menschen gesehen. Es wird darauf hingewiesen, dass die beobachteten neuronalen Schäden keine unmittelbar nachweisbaren Konsequenzen zur Folge haben müssen, auch nicht bei wiederholtem Auftreten.

Stellungnahmen von Fachgremien:

Die SSK fasst zusammen, dass die Ergebnisse zu einer expositionsbedingten Permeabilitätsänderung der Blut-Hirn-Schranke kein konsistentes Bild ergeben und lediglich als Hinweise zu werten sind. Die Ergebnisse von Salford et al. hätten bisher noch nicht reproduziert werden können.

Andere Gruppen fanden erst einen Einfluss, der reversibel war, wenn die Intensitäten deutlich oberhalb der Teilkörper-SAR lagen und thermische Effekte vermutet werden. Vorsorglich seien weitere Untersuchungen erforderlich.

Das BfS führt in einer Stellungnahme aus, dass die Studie eine Reihe von Ungenauigkeiten und Unklarheiten bei der experimentellen Durchführung, der Auswertung und der Beurteilung der Ergebnisse aufweist. Die fehlende Auseinandersetzung mit Ergebnissen anderer Forschergruppen wird bemängelt (so ist z. B. aus einer anderen Studie bekannt, dass sich die Zahl dunkler Neuronen altersbedingt bei 6 Monate alten Ratten im Vergleich zu 3 Monate alten Tieren annähernd verdoppelt). Die Ergebnisse werden trotz der methodischen Mängel als Hinweis auf gesundheitlich relevante Effekte unterhalb der Grenzwerte behandelt und die Notwendigkeit von Wiederholungsstudien betont.

Von anderen Gremien wird ebenfalls die geringe Anzahl der Versuchstiere und deren großen Altersunterschiede, unzureichende Beschreibung der Dosimetrie, der experimentellen Vorgehensweise und Expositionsprotokolle bemängelt. Zur Identifikation der degenerierten Neuronen wurde ein ungeeigneter Farbstoff verwendet und zu kritisieren sind die äußerst subjektiven Methoden bei der Quantifizierung der pathologischen Effekte. Insgesamt kommen die Gremien zu dem Ergebnis, dass eine sorgfältige Analyse der vorhandenen Studien nicht

auf ein bestehendes Gesundheitsrisiko hindeutete, jedoch weitere Forschungstätigkeiten nötig seien.

3.6 Repacholi-Studie

Hintergrund:

Repacholi et al. veröffentlichten 1997 eine der wohl am meisten beachteten Studien zur Kanzerogenität von Mobilfunkfeldern. 18 Monate lang exponierten sie rund 100 transgene Mäuse, prädisponiert zur Entwicklung von Lymphomen (E μ -Pim1), mit 900 MHz GSM-Feldern für zweimal 30 Minuten täglich. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) lag zwischen 0,008 und 4,2 W/kg, da sich alle Tiere auch während der Expositionszeiten im Käfig frei bewegen konnten.

Ergebnis:

Es wurde ein im Vergleich zur scheinexponierten Gruppe signifikant erhöhtes Risiko für Lymphome bei der exponierten Gruppe beobachtet (Odds Ratio = 2,4; 95% KI = 1,3–4,5).

Schlussfolgerungen der Studienautoren:

Intermittierende Langzeitexposition mit Hochfrequenzfeldern kann die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass Mäuse mit einem lymphatischen Onkogen Lymphome entwickeln.

Die Ergebnisse werden nicht als Anzeichen gewertet, dass Hochfrequenzfelder auch bei genetisch normalen Tieren Lymphome verursachen.

Auf die Problematik der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den Menschen wird hingewiesen. Aufgrund der positiven Befunde seien Menschen nicht notwendigerweise einem erhöhten Krebsrisiko durch Hochfrequenzfelder ausgesetzt.

Die Notwendigkeit von Replikationsstudien mit verbessertem Studiendesign wird betont.

Stellungnahmen von Fachgremien, Anmerkungen:

Die SSK wertete die Studienergebnisse als Hinweise, denen durch Wiederholungsstudien nachgegangen werden sollte, da dosimetrische Ungenauigkeiten und histologische Unvollständigkeiten festgestellt wurden.

Auch der so genannte Stewart Report einer unabhängigen Expertengruppe aus Großbritannien (IEGMP) kommt zu dem Schluss, dass Wiederholungsstudien mit vollständigerer histologischer Erfassung und verbesserter Dosimetrie nötig seien.

Inzwischen wurden weitere Studien mit dem gleichen Tiermodell durchgeführt. Insbesondere Utteridge et al. (Radiat Res 2002;158:357-364) versuchten Repacholis Untersuchungsergebnisse zu reproduzieren und fanden in der dosimetrisch wie histologisch verbesserten Studie kein erhöhtes Lymphomrisiko im Vergleich zu den Kontrolltieren. Weitere vergleichbare Studien aus Italien und Österreich sind noch nicht abgeschlossen.

3.7 TNO-Studie

Hintergrund:

Im Auftrag der Niederländischen Regierung führte die *TNO* im Jahr 2003 eine Doppelblindstudie zum Einfluss elektromagnetischer Felder von *GSM*- und *UMTS*-Mobilfunkbasisstationen auf das menschliche Wohlbefinden und die kognitiven Funktionen durch. Eine Gruppe von 36 Personen, die nach eigenen Angaben an unspezifischen Gesundheitsproblemen auch aufgrund von *GSM*-Basisstationen litten, und 36 Personen ohne solche Leiden wurden untersucht.

Ergebnis:

Bei der Exposition mit *UMTS*-Signalen wurde eine schwache, aber statistisch signifikante Reduktion des Wohlbefindens in beiden Gruppen beobachtet. Bei *GSM*-Expositionen zeigte sich kein Einfluss. Es wurden auch, wie schon in anderen Studien, Auswirkungen auf die kognitiven Leistungen beobachtet, aber ohne klares Muster betreffend Expositionsart (*GSM*, *UMTS*), kognitiver Teilfunktionen und Gruppenzugehörigkeit. Meist waren die kognitiven Leistungen während einer Exposition etwas besser als ohne.

Schlussfolgerungen der Studienautoren:

Die ursprüngliche Hypothese, keinen kausalen Zusammenhang zwischen Hochfrequenzfeldern und den untersuchten Parametern zu finden, wird verworfen. Die statistische Signifikanz des Zusammenhangs zwischen *UMTS*-Feldern und Wohlbefinden wird betont. Thermische Effekte werden als Erklärung für die Beobachtungen als sehr unwahrscheinlich eingeschätzt.

Die Reproduzierbarkeit von Beobachtungen als wissenschaftliche Grundvoraussetzung wird herausgestellt und eine unabhängige Wiederholung dieser erstmalig gefundenen Zusammenhänge für dringend erforderlich gehalten.

Stellungnahmen von Fachgremien, Anmerkungen:

Der niederländische Gesundheitsrat bestätigt der Studie, die bis jetzt noch nicht in einer Fachzeitschrift veröffentlicht wurde, in wesentlichen Teilen eine gute Qualität. Er spricht die Empfehlung aus, eine verbesserte Replikationsstudie durchzuführen, um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu überprüfen. Abschließend kommt der Gesundheitsrat zu dem Urteil, dass die Ergebnisse der *TNO*-Studie nicht erlauben zu entscheiden, ob ein Zusammenhang zwischen der Exposition mit elektromagnetischen Feldern und einem verminderten Wohlbefinden oder gesundheitsschädlichen Effekten existiert.

Die *SSI* stellt fest, dass die Interpretation der Ergebnisse der *TNO*-Studie mit Vorsicht erfolgen muss und merkt an, dass die Ergebnisse nicht die existierenden Berichte über wahrgenommene Symptome durch *GSM*-Mobilfunkbasisstationen erklären können, da nur für *UMTS*-Expositionen ein signifikanter Einfluss auf das Wohlbefinden festzustellen war. Zusätzliche Studien seien nötig, bevor Schlussfolgerungen gezogen werden könnten. Zusammengefasst hätten die neueren Ergebnisse zu Hochfrequenzexposition und kognitiven Funktionen zu keiner Klärung der noch offenen Fragen geführt.

Im September 2004 wurde eine Replikationsstudie in der Schweiz begonnen, unter Beteiligung der Universität Zürich, ETH Zürich und Universität Bern. Ergebnisse sind voraussichtlich bis Ende 2005 zu erwarten.

