

Exposition der Allgemeinbevölkerung durch
hochfrequente elektromagnetische Felder
- Plausibilität der gesundheitlichen
Unbedenklichkeit

Prof. Dr. J. Silny

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr
der Republik Österreich

Aachen, im September 1999

Inhaltsverzeichnis:

1. Zusammenfassung	S.	3
2. Quellen der hochfrequenten Felder und ihre Charakteristika	S.	5
3. Aktueller Wissensstand der Elektromagnetischen Umweltverträglichkeit	S.	7
3.1 Kriterien der Bewertung einer gesundheitsschädigenden Wirkung	S.	7
3.2 Thermische Wirkungen	S.	8
3.3 Mutmaßliche und tatsächliche athermische Wirkungen von Feldern der Mobilfunkanlagen	S.	9
3.3.1 Krebsgeschehen	S.	9
3.3.2 Elektrosensibilität	S.	11
3.3.3 Einfluß auf die Informationsverarbeitung im Gehirn	S.	11
3.3.4 Einfluß auf das Schlafverhalten	S.	12
3.3.5 Einfluß auf die Blut-Hirn-Schranke	S.	12
3.3.6 Einfluß auf kardiovaskuläre Parameter	S.	13
3.3.7 Einfluß auf den Kalziumhaushalt der Zelle	S.	13
3.3.8 Einfluß auf das Hormon Melatonin	S.	13
3.3.9 Störung von elektronischen Implantaten	S.	13
3.3.10 Abschließende Betrachtung der athermischen Wirkungen von Feldern der Mobilfunkanlagen	S.	14
4. Festlegung der Sicherheits- und Vorsorgeschwellen in Österreich und anderen westlichen Ländern	S.	15
5. Bewertung der Messungen	S.	16
5.1 Gutachten Austrian Research Centers Seibersdorf	S.	16
5.2 Gutachten Austrian Research Centers Seibersdorf	S.	17
5.3 Prüfbericht TÜV Österreich	S.	17
5.4 Gutachten TÜV Österreich	S.	18
5.5 Gutachten Staatliche Versuchsanstalt für Radiotechnik TCM	S.	18
5.6 Gutachten TÜV Österreich	S.	19
5.7 Gutachten Staatliche Versuchsanstalt für Radiotechnik TCM	S.	19
6. Literaturhinweise	S.	21

1. Zusammenfassung

Die hochfrequenten Felder im Alltag werden überwiegend von drei Telekommunikationssystemen, und zwar den UKW- und Fernsehsendern sowie den jüngeren Mobilfunksystemen GSM-900 und DCS-1800 aufgebaut.

In der öffentlichen Diskussion über die Wirkungen elektromagnetischer Felder auf den Menschen fehlt häufig die Vorstellung über die Feldstärken, die diese Sendeanlagen in Wohnungen, Schulen, Kindergärten oder Freizeitbereichen verursachen und ihre potentielle Wirksamkeit auf den menschlichen Organismus.

Sieben unabhängig voneinander erstellte Meßprotokolle zeigen beispielhaft die Expositionsbedingungen in Ortschaften, Städten, Wohnräumen und auch im Freien auf. Für die Messungen wurden verständlicherweise exponierte Bereiche in der Nähe von Mobilfunkantennen im GSM-900- bzw. DCS-1800-Netz ausgewählt, die rein empirisch die stärksten Felder erwarten lassen. Alle Messungen wurden mit modernen Einrichtungen unter Beachtung der Standard-Verfahren zur Bestimmung der Feldstärken bzw. Leistungsflußdichten durchgeführt. In den meisten Fällen beinhalten die Gutachten auch eine genaue Skizze über die Lage der Antenne und der einzelnen Meßpunkte sowie Aufzeichnungen eventueller Faktoren, die die Messung maßgeblich beeinflussen könnten. Als Maß für die Expositionsstärke wird durchgängig die Angabe der Leistungsflußdichte mit der Einheit W/m^2 verwendet. Für einen einfacheren Vergleich der z.T. zu schwachen Felder wird hier eine Untereinheit $\mu W/m^2$ ($1 W/m^2 = 1.000.000 \mu W/m^2$) herangezogen.

Die maximal gemessene Leistungsdichte der Mobilfunkanlagen betrug $856 \mu W/m^2$. Diese Einheit $\mu W/m^2$ stellt eine sehr geringe Einheit der Leistungsdichte dar, sie wird nur für eine bessere Vergleichsmöglichkeit verwendet. Im allgemeinen werden diese Werte insbesondere in Wohnungen auch in der unmittelbaren Nähe der Mobilfunkanlagen oder in Räumlichkeiten, die sich unterhalb der Antenne befinden, deutlich unterschritten. Insgesamt zeigen die gemessenen Werte eine gute Übereinstimmung im Vergleich zueinander sowie im Vergleich zu anderen Messungen, die z. B. in Deutschland und Österreich durchgeführt wurden. Die maximalen Leistungsdichten der UKW- und Fernsehsender erreichen $93 \mu W/m^2$. Diese relativ niedrigen Werte sind durch die große Entfernung zu den Sendern gegeben. Es ist davon auszugehen, daß es zahlreiche Lebensbereiche in der Nähe von UKW- und Fernsehsendern gibt, wo die maximale Leistungsdichte dieser Felder wesentlich höhere Werte erreicht.

Bei der Schlußfolgerung und Betrachtung einer gesundheitsschädigenden Wirkung der hochfrequenten Felder haben sich die Gutachter auf die ÖNORM S 1120 berufen. Diese ÖNORM baut auf einem international anerkannten Sicherheitskonzept auf und schreibt für den betrachteten Frequenzbereich Grenzwerte vor, die je nach Frequenz zwischen 1 Mio und 6 Mio $\mu\text{W}/\text{m}^2$ liegen. Damit sind zwischen den gemessenen maximalen Werten der Leistungsdichte und den Grenzwerten der ÖNORM Sicherheitsfaktoren von mindestens 1000 zu verzeichnen. Auf dieser Grundlage haben alle vorgelegten Gutachten richtige Schlußfolgerungen für die gemessenen Bereiche gezogen, und zwar, daß hier keine Gefahr einer gesundheitsschädigende Beeinträchtigung durch die Hochfrequenzen besteht. Die häufig aus den Reihen der Bürger gestellte Frage, inwieweit die geltende Norm die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse deckt, ist gerechtfertigt. Bei der Betrachtung einer gesundheitsschädigenden Wirkung der hochfrequenten Felder muß von den wissenschaftlich belegten Wirkungen ausgegangen werden, da in der Medizin ein Nulleffekt nicht nachgewiesen werden kann. Die letzte Wertung erfolgte anlässlich der internationalen Tagung der weltweit führenden Organisationen BEMS und IEEE im Juni 1999 in den USA. Für die hochfrequenten Felder sind nach dem aktuellen Wissenstand nach wie vor nur thermische Wirkungen auf den menschlichen Organismus nachgewiesen, deshalb werden sie international als relevant für die Aufstellung von Sicherheitsgrenzwerten betrachtet. Für eine Erwärmung des Körpers um 1°C , die als physiologisch gilt, werden im hochfrequenten Bereich Leistungsdichten um 100 Mio $\mu\text{W}/\text{m}^2$ benötigt. Die ÖNORM verwendet weitere Sicherheitsfaktoren und setzt die Grenzwerte fest, je nach Frequenz auf zwischen 1 Mio und 6 Mio $\mu\text{W}/\text{m}^2$, um auch eine geringfügige Erwärmung des Körpers um mehr als $0,1^\circ\text{C}$ zu vermeiden. Auf dieser Grundlage kann bescheinigt werden, daß die ÖNORM auch dem neuesten internationalen Standard entspricht und nach dem heutigen Wissensstand mit ihren Grenzwerten die Bevölkerung ausreichend vor eventuellen Folgen der Exposition durch hochfrequente Felder schützt.

Aachen, den 15.09.1999

Prof. Dr. J. Silny

2. Quellen der hochfrequenten Felder und ihre Charakteristika

Bei der Betrachtung der Exposition der Bevölkerung durch hochfrequente elektromagnetische Felder in Alltagssituationen stehen drei wichtige Quellengruppen, und zwar die UKW-Radiosender, die Fernsehsender sowie die Anlagen für Mobilfunkkommunikation GSM-900 (D-Netz) und DCS-1800 (E-Netz) Vordergrund. Dabei handelt es sich um Sendeanlagen, die eine flächendeckende Telekommunikationsversorgung der Bevölkerung zum Ziel haben und daher ihre elektromagnetischen Felder in fast allen Lebensbereichen mit stärkerer oder schwächerer Feldstärke durchsetzen. Die Feldstärke dieser Felder nimmt grundsätzlich von der Sendeantenne mindestens direkt proportional mit dem Abstand ab. Die drei aufgeführten Telekommunikationssysteme weisen eine Reihe von charakteristischen Unterschieden auf, nicht nur in Bezug auf die verwendeten elektromagnetischen Felder, sondern auch in ihrer Ausbaustruktur und ihrer Entstehung und Entwicklung. Die wichtigsten Tatsachen, die auch die öffentliche Meinung im Zusammenhang mit einer diskutierten Gesundheitsbeeinträchtigung durch die elektromagnetischen Felder maßgeblich zeigen, sind nachfolgend zusammengefaßt:

- **UKW-Radiosender**

Frequenzspektrum:	86 bis 107 MHz
Modulation:	Frequenzmodulation
Versorgung/	flächendeckende Versorgung
Abstände:	durch Sender in Abständen von 1 bis 10 km
Sendeleistungen:	bis zu 10.000 W
Entwicklung:	allmählicher Ausbau der Sendestationen seit den 50er Jahren, wodurch die Qualität der damaligen Lang-, Mittel- und Kurzwellensender wesentlich verbessert wurde

- **Fernsehsender**

Frequenzspektrum:	170 bis 600 MHz
Modulation:	Amplitudenmodulation mit pulsartigen Anteilen (Bild) und Frequenzmodulation (Ton)
Versorgung/	flächendeckende Versorgung durch vereinzelte starke
Abstände:	Sender in Abständen von einigen 10 km
Sendeleistungen:	bis zu 500.000 W
Entwicklung:	allmähliche Entwicklung seit den 50er Jahren

- **Mobilfunksysteme**

Frequenzspektrum:	GSM-900: 905-959 MHz
	DCS-1800: 1710-1880 MHz
Modulation:	digitale Pulsmodulation nach TDMA- (Time Division Multiple Access) Verfahren
Versorgung/Abstände:	- Basisstationen ein dichtes Netz mit kurzen Abständen von bis zu 100 m in den Städten
	- Handies werden direkt am Kopf getragen
Sendeleistung:	- Basisstationen 5 W für Basisstationen mit kurzen Entfernungen, bis zu 40 W bei ländlichen Anlagen mit größeren Abständen
	- Handies bis zu 2 W im D-Netz (900 MHz) und bis zu 0,5 W bei 1800 MHz
Entwicklung:	rasanter Ausbau und rasche Verbreitung in den letzten 10 Jahren

Ein Vergleich dieser wichtigsten Charakteristika veranschaulicht, daß die Mobilfunkanlagen sich insbesondere durch die verwendete Frequenz, die Art der Versorgung und ihre rasante Entwicklung von den anderen Systemen unterscheiden. Dagegen ist der häufige Hinweis auf die Besonderheit der Pulsmodulation nicht zutreffend, da diese Prinzipien zum Teil beim Fernsehen oder auch beim Radar Verwendung finden. Die Versorgungsart der Mobilfunkanlagen kann auch aus der Sicht der Elektromagnetischen Umweltverträglichkeit als fortschrittlich bezeichnet werden, da hier mit vielen schwachen Sendern etwa gleich schwache elektromagnetische Felder in den urbanen Bereichen aufgebaut werden. Dagegen ist die Bevölkerung im Bereich der anderen Systeme einer starken Exposition in der Nähe des Senders und einer sehr schwachen Exposition in abgelegenen Gegenden ausgesetzt.

3. Aktueller Wissensstand der Elektromagnetischen Umweltverträglichkeit

3.1 Kriterien der Bewertung einer gesundheitsschädigenden Wirkung

Es gibt wenige Fachgebiete wie die Elektromagnetische Umweltverträglichkeit, die derart mit theoretischen Ansätzen, spekulativen Denkmodellen, unbewiesenen Hypothesen oder Theorien, aber auch mit Aberglauben durchsetzt sind. In den über 20.000 Veröffentlichungen zu diesem Thema finden sich wissenschaftlich fundierte Abhandlungen, ideologisch gefärbte Darstellungen, in denen die elektromagnetischen Felder als Ursache für fast alle Erkrankungen dargestellt werden, sowie Berichte, die aus medizinischer wie auch physikalischer Sicht nicht nachvollziehbar sind und eindeutig als nicht nachvollziehbar bewertet werden können. Dabei bieten die Autoren keine Garantie für eine verlässliche Aussage. So suggerieren auch Abhandlungen von einigen Ärzten, daß die elektromagnetischen Felder die Urquelle von unzähliger Erkrankungen und Schwächen, angefangen von Denkstörungen, Depressionen, Lustlosigkeit über Leibschmerzen, Magenbeschwerden, Blähungen, Sehstörungen bis hin zu Schwerhörigkeit, Kopfschmerzen usw. zu suchen sei (Braun - von Gladiß, 1999).

