Mobilfunk, Mensch und Recht

Anlässlich des Internationalen Tages der Menschenrechte
(Verabschiedung der allgemeinen Erklärung der Menschenrechte durch die Generalversammlung der Vereinten Nationen am 10.12.1948)

Österreichisches Institut für Menschenrechte
Salzburg, Edmundsburg, 16. Dezember 2005

Gesundheitsrisiko Mobilfunk

Dr. med. univ. Gerd Oberfeld, Umweltmediziner des Landes Salzburg; Referent für Umweltmedizin der Ärztekammer Salzburg und der Österreichischen Ärztekammer

Curriculum Vitae

Dr. Gerd Oberfeld geboren 1960 in Klagenfurt, verheiratet, zwei Kinder ist Arzt für Allgemeinmedizin und seit 1992 als Umweltmediziner bei der Salzburger Landesregierung tätig. Seit 1990 ist er Referent für Umweltmedizin der Ärztekammer Salzburg sowie seit 1994 auch Referent für Umweltmedizin der Österreichischen Ärztekammer. Fachliche Schwerpunkte sind:
- Planung und Durchführung epidemiologischer Untersuchungen zu Asthma, Allergien, Luftschadstoffen, EMF etc.
- Projektleiter des Asthmaprojekts für Kinder & Jugendliche Salzburg
- Experte der WHO-Charta Verkehr, Umwelt & Gesundheit und im WHO Projekt "Road Traffic Related Airpollution"
- Organisator der "Internationalen Konferenz Situierung von Mobilfunksendeanlagen - Wissenschaft & Öffentliche Gesundheit, Salzburg, Juni 2000
- Umweltmedizinischer Sachverständiger in Umweltverfahren

Zusammenfassung

Die weite Verbreitung von Technologien zur mobilen Kommunikation bringt unbestrittene Vorteile. Sie bringt aber auch eine Reihe von Nachteilen, die in Anbetracht der Tragweite für die Gesundheit des Einzelnen und der Gesellschaft noch viel zu wenig beachtet werden.

Für das Mobiltelefon zeigen sich auf allen naturwissenschaftlichen Nachweisebenen - und zwar auch in breit angelegten epidemiologischen Untersuchungen am Menschen und nicht nur in Zell- und Tierversuchen - Schädigungen der Erbsubstanz bzw. ein erhöhtes Risiko für gut- und bösartige Tumoren im Kopfbereich.

Im Gegensatz zu den Auswirkungen von Handys ist die wissenschaftliche Datenlage bei Mobilfunkbasisstationen und den Basisstationen von DECT-Schnurlostelefonen weniger dicht. Jedoch zeigen die bisher vorliegenden Ergebnisse erster epidemiologischer Untersuchungen sowie unzählige Fallberichte ärztlicher Kolleginnen und Kollegen zum Teil deutliche Auswirkungen auf Wohl-

befinden und Gesundheit. In diesen Untersuchungen zeigten sich bei Anwohnern von Mobilfunkbasisstationen unter anderem vermehrt Schlafstörungen, Konzentrationsprobleme, Energielosigkeit und Depressionen. Diese Symptome nehmen in den letzten Jahren zu und stellen ein ernstes volksgesundheitliches Problem dar. Die Diskussion über die Auswirkungen von Mobilfunkbasisstationen auf das Landschaftsbild sind wichtig - noch wichtiger ist jedoch die Frage eines effektiven vorbeugenden Gesundheitsschutzes bei Mobilfunkbasisstationen und anderen Dauersendern. Es kann nicht sein, dass alle paar Jahre weitere Funksysteme wie GSM, DECT, UMTS, WLAN, WIMAX etc. eingeführt werden und parallel dazu Vorsorgemaßnahmen und notwendige Forschungsanstrengungen unterbleiben.

Einleitung

Die Geschichte zeigt, dass Entscheidungen an der Schnittstelle Umwelt und Gesundheit überwiegend auf der Basis der Beobachtung von Auswirkungen getroffen wurden. Dabei war es in der Regel unerheblich, ob ein Wirkungsmechanismus in Teilen oder vollständig bekannt war. Die Beobachtung und Analyse von Risikofaktoren ist das Aufgabengebiet der Epidemiologie bzw. Umweltepidemiologie.

Prominentes Beispiel ist die Beobachtung des Londoner Arztes John Snow im Jahr 1854, der alle Todesfälle einer Durchfallsepidemie und alle öffentlichen Brunnen in einem Stadtplan eintrug und dadurch die massive Häufung im Umfeld der Broad Street Pump zeigen konnte. Der Verdacht, dass das Trinkwasser der Auslöser des tödlichen Durchfalls ist, wurde durch den Rückgang der Erkrankungen nach der Entfernung des Pumpengriffs bestätigt. Das eigentliche Agens, nämlich die Cholerabakterien, wurden erst 30 Jahre später durch Robert Koch entdeckt. Die weitere Abklärung des Wirkmechanismus über Choleratoxine und Hemmung eines Enzyms der Dünndarmschleimhaut erfolgte erst nach weiteren 70 Jahren. Weitere 50 Jahre später steht heute ein oraler Choleraimpfstoff zur Verfügung. Die einfachste Maßnahme, die Sperre des mit Bakterien verunreinigten Trinkwassers, wurde mit Erfolg durchgeführt und kein rational denkender Mensch würde die Forderung nach einer vollständigen Abklärung der Wirkungskette erheben, sobald schlüssige Verdachtsmomente vorliegen.

Weitere Beispiele sind die Auslösung von Rippenfellkrebs durch Asbestfasern, Intelligenzdefizite durch Tetraethylblei im Benzin und das erhöhte Risiko für vorgezogene Todesfälle durch lungengängige Partikel in der Luft.

In Anlehnung an die umfangreichen epidemiologischen Untersuchungen zur Wirkung von Luftschadstoffen würde man meinen, dass es im Bereich hochfrequenter Strahlung im Allgemeinen und Mobilfunk im Speziellen schon viele Untersuchungen gibt. Die Antwort ist zum Einen leider nein, zum Anderen werden die in zahllosen Einzelfällen berichteten Gesundheitsprobleme in den bisher vorliegenden Untersuchungen bestätigt. In Zusammenschau aller verfügbaren Informationen steht für mich schon jetzt zweifelsfrei fest, dass gewisse im Alltag regelmäßig auftretende Mobilfunkexpositionen zu verschiedensten gesundheitlichen Störungen und Schäden führen können.

Eigenschaften hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung

Im Gegensatz zu den niederfrequenten Feldern sind bei hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung das elektrische und das magnetische Feld gekoppelt: das elektrische Feld bedingt das magnetische und umgekehrt. Hochfrequente elektromagnetische Wellen pflanzen sich drahtlos im Raum fort und nehmen bei Frequenzen im MHz-Bereich und höher immer mehr auch quasioptische Ei-

genschaften an. Dazu zählen z.B. Reflexion an leitfähigen Oberflächen oder Beugung an Kanten. Aus diesem Grund werden sie für die Übertragung von Nachrichten als Funkwellen benutzt. Sie können über Antennen abgestrahlt und an einem anderen Ort über Antennen wieder empfangen werden. Die Information kann über verschiedene Modulationsverfahren wie z.B. durch Änderung der Frequenz, Amplitude oder Phase der Trägerwelle „aufgeprägt" werden.

Frequenzen größer 30 kHz werden im Allgemeinen generell als Hochfrequenz bezeichnet. In der amerikanischen Sprachregelung wird jedoch der Bereich der „radiofrequenten" Strahlung (30 kHz bis 300 MHz, radiofrequency radiation) von der „Mikrowellenstrahlung" (300 MHz bis 300 GHz, microwave radiation) unterschieden.

Quellen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung

Beispielhaft werden einige Quellen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung angeführt: Rundfunksender, Fernsehsender, Mobilfunkbasisstationen für GSM, UMTS etc., Mobiltelefone, Schnurlostelefone (CT1, DECT/GAP), Bündelfunk (TETRA, Tetrapol), Datenfunk, Bluetooth, Funknetzwerke (WLAN), Radaranlagen, Richtfunk, Mikrowellenherde, Funkbabyphone und -kameras.

Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung

Bei der Beschreibung der Wirkungen wurde in dieser Zusammenstellung der Schwerpunkt auf aktuelle Arbeiten zur Mobilfunktechnologie gelegt. Dies erfolgt einerseits wegen des starken öffentlichen Interesses an dieser Thematik und andererseits aufgrund der immer deutlicher werdenden Auswirkungen auf Wohlbefinden und Gesundheit.

Untersuchungen zu den gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Wellen gehen auf die 40er Jahre des 20. Jahrhunderts zurück. Im Vordergrund standen dabei Untersuchungen im hohen Dosisbereich mit der Frage der übermäßigen Erwärmung des Körpers bzw. der Bildung von Linsentrübungen (Katarakt), z.B. bei radarexponierten Personen. Dazu wurden verschiedene Tierversuche durchgeführt, die Linsentrübungen bei immer geringeren Dosen erbrachten, wenn die Linsen nicht sofort nach der Bestrahlung, sondern erst nach einer mehrwöchigen Wartezeit untersucht wurden. Bereits damals wurden nichtthermische Wirkungen bei der Kataraktbildung diskutiert.

1959 wurde von Heller in der Zeitschrift Nature eine neue physikalische Methode zur Erzeugung von Chromosomenschäden vorgestellt [Heller und Teixeira-Pinto 1959]. Die Autoren verwendeten gepulste Kurzwellen mit einer Frequenz von 27 MHz und exponierten wachsende Knoblauchwurzelzellen in einer Wasserschale für 5 Minuten diesem Feld. Im Wasser wurde keine Temperaturerhöhung festgestellt. Die Untersuchung erfolgte 24 Stunden nach der Bestrahlung. Die meisten Chromosomenbrüche wurden bei Pulsraten zwischen 80 und 180 Pulsen pro Sekunde festgestellt.

Die bei Anwohnern von Mobilfunkbasisstationen regelmäßig auftretende Symptomatik gleicht dem von [Schliephake 1932] mitgeteilten Beschwerdebild mit Kopfschmerzen, Übelkeit, Schlafstörungen, Depressionen, das bei anfälligen Personen aufgetreten war, die sich längere Zeit in der Nähe eins schlecht abgeschirmten Senders aufgehalten hatten. Ähnliche Erscheinungen sind auch bei der Therapie der sg. Diathermie als Kurzwellenkater bekannt geworden.

Die Befunde bei Mobilfunksendern werden durch Untersuchungen von Altpeter [Altpeter et al. 2000] beim Schweizer Kurzwellensender Schwarzenburg, die Zusammenhänge zwischen der ge-

messenen Feldstärke und Schlafstörungen zeigten, gestützt. Zusammenhänge wurden auch zwischen einer mit 24,4 Hz gepulsten Frühwarnradaranlage (154-162 MHz) in Litauen und verlangsamter Reaktionsgeschwindigkeit, verringerter Gedächtniskapazität und Aufmerksamkeit bei 9-18 jährigen Kindern und Jugendlichen beobachtet [Kolodynski und Kolodynska 1996].

Im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen hochfrequenter Strahlung und einem erhöhtem Krebsrisiko etwa von gut- und bösartigen Tumoren im Kopfbereich bei der Nutzung von Mobiltelefonen gibt es zwischenzeitlich eine starke Evidenz [Kundi et al. 2004, sowie Hardell et al. 2002, 2003, 2006a, 2006b, Lönn et al. 2004]. Von großer Relevanz im Hinblick auf die Interpretation der Beobachtungsstudien ist die Beachtung der Latenzzeit von zumindest etwa fünf bis zehn Jahren. In Zusammenschau mit dem Nachweis einer gentoxischen Wirkung bei verschiedenen Zellen [REFLEX 2004] sowie der Evidenz aus Tierversuchen [Lai und Singh 1995, 1996, 1997] ist ein erhöhtes Krebsrisiko für den Menschen als erwiesen anzusehen.

In einer Zusammenstellung von Arbeiten zur Wirkung elektromagnetischer Wellen [Sage 2000] wurde von Sage die Evidenz für nachfolgende Bereiche dargestellt: Effekte auf das genetische Material (DNA), chromosomale Schäden und Mikrokern-Bildung, Effekte auf die Ornithindecarboxylase (ODC), Gentranskription und -induktion, Stressreaktion (Hitzeschockproteine), Effekte auf zellulärer Ebene (Kalzium-Ionen), zelluläre Effekte am Immunsystem, Blut-Hirn-Schranke, Blutdruck, Geschlechtsorgane, Krebs, subjektive Symptome bei Benutzern von Mobiltelefonen, neurologische Effekte, Störungen bei Neurotransmittern, Augenschädigungen, Verhaltensänderungen, Lernfähigkeit und Gedächtnis, kognitive Funktionen und Schlaf.

Auf der Basis der vorhandenen Literatur zu elektromagnetischen Wellen kommt Cherry zu dem Schluss, dass elektromagnetische Strahlung etwa von Mobilfunksendeanlagen ein wahrscheinlicher Risikofaktor für nachfolgende Krankheiten ist: Krebs, insbesondere Gehirntumoren und Leukämie aber auch alle anderen Krebsarten, Herzrhythmusstörungen, Herzinfarkte, neurologische Effekte inklusive Schlafstörungen, Lernschwierigkeiten, Depressionen und Selbstmorde, Fehlgeburten und Fehlbildungen [Cherry 2000].

Studien zu Mobilfunksendeanlagen

Zur Frage des Zusammenhangs zwischen Mobilfunkbasisstationen und direkten Gesundheitseffekten gibt es weltweit zumindest fünf epidemiologische Arbeiten sowie eine experimentelle Kurzzeitexposition auf unterschiedlichem Publikationsniveau.

Zur Frage eines Zusammenhangs zwischen dem Einfluss von Mobilfunkbasisstationen und Krebs liegt aktuell die Studie aus Naila (Deutschland) vor, die im Nahbereich einer GSM-Mobilfunkanlage (0-400 m) gegenüber dem Fernbereich (>400 m) nach 5 Jahren Exposition eine signifikante Zunahme der Malignominzidenz um das dreifache, sowie ein um 8,5 Jahre jüngeres Erkrankungsalter zeigt. Auffällig war insbesondere das Mammakarzinom, das als mögliches Markerkarzinom für elektromagnetische Wellen angesprochen wird [Eger et al. 2004]. Hier sind dringend weitere Untersuchungen erforderlich.

Zur Frage des Zusammenhangs zwischen Mobilfunkexpositionen und verschiedenen Symptomen liegen dazu vier epidemiologische Untersuchungen aus Frankreich [Santini et al. 2002], Österreich [Hutter et al. 2002] und Spanien [Navarro et al. 2003, Oberfeld et al. 2004] vor. Diese Arbeiten zeigen übereinstimmend eine signifikante Beziehung zwischen selbstberichteten Beschwerden wie etwa häufigere Müdigkeit, Schwindelgefühl, Depressionen, Kopfschmerzen, Konzentrationsprobleme und Schlafstörungen unter Alltagsbedingungen und der Intensität der hochfrequenten Strahlung von Mobilfunksendeanlagen. Die methodischen Zugänge waren jeweils verschieden, die Er-

gebnisse ergänzen sich jedoch gut und geben ein plausibles und stimmiges Expositions-Wirkungs-Bild bei GSM-Expositionen im Schlafbereich von 10 bis 100 µW/m² und höher. Weitere Untersuchungen sind dringend nötig, um die Frage nach den Expositions- und Wirkungsbeiträgen unterschiedlicher Quellen hochfrequenter Strahlungen sowie elektrischer und magnetischer Wechselfelder besser zu quantifizieren.

Santini Studie Frankreich

Ein Fragebogen zu 16 unspezifischen Krankheitssymptomen wurde an 530 Personen in Frankreich versendet, die sich auf einen Aufruf zur Teilnahme hin gemeldet hatten [Santini 2002]. Santini verwendete bei dieser Untersuchung die Selbstselektion. Dabei kann angenommen werden, dass sich eher Personen meldeten, die Beschwerden durch Mobilfunksendeanlagen vermuten. Dies hat den Nachteil, dass eine Übertragung auf die Gesamtbevölkerung quantitativ nicht möglich ist. Es schafft jedoch den Vorteil, dass Effekte eher entdeckt werden können. Der gegenteilige Ansatz wäre nur junge gesunde Erwachsene einzuladen, die keine Beschwerden gegenüber Mobilfunksendeanlagen aufweisen dürfen.

Es zeigte sich eine Zunahme von unspezifischen Symptomen mit abnehmender selbst eingeschätzter Distanz zu Mobilfunksendern. Bei der Symptomklasse „sehr häufig" fand sich eine signifikante Zunahme etwa für die Symptome Müdigkeit, Reizbarkeit, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, depressive Tendenzen, Konzentrationsschwierigkeiten, Gedächtnisverlust und Schwindel gegenüber der Referenzgruppe (> 300 m Distanz). Eine Übersicht geben dazu die nachfolgende Tabelle und Abbildung.

Die Zunahme der Beschwerdehäufigkeit in der Entfernungsklasse 50-100 m deckt sich mit dem ebenfalls häufig in diesem Entfernungsbereich auftretenden Feldstärkemaximum in städtischen Bereichen. Damit konnte gezeigt werden, dass die Beschwerden eine physikalische Ursache, nämlich die elektromagnetische Strahlung der Anlage, haben.

Symptome	**Distanz zur Mobilfunkbasisstation in Metern (m)**					
	< 10 m	**10-50 m**	**50-100 m**	**100-200 m**	**200-300 m**	**>300 m**
Müdigkeit	72*	50,9*	56,6*	41,1	43,7	27,2
Reizbarkeit	23,2*	25,7*	44,1*	4,1	9	3,3
Kopfschmerzen	47,8*	26,1*	36,7*	31,2*	0	1,8
Übelkeit	6,9	3	3,8	4,6	2,3	1,1
Appetitverlust	8,3	5,5	5	0	0	3,3
Schlafstörungen	57*	57,5*	58,5*	50*	35,5	21,1
Depressive Tendenzen	26,8*	19,7*	24*	3,1	2,5	3,7
Unwohlsein	45,4*	18,9	12,8	0	5,1	8,1
Konzentrations-schwierigkeiten	28,8*	16,6	26,4*	12,5	5,5	7,1
Gedächtnisverlust	25,4*	26,6*	29*	15,6	11,1	5,8
Hautprobleme	17,1*	10,8	11,1	7,5	0	4,6
Sehstörungen	24,3*	13,5	7,1	4,9	2,8	4,1
Hörstörungen	17,4	12	15,5	7,7	9,5	8,7
Schwindel	12,5*	7,5*	9,6*	2,7	5,2	0
Bewegungsstörungen	7,7*	1,7	3	0	0	1
Herz-Kreislauf- Probleme	13*	9,6	7,4	0	6,5	3

*) Signifikanter Unterschied ($p < 0.05$) im Verhältnis zur Referenzkategorie > 300 m oder nicht exponiert für die Symptomklasse "sehr häufig"
Tabelle: Häufigkeit (%) von Beschwerden von Anwohnern (n=530) von Mobilfunk-Basisstationen als Funktion der Entfernung

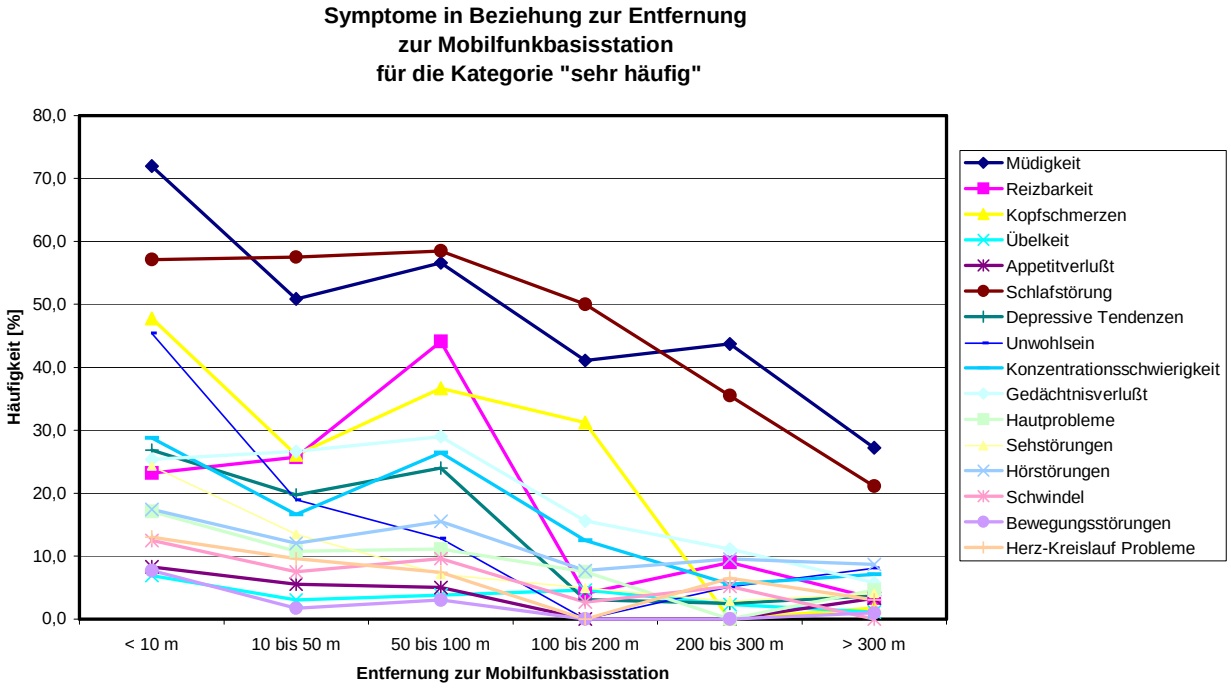
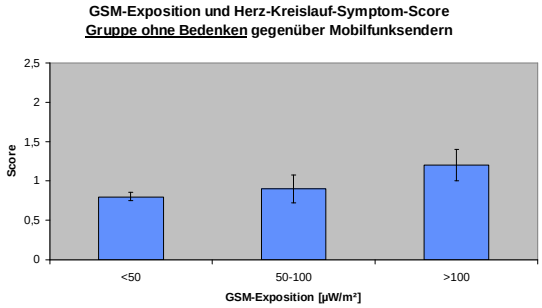


Bild: Häufigkeit (%) von Beschwerden von Anwohnern von Mobilfunk Basisstationen als Funktion der Entfernung

Hutter/Kundi Studie Kärnten und Wien

In einer Querschnittstudie wurden in Österreich (Kärnten und Wien) Personen untersucht, die länger als ein Jahr in der Nähe einer Mobilfunkbasisstation lebten [Hutter et al. 2002]. Dabei wurden subjektive Symptome und Beschwerden, Schlafqualität und Merkfähigkeit abgefragt bzw. getestet. Die Exposition der Studienteilnehmer wurde hinsichtlich Mobilfunk sowie Rundfunk- und Fernsehsendern frequenzselektiv im Schlafzimmer gemessen. Das Maximum für eine einzelne GSM-Basisstationsfrequenz betrug 1400 µW/m² (1,4 mW/m²).

Unabhängig von möglichen Befürchtungen der Anwohner wurden signifikante Zusammenhänge zwischen der Leistungsflussdichte des GSM-Mobilfunks und Herz-Kreislauf-Symptomen gefunden. Zu den Herz-Kreislaufsymptomen zählten: Müdigkeit, Kurzatmigkeit, Herzpochen/Herzjagen, Kopfschmerzen, rasche Erschöpfung, kalte Füße und Schwindelgefühl. Wichtig sind dazu zwei Feststellungen: Die Symptome traten bei Expositionswerten deutlich unter 1 mW/m² auf (alter Salzburger Vorsorgewert) auf. Weiters die Auswahl der Studienteilnehmer erfolgte repräsentativ und es erfolgte keine Selektion im Hinblick auf eine besonders empfindliche Gruppe. Das bedeutet, dass die gefundenen Effekte repräsentativ für die Gesamtbevölkerung sind und so stark sind, dass sie bereits innerhalb weniger Jahre sichtbar werden.



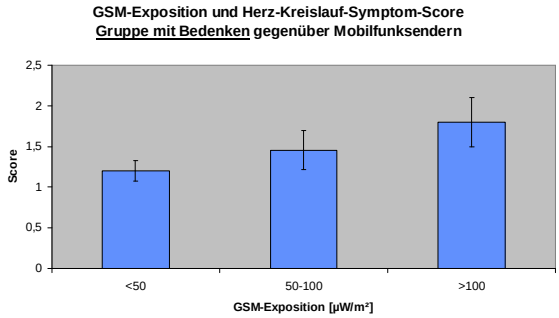


Bild: Expositions-Wirkungs-Beziehungen zwischen Herz-Kreislauf-Symptomen und GSM-Mobilfunkexpositionswerten im Schlafzimmer

Navarro Studie Spanien/La Nora

In einer Querschnittstudie in La Nora, Murcia, Spanien wurden Anwohner im Umfeld zweier GSM Basisstationen untersucht [Navarro et al. 2003]. Die Rekrutierung der Teilnehmer erfolgte über Selbstselektion. Dazu wurden in der Apotheke und beim Friseur Fragebögen aufgelegt. Der verwendete Fragebogen war mit dem von Santini ident und es wurden Symptome passend zum "Mikrowellensyndrom" erhoben. Die Leistungsflussdichte wurde breitbandig (400 MHz- 3000 MHz) über dem Bett gemessen. Die Spektrumanalyse ergab die Dominanz zweier GSM 900/1800 MHz Basisstationen. Eine Aufteilung der Exponierten in eine Gruppe mit einer Entfernung von >250 m (mittlere Exposition 100 µW/m²) und eine Gruppe mit einer Entfernung <250 m Distanz (mittlere Exposition 1.100 µW/m²) zur Basisstation zeigte für 9 Symptome eine signifikant höheren Score in der Gruppe mit der höheren Feldstärke.

	n=47	n=54	p-Wert
Mittlere Exposition	100 µW/m²	1.110 µW/m²	<0,001
Mittlere Entfernung	284 m	107 m	<0,001
Gereiztheit	1,04	1,56	<0,05
Kopfschmerzen	1,53	2,17	<0,001
Übelkeit	0,53	0,93	<0,05
Appetitverlust	0,55	0,96	<0,05
Unwohlsein	0,87	1,41	<0,02
Schlafstörung	1,28	1,94	<0,01
Depression	0,74	1,3	<0,02
Schwindelgefühl	0,74	1,26	<0,05

n: Anzahl Teilnehmer in der Gruppe
p-Wert: Der p-Wert ist der Wahrscheinlichkeitswert und gilt als signifikantes Ergebnis, wenn p < 0,05 ist

Tabelle: Gruppenvergleich: Exposition gegenüber GSM Basisstationen und verschiedenen Krankheitssymptomen (Score)

Oberfeld Studie Spanien/La Nora

Die oben angeführte Querschnittsstudie von Navarro et al. wurde vom Autor dieser Zusammenstellung mittels eines logistischen Regressionsmodells auf individueller Ebene reanalysiert [Oberfeld et al. 2004]. Es fanden sich signifikante Beziehungen zwischen den gemessen Feldstärken und

13 Symptomen in einer Expositions-Wirkungsbeziehung. Die Tabelle zeigt die für Alter, Geschlecht und Entfernung adjustierten Ergebnisse.