3.8 Studien zum Blutbild

Hintergrund:

In verschiedenen Gegenden Bayerns wurden und werden Untersuchungen zur Beeinflussung von Blutparametern durch Mobilfunksendeanlagen durchgeführt. Hierzu werden freiwilligen Personen jeweils vor und nach der Inbetriebnahme einer Mobilfunksendeanlage Blutproben entnommen und miteinander verglichen. Die Untersuchungen werden in der Regel von örtlichen Bürgerinitiativen initiiert. Im folgenden soll auf eine der bekanntesten Studien eingegangen werden.

Unter Federführung des Mediziners Dr. Germann erschien im Juli 2004 als Internetbeitrag die Arbeit „Einfluss der Mobilfunkbelastung auf die Retikulozytenreifung“ mit dem Untertitel „Vorläufige Bewertung anhand von 1000 Analysen“. Hier wurden 15 Personengruppen aus dem gesamten Bundesgebiet einbezogen. Der Hauptaugenmerk lag dabei auf der Anzahl und dem Reifegrad der Retikulozyten.

Der Normbereich für Retikulozyten wird in der Literatur mit etwa 0,5 bis 2,5 % beziffert. Für den Reifeindex werden mit einem niedrigen, mittleren und hohen Unreifegrad drei Klassen gebildet und jeweils der prozentuale Anteil angegeben.

Ergebnis (Dr. Germann-Studie):

Der Retikulozytenmittelwert war vor Inbetriebnahme 0,87 % (bei 1014 bis 1053 Personen; genaue Zahl nicht bekannt, da in Text und Tabellen verschiedene Zahlen angegeben sind) und nach Inbetriebnahme 0,897 % (bei 440 oder 498 Personen; auch hier uneinheitliche Angaben). 2/3 der Gruppenmitglieder zeigen eine Verringerung der Retikulozytenanzahl und 1/3 eine Erhöhung.

Schlussfolgerungen der Studienautoren:

Die Studie kommt bezüglich der Retikulozytenuntersuchungen zu der Schlussfolgerung, „... dass es signifikante Effekte am Menschen durch pulsierende EMF gibt ...“. Einige Absätze später wird noch ausgeführt, „... dass Kinder und Jugendliche deutlicher auf die Einflüsse reagieren, als die im Vergleich ältere Generation (bis 1960 geboren).“ und weiter „... Damit lassen sich auch tragische Einzelfälle erklären, bei denen Kleinstkinder und Kleinkinder ohne bekannte Ursache schwer krank werden oder sterben.“.

Stellungnahmen von Fachgremien, Anmerkungen:

Die Dr. Germann-Studie ist in keinem Fachjournal publiziert und konnte deshalb von Expertengremien nicht bewertet werden.

Zu vorhandenen Studien, die mit Blutzellen durchgeführt wurden, stellt der Stewart Report (IEGMP) keine konsistenten Effekte einer schwachen Hochfrequenzexposition auf das blutbildende System oder zirkulierende Blutzellen fest.

Die AGNIR fasst in ihrem Bericht von 2003 zusammen, dass beobachtete hämatologische Abweichungen bei Berufstätigen, die einer Hochfrequenzexposition ausgesetzt waren, geringfügig und die vorhandenen Studien widersprüchlich seien. Die Ergebnisse deuteten nicht auf ein Risiko hin.

Anmerkungen zur Dr. Germann-Studie: Alle Blutwerte liegen offensichtlich im physiologischen Normbereich. Die angegebenen Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich und die Angaben zur Schiefe der Verteilung sind mit den angegebenen Daten nicht nachprüfbar. Eine Fehlerrechnung oder die Angabe von Messfehlern wurde unterlassen. Zahlenangaben sind mehrfach widersprüchlich und Mittelwertberechnungen mathematisch unkorrekt durchgeführt. Die Tatsache, dass Analysewerte von den Bedingungen bei der Blutentnahme, dem Transport, dem jeweiligen Labor und vom Laborpersonal abhängig sind, wird zwar erwähnt, findet aber bei der Interpretation der Ergebnisse keine Berücksichtigung. Andere individuell

bedingte Einflussparameter wie Gesundheitszustand, Medikamenteneinnahmen oder Ernährungsverhalten wurden nicht berücksichtigt.

Insgesamt muss zusammengefasst werden, dass die vorliegende Arbeit den üblichen wissenschaftlichen Qualitätskriterien nicht genügt. Der gestellten Arbeitshypothese, sowie dem behaupteten kausalen Zusammenhang bei schwer erkrankten Kindern, fehlt jegliche wissenschaftliche Basis. Die getroffenen Schlussfolgerungen sind aus den vorliegenden Daten nicht ableitbar.

3.9 Studien zur männlichen Fertilität

Hintergrund:

In jüngerer Vergangenheit wurden in der Öffentlichkeit hauptsächlich zwei Studien zur männlichen Fertilität unter dem Einfluss elektromagnetischer Felder von GSM-Handys beachtet. Fejes et al. untersuchten 451 Männer auf einen Zusammenhang zwischen Handynutzung und männlicher Fruchtbarkeit. Die Fruchtbarkeit wurde anhand der Spermienkonzentration und Motilität gemäß WHO-Richtlinien untersucht. Die Studienergebnisse liegen nur in Form eines Abstracts vor. Davoudi et al. veröffentlichten 2002 eine Studie zur Spermienmotilität. 13 Männer (26 bis 39 Jahre, gesund, Nichtraucher) mit einem normalen Spermioogramm (nach WHO-Kriterien) wurden in der Studie untersucht. Nach 4 Wochen Exposition (GSM-Handy am Hosengürtel, viel telefonieren) wurde ein zweites Spermioogramm analysiert.

Ergebnis:

Studie Fejes et al.: Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Tragen eines eingeschalteten Mobiltelefons sowie der Dauer der Gespräche mit der Spermienkonzentration und Spermienmotilität. Die Spermienkonzentration betrug bei Personen, die ihr Handy nicht einschalteten, $83 \times 10^6/\text{ml}$, bei Personen, die ihr Handy den ganzen Tag im Standby-Modus bei sich trugen, $56 \times 10^6/\text{ml}$. Der Anteil der progressiv schnell beweglichen Spermatozoen betrug bei Personen, die wenig telefonierten, durchschnittlich 51 % gegenüber 36 % bei Personen, die viel telefonierten.

Studie Davoudi et al.: Nach intensivem Handygebrauch (zweites Spermioogramm) wurde eine statistisch signifikante Reduktion der schnellen progressiven Motilität der Spermatozoen von durchschnittlich 32 % auf 26 %, bei gleichzeitigem Anstieg der langsamen progressiven Motilität von 25 % auf 30 % beobachtet. Spermatozoendichte, Morphologie und Samenvolumen unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Schlussfolgerungen der Studienautoren:

Nach Fejes et al. könnte der Gebrauch von Mobiltelefonen einen negativen Effekt auf die Spermatogenese und männliche Fruchtbarkeit haben. Die Notwendigkeit weiterer Studien wird betont.

Nach Davoudi et al. weisen die Daten auf eine signifikante Reduktion der schnellbeweglichen Spermatozoen bei intensivem Handygebrauch hin. Die Ergebnisse sollen Anlass zu intensiverer Forschungstätigkeit auf diesem Gebiet geben.

Stellungnahmen von Fachgremien, Anmerkungen:

Das BfS gab auf der Basis des Abstracts der ESHRE Jahrestagung 2004 eine Stellungnahme zu der Studie von Fejes et al. ab und weist darauf hin, dass erst nach der Veröffentlichung der Daten mit Angaben zur Auswahl der Probanden, deren Lebensgewohnheiten, Alter, sozialem Status, vorherigen Erkrankungen und weiterer Parameter, welche die Spermaproduktion beeinflussen, die Bedeutung der Arbeit beurteilt werden kann. Zusammenfassend kommt das BfS zu dem Schluss, dass aus wissenschaftlicher Sicht diese Arbeit zur Zeit nicht als Hinweis auf negative Auswirkungen der Handy-Strahlung auf die männliche Frucht-

barkeit gewertet werden kann. Nach dem jetzigen Stand der wissenschaftlichen Kenntnisse seien nur thermische Effekte der hochfrequenten elektromagnetischen Felder auf Sperma und Hoden bekannt.

Zur Studie von Davoudi et al. ist anzumerken, dass die Probandenzahl mit 13 Männern sehr klein ist, eine Kontrollgruppe fehlt, die tatsächliche Exposition nicht quantifiziert wurde und andere Einflussfaktoren auf die Spermatogenese nicht berücksichtigt wurden. Die Studie ist daher wenig belastbar.