Viele sog. „Baubiologen“ verwenden derartige Abhandlungen und eine Reihe von aus dem Zusammenhang gerissene Zitate zum Beweis einer Wirkung hochfrequenter Felder.

Die Antwort auf die aufgeworfenen Fragen nach einer möglichen Gesundheitsschädigung durch hochfrequente elektromagnetische Felder kann aber nur in einer wissenschaftlichen Bewertung aller zur Verfügung stehenden Literaturquellen gesucht werden. Diese Methodik ist der vorliegenden Beurteilung zugrunde gelegt.

In der Medizin und Biologie können keine Nulleffekte, sondern nur klare Wirksamkeiten nachgewiesen werden. Bei der Gesamtbetrachtung bedient man sich der weltweiten Literatur. In einem ersten Schritt müssen die in der Literatur gemeldeten Effekte und Befunde gesammelt und sortiert werden. Dabei ist ein wesentliches Kriterium, ob die jeweilige Versuchsdurchführung dem notwendigen wissenschaftlichen Standard bezüglich der angewandten Methoden sowie der Anzahl der untersuchten Fälle genügt. Eine derartige Sortierung liefert alternativ zu Abhandlungen, in denen fast alle Erkrankungen mit elektromagnetischen Feldern in Verbindung gebracht werden, eine deutliche Einschränkung auf eine überschaubare Anzahl von Klassen von Befunden.

Das nächste Kriterium für die Anerkennung der Existenz dieser Effekte ist eine unabhängige Überprüfung und Bestätigung der Ergebnisse durch eine andere Forschungsgruppe. Eine mehrfache Bestätigung von gleichen oder ähnlichen Resultaten erhöht die Wahrscheinlichkeit, daß nicht zufällige oder systematische Fehler die Ergebnisse verfälschen.

Die Vergangenheit hat gezeigt, daß in dieser Stufe der Untersuchungen eine weitere Differenzierung in physiologisch/pathologisch relevante Effekte und physikalische Effekte erforderlich ist. Eine Reihe von Befunden, auch im elektromagnetischen Feld, haben sich im Nachhinein als rein physikalische Effekte ohne Einfluß auf den Organismus herausgestellt.

Die nächste Frage richtet sich auf die der Übertragbarkeit der jeweiligen Ergebnisse vom untersuchten Objekt auf den Menschen. Viele Untersuchungen werden nämlich an Pflanzen, Bakterien, in Tierexperimenten mit Ratten und Mäusen oder im Reagenzglas an Zellen durchgeführt. Ergebnisse

derartiger Untersuchungen können nicht ohne weiteres auf den gesamten menschlichen Organismus übertragen werden. In vielen Fällen kann diese Übertragbarkeit von vornherein verneint werden, in anderen Fällen muß sie in abgestuften Untersuchungen an höheren Organismen belegt werden. Erst die Befunde, die auch dieser Überprüfung standhalten, können als für den Menschen relevant eingestuft werden. Die abschließende Betrachtung muß sich mit der Bestimmung der Wirkungsschwelle bzw. -dosis im Vergleich zu den alltäglichen Expositionsbedingungen auseinandersetzen.

Einzelne frühere Untersuchungen haben auch vereinzelte Ergebnisse bei bestimmten, sehr niedrigen Feldstärken des hochfrequenten Feldes beschrieben (z.B. Adey u.a.). Derartige Ergebnisse, die als „Fenstereffekte“ bezeichnet werden, konnten jedoch in der Wiederholung bisher nicht belegt und ihre Existenz muß in Frage gestellt werden. Daher geht man bei der Betrachtung der Wirkung elektromagnetischer Felder nach wie vor von Schwelleneffekten aus, d. h. es muß eine bestimmte Mindestfeldstärke erreicht werden, damit Effekte eingeleitet werden.

In der Diskussion hat sich eine Unterscheidung zwischen thermischen und athermischen Effekten eingebürgert. Dieser Terminologie wird hier Rechnung getragen, indem in den nachfolgenden Abschnitten die thermischen und athermischen Wirkungen getrennt behandelt werden.

3.2 Thermische Wirkungen

Hochfrequente elektromagnetische Felder dringen in den menschlichen Körper ein und werden hier stark absorbiert; die aufgenommene Energie wird in Wärme umgewandelt. Gut durchblutete Gewebearten, wie z. B. Körperflüssigkeiten, Muskeln, etc., absorbieren im Gegensatz zu Haut, Knochen oder Fett wesentlich mehr Energie. Die Energieabsorption nimmt weiterhin mit zunehmender Frequenz zu, die elektromagnetische Welle dringt mit der Frequenz immer weniger tief in den Körper ein. So verringert sich die Eindringtiefe um 2,5 cm bei 900 MHz auf ca. 1 cm bei 1800 MHz.

Die absorbierte Energie der elektromagnetischen Felder wird in dem jeweiligen Gewebe in Wärme umgewandelt, das Gewebe erwärmt sich. Physikalische Mechanismen, wie z. B. Konduktion oder Abstrahlung wie auch physiologische Mechanismen (Wärmeabfuhr durch Blut oder Atmung), sorgen für einen allmählichen Ausgleich der Körpertemperatur. Allerdings ist die Erwärmung durch Mikrowellen sehr schnell und sie kann nicht gänzlich durch andere Mechanismen kompensiert werden. Auf diese Weise können im Körper fokale Erwärmungen, die als „Hot Spots“ bezeichnet werden, entstehen. Der Körper ist nicht auf eine Temperatur fixiert, vielmehr wird eine Variation in bestimmten Bereichen physiologisch zu betrachten sein. Nur in Ruhestellung hält der Körper in seinem Inneren eine Temperatur um 36° C, auf der Körperoberfläche ergeben sich je nach Außentemperatur in den meisten Situationen Gradienten nach oben oder nach unten. Körperliche Arbeit führt zur Erhöhung der Kerntemperatur auf bis zu 39° C, Messungen bei Leistungssportlern haben kurzzeitige Temperaturen über 40° C dokumentiert. Fieber äußert sich im Ruhezustand mit einem Anstieg der Körpertemperatur auf über 37° C, eine fieberhafte Erwärmung von 41° C birgt die Gefahr einer Hyperthermie, die bei einer Langzeiteinwirkung zu irreversiblen Schädigungen z.B. im Gehirn führen kann. Eine Langzeiterwärmung im schlecht durchbluteten Gewebe des Auges wird mit der Entstehung des Katarakts in Verbindung gebracht. Eine derartige Erwärmung über 41° C

kann auch durch elektromagnetische Felder hervorgerufen werden. Allerdings liegen die dazu erforderlichen Leistungsdichten oberhalb von 500 mW/cm^2 und damit mindestens um 3 Zehnerpotenzen höher als die in der Praxis vorkommenden Felder.

Aber auch andere bisher beobachtete und nicht belegte Effekte, wie z.B. ein geringer Anstieg des Blutdrucks oder Einflüsse auf die Hirnfunktion, wobei die Veränderungen im physiologischen Bereich bleiben, könnten auf eine geringfügige, aber unterschiedliche Erwärmung benachbarter Gehirnregionen durch die Felder der Handies zurückgeführt werden.

Eine Reihe von Untersuchungen über die Erwärmung im Kopf- und Körperbereich bei Verwendung von Handies haben zu übereinstimmenden Ergebnissen geführt, daß nämlich die Erwärmung unter $0,1^\circ \text{ C}$ liegen muß. Da die Felder der Basisstationen in Alltagssituationen mindestens um 3 Zehnerpotenzen schwächer sind, ist durch diese Felder mit keiner nennenswerten Erwärmung im Körper, und damit auch nicht mit thermischen Effekten, zu rechnen. Diese Feststellung gilt für die D-Netze mit einer Betriebsfrequenz von 900 MHz wie auch für die 1800 MHz-Netze.

3.3 Mutmaßliche und tatsächliche athermische Wirkungen von Feldern der Mobilfunkanlagen

3.3.1 Krebsgeschehen

Aus retrospektiven epidemiologischen Studien der letzten 20 Jahre wurde pauschal der Verdacht abgeleitet, daß elektromagnetische Felder das Krebsgeschehen fördern können. Als Beweis wurde das erhöhte relative Risiko zwischen 0,8 und 3 für die Kinderleukämie aufgeführt (Silny, 1992). Auch die formalisierten studienübergreifenden Meta-Analysen bestätigen mit einem OR-Wert von 1,89 eine signifikante Erhöhung dieser Erkrankung bei exponierten Personen (Michaelis, 1995). Trotzdem sind sich auch führende Epidemiologen nicht sicher, ob diese Zuweisung kausal ist. Als Gründe für diese Unsicherheit werden aufgeführt:

- a) zu kleine Kontroll- und Fallgruppen (80 - 5000), die aus der niedrigen Prävalenz der Leukämie resultieren. In Deutschland erkrankten jährlich etwa 4 von 100.000 Kindern an Leukämie, weshalb der statistische Nachweis mit Kleingruppen sehr schwierig ist.
- b) Viele eventuell ursächliche Faktoren sind nicht bekannt und konnten nicht berücksichtigt werden.
- c) Feldbedingungen mußten in den retrospektiven epidemiologischen Untersuchungen in den meisten Fällen nur geschätzt werden und sind dementsprechend sehr ungenau.
- d) Die Schätzung der Feldverhältnisse bezog sich nur auf die niederfrequenten elektromagnetischen Felder, wobei die hochfrequenten Felder nicht berücksichtigt wurden.
- e) Epidemiologische Untersuchungen können grundsätzlich keinen ursächlichen Zusammenhang beweisen.

Eine Gesamtbewertung zur mutmaßlichen Einflußnahme elektromagnetischer Felder auf das Krebsgeschehen wurde ebenfalls von führenden Epidemiologen in den USA durchgeführt (NIEHS-Report

1999). Das Resümee dieses Berichtes ist, daß die Evidenz für eine karzinogene Wirksamkeit elektromagnetischer Felder sehr gering ist und daß auf dieser Grundlage keine neuen verschärften Sicherheitsmaßnahmen notwendig sind.

Die Prüfung einer karzinogenen Wirkung hochfrequenter Felder wird auch in europäischen epidemiologischen Untersuchungen verfolgt. Obwohl sich auch hier kein direkter Hinweis auf vermehrte und typische Erkrankungen der Mobilfunk-Benutzer abzeichnet, stehen die Felder von Handies wegen ihrer großen Verbreitung in diesen Untersuchungen im Vordergrund (Blettner, 1999). Die Aufmerksamkeit richtet sich auf diese Felder, da sie durchschnittlich um einen Faktor 1000 stärker sind als die Felder der Basisstationen. Ein weiteres Argument für die Durchführung derartiger Studien ist die Tatsache, daß die Handies nicht nur von Erwachsenen, sondern auch von Kindern sowie von älteren und kranken Personen immer häufiger benutzt werden.

Da die epidemiologischen Untersuchungen allein den Beweis der Wirksamkeit bestimmter Faktoren nicht belegen können, werden seit mehr als 20 Jahren ergänzende Tierexperimente und Untersuchungen an Zellen im Reagenzglas unter der Wirkung hochfrequenter Felder durchgeführt. Eine Reihe derartiger Untersuchungen wurde speziell den niederfrequent gepulsten Mikrowellen, wie sie bei Mobilfunkanlagen Verwendung finden, gewidmet. Dabei kamen in den meisten Fällen die stärksten im Alltag vorkommenden Felder der Handies zur Anwendung. Bei diesen Untersuchungen wurden vereinzelt auch Ergebnisse gemeldet, die aber in der Wiederholung nicht bestätigt werden konnten. In Anbetracht dieser zahlreichen Untersuchungen mit überwiegend negativen Resultaten erscheint es sehr unwahrscheinlich, daß die Felder der Basisstationen im Alltag, die noch um mindestens 3 Zehnerpotenzen schwächer sind als die Felder der Handies sowie der UKW- und Fernsehsender, irgendeine krebspromovierende Wirkung ausüben können.

3.3.2 Elektrosensibilität

Eine Reihe von subjektiven Beschwerden, wie z.B. Schlaflosigkeit, Migräne, Kopfschmerzen, etc., werden unter dem Begriff „Elektrosensibilität“ mit dem Vorkommen elektromagnetischer Felder in Verbindung gebracht (Silny, 1999). Ähnliche Symptome wurden früher unter dem Begriff „Environmental Incompatibility“ gemeldet (Nasterlack, 1998). Leider ist die Ursache für diese Beschwerden noch nicht aufgeklärt; eine Reihe von anderen Einflußfaktoren kommt in Frage. Eine europäische Studie zu diesem Thema bestätigt nicht einen direkten Zusammenhang zwischen den subjektiven Beschwerden und bestimmten elektromagnetischen Feldern, da die Patienten als Ursache unterschiedliche Quellen, vorwiegend im niederfrequenten Bereich, angegeben haben (Bergqvist et al., 1998). Nur eine geringe Anzahl von Patienten hat die Mobilfunkanlagen als Verursacher für deren Leiden angegeben. Zusätzlich beobachtet man, daß in gewissen westlichen Ländern mit gleichem technischen Standard und Entwicklungsstand derartige Beschwerden nicht mit elektromagnetischen Feldern in Verbindung gebracht werden. Bisherige Provokationsstudien haben ebenfalls keinen Beleg für derartige Wirksamkeiten gebracht (Toomingas, 1996). Vieles deutet darauf hin, daß die Patienten zwar Leiden und Beschwerden haben, deren Korrelation zu Feldern jedoch häufig nach der Lektüre von entsprechenden Presseberichten assoziiert wird.