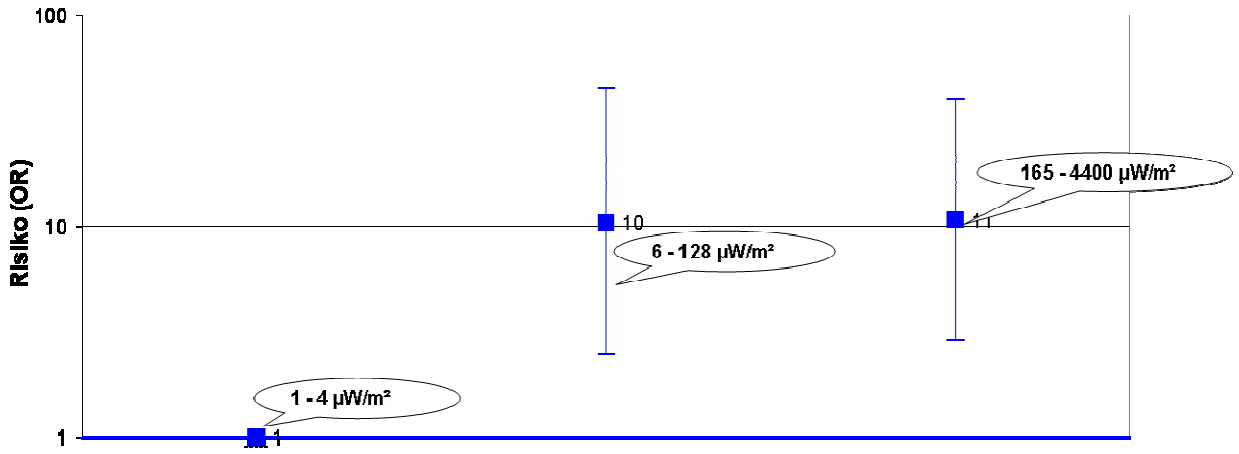
	Mittlere Exposition 0.05 – 0.22 V/m (6 – 128 µW/m²)			Hohe Exposition 0.25 – 1.29 V/m (165 – 4400 µW/m²)			
Symptome	OR	95%-CI	p	OR	95%-CI	p	p for the trend
Müdigkeit	28.53	3.03 – 268.78	0.0034	40.11	4.56 – 352.44	0.0009	0.0039
Reizbarkeit	3.12	0.91 – 10.68	0.0704	9.22	2.86 – 29.67	0.0002	0.0009
Kopfschmerzen	5.99	1.50 – 23.93	0.0113	6.10	1.80 – 20.65	0.0037	0.0050
Übelkeit	5.92	0.60 – 58.68	0.1288	12.80	1.48 – 110.64	0.0205	0.0499
Appetitmangel	6.66	0.62 – 71.52	0.1175	27.53	3,07 – 247.03	0.0031	0.0030
Schlafstörungen	10.39	2.43 – 44.42	0.0016	10.61	2.88 – 39.19	0.0004	0.0008
Depressive Tendenzen	39.41	4.02 – 386.40	0.0016	59.39	6.41 – 550.11	0.0003	0.0016
Unwohlfühlen	4.29	1.14 – 16.15	0.0314	10.90	3.16 – 37.56	0.0002	0.0007
Konzentrationsprobleme	8.27	2.01 – 34.01	0.0034	19.17	4.91 – 74.77	0.0000	0.0001
Gedächtnisstörungen	2.35	0.62 – 8.89	0.2090	7.81	2.27 – 26.82	0.0011	0.0031
Hautprobleme	7.04	1.06 – 46.62	0.0429	8.22	1.39 – 48.51	0.0201	0.0628
Sehstörungen	2.48	0.65 – 9.44	0.1830	5.75	1.68 – 19.75	0.0054	0.0186
Hörstörungen	3.89	0.99 – 15.21	0.0510	1.63	0.45 – 5.95	0.4572	0.1285
Schwindel	2.98	0.62 – 14.20	0.1712	8.36	1.95 – 35.82	0.0042	0.0117
Gangschwierigkeiten	1.32	0.30 – 5.84	0.7114	2.07	0.57 – 7.50	0.2690	0.5211
Herz-Kreislauf-Probleme	9.42	0.93 – 95.07	0.0572	17.87	1.96 – 162.76	0.0105	0.0333

Tabelle: Zusammenhang zwischen breitbandig ermittelter elektrischer Feldstärke (dominiert durch GSM 900/1800 Mobilfunksendeanlagen) und verschiedenen Krankheitssymptomen

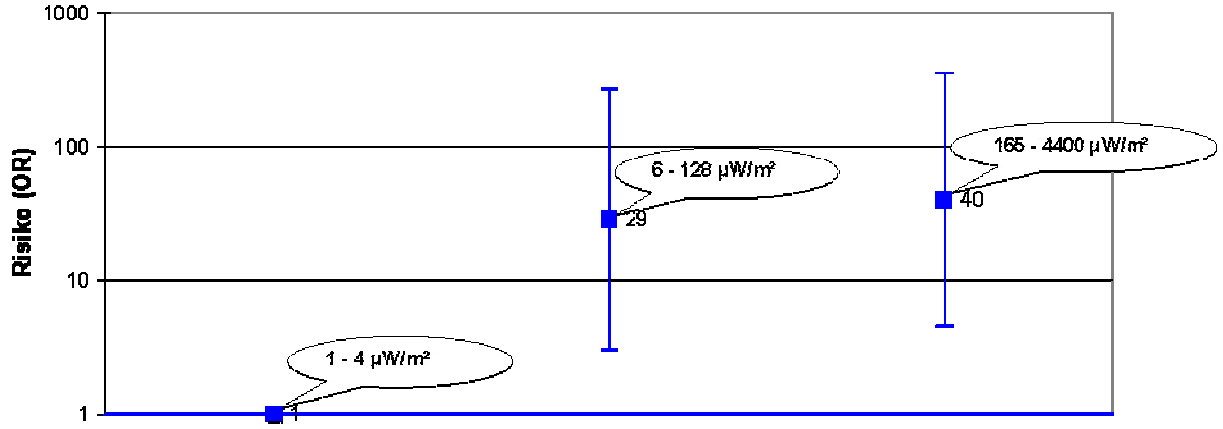
Die von den Studienteilnehmern geschätzte Entfernung zwischen Wohnung und Mobilfunksender wurde als Maß für mögliche Befürchtungen ins Modell aufgenommen und änderte das statistische Modell kaum. Auch diese Daten sind auf Grund der Selbstsektion quantitativ nicht auf die Gesamtbevölkerung übertragbar. Sehr wohl sind die Ergebnisse auf eine nicht näher quantifizierbare Gruppe innerhalb der Bevölkerung übertragbar, die unabhängig von möglichen Befürchtungen erhebliche Störungen des Wohlbefindens und der Gesundheit bedingt durch die Einstrahlung von Mobilfunksendeanlagen erleidet.