4 Zusammenfassung

Die hier zitierten Studien werden in der öffentlichen Diskussion oft als Beweis eines gesundheitsschädlichen Einflusses der Mobilfunkfelder, hauptsächlich die der Basisstationen, aufgeführt. Dabei werden in der Diskussion die angesprochenen Studienergebnisse, wie z. B. zu EEG-Modulationen und zur Krebsentstehung, auf eine Stufe der Bedeutung für die menschliche Gesundheit gestellt, was nicht korrekt ist.

Expertengremien fordern generell, Einzelstudienergebnisse nur im Zusammenhang mit allen verfügbaren Studienergebnissen zu bewerten. Wenn Einzelstudien die wissenschaftlichen Kriterien erfüllen, werden positive Ergebnisse nach Bewertung nationaler und internationaler Fachgremien als wissenschaftliche Hinweise für einen möglichen Zusammenhang zwischen Mobilfunkfeldern und Gesundheitsbeeinträchtigungen eingestuft.

Studien, wie die „Naila-“ oder „Germann-Studie“ stehen internationalen Gremien zur Bewertung nicht zur Verfügung, da sie nicht in international anerkannten, wissenschaftlichen Journalen publiziert sind. Auch wenn Ergebnisse nur in einem Tagungsabstract beschrieben sind, ist eine wissenschaftliche Analyse nicht möglich (Beispiel Studie zur Fertilität, v. Klitzing).

Folgende der hier vorgestellten Studien erfüllen nicht die wissenschaftlichen Kriterien (Naila-Studie, Studien zum Blutbild, zur männlichen Fertilität). Eine wissenschaftliche Aussage können die Studien daher nicht bieten. Methodische Schwächen, besonders die Expositionssequenz, erschweren die Bewertung einer Kausalität (Salford-Studie, Reflex-Studie).

Um die Unsicherheiten bei der Durchführung, Auswertung und Bewertung der zum Teil hochkomplexen Untersuchungen zu verringern, sollte den gefundenen Effekten einzelner Studien auf mögliche biologische Wirkungen hochfrequenter Felder bei zulässigen Feldintensitäten durch gezielte und koordinierte Forschung weiter nachgegangen werden (Reflex-Studie).

Für eine sichere Bewertung müssen die Ergebnisse der nach wissenschaftlichen Methoden durchgeführten, noch laufenden Studien (Interphone) oder die Wiederholungsstudien abgewartet werden (Repacholi, TNO-Studie).

Die in der Presse und öffentlichen Diskussionen angeführten Einzelstudien, die ein feldbedingtes, positives Ergebnis zeigen, geben nicht das komplexe wissenschaftliche Gesamtbild wider. Auch die öffentliche Meinung zur gesundheitlichen Schädlichkeit von Mobilfunk auf der Basis der hier beschriebenen Studien, entspricht nicht dem wissenschaftlichen Konsens der Expertengremien. Einvernehmliche Meinung der in der Verantwortung stehenden Gremien ist, dass bei Einhaltung der Grenzwerte nicht von einer Gesundheitsgefahr auszugehen ist.

Derzeit werden im Rahmen des deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (www.deutsches-mobilfunk-forschungsprogramm.de), aber auch auf internationaler Ebene (z. B. www.who.int/peh-emf/project) eine Vielzahl von Studien durchgeführt, die in den kommenden Jahren zur weiteren Klärung der noch offenen Fragen, die das wissenschaftliche Gesamtbild aufgeworfen hat, führen sollen.

Den Unsicherheiten kann durch geeignete Vorsorgemaßnahmen, vor allem eine Minimierung der Exposition begegnet werden. Eine Expositionsminimierung ist vorrangig für die Verwendung von Handys anzustreben, da hier mit Abstand die höchsten Feldintensitäten im Körpergewebe auftreten. Das *BfS*, aber auch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, informiert in Broschüren und Internetauftritten über sinnvolle Maßnahmen zur Expositionsminimierung bei Handys.

5 Kurzes technisches Glossar

- **26. BImSchV:** Die 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz legt verbindliche Grenzwerte für die Emission nieder- und hochfrequenter elektromagnetischer Felder fest. Die Grenzwerte beziehen sich ausschließlich auf ortsfeste Anlagen.
- **GSM:** Global System for Mobile Communications ist ein weltweit verbreiteter Standard für digitalen Mobilfunk der sogenannten „zweiten“ Generation. Typische GSM-Frequenzen liegen im Bereich um 900 Megahertz (MHz), um 1800 und 1900 MHz. GSM überträgt Daten mit einer Geschwindigkeit von 9,6 kbit/s.
- **Hochfrequenz:** Wechselfelder mit mehr als ca. 30 kHz.
- **Leistungsflussdichte:** Die Energie, die pro Zeiteinheit eine Fläche senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Felder durchströmt. Einheit: Watt pro Quadratmeter (W/m^2).
- **Umrechnung:** $1 W/m^2 = 1.000 \text{ Milliwatt pro Quadratmeter (mW/m}^2) = 1.000.000 \text{ Mikrowatt pro Quadratmeter } (\mu W /m^2) = 1.000.000.000 \text{ Nanowatt pro Quadratmeter (nW/m}^2)$ (Beispiel: die Leistungsflussdichte der Sonneneinstrahlung auf der Erde beträgt bis zu $1000 W/m^2$). Die Leistungsflussdichte nimmt quadratisch mit der Entfernung von der Quelle ab.
- **SAR:** Spezifische Absorptionsrate; beschreibt, wie viel Leistung pro Kilogramm Körpergewicht (bzw. biologischem Material) absorbiert wird, wenn der Körper in einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld exponiert ist. Einheit: Watt pro Kilogramm (W/kg). Die Grenzwerte der 26. BImSchV sind aus dem Ganzkörper-SAR-Wert von $0,08 W/kg$ abgeleitet. Der für Handys in Europa gültige Teilkörper-SAR-Wert liegt bei $2 W/kg$.
- **UMTS:** Universal Mobile Telecommunication System ist ein Mobilfunksystem der sogenannten "dritten Generation", das aufgrund hoher Übertragungsraten neben Sprachkommunikation auch Multimedia-Anwendungen (Bild- und Videoübertragung) erlaubt. UMTS nutzt Frequenzen zwischen 1920 und 1980 MHz sowie zwischen 2110 und 2170 MHz. Übertragungsraten bis 384 kbit/s.

6 Abkürzungen und Internet-Links für genannte Organisationen

- **AGNIR:** Advisory Group on Non-Ionising Radiation; Unabhängige Expertengruppe in Großbritannien, die Forschungsarbeiten zu biologischen Effekten nichtionisierender Strahlung bewertet, zusammenfasst und eine beratende Funktion für die NRPB ausübt. (www.nrpb.org/advisory_groups/agnir; Bericht Volume 14 No.2 (2003): ‚Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields‘ unter www.nrpb.org/publications/documents_of_nrpb)
- **BfS:** Bundesamt für Strahlenschutz; arbeitet für die Sicherheit und den Schutz des Menschen und der Umwelt vor Schäden durch ionisierende und nichtionisierende Strahlung. (www.bfs.de/elektro; hier auch Stellungnahmen zur Naila-Studie, Reflex-Studie und Fertilitätsstudie von Fejes et al.; Stellungnahme zur Salford-Studie unter www.emf-forschungsprogramm.de/int_forschung/wirk_mensch_tier/bhs/bhs040.html)
- **IARC:** International Agency for Research on Cancer; dieses Krebsforschungsinstitut ist Teil der WHO. In der Arbeitsgruppe Strahlung wird derzeit die Interphone Studie koordiniert. (www.iarc.fr/ENG/Units/RCA4.html)
- **ICNIRP:** International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection; unabhängige Organisation internationaler Experten, die auf wissenschaftlicher Basis Vorschläge zu Grenzwerten und zum Schutz vor nichtionisierenden Strahlen ausarbeitet. (www.icnirp.de; Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz) unter www.icnirp.de/pubEMF.htm auch in deutscher Übersetzung)
- **IEGMP:** Independent Expert Group on Mobile Phones; erstellte im Jahr 2000 den viel beachteten Bericht ‚Mobile Phones and Health‘, bekannt auch als Stewart Report. (www.iegmp.org.uk)
- **NCRP:** National Council on Radiation Protection and Measurements; US-amerikanischer Strahlenschutzrat. (www.ncrponline.org)
- **NRPB:** National Radiation Protection Board; die britische Strahlenschutzkommission berät, forscht und bietet technische Dienstleistungen an, im Bereich ionisierender und nichtionisierender Strahlung. (www.nrpb.org)
- **Reflex:** Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards From Low Energy Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive in vitro Methods. (Abschlussbericht unter www.verum-foundation.de unter Menüpunkt EU-Projekte)

- **RegTP:** Die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post hat seit der Liberalisierung der Post- und Telekommunikationsmärkte 1998 eine Kontrollaufgabe. Darüber hinaus ist die RegTP auch für die Interessenwahrung des Verbrauchers zuständig und führt z. B. bundesweite Messaktionen durch. (www.regtp.de)
- **SSI:** Statens Stralskyddsinstitut; schwedische Strahlenschutzbehörde. Eine international besetzte und unabhängige Expertengruppe (IEG) wurde von der SSI eingerichtet um Berichte zum Thema Mobilfunk und Gesundheit zu erarbeiten. (www.ssi.se; Berichte: Jahr 2003: www.ssi.se/english/EMF_exp_ENG_2003.pdf; Jahr 2004: www.ssi.se/english/EMF_exp_Eng_2004.pdf)
- **SSK:** Die deutsche Strahlenschutzkommission berät das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in allen Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierender und nichtionisierender Strahlung. (Empfehlungen: Juli 2001 ‚Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern‘; April 2002 ‚Weiterentwicklung der Forschung zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung‘, unter www.ssk.de Menü Schwerpunkte)
- **TNO:** Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek; niederländische Organisation für angewandte naturwissenschaftliche Untersuchungen. (www.tno.nl)
- **VERUM Stiftung:** Stiftung für Verhalten und Umwelt; Förderung der Erforschung der Auswirkungen von Verhalten und Umwelt auf die menschliche Gesundheit. (www.verum-foundation.de)
- **WHO:** World Health Organisation; seit 1996 ist bei der Weltgesundheitsorganisation das internationale EMF-Projekt angesiedelt. (www.who.int/peh-emf)

7 Originalliteratur zu den Studien

- Naila-Studie: Eger H, Hagen KU, Lucas B, Vogel P, Voit H. Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunkseideanlagen auf die Krebsinzidenz. *Umwelt-Medizin-Gesellschaft* 2004(4):326-332.
- Reflex-Studie: Abschlussbericht unter www.verum-foundation.de unter Menüpunkt EU-Projekte.
- Interphone-Studie: Christensen HC, Schüz J, Kosteljanetz M, Poulsen HS, Thomsen J, Johansen C. Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma. *Am J Epidemiol.* 2004; 159:277-283.
Lönn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M. Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* 2004; 15:653-659.
- Von Klitzing-Studie: von Klitzing L. Low-frequency pulsed electromagnetic fields influence EEG of man. *Phys. Med.* 1995; 11:77-80.
- Salford-Studie: Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BR. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect* 2003; 111:881-883.
- Repacholi-Studie: Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in Eμ-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res* 1997; 147:631-640.
- TNO-Studie: Zwamborn A, Vossen S, van Leersum B, Ouwens M, Mäkel W. Effects of global communication system radio-frequency fields on well being and cognitive functions of human subjects with and without subjective complaints. The Hague, Netherlands: TNO Physics and Electronics Laboratory (TNO-report FEL-03-C148).
- Studien zum Blutbild: Germann-Studie: Einfluss der Mobilfunkbelastung auf die Retikulozytenreifung; Vorläufige Bewertung anhand von 1000 Analysen. Im Internet unter www.izgmf.de/Einfluss_Mobilfunk_auf_Retikulozyten.pdf.
- Studien zur männlichen Fertilität: Fejes I, Zavaczk Z, Szöllosi J et al. Relationship between regular cell phone use and human semen quality. *European Society of Human Reproduction and Embryology (ESHRE)* 2004, Berlin.
Davoudi M, Brössner C, Kuber W. Der Einfluss elektromagnetischer Wellen auf die Spermienmotilität. *J. Urol. Urogynäkol.* 2002; 3:18-22.



91058 **Erlangen**
Eggenreuther Weg 43
Tel.: 09131/764-0



85764 **Oberschleißheim**
Veterinärstr. 2
Tel.: 089/31560-0



97082 **Würzburg**
Luitpoldstr. 1
Tel.: 0931/41993-0

www.lgl.bayern.de

**Bayerisches Landesamt für
Gesundheit und Lebensmittelsicherheit**
Eggenreuther Weg 43, 91058 Erlangen

Telefon: 09131/764-0
Telefax: 09131/764-102

Internet: www.lgl.bayern.de
E-Mail: poststelle@lgl.bayern.de

Druck: Osterchrist, Nürnberg