3.3.3 Einfluß auf die Informationsverarbeitung im Gehirn

Insbesondere im deutschsprachigen Raum werden von den Befürwortern einer gesundheitsschädigenden Wirkung der Felder der Mobilfunkanlagen Berichte von L. von Klitzing (1992, 1995) über die Beeinflussung der Informationsverarbeitung im Gehirn in die Diskussion eingebracht. Diese Wirksamkeit wird aus der Aufnahme und Anwendung des Elektroenzephalogramms (EEG) von wenigen Probanden abgeleitet. Nach Aussagen dieses Autors sind es nicht die hochfrequenten Felder, die diese Beeinflussung verursachen, sondern die Umhüllenden der impulsmodulierten Mikrowellen, die für diese Effekte verantwortlich sind. Untersuchungen an Probanden zeigen (Silny, 1999), daß es bei Mikrowellen zu keiner Gleichrichtung in der Zellmembran kommt und deshalb die niederfrequente Umhüllende nicht einwirken kann. Sachkundige Neurologen, die die Ergebnisse des Herrn v. Klitzing überprüft haben, äußern den Verdacht, daß die Probanden bei den Experimenten zum Teil eingeschlafen waren, was die berichtete Veränderung der „Gehirnströme“ zur Folge hatte. Darüber hinaus konnten die Ergebnisse in mehrfacher Wiederholung in Spezialkliniken nicht bestätigt werden (Snittler, 1997; Röschke, 1998; Hinrichs, 1998; Krafczyk, 1998). Das gleiche gilt für die Berichte einer englischen Forschergruppe, daß nämlich die hochfrequenten Felder der mobilen Geräte die kognitive Funktionen im Körper beeinflussen können (Preece, 1999). Auch hier standen relativ starke Felder der Handies im D- und E-Netz im Zentrum der Untersuchung, deren Felder mindestens um einen Faktor 1000 stärker sind als die Felder der hier betrachteten Basisstationen.

Resümierend muß festgestellt werden, daß in vereinzelt Publikationen den von Handies ausgestrahlten Feldern eine bestimmte, bisher nicht erhärtete Einflußnahme auf die Funktion des Gehirns zugesprochen wurde. Diese Ergebnisse konnten bisher jedoch in keinem Fall reproduziert werden. Für Felder der Basisstationen, die im Alltag um bis zu 4 Zehnerpotenzen schwächer ausfallen, konnte auch ansatzweise keine derartige Wirkung gezeigt werden.

3.3.4 Einfluß auf das Schlafverhalten

In einer Studie (Mann, Röschke, 1996) wurde eine Verkürzung der Latenzzeit bis zur ersten Traumphase, die als REM-Phase bezeichnet wird, in einem 50 nW/cm²-Nahfeld der Mobilfunkanlagen im D-Netz statistisch ermittelt. In der nachfolgenden Überprüfung dieser Resultate durch die Autoren selbst (Wagner, Röschke et al., 1997 und Röschke, 1998, eingereicht zur Publikation) konnte unter Heranziehung größerer Untersuchungsgruppen und mit Leistungsdichten von bis zu 500 nW/cm² kein reproduzierbarer Effekt gezeigt werden.

In einer überprüfenden Untersuchung von Heinrichs und Heinze (1997) konnte wiederum mit Leistungsdichten von 250 nW/cm² unter Anwendung impulsmodulierter 1800 MHz-Mikrowellen kein Einfluß auf das Schlafverhalten festgestellt werden. Aufgrund dieser Resultate muß ein Einfluß der Felder der Basisstation auf das Schlafverhalten als nicht nachvollziehbar eingestuft werden.

3.3.5 Einfluß auf die Blut-Hirn-Schranke

Mehrere Autoren (Salford et al. 1993, 1994, 1997; Fritze et al. 1997) berichten über eine reversible Änderung der Blut-Hirn-Schranke bei einer lang andauernden Exposition mit starken Mikrowellen (SAR-Werte 7,5 W/kg und größer). Diese Veränderungen werden primär mit der Erwärmung des Gehirns durch die starken hochfrequenten Felder erklärt. Die in der Praxis vorkommenden Felder der Mobilfunkanlagen fallen wesentlich schwächer aus und sind nicht imstande, eine derartige Erwärmung im Körper oder Gehirn zu produzieren.

3.3.6 Einfluß auf kardiovaskuläre Parameter

Braune et al. (1998) berichten über einen signifikanten Anstieg des Blutdrucks und eine Abnahme der Herzfrequenz (ca. 5 %) nach 35-minütiger Exposition durch ein Handy im D-Netz. Die beobachteten Veränderungen liegen im physiologischen Bereich und müssen noch mit größeren und repräsentativeren Probandengruppen repliziert werden. Nach dem physiologischen Standpunkt ist es durchaus denkbar, daß diese Einflüsse auf eine geringe differentielle Erwärmung benachbarter Gehirnregionen um $0,1^{\circ}\text{C}$ zurückgeführt werden können. Die wesentlich schwächeren Felder der Basisstationen jedoch können eine derartige Erwärmung auf keinen Fall erzeugen.

3.3.7 Einfluß auf den Kalziumhaushalt der Zelle

Eine Reihe von Publikationen der letzten 20 Jahre setzt sich mit der Einflußnahme elektromagnetischer Felder auf den Kalziumhaushalt der Zelle auseinander. Die anfänglichen Publikationen (Adey, 1972) berichten über eine amplituden- und frequenzselektive Wirksamkeit hochfrequenter Felder auf den Kalziumhaushalt. Diese Untersuchungen wurden allerdings mit veralteten Methoden durchgeführt, die bei der Ermittlung der intrazellulären Kalziumkonzentration zu großen Fehlern führen. Untersuchungen, die mit neuen Fluoreszenzmethoden durchgeführt wurden, wie z.B. von Schwarz et al. (1993), Wolke et al. (1996), konnten derartige Effekte nicht bestätigen.

3.3.8 Einfluß auf das Hormon Melatonin

Melatonin wird als ein Hormon betrachtet, mit dem hypothetisch der Tagesrhythmus bei Mensch und Tier gesteuert wird. Weiterhin wird diesem Hormon eine antioxidative Wirkung zugesprochen, die die genetische Information der Zelle vor Schädigung schützen soll. In einigen Tierexperimenten wurde ein Einfluß niederfrequenter Felder auf die normalerweise erhöhte Nachproduktion des Hormons Melatonin festgestellt. Hierbei ist die Übertragung der Ergebnisse auf den Menschen noch gänzlich offen. Für hochfrequente Felder wurde dieser Effekt noch nicht einmal ansatzweise ermittelt.

3.3.9 Störung von elektronischen Implantaten

Elektronische Implantate wie z.B. Herzschrittmacher oder Cochlea-Implantate reagieren bekanntlich sehr empfindlich auf elektromagnetische Felder. Diese Felder können die Funktion des Implantates nicht nur beeinträchtigen, sondern auch gänzlich ausschalten. Diese besonderen Komplikationen drohen dann, wenn z.B. wie im Falle des Herzschrittmachers eine lebenserhaltende Funktion überwacht oder unterstützt wird. Mehrere voneinander unabhängige Untersuchungen haben gezeigt, daß einige, insbesondere ältere Herzschrittmachertypen durch die Felder von Handies im D-Netz dann gestört werden können, wenn der

gegenseitige Abstand weniger als 20 cm beträgt. Deshalb sollen Herzschrittmacherträger auf keinen Fall eingeschaltete Handies in der Westentasche auf der Seite des Implantates tragen.

Im Gegensatz zu Feldern der Handies sind die Felder der Basisstationen in Alltagssituationen derart schwach, daß eine Störung von implantierten Herzschrittmachern gänzlich ausgeschlossen werden kann.

3.3.10 Abschließende Betrachtung der athermischen Wirkungen von Feldern der Mobilfunkanlagen

Die obige Aufstellung zeigt, daß für die Felder der Basisstationen im GSM-900 und DCS-1800-Feld bisher keine relevanten Ergebnisse zur direkten Beeinflussung des Organismus publiziert wurden. Für die Felder der Handies, die wegen des kurzen Abstandes zum Körper innerhalb des Kopfes mindestens um einen Faktor 1000 stärker als die Felder der Basisstationen ausfallen, wurden in der Literatur einige athermische Effekte gemeldet. Diese konnten jedoch in unabhängigen Versuchswiederholungen bisher nicht belegt werden. Diese Feststellung bedeutet nicht, daß athermische Wirkungen elektromagnetischer Felder der Mobilfunkanlagen gänzlich ausgeschlossen sind. Dieser Wissensstand aus einer Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen deutet vielmehr darauf hin, daß Effekte, falls sie überhaupt existieren, sehr schwach sein müssen. Zur Aufklärung eventueller schwacher Effekte sind umfangreiche und demnach auch sehr kostenintensiv Untersuchungen erforderlich.

Als einzige gesicherte athermische Wirkung der relativ starken Mikrowellen, wie sie von Handies gesendet werden, gilt eine Möglichkeit der Störbeeinflussung von implantierten Herzschrittmachern und anderen elektronischen Implantaten. Felder der Basisstationen können hingegen keinesfalls derartige Störungen verursachen.

4. Festlegung der Sicherheits- und Vorsorgeschwellen in Österreich und anderen westlichen Ländern

Für den Schutz der Bevölkerung vor hochfrequenten elektromagnetischen Feldern wurde international ein Sicherheitskonzept erarbeitet. Dabei werden von verschiedenen unabhängigen Organisationen wie WHO, IGNIRP, IEEE, etc. laufend aktuelle Berichte über die Ergebnisse der neuesten experimentellen Untersuchungen geprüft und in das Wissensmosaik eingereiht.

Anlässlich der internationalen wissenschaftlichen Tagungen wie z. B. der Bioelectromagnetics Society 1999, des IEEE 1999 etc. wurde bestätigt, daß neben den thermischen Effekten bisher keine Belege für athermische Wirkungen hochfrequenter Felder vorliegen. Diese Feststellung gilt auch für die niederfrequent pulsmodulierten Mikrowellen, wie sie bei den Mobilfunkanlagen Verwendung finden. Da die Felder der Basisstationen keine nennenswerte Erwärmung im Körper verursachen können, richtet sich die Aufmerksamkeit primär auf die Handies.

Die geltenden Standards gehen nach wie vor von der Absorption von Energie im Körper bei der Einwirkung von hochfrequenten Feldern aus, die zur Erwärmung führen kann. Eine Temperaturerhöhung unter 1° C wird als gesundheitlich unbedenklich eingestuft (siehe Abschnitt 2.2 Thermische Wirkungen). Deshalb wurden die Grenzwerte für die absorbierte Energie so gesetzt, daß die Temperaturerhöhung auf jeden Fall unter 1° C bleibt. Für die allgemeine Bevölkerung, einschließlich Kinder oder Kranke, wurden zusätzliche Sicherheitsfaktoren eingebaut. Man geht grundsätzlich von einem Wärmeumsatz zwischen 1 und 4 W/kg als Mittelwert für den gesamten Körper aus.

Die Spezifische Absorptionsrate (SAR), die die aufgenommene Leistung pro Gramm oder Kilogramm Körpermaß von 4 W/kg charakterisiert, kann zu einer maximalen Temperaturerhöhung um 1° C führen. Unter Heranziehung eines Sicherheitsfaktors 10 wurde als Grenzwert für die beruflich exponierten Personen ein SAR-Wert von 0,4 W/kg definiert; für die allgemeine Bevölkerung wurde ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor 5, und damit die Spezifische Absorptionsrate auf 0,08 W/kg festgelegt. Auf der Grundlage dieser Vorgabe haben verschiedene Organisationen frequenzabhängige Feldstärke/ Leistungsdichte-Grenzwerte erarbeitet. Sie unterscheiden sich von Land zu Land geringfügig, entsprechen aber alle dem internationalen Konsens bei der Beurteilung möglicher Wirkungen hochfrequenter Felder. Die österreichische Norm (ÖNORM S1120) legt die Grenzen für die allgemeine Bevölkerung mit folgenden Werten fest:

	GSM-900:	DCS-1800:
elektrische Feldstärke:	49 V/m	61 V/m
magnetische Feldstärke:	0,13 A/m	0,16 A/m
mittlere Leistungsdichte:	6.3 W/m ²	10 W/m ²

In Deutschland sind die Grenzwerte durch die 26. Bundesemissionsschutzverordnung geregelt; für die allgemeine Bevölkerung gelten folgende Werte:

	GSM-900:	DCS-1800:
elektrische Feldstärke:	42 V/m	58 V/m
magnetische Feldstärke:	0,13 A/m	0,157 A/m
mittlere Leistungsdichte:	4,5 W/m ²	10 W/m ²

5. Bewertung der Messungen

Zur Bewertung wurden 7 verschiedene Messprotokolle von 5 österreichischen Prüfstellen vorgelegt, die unterschiedliche Standorte im Hinblick auf die Feldstärke von Hochfrequenzfeldern bewerten. Im folgenden werden das Vorgehen, die Ergebnisse sowie die Schlußfolgerungen einzelner Gutachten kommentiert.

5.1 Gutachten Nr. EE-EMV-S 76/99

von: Austrian Research Centers, Seibersdorf
 Standort: Siemensgebäude Gudrunstraße 11
 A - 1100 Wien

Die Messungen wurden mit einem qualitativ hochwertigen Spektrumanalysator im Frequenzbereich zwischen 30 MHz und 1 GHz in 5 Räumen des Siemensgebäudes durchgeführt. Zur Beurteilung der Feldsituation wurde die Leistungsflußdichte sowie die elektrische Feldstärke ermittelt. Die Meßpunkte in den einzelnen Räumen sowie der relative Abstand zu der GSM-900-Antenne an der Gebäudefassade wurden im Messprotokoll festgehalten. Zur Charakterisierung der Feldsituation wurde einerseits die elektrische Feldstärke E (V/m) und die Leistungsdichte S ($1 \mu\text{W}/\text{cm}^2 = 0,1 \text{ mW}/\text{m}^2 = 100 \mu\text{W}/\text{m}^2$) ermittelt. Neben einer frequenzselektiven Messung wurde auch eine breitbandige Messung im Frequenzbereich zwischen 0,5 und 1500 MHz durchgeführt. In dem betrachteten Zusammenhang geben die frequenzselektiven Messungen spezifische Anteile der UKW-, Fernseh- und Mobilfunkanlagen an. Die Ergebnisse der Messungen im Frequenzbereich zwischen 104 und 958 MHz zeigen Leistungsdichten bis zu $856 \mu\text{W}/\text{m}^2$ bei 909 MHz, die maximal 0,014 % des für die Allgemeinbevölkerung in der ÖNORM S 1120 angegebenen Grenzwertes betragen. Die breitbandige Messung liefert eine maximale Leistungsdichte von $5198 \mu\text{W}/\text{m}^2$, was im Verhältnis zum Grenzwert 0,26 % ausmacht. Die Messwerte sind realistisch und vergleichbar mit ähnlichen Messungen in Österreich und Deutschland. In dem beschränkten Frequenzbereich wurden allerdings die eventuell vorhandenen Felder der DCS-1800-Anlagen nicht erfaßt.

Unter der wahrscheinlich berechtigten Annahme, daß eventuell vorhandene DCS-1800-Felder in diesen Bereichen sehr schwach ausfallen, ist die Schlußfolgerung dieses Gutachtens richtig. Die Autoren führen aus, daß nach dem heutigen Kenntnisstand nicht mit gesundheitlichen Störungen oder Gefährdungen von Personen, die in den untersuchten Räumen arbeiten oder leben, in Folge der Exposition durch die vorhandenen hochfrequenten Felder zu rechnen ist.

5.2 Gutachten Nr. EE-EMV-S 85/99

von: Austrian Research Centers, Seibersdorf
 Standort: Tulln und Mollersdorf
 A - 3430 Tulln, A - 3430 Mollersdorf

Frequenzselektive Messungen im Frequenzbereich zwischen 30 MHz und 1,9 GHz wurden in zwei verschiedenen Ortschaften, Tulln und Mollersdorf, durchgeführt. In Tulln erfolgte die Messung in der Königstetterstraße (Positionen 1 und 2) und in Mollersdorf an drei verschiedenen Orten: in der Schützengasse (Position 3), der Donaufeldgasse (Position 5) und am Kinderplatz (Position 4). Zur Messung wurde ein hochwertiger Spektrumanalysator und verschiedene frequenzselektive Antennensysteme verwendet. Die Positionen der Meßantenne sind im Messprotokoll eindeutig dokumentiert. Bei der selektiven Messung werden die in einzelnen Bereichen betriebenen UKW-, Fernseh-, GSM-900- sowie DCS-1800-Sender in ihrer Stärke erfaßt. Die gemessenen Leistungsdichten bei den Positionen 1, 4 und 5 liegen z.T. deutlich unter $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Bei den Positionen 2 und 3 erreichen die Leistungsdichten maximal $25 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Die Quelle ist eine nahegelegene GSM-1800-Antenne. Alle Werte sind vergleichbar mit ähnlichen Messungen in Österreich und Deutschland. In allen Fällen liegt die gemessene Leistungsdichte im Bereich von Bruchteilen von Promillen der österreichischen Norm. Unter Berufung auf diese Normen sowie unter Berücksichtigung des aktuellen Wissenstandes ist auch die Feststellung richtig, daß eine gesundheitliche Störung oder Gefährdung von Personen, die sich in den untersuchten Bereichen aufhalten, beliebig unwahrscheinlich ist.

5.3 Prüfbericht / TÜV Nr. M/EMV-99/201E

von: TÜV Österreich, Prüfstelle für Nachrichtentechnik/EMV
 Standort: Feldbach

Im Wohnzimmer und Schlafzimmer der Familie Schuller wurden frequenzselektive Messungen im Frequenzbereich zwischen 100 kHz und 3 GHz durchgeführt. Aus dem Spektrum wurden die maximalen Leistungsdichten der UKW-, Fernseh-, GSM-900 sowie DCS-1800-Sender abgelesen. Die Messpunkte in den einzelnen Zimmern sind festgehalten. Die stärksten Leistungsdichten am Ort der Messung bauen die GSM-900-Mobilfunkanlagen auf. Die maximale gemessene Leistungsdichte liegt im Wohnzimmer bei ca. $20 \mu\text{W}/\text{m}^2$, wohingegen im Schlafzimmer nur etwa $3,5 \mu\text{W}/\text{m}^2$ erreicht werden. Diese Meßwerte stellen typische Ergebnisse aus Messungen in Wohnungen in der Nähe von Basisstationen dar. Im Vergleich zu der österreichischen Norm ÖNORM S 1120 betragen diese Meßwerte nur einen Bruchteil der Promille des Grenzwertes. Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch derart schwache Felder konnte bisher nicht aufgezeigt werden und sie ist auch unter Berücksichtigung der Schwellenwerte der noch nicht belegten, aber gemeldeten Effekte beliebig unwahrscheinlich.

5.4 Gutachten

von: TÜV Österreich, Prüfcentrum A - 1230 Wien
 Standort: GSM-Basisstation
 A - 6481 St. Leonhard im Pitztal, Zaunhof, Ausserlehn 17

Die Feldverhältnisse im Ort werden vor einem Wohngebäude, wo häufig Kinder spielen, seitlich neben dem Haus im Gartenbereich und auf dem Balkon im 1. Stock eines Wohnhauses gemessen. Es wurde eine frequenzselektive Messung herangezogen, bei der die maximalen Leistungsdichten bzw. die maximale Feldstärke für örtliche UKW- und Fernsehsender sowie 2 GSM-900-Anlagen ermittelt werden. Die Meßorte werden mit einer Skizze der räumlichen Verhältnisse wie auch der Lage der Sendeantennen festgehalten. Die stärkste Leistungsdichte bauen an den Meßorten die UKW-Sender mit einer maximalen Leistungsdichte von $93 \mu\text{W}/\text{m}^2$ auf. Im Vergleich dazu liegt die maximale Leistungsdichte der Basisstationen bei $17 \mu\text{W}/\text{m}^2$ am Balkon vor dem Schlafzimmer. Die Ergebnisse liegen in typischen Meßbereichen, die durch andere Messungen unterschiedlicher unabhängiger Institutionen bestätigt wurden. Die Meßwerte betragen nur einen Bruchteil der von der ÖNORM erlaubten maximalen Leistungsdichten, und wegen der Geringfügigkeit ihrer Stärken müssen sie allgemein als unbedenklich in Bezug auf eine Gefährdung von Personen angesehen werden.

5.5 Gutachten / Antrags-Nr. 24556/R

von: Staatliche Versuchsanstalt für Radiotechnik TCM
 Standort: BSC-Anlage der Firma Nokia am Satellitenplatz 1
 zwischen Ansfelden und St. Florian

Die Messungen der Feldgegebenheiten wurde in einer Entfernung von 3 m von einer DSC-Anlage frequenzselektiv in vier verschiedenen Frequenzspektren, und zwar von 0,15 bis 30 MHz, von 30 bis 200 MHz, von 200 MHz bis 1 GHz und von 1,0 bis 2,56 GHz vorgenommen und als einzelne Schriebe dokumentiert. Hieraus kann die maximale elektrische Feldstärke bei einzelnen Frequenzen abgelesen werden. Im Vordergrund des Gutachtens steht die Messung der Störspannungs- und Störfeldstärke an einer noch nicht betriebenen Mobilfunkanlage. Die Ergebnisse der Messung zeigen für frei zugängliche Bereiche relativ schwache Feldstärken deutlich unter $80 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$. Derartige Feldstärken können im Organismus keine Wirkung ausüben, sie liegen weit unter 1 % des ÖNORM-Wertes.

5.6 Gutachten

von: TÜV Österreich, Prüfstelle für Nachrichtentechnik/EMV
 Standort: GSM-Basisstation Gersthoferstraße 125
 A- 1180 Wien

Eine frequenzselektive Strahlungsleistungsmessung wurde in 2 Wohnzimmern und im Schlafzimmer einer Wohnung vorgenommen. Hierbei waren die Pegel der örtlichen Mobilfunk-Basisstationen (GSM-900 und DCS-1800) und der stärksten Fernsehsender ermittelt. Die maximale Leistungsdichte wurde mit $204 \mu\text{W}/\text{m}^2$ im Schlafzimmer gemessen, sie resultiert aus dem Betrieb einer nahegelegenen GSM-900-Anlage. Die maximalen Leistungsdichten der Fernsehsender in den vermessenen Wohnzimmern erreichen $3\mu\text{W}/\text{m}^2$. Die restlichen Meßwerte liegen z.T. erheblich niedriger. Aber auch die maximalen Werte erreichen nur einen Bruchteil (0,0032 %) des Wertes der ÖNORM. Die Meßergebnisse sind nachvollziehbar und mit anderen Messungen gut vergleichbar. Die Schlußfolgerung dieses Gutachtens, und zwar, daß keine Bedenken hinsichtlich einer Gefährdung von Personen durch die Felder der Basisstationen bestehen, kann voll akzeptiert und nachvollzogen werden.

5.7 Gutachten / Auftrags-Nr. VA R 24860

von: Staatliche Versuchsanstalt für Radiotechnik TCM
Standort: Wien - Hetzendorf

Frequenzselektive Feldstärkemessungen im Frequenzbereich von 30 bis 2000 MHz wurden in Wien-Hetzendorf durchgeführt. Die angewandten Verfahren und Meßgeräte entsprechen dem heutigen Standard. Obwohl die genauen Meßorte nicht dokumentiert wurden, sind die gemessenen Leistungsflußdichten der örtlichen UKW-, Fernseh- und Mobilfunkanlagen (900 und 1800 MHz) nachvollziehbar und mit anderen Messungen vergleichbar. Die maximale Leistungsdichte am Meßort betrug mit $6 \mu\text{W}/\text{m}^2$ und sie ist auf eine nahegelegene GSM-900-Basisstation zurückzuführen. Die Leistungsdichten der UKW- und Fernsehsender liegen deutlich unter $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Die gemessene Feldstärke sowie die Leistungsdichten liegen im Bereich von einem Tausendstel einer Promille der ÖNORM. Derartig schwache Felder können im menschlichen Organismus keine Effekte hervorrufen.

6. Literaturhinweise

Bergqvist U, Vogel E (eds), Aringer L, Cunningham J, Gobba F, Leitgeb N, Miro L, Neubauer R, Ruppe I, Vecchia P, Wadman C (1997): Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields. Report for the European Commission, DG V 1997:19 In: Matthes R, Bernhardt HJ, Repacholi MH (eds): Risk Perception, Risk Kommunikation and its Application to EMF Exposure. Vienna, Austria, October 22 and 23, 1997. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection and World Health Organization, 5/98

Blettner M, Schlehofer B (1999): Gibt es ein erhöhtes Risiko für Leukämien, Hirntumoren oder Brustkrebs nach Exposition gegenüber Hochfrequenzstrahlung? Medizinische Klinik 94:150-8 (Nr. 3)

Braun-von Gladiß K-H (1999): So ermittelt man Gesundheits-Störungen durch Mobilfunkbetrieb. raum&zeit, 18. Jahrg., Nr.100

Michaelis J, Meinert R (1995): Elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen im Kindesalter. Deutsches Ärzteblatt 92, Heft 98

Nasterlack M (1998): MCS, CFS, FMS, SBS und andere „moderne“ Erkrankungen. Versicherungsmedizin 50, Heft 3

NIEHS-Report (1999) on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields. National Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health, NIH Publication No. 99-4493

Silny J (1992): Nichtionisierende elektromagnetische Felder. In: Wichmann, Schlipköter, Fülgraff (Hrsg.) Handbuch der Umweltmedizin VII-2.1

Silny J (1999): Electrical Hypersensitivity in Humans - Fact or Fiction? Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin, 202:219-233

Toomingas A (1996): Provocation of the electromagnetic distress syndrome. Scand J Work Environ Health;22:457-458

Weitere Publikationen zu einzelnen Profilen stehen in der Wissensbasierten Literaturdatenbank (WBLDB) des **femu** per Internet-Zugang

<http://www.femu.rwth-aachen.de>

zur Verfügung.