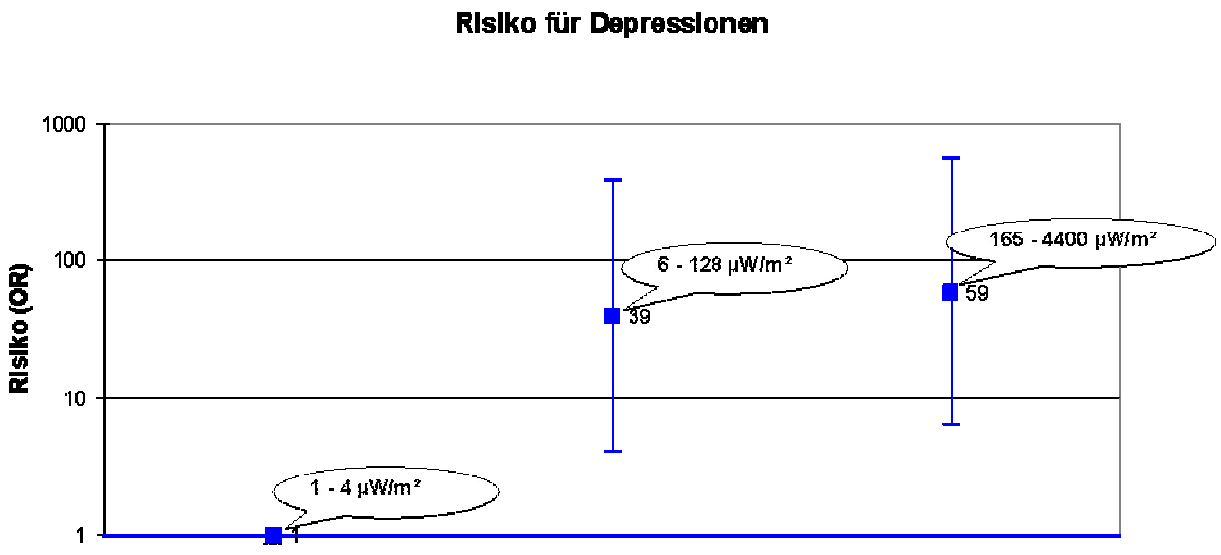
Wichtig ist die Feststellung, dass sich bereits in der mittleren Expositionsklasse bei 6-128 µW/m² signifikant erhöhte Risikoschätzer zeigten. Expositionen dieser Größenordnung sind zwischenzeitlich in unseren Siedlungsbereichen immer häufiger anzutreffen.

Risiko für Schlafstörungen



Risiko für Müdigkeit





Abbildungen: Odds Ratios für Schlafstörungen, Müdigkeit und Depressionen in Abhängigkeit von der breitbandig gemessenen, durch GSM-Sendeanlagen dominierten Feldstärke (angegeben als Leistungsflussdichte in µW/m²) im Schlafbereich (Bett) unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und selbst geschätzter Entfernung zur Mobilfunksendeanlage in La Nora (Murcia, Spanien).

Basierend auf diesen Daten wird die im Februar 2002 auf Basis empirischer Evidenz seitens der Landessanitätsdirektion Salzburg gegebene Empfehlung, einen Summenwert für die Dauerexposition gegenüber GSM 900/1800 Mobilfunkbasisstationen von 0,02 V/m bzw.
1 µW/m² (Salzburger Vorsorgewert 2002) nicht zu überschreiten, weiter gestützt.

TNO-Studie zu GSM und UMTS

Am 30. September 2003 wurde die von den drei niederländischen Ministerien für Gesundheit, Umwelt und Wirtschaft beauftragte Untersuchung des TNO Physics and Electronics Laboratory zu UMTS und GSM vorgestellt [Zwamborn et al. 2003]. Im Doppel-Blind-Ansatz wurden Teilnehmer zweier unterschiedlicher Personengruppen einzeln in einer geschirmten Expositionskammer gegenüber hochfrequenter Strahlung exponiert, die von zwei Basisstationsantennen in einer Entfernung von drei Metern abgestrahlt wurde. Die Exposition der Probanden betrug bei allen verwendeten Signalen 1 V/m als Spitzenwert, entsprechend 2,65 mW/m² (2650 µW/m²). Dies entspricht der Exposition im Hauptstrahl einer typischen Mobilfunk-Sektorantenne in einer Entfernung von etwa 125 m (10 W Antenneneingangsleistung, isotroper Antennengewinn 17 dBi).

Von den drei unterschiedlichen Signalen (GSM 900 MHz, GSM 1800 MHz, UMTS 2100 MHz) wurden pro Proband nur jeweils zwei Signale verwendet, sowie jeweils eine Plazebophase ohne Feld. Die Abfolge der einzelnen Phasen war den untersuchten Personen und den unmittelbar mit dem Experiment befassten Studienbetreuern nicht bekannt (Doppelblinddesign). Die Einwirkzeit des Feldes betrug jeweils 15 Minuten, mit einer anschließenden Pause von 30 Minuten. Vor der Durchführung der Tests erfolgte eine Trainingsphase unter Anleitung und ohne Exposition.

Es wurden zwei Gruppen zu je 36 Personen untersucht. Die Gruppe A umfasste Personen, die sich bei einer Umweltschutzorganisation wegen gesundheitlicher Probleme durch Mobilfunksendean-

lagen gemeldet hatten. In die Gruppe B wurden Personen aufgenommen, die keine Beschwerden gegenüber Mobilfunksendeanlagen hatten. Als Endpunkte der Untersuchung wurden vier computergestützte Tests (Reaktionszeit, Gedächtnisvergleich, selektive visuelle Aufmerksamkeit und Doppelaufgabe) sowie die Erhebung des Wohlbefindens mittels Fragebogen (23 Fragen) herangezogen.

Im Hinblick auf die Auswirkungen bei den kognitiven Leistungen wurden statistisch signifikante Veränderungen beobachtet, aber ohne klares Muster betreffend Expositionsart (GSM, UMTS), kognitive Teilfunktionen und Gruppenzugehörigkeit.
Die Ergebnisse des Fragebogens zum Wohlbefinden zeigten hingegen ein klares Bild. Beim Summenscore über alle Fragen zeigte sich bei der Exposition gegenüber dem UMTS-Signal bei beiden Gruppen eine signifikante Zunahme der Beschwerden. Bei der Gruppe B erhöhte sich der Summenscore von 2,44 (Plazebo) auf 3,08 (UMTS). Bei der Gruppe A erhöhte sich der Summenscore von 7,47 (Plazebo) auf 10,75 (UMTS). Bei den 23 Einzelfragen zum Wohlbefinden zeigte sich bei der Gruppe A auf der Ebene der einzelnen Fragen bei acht Fragen gegenüber der Plazebophase eine signifikante Verstärkung des Beschwerdegrades:

- Q 1 „Schwindel“
- Q 3 „Nervosität“
- Q 8 „Brustschmerzen oder Atemwegsbeschwerden oder Gefühl nicht genug Luft zu haben“
- Q 16 „Körperteile fühlen sich taub oder kribbbelnd an“
- Q 18 „Teile des Körpers fühlen sich schwach an“
- Q 19 „sich nicht konzentrieren können“
- Q 21„leicht zerstreut sein“
- Q 23 „wenig Aufmerksamkeit für etwas haben“

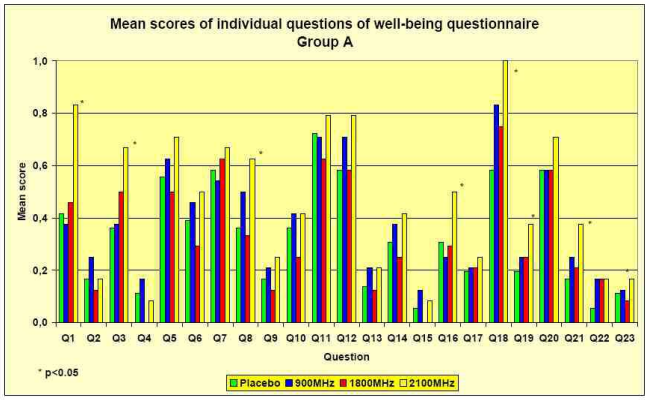


Bild: Gruppe A: Mittlerer Score für die Einzelfragen des Fragebogens zum Wohlbefinden

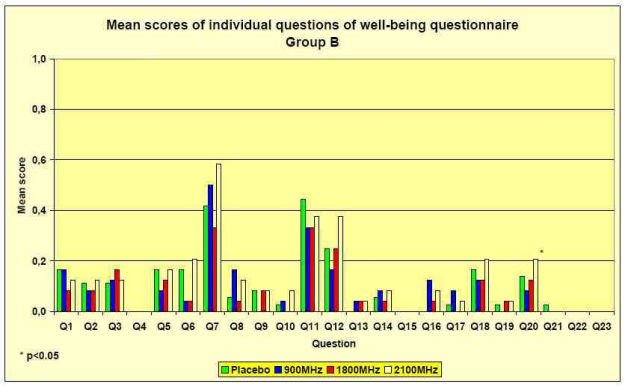


Bild: Gruppe B: Mittlerer Score für die Einzelfragen des Fragebogens zum Wohlbefinden

Bemerkenswert an der Untersuchung ist der deutliche Unterschied der Symptomausprägung zwischen der Gruppe A (Beschwerden bei GSM-Sendern) und der Gruppe B (keine Beschwerden bei GSM Sendern) sowohl beim Training bzw. in der Plazebosituation als auch speziell die deutliche Reaktion bei der Feldexposition. Dies ist ein weiterer Beleg für die Existenz elektrosensibler Personen.

Von hoher Bedeutung ist die deutliche Reaktion der Probanden der Gruppe A auf das verwendete UMTS-FDD Signal (W-CDMA) bei einer nur 15 minütigen Einwirkung. Diese Signalform wird im derzeit im Aufbau befindlichen UMTS-Netz eingesetzt. Die in der TNO-Studie verwendete und

mittels Signalgenerator erzeugte UMTS-Signalform stellt den Fall dar, dass nur die vier dominierenden Steuerkanäle aktiv sind und kein Nutzkanal. Dieser Fall tritt an einer realen UMTS-Basisstation dann auf, wenn kein Verkehr über die Station abgewickelt wird und nur die permanent sendenden Steuerkanäle aktiv sind. Dies dürfte überwiegend zur Nachtzeit der Fall sein.

Überlegungen zu epidemiologischen Untersuchungen bei Mobilfunkbasisstationen

Im Allgemeinen wird zur Einschätzung eines Gesundheitsrisikos die Evidenz aus Zellversuchen, Tierversuchen, experimentellen Untersuchungen am Menschen und epidemiologischen Untersuchungen herangezogen. Die Quantifizierung des Risikos erfolgt in aller Regel durch experimentellen Untersuchungen am Menschen und epidemiologische Untersuchungen.

Noch vor wenigen Jahren wurde von der WHO und etwa der COST281 Arbeitsgruppe im November 2002 argumentiert, es mache kaum Sinn epidemiologische Untersuchungen bei Anwohnern von Basisstationen durchzuführen. Seitens der WHO werden aktuell unter dem Titel „2003 WHO research agenda for radio frequency fields“ unter der Überschrift Mensch, Langzeitstudien und künftige notwendige Untersuchungen nun konkret epidemiologische Studien bei fixen Sendeanlagen mit den Endpunkten Schlafstörungen und anderer „weicher“ Endpunkte oder chronische Erkrankungen vorgeschlagen. Im speziellen sollen Langzeit- und Ganzkörperexpositionen bei Umweltfeldstärken untersucht werden. Unverständlich sind dann wieder Vorschläge auf derselben Seite, welche die Untersuchung der Auswirkung hochfrequenter Strahlung auf kognitive Funktionen durch Ganzkörperwärmung oder lokalisierte Erwärmung des Kopfes mit gut definierten Methoden empfehlen. Der geschätzte Leser mag sich selbst ein Urteil über diesen letzten Vorschlag der WHO bilden.

Zielwertaspekte für Mobilfunkanwendungen

Die Grenzwerte sind auf ein Niveau abzusenken, das unerwünschte Gesundheitseffekte vermeidet. Es geht nicht um den Nachweis, sondern um den Grad an Evidenz aus wissenschaftlichen und empirischen Erkenntnissen und das jeweils adäquate Handeln der verantwortlichen Menschen – sprich der Entscheidungsträger in Wissenschaft, Verwaltung und Politik und der Gesellschaft als Einheit. Zum Handeln braucht es Evidenz. Wie schon eingangs erwähnt kommt guter epidemiologischer Forschung hier eine Hauptaufgabe zu.

Kern guter epidemiologischer Forschung ist die optimale Methodik und Durchführung. Insbesondere sollte dabei beachtet werden: Je besser die individuelle Exposition an den Hauptaufenthaltsorten (Schlaf- und Arbeitsplatz) erfasst wird, um so geringer ist die Expositionsfehlklassifikation, die im Extremfall dazu führt, dass Effekte nicht entdeckt werden können, obwohl sie vorhanden sind. Wenn mehrere Faktoren zu einem erhöhten Risiko beitragen, sollten möglichst alle starken Faktoren erhoben und multivariat ausgewertet werden. Die Auswertung sollte zum Ziel haben, Expositions-Wirkungs-Beziehungen darzustellen und nicht mit Cut-Off Werten zu arbeiten, wie bei einigen Magnetfeldstudien zu kindlichen Leukämien. Die Durchführung und Förderung umweltepidemiologischer Forschung muss als zentrale öffentliche Aufgabe mit hoher Transparenz verstanden werden. Je eher wir damit beginnen, um so mehr wird die Gesellschaft und jeder Einzelne durch ein Mehr an Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit profitieren.

Zum Schutz der individuellen und öffentlichen Gesundheit werden basierend auf dem heutigen Kenntnisstand aus wissenschaftlichen Daten und Empirie folgende Zielwerte vorgeschlagen: GSM und UMTS-Sendeanlagen (jeweils gemessen mit der Einstellung peak detector) für die Summe worst-case im Freien 10 µW/m², in Innenräumen 1 µW/m². DECT-Basisstationen, WLAN-Sender,

Bluetooth-Sender sollten (jeweils gemessen mit der Einstellung peak detector) um den Faktor 10 (bezogen auf die Leistung) strenger bewertet werden. Schnurlostelefone und Mobiltelefone sollten generell nur für wichtige und dringende Gespräche verwendet werden. Kinder und Jugendliche sollten Schnurlostelefone und Mobiltelefone wenn überhaupt, dann nur für Notfälle verwenden.

Literatur

Altpeter E., Battaglia M., Pfluger D., Minder C.E., Abelin Th.: 10 Jahre epidemiologische Forschung im Umfeld des Kurzwellensenders Schwarzenburg: Was haben wir gelernt? In: Proceedings of "International Conference on Cell Tower Siting – Lingking Science & Public Health, 7th – 8th June 200, Salzburg, Austria.

Cherry N. (2000): Probable Health Effects Associated with Base Stations in Communities: The Need for Health Surveys; In: Proceedings of "International Conference on Cell Tower Siting – Lingking Science & Public Health, 7th – 8th June 200, Salzburg, Austria.

Eger H., Hagen K.U., Luca B, Vogel P, Voit H.: Eunfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz. umwelt-medizin-gesellschaft (17) 4/2004.

Hardell, L.; Hallquist, A.; Hansson Mild, K.; Carlberg, M.; Pahlson, A.; Lilja, A.: Cellular and cordless Telephones and the risk for brain tumours; European Journal of Cancer Prevention 2002, 11, S. 377 – 386.

Hardell L, Mild KH, Carlberg M.; Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours; Int J Oncol 2003 Feb;22(2):399-407.

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. (2006a): Pooled analysis of two case-control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997-2003. Int Arch Occup Environ Health. 2006 Mar 16.

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. (2006b): Pooled analysis of two case-control studies on the use of cellular and cordless telephones and the risk of benign brain tumours diagnosed during 1997-2003. Int J Oncol. 2006 Feb;28(2):509-18.

Heller J.H.; Teixeira-Pinto A.A. (1959): A New Physical Method of creating Chromosomal Aberrations; in: Nature No. 4665 March 28; S. 905-906.

Hutter, H-P., Moshammer,H., Kundi, K. (2002): Mobile Telephone Base-Stations: Effects on Health and Wellbeeing; Presesented at the 2nd Workshop on Biological Effects of EMFs, 7th – 11th October 2002, Rhode, Greece.

Kolodynski A.A., Kolodynska V.V. Motor and psyschological functions of school children living in the area of the Scrund Radio Station in Latvia. The Science of the Total Environment 180 (1996) 87-93.

Kundi M., Mild K.H., Lennart H., Mattson M-O.: Mobile Telephones and Cancer – a Review of Epidemiological Evidence. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 7:351-384, 2004.

Lai, H. and Singh, N.P., (1995): "Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells". Bioelectromagnetics, Vol 16, pp 207-210, 1995.

Lai, H. and Singh, N.P., (1996): "Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation". Int. J. Radiation Biology, 69 (4): 513-521.

Lai, H., and Singh, N.P., (1997): "Melatonin and Spin-Trap compound Block Radiofrequency Electromagnetic Radiation-induced DNA Strands Breaks in Rat Brain Cells." Bioelectromagnetics, 18:446-454.

Lönn S.; Ahlbom A.; Hall P.; Feychting M.; (2004): Mobile Phone Use and the Risk of Acoustic Neuroma; in: Epidemiology, Volume 15, Number 6, November 2004, S. 653-659.

Navarro E.A.; Segura J.; Portolés M.; Gómez-Perretta de Mateo C. (2003): The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain; in: Electromagnetic Biology and Medicine (formerly Electro- and Magnetobiology), Volume 22, Issue 2,; S. 161-169.

Oberfeld G.; Navarro E.A.; Portolés M.; Maestu C.; Gómez-Perretta de Mateo C. (2004): The Microwave Syndrom – further Aspects of a Spanish Study; prepared for the 3rd International Workshop on Biological Effects of EMFs, 4. - 8. October 2004, Kos, Greece.

Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards From Low Frequency Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive in vitro Methods (REFLEX); Final Report, 2004.

Sage C. (2000): An Overview of Radiofrequency/Microwave Radiation Studies Relevant to Wireless Communications and Data. In: Proceedings of "International Conference on Cell Tower Siting – Lingking Science & Public Health, 7th – 8th June 200, Salzburg, Austria.

Santini, R.; Santini, P.; Danze, J.M.; Le Ruz, P.; Seigne, M. (2002): Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: 1st Influence of distance and sex; Pathol Biol; 50; S. 369 - 373.

Schliephake E. Arbeitsergebnisse auf dem Kurzwellengebiet. Dt. Med. Wschr., 58 (1932)1235. Zit. in Reiter R. Meteorobiologie und Elektrizität der Atmosphäre, Leibzig, 1960.

2003 WHO research agenda for radio frequency fields
http://www.who.int/peh-emf/research/rf03/en/index2.html

Zwamborn, A.P.M.; Vossen, S.H.J.A.; van Leersum B.J.A.M.; Ouwens M.A.; Mäkel W.N.(TNO Physics and Electronics Laboratory): Effects of Global Communication system radio-frequency fields on Well Being and Cognitive Functions of human subjects with and without subjective complaints; TNO-report FEL-03-C148, September 2003;
www.ez.nl/beleid/home_ond/gsm/docs/TNO-FEL_REPORT_03148_Definitief.pdf