Universität Trier – Fachbereich I
Zentrum für Neuropsychologische Forschung

Psychische Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf den Menschen

Dissertation zur Erlangung des naturwissenschaftlichen Doktorgrades
an der Universität Trier im Fachbereich I

Vorgelegt von:
Mag. rer. nat. Christoph Augner

Betreut und begutachtet von:
PD Dr. Elisabeth Schweiger
Prof. Dr. Dirk Hellhammer

Trier, im Februar 2009

Vorwort

Diese Dissertation ist Produkt eines mehrjährigen Forschungsschwerpunktes mit dem Thema „Elektrosmog“. Im Speziellen ermöglicht wurde mir diese Arbeit durch ein Forschungsprojekt des Salzburger Instituts für Grund- und Grenzfragen der Medizin und Biotechnologie (IGGMB), an dem viele Personen beteiligt waren, und das vom Bundesland Salzburg in Auftrag gegeben wurde.

Mein Dank gebührt in diesem Zusammenhang allen Mitarbeitern und Kooperationspartnern des IGGMB, namentlich erwähnen möchte ich Mag. Matthias Florian, Dr.med. Gerd Oberfeld und Institutsvorstand Univ.-Prof. Dr. Gerhard W. Hacker. Letzterem gilt mein ganz besonderer Dank für die zahlreichen Hilfestellungen und Ratschläge während des Verfassens dieser Dissertation.

Weiterhin möchte ich mich bei Gerhard Lingg M.D.(A.M.) MSc. bedanken, der für mich den Kontakt zum Zentrum für Neuropsychologische Forschung an der Universität Trier hergestellt hat. Univ.-Prof. Dr. Dirk Hellhammer und PD Dr. Elisabeth Schweiger danke ich, dass sie die Betreuung meiner Arbeit übernommen haben. Univ.-Prof. Dr. Werner Wittling und besonders PD Dr. Elisabeth Schweiger möchte ich für ihre Korrektur- und Änderungsvorschläge und für die mehr als geduldige Beantwortung meiner häufig formalen Fragen danken.

Last but not least, danke ich meinen Eltern – Christine und Dkfm. Heinz Augner – sowie meiner Lebensgefährtin Kerstin Frühwirt für inspirierende Gespräche, Korrekturlesen, Vorschläge, konstruktive Kritik und nicht zuletzt ihre emotionale Unterstützung. Danke!

INHALTSVERZEICHNIS

LITERATURTEIL

1.) Einleitung 6

2.) Elektromsog: Was ist das? 8

2.1.) Definition und Einführung 8
2.2.) Öffentliche Diskussion 9
2.3.) Mobilfunksender und Grenzwerte 10
2.4.) Mobiltelefon 11
2.5.) Die Rolle der Psychologie 12

3.) Psychologie und Elektrosmog 12

3.1.) Begriffe: Elektrosensitivität und Elektrosensibilität 12
3.2.) Das Elektrosensitivitätsmodell von Harlacher und Schahn 14
3.3.) Nocebo-Effekt, kognitive Dissonanztheorie und psychogene Massenerkrankung 17
3.4.) Erhebungstechnologie: Der Elektrosensitivitäts-Fragebogen von Eltiti et al. 19
3.5.) Exkurs: Ein verkanntes Gesundheitsproblem – das Mobiltelefon als Sucht 21
3.6.) Evidenz: Dosis-Wirkungs-Experimente 22
3.7.) Evidenz: Epidemiologische Untersuchungen 26

4.) Elektrosmog im Kontext moderner Gesundheitssorgen und Umweltsyndrome 28

4.1.) Elektrosensitivität, moderne Gesundheitssorgen, psychische Faktoren 28
4.2.) Umweltsyndrome: SBS, MCS, CFS 29
4.3.) Umweltsyndrome: Evidenz 33
4.4.) Weiterführende Untersuchungen zur Elektrosensitivität 37
4.5.) Moderne Gesundheitssorgen: Prävalenz und Zusammenhang mit Symptomen 38

5.) Zusammenfassung und Konsequenzen 41

EMPIRISCHER TEIL

STUDIE 1

6.) Einleitung 43

7.) Fragestellungen und Hypothesen 44

8.) Methode 45

8.1.) Design 45
8.2.) Stichprobe 45
8.3.) Untersuchungsverfahren 48
8.3.1.) Psychometrische Erhebungsverfahren 48
8.3.2.) Psychoimmunologische Verfahren und Speichel-Analytik 49
8.3.3.) Komplementärmedizinische Erhebungsverfahren 53
8.3.4.) Nicht-experimentelle Parameter 54
8.3.5.) Feldlabor und Messtechnik 57

9.) Untersuchungsablauf 58

10.) Ergebnisse 60

10.1.) Deskriptive Statistik: Exposition 61
10.2.) Deskriptive Statistik: Subjektive Exposition durch EMF-Quellen im Alltag 63
10.3.) Deskriptive Statistik: EMF-Gesundheitsbesorgnis 64
10.4.) Deskriptive Statistik: Psychische Belastung 68
10.5.) Deskriptive Statistik: Beschwerden 68
10.6.) Deskriptive Statistik: Ängstlichkeit 69
10.7.) Deskriptive Statistik: Messwiederholungsfaktoren:
Befindlichkeit, Psychoimmunologie 70
10.8.) Experimentelle Befunde: Exposition und Befindlichkeit 74
10.9.) Experimentelle Befunde:
Exposition und psychoimmunologische Stressparameter 76
10.10.) Experimentelle Befunde:
Exposition und komplementärmedizinische Parameter 77
10.11.) Nicht-experimentelle Befunde:
EMF-Gesundheitsbesorgnis und psychische Belastung 79

11.) Diskussion 82

STUDIE 2

12.) Einleitung 87

13.) Fragestellungen und Hypothesen 88

14.) Methode 88

14.1.) Design 88
14.2.) Stichprobe 88
14.3.) Untersuchungsverfahren 89
14.3.1.) Psychometrische Erhebungsverfahren 89
14.3.2.) Messung der EMF-Exposition 92

15.) Untersuchungsablauf 93

16.) Ergebnisse 93

16.1.) Deskriptive Statistik: Exposition 93
16.2.) Deskriptive Statistik: Angaben zur Belastung durch EMF 94
16.3.) Subjektive Distanz zum Mobilfunksender: ≤ 100 Meter vs. > 100 Meter 95
16.4.) Deskirptive Statistik: Angaben zu weiteren Umweltfaktoren 97

17.) Diskussion 99

18.) Gesamtdiskussion 101

LITERATURVERZEICHNIS 105

ANHANG 117

Körper und Seele in ihrer natürlichen Gegebenheit, als Erbgut also, wie in ihrer Gemeinschaftsbedingtheit, Zivilisiertheit und Kultiviertheit, stehen jeden Augenblick unter solchen Natureinwirkungen, bewusst und (noch viel mehr) unbewusst.
Willy Hellpach

LITERATURTEIL

1.) Einleitung

Das Mobiltelefon ist heute aus dem Alltag vieler Länder dieser Welt nicht mehr wegzudenken. Viele Jugendliche können sich gar nicht mehr vorstellen, dass es eine Zeit ohne „Handys“ gegeben hat.

Zweifelsohne gibt es eine Reihe interessanter soziologischer und sozialpsychologischer Aspekte des Mobilfunks und es wäre eine Analyse wert, wie diese Technologie unser Leben und unsere Gesellschaft verändert hat. Mancherorts hört man, dass sie die Demokratie und Kommunikation fördert, andererseits wird auch die Hypothese aufgestellt, dass sie die zwischenmenschliche Kommunikation behindert und uns zu „emotionalen Krüppeln“ macht. Auch wenn dieses Thema kurz im Literaturteil unter dem Titel „Handysucht“ gestreift wird, soll es in der Arbeit um eine andere Form von Konsequenzen gehen: nämlich um die möglichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder (EMF), die von Mobiltelefonen und Mobilfunksendern ausgehen, auf die Gesundheit des Menschen. Intuitiv lässt sich leicht abschätzen, welche Rolle solche gesundheitlichen Effekte bei dieser hohen Verbreitungsdichte der angesprochenen Technologie spielen könnten.

Demzufolge beschäftigt sich der Literaturteil der vorliegenden Arbeit mit dem Stand der Wissenschaft zum Thema Mobilfunk und Gesundheit aus psychologischer Sicht. Was bedeutet das? Der Schwerpunkt liegt hier naturgemäß nicht auf Tumorerkrankungen oder ähnlichem, sondern auf dem Phänomen der Elektrosensitivität, das eine Art „Gipfel des Eisberges“ in der Elektrosmog-Debatte bildet. Nach einer Darstellung und Eingrenzung des Themas dieser Arbeit sowie der öffentlichen Diskussion wird diesem Bereich ein eigenes Kapitel gewidmet und schließlich in den größeren Zusammenhang der Umweltsyndrome gestellt. Diese Themenauswahl soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich in erster Linie nicht um die Diskussion klinischer Phänomene geht. Vielmehr soll über den Extrempol der (zum Teil) klinischen Phänomene eine Analyse des Bedingungsgefüges für solche

Phänomene durchgeführt werden. Unter Einbeziehung beider relevanter psychologischer Ansätze im Elektrosmog-Bereich, nämlich einerseits des Bereichs der Dosis-Wirkungs-Experimente hinsichtlich der Befindlichkeit und psychischer Beeinträchtigungen sowie andererseits des Risikoansatzes, also welchen Einfluss die Gesundheitsbesorgnis hat, wurde ein Experimentaldesign entworfen. Diese Studie 1 ist der Kern des empirischen Teiles der vorliegenden Arbeit und Bestandteil eines größeren Forschungsprojektes mit dem Titel „Wirkungen von GSM-Sendeanlagen auf den Menschen“, das ich unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Gerhard W. Hacker am Landeskrankenhaus Salzburg durchgeführt habe. Die in dieser Arbeit angesprochenen biochemischen Analysen wurden im Auftrag von Prof. Hacker in den Labors der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg durchgeführt. Die Messungen der EMF-Exposition wurden – ebenfalls im Auftrag von Prof. Hacker – von akkreditierten Messtechnikern ausgeführt. Aus den Ergebnissen und der kritischen Diskussion von Studie 1 haben sich weitere Fragestellungen ergeben, deren unmittelbare Untersuchung mit der vorhandenen Stichprobe sinnvoll erschien. Daraus entstand das Untersuchungsdesign für Studie 2. Literaturteil, Versuchspläne für beide Studien, ihre Ergebnisse und Diskussionen sollten möglichst viele Antworten auf die aufgeworfenen Fragen geben, besonders aber die Möglichkeiten und den Bedarf für weitere Forschung im Bereich Mobilfunk und Gesundheit zeigen.

2.) Elektrosmog: Was ist das?

2.1.) Definition und Einführung

Der Begriff Elektrosmog ist eine alltagssprachliche Beschreibung, die sich vor allem in populärwissenschaftlichen Publikationen findet, die zum Teil auf zweifelhafte Art die möglichen Gesundheitsgefahren von elektromagnetischen Feldern (EMF) beschreiben (Rose, 1994; Sievers, 1997). Der Terminus wird üblicherweise verwendet, um eine Gefahr darzustellen und hat immer eine negative Konnotation. Er beinhaltet den Begriff Smog, einem Kunstwort, dass sich aus den englischen Begriffen smoke und fog zusammensetzt. Man versteht darunter eine örtliche Konzentration von Luftschadstoffen, die durch eine Behinderung der vertikalen Verteilung der Schadstoffe entsteht und für den Organismus eine besondere (auch gesundheitsgefährdende) Belastung darstellt (Hellbrück & Fischer, 1999). Analog dazu wird beim Elektrosmog suggeriert, es gehe um eine spezielle örtliche Konzentration von EMF. In der rein physikalischen Diskussion ist der Begriff Elektrosmog unscharf und wenig brauchbar, da ein sehr vielfältiges Spektrum an magnetischen, elektrischen und elektromagnetischen Feldern unterschiedlichster Art gemeint sein kann.
Eine wichtige Unterscheidung wird zwischen niederfrequenten (NF) und hochfrequenten (HF) Wellen getroffen. Die Grenze liegt etwa bei einer Frequenz von 30 kHz. Im NF Bereich spricht man von elektrischen und magnetischen Wechselfeldern. Erst ab dem Bereich der Radiowellen verwendet man den Terminus elektromagnetisch, da man magnetische und elektrische Komponenten in diesem Bereich nicht mehr getrennt betrachten kann. Auch das Wort Strahlung wird erst im HF-Bereich verwendet. Erst dort löst sich eine Welle von ihrem Ursprung – der Antenne. Zum NF-Bereich gehören zum Beispiel Stromleitungen. Im Bereich der HF gibt es neben Radio und Fernsehen auch noch die Mobilfunkstrahlung, WLAN (kabelloses Internet), sowie UMTS. Ab 10^9 Hz spricht man von infraroter Strahlung, bei noch höherer Frequenz von sichtbarem Licht. Ab 10^{15} Hz besitzt die elektromagnetische Strahlung ionisierenden Charakter, d.h. sie ist in der Lage Elektronen aus der Atomhülle herauszuschlagen und kann somit in einem Medium, das sie durchdringt, Ionen zu erzeugen. Dazu gehört z.B. UV-Strahlung, Röntgenstrahlung oder radioaktive Strahlung (Hellbrück & Fischer, 1999; Leitgeb, 2000).

Aus psychologischer Sicht kann dieser Begriff durchaus verwendet werden, wenn er – eher sozialwissenschaftlich gebraucht – ein Phänomen beschreibt. Diese Verwendung scheint vor

allem gerechtfertigt, wenn man in der Forschung auf den noch zu erläuternden Risikoansatz fokussiert, der sich abseits von möglichen Gesundheitsgefahren durch Strahlung mit Kognitionen hinsichtlich einer Gefährdung beschäftigt und wie diese die öffentliche Diskussion beeinflussen. In der Erforschung von direkten Wirkungen von EMF auf psychologische Variablen, wie etwa Stress- oder Befindlichkeitsparameter, ist eine Spezifizierung auch im physikalischen Sinne unerlässlich. Dort steht die naturwissenschaftliche Diskussion eindeutig im Vordergrund.

2.2.) Öffentliche Diskussion

Mit dem wachsenden technischen Fortschritt ging in den letzten Jahrzehnten auch eine immer größer werdende Technikkritik einher, die sich besonders mit den Auswirkungen auf die Umwelt des Menschen beschäftigte. Zudem ist das Umweltbewusstsein generell gestiegen, obwohl Umweltzerstörung schon seit den Waldrodungen in der Antike bekannt ist. Laut Schahn und Griesinger (1993) sind folgende Faktoren hauptverantwortlich für die höhere Sensibilität in Umweltfragen: 1.) Das Tempo der Umweltzerstörung wird immer schneller, 2.) die Umweltzerstörung ist nicht mehr lokal begrenzt, 3.) bestimmte Bedrohungen – wie etwa die Klimaerwärmung – werden als Bedrohung für die Menschheit als Ganzes wahrgenommen. Vor dem Hintergrund dieser erhöhten Umweltsensibilität begann in den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts der rasende Aufstieg des Mobilfunks. Laut Marktforschungsinstitut Gartner wurden 2007 über 1,1 Milliarden Mobiltelefone weltweit verkauft (Wikipedia „Mobiltelefon“, 26.2.2008). Dabei ist der Markt in den Entwicklungsländern noch lange nicht ausgeschöpft, in den Industriestaaten geht der Trend zum Zweit- oder Dritthandy.

Im Zuge dieser Entwicklung kam es – um es mit Inglehart (1971) zu formulieren – zu einem Aufeinandertreffen zwischen materialistischer und postmaterialistischer Einstellungen. Letztere suggerieren andere gesellschaftliche Werte, als nur jene des Marktes. Es wurden erste Sorgen über die möglichen Gesundheitsbeeinträchtigungen der neuen Technologie geäußert. Diese Kritik wurde nicht an den Haaren herbeigezogen, sondern steht in einer Tradition über die Erforschung von EMF und möglichen Gesundheitsauswirkungen. Leitgeb (2000) berichtet von sowjetischen Forschern, die bereits in den 50er und 60er Jahren diese Zusammenhänge untersucht haben. Daraus sollen dann die um vieles niedrigeren Grenzwerte in den ehemaligen kommunistischen Staaten resultiert sein. Im Westen setzten Wertheimer und Leeper (1979) den Anfangspunkt in der Forschung in diesem Bereich. In ihrer

aufsehenerregenden Studie zeigte sich, dass Anrainer von Hochspannungsleitungen ein erhöhtes Risiko für alle Arten von Tumoren aufweisen, speziell aber für Leukämie.

2.3.) Mobilfunksender und Grenzwerte

Nicht nur Hochspannungsleitungen, sondern auch Mobilfunksender sind mittlerweile häufig Gegenstand von Debatten, speziell wenn es um die Neuerrichtung einer solchen Anlage geht. Bürgerinitiativen versuchen auf mögliche Gesundheitsrisiken aufmerksam zu machen, Mobilfunkbetreiber spielen die Sorgen herunter. Beide Seiten haben meist bereits eine Reihe von Gutachten und Studien an der Hand, die ihre Meinung bestätigen. Von beiden Seiten kommen häufig Vorwürfe von Befangenheit, etc. (s. Augner, 2005).

Neben der konkreten Montage von Mobilfunksendern gibt es noch eine zweite, meist eher auf politischer Ebene geführte Debatte: Die Grenzwertdiskussion.

Grenzwerte

Grenzwerte für die Dosis von gesundheitsschädlichen Substanzen in der Umwelt sind in der Regel zum Schutz der Gesundheit des Menschen vorgesehen. Im Bereich EMF richten sich diese Grenzwerte vor allem darauf, eine so genannte Wärmewirkung von Strahlung zu verhindern. Darunter versteht man die Möglichkeit von EMF die Temperatur in einer Zelle zu erhöhen, ein Effekt, der zum Beispiel bei der Mikrowelle genützt wird. Die relevanten Grenzwerte richten sich in Deutschland und Österreich nach den Empfehlungen der International Commission in Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) und der Europäischen Union (ICNIRP, 1998). Für die Dauerbelastung durch Mobilfunkstrahlung liegen diese Werte (Leistungsflussdichte) für GSM-1800MHz bei 9.000.000 µW/m² bzw. für GSM-900MHz bei 4.500.000 µW/m². Um die Gesundheitsgefährdung durch Wärmewirkung gibt es heute keine ernstzunehmende Diskussion mehr, diese kann als gesichertes Wissen gelten. Kritiker dieser Grenzwert-Politik verweisen allerdings auf mögliche nicht-thermische Wirkungen von Mobilfunkstrahlung, die bei wesentlich niedrigeren Leistungsflussdichten passieren könnten. Diesen Befürchtungen tragen die Empfehlungen der ICNIRP nicht Rechnung. International ist die Kritik an den ICNIRP-Richtlinien zum Beispiel in der Bioinitiative Group organisiert. Im Juli 2007 veröffentlichte diese Organisation den sogenannten Bioinitiative-Report, in dem Forschungsarbeiten in verschiedenen Sektionen präsentiert wurden. In Summe kommt dieses Papier zum Schluß, dass die gegenwärtigen

Grenzwerte weltweit nicht auf wissenschaftlichen Kriterien beruhen. In seinem Abschnitt über „Stressreaktion“ greift Blank (2007) die vorherrschende wissenschaftliche Diskussion scharf an. Er führt aus, dass der Begriff „wissenschaftlicher Beweis“ falsch gebraucht wird und kritisiert damit den „weight of evidence“-Ansatz. In diesem werden positive und negative Resultate miteinander in Beziehung gesetzt und sozusagen abgewogen, in welche Richtung das Pendel ausschlägt. Stattdessen gehe es um einen Test, bei dem es auch reicht, wenn nach zehn negativen Befunden ein positiver auftaucht. Aus der Fülle der zusammengetragenen Evidenz schließt die Bioinitiative Group, dass es bei weitem niedrigere Grenzwerte im EMF-Bereich geben müsste. In Salzburg, Österreich, hat die Landessantitätsdirektion (Gesundheitsministerium des Bundeslandes) im Jahr 1998 einen sogenannten Vorsorgewert eingeführt, allerdings ohne gesetzliche Bindung. Die hochfrequente Gesamtbelastung sollte 1000 µW/m² im Freien nicht überschreiten. 2002 wurden diese Empfehlungen noch einmal dramatisch gesenkt, nämlich auf 10 µW/m² im Freien und 1 µW/m² in Innenräumen (Hacker et al., 2007). Diese Grenzwerte sollten dem sogenannten Vorsorgeprinzip Rechnung tragen, was in Salzburg heftige politische Diskussionen und geteilte wissenschaftlichen Reaktionen auslöste.

2.4.) Mobiltelefon

Erstaunlicherweise kaum ein Gegenstand hitzigen Streits ist das Telefonieren selbst. Zwar geht es hier in aller Regel um höhere Leistungsflussdichten, doch bis auf die Empfehlung einzelner Interessensgruppen weniger mobil zu telefonieren bzw. den Kindern das Mobiltelefon zu verbieten (Salzburger Bürgerinitiativen zum Schutz vor Mobilfunkantennen, November 2006; Ärztekammer Wien, 2008), gibt es nicht allzu viele Medienberichte darüber. Häufig gibt es Befunde, dass das Mobiltelefon als weniger gefährlich eingeschätzt wird als der Mobilfunksender selbst (z.B. Siegrist et al., 2005). Dieses Phänomen lässt sich mit der Theorie der kognitiven Dissonanz erklären, auf die später noch eingegangen wird. Situationen, in denen man subjektiv das Gefühl hat über die Kontrolle zu verfügen, werden als weniger riskant erlebt als Situationen in denen subjektiv die persönliche Kontrolle fehlt (s. dazu auch Slovic, 2000).

2.5.) Die Rolle der Psychologie

Anfangs hielt sich das Interesse der wissenschaftlichen Psychologie an dem Elektrosmog-Phänomen in Grenzen. Erst in den letzten Jahren wird das Thema von psychologischer Seite zunehmend aufgegriffen und beforscht. Im Wesentlichen gibt es zwei Ansätze: zum einen geht es um die Frage, inwieweit Symptome und gesundheitliche Beeinträchtigungen, die von Menschen auf EMF zurückgeführt werden, psychologisch oder psychosomatisch zu erklären sind („Nocebo-Effekt"). Dabei soll es nicht darum gehen, Ersatzerklärungen zu finden, sondern darum, das Phänomen „Elektrosensitivität" bestmöglich zu beschreiben, um Patienten – mit häufig enormen Leidensdruck – auch die beste und umfassendste Behandlung geben zu können. Häufig werden zu diesem Bereich sogenannte Dosis-Wirkungs-Experimente durchgeführt, in denen üblicherweise getestet wird, ob Menschen Strahlung tatsächlich „erfühlen" können (Oftedal et al., 2007; Rubin et al., 2005; Rubin et al., 2006; Wilen et al., 2006). Die zweite Perspektive aus psychologischer Sicht ist der Risiko-Ansatz: Hier geht es darum zu erfassen, inwieweit Menschen den Mobilfunk als Gesundheitsgefahr wahrnehmen. Dieser Ansatz ist für die öffentliche Diskussion besonders wichtig. In der Erhebung ist dieser Ansatz unabhängig von tatsächlichen oder wirklichen Gesundheitsgefahren, in der Interpretation und den Implikationen ist der Stand der Wissenschaft von Bedeutung (Burgess, 2004; Siegrist et al., 2005). Beide Ansätze werden im Literaturteil behandelt.

3.) Psychologie und Elektrosmog

3.1.) Begriffe: Elektrosensitivität und Elektrosensibilität

Die Begriffe Elektrosensitivität und Elektrosensibilität werden nicht einheitlich verwendet (Leitgeb, 2000; Leute, 2001). Üblicherweise wird Elektrosensibilität verwendet, wenn EMF wahrgenommen werden können. Elektrosensitivität beschreibt dann erst den Leidensdruck bzw. das pathologische dieser Wahrnehmung, also etwa das Ausbilden von Symptomen. Elektrosensibilität wäre demzufolge die Grundlage für Elektrosensitivität (ES). In dieser Arbeit wird – wie bisher – zweiteres verwendet, da naturgemäß die Krankheitswertigkeit in diesem Zusammenhang betont werden soll. Ob eine solche Erkrankung objektiv nachvollziehbar überhaupt vorliegt, ist umstritten, zumal pathologische Wirkmechanismen unbekannt sind und ES-Patienten häufig Symptome aufweisen, die mit psychischen Stress-Symptomen übereinstimmen, welche eine psychogene Ursache nahe legen. Zum Teil kann

man sich mit den Untergliederungen objektive vs. subjektive ES helfen. Für letzteres wurden auch schon entsprechende Fragebögen entwickelt (Eltiti et al., 2007b).
Da die verwendeten Termini einen großen Teil der Forscher nicht zufrieden stellen, wurde auf dem WHO-Workshop in Prag im Jahr 2004 (WHO workshop on Electrical Hypersensitivity, Prague, Czech Republic, October 25-27, 2004) versucht, eine einheitliche Definition zu finden. Mangels ICD-10 und DSM-IV-Diagnose wurde eine Bezeichnung gefunden, die EMF als Ursache für die Symptome in Frage stellt bzw. unbeantwortet lässt. Der Begriff Idiopathic environmental intolerance (Electromagnetic field attributed symptoms) mit der Abkürzung IEI-EMF bezeichnet Symptome (wie Hautbeschwerden oder Kopfschmerzen), die in der Nähe von elektrischem Equipment entstehen und von der betreffenden Person auch dieser Quelle zugeordnet werden (Hansson Mild et al., 2006).

In der vorliegenden Arbeit erhält der Terminus Elektrosensitivität (ES) den Vorzug vor IEI-EMF. Erstens ist er eher üblich und auf den ersten Blick leichter verständlich. Zweitens scheint es trotz des ausstehenden Nachweises über die Ursache der Symptome angemessener den Patienten gegenüber, nicht einen Begriff zu verwenden, der zwar wissenschaftlich ausgewogener ist, aber doch implizit Mißtrauen unterstellt. Die Begriffsbezeichnung allein ändert nichts daran, dass die Identifizierung relevanter Symptome über ein Fragebogen-Screening erfolgen muss und Zweifel über eine korrekte Klassifizierung bestehen bleiben. Die folgende Tabelle L1 stellt die wichtigsten Merkmale einer ES bzw. IEI-EMF gemäß WHO-Workshop dar. Diese Vorgangsweise soll Personen identifizieren, bei denen andere Diagnosen in Frage kommen.

Tabelle L1. Relevante Merkmale bei der Charakterisierung der Beschwerden eines ES-Patienten (WHO workshop on Electrical Hypersensitivity, Prague, Czech Republic, October 25-27, 2004).

i) Symptome
Beschreibung der Symptome über ICD-10 und DSM-IV
ii) Selbstberichtete Quellen, die Symptome auslösen oder erschweren
Elektrizität im allgemeinen; Spezifizierte Quellen (Mobilfunksender, Mobiltelefon)
iii) Exposition
Durchführung von EMF-Messungen, Klarstellung ob innerhalb der bestehenden Grenzwerte
iv) Zeitliche Aspekte
v) Verhalten
Vermeidung, Fehlzeiten in der Arbeit
vi) Klinische Befunde

3.2.) Das Elektrosensitivitätsmodell von Harlacher und Schahn

Eine wichtige Funktion der wissenschaftlichen Psychologie ist die Bereitstellung von Theorien und Modellen, die für das praktische Handeln brauchbar sind. Vor allem in der Gesundheitspsychologie existieren eine Vielzahl an Theorien, beispielsweise zum Gesundheitsverhalten, die in der Lage sind Verhaltensphänomene zu erklären und therapeutische Interventionsmöglichkeiten bereitzustellen (vgl. dazu z.B. Schwarzer, 2004). Bezüglich dem Themenkreis Elektrosmog im Allgemeinen und Elektrosensitivität (ES) im Speziellen sind wenig theoretische Modellüberlegungen zu finden. Das könnte daran liegen, dass die Psychologie dieses Phänomen nur eher am Rande behandelt und tendenziell andere Fachrichtungen sich damit auseinandersetzen. Dies birgt die Gefahr, dass häufig psychologische Ersatzerklärungen – vor allem nach negativen Befunden aus Dosis-Wirkungs-Experimenten – geboten werden, die wissenschaftlichen Kriterien nicht standhalten. Umso wichtiger ist es, dass auch Psychologen ihre Kompetenz in diesem Bereich einbringen, was in den letzten Jahren auch vermehrt der Fall ist. Dennoch ist bislang – zumindest im deutschsprachigen Raum – das ES-Modell von Harlacher und Schahn (1998) das einzig nennenswerte geblieben. Die Autoren verstehen unter ES Hautsymptome, Übelkeit, Schwindel, Müdigkeit, etc., die durch „alltägliche elektrische Einrichtungen (z.B. Computer, Leuchtröhren, elektrische Küchengeräte etc.) erzeugt“ (S.151) werden. Die Latenzzeit für den Beginn der Symptome kann nahezu null bis hin zu einigen Stunden betragen. Das vorliegende Modell soll den sogenannten bioelektrischen Ansatz, der eine direkte Wirkung von EMF auf den Körper postuliert und das sozialpsychologische Erklärungsparadigma, das mehr oder weniger implizit von einem rein psychologischen Phänomen ausgeht, berücksichtigen. Allerdings liegt das Gewicht doch eher bei letzterem.

In einer ersten Phase treten demnach die Primärsymptome auf, deren Ursache in der physischen Umwelt, bei nicht diagnostizierten Krankheiten, psychischem Stress oder personenbezogenen Faktoren liegen. Bedingung für die Entstehung einer ES ist nach diesem Modell, dass die betroffenen Personen vom Gesundheitssystem keine Diagnose oder plausible Erklärung für ihre Beschwerden bekommen. Schließlich stoßen die Betroffenen z.B. durch die Medien auf einen ES-Verdacht. Dieser Verdacht wird dann in Selbstexponierungs-„Experimenten“ gegenüber Geräten, die als verdächtig gelten, getestet. Aufgrund der auf den Körper gerichteten Selbstaufmerksamkeit werden Körpersignale verstärkt wahrgenommen. Durch diesen kognitiv induzierten Stress werden diese Signale noch weiter intensiviert. Weitere Testungen führen dann zu immer eindeutigeren Ergebnissen und es kommt zu einer

Attribution der Beschwerden auf EMF. Je nach Elaborationsgrad ist diese Überzeugung dann mehr oder weniger leicht zu korrigieren. Irgendwann gibt es dann einen „point of no return“, wo die Überzeugung so in das Selbstkonzept übergegangen ist, dass eine Korrektur nur noch schwer möglich ist. Es kommt zu Erinnerungsfehlern, Vermeidungsverhalten und selektiver Informationsaufnahme von verifizierenden Inhalten (s. Abbildung L1).

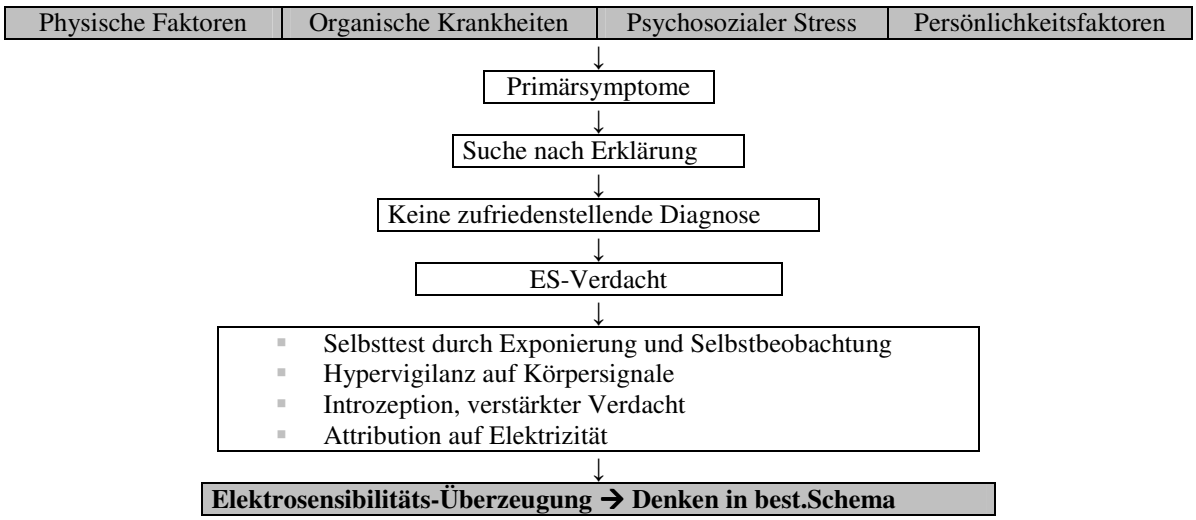


Abbildung L1. Vereinfachte Darstellung des Erklärungsmodells für Elektrosensitivität nach Harlacher und Schahn (1998, S.155).

Harlacher und Schahn (1998) basieren ihr Schema auf der Untersuchung von 80 ES-Betroffenen an einer Hautklinik in Norwegen zwischen 1991 und 1994. Ungefähr 75% der Teilnehmer litten an einer Hautkrankheit, in wenigen Fällen gab es andere Krankheiten oder psychiatrische Störungen. Auffällig an dieser Gruppe waren Mängel in physischen Arbeitsplatzbedingungen, psychosozialer Stress, sowie geringe soziale Unterstützung und niedrigere physische Fitness. Psychopathologische Persönlichkeitszüge waren keine Eigenschaft dieser Stichprobe. Die Bestandteile des Modells wurden großteils aus Beobachtungen dieser 80 Personen gewonnen und die Autoren räumen selbst die Notwendigkeit der Validierung ein, die bislang aber ausgeblieben zu sein scheint. Sie empfehlen dennoch als Behandlungsindikation eine kognitive Verhaltenstherapie.

Kritische Betrachtung: Die Argumentationskette dieses Modells ist sehr plausibel. Auch wenn zum Zeitpunkt der Formulierung das Thema Mobilfunk noch nicht so im Vordergrund stand, lässt es sich auch darauf anwenden. Allerdings: es geht eher um Beschreibung als um wirkliche Erklärung, alles ist sehr allgemein gehalten. Letztlich besagt die erste Zeile nur, dass die Symptome „irgendwelche“ Ursachen haben. Die Mechanismen, die zur Konsolidierung eines Schemas führen sind nachvollziehbar, wenn sie auch beliebig

anwendbar sind. Es bleibt unberücksichtigt, dass physische Einflüsse auch während der Konsoldierungsphase psychologische Mechanismen beeinflussen. Potentielle Interaktionen zwischen möglicher EMF-Ursache und psychischen Bedingungen werden nicht aufgegriffen.
Die Frage, warum Menschen genau diese Erklärung für ihre Erkrankung verwenden, bleibt unklar. Sind hier Persönlichkeitseigenschaften ausschlaggebend? Allgemeine Technikfeindlichkeit? Hohe Risikobeurteilungen bezüglich EMF? Besondere Charakteristika gegenüber der Einstellung zu Umweltgefahren bzw. zur Umwelt allgemein? Ist der angesprochene Stress die Ursache oder die Folge der Symptome? Welche Rolle spielt die soziale Umwelt? Werden die Symptome von anderen Personen heruntergespielt oder die Interpretation verstärkt?
Die Tatsache, dass Frauen bei den Betroffenen überrepräsentiert sind, verwundert auch die Autoren. Sie sehen das in erster Linie darin begründet, dass Frauen Körpersignale eher falsch interpretieren. Plausibler ist aber wohl, dass das Hilfesuchverhalten bei Frauen im Allgemeinen und gegenüber dem Gesundheitssystem im Speziellen stärker ausgeprägt ist.
Insgesamt handelt es sich um ein ES-Modell mit hoher Augenscheinvalidität, allerdings ist eine umfassende Evaluierung ausgeblieben. Zu viele mögliche Einflussfaktoren bleiben unberücksichtigt, mögliche Wechsel- und Rückwirkungen sind durch die Darstellung im Flussdiagramm nicht beinhaltet.

Ein weiteres Modell zur ES von Schreier referiert Röösli (2006). Auch dabei wird ein Zusammenspiel zwischen subjektiver Wahrnehmung und biologischer Mechanismen postuliert. Die objektive Verteilung von EMF in der Umwelt wirkt dabei möglicherweise auf den objektiven Gesundheitszustand einer Person. Dieser potentielle Effekt wird allerdings durch die subjektive Wahrnehmung moderiert. Einerseits gibt es dabei Wechselwirkungen zwischen subjektiver Wahrnehmung der EMF-Exposition mit der Wahrnehmung von EMF als Gesundheitsrisiko und der subjektiven Wahrnehmung der Gesundheit. Andererseits wird von diesen Faktoren auch die Variable „Symptome EMF zuschreiben (EHS)“ beeinflusst. Weiters wirkt diese Variable auch wieder auf alle anderen Faktoren der subjektiven Wahrnehmung. Hier werden also die möglichen Einflussfaktoren auf die Entstehung des Phänomens ES hinlänglicher miteinbezogen als beim Modell von Harlacher und Schahn (1998). Letzteres liefert allerdings mehr Einsichten über Prozessvariablen und damit auch über das Phänomen der Chronifizierung von ES aus dem psychologischen Blickwinkel.

Im folgenden Abschnitt werden weitere theoretische Modelle angesprochen, mit sehr viel höherer empirischer Absicherung, allerdings fokussieren sie nicht spezifisch auf ES oder Elektrosmog. Dennoch könnten sie Erklärungswert für die Fragestellungen in diesem Bereich haben.

3.3.) Nocebo-Effekt, kognitive Dissonanztheorie und psychogene Massenerkrankung

Im Folgenden werden gängige psychische Modelle und Effekte angesprochen, die bei der wissenschaftlichen Erklärung des Elektrosmog-Phänomens von großem Nutzen sind.

Nocebo-Effekt

Der Nocebo-Effekt bezeichnet – in Umkehr zum bekannten Placebo-Effekt – die negative Wirkung einer Schaden unterstellenden Erwartungshaltung. Eine wichtige Abgrenzung gibt es hier zur sich selbsterfüllenden Prophezeiung. Letzterer liegt ebenfalls eine Erwartungshaltung zugrunde, die aber unbewußt dazu führt, dass man entsprechende Verhaltensdispositionen setzt, die den Eintritt des zu erwartenden Ereignisses noch wahrscheinlicher macht. Placebo/Nocebo dagegen setzen durch eine bestimmte Einstellung physiologische Prozesse in Gang, die z.B. die Wirkung eines Medikaments ersetzen/umkehren. Beide Prozesse sind eigentlich weniger gut erforscht als vielfach angenommen wird. Zwar ist die Wirksamkeit belegbar, aber die Mechanismen sind nicht restlos geklärt. So berichten Johansen et al. (2003) in einer Studie, in der Placebo- und Nocebo-Effekte untersucht wurden, dass das Placebo eine Wirkung auf die Schmerzintensität hatte, Nocebo- und Kontrollgruppe sich nicht unterschieden. Man konnte feststellen, dass in der Nocebo-Gruppe mehr vom Stresshormon Cortisol ausgeschüttet wurde, das kurzfristig schmerzmindernde Wirkung hat – langfristig aber selbst Schäden verursachen kann. Vieles deutet darauf hin, dass der Placebo-Effekt kurzfristiger eintritt als der Nocebo-Effekt.

Van den Bergh et al. (2002) zeigen am Beispiel von Umweltsyndromen, wie der Nocebo-Effekt in diesem Zusammenhang funktionieren könnte. Beschwerden werden demnach auch gelernt und treten nach bestimmten cues auf – unabhängig ob ein tatsächlicher Stressor auch auftritt, ganz im Sinne der Konditionierung. So könnte man die Nocebo-Reaktion als Lernprozess auffassen: bestimmte Hinweise, auf die normalerweise ein Stressor folgt, reichen alleine schon aus, um die Beschwerden auszulösen. Colloca & Benedetti (2007) zeigen in einer aktuelleren Studie, dass Angst bzw. Ängstlichkeit – die aufgrund einer negativen

Erwartungshaltung entsteht – Schmerzen durch das Auslösen komplexer neurobiologischer Prozesse im Gehirn vergrößern kann.
Im Zusammenhang mit EMF berichtet zum Beispiel Leitgeb (2000) von neu errichteten Mobilfunksendern, wo Anrainer schon über Symptome klagten, obwohl der Sender noch gar nicht in Betrieb war. Weiters kommt Röösli (2008) in einer Meta-Analyse zur Schlussfolgerung, dass die Wirkung des Nocebo-Effekts stärker sein muss als eine Wirkung der EMF selbst – dies zeigt ein Vergleich zwischen verblindeten und nicht-verblindeten Untersuchungen.

Kognitive Dissonanztheorie von Festinger

Kognitive Dissonanz definiert der Pschyrembel (2002) als „Bezeichnung für einen Widerspruch bzw. Konflikt zwischen kognitiven Elementen (z.B. Wahrnehmungen, Meinungen oder Überzeugungen) und individuellem Verhalten (z.B. Beibehaltung eines Verhaltens auch bei Wissen über dessen Schädlichkeit)“ (S.373). Leon Festingers Theorie der kognitiven Dissonanz (s. Hellbrück und Fischer, 1999) hat im Laufe der Jahrzehnte vielen wissenschaftlichen Überprüfungen standgehalten. Im Grunde geht es meist darum, dass Risikoverhalten wider besseres Wissen gezeigt wird (z.B. Rauchen). Dadurch entsteht eine Dissonanz zwischen Einstellung und Verhalten. Um diese wieder zu verringern, wird meist die persönliche Einstellung modifiziert. Daher kommen auch Befunde, wonach persönliche Risiken bezüglich eines Faktors meist niedriger eingeschätzt werden als das allgemeine Risiko (Slovic, 2000). Dieser Mechanismus schützt uns im Alltag davor, sich jeder Gefahr immer bewußt zu sein, um die Funktionsfähigkeit zu erhalten.
Relevant für die ES- und Elektrosmog-Debatte scheint er aus folgendem Grund: häufig wurde die Beobachtung gemacht, dass Personen Symptome generieren, nachdem ein Mobilfunksender in ihrer Wohnnähe installiert wurde. Argumentiert werden kann hier mit dem Nocebo-Effekt. Überwiegend müsste man allerdings eher den Effekt der kognitiven Dissonanz vermuten. Die Betroffenen fangen an, Risiken eher herunterzuspielen, um die kognitive Dissonanz zwischen „in diesem Bereich wohnen“ und der Vermutung „Mobilfunk könnte riskant sein“ zu schließen. So scheint es bei Anrainern von Atomkraftwerken und Menschen in Gegenden mit hoher natürlicher Radioaktivität zu sein. Risiken, die man selber als Person schwer ändern kann oder nicht will, werden relativiert.

Psychogene Massenerkrankung

Bei Gottwald und Kupfer (2002) findet sich als eindrucksvolles Beispiel die sogenannte „Arjenyattah-Epidemie“: Atemnot und Schwindel waren die Beschwerden eines Mädchens in einer israelischen Schule. In einer Pause nehmen andere Schüler Schwefelwasserstoffgeruch in einer vermutlich defekten Toilette wahr. Daraufhin klagen 10 weitere Personen über Symptome wie Atemprobleme und Bauchschmerzen. Am nächsten Tag wurden 60 Schüler in das örtliche Krankenhaus aufgenommen. Die Ereignisse wurden in den Medien verbreitet und nach einer Woche waren 950 Personen „erkrankt“. Als klar wurde, dass keine Vergiftungen oder Umweltschädigungen vorlagen, endete die Epidemie abrupt.

Der Nocebo-Effekt kann also auch „ansteckend“ sein und zu einer Massenerkrankung ausarten. Als im 19. Jahrhundert die Gänsefeder durch die Stahlfeder ersetzt wurde, gab es plötzlich eine große Anzahl von Menschen, die über Symptome klagten. Gleiches gilt für jene Schwedinnen und Schweden, die über Beschwerden aufgrund von mit Chemikalien verseuchten Kohlepapier klagten. Diese Beschwerden betrafen auch Personen, die nachweislich nie mit dem kontaminierten Papier in Berührung gekommen waren (Harlacher und Schahn, 1998).

3.4.) Erhebungstechnologie: Der Elektrosensitivitätsfragebogen von Eltiti et al.

Wenn schon Definition und Begrifflichkeit für Uneinigkeit sorgt, ist leicht nachzuvollziehen, dass die Frage nach einem geeigneten Erhebungsverfahren sich noch schwieriger gestaltet. In den einzelnen Studien werden häufig selbsterstellte Fragebogenverfahren verwendet, die ohne Standardisierung aber keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben können. Oft werden diese Verfahren nicht von Psychologen zusammengestellt und erfüllen dann häufig nicht die minimalsten diagnostischen Kriterien. Die britischen Forscher Eltiti et al. (2007a) haben versucht einen Fragebogen zur „Electromagnetic Hypersensitivity“ zu entwickeln. Die Ausgangslage für die Konstruktion war das Dilemma, dass eine objektive Klassifikation der ES nicht möglich ist und man daher auf die Aussagen der Personen selbst angewiesen ist. In den noch zu diskutierenden Dosis-Wirkungs-Experimenten, bei denen die ES überprüft werden soll, ist es zunächst einmal notwendig, Teilnehmer auszuwählen, die sich selbst als sensitiv einstufen. Um diese „Selbstklassifikationen“ zu systematisieren und reliabler zu machen, wurde der Fragebogen in mehreren Stufen entwickelt. In einer Pilotstudie wurde das

Verfahren getestet, in einer Studie 1 wurde der Fragebogen an 20.000 Personen geschickt. Eine Faktorenanalyse zeigte verschiedene Subskalen von Symptomen: Neurovegetativ, Haut, auditorisch, Kopfschmerzen, kardiorespiratorisch, verkühlungsbezogen, locomotorisch und allergie-bezogen. In einer zweiten Studie wurde die Validität überprüft. Personen mit ES zeigten in allen Skalen signifikant schwerere Symptome als die Kontrollgruppe. Tabelle L2 zeigt einen kleinen Abschnitt des Fragebogens, in dem Symptome abgefragt werden.

Tabelle L2. Electromagnetic Hypersensitivity Questionnaire von Eltiti et al. (2007a), Fragen zu Symptomen.

Section 1: Symptoms and Causes How severly do you currently suffer from any of the following symptoms?					
	Not at all	A little bit	Moderately	Quite a bit	A great deal
1.Allergies					
2.Anxiety					
3.Asthma					

Zentraler Punkt für ES ist das Erleben von Symptomen. Das zweite Charakteristikum ist die Attribution dieser Symptome auf EMF, die durch drei Fragenkomplexe abgedeckt wird (Tabelle L3):

Tabelle L3. Electromagnetic Hypersensitivity Questionnaire von Eltiti et al. (2007a), Fragen zur Attribution der Beschwerden.

Do you believe there is a link between the occurence of any symptoms you indicated above and exposure to:					
	Not at all	A little bit	Moderately	Quite a bit	A great deal
58. Computers					
62. Mobile Phones					
66. Television					
67. Are you sensitive to electromagnetic fields (e.g. radio frequency and magnetic fields produced by electrical objects such as televisions, computers, mobile phones, etc.)?					
	Not at all	A little bit	Moderately	Quite a bit	A great deal
68. If you are sensitive to electromagnetic fields, what electrical equipment (i.e. computers, mobile phones, power lines, telecommunications masts) bothers you the most and what are the symptoms that you experience when you are exposed to the electromagnetic field? _____ _____ _____					

Eltiti et al. schlagen Frage 68 als entscheidende Frage für die Attribution von Beschwerden vor. Typische ES-Patienten beschreiben explizit die Objekte, die die Symptome auslösen und welche Symptome sie genau haben. Unter der ES-Teilstichprobe von Studie 2 waren nur 5,7%, die diese Beschreibung nicht angaben. Offen bleibt bei dieser Vorgangsweise, wozu die Frage 67 und davor gestellt werden, wenn sie nicht in den Klassifikationsprozess miteinbezogen werden.

Zusammenfassend wird also folgende Vorgangsweise postuliert:

(1) In einer Zufallsstichprobe werden alle Personen mit Symptom-Schweregrad bis zur 75.Perzentile ausgeschlossen. Die verbleibenden sind also jene 25%, die die schwersten Symptome haben.

(2) Von diesen 25% werden jene ausgeschlossen, die in Frage 68 nicht explizit EMF als Ursache ihrer Beschwerden angeben.

(3) Von den verbleibenden Personen werden jene ausgeschlossen, bei denen die Symptome durch eine diagnostizierte Erkrankung erklärt werden kann.

→ es bleiben jene Patienten, die als ES klassifiziert werden.

Der Fragebogen ist insgesamt ein gutes Beispiel für eine professionelle Testkonstruktion. Die Reliabilitätskoeffizienten (Cronbachs Alpha) lagen für die Gesamtskala zwischen 0,81 und 0,82 und damit recht gut. Durch das Ausschlussprinzip ist sicher gestellt, dass es sich nicht um andere Erkrankungen handelt. Trotzdem muss man sagen, dass dieses Verfahren weder in der Praxis noch bei Studien alleine ausreichend ist. Der psychopathologische Status bleibt unerfasst. Weiters ist die Frage, ob die Voraussetzung für ES besonders schwere Symptome sind. Diese ist eher zu verneinen.

Keine Rolle spielt die zeitliche Komponente: die Beschwerden sollen laut Instruktion im Moment des Ausfüllens vorhanden sein. ES-Personen können aber in diesem Moment durchaus beschwerdefrei sein und nur bei entsprechender Exposition durch ein elektrisches Gerät Beschwerden erleben. Das Argument, dass das in Frage 68 ohnehin erfasst wird greift zu kurz, da ja das Klassifikationsprozedere all jene mit keinen aktuellen bis mittleren aktuellen Beschwerden ausschließt. Insgesamt verbleiben also auch in diesem recht durchdachten Verfahren einige Fragezeichen.

3.5.) Exkurs: Ein verkanntes Gesundheitsproblem – das Mobiltelefon als Sucht

Wenn man angesichts möglicher Gesundheitsgefährdungen eine Reduktion des Mobiltelefonierens fordert, sollte man eines nicht ganz vergessen: manche können das längst

nicht mehr! Eine unterschätzte, weil kaum thematisierte Gesundheitsgefahr, ist die Handy-Sucht. Es gibt sie: Menschen, die sich während eines Kinofilms hastig durch die Reihen in Richtung Ausgang bewegen, um ihren SMS-Speicher zu kontrollieren. Schüler, die Übelkeit vortäuschen, um nach Hause zu kommen, weil sie dort ihr Handy vergessen haben. Von vielen Menschen wird das Mobiltelefon als verlängertes Körperteil wahrgenommen – wenn es fehlt entsteht so etwas, was man mit einer Art Phantomschmerz beschreiben könnte. Für einen kleinen Teil der Bevölkerung sind die Grenzen des Normalen längst überschritten, sie zeigen alle Anzeichen einer Abhängigkeit, geraten in Panik, wenn das Handy vergessen wurde, vermeiden Orte, wo das Telefonieren verboten ist, zeigen Entzugserscheinungen wie bei Substanzabhängigkeiten. Diese Abhängigkeit fällt kaum auf, da das mobile Telefonieren zum Alltag gehört – immerhin geben manche Schüler an, mit ihren Kollegen auch in der Schule gar nicht persönlich zu sprechen, sondern nur über Kurzmitteilungen (SMS) zu kommunizieren.

Laut Internetdatenbank psychologie.at haben italienische Psychiater das sogenannte Handy-Syndrom in die Liste obsessiver Verhaltensstörungen eingetragen. Patienten mit Handy-Syndrom verzichten auf das Kino, weil dort das Handy abgeschaltet werden muss, sie benutzen die Geräte zur Überwachung des Partners, kontrollieren in der Nacht ihre SMS-Speicher. Bei zuwenig Ladung geraten diese Menschen in Panik. Hinter dieser Verhaltensstörung steht laut psychologie.at große Unsicherheit und zwanghaftes Kontrollbedürfnis (psychologie.at, 21.12.2007).

3.6.) Evidenz: Dosis-Wirkungs-Experimente

Dosis-Wirkungs-Experimente zielen darauf ab, herauszufinden, ob ein Stressor bei einer bestimmten Dosis eine Wirkung hervorruft. Im EMF-Bereich ist diese Art der Studie sehr beliebt, weil sie relativ unaufwendig im Labor durchgeführt werden kann (unter Ausschaltung fast aller Störvariablen) und als ziemlich valide gilt. Üblicherweise wird überprüft, ob eine signifikante Veränderung der Befindlichkeit oder von Symptomen bei den Probanden gefunden werden, oder ob Personen – bei doppelter Verblindung – überzufällig oft eine höhere von einer niedrigeren Befeldung unterscheiden können.

An einer Einzelfallstudie lässt sich das übliche Vorgehen sehr gut dokumentieren. Barth et al. (2000) berichten von einem Patienten mit sogenannten stenokardioformen Beschwerden, die seinen Aussagen nach bei EMF-Exposition auftreten. Der Patient wurde im Doppel-Blind-Verfahren mit einem in unregelmäßiger Reihenfolge ein- bzw. ausgeschaltetem Mobiltelefon

konfrontiert. Das Handy war so verpackt, dass das Display für den Probanden unsichtbar blieb. In 31 Versuchen war das Telefon 15 mal eingeschaltet und 16 mal ausgeschaltet. Die Antwort des Patienten war nur zu 42 % richtig. In 26 % der Fälle gab er Symptome trotz ausgeschaltetem Handy an. Hier führen die Autoren psychosomatische Ursachen für die Beschwerden ins Felde.

Rubin et al. (2005) fasste eine Reihe von Dosis-Wirkungs-Studien in einer Meta-Analyse zusammen. Dabei wurden 31 Experimente miteinbezogen, die insgesamt 725 elektrosensitive Teilnehmer hatten. 24 dieser Studien zeigten keinen Hinweis für das Vorliegen einer physiologischen Elektrosensitivität, sieben Studien dagegen schon. Bei zwei Studien wurde erfolglos versucht die Ergebnisse zu reproduzieren. Bei den übrigen scheint es statistische Fragezeichen zu geben. Insgesamt gehen Rubin et al. (2005) davon aus, dass es keine Hinweise für eine physiologische Elektrosensitivität gibt.

Eine weitere Meta-Analyse bietet Röösli (2008) an. Die Fragestellungen, die der Autor verfolgt, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

i) Verursachen RF-EMF unter den ICNIRP-Richtlinien – also abgesehen von unumstrittenen thermischen Wirkungen – Symptome?

ii) Können einzelne Individuen RF-EMF erspüren?

Die Zusammenschau umfasst insgesamt 7 Studien mit 182 selbstdefinierten ES-Personen und 332 Kontroll-Probanden. Insgesamt kommt der Autor zum Schluss, dass kaum Evidenz vorliegt, dass die beiden Fragestellungen mit „ja“ zu beantworten sind. Im wesentlichen wurde zwischen epidemiologischen Studien und Dosis-Wirkungs-Untersuchungen im Labor unterschieden. In der letzten Kategorie ging es einerseits um Studien, die Fragestellung (i) und andererseits Fragestellung (ii) untersuchten. In nicht-verblindeten Untersuchungen zeigen sich häufig deutlich höhere Symptome bei Exposition als ohne Exposition. In der doppelten Verblindung verschwindet dieser Unterschied. Röösli (2008) schließt daraus, dass der Nocebo-Effekt stärker sein muss als eventuelle Wirkungen von RF-EMF. Auf der anderen Seite wird argumentiert, dass aufgrund der leicht überzufälligen Trefferquote von ES-Personen (nicht signifikant!) die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, dass eine kleine Gruppe von Personen tatsächlich RF-EMF im Niedrigdosisbereich „erspürt“. Als einzige Labor-Studie, die signifikant höhere Ausprägungen von Symptomen (Angst und Arousal) detektiert hat, fungiert die umstrittene Untersuchung von Eltiti et al. (2007b), die noch diskutiert wird. Eine weitere interessante Feldstudie dieser Metaanalyse ist diejenige von Heinrich et al. (2007). In einem Büro wurde eine neu installierte UMTS-Basisstation evaluiert. Die Anlage war abwechselnd ein und abgeschaltet (verblindet!). In den Tagen, wo

die Basisstation eingeschaltet war, gab es eine Tendenz zu höherer Ausprägung von Symptomen (p=0,08).

Rubin et al. (2006) testete 60 Probanden, die angaben elektrosensitiv zu sein und innerhalb von zwanzig Minuten auf die Anwesenheit eines GSM-Mobiltelefons zu reagieren. Weitere 60 „Kontroll-Teilnehmer“ machten dieses Prozedere mit. Ein 900 MHz GSM Signal, ein nicht pulsierendes Signal und kein Signal waren die drei Bedingungen. Es gab keinen Unterschied bezüglich Bedingung und bezüglich Gruppe. Während der GSM-Exposition glaubten 60% der Elektrosensitiven es sei eine vorhanden. Allerdings glaubten, während kein Signal vorhanden war, 63%, dass GSM-Exposition vorliegt. Insgesamt deuten die Autoren das Ergebnis so, dass GSM-Befeldung keinen Effekt auf die Symptome der Elektrosensitiven hat.

Wilén et al. (2006) kamen in einer ähnlichen Studie zu denselben Schlüssen. Hier standen sich 20 Elektrosensitive und 20 Probanden einer Kontrollgruppe gegenüber. Abhängige Variablen waren u.a. Herzratenvariabilität (HRV), Atmung, Kurzzeitgedächtnis, Reaktionszeit. Auch wenn kein Einfluss der Exposition gefunden wurde, zeigte sich die HRV bei den Elektrosensitiven signifikant unterschiedlich von den nicht-sensitiven Kontrollprobanden. Dabei sollen Sensitive eine sympathische Dominanz im autonomen Nervensystem z.B. während des Gedächtnistests aufweisen.

Oftedal et al. (2007) testeten 17 Elektrosensitive in Expositions- und Sham-Bedingungen. Symptome, Herzrate und Blutdruck waren nicht mit der Exposition in Verbindung zu bringen.

Kwon et al. (2008) et al. untersuchten, ob 84 junge gesunde Teilnehmer eine Befeldung „erfühlen“ bzw. eine Veränderung des Feldes detektieren konnten. 2 Probanden erzielten eine überragende Performance (97% bzw. 94% richtige Antworten). Eine Replikation allerdings misslang. Auch diese Studie scheint gegen das Vorliegen einer Elektrosensitivität zu sprechen.

Licht ins Dunkel der Elektrosensitivitäts-Debatte wollten auch Eltiti et al. (2007b) mit ihrer sogenannten Essex-Studie bringen. 56 subjektiv Elektrosensitive und 120 gesunde Personen einer Kontrollgruppe wurden jeweils GSM-, UMTS- und keinem Signal ausgesetzt. In der sogenannten „open provocation“ Bedingung – wo die Probanden über die tatsächliche Exposition informiert waren – zeigte sich schlechtere Befindlichkeit bei den Elektrosensitiven während der beiden Expositionsphasen. Während der doppelten Verblindung verschwand dieser Unterschied, es blieb nur ein erhöhtes Arousal während der UMTS-Befeldung, was von den Autoren auf einen Reihenfolgeeffekt zurückgeführt wurde. Diese Studie geriet in der Folge in die Kritik: Den gefundenen Effekt einfach auf Reihenfolgeeffekte zurückzuführen sei unzulässig (Röösli & Huss, 2008). Weiters wurden von anderen Autoren mit denselben Daten

weitere Effekte gefunden (Cohen et al., 2008). Jedenfalls scheint die Studie kein guter Beleg für die Nicht-Existenz einer Elektrosensitivität zu sein, eher im Gegenteil.

Radon et al. (2001) untersuchten psychoimmunologische Stressindikatoren und verglichen zwischen Exposition und einer Sham-Exposition. Zwar wurden 20 Perioden von jeweils vier Stunden für jeden Probanden durchgeführt (auch nachts), allerdings gab es nur acht Teilnehmer. Das EMF-Signal war 900 MHz. Bezüglich Melatonin, Cortisol, Neopterin und Immunglobulin A (IgA) gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen Exposition und Sham.

Methodische Kritik

Die Methodik solcher Dosis-Wirkungs-Experimente ist durchaus nicht unumstritten. Der wichtigste Kritikpunkt bezieht sich auf die zeitliche Komponente. Das zeitliche Ansprechen sei bei Elektrosensitiven sehr unterschiedlich und kann in einem Kurzzeit-Experiment nicht adäquat berücksichtigt werden. Eventuell verspätete Effekte werden überhaupt nicht beachtet (z.B. Cohen et al., 2008; Zinelis, 2008). Ein weiterer Punkt ist die Subjektivität. Man kann Kriterien festlegen, ab wann jemand für eine bestimmte Studie als elektrosensitiv gilt (z.B. über Fragebogen), leider gibt es dafür keine einheitlichen Kriterien. Im Falle tatsächlicher Symptomatik aufgrund von EMF-Befeldung, stellt sich die Frage, ob die Teilnehmer den Zeitpunkt der Beschwerden in Relation zum Beginn der Befeldung richtig einordnen können. Dass sie eventuell die Ursache richtig identifizieren bedeutet noch nicht, dass alle weiteren Urteile, die damit verbunden sind, auch zutreffend sind. Ein weiteres Problem ist die häufig geringe Fallzahl. Aus statistischer Sicht ist das zwar unproblematisch, eventuell kleine Effekte – und davon ist im Kurzzeit-Experiment eher auszugehen – können das Signifikanzniveau bei kleinen Stichproben schwer erreichen.

Methodische Kritik wird häufig auch dann geübt, wenn Effekte gefunden werden. Um die Qualität solcher Studien zu überprüfen wurde in Österreich 2004 der sogenannte Wissenschaftliche Beirat Funk eingerichtet, dem einschlägige nationale Experten angehören (WBF, 2004a). Dieses Gremium, das den politischen Akteuren bei ihren Entscheidungen wissenschaftliche Unterstützung geben soll, legte Kriterien fest, die Untersuchungen haben müssen, um bei der Gesamtbeurteilung des wissenschaftlichen Forschungsstandes miteinbezogen zu werden. Diese Kriterien beinhalten Dosimetrie, statistische Signifikanz, Replikation der Untersuchungsergebnisse, Kausalität, Adversität für den Menschen und ökologische Validität. Diese Vorgangsweise ist zwar grundsätzlich wünschenswert, birgt aber mehrere Problemstellungen. Erstens ist fragwürdig, ob eine Studie, die zum Beispiel nur eines

dieser Kriterien nicht erfüllt, zu Recht ausgeschlossen werden kann. Es besteht der Verdacht, dass auf diesem Weg sehr viele aussagekräftige Untersuchungen nicht in einen Entscheidungsfindungsprozess miteinbezogen werden. Dies wird dadurch untermauert, dass der WBF lediglich 43 Studien für seine Beurteilung zugelassen hat. Das Medline gibt für den relevanten Zeitraum von 1.1.1995 bis 30.9.2004 allerdings schon 76 Studien allein für die Begriffe „Mobile Phones“ und „Cancer“ an. (WBF, 2004b). Dies sind aber nur zwei von etwa 36 verwendeten Suchbegriffen. Weiters bleibt unklar, in welchem Verhältnis die Bewertungen eines gesamten wissenschaftlichen Forschungsstandes von einem nationalen Gremium zu den Peer-review-Prozessen steht, dem sich jede Studie bei Publikation unterziehen muss.

3.7.) Evidenz: Epidemiologische Untersuchungen

Epidemiologische Studien haben den Vorteil, dass sie Merkmale in der tatsächlichen Feldsituation erfassen, auf der anderen Seite ist es sehr schwierig Ursache und Wirkung zu identifizieren, da sehr viele mögliche Störvariablen unberücksichtigt bleiben müssen. Im Kontext mit den Ergebnissen von Laborexperimenten sind epidemiologische Studien von großer Bedeutung.

Die erste und richtungsweisende Arbeit im EMF Bereich stammt – wie bereits erwähnt – von Wertheimer und Leeper (1979), die einen Zusammenhang zwischen der Positionierung von Hochspannungsleitungen und Leukämie bei Kindern gefunden haben. Es gibt eine Reihe von epidemiologischen Studien zum Thema Tumorrisiko und EMF, die aber nicht Gegenstand dieser Arbeit sein sollen. Aus psychologischer Sicht von besonderem Interesse ist die Studie von Santini und Kollegen (Santini et al., 2002; Santini et al., 2003). Es handelt sich um eine Fragebogenuntersuchung an 530 Personen in Frankreich, die Angaben zu 16 unspezifischen – hauptsächlich psychischen Beschwerden – machten. Weiters hatten die Teilnehmer ihre Wohnentfernung zum nächsten Mobilfunksender einzuschätzen. Die gewonnenen Daten wurden in Beziehung gesetzt. Es zeigte sich eine Zunahme von Symptomen mit abnehmender subjektiver Entfernung zum Mobilfunkmasten. Die Distanz <10 Meter wies im Gegensatz zu >300 Meter signifikant häufiger folgende Beschwerden auf: Müdigkeit, Reizbarkeit, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, depressive Tendenzen, Unwohlsein, Gedächtnisverlust, Hautprobleme, Sehstörungen, Hörstörungen, Schwindel, Bewegungsstörungen sowie Herz-Kreislaufprobleme. Die kritische Distanz für einen Großteil dieser Symptome scheint bei etwa 100 Metern zu liegen. Diese Studie wurde in Spanien mit 101 Personen wiederholt (Navarro

et al., 2003). Zusätzlich zu den Selbsteinschätzungen wurden Messungen der tatsächlichen Leistungsflussdichten durchgeführt. Die Aufteilung der Exponierten wurde folgendermaßen vorgenommen:

- > 250 Meter (durchschnittliche Exposition: 100µW/m²)
- < 150 Meter (durchschnittliche Exposition: 1.100µW/m²)

9 Symptome zeigten sich in der höher exponierten Gruppe signifikant häufiger: Gereiztheit, Kopfschmerzen, Übelkeit, Appetitverlust, Unwohlsein, Schlafstörung, Depression, Schwindelgefühl.

Hutter et al. (2006) untersuchten 365 Personen, die in der Nähe von insgesamt 10 Basisstationen wohnten. Bei 336 Haushalten dieser Teilnehmer konnten in den Schlafzimmern Messungen der EMF-Leistungsflussdichte vorgenommen werden. Es zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen Leistungsflussdichten und der Häufigkeit einiger Symptome. Am stärksten war diese Assoziation mit Kopfschmerzen (OR=3,06 für die Kategorie >0,5 mW/m² im Gegensatz zur Kategorie <0,1mW/m²; p=0,017). Weiters gab es signifikante Zusammenhänge für „kalte Hände oder Füsse“ (p=0,019) und „Konzentrationsschwierigkeiten“ (p=0,035).

Methodische Kritik

Schlussfolgerungen aus epidemiologischen Studien basieren meistens auf Korrelationen. Korrelative Zusammenhänge geben noch nicht unbedingt Ursache und Wirkung wieder. Besonders im EMF-Bereich gelten epidemiologische Studien häufig als sehr schwache Evidenz. Selbsteingeschätzte Entfernungen zu Mobilfunksendern werden üblicherweise nicht als Maß für die tatsächliche Exposition anerkannt. Zudem gibt es auch bei tatsächlichen Messungen der Leistungsflussdichten die Kritik, dass das ja nur eine Momentaufnahme sein kann. Die tatsächliche Belastung einer Person durch EMF ist im normalen Lebensumfeld schwer fassbar. Zu viele Störfaktoren können hier eine Rolle spielen. Auf der anderen Seite können epidemiologische Studien in Zusammenschau mit Laboruntersuchungen durchaus wichtige Beiträge liefern, vor allen Dingen was die Prävalenz von Symptomen, etc. betrifft.

4.) Elektrosmog im Kontext moderner Gesundheitssorgen und Umweltsyndrome

4.1.) Elektrosensitivität, moderne Gesundheitssorgen, psychische Faktoren

Es gibt wenige Studien, die versuchen psychische Dispositionen von ES-Betroffenen zu evaluieren. Schnell ist man mit Nocebo-Konzepten oder Hypochondrie zur Hand, allerdings meist eher als Behauptungen und weniger als Ergebnis empirischer Datensammlung. Rubin et al. (2008) haben eine recht umfangreiche Fragebogen-Untersuchung durchgeführt, in der sie der Frage nachgingen, wie und ob sich ES-Betroffene von anderen Personen in psychischen Faktoren unterscheiden. Ihre Stichprobe umfasste 52 Personen, die eine Sensitivität gegenüber Mobiltelefonen angaben und 19 Teilnehmer, die eine Sensitivität gegenüber Mobiltelefonen und gegenüber anderen elektrischen Objekten angaben. 60 Personen fungierten als gesunde Kontrollgruppe. Die Unterschiede zwischen den ersten beiden Gruppen und der Kontrollgruppe sollten hinsichtlich folgender Faktoren berechnet werden: Hauptbeweggrund für die Benutzung eines Mobiltelefons (Arbeit, privat, beides gleich), psychischer Gesundheitszustand, Symptome der Depression, sogenannte „Modern Health Worries“ (moderne Gesundheitssorgen in den Bereichen Vergiftungen, Umweltverschmutzung, verunreinigter Nahrung und Strahlung), allgemeiner Gesundheitszustand, Schweregrad der Symptome, sowie Vorhandensein anderer medizinisch nicht erklärbarer Syndrome. Es ergaben sich eine ganze Reihe signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen. Die wesentlichsten seien hier erwähnt: es gab keine Unterschiede bezüglich klinisch-psychologischer Diagnosen. Beim Depressions-Score ($p=0{,}001$), Besorgnis bezüglich Vergiftungen ($p<0{,}001$), Besorgnis bezüglich verunreinigter Nahrung ($p=0{,}03$) und bei Besorgnis bezüglich Strahlung ($p<0{,}001$) wiesen die ES-Betroffenen höhere Werte auf als die Kontrollgruppe und zum Großteil auch als die „Mobiltelefon-Sensitiven“(MS). Die MS-Gruppe unterschied sich nicht so stark von der Kontrollgruppe.

Bezüglich des allgemeinen Gesundheitszustandes hatten ES-Betroffene auf 8 von 9 Skalen signifikant niedrigere Werte als die Kontrollgruppe und/oder die MS-Gruppe. Bei der Schwere der Symptome waren es 9 von 10 Skalen.

Rubin et al. (2008) versuchen anhand dieser Ergebnisse eine psychologische Ätiologie der ES zu entwerfen. Nur für einen Bruchteil der ES-Betroffenen scheint einfach eine andere Erkrankung als Ursache der Beschwerden in Frage zu kommen. Für alle anderen scheint ein allgemein schlechterer Gesundheitszustand in fast allen Bereichen vorhanden zu sein. Die höheren Depressionswerte interpretieren die Autoren als einen Risikofaktor für die

Entwicklung eines Zusammenhangs zwischen eigenen Symptomen und EMF (s.a. Van den Bergh, 2002). Allerdings geht ein psychisch schlechterer Zustand in der Regel Hand in Hand mit einer weniger wirksamen Immunabwehr, was wiederum die Wirkung von Stressoren auf den Körper begünstigen würde. Stress ist laut Rubin et al. (2008) einer der Gründe die Ausbildung einer ES. Besonders neue Technologien nehmen zwar einerseits Arbeit ab, machen aber zusätzlichen Stress, mit dem schwierig umzugehen ist. So kann das Mobiltelefon genutzt werden, um Mitarbeiter jederzeit zu erreichen. Dies geht auf Kosten der Autonomie auch in der Arbeit selbst. Als Ursache, dass es dann zu Symptomen kommt, wird vorher existierende Besorgnis vermutet, also im Sinne des Nocebo-Effektes – auch wenn Rubin et al. (2008) einräumen, dass man bei all den erhobenen Daten nicht sagen kann, ob sie die Folge oder die Ursache der Erkrankung sind. Dieses Problem könnte man tendenziell damit umgehen, indem Persönlichkeitsfaktoren gemessen werden, die zeitlich stabil sind.
Interessant war das Ergebnis, dass die MS-Gruppe der Kontrollgruppe ähnlicher war als der ES-Gruppe. Hier könnte man die Ansicht vertreten, dass die MS-Betroffenen noch nicht eine so hohe Generalisierung aufweisen (was im weiteren Verlauf noch passieren kann). Insgesamt scheinen ES-Betroffene eine Reihe von sozialen, psychischen und medizinischen Problemen aufzuweisen, die möglicherweise auch auf den Versuch, die entsprechenden EMF-Quellen im Alltag zu vermeiden, zurückzuführen sind. Weiters haben ES-Betroffene eine höhere Wahrscheinlichkeit andere nicht geklärte medizinische Syndrome auszubilden, wie etwa das Chronische Müdigkeitssyndrom (CFS), die Fibromyalgie oder die Multiple chemische Sensitivität (MCS). Letzteres gehört in den Bereich der sogenannten Umweltsyndrome.

4.2.) Umweltsyndrome: SBS, MCS, CFS

Es gab und gibt eine Reihe von sogenannten Umweltsyndromen, die sehr starke Ähnlichkeiten mit dem ES-Phänomen aufweisen, sodass zum Teil unterstellt wird, dass das ES-Phänomen nur als Teilaspekt eines übergeordneten Umweltsyndromkomplexes verstehbar ist. Eine Reihe von Untersuchungen sehen diesen Zusammenhang: Einerseits als eine Art moderne Technologie-Allergie auf biomedizinischer Ebene, andererseits auf psychologischer Ebene bezüglich verschiedener psychologischer und sozialer Faktoren. Zunächst eine kurze Auflistung der wichtigsten Umweltsyndrome neben ES. Dieser Abschnitt orientiert sich sehr stark an den relativ detaillierten Ausführungen von Hellbrück und Fischer (1999).

Die Autoren sprechen von umweltbezogenen funktionellen Störungen und als Synonym von Umweltsyndromen. Tretter und Meis (1998, S.176) schlagen folgende Definition vor: „..somatische und/oder psychische Funktionsstörungen..., die von Patienten mit anhaltender Überzeugung in einen Erklärungszusammenhang mit Umweltbelastungen gebracht werden, obwohl die toxikologischen, klinischen, laborchemischen und allergologischen Befunde negativ sind.“

Sick-building-Syndrom (SBS)

Dieser Symptomkomplex ist im Pschyrembel (2002) verzeichnet und kann daher als allgemein anerkannt gelten. Es handelt sich um gesundheitliche Schäden (Reizungen von Augen, Atemwegen, Haut), die mit dem Aufenthalt in (klimatisierten) Innenräumen in Verbindung gebracht werden. Als einer der auslösenden Faktoren gilt die Innenraumluft, Schallbelastungen und Belastungen im Niederfrequenzbereich durch elektronische Geräte und/oder eine summative Wirkung vieler geringer Dosen möglicher Schadstoffe (z.B. auch Schimmelpilze). Symptome der angesprochenen Art werden häufig in Verbindung mit geringer Arbeitszufriedenheit und hohem Stress genannt. Tabelle L4 zeigt die wichtigsten Bereiche, in denen Symptome auftreten.

Tabelle L4. Untergliederung der Symptombereiche beim Sick-building-Syndrom (SBS), zitiert nach Hellbrück und Fischer (1999, S.182).

1.) Missempfindungen an Augen, Nasen oder oberen Luftwegen
• Trockenheitsgefühl
• Stechen, Brennen oder Jucken
• Heiserkeit, veränderte Stimmlage
2.) Hautreizungen
• Hautrötungen
• Stechen, Brennen oder Jucken
• Trockene Haut
3.) Neurologische bzw. neurotoxische Symptome
• Lethargie, verminderte Belastbarkeit
• Konzentrationsstörungen
• Kopfschmerzen
• Benommenheit, Schwindel
4.) Unspezifische allergische Symptome
• Laufende Nase
• Asthmatische Symptome bei Nichtasthmatikern
5.) Geruchs- und Geschmacksstörungen
• Veränderte Empfindlichkeit
• Unangenehme Geruchs-/Geschmackswahrnehmungen

Während bei SBS die Verursachung durch Umweltfaktoren weitgehend anerkannt ist, kann man dies bei der Multiplen chemischen Sensitivität (MCS) und dem Chronischen Müdigkeitssyndrom (Chronic fatigue syndrome, CFS) nicht sagen.

Multiple chemische Sensitivität (MCS)

Unter MCS werden Symptome verstanden, die auf allgemeine Umweltbelastungen zurückgeführt werden. Es gibt die Theorie, dass Umweltchemikalien, die in einer modernen Gesellschaft fast überall – meist unter den relevanten Grenzwerten – vorkommen, summativ eine Sensitivität, also eine Art Allergie auslösen können. Dieser Punkt wird in dieser Arbeit noch mehrmals aufgegriffen. Insgesamt ist dieser Begriff sehr umstritten, oft wird auch von Umwelthypochondrie gesprochen – um anzudeuten, dass es für diese Symptome psychogenetische Ursachen gibt.

Chronisches Müdigkeitssyndrom (CFS)

Dabei handelt es sich um eine anhaltende Erschöpfung bzw. Müdigkeit, die nicht durch Schlaf verschwindet. Die Definition bezieht sich sehr stark auf den Leistungsaspekt. Diese muss um mehr als 50% vermindert sein, damit von CFS gesprochen wird. Aus dieser ergeben sich meist auch Befindlichkeitsstörungen sowie eingeschränkte Arbeits- und Konzentrationsleistungen. Weiters können auch Kopf- und Gelenkschmerzen, Fieber oder Lymphknotenschwellungen auftreten. Laborparameter sind in der Regel nicht verändert. Es werden verschiedenste Ursachen diskutiert: Herpes Viren, Epstein-Barr-Viren, Amalgam-Zahnfüllungen, Immundefekte.

Nicht in diese Kategorisierung der umweltbezogenen funktionellen Störungen miteinbezogen wird das dem CFS mitunter sehr ähnliche Fibromyalgiesyndrom, ein nicht-entzündlich bedingtes Schmerzsyndrom mit chronischen Weichteilbeschwerden. Der Pschyrembel (2002) macht hier keine Angaben über mögliche Ursachen.

Diese Syndromkomplexe haben folgendes gemeinsam:

- Mehr oder weniger unspezifische Beschwerden, deren Prävalenz in der Bevölkerung sehr hoch ist
- Diagnose ungewöhnlich stark abhängig von den Angaben der Patienten, meist fehlen objektivierbare physische Befunde (z.B. Veränderung von Laborwerten)
- Unklare oder umstrittene Ursachen. Auch hier erfolgt die Klassifikation häufig aufgrund der Zuschreibungen der Patienten – tendenziell auf Stressoren in der Umwelt

- Dennoch – und das gilt mit Einschränkungen – reichen die Symptomkomplexe aus, um ein eine Krankheitsbegrifflichkeit zu entwickeln

Hellbrück und Fischer (1999) führen in diesem Zusammenhang noch weitere Begriffe an, deren Eigenständigkeit aus psychologischer Sicht angezweifelt werden muss, da sie erstens nicht üblich sind und zweitens sich mit anderen – üblicheren – Begrifflichkeiten überschneiden:

- Toxikopie: Menschen glauben Gifte in ihrer Umgebung festgestellt zu haben. Sie sprechen mit anderen darüber und im Laufe der Zeit glauben sie, dass sie tatsächlich an den entsprechenden Vergiftungen leiden.
  Die Nähe zum bereits angesprochenen Nocebo-Effekt ist so stark, dass ein eigener Terminus unangebracht erscheint.
- Psychogene Massenerkrankung: Diese wurde bereits weiter oben angesprochen. Durch Gespräche verbreitet sich der Glaube, es existiere ein schädlicher Stressor in der Umgebung. Viele Menschen können schließlich an diesen Symptomen „erkranken". Nachdem bewiesen ist, dass es sich um eine Falschmeldung handelt, klingen die Symptome in der Regel ab. Aus psychologischer Sicht handelt es sich im weitesten Sinne auch um einen Nocebo-Effekt. In diesem Zusammenhang sei auf die Idee verwiesen, physische Gesundheitsgefahren aus der Umwelt um die Komponente Information zu erweitern (s. Augner, 2005).
- Ökosyndrom: Hier handelt es sich um einen Beschwerdekomplex, bei dem die Betroffenen der Meinung sind, ihre Symptome stammen von Umweltschadstoffen. Dieser Begriff hat sich mittlerweile durch die Fülle an verschiedenen Ursächlichkeiten überholt.

Für eine ernsthafte Auseinandersetzung ist es notwendig, nicht eine Inflation von Krankheitstermini zu entwickeln, sondern relativ klare Definitionen zu haben. Bei SBS, MCS und CFS kann man dies weitgehend als gegeben ansehen. Als Zusammenfassung der verschiedenen Perspektiven zu den Umweltsyndromen kann eine Beschreibung von Bergdahl et al. (2005) dienen. Sie wurde in folgender Tabelle L5 zusammengefasst:

Tabelle L5. Erklärungsmodelle für Umweltsyndrome (nach Bergdahl et al., 2005).

Erklärungsmodell	**Ursachenzuschreibung**
Biophysikalisch	Physische Umweltstressoren
Biophysikalisch/psychologisch	Physische Umweltstressoren, eine besondere Sensitivität entsteht durch psychologischen Stress
Fehldiagnose	Keine Umweltstressoren, andere Erkrankung
Sozialpsychologisch	Mehr ein Glaubenssystem von gesellschaftlichen Gruppen, wie Ärzte oder Medien

4.3.) Umweltsyndrome: Evidenz

Umweltbezogene funktionelle Störungen sind nach wie vor ein relativ undurchsichtiger Bereich in der Wissenschaft, was man vor allen Dingen daran sieht, dass die Begrifflichkeiten und Diagnosen weitestgehend von den Symptomschilderungen der Betroffenen abhängig sind. Mayer und Bieger (2003) beschäftigen sich in einem Beitrag mit MCS, CFS und Fibromyalgie (sie verwenden den Überbegriff Chronic Multisystem Illnesses, CMI) und deren Ursachen. In ihrer hauptsächlich immunologischen Arbeit, in der sie aber auch Schadstoffe, Bakterien, Viren und psychische Faktoren konstatieren, kommen sie zum Schluss, dass der kleinste gemeinsame Nenner der genannten Syndrome in einer Fehlsteuerung der Entzündungsregulation besteht. Mayer und Bieger (2003) schlagen eine CMI-Diagnostik vor, die sich auf drei Ebenen darstellt: die Immunregulation, die neuroendokrine Stressachse, der zelluläre Stress (Tabelle L6).

Tabelle L6. Übersicht über sinnvolle CMI-Diagnostik (vereinfacht nach Mayer & Bieger, 2003).

Parameter	**CMI-Patienten vs. normal**
Immunregulation	Kompensationsfähigkeit gegenüber Stressoren schlechter (Virus, Chemikalien)
Neuroendokrine Stressachse	Stresskompensationsfähigkeit schlechter (z.B. niedrigere Cortisol-Konzentration)
Zellulärer Stress	Totale antioxidative Kapazität erniedrigt

Insgesamt liegen die CMI-Erkrankungen auf einer Ebene mit anderen inflammatorischen Krankheitsbildern der Zivilisationsgesellschaft wie Autoimmun-Erkrankungen, Arteriosklerose oder Alzheimer. Insgesamt spielen die physiologischen Erklärungsansätze im

Rahmen psychologischer Interpretationen eine nicht unwesentliche Rolle: sollte ähnliche Mechanismen auch für ES gelten, dann hätten die empirischen Befunde von z.B. Harlacher und Schahn (1998) eine neue Bedeutung. Es könnte die Frage aufgeworfen werden, ob die zum Teil psychosozialen Auffälligkeiten der ES-Patienten, auf denen ihr Modell basiert, Folge oder Ursache dieser physiologischen Aberrationen sind.

Bergdahl et al. (2005) untersuchten 59 Probanden, 34 Frauen und 25 Männer mit sogenannter Umweltkrankheit. In einer Gruppe richtete sich die Ursache der Beschwerden auf Zahnfüllungen (n=26), in der zweiten Gruppe auf EMF (n=33). Weiters gibt es eine gesunde Kontrollgruppe mit 67 Teilnehmern. Die Autoren führen an, dass bei Personen mit Umweltsyndromen häufig psychiatrische Diagnosen gefunden werden – was zumindest den Ausführungen von Harlacher und Schahn (1998) widerspricht. Bei Amalgamsensitiven seien vermehrt traumatische Erlebnisse in der Kindheit festgestellt worden. Auch hier konnten neuere Studien mit „Umweltintoleranz“ und „somatoformen Störungen“ keine Bestätigung bringen (Bailer et al., 2007). Insgesamt zeichne sich diese Gruppe durch psychologische und soziale Defizite aus. In ihrer Studie verwenden Bergdahl und Mitarbeiter einen Fragebogen (Temperament and Character Inventory, TCI), wobei die Skalen im Bereich Temperament als eher angeboren interpretiert werden und im Bereich Charakter als erlernt. Die EMF-Gruppe hatte im Bereich Temperament auf der „Persistence“-Skala signifikant höhere Werte als die Kontrollgruppe (Mittelwerte 4,61 vs. 3,66; p=0,038). Weiters hatte die Zahnfüllungen-Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant höhere Werte in der „angeborenen“ Skala „Fatigability and asthenia“ (Mittelwerte 4,85 vs. 2,72; p<0,001) und der „erlernten“ Skala „Self-acceptance“ (Mittelwerte 9,27 vs. 8,00; p=0,052). Persistance scheint in diesem Zusammenhang eine Eigenschaft zu sein, dass eine Person eher unflexibel ist, aber hohes Durchhaltevermögen zeigt, ein Ziel nicht aus den Augen verliert, sich aber schwer in eine neue Situation einfindet. Bei „Fatigability and asthenia“ steht Energielosigkeit im Vordergrund, „Self-acceptance“ scheint laut den Autoren in Richtung Selbstbewußtsein zu gehen. Bergdahl et al. (2005) interpretieren die Ergebnisse so, dass Personen mit diesen Umweltsyndromen Eigenschaften haben, die in einer modernen Gesellschaft nicht erfolgreich sind. Die Unflexiblität in der EMF-Gruppe führt zur Symptomausprägung, schließlich sucht man eher außen eine Ursache dafür. In der Zahnfüllungs-Gruppe scheinen Selbstbewußte eher dazu zu tendieren diese Symptome auszubilden.

Unklar bleibt, warum die Autoren nicht das bewährte State/Trait-Modell in der Persönlichkeitspsychologie ihren Überlegungen zugrunde gelegt haben. Die verwendete Skala

scheint für die Fragestellungen nicht adäquat zu sein, die Differenzierung in erbliche und erlernte Teile ist nicht ganz nachvollziehbar – außer dass man mit den erblichen Eigenschaften die Persönlichkeit als Ursache detektiert hätte. Es wäre hilfreicher gewesen, wenn ein Fragebogen mit den gängigen State/Trait-Dimensionen verwendet worden wäre. Auch das Ergebnis, dass energielose Selbstbewusste eher erkranken, scheint mehr gegen den Fragebogen zu sprechen als für eine richtige Interpretation.

Neben diesen rein psychologisch orientierten Studien gibt es auch integrative Ansätze. Clauw & Williams (2002) fassen MCS und Fibromyalgie als Unterkategorien einer chronischen Multisymptom (CMI)-Erkrankung zusammen, was ebenfalls eine gängige Bezeichnung für Syndrome unklarer Pathogenese mit Umweltattribution darstellt. Ihrer Meinung nach gibt es relativ stichhaltige Evidenz, dass diese Erkrankungen auf veränderte Prozesse des Zentralnervensystems (ZNS) zurückzuführen sind. Sie entwickelten ein Modell, in dem auslösende Ereignisse (z.B. Trauma in der Kindheit), Umweltfaktoren, Stressexposition in frühen Kinderjahren wichtige Faktoren für die Entwicklung von CMI darstellen. Insgesamt kann man zwei wichtige Punkte identifizieren:

- Hypersensitivität gegenüber Reizen. CMI-Patienten haben eine ähnliche Wahrnehmungsschwelle wie gesunde, sie nehmen einen Reiz nur schneller als unangenehm war. Im diesem Zusammenhang wurde gefunden, dass Fibromyalgie-Patienten 3-fach höhere Substanz P-Konzentrationen aufweisen als Gesunde. Substanz P wird bei axonaler Stimulation abgegeben und gilt als Indikator für Schmerz.
- Verminderte Reaktionsfähigkeit von Sympathikus und Hypothalamus-Hypophysen-Achse auf Stressoren. Weiters kommen immunologische Defizite als Folge dazu.

Einen engen Zusammenhang zwischen den idiopathischen Umweltkrankheiten (IEI=idiopathic environmetal intolerance, so lautet die Bezeichnung für Umweltsyndrome laut WHO-Definition) und somatoformen Störungen stellten Bailer et al. (2005) her. Mehr als die Hälfte der 54 Untersuchten mit IEI erfüllten die Kriterien für eine somatoforme Störung. Die restlichen IEI-Betroffenen (bezüglich Chemikalien) zeichneten sich durch ähnliche somatoforme Tendenzen im Vergleich zur Kontrollgruppe aus, wiesen aber insgesamt auch eine geringere Ausprägung der IEI auf. Im Einklang mit diesen Befunden stehen die Resultate einer Studie von Osterberg et al. (2007). Niedrige Zufriedenheit mit der Arbeitssituation, größere Müdigkeit nach der Arbeit und höhere Angst (Trait) als Prädisposition von Gesundheitssorgen, die Umweltfaktoren betreffen, waren die Schlüsse der Autoren.

Aus diesen und ähnlichen Ergebnissen ergibt sich für Das-Munshi et al. (2007), die sich in einer Metaanalyse mit MCS beschäftigten, die Notwendigkeit der Etablierung einer geeigneten Psychotherapie für Umweltsyndrome.

Prävalenz

Neben Mayer und Bieger (2003) machen auch Carlsson et al. (2005) Angaben zur Häufigkeit von Umweltsyndromen. Insgesamt scheint die Prävalenz in den einzelnen Staaten sehr stark zu variieren. Carlsson et al. (2005) fanden, dass sich etwa 30 % der Bevölkerung in Schweden *zumindest* durch einen Umweltfaktor beeinträchtig fühlt. Mayer und Bieger (2003) sprechen von ähnlichen Zahlen betreffend der von ihnen behandelten chronischen Multisystem-Erkrankungen (MCS; CFS), nämlich 25% in den westlichen Industrieländern. Durch die vielen möglichen Umweltattributionen könnte man einerseits diese Schätzungen als zu niedrig ansehen, was die Gesamtzahl für Umweltsyndrome betrifft, da beide Arbeiten nicht alle möglichen Umweltattributionen mit einfließen lassen. Wahrscheinlicher ist allerdings, dass sich die vielen Begrifflichkeiten ohnehin überschneiden. In der schwedischen Studie ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der Erhebung bezüglich „Beeinträchtigung“ nicht davon auszugehen ist, dass alle diese Personen als an einem Umweltsyndrom erkrankt zu bezeichnen sind. Doch selbst wenn man die Zahlen mit Vorsicht genießt, kann man davon ausgehen, dass es sich um ein nicht unerhebliches Problem handelt, das einen größeren Teil der Bevölkerung „beeinträchtigt“ oder „stört“, für einen kleineren Teil aber so große Probleme mit sich bringt, dass eine normale alltägliche Lebensführung nicht möglich ist. Tabelle L7 gibt einen Überblick über die wichtigsten Umweltsyndrome und ihren Häufigkeiten in der Bevölkerung.

Tabelle L7. Zusammenstellung der vermuteten Häufigkeiten von sogenannten Umweltsyndromen.

Syndrom	**Häufigkeit**
Elektrosensitivität (ES)	Schweden: 1,5%; Kalifornien: 3,2%
Sensitivität/Allergie gegenüber Chemikalien	Kalifornien: 1999: 15,9%; 2002: 23,1%
Chronisches Erschöpfungssyndrom (CFS)	USA: Frauen: 522/100.000; Männer: 291/100.000 Deutschland: ca. 1 Million Erkrankte
Multiples chemisches Sensitivitätssyndrom (MCS)	Deutschland: ca. 100.000 Erkrankte
Chronische Multisystem-Erkrankungen (CMI)	Westliche Industriestaaten: ca. 25%
Mindestens eine Beeinträchtigung durch elektrisches Equipment oder Geruch	Schweden: 30,2%

Carlsson et al. (2005) hat in seiner Prävalenz-Studie weitere Punkte identifiziert, die „umweltbeeinträchtigte“ Personen von anderen unterscheidet. Die Befunde passen durchaus ins Bild mit anderen Untersuchungen:

- Es handelt sich häufiger um Frauen
- Sie sind meist im Erwerbsalter
- Immigranten sind häufiger betroffen
- Schlechtere subjektive physische Befindlichkeit
- Schlechtere subjektive psychische Befindlichkeit

4.4.) Weiterführende Untersuchungen zur Elektrosensitivität

Die bereits angeschnittenen Befunde zu bestimmten psychologischen Parametern bei Personen, die EMF negativ wahrnehmen und/oder Symptome generieren sowie die zum Teil vorhandenen psychischen Ähnlichkeiten mit anderen Umweltsyndromen markiert für eine Gruppe von Wissenschafter den Endpunkt der Wahrheitsfindung: ES und verwandte Phänomene haben psychische Ursachen. Für andere Wissenschafter ist das erst der Ausgangspunkt weiterer Forschungsaktivitäten. Die psychischen Unterschiede könnten auf EMF zurückzuführen sein, wenn nämlich physische Effekte psychologische Änderungen nach sich ziehen.

Ausgehend von Beobachtungen, dass ES-Patienten zum Teil neurophysiologische Abweichungen aufweisen, entwickelten Landgrebe et al. (2007) ein Untersuchungsdesign in dem Transkraniale Magnetstimulation (TMS) als Messinstrument verwendet wird. Mit TMS können mittels Magnetfeldern Gehirnareale stimuliert oder gehemmt werden. Als abhängige Variablen fungierten Parameter der kortikalen Erregbarkeit. Die Untersuchungen wurden an 23 Personen mit selbst berichteter ES und an zwei Kontrollgruppen (49 Personen; eine Gruppe mit wenig Symptomen, eine mit sehr vielen Beschwerden) durchgeführt. Es zeigte sich, dass ES-Personen Anzeichen für geringere intrakortikale Fazilitation zeigten als die Kontroll-Probanden. Die Autoren bringen das in Zusammenhang mit bereits angesprochenen Studien zu anderen Umweltsyndromen, die Veränderungen in der Funktion des Zentralnervensystems nahe legen. Diese Veränderungen könnten zu einer Verminderung der Anpassungsleistungen auf Stressoren führen. D.h. kurz und stark vereinfacht gesagt: physiologische Abweichungen könnten dazu führen, dass Personen, die unter Umweltsyndromen leiden, schwieriger dazu in der Lage sind mit Umweltstressoren

umzugehen. In einer weiteren Studie vom gleichen Forschungsteam mit 89 ES-Betroffenen und 107 Kontrollprobanden wurde gefunden, dass die Diskriminationsfähigkeit bei der Magnetstimulation bei ES-Betroffenen signifikant schlechter ist. 40% der ES-Personen fühlten während der „Sham"-Bedingung nichts, bei den Kontrollen waren es 60%. Zudem wurde gefunden, dass ES-Betroffene typische EMF-bezogene Kognitionen aufweisen, wie Ruminieren, Intoleranz gegenüber Symptomen oder Vulnerabilität.
Inomata-Terada et al. (2007) führten ebenfalls eine Untersuchung mit TMS durch, 10 gesunde Probanden wurden vor und nach Mobilfunk-Exposition gemessen. Sie fanden keine Effekte, allerdings gab es keinen Vergleich mit Personen, die angaben ES zu sein. Zudem war die Expostion durch EMF mit 30 Minuten sehr kurz. Änderungen, wie sie Landgrebe et al. (2007) gefunden haben, scheinen tendenziell mit Langzeit-Exposition zu tun zu haben – auch wenn bereits Ferreri et al. (2006) ähnliche Ergebnisse bei Kurzzeitexperimenten mit GSM-Befeldung (45 Minuten) gefunden hatte. Auch in dieser Studie zeigte sich die intrakortikale Erregbarkeit signifikant unterschiedlich bei den Exponierten im Vergleich zu einer nicht exponierten Kontrollgruppe.

In Summe geben diese und ähnliche Befunde die Vermutung wieder, dass Phänomene im Zusammenhang mit EMF im Allgemeinen und ES im Besonderen mit biopsychologischen Veränderungen in Verbindung stehen. Das heisst konkret:

- Veränderungen/Unterschiede, die auf Verhaltensebene mittels Fragebogenverfahren gemessen werden, können nicht isoliert betrachtet werden.
- Es besteht die Möglichkeit des Einflusses von EMF auf biopsychologische Prozesse und damit auch – in weiterer Folge – auf die Verhaltensebene. Dies hätte zur Konsequenz, dass psychische Auffälligkeiten nicht mehr als wahre Ursachen von ES zu bewerten wären, sondern als Folge.

4.5.) Moderne Gesundheitssorgen: Prävalenz und Zusammenhang mit Symptomen

Über die Prävalenz von Beschwerden, die bestimmten Umweltfaktoren zugeschrieben wird, wurde schon einiges gesagt, sie bewegt sich zwischen 1,5% für ES und ca. 30% für alle Umweltsyndrome. Es wurde weiters angedeutet, dass Angst Schmerzen verschlimmern kann (Nocebo-Effekt), sodass es Grund zu der Annahme gibt, dass Beschwerden der angesprochenen Art mit Gesundheitsbesorgnis bezüglich Umweltfaktoren (=moderne

Gesundheitssorgen) in Zusammenhang stehen. Dies gilt vor allem in einer Mediengesellschaft vor dem Hintergrund verschiedenster Umweltdiskussionen (z.B. Klimawandel). Rubin et al. (2008) zeigten, dass Gesundheitssorgen im EMF-Bereich und in anderen Umweltbereichen in deutlichem Zusammenhang mit ES-Symptomen stehen. Dies sagt natürlich nichts über die Ursache aus. Wenn man unterstellen kann, dass Ängste und Sorgen erst zu den Beschwerden führen, kann man ebenso gut davon ausgehen, dass vermehrte Ängste und Sorgen erst aufgrund der Beschwerden auftreten und ihnen mehr eine aufrechterhaltende und verstärkende Wirkung zukommt. Die Erkenntnisse von Rubin et al. (2008) werden durch die Ergebnisse von Petrie et al. (2001) im Wesentlichen gestützt. Dort wurden 526 Studenten nach ihren modernen Gesundheitssorgen gefragt. Auch hier ergab sich ein positiver Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Sorgen und den eigenen Beschwerden, der Bedeutung der Gesundheit für den Einzelnen, dem Auftreten des Chronischen Müdigkeitssyndroms (CFS), sowie Nahrungsmittelunverträglichkeit. Petrie et al. (2001) interpretieren diese Ergebnisse als Indiz dafür, dass Gesundheitssorgen Veränderungen in der Deutung von Körperreaktionen mit sich bringt (Tabelle L8).

Tabelle L8. Grob-Darstellung der möglichen Rolle von Gesundheitssorgen bei Umweltsyndromen.

Erklärungsansatz (1)
Moderne Gesundheitssorgen → Angst → Schmerz → Attribution auf Umweltfaktor

Erklärungsansatz (2)
Umweltfaktor → Schmerz → Moderne Gesundheitssorgen → Angst → ....

In einer Studie aus der Schweiz wurden N=1015 Personen nach ihrer Gesundheitsbesorgnis bezüglich verschiedener Strahlungsquellen befragt (Siegrist et al., 2005). Hochspannungsleitungen lösten die meiste Besorgnis aus, gefolgt von Mobilfunk-Basisstationen und Mobiltelefonen. Auf einer Skala von 1 bis 5 (5=hohe Zustimmung) beantworteten 26% der Teilnehmer die Frage ob EMF Krebs auslösen mit den Kategorien 4 bzw. 5. Bei Chemikalien lag dieser Prozentsatz bei 33%. Der Überwachung des Gesundheitszustandes von Menschen, die in der Nähe von Basisstationen leben stimmten 66% zu. Zur Restriktion des Mobiltelefonierens aufgrund gesundheitlicher Gründe für Kinder und Jugendliche bekundeten 60% hohe Zustimmung. Diese Ergebnisse scheinen zu zeigen, dass Mobilfunk besorgt wahrgenommen wird – auch wenn, wie sich in dieser Studie offenlegte, die Vorteile der Technologie in den Augen der Menschen überwiegen.

Viele Wissenschaftler favorisieren im EMF-Bereich das so genannte Vorsorgeprinzip. Man soll dabei die Grenzwerte wesentlich niedriger ansetzen, als aufgrund der Evidenz notwendig wäre, um keine Schädigung hervorzurufen – so wäre man sozusagen „auf jeden Fall auf der sicheren Seite“. Auch wenn diese Vorgangsweise auf den ersten Blick recht einleuchtend ist, gibt es daran auch Kritik. So fanden Wiedemann & Schütz (2005) in einer experimentellen Studie, dass Vorsorgemaßnahmen von Seiten der Politik Gesundheitssorgen bzw. Ängste verstärken können. In ihrer Publikation haben sie zu ihren Ergebnissen die folgende recht eindrucksvolle Grafik präsentiert (Abbildung L2). So zeigte sich, dass ohne Vorsorgemaßnahmen („No precaution“) die wahrgenommene Bedrohung („Feeling threatened“) am niedrigsten war. Bei Vorsorge-Grenzwerten („Precautionary limits“) oder der Minimierung der Exposition („Exposure minimization“) war die wahrgenommene Bedrohung deutlich höher. Am höchsten war sie allerdings bei entsprechenden Vorkehrungen in sensiblen Gebieten (z.B. Schulen, etc.) („Special protection of sensitive areas“).

Abbildung L2. Gesundheitsbesorgnis und Vorsorgemaßnahmen, Ergebnisse der Studie von Wiedemann & Schütz (2005) (Quelle: Wiedemann & Schütz, 2005).

In einer weiteren Studie gingen Wiedemann et al. (2008) der Frage nach, inwieweit sich die Konsumenten von spezifischen Absorptionsraten (SAR) des jeweiligen Mobiltelefons bei der

Kaufentscheidung beeinflussen lassen würden – wäre eine Kennzeichnung verpflichtend. Es zeigte sich, dass dieser Punkt wichtiger war als der Preis und die technische Ausstattung der Geräte. Der zusätzliche Hinweis auf einen Vorsorge-Grenzwert erzielte allerdings keine Auswirkungen auf die Risikowahrnehmung der Teilnehmer. Wiedemann et al. (2008) schließen aus ihrer Studie, dass Laien-Konzepte über Sicherheit eher auf Bereiche abzielt und nicht auf einen bestimmten Grenzwert.

5.) Zusammenfassung und Konsequenzen

Der theoretische Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit dem Forschungsstand zum Thema Elektrosmog und Psychologie. Im ersten Abschnitt ging es um eine Definition des Phänomens, also was mit Elektrosmog gemeint ist und welche Rolle die Psychologie in der Diskussion spielen kann. Im zweiten Abschnitt wurde diese Rolle weiter spezifiziert. Der Schwerpunkt lag auf ES – nicht weil dies der einzige nennenswerte Bereich zu diesem Thema wäre, sondern weil die ES-Problematik sozusagen die Extremausprägung der Elektrosmog-Debatte markiert. Für die Wissenschaft beginnt häufig erst an diesem Punkt die Suche nach Antworten: wenn jemand mit seinen Symptomen das Gesundheitswesen aufsucht und um Hilfe bittet. Im dritten Abschnitt wurde eine Verbindung mit modernen Gesundheitssorgen und so genannten Umweltsyndromen hergestellt. Die Frage nach Ursache und Wirkungen wird kontrovers diskutiert und steht wohl erst am Anfang.

Im empirischen Teil wird der Versuch unternommen, die zum Teil widersprüchlichen Forschungsergebnisse zu überprüfen. Man kann aufgrund der bisherigen Ausführungen folgenden Themenstellungen nachgehen:

- Im Sinne der Dosis-Wirkungs-Experimente muss man sich fragen ob EMF im Mobilfunkbereich die Befindlichkeit in irgendeiner Form verändern können, was eine Grundvoraussetzung für ES wäre. Hier gilt es entsprechend sensitive Messinstrumente zu finden, um auch kleine Veränderungen aufzuspüren.
- Eine weitere wichtige Frage, die im Zusammenhang mit modernen Gesundheitssorgen und Umweltsyndromen aufgeworfen wurde, ist: welche Rolle spielt Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF wirklich? Kann sie Symptome verstärken, ist sie die wahre Ursache der Symptome oder – konträr zu den bisherigen Ergebnissen – gibt es keinen nennenswerten Zusammenhang mit Symptomen oder Änderungen im Befinden?

- Weiters wurde andiskutiert das etwaige Sensibilitäten gegenüber EMF meist mit irgendeiner Art psychischer Auffälligkeit, in der Regel in Richtung Stress und Angst einhergeht. Hier wäre die Aufgabe diese Erkenntnisse zu spezifizieren.

EMPIRISCHER TEIL

STUDIE 1

6. Einleitung

Im Literaturteil dieser Arbeit wurden die teils widersprüchlichen Ergebnisse von Studien zum Thema „Mobilfunk-EMF und Gesundheit“ reflektiert. Ziel der vorliegenden Studie und Fokus des empirischen Teils war es, negative Auswirkungen von kurzfristiger Exposition durch EMF zu untersuchen und mehr Klarheit in diesem Themenbereich zu schaffen. Die Hauptfrage war, ob EMF in der Lage sind, Befindlichkeitsveränderungen oder Stressreaktionen beim Menschen hervorrufen zu können, wie sie Elektrosensitive in zum Teil extremer Form erfahren. Hier wurde auf die Allgemeinbevölkerung fokussiert und nicht auf eine Gruppe Elektrosensitiver.

Zur Beantwortung dieser Hauptfrage wurde ein Experimentaldesign mit verschiedenen Expositionsstufen entwickelt, mit dem Ziel, teilnehmende Personen kurze Zeit unter möglichst alltäglichen Bedingungen diesen verschiedenen Expositionsstufen auszusetzen. Um Stress bzw. Belastung zu messen, wurden drei verschiedene Ebenen herangezogen, um möglichst umfassend zu agieren. Einerseits wurden Parameter der psychoimmunologischen Stressforschung verwendet, wie etwa Cortisol. Zudem kam aus psychometrischer Sicht die Fragebogenmethode zum Einsatz. Weiters wurden mehr oder weniger bekannte Untersuchungsmethoden aus der Komplementärmedizin in die Untersuchung inkludiert (z.B. Hautwiderstand). Das vorliegende Untersuchungsdesign kann keine Aufschlüsse über mögliche Langzeitwirkungen geben, die Resultate könnten aber die Grundlage für weitere Forschungsaktivitäten in diesem Bereich bilden.

Da zahlreiche Untersuchungen Zusammenhänge zwischen EMF-Risikowahrnehmung und der Ausprägung von EMF zugeschriebenen Symptomen sehen, wurde zusätzlich zum Experimentaldesign der Frage nachgegangen, inwieweit Risikowahrnehmung und Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF eine Rolle bei der Generierung negativer Körperwahrnehmungen spielen. Naturgemäß bildete hier der Fragebogen die Methode der Wahl.

7.) Fragestellungen und Hypothesen

Fragestellung (1)

Bestehen Unterschiede in der Ausprägung von Befindlichkeits- und Stressparametern in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition durch EMF, wie sie in der Mobilfunktechnik verwendet werden?

(a) Bestehen Unterschiede in der Ausprägung der Befindlichkeit, erhoben durch ein psychometrisches Verfahren, in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition durch EMF?
(b) Bestehen Unterschiede in der Ausprägung von biomedizinischen Stressparametern, die im Speichel gemessen werden, in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition durch EMF?
(c) Bestehen Unterschiede in der Ausprägung von komplementärmedizinischen Stressparametern in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition durch EMF?

Fragestellung (2)

Besteht ein Zusammenhang zwischen Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF und der Ausprägung psychischer und physischer Symptome?

(a) Besteht ein Zusammenhang zwischen Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF und psychischer Belastung, Zustandsangst sowie körperlicher Beschwerden?
(b) Besteht ein Zusammenhang zwischen Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF und Wohnnähe zu Mobilfunksendern, Nutzung eines Mobiltelefons, subjektiver Informiertheit über das Thema sowie selbstangegebener Elektrosensitivität?

8.) Methode

8.1.) Design

Die Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit sind Bestandteil einer größeren nicht-klinischen Doppel-Blind-Studie, die aus 5 aufeinanderfolgenden Experimental-Phasen á 50 Minuten für jeden Probanden besteht. Für die Beantwortung der Fragestellungen dieser Arbeit wurden allerdings nur die ersten drei dieser Experimentalphasen herangezogen. D.h., die weiteren Phasen sind für diese Arbeit ohne Bedeutung und bleiben in der Darstellung somit unberücksichtigt.

Die Probanden wurden durch Zufallszuteilung einer von drei verschiedenen Versuchsgruppen zugeordnet, die sich durch die Abfolge der jeweiligen Expositionsbedingungen unterscheiden. Die Versuchsgruppe mit der Bezeichnung Schema 1 erhielt in der zweiten Phase maximale Exposition (Max; geplant mit 10-15mW/m²), in Schema 2 gab es während der zweiten Phase mittlere Exposition (Med; geplant mit 1-3mW/m²) und in Schema 3 waren die Probanden minimaler Exposition ausgesetzt (Min; geplant mit Leistungsflussdichten im niedrigen µW/m²-Bereich). In allen anderen Phasen unabhängig von der Versuchsgruppe gab es ebenfalls minimale Exposition (Min).

Tabelle E1: Expositionsbedingungen in den drei Versuchsgruppen.

Versuchsgruppe	**Phase 1**	**Phase 2**	**Phase 3**
Schema 1	Min	Max	Min
Schema 2	Min	Med	Min
Schema 3	Min	Min	Min

Min=minimale Exposition, Med=mittlere Exposition, Max=maximale Exposition

8.2.) Stichprobe

In einer Pilotphase wurden bei zwei Teilnehmern in mehreren Testdurchläufen Speichelproben entnommen, mit dem Ziel, ein möglichst optimiertes Prozedere für die Studie zu entwickeln. An der Hauptuntersuchung nahmen schließlich insgesamt 57 Probanden teil, davon waren 35 Frauen und 22 Männer. Alle Teilnehmer bekamen eine mündliche und eine schriftliche Instruktion und gaben ihr schriftliches Einverständnis. Der Informed consent letter enthielt alle wesentlichen Informationen – inklusive Sinn und eventuelle Risiken der

Studienteilnahme. Ausdrücklich wurde auf das Recht der Probanden verwiesen, die Untersuchung jederzeit ohne Angabe von Gründen abbrechen zu können. Die Rekrutierung der Stichprobe erfolgte über Zeitungsinserat, Medienberichterstattung und Mundpropaganda. Den ethischen Richtlinien der Helsinki Deklaration, inklusive den Richtlinien zur Datensicherheit, wurde entsprochen (World Medical Association declaration of Helsinki, 1997).

Ausschlusskriterien: Um eine möglichst große Zahl an Störfaktoren zu eliminieren, wurden Ausschlusskriterien festgelegt, i.e. Kriterien, bei deren Erfüllung ein potentieller Studienteilnehmer vor der Teilnahme ausgeschlossen wird oder im Nachhinein bei der Auswertung unberücksichtigt bleibt. Diese Kriterien waren:

- Alter unter 18 Jahre
- Psychische Störung und/oder Psychopharmaka-Einnahme
- Akute Infekte, Infektionskrankheiten, schwere somatische Erkrankungen
- Drogenkonsum, Drogenabhängigkeit

Weiters waren alle Teilnehmer gebeten worden, am Vortag der Untersuchung keine üppige Mahlzeit zu sich zu nehmen und sowie keinen Alkohol zu konsumieren. Am Morgen des Messtages sollte maximal eine Tasse Kaffee oder Schwarztee getrunken werden. Diese Vorgaben schienen angesichts der Messung der physiologischen Parameter im Speichel wesentlich. Zudem war es sowohl für Messleiter als auch Teilnehmer während den Messungen obligatorisch, Mobiltelefone abzuschalten.

Wichtigste soziodemographische Daten: Das Alter lag zwischen 18 und 67 Jahren (M=40.72, SD=12.75), für Frauen bei M=38.94, SD=12.26 und für Männer bei M=43.55, SD=13.30. Es gab keinen signifikanten Unterschied bezüglich Geschlecht (t(df=55)=1.336, p=.187). Auch bei der Zuteilung zu den einzelnen Versuchs-Schemata gab es keine signifikanten Abweichungen bezüglich Geschlecht (χ^2 nach Pearson (df=2)=1.24, p=.538). Abbildung E1 zeigt die Verteilungen in absoluten Häufigkeiten.

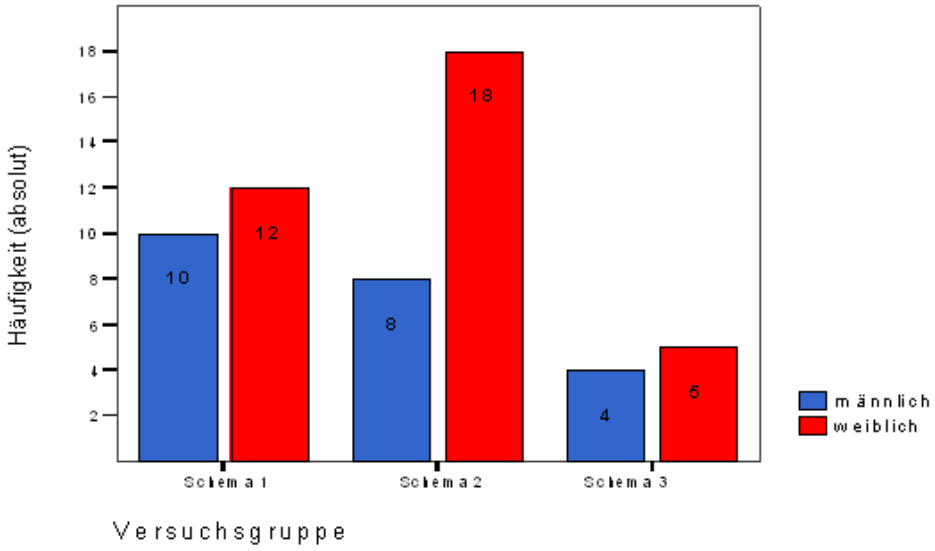


Abbildung E1. Häufigkeitsverteilung der Probanden in den verschiedenen Versuchsgruppen gegliedert nach Geschlecht (N=57).

Tabelle E2 zeigt eine Übersicht über die wichtigsten soziodemographischen Daten der vorliegenden Stichprobe.

Tabelle E2. Soziodemographische Daten der Stichprobe (N=57).

	f	f (%)		f	f (%)
Geschlecht			**Eigene Kinder**		
Männlich	22	38,60	Keine	25	43,86
Weiblich	35	61,40	1	5	8,77
Bildung			2	16	28,07
Unter Lehrabschlussniveau	6	10,53	3	6	10,53
Lehrabschlussniveau	19	33,33	4	4	7,02
Maturaabschlussniveau	20	35,09	**Informiert über E-smog***		
Hochschulabschluss	12	21,05	schlecht	9	15,79
Wohnortgröße			eher schlecht	10	17,54
über 20.000 Einwohner	35	61,40	weniger gut	15	26,32
5.000 bis 20.000 Einwohner	10	17,54	gut	18	31,58
unter 5.000 Einwohner	12	21,05	sehr gut	5	8,77
Familienstand			**Beruf**		
ledig	17	29,82	Erwerbstätig	35	61,40
verheiratet/feste Partnerschaft	28	49,12	nicht erwerbstätig	5	8,77
getrennt lebend/geschieden	10	17,54	in Ausbildung	9	15,79
verwitwet	2	3,51	Pensioniert	7	12,28
			Sonstiges	1	1,75

*eigene Beurteilung

8.3.) Untersuchungsverfahren

Die Diskussion der verwendeten Untersuchungsverfahren richtet sich nach der Reihenfolge der Fragestellungen. Demnach werden zunächst jene Verfahren besprochen, die im Experimentaldesign selbst Berücksichtigung finden. Danach folgen jene Instrumente, die bei der Analyse des nicht-experimentellen Teils eine Rolle spielen. In einem weiteren Abschnitt geht es um die Beschreibung des verwendeten Feldlabors und der Messtechnik zur Aufzeichnung der Exposition durch EMF. Neben all diesen Verfahren, die sich auf konkrete Fragestellungen dieser Arbeit beziehen, wurden im Hinblick auf die Ausschlusskriterien auch Fragen zu somatischen Erkrankungen, Medikamenteneinnahme und Gesundheits- bzw. Risikoverhaltensweisen gestellt, die aber in der Auswertung unberücksichtigt blieben.

8.3.1.) Psychometrisches Erhebungsverfahren

Befindlichkeit: Mehrdimensionalder Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)

Wenn sich die Befindlichkeit einer Person im Brennpunkt der Forschungs-Aufmerksamkeit befindet, was liegt näher als die Person einfach danach zu fragen? Fragebogenverfahren haben viele Vorteile, sie sind ökonomisch und verfügen häufig über hohe Augenscheinvalidität. Kritisiert werden häufig Verzerrungsmöglichkeiten durch den Beantworter, sowie Subjektivität. Doch letzteres ist gerade in der vorliegenden Arbeit von besonderem Interesse: Subjektiv wahrnehmbare Befindlichkeits-Veränderungen negativer Art können als eine Art Vorstufe zu Symptomen betrachtet werden. Da sich in der vorliegenden Studie Stichproben-Selektion und Fragestellungen auf die Allgemeinbevölkerung beziehen – und nicht auf ES-Patienten, schien es angebrachter nicht nach Symptomen zu fragen, sondern eher allgemein nach der Befindlichkeit und ihrer Veränderung während verschiedener Expositionsbedingungen. Es wäre absurd zu glauben, dass Personen, die sich nicht als ES sehen, im Experiment plötzlich mit schweren Symptomen auf EMF-Exposition reagieren. Wenn es aber mit den ES-Patienten einen Personenkreis gibt bzw. geben soll, der zum Teil so schwerwiegend auf Exposition reagiert, wäre zu vermuten, dass EMF-Exposition auch auf andere Personen merkliche Auswirkungen hat. Diese Effekte könnten subtile Änderungen in Stimmung oder Befindlichkeit darstellen.

Bei der Messung der Befindlichkeit gab es zwei wichtige Aufgabenstellungen: Einerseits ging es um die Frage der Sensitivität des Messinstruments, zum anderen um den Faktor Messwiederholung. Die Frage, ob ein psychometrisches Verfahren sensitiv genug ist, um Änderungen die auf EMF zurückzuführen sind, zu messen, kann hier schwer beantwortet werden. Jedenfalls kommen Befindlichkeitsfragebögen in ähnlichen Studien durchaus zur Anwendung (z.B. Gamberale et al., 1989). Mit dem „Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen“ (Steyer et al., 1997) stand ein Fragebogen zur Verfügung, der im Bereich der Umweltpsychologie des Öfteren zur Anwendung kommt und nicht suggestiv formuliert ist. Ein weiterer Vorteil liegt in der Differenzierung der Befindlichkeit in drei Dimensionen: Gute-Schlechte Stimmung (GS), Wachheit-Müdigkeit (WM) und Ruhe-Unruhe (RU). Cronbachs α liegt bei zufriedenstellenden 0,86 bis 0,94. Die Frage der Messwiederholung ist nicht unumstritten. Jedenfalls ist es wissenschaftlich nicht korrekt, ein Verfahren für Messwiederholungsmessungen anzuwenden, das nicht explizit dafür geeignet ist. Im Normalfall sollten auch ausreichende Abstände zwischen den Befragungen sein. Im vorliegendem Fall waren das 55 Minuten. Folgt man der Darstellung in Stieglitz et al. (2001) ist diese Zeit im Bezug auf den MDBF eindeutig ausreichend. Vor der Untersuchung gab es eine Baseline-Befragung (zusammen mit anderen psychologischen Verfahren und der medizinischen Anamnese). Dies diente vor allem dem Zweck, die drei Messungen während des Experiments valider zu machen. Sonst hätte man als Kritikpunkt konstatieren können, dass sich die erste Messung von den anderen dadurch unterscheidet, dass die Probanden den Fragebogen noch nicht kannten und bei den weiteren Messungen schon.

8.3.2.) Psychoimmunologische Verfahren und Speichel-Analytik

Aus dem Bereich der Psychoimmunologie wurden einige Parameter gewählt, die vor allem Stress und Belastung des Immunsystems abbilden sollen. Ein weiteres Kriterium war die Messbarkeit im Speichel, da invasive Verfahren aufgrund ihrer Belastung für den Probanden in diesem Zusammenhang als problematisch zu bewerten sind. Die gemessenen Parameter sind: Cortisol, Alpha-Amylase, Immunglobulin A und Substanz P. Zunächst werden im Folgenden die Analyse-Schritte beschrieben und anschließend die Relevanz der einzelnen Parameter erläutert.

Speichel-Analytik

Zur Gewinnung der Speichelproben beim Probanden wurden so genannte Salivetten verwendet. Die Untersuchungsteilnehmer behielten diese Tampons bei jeder Speichelentnahme 5 Minuten im Mund. Die Salivetten wurden anschließend ohne Berührung in einen Plastikbehälter retourniert. Durch Zentrifugation bei 1000 x g wurde der Speichel aus dem Tampons heraus in den Plastikbehälter geschleudert und mit einem Puffer vermischt, der mit Aprotinin versetzt war. Dies sollte die proteolytische Degradation von Substanz P verhindern. Die Proben wurden anschließend in einem Eiswasserbad gelagert und an die Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Salzburg zur weiteren Analyse transportiert. Dort erfolgte die Aliquotierung und Einlagerung bei -20°C.

Cortisol

Stressmessungen sind untrennbar mit dem einschlägigen Hormon Cortisol verbunden. Cortisol wird in Stresssituationen mit einer kurzen Latenzzeit ausgeschüttet. Es wirkt entzündungshemmend und immundämpfend (z.B. Ehlert, 2003). Kurzfristige Ausschüttungen von Cortisol bewirken erhöhte Aufmerksamkeit und höhere Leistungsfähigkeit, dauernd zu hoher Level dieses Stresshormons kann schädlich sein. Cortisol wird üblicherweise im Serum oder im Speichel gemessen. Hier wurde die Speichelmessung als nicht-invasive Methode bevorzugt, zumal hier auch mehr Messungen möglich sind und die Abnahme für die meisten Teilnehmer unproblematischer ist. Zudem zeigen Studien einen engen Zusammenhang zwischen der Cortisol-Konzentration im Speichel und jener im Serum (z.B. Gozansky et al., 2005). Kritisch ist allerdings auch anzumerken, dass andere Arbeiten keinen linearen Zusammenhang zwischen Cortisol im Speichel und Cortisol im Serum bzw. der Aktivität der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse (HPA) sehen (Hellhammer et al., 2008).
Die folgende Tabelle E3 stellt die Vorgehensweise bei der Auswertung des Parameters Cortisol im Labor dar:

Tabelle E3. Übersicht über die Laborananalyse von Cortisol.

Cortisol
Testprinzip: Kompetitiver Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay (ELISA): • Microtiterplatte: Goat-anti-Rabbit-IgG beschichtet • Konjugat: Cortisol-3-O-Adipinsäure-Dihydrazil-Meerettich-Perioxidase (HRP) • Antikörper: Rabbit Anti-Cortisol-Antiserum • Substrat: 0.1 mg/ml Tetramethyl-Benzidin und 0,01% H2O2 in 0,1 M Natriumazetat pH 6,0
Probe: Mit Phosphate buffered Saline (PBS) verdünnte Speichelproben, als Triplikat gemessen
Auswertung: Photometrisch (450 nm), Ergebnisinterpretation mittels mitgeführter Standards, Verwendung einer 4-Parameter-Regressionsfunktion, Detektionsbereich zwischen 0,05 und 20 ng/ml

Alpha-Amylase

Alpha-Amylase gilt als Marker für die Adrenalin/Noradrenalin-Balance. Es gibt zudem Hinweise, dass hohe Amylase-Werte auf erhöhten (psychosozialen) Stress hindeuten (Nater et al., 2006). Die Messung dieses Markers im Speichel wird im Bereich der Forschung durchaus praktiziert (Nater et al., 2007).

Die folgende Tabelle E4 stellt die Vorgehensweise bei der Auswertung des Parameters Alpha-Amylase im Labor dar:

Tabelle E4. Übersicht über die Laborananalyse von Alpha-Amylase.

Alpha-Amylase
Testprinzip: Modifizierter Assay nach Gillard et al. (1977). • Microtiterplatte • Substrat: 1 mM p-Nitrophenyl-α-Maltoside (+HEPES Puffer), Inkubation: 4 Stunden bei 37°C
Probe: Mit HEPES-Puffer verdünnte Speichelproben, als Triplikat gemessen
Auswertung: Absorptionsmessung; Subtraktion der Absorption vor der Inkubation (Zero-Time-Point) von der Absorption nach der Inkubation ergibt Absorptionsanstieg pro Stunde und somit die Enzymaktivität

Immunglobulin Typ A (IgA)

IgA ist ein sekretorischer Antikörper, der Krankheitserreger in der Mundhöhle deaktiviert. Naturgemäß ist das IgA damit ein verlässlicher Parameter für den Immunstatus in der Mundhöhle. Es gibt negative Zusammenhänge mit Stress, schlechter Stimmung und mit der jeweiligen Cortisol-Konzentration (Hucklebridge et al., 1998; Hucklebridge et al., 2000).
Die folgende Tabelle E5 stellt die Vorgehensweise bei der Auswertung des Parameters IgA im Labor dar:

Tabelle E5. Übersicht über die Laborananalyse von IgA.

Immunglobulin Typ A (IgA)
Testprinzip: Sandwich Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay (ELISA): • Microtiterplatte • Spezifischer Antikörper: Anti-human-IgA Antikörper G18-1 • Detektions-Antikörper: alkalischer Phosphatase markierter G20-359 • Substrat: 10 nM 4-Nitrophenyl-Phosphat in 0.1M Diethanolamin-HCl, 2 mM MgCl2, pH 9,5, RT
Probe: Mit Phosphate-buffered Saline (PBS) verdünnte Speichelproben; als Triplikat gemessen
Auswertung: Photometrisch (450 nm), Ergebnisinterpretation mittels mitgeführter Standards, linearer Detektionsbereich zwischen 25 und 500 ng/ml

Substanz P

Von den ausgewählten Stressparametern scheint Substanz P der unsicherste und am wenigsten beforschte zu sein. Allerdings wird dieses Neuropeptid vor allem mit Schmerzwahrnehmung in Verbindung gebracht, interessant scheint der Zusammenhang mit Migräne und Spannungskopfschmerz (Ehlert, 2003; Limmroth et al., 1996).
Die folgende Tabelle E6 stellt die Vorgehensweise bei der Auswertung des Parameters Substanz P im Labor dar:

Tabelle E6. Übersicht über die Laborananalyse von Substanz P.

Substanz P
Testprinzip: Kompetitiver Lumineszenz-Immuno-Assay • Microtiterplatte: Goat-anti-Rabbit-IgG beschichtet • Antiserum: Kaninchen-Anti-Susbtanz P-Antiserum • Konjugat: Substanz P-Biotin-Konjugat, Extravidin-HRP-Konjugat • Substrat: Enhanced Chemoliminiscence (ECL)
Probe: Mit Phosphate-buffered Saline (PBS) verdünnte Speichelproben als Triplikat gemessen.
Auswertung: Luminometrisch, Ergebnisinterpretation mittels mitgeführter Standards, Verwendung einer 4-Parameter-Regressions-Funktion, Detektionsbereich: 0,01 bis 2 ng/ml

8.3.3.) Komplementärmedizinische Erhebungsverfahren

Hautwiderstand

Die elektrische Hautleitfähigkeit steht erwiesenermaßen in engem Zusammenhang mit der Aktivität des Sympathikus. Emotionale Ereignisse bzw. Gedanken, konstatiert Ehlert (2003), verursachen eine Aktivierung des Sympathikus, die wiederum zur Ausschüttung bestimmter Hormone führt (Adrenalin, Noradrenalin). Dadurch werden schließlich auch vor allem jene Schweißdrüsen aktiviert, die sich an den Handinnenflächen und an den Fußsohlen befinden – die Hautleitfähigkeit steigt, der Hautwiderstand sinkt. Das aus der therapeutischen Anwendung bekannte Biofeedbackverfahren ist in der Lage diesen elektrischen Widerstand der Haut mess- und sichtbar zu machen (s. Bruns & Praun, 2002). Durch die angesprochene Beteiligung des Sympathikus ist damit die Messung einer Stressreaktion durch dieses Verfahren möglich. Aus diesem Grund ist die Anwendung dieses Verfahrens in der vorliegenden Studie als indiziert anzusehen. Gemessen wurde mittels SOM Biofeedback 8000. Beide Maße für den Hautwiderstand, nämlich der Basiswiderstand (Skin Resistance Level, SRL) und die kurzfristigere Hautwiderstandsreaktion (Skin Resistance Response, SRR) wurden erfasst. Der erste Parameter wurde für die Auswertung herangezogen. Das Anlegen der Elektroden erfolgte an der Innenseite der rechten Hand (Meßart: Konstantstrom mit 1 µA, Differentialzeit 3 s, Dämpfung 0,3 s; Meßbereich: 0 bis 1000 kOhm; Genauigkeit: +/- 3% vom Endwert).

Gasentladungsvisualisierung – Gas Discharge Visualization (GDV)

GDV ist eine Methode zur Beurteilung des Gesundheits- bzw. Stress-Status einer Person, die aus der Komplementärmedizin bekannt ist. Im Prinzip basiert das GDV Test-System auf der so genannten Kirlian Photographie. Eine über einer Kamera befestigte Glasplatte wird unter stabile Hochspannung gesetzt (10 kV, 1024 Hz). Das Feld wird alle 10ms eingeschaltet und für 0,5s ausgeschaltet. Die Testperson legt einen Finger auf die Glasplatte (und im Laufe eines Durchgangs alle 10 Finger insgesamt fünfmal), es wird ein „Foto" gemacht. Es entsteht ein Bild mit den Koronaentladungen rund um den Finger, die sich in kleinen Blitzen manifestieren. In der Komplementärmedizin geht man davon aus, dass der Zustand dieser Blitze oder die Helligkeit etwas über den energetischen Zustand einer Person aussagt. Diese Behauptung wird zum Teil sehr heftig zurückgewiesen, speziell jene Überlegungen, die sich auf das Meridiansystem der Traditionellen Chinesischen Medizin (TCM) berufen. Zudem wird die Reproduzierbarkeit dieser Methode angezweifelt (z.B. Ernst, 2005). Neuere Untersuchungen haben allerdings gezeigt, dass die GDV-Methode im Parameter Glow Area (Helligkeit in Pixel) als Indikator für den Stress-Zustand eines Menschen hilfreich sein kann (z.B. Bell et al., 2003; Hacker et al., 2005; Hacker et al., 2008; Khunderiakova et al., 2008), weshalb sie hier – mit der gebotenen Vorsicht bei der Interpretation – herangezogen wird. In der vorliegenden Arbeit wurde das System „GDV Compact" verwendet. Für Aufnahme und Analyse kamen die einschlägigen Software Systeme „GDV Capture und GDV SciLab" zur Anwendung.

8.3.4.) Nicht-experimentelle Parameter

Zur Erfassung nicht experimenteller Parameter wurden ausschließlich psychometrische Verfahren, also Fragebogenverfahren, eingesetzt.

EMF-Gesundheitsbesorgnis

Dieses Konstrukt wurde mit Hilfe eines Fragebogens erfasst, der in etwas abgeänderter Form bereits in einer Diplomarbeitsstudie angewendet wurde (Augner, 2005). Hier wurden zunächst soziodemographische Daten abgefragt und die subjektive Informiertheit bezüglich dem Themenbereich Elektrosmog. Danach wurden die Probanden gefragt, ob und wie stark sie – aus ihrer subjektiven Sicht – vorgegebenen EMF-Quellen in ihrem Alltag ausgesetzt sind.

Diese Abschnitte wurden in die Analyse zur Beantwortung der Fragestellung (2b) miteinbezogen. Die Befragung zur EMF-Gesundheitsbesorgnis im engeren Sinne untergliederte sich in zwei Bereiche:

- Gesundheitsbesorgnis bezüglich Quellen: Unter der Überschrift „Einstellungen zu Elektrosmog“ war die EMF-Gesundheitsbesorgnis bezüglich verschiedener technischer Geräte und Anlagen auf einer fünfstufigen Antwortskala anzugeben (Beispiel: Wie stark machen Sie sich Sorgen um Ihre Gesundheit wegen…z.B. Handymasten).
- Gesundheitsbesorgnis bezüglich Symptomen: Personen mit (subjektiv eingeschätzter) Wohnnähe zu einem Mobilfunksender wurden nach ihrer EMF-Gesundheitsbesorgnis bezüglich bestimmter Symptome gefragt. Die Liste der Symptome war aufgrund häufig genannter Symptome im Zusammenhang mit Elektrosensitivität angefertigt worden. Personen „ohne Wohnnähe“ erhielten vor der Bearbeitung dieses Teils die Instruktion, sich ein Szenario vorzustellen, in dem sie in unmittelbarer Nähe zu einem Mobilfunksender leben.

Tabelle E7 zeigt einen Ausschnitt des Fragebogens zur Gesundheitsbesorgnis bezüglich Quellen.

Tabelle E7. Ausschnitt Fragebogen zur Gesundheitsbesorgnis (EMF-Quellen).

Wie stark machen Sie sich Sorgen um Ihre Gesundheit wegen Elektrosmog...	gar nicht	gering	weniger stark	stark	sehr stark
... von Handymasten	☐	☐	☐	☐	☐
... von Hochspannungsleitungen	☐	☐	☐	☐	☐
... von elektrischen Einrichtungen der Bahn	☐	☐	☐	☐	☐

Psychische Belastung

Als Messverfahren kam hier der SCL-90-R (Franke, 2002) zur Anwendung, der einen guten Überblick über die psychische Belastungssituation eines Menschen gibt. Er misst subjektiv empfundene Beeinträchtigungen der letzten sieben Tage und liefert damit einen Mittelweg zwischen State- und Trait-Konzept. Für die Detektion eines Zusammenhangs zwischen Wohnnähe zu Mobilfunksendern war weder das Konzept der kurzfristigen Befindlichkeit noch der überdauernden Persönlichkeitseigenschaften passend. Der Fragebogen enthält 90 Items mit den Skalen Somatisierung, Zwanghaftigkeit, Unsicherheit im Sozialkontakt,

Depressivität, Ängstlichkeit, Aggressivität/Feindseligkeit, Phobische Angst, Paranoides Denken und Psychotizismus. Der Reliabilitätskoeffizient Cronbachs α der nicht-klinischen Normstichprobe liegt je nach Untersuchung zwischen 0,75 und 0,97 und kann jedenfalls als zufriedenstellend bezeichnet werden.

Beschwerden

Angesichts der Frage nach psychosomatischen Beschwerden in Zusammenhang mit EMF wurde die häufig benutzte Beschwerdenliste von Zerssen (1976) verwendet. Neben der sehr hohen Reliabilität (Cronbachs α 0,85 bis 0,96) sprach vor allem die kurze Bearbeitungsdauer für dieses Verfahren.

Ängstlichkeit

Ausgangspunkt für die Messung der Ängstlichkeit war die Vermutung, dass schon allein die Nervosität des Probanden vor der Untersuchung die Messergebnisse verzerren könnte bzw. dass Personen mit Tendenz zur Elektrosensitivität wohl auch in einer solchen Situation ängstlicher sein würden. Hier ging es also darum, die Zustandsangst zu messen. Verwendet wurde dafür die State-Skala des STAI (Laux, et al., 1970), die häufig in Stress- und Angstforschung angewendet wird. Die hohe interne Konsistenz mit Cronbachs α =0,90 sprach ebenfalls für dieses Verfahren.

Die nicht-experimentellen Parameter der Fragestellung (2b), nämlich: Wohnnähe zum nächsten Mobilfunksender, Nutzung eines Mobiltelefons, subjektive Informiertheit über den Themenbereich Elektrosmog waren Bestandteil des Fragebogens zur EMF-Gesundheitsbesorgnis, aber nicht Teil der beiden Besorgnis-Skalen. Die Variable Elektrosensitivität wurde durch eine entsprechende Frage erfasst.

In der nachfolgenden Tabelle E8 werden die für die Fragestellungen dieser Arbeit relevanten Parameter zusammenfassend dargestellt:

Tabelle E8. Übersicht über die gemessenen Parameter.

Experimentelle Parameter	**Art der Messung**	**Instrument**	**Anzahl der Messungen**
Befindlichkeit	psychometrisch	Mehrdimensionaler Befindlichkeits-Fragebogen MDBF	1 mal pro Phase, jeweils am Ende
Cortisol	biochemisch	Konzentrationsmessung In Speichel in ng/ml	3 mal pro Phase, jeweils 5 Minuten
Alpha-Amylase	biochemisch	Konzentrationsmessung In Speichel in mU/ml	3 mal pro Phase, jeweils 5 Minuten
Immunglobulin A	biochemisch	Konzentrationsmessung In Speichel in µg/ml	3 mal pro Phase, jeweils 5 Minuten
Substanz P	biochemisch	Konzentrationsmessung In Speichel in ng/ml	3 mal pro Phase, jeweils 5 Minuten
Hautwiderstand	komplementär-medizinisch	Biofeedbackgerät, Einheit: kOhm	Laufend, die ersten 30 min jeder Phase
Stress	komplementär-medizinisch	Gas Discharge Visualisation (GDV), Einheit: Area Glow	Zwischen min 30 und 45 jeder Phase
Nicht-experimentelle Parameter	**Art der Messung**	**Instrument**	**Anzahl der Messungen**
EMF-Gesundheitsbesorgnis	psychometrisch	Fragebogen zur EMF-Gesundheitsbesorgnis	Vor dem Experiment
Psychische Belastung	psychometrisch	SCL-90-R	Vor dem Experiment
Körperliche Beschwerden	psychometrisch	B-L	Vor dem Experiment
Situative Angst	psychometrisch	STAI	Vor dem Experiment

8.3.5.) Feldlabor und Messtechnik

Die Expositionsuntersuchungen fanden in einem sogenannten Feldlabor statt. Es handelte sich um den Turnsaal eines Kindergartens in Salzburg, der für die Messungen mehrere Monate (April bis August 2006) zu Verfügung gestellt wurde. Die Besonderheit dieses Raumes lag darin, dass an der Außenseite eine sogenannte Mikrozelle angebracht war, die die Hauptsstrahlungsquelle im vorliegenden Experiment darstellt. Mikrozellen sind kleinere GSM- oder UMTS-Sender und dienen an Verbraucherschwerpunkten dazu die größeren Basisstationen zu entlasten. Sie sind häufig an Gebäuden angebracht und haben den Vorteil, dass sie sich optisch besser in das Ortsbild einpassen als die wesentlich größeren Basisstationen, allerdings erbringen sie auch weniger Leistung als diese und sind nur als

Ergänzung im Mobilfunknetz zu sehen. Um verschiedene Expositionsstufen zu erreichen, war es notwendig, Abschirmelemente einzubringen. Dazu wurde zunächst unter Freilassen der Zimmerecke hinter dem die Mikrozelle (="Einstrahltor") angebracht war, eine abschirmende Wandfarbe aufgetragen (Y-Shield, Graphit-Abschirmfarbe). Die Böden wurden mit beschichteten Bodenplatten ausgelegt (ebenfalls abschirmend). Weiters wurden die Fenster mit Vorhängen verhängt, die ebenfalls HF-EMF abschirmen (Swiss Shield, ESAG Österreich). Nach mehreren Messungen wurde um das Einstrahltor herum ein Vorhangsystem aufgebaut, das es möglich machte, die drei verschiedenen Expositionsbedingungen sinnvoll herzustellen, ohne dass der Proband etwas davon merkte. Der Abschirmvorhang über dem Einstrahltor konnte geöffnet werden. Im Vorhangsystem selbst war ein weiterer Abschirmvorhang auf einer Schiene befestigt, der ebenfalls geöffnet werden konnte. Ganz außen und für den Teilnehmer sichtbar, war ein Placebo-Vorhang (ohne Schirmwirkung) in gleicher Farbe wie die Abschirmvorhänge, der immer geschlossen blieb. Bei der maximalen Exposition wurde der Abschirmvorhang direkt beim Einstrahltor und der Abschirmvorhang auf der Schiene geöffnet. Bei der mittleren Exposition wurde nur der Vorhang beim Einstrahltor geöffnet, alles andere blieb geschlossen. Für die minimale Exposition blieben alle Vorhänge geschlossen. Der Proband sollte auf einem Sessel unter einem ebenfalls zusätzlich abschirmenden Baldachin (Swiss Shield, ESAG Österreich) gegenüber dem Einstrahltor (etwa in Raummitte) Platz nehmen. Die verschiedenen Expositionsstufen wurden von einer akkreditierten Messtechnik-Firma (ANBUS) bestätigt. Es zeigte sich eine klare Dominanz von GSM-900 MHz, alle anderen Frequenzbänder blieben vernachlässigbar gering. Während der Untersuchungen wurden laufend Messungen der aktuellen Exposition vorgenommen und zwar mittels Mobilfunkdosimeter (ESM-140, Maschek) unmittelbar beim Teilnehmer selbst und mittels FSH3 (Rohde & Schwarz).

9.) Untersuchungsablauf

Die Teilnehmer wurden noch vor den Testungen zu einem klärenden Gespräch gebeten, an dessen Ende sie die Einverständniserklärung vorgelegt bekamen („Informed consent"). Einige Probanden, die auf ein Vorgespräch verzichteten, bekamen diese Einverständniserklärung erst am Test-Tag. Ein solcher Tag begann in der Regel um etwa 8 Uhr. Der Teilnehmer wurde vom Untersuchungsleiter an der Türe des Kindergartens abgeholt und in den Test-Raum geführt.

- **Vor** den Expositionsmessungen: Der Proband bekam noch einmal eine kurze mündliche Erklärung über Ablauf und Sinn der Studie. Ihm wurde also erklärt, dass während des ganzen Vormittags nichts gegessen und mit Ausnahme von Wasser auch nichts getrunken werden darf. Weiters wurde auf das Rauchverbot während der gesamten Testungen inklusive Pause hingewiesen. Schließlich wurden die Fragebögen erklärt, der Proband saß dabei an einem kleinen Schreibtisch. Nach der Reihe wurden einige Anamnese-Fragen, EMF-Gesundheitsbesorgnis-Fragebogen und die standardisierten Fragebögen SCL-90R, B-L, STAI und MDBF ausgefüllt. Je nach Schnelligkeit beim Ausfüllen, musste der Proband dann noch auf den pünktlichen Beginn der Messungen bis 9 Uhr warten. Kurz vor 9 wurde das Biofeedback-Gerät angeschlossen und dem Probanden wurden die Hautwiderstands-Elektroden auf die Innenseite seiner rechten Hand geklebt. Weiters wurde eine zu Kontrollzwecken verwendete Pulsmessung des Biofeedbackgerätes am rechten Ohr des Teilnehmers angeschlossen. Dann wurden die Feldstärkenmessungen des Dosimeters und des Spektrum-Analyzers begonnen.
- **Während** der Expositionsmessungen: Unmittelbar nach Beginn der ersten Messphase wurde per dynamischer Dosimeter-Messung die Exposition im Stirn-, Gesicht- und Brustbereich erfasst. Danach wurde das Messgerät sofort wieder unmittelbar neben dem sitzenden Probanden in dessen Kopfhöhe befestigt. Anschließend wurde – ebenfalls zu Kontroll- bzw. Überwachungszwecken – eine nichtinvasive Blutdruckmessung am linken Arm des Probanden vorgenommen und die Ergebnisse protokolliert. Zehn Minuten nach Beginn der Phase bekam der Proband eine Salivette für die Speichelprobe, die er 5 Minuten im Mund behalten sollte. Die Proben wurden gleich anschließend in einem Nachbarraum zentrifugiert und eingekühlt. Die nächste Salivette wurde nach 25 Minuten gereicht und nach 30 Minuten wieder entnommen. Nach 30 Minuten begann die Prozedur der GDV-Messungen. Wichtig für die Validität dieser Messungen ist die Fettfreiheit der Fingerkuppen. Der Teilnehmer legt bei dieser Stressmessung einen Finger auf die Glasplatte des Gerätes, diese wird lichtdicht zugedeckt. Danach betätigt der Versuchsleiter den Auslöser am angeschlossenen Laptop. Es entsteht ein Bild der Gasentladungen der Fingerkuppen. Dieser Vorgang wurde für jeden Finger jeder Hand fünfmal wiederholt. Nach 45 Minuten einer Phase wurde die dritte und letzte Salivette gereicht. Danach erfolgte noch eine Blutdruckmessung und das Ausfüllen des MDBF. Nach 50 Minuten wurde die Speichelprobe entnommen und es gab eine Pause von fünf Minuten, in der der Teilnehmer aus dem Raum gebeten wurde. In dieser Zeit wurden die Vorhänge entsprechend dem jeweiligen Expositionsbedingung verändert. Dieses war wiederum

abhängig vom jeweiligen Schema (1,2 oder 3) in das der Proband zufällig zugeteilt worden war.

Der beschriebene Ablauf jeder Phase war identisch. Das Experiment war Teil einer längeren Untersuchung, die für den Probanden erst um 13.30 des Untersuchungstages zu Ende war und wofür eine Aufwandsentschädigung in der Höhe von EUR 30,-- bezahlt wurde.

Die folgende Tabelle E9 stellt den Untersuchungsablauf zusammenfassend dar:

Tabelle E9. Untersuchungsablauf.

Uhrzeit	08.00-09.00	09.00-09.50	09.50-09.55	09.55-10.45	10.45-10.50	10.50-11.40
Phase	Vorphase	Phase 1	Pause 1	Phase 2	Pause 2	Phase 3
Ereignisse						
Vorphase:	Informed Consent, Anamnese-Fragen, EMF-Gesundheits-Besorgnis, SCL-90-R, STAI, B-L, MDBF					
Jede Phase:	0'-2'/45'-47' Blutdruckmessung, 10'-15'/25'-30'/45'-50' Speichelentnahmen, 30'-45' GDV-Messung, 0'-30' Hautwiderstandsmessung, 47'-50' Befindlichkeit MDBF					
Jede Pause:	Teilnehmer verlassen Raum; Veränderung der Expositions-Bedingungen					

10.) Ergebnisse

Die Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS 14.0-Software (SPSS, Chicago, IL, USA). Neben einer umfangreichen deskriptiven Statistik, kamen verschiedene statistische Verfahren zum Einsatz. Um die Hypothesen aus Fragestellung (1) zu beantworten, wurden Varianzanalysen mit Messwiederholungsfaktor (3 Messzeitpunkte) durchgeführt. Als kritisch für die Hypothesen-Beantwortung wurde dabei jeweils die Interaktion zwischen Schema und Zeit (Messzeitpunkte) gesehen, wie weiter unter noch erläutert wird. Im Zusammenhang mit Fragestellung (2) erfolgten Korrelationsanalysen, die Aufschluß über Höhe und Signifikanz des Zusammenhanges der fraglichen Variablen geben sollten. Weitere Analysen zur Wohnnähe zum nächsten Mobilfunksender wurden mittels U-Test von Mann-Whitney durchgeführt. Für alle statistischen Tests wurde ein Signifikanzniveau von $p<0,05$ angenommen. Als Trend wird ein p-Wert unter 0,10 bezeichnet.

Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit eröffnet die Darstellung der Ergebnisse zunächst mit einem umfangreichen Überblick über die deskriptive Statistik der verschiedenen Parameter. Erst werden die Expositionsmessungen dokumentiert, dann die Fragebogendaten. Schließlich erfolgt die Darstellung der deskriptiven Statistik für die Messwiederholungsfaktoren, also den Variablen des eigentlichen Experiments. Danach erfolgt die statistische Aufarbeitung der Fragestellungen – experimentelle Befunde und nicht-experimentelle Befunde.

10.1.) Deskriptive Statistik: Exposition

Die Auswertung der Befeldung wurde aufgrund der Dosimeter-Aufzeichungen vorgenommen (2 Messwerte pro Sekunde). Es zeigte sich – wie schon von dem akkreditierten Messbüro festgestellt – dass nur das GSM 900 MHz downlink-Signal Messwerte in relevanter Höhe lieferte. Radio-, TV-Kanäle, GSM1800 MHz, UMTS, DECT und WLAN wurden zwar ebenfalls gemessen, blieben aber äußerst niedrig. Die gemessenen Feldstärken wurden in Leistungsflussdichten umgerechnet. Für die Langzeitmessung mittels Dosimeter konnten für das prädominante GSM-900 MHz downlink-Signal folgende Messwerte ermittelt werden (Tabelle E10):

Tabelle E10. Leistungsflussdichten (µW/m²) der Dosimeter-Messungen für die verschiedenen Expositionsbedingungen über alle 3 Schemata (Versuchsgruppen).

Expositionsbedingung:	**Min**	**Med**	**Max**
M	6,77	193,87	2031,64
Md	5,24	168,37	1858,01
SD	12,71	127,41	1024,78
SE	0,02	0,33	2,88
95% CI	0,03	0,64	5,64
99% CI	0,04	0,85	7,42
Min	0,00	0,78	38,02
Max	1799,60	2742,02	11921,94

Min=minimale Exposition, Med=mittlere Exposition, Max=maximale Exposition

Tabelle E11. Leistungsflussdichten (µW/m²) der Dosimeter-Messungen für Schema (=Versuchsgruppe) 1.

Expositionsbedingung:	Ph1=Min	Ph2=Max	Ph3=Min
M	6,49	2031,64	6,31
Md	5,24	1858,01	3,87
SD	4,42	1024,78	26,22
SE	0,01	2,88	0,07
95% CI	0,02	5,64	0,14
99% CI	0,03	7,42	0,19
Min	0,02	38,02	0,00
Max	48,30	11921,94	1799,60

Ph=Phase, Min=minimale Exposition, Med=mittlere Exposition, Max=maximale Exposition

Tabelle E12. Leistungsflussdichten (µW/m²) der Dosimeter-Messungen für Schema (=Versuchsgruppe) 2.

Expositionsbedingung:	Ph1=Min	Ph2=Med	Ph3=Min
M	6,87	193,87	6,69
Md	5,71	168,37	5,43
SD	10,21	127,41	4,85
SE	0,03	0,33	0,01
95% CI	0,05	0,64	0,02
99% CI	0,07	0,85	0,03
Min	0,00	0,78	0,00
Max	778,38	2742,02	66,18

Ph=Phase, Min=minimale Exposition, Med=mittlere Exposition, Max=maximale Exposition

Tabelle E13. Leistungsflussdichten (µW/m²) der Dosimeter-Messungen für Schema (=Versuchsgruppe) 3.

Expositionsbedingung:	Ph1=Min	Ph2=Min	Ph3=Min
M	9,13	6,61	6,37
Md	6,51	5,06	4,97
SD	7,48	5,02	4,48
SE	0,03	0,02	0,02
95% CI	0,06	0,04	0,04
99% CI	0,08	0,06	0,05
Min	0,00	0,01	0,21
Max	50,56	46,36	33,93

Ph=Phase, Min=minimale Exposition, Med=mittlere Exposition, Max=maximale Exposition

Die Messwerte lagen damit zum Teil erheblich unter den ursprünglich geplanten Werten. Konsequenz der relativ niedrigen Werte auch bei Maximal-Exposition wäre, dass auch sehr geringe Effekte als ernst einzustufen wären.

10.2.) Deskriptive Statistik: Subjektive Exposition durch EMF-Quellen im Alltag

Im Fragebogen zur Gesundheitsbesorgnis wurde auch erhoben, inwieweit sich die Teilnehmer im Alltag durch elektrische Anlagen und Geräte exponiert fühlen bzw. inwieweit sie solche benutzen. In Tabelle E14 und Tabelle E15 sind die Ergebnisse dieser Befragungen dargestellt – und zwar in absoluten (f) und relativen Häufigkeiten (%).

Als interessanteste Schlussfolgerung darf die Tatsache gelten, dass 78% die Wohnnähe zu einem Mobilfunksender grundsätzlich bejahen. In einer Diplomarbeitsstudie, in der dieser Fragebogen zur Anwendung kam, waren es bei vergleichbarer Stichprobengröße nur 22% (Augner, 2005).

Tabelle E14. Subjektive Exposition durch Groß- und Kleinanlagen.

	f (%)						
Großanlagen	**nein**	**ja**	<10m	<100m	<300m	**w. n.**	**MD**
Handymast	8 *(22)*	28 *(78)*	3 *(8)*	11 *(31)*	14 *(39)*	21	0
Hochspltg.	35 *(81)*	8 *(19)*	1 *(2)*	3 *(5)*	4 *(9)*	11	3
Bahn	39 *(72)*	15 *(28)*	3 *(6)*	5 *(9)*	7 *(13)*	1	2
TV-Sender	38 *(88)*	5 *(12)*	2 *(5)*	1 *(2)*	2 *(5)*	11	3
Sat-Schüssel	8 *(15)*	45 *(85)*	32 *(60)*	10 *(19)*	3 *(6)*	4	0
Kleinanlagen	**nein**	**ja**	≥25min/ T	<25min/ T	weniger	**w.n.**	**MD**
Mobiltelefon	2 *(4)*	55 *(97)*	15 *(26)*	16 *(28)*	5 *(9)*	-	0
Walk/ Discman	47 *(84)*	9 *(16)*	3 *(5)*	1 *(2)*	5 *(9)*	-	1
Schnurlostel	34 *(60)*	23 *(40)*	6 *(11)*	7 *(12)*	10 *(18)*	-	0

Absolute Häufigkeiten (in Klammer: %-Werte). Entfernung zum Wohnhaus: <10m, <100m, <300m = bis 10, bis 100, bis 300 Meter; Häufigkeit der Nutzung: ≥25min/T = täglich 25min und mehr, <25min/T = täglich aber unter 25min, weniger = weniger oft; w.n.= weiß nicht.

Tabelle E15. Subjektive Exposition durch elektrische Geräte.

			f (%)			
Elektr.Geräte	**nein**	**ja**	min.1x/T	1-6x/Wo	weniger	**MD**
Mikrowelle	27 *(47)*	30 *(53)*	5 *(9)*	14 *(25)*	11 *(19)*	0
	nein	**ja**	>40h/Wo	10-40h/W	<10h/Wo	
Computer	9 *(16)*	47 *(84)*	10 *(18)*	27 *(48)*	10 *(18)*	1
	nein	**ja**	tägl ≥3h	tägl <3h	nicht tägl	
TV-Gerät	2 *(4)*	55 *(96)*	7 *(12)*	24 *(42)*	24 *(42)*	0
	nein	**ja**	ein./st.b.	abgesch.	ausgest.	**MD**
TV/Schlaf	38 *(67)*	18 *(33)*	7 *(12)*	8 *(14)*	7 *(12)*	1
Radio/Schlaf	35 *(61)*	22 *(39)*	9 *(36)*	3 *(12)*	3 *(12)*	0
Radiowecker	42 *(74)*	15 *(26)*	-	-	-	0
Babyphon	54 *(95)*	3 *(5)*	-	-	-	0

Absolute Häufigkeiten (in Klammer: %-Werte). Nutzung: min.1x/T = einmal oder öfter am Tag, 1-6x/Wo = 1-6 mal pro Woche, weniger = weniger oft; >40h/Wo = über 40 Std. pro Woche, 10-40h/W = 10 bis 40 Std. pro Woche, <10h/Wo = unter 10 Std. pro Woche; tägl ≥3h = täglich 3 Std. und mehr, tägl <3h = täglich, aber unter 3 Std., nicht tägl = nicht täglich; Zustand des Gerätes während des Schlafes: ein./st.b. = eingeschaltet/‚Stand-by', abgesch. = abgeschaltet, ausgest.=ausgesteckt.

10.3.) Deskriptive Statistik: EMF-Gesundheitsbesorgnis

Mobiltelefone, Hochspannungsleitungen und Handymasten wurden als die bedenklichsten Strahlungsquellen angesehen. In einer groß angelegten Studie zur Risikowahrnehmung von EMF mit über 1000 Teilnehmern kamen Siegrist et al. (2005) zu ähnlichen Ergebnissen. Die „Top 3" in der Besorgnisranglisten waren die gleichen, nur die Reihenfolge wurde von der Hochspannungsleitung angeführt, danach Mobilfunksender und Mobiltelefon. Dieser Vergleich ist deshalb so wichtig, da man annehmen muss, dass an einem EMF-Experiment tendenziell entsprechend sensibilisierte Personen teilnehmen. Bezüglich der Besorgnis kann man allerdings durch ähnliche Evidenz in repräsentativen Befragungen wie der von Siegrist et al. (2005) davon ausgehen, dass sich die Struktur der Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF-Quellen in der vorliegenden Stichprobe nicht fundamental von der Gesamt-Population unterscheidet.

Die statistischen Kennwerte für jedes Item sind in Tabelle E16 dargestellt.

Tabelle E16. Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF-Quellen: Statistische Kennwerte

Wie stark machen Sie sich Sorgen um Ihre Gesundheit wegen Elektrosmog...?	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**
... von Handymasten	2,00	2,00	1,34	0,18	0	4
... von Hochspannungsleitungen	2,09	2,00	1,24	0,16	0	4
... von elektrischen Einrichtungen der Bahn	1,30	1,00	1,05	0,14	0	4
... von Rundfunk-/Fernsehsendern	1,28	1,00	1,11	0,15	0	4
... von Fernsehantennen und Satellitenschüsseln	1,05	1,00	0,93	0,12	0	4
... bei der Verwendung eines Mobiltelefons (MD=1)	2,16	2,50	1,33	0,18	0	4
... bei der Verwendung eines Walk-/Discmans oder eines tragbaren MP3-Players	0,81	1,00	0,85	0,11	0	3
... bei der Verwendung eines Mikrowellenherds	1,86	2,00	1,46	0,19	0	4
... bei der Verwendung eines Computers	1,61	2,00	1,16	0,15	0	4
... bei der Verwendung eines Fernsehgerätes	1,30	1,00	1,05	0,14	0	4
... bei der Verwendung eines Radiogerätes oder einer HiFi-Anlage	0,75	1,00	0,76	0,10	0	3
... bei der Verwendung eines Radioweckers	1,37	1,00	1,33	0,18	0	4
... bei der Verwendung eines Babyphones (MD=1)	0,93	0,00	1,25	0,17	0	4

Antwortmöglichkeiten: 0=“gar nicht“ bis 4=“sehr stark“

Im weiteren Vorgehen wurde nach der Gesundheitsbesorgnis bezüglich Symptomen gefragt und zwar vor dem Hintergrund des Szenarios, neben einem Mobilfunksender zu leben. Die Frage war, welche Symptome am ehesten mit einem Handymasten in Verbindung gebracht werden. Hier zeigt sich, dass Schlafstörungen, Kopfschmerzen und Unruhegefühl bei den Befürchtungen im Vordergrund stehen (Tabelle E17).

Tabelle E17. Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF-Symptomen: Statistische Kennwerte.

Machen Sie sich Sorgen…? (n=27)* Würden Sie sich Sorgen machen…? (n=30)**	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**
Kopfschmerzen	2,04	2,00	1,41	0,19	0	4
Herzklopfen, Herzjagen	1,44	1,00	1,35	0,18	0	4
Gelenk- und/oder Gliedschmerzen	0,98	1,00	1,16	0,15	0	4
Starkes Schwitzen	0,82	0,00	1,02	0,14	0	3
Hautbrennen und/oder Juckreiz	0,67	0,00	0,97	0,13	0	3
Sehstörungen	0,89	1,00	1,06	0,14	0	4
Schweregefühl in den Beinen (MD=1)	0,77	0,00	1,01	0,13	0	4
Ohrgeräusche	1,42	1,00	1,31	0,17	0	4
Wärme- oder Taubheitsgefühl am Ohr	1,33	1,00	1,38	0,18	0	4
Infekte (MD=1)	1,09	1,00	1,15	0,15	0	4
Schlafstörungen	2,12	2,00	1,36	0,18	0	4
Müdigkeit	1,89	2,00	1,40	0,19	0	4
Appetitlosigkeit	0,86	0,00	1,06	0,14	0	4
Vergesslichkeit	1,16	1,00	1,32	0,17	0	4
Angstzustände	0,96	1,00	1,12	0,15	0	4
Gedrückte Stimmung/Antriebslosigkeit	1,47	1,00	1,34	0,18	0	4
Reizbarkeit	1,53	1,00	1,31	0,17	0	4
Unruhegefühl	1,79	2,00	1,29	0,17	0	4
Schwindelgefühl	1,23	1,00	1,32	0,18	0	4
Übelkeit	0,98	1,00	1,08	0,14	0	4
Gleichgewichtsstörungen	1,09	1,00	1,26	0,17	0	4
Kollapszustände	0,77	0,00	1,00	0,13	0	4

Antwortmöglichkeiten: 0="gar nicht" bis 4="sehr stark"
* Für Teilnehmer, die in der Nähe eines Mobilfunksenders leben, lautete die Frage: Wie stark machen Sie sich Sorgen an folgenden Symptomen zu erkranken?
** Für Teilnehmer, die nicht in der Nähe eines Mobilfunksenders leben, lautete die Frage: Angenommen Sie würden längere Zeit in der Nähe eines Handymastes wohnen. Wie stark würden Sie sich Sorgen machen an den folgenden Symptomen zu erkranken?

Gesundheitsbesorgnis als Skalen: Reliabilitätsanalyse

Für die Überprüfung der Hypothesen ist es notwendig, Auswertungen auf Skalenebene durchzuführen. Zu diesem Zweck wurde für die Bereiche Gesundheitsbesorgnis bzgl. Quellen und Gesundheitsbesorgnis bzgl. Symptome jeweils Itemanalysen durchgeführt.

Tabelle E18 zeigt die Ergebnisse der Itemanalyse für die Skala Gesundheitsbesorgnis bzgl. Quellen. Die Trennschärfen sind für alle Items relativ hoch, das Cronbachs Alpha zeugt mit 0,91 von einer hohen Reliabilität.

Tabelle E18. Gesundheitsbesorgnis EMF-Quellen: Kennwerte Itemanalyse.

Trennschärfe: Quellen	**Items**	**f**
r_{it}=0,8-1,0	---	0
r_{it}=0,7-0,8	Handymasten (0,74)	1
r_{it}=0,6-0,7	Radiowecker (0,69), Walk-/Discman (0,68), Mikrowelle (0,68), Fernsehgerät (0,67), Hochspannungsleitung (0,67), Babyphon (0,67), Radiogerät (0,67), Rundfunk-/TV-Sender (0,64), Handy (0,64), Computer (0,63)	10
r_{it}=0,4-0,6	Satellitenschüssel (0,56), Bahn (0,53)	2
r_{it}=0,2-0,4	---	0
r_{it}=0,0-0,2	---	0
Cronbachs α (13 Items) = 0,91		

Part-whole-Korrektur; Produkt-Moment-Korrelation. In Klammer: exakte Trennschärfen.

Tabelle E19 zeigt die Ergebnisse der Itemanalyse für die Skala Gesundheitsbesorgnis bzgl. Quellen. Die Trennschärfen sind für alle Items wesentlich über 0,60, das Cronbachs Alpha zeugt mit 0,97 von einer sehr hohen Reliabilität.

Tabelle E19. Gesundheitsbesorgnis bezüglich Symptome: Kennwerte Itemanalyse.

Trennschärfe: Symptome	**Items**	**f**
r_{it}=0,8-1,0	Schwindelgefühl (0,88), Gleichgewichtsstörungen (0,87), Gedrückte Stimmung (0,85), , Übelkeit (0,82), Sehstörungen (0,82), Reizbarkeit (0,82), Gelenkschmerzen (0,81), Müdigkeit (0,80), Appetitlosigkeit (0,80)	9
r_{it}=0,7-0,8	Vergesslichkeit (0,77), Schweregefühl Beine (0,76), Herzklopfen (0,76), Angstzustände (0,76), Wärmegefühl am Ohr (0,75), Infekte (0,74), Ohrgeräusche (0,73), Kollapszustände (0,72), Schlafstörungen (0,72), Hautbrennen (0,71)	10
r_{it}=0,6-0,7	Unruhegefühl (0,67), Starkes Schwitzen (0,65), Kopfschmerzen (0,62)	3
r_{it}=0,4-0,6	---	0
r_{it}=0,2-0,4	---	0
r_{it}=0,0-0,2	---	0
Cronbachs α (22 Items) = 0,97		

Part-whole-Korrektur; Produkt-Moment-Korrelation. In Klammer: exakte Trennschärfen.

Insgesamt ist das Ergebnis der Reliabilitäts- und Homogenitätsprüfung als sehr zufriedenstellend zu bewerten.

10.4.) Deskriptive Statistik: Psychische Belastung

Die Erfassung der aktuellen psychischen Belastung wurde umfassend mit Hilfe der SCL-90-R durchgeführt. Im folgendem sind die statistischen Kennwerte der einzelnen Skalen sowie ihre Reliabilitätskennwerte aufgelistet.

Tabelle E20. SCL-90-R Deskriptive Statistik und Reliabilität.

	M	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**Alpha**	**N Items**
Somatisierung	4,51	3,00	4,08	0,54	0,00	18,00	0,71	12
Zwanghaftigkeit	3,93	3,00	3,01	0,40	0,00	14,00	0,62	10
Unsicherheit	3,21	2,00	3,03	0,40	0,00	11,00	0,75	9
Depressivität	4,21	3,00	3,60	0,48	0,00	16,00	0,73	13
Ängstlichkeit	2,79	2,00	2,95	0,39	0,00	13,00	0,74	10
Aggressivität	1,67	1,00	1,81	0,24	0,00	7,00	0,58	6
Phobische Angst	1,04	1,00	1,55	0,20	0,00	8,00	0,52	7
Paranoides Denken	1,98	1,00	2,11	0,28	0,00	9,00	0,66	6
Psychotizismus	1,84	1,00	2,76	0,37	0,00	15,00	0,76	10
Zusatzitems	2,79	2,00	3,12	0,41	0,00	13,00		7
SCL-GSI	0,31	0,26	0,24	0,03	0,01	1,23		
SCL-PST	21,61	20,00	14,80	1,96	1,00	83,00	Gesamt	
SCL-PSDI	1,26	1,24	0,28	0,04	1,00	2,60	0,94	90

Eine Reliabilitätsprüfung erfolgte nicht um dieses standardisierte Verfahren zu überprüfen, sondern ging der Frage nach, wie zuverlässig eventuelle Ergebnisse zu interpretieren wären. Deskriptive Kennwerte liegen in etwa im Bereich der Normstichprobe des Handbuches (Franke, 2002). Betrachtet man die einzelnen Skalen gibt Franke (2002) Cronbachs Alpha Koeffizienten von 0,75 (Phobische Angst) bis 0,87 (Depressivität) an, in der vorliegenden Studie liegen sie deutlich darunter – von 0,52 (Phobische Angst) bis 0,76 (Psychotizismus). Relativiert werden diese Unterschiede durch den hohen Wert für die Gesamtskala (0,94), der nur geringfügig unter den Cronbachs Alpha Koeffizienten der Normstichprobe liegt (0,97). Insgesamt kann trotz des Mankos der niedrigeren Reliabilität der Einzelskalen von einer guten Interpretierbarkeit der Skalen ausgegegangen werden. Die Reliabilität der Gesamtskala ist ohnehin sehr gut.

10.5.) Deskriptive Statistik: Beschwerden

Die folgende Tabelle E21 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der B-L von Zerssen.

Tabelle E21. Beschwerdenliste: Daten der zentralen Tendenz.

	M	Md	SD	SE	Min	Max
Kloßgefühl	0,18	0,00	0,50	0,07	0,00	2,00
Kurzatmigkeit	0,44	0,00	0,80	0,11	0,00	3,00
Schwächegefühl	0,37	0,00	0,67	0,09	0,00	2,00
Schluckbeschwerden	0,09	0,00	0,34	0,05	0,00	2,00
Stiche in der Brust	0,23	0,00	0,57	0,08	0,00	3,00
Druck-/ Völlegefühl MD=1	0,21	0,00	0,53	0,07	0,00	2,00
Mattigkeit	0,61	0,00	0,82	0,11	0,00	3,00
Übelkeit	0,11	0,00	0,41	0,05	0,00	2,00
Sodbrennen	0,26	0,00	0,64	0,08	0,00	3,00
Reizbarkeit	0,56	0,00	0,85	0,11	0,00	3,00
Grübelei	0,75	0,00	0,96	0,13	0,00	3,00
Starkes Schwitzen	0,51	0,00	0,85	0,11	0,00	3,00
Kreuz-/Rückenschmerzen	0,82	1,00	0,85	0,11	0,00	3,00
Innere Unruhe	0,72	0,00	0,98	0,13	0,00	3,00
Schweregefühl in den Beinen	0,28	0,00	0,70	0,09	0,00	3,00
Unruhe in den Beinen	0,23	0,00	0,60	0,08	0,00	3,00
Überempfindlichkeit gegen Wärme	0,19	0,00	0,48	0,06	0,00	2,00
Überempfindlichkeit gegen Kälte	0,58	0,00	0,98	0,13	0,00	3,00
Übermäßiges Schlafbedürfnis (MD=2)	0,47	0,00	0,88	0,12	0,00	3,00
Schlaflosigkeit	0,39	0,00	0,75	0,10	0,00	3,00
Schwindelgefühl	0,21	0,00	0,49	0,06	0,00	2,00
Zittern	0,26	0,00	0,67	0,09	0,00	3,00
Nacken- oder Schulterschmerzen	0,77	0,00	0,95	0,13	0,00	3,00
Gewichtsabnahme	0,11	0,00	0,36	0,05	0,00	2,00
B-L Gesamt	9,25	5,00	10,31	1,37	0,00	48,00

Symptome mit der stärksten Ausprägung waren in dieser Stichprobe „Kreuz- oder Rückenschmerzen“ (war auch bei der Normstichprobe die Nummer eins; Zerssen, 1976), gefolgt von „Nacken- oder Schulterschmerzen“ und „Grübelei“. Das Cronbachs Alpha als Reliabilitätskoeffizient ergab für die Skala den Wert 0,92 und ist damit sehr zufriedenstellend.

10.6.) Deskriptive Statistik: Ängstlichkeit

Ängstlichkeit als Verhaltenstendenz zwischen Persönlichkeitsmerkmal (Trait) und aktuellem Zustand (State) wurde bereits im SCL-90-R mitberücksichtigt. Hauptgrund für die Verwendung des STAI in der State-Version war die Erfassung einer Art Nervosität vor der Studiensituation. Vor allem bei Personen, die sich selbst als elektrosensitiv einschätzen, ist von einer nicht unerheblichen Angst/Nervosität auszugehen, wenn sie zu einem Experiment

kommen, in dem sie mit EMF konfrontiert werden. Tabelle E22 zeigt die wichtigsten statistischen Kennwerte der einzelnen Items der Skala.

Tabelle E22. STAI (Ängstlichkeit): Daten der zentralen Tendenz.

	M	Md	SD	SE	Min	Max
1. Ich bin ruhig	1,61	2,00	0,70	0,09	1	4
2. Ich fühle mich geborgen	1,88	2,00	0,87	0,11	1	4
3. Ich fühle mich angespannt	1,35	1,00	0,64	0,08	1	4
4. Ich bin bekümmert	1,30	1,00	0,73	0,10	1	4
5. Ich bin gelöst	1,98	2,00	0,97	0,13	1	4
6. Ich bin aufgeregt	1,35	1,00	0,55	0,07	1	3
7. Ich bin besorgt, dass etwas schiefgehen könnte	1,16	1,00	0,53	0,07	1	4
8.Ich fühle mich ausgeruht (MD=1)	1,88	2,00	0,92	0,12	1	4
9.Ich bin beunruhigt	1,14	1,00	0,35	0,05	1	2
10. Ich fühle mich wohl	1,68	2,00	0,63	0,08	1	3
11. Ich fühle mich selbstsicher	1,58	1,00	0,68	0,09	1	3
12. Ich bin nervös	1,30	1,00	0,57	0,07	1	4
13.Ich bin zappelig	1,14	1,00	0,44	0,06	1	3
14. Ich bin verkrampft	1,14	1,00	0,40	0,05	1	3
15. Ich bin entspannt	1,82	2,00	0,73	0,10	1	4
16. Ich bin zufrieden	1,72	2,00	0,65	0,09	1	4
17. Ich bin besorgt	1,14	1,00	0,35	0,05	1	2
18. Ich bin überreizt	1,11	1,00	0,31	0,04	1	2
19. Ich bin froh	2,12	2,00	0,73	0,10	1	4
20. Ich bin vergnügt	2,49	2,00	0,87	0,12	1	4
STAI-Skala State	30,56	30,00	6,55	0,87	20	51

Augenblicklicher Gefühlszustand: überhaupt nicht = 1, ein wenig = 2, ziemlich = 3, sehr = 4.

Der Test erzielte in der vorliegenden Stichprobe ein Cronbachs Alpha von 0,87, ist also ausreichend reliabel und entspricht in etwa den Angaben von Laux et al. (1970) zur Reliabilität. In der Normstichprobe liegen die Mittelwerte für die Gesamtskala bei 36,83 (SD=9,82) für Männer und 38,08 (SD=10,29) für Frauen. Damit liegt der Skalenwert der vorliegenden Stichprobe deutlich darunter.

10.7.) Messwiederholungsfaktoren: Befindlichkeit, Psychoimmunologie, Komplementärmedizin

Die nachfolgende Tabellen E23-E25 enthalten die Befindlichkeits-Werte getrennt nach Skalen für die einzelnen Messzeitpunkte relativ zum Ausgangswert.

Tabelle E23. Befindlichkeit (1): Deskriptive Statistik.

Schema 1	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 GS Gute Stimmung	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	22
t2 GS Gute Stimmung	0,99	1,00	0,05	0,01	0,88	1,09	22
t3 GS Gute Stimmung	0,99	1,00	0,06	0,01	0,88	1,16	22
Schema 2	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 GS Gute Stimmung	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	26
t2 GS Gute Stimmung	0,98	1,00	0,07	0,01	0,74	1,12	26
t3 GS Gute Stimmung	0,95	1,00	0,09	0,02	0,67	1,06	26
Schema 3	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 GS Gute Stimmung	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	9
t2 GS Gute Stimmung	1,00	1,00	0,05	0,02	0,94	1,08	9
t3 GS Gute Stimmung	1,01	1,00	0,03	0,01	0,97	1,09	9

Tabelle E24. Befindlichkeit (2): Deskriptive Statistik.

Schema 1	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 WM Wachheit	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	22
t2 WM Wachheit	0,96	1,00	0,15	0,03	0,67	1,23	22
t3 WM Wachheit	0,94	0,95	0,25	0,05	0,50	1,62	22
Schema 2	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 WM Wachheit	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	26
t2 WM Wachheit	0,95	0,97	0,09	0,02	0,70	1,10	26
t3 WM Wachheit	0,91	0,91	0,12	0,02	0,70	1,17	26
Schema 3	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 WM Wachheit	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	9
t2 WM Wachheit	1,03	1,00	0,24	0,08	0,64	1,33	9
t3 WM Wachheit	1,03	1,00	0,21	0,07	0,69	1,40	9

Tabelle E25. Befindlichkeit (3): Deskriptive Statistik.

Schema 1	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 RU Ruhe	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	22
t2 RU Ruhe	1,04	1,00	0,07	0,02	0,98	1,25	22
t3 RU Ruhe	1,02	1,00	0,10	0,02	0,84	1,29	22
Schema 2	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 RU Ruhe	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	26
t2 RU Ruhe	1,02	1,00	0,10	0,02	0,85	1,28	26
t3 RU Ruhe	0,99	1,00	0,12	0,02	0,68	1,24	26
Schema 3	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**	**N**
t1 RU Ruhe	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	9
t2 RU Ruhe	0,95	1,00	0,10	0,03	0,81	1,09	9
t3 RU Ruhe	1,01	1,00	0,08	0,03	0,85	1,13	9

In den nachfolgenden Tabellen E26-E29 sind die Daten der Speichelanalysen ebenfalls relativ zum ersten Zeitpunkt dargestellt.

Tabelle E26. Alpha-Amylase: Deskriptive Statistik.

SCHEMA	**Schema 1**					
	M	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**
t1 Amylase	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Amylase	1,09	0,99	0,37	0,08	0,67	2,31
t3 Amylase	1,04	0,91	0,42	0,09	0,64	2,42
	Schema 2					
t1 Amylase	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Amylase	1,02	0,97	0,20	0,04	0,75	1,41
t3 Amylase	0,98	0,96	0,24	0,05	0,53	1,67
	Schema 3					
t1 Amylase	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Amylase	0,90	0,90	0,12	0,04	0,74	1,16
t3 Amylase	0,82	0,81	0,13	0,04	0,63	1,02

Relativ-Daten; Einheit der Rohwerte: mU/ml.

Tabelle E27. Immunglobulin A: Deskriptive Statistik.

SCHEMA	**Schema 1**					
	M	**Md**	**SD**	**SE**	**Min**	**Max**
t1 IgA	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 IgA	0,97	0,94	0,26	0,06	0,56	1,45
t3 IgA	0,95	0,87	0,36	0,08	0,52	2,00
	Schema 2					
t1 IgA	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 IgA	0,95	0,95	0,24	0,05	0,55	1,61
t3 IgA	0,98	0,94	0,25	0,05	0,52	1,44
	Schema 3					
t1 IgA	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 IgA	1,06	1,02	0,31	0,10	0,72	1,69
t3 IgA	1,18	1,10	0,32	0,11	0,79	1,78

Relativ-Daten; Einheit der Rohwerte: µg/ml.

Tabelle E28. Cortisol: Deskriptive Statistik.

SCHEMA	Schema 1					
	M	Md	SD	SE	Min	Max
t1 Cortisol	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Cortisol	0,85	0,82	0,20	0,04	0,64	1,35
t3 Cortisol	0,86	0,81	0,31	0,07	0,48	1,67
	Schema 2					
t1 Cortisol	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Cortisol	0,79	0,81	0,20	0,04	0,40	1,16
t3 Cortisol	0,85	0,81	0,37	0,07	0,20	2,12
	Schema 3					
t1 Cortisol	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Cortisol	0,85	0,85	0,17	0,06	0,54	1,08
t3 Cortisol	1,01	1,03	0,33	0,11	0,48	1,45

Relativ-Daten; Einheit der Rohwerte: ng/ml.

Tabelle E29. Substanz P: Deskriptive Statistik.

SCHEMA	Schema 1					
	M	Md	SD	SE	Min	Max
t1 Substanz P	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Substanz P	0,84	0,71	0,36	0,08	0,32	1,93
t3 Substanz P	0,84	0,78	0,27	0,06	0,31	1,39
	Schema 2					
t1 Substanz P	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Substanz P	0,87	0,88	0,42	0,08	0,18	1,56
t3 Substanz P	0,89	0,88	0,39	0,08	0,22	1,81
	Schema 3					
t1 Substanz P	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 Substanz P	1,00	0,94	0,33	0,11	0,52	1,51
t3 Substanz P	0,78	0,67	0,43	0,14	0,21	1,70

Relativ-Daten; Einheit der Rohwerte: ng/ml.

Als abschließenden Teil der deskriptiven Darstellung wurden die wichtigsten statistischen Kennwerte für die komplementärdiagnostischen Methoden errechnet. Bei GDV und Hautwiderstand wurden ebenfalls die Werte relativ zum Ausgangswert t1 verwendet (Tabellen E30, E31).

Tabelle E30. GDV Glow Area: Deskriptive Statistik.

SCHEMA	Schema 1					
	M	Md	SD	SE	Min	Max
t1 GDV	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 GDV	1,16	1,18	0,12	0,02	0,93	1,43
t3 GDV	1,30	1,29	0,15	0,03	1,00	1,63
	Schema 2					
t1 GDV	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 GDV	1,21	1,18	0,14	0,03	0,92	1,53
t3 GDV	1,33	1,34	0,14	0,03	1,11	1,70
	Schema 3					
t1 GDV	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
t2 GDV	1,18	1,04	0,28	0,09	0,94	1,76
t3 GDV	1,32	1,34	0,10	0,03	1,18	1,46

Relativ-Daten; Einheit der Rohwerte: Pixel.

Tabelle E31. Hautwiderstand: Deskriptive Statistik.

SCHEMA	Schema 1					
	M	Md	SD	SE	Min	Max
Hautwiderstand t1	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Hautwiderstand t2	2,69	1,23	3,92	0,84	0,66	18,36
Hautwiderstand t3	2,03	1,02	2,17	0,46	0,46	10,00
	Schema 2					
Hautwiderstand t1	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Hautwiderstand t2	2,50	1,14	4,55	0,91	0,58	21,45
Hautwiderstand t3	1,80	1,13	2,20	0,44	0,37	10,71
	Schema 3					
Hautwiderstand t1	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Hautwiderstand t2	2,20	0,98	3,99	1,33	0,49	12,84
Hautwiderstand t3	2,71	0,87	5,27	1,76	0,49	16,71

Relativ-Daten; Einheit der Rohwerte: kΩ (Kiloohm).

10.8.) Experimentelle Befunde: Exposition und Befindlichkeit

Aufgrund des Versuchsaufbaus stellte sich bezüglich eines möglichen Effektes der Exposition folgende Frage an die statistische Auswertung: Unterscheidet sich der jeweilige Parameter in seiner Ausprägung zum Zeitpunkt t2 und/oder zum Zeitpunkt t3 signifikant vom Zeitpunkt t1 in Abhängigkeit vom jeweiligen Schema? Für die Auswertung mittels Varianzanalyse mit Messwiederholungsfaktor gilt daher, dass ein etwaiger Effekt der Expositionsbedingung sich über einen signifikanten Interaktionseffekt Zeitpunkt/Schema nachweisen ließe. Diese Vorgangsweise gilt für alle Parameter des Experimentaldesigns.

In zwei MDBF-Skalen zeigte sich eine Verletzung der Normalverteilungs-Voraussetzung (K-S-Test). Die Varianzanalyse gilt allerdings als relativ robust gegenüber

Voraussetzungsverletzungen (z.B. Bortz, 2005), sodass die Analyse wie beschrieben durchgeführt wurde.

Tabelle E32 stellt die Ergebnisse der ANOVA für die drei Skalen des Befindlichkeitsfragebogens MDBF dar.

Tabelle E32. Ergebnisse der Varianzanalyse: Befindlichkeit.

GS Gute Stimmung					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	45,36	1,00	45,36	29204,38	0,00
Schema	0,01	2,00	0,00	1,72	0,19
Fehler	0,14	53,00	0,00		
Zeitpunkt	0,01	2,00	0,00	1,30	0,28
Zeitpunkt*Schema	0,01	4,00	0,00	1,76	0,14
Fehler	0,22	108,00	0,00		
WM Wachheit					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	44,62	1,00	44,62	4188,28	0,00
Schema	0,03	2,00	0,02	1,51	0,23
Fehler	0,57	54,00	0,01		
Zeitpunkt	0,03	2,00	0,01	1,08	0,34
Zeitpunkt*Schema	0,05	4,00	0,01	1,01	0,41
Fehler	1,40	108,00	0,01		
RU Ruhe					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	46,63	1	46,63	13290,81	0,00
Schema	0,01	2	0,00	1,00	0,37
Fehler	0,19	54	0,00		
Zeitpunkt	0,00	2,00	0,00	0,21	0,81
Zeitpunkt*Schema	0,04	4,00	0,01	2,24	0,07
Fehler	0,05	108,00	0,01		

Varianzanalyse mit Messwiederholungsfaktor; GS=Gute Stimmung, WM=Wachheit, RU=Ruhe.

Keine der MDBF-Skalen zeigt signifikante Effekte bei der Varianzanalyse – weder für die Faktoren Zeit und Schema, noch für die Interaktion der beiden. Lediglich bei der Skala Ruhe kann man von einem Trend bei der Interaktion sprechen ($p<0,10$). Hier wurde für den Zeitpunkt 2 eine einfaktorielle ANOVA mit Kontrast-Tests errechnet, die die einzelnen Schemata miteinander verglichen. Für den Vergleich Schema 1 (M=1,04; SD=0,07) vs. Schema 3 (M=0,95; SD=0,10) ergab sich eine signifikant unterschiedliche Veränderung in Relation zu Zeitpunkt 1 ($p=0,02$). Der Trend zeigt also, dass während der maximalen Exposition der Faktor Ruhe ausgeprägter ist, als zum selben Zeitpunkt während minimaler Exposition in der Kontrollgruppe Schema 3.

10.9.) Experimentelle Befunde: Exposition und psychoimmunologische Stressparameter

Tabelle E33 stellt die Ergebnisse der ANOVA für die im Speichel gemessenen psychoimmunologischen Stressparameter dar. Die Auswertung erfolgte analog zu der Vorgehensweise bei den Befindlichkeitsskalen.

Tabelle E33. Ergebnisse der Varianzanalyse: Psychoimmunologie.

Alpha-Amylase					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	44,37	1,00	44,37	1270,78	0,00
Schema	0,12	2,00	0,06	1,73	0,19
Fehler	1,85	53,00	0,04		
Zeitpunkt	0,10	1,46	0,07	1,47	0,24
Zeitpunkt*Schema	0,20	2,93	0,07	1,42	0,24
Fehler	3,54	77,59	0,05		
Cortisol					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	38,08	1,00	38,08	1497,81	0,00
Schema	0,04	2,00	0,02	0,72	0,49
Fehler	0,32	53,00	0,01		
Zeitpunkt	0,68	1,60	0,42	8,70	0,00
Zeitpunkt*Schema	0,13	3,21	0,04	0,84	0,48
Fehler	1,35	53	0,03		
IgA					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	46,81	1,00	46,81	1633,92	0,00
Schema	0,08	2,00	0,04	1,45	0,24
Fehler	1,52	53,00	0,03		
Zeitpunkt	0,05	2,00	0,05	1,19	0,32
Zeitpunkt*Schema	0,19	4,00	0,12	1,27	0,28
Fehler	4,17	106,00	0,04		
Substanz P					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	32,13	1,00	32,13	728,02	0,00
Schema	0,05	2,00	0,03	0,58	0,57
Fehler	2,03	46,00	0,04		
Zeitpunkt	0,46	2,00	0,23	3,19	0,05
Zeitpunkt*Schema	0,12	4	0,03	0,40	0,81
Fehler	6,64	92	0,07		

Varianzanalyse mit Messwiederholungsfaktor (Test der Innersubjekteffekte mittels Greenhouse-Geisser bei Amylase und Huynh-Feldt für Cortisol).

Bei der Analyse der Alpha-Amylase-Konzentrationen zeigten sich keine signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte, ebenso bei Immunglobulin A (IgA). Bei Substanz P zeigte sich ein signifikanter Zeiteffekt. Relativ zu der jeweiligen Konzentration in der ersten Phase des Experiments nahmen die Werte über alle drei Schemata ab. Es wurde kein signifikanter Interaktionseffekt Zeit/Schema gefunden. Für Cortisol wurde – wie aufgrund der gesichteten Literatur zu erwarten war (Westermann et al. 2004) – ebenfalls ein signifikanter Zeiteffekt gefunden. Die Konzentration im Speichel nahm über die Zeit hinweg ab. Allerdings wurde auch bei Cortisol kein signifikanter Interaktionseffekt gefunden.

10.10.) Experimentelle Befunde: Exposition und komplementärmedizinische Parameter

Die Datenanalyse für komplementärmedizinische Parameter erfolgte sinnvollerweise nach dem gleichen Muster wie bei den Speichelparametern und der psychometrisch erhobenen Befindlichkeit. Tabelle E34 stellt die Ergebnisse der ANOVA für die die komplemetärmedizinischen Parameter GDV und den Hautwiderstand dar.

Tabelle E34. Ergebnisse der Varianzanalyse: Komplementärmedizinische Parameter.

GDV Glow					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	62,30	1,00	62,30	8054,90	0,00
Schema	0,00	2,00	0,00	0,50	0,62
Fehler	0,41	53,00	0,08		
Zeitpunkt	2,28	2,00	1,14	99,10	0,00
Zeitpunkt*Schema	0,01	4	0,00	0,29	0,84
Fehler	1,22	106,00	0,01		
Hautwiderstand					
	QS	**df**	**MQ**	**F**	**p**
Konstanter Term	161,86	1,00	161,86	31,36	0,00
Schema	0,38	2,00	0,19	0,04	0,96
Fehler	273,60	53,00	5,16		
Zeitpunkt	55,03	1,35	40,68	5,17	0,02
Zeitpunkt*Schema	5,98	4,00	1,49	0,28	0,89
Fehler	563,98	106,00	5,32		

Varianzanalyse mit Messwiederholungsfaktor (Test der Innersubjekteffekte bei Hautwiderstand mittels Greenhouse-Geisser).

GDV Glow Area

Für den Faktor Zeit wurde ein signifikanter Effekt gefunden. Wie aus den Mittelwerten ersichtlich, steigt der Glow-Wert – und damit das Wohlbefinden – in allen drei Schemata über die Zeit hinweg an. Es gibt keinen signifikanten Interaktionseffektt und keinen signifikanten Effekt für Schema.

Hautwiderstand

Beim Parameter Hautwiderstand zeigt sich ein signifikanter Zeiteffekt, allerdings kein Interaktionseffekt und kein Haupteffekt für Schema. Die Werte zu den Zeitpunkten t2 und t3 sind signifikant höher als zu Beginn des Experiments (t1).

10.11.) Nicht-experimentelle Befunde: EMF-Gesundheitsbesorgnis und psychische Belastung

Tabelle E35 stellt den Zusammenhang zwischen den beiden EMF-Gesundheitsbesorgnis-Skalen und psychologischen Belastungsparametern und soziodemographischen Faktoren dar.

Tabelle E35. Zusammenhänge zwischen EMF-Gesundheitsbesorgnis-Skalen und psychologischen Belastungsparametern sowie ausgewählten soziodemographischen Variablen (Korrelationskoeffizient Spearman's σ).

	Besorgnis Quelle		**Besorgnis Symptome**	
	r	**p**	**r**	**p**
Geschlecht	U=343,50*	0,74	U=296,0*	0,29
Bildung	Chi=0,00**	0,99	Chi=1,79**	0,41
Größe Wohnort	Chi=6,56**	0,04	Chi=4,26**	0,12
Alter	0,03	0,82	-0,03	0,82
SCL-Somatisierung	0,08	0,58	0,20	0,15
SCL-Zwanghaftigkeit	0,06	0,66	0,18	0,20
SCL-Unsicherheit	0,30	0,03	0,34	0,01
SCL-Depressivität	0,08	0,58	0,13	0,33
SCL-Ängstlichkeit	0,17	0,23	0,31	0,02
SCL-Aggressivität	0,36	0,01	0,38	0,00
SCL-Phobische Angst	-0,09	0,51	0,04	0,79
SCL-Paranoides Denken	0,15	0,26	0,21	0,13
SCL-Psychotizismus	0,05	0,72	0,11	0,44
SCL-PST	0,17	0,20	0,27	0,04
STAI-Zustandsangst (Summe)	0,10	0,46	0,27	0,05
BL-Beschwerden (Summe)	0,10	0,45	0,22	0,11
MDBF-Gute Stimmung (t0)	-0,10	0,49	-0,26	0,05
MDBF-Wachheit (t0)	-0,13	0,36	-0,15	0,27
MDBF-Ruhe (t0)	-0,09	0,53	0,27	0,05
Elektrosensitivität	0,32	0,02	0,24	0,08
Informiertheit Elektrosmog	-0,23	0,09	-0,26	0,06
Nähe Mobilfunksender	-0,02	0,91	-0,01	0,96
Nutzung Mobiltelefon	0,02	0,90	0,06	0,64
Alpha-Amylase (t1)	0,04	0,80	0,16	0,24
IgA (t1)	-0,14	0,31	-0,06	0,68
Cortisol (t1)	0,30	0,03	-0,17	0,23
Substanz P (t1)	-0,08	0,59	-0,07	0,61

*) Mann Whitney U-Test **) Kruskal Wallis Test.
Kategorien Bildung: ohne Matura, Matura, Universitätsabschluss.
Kategorien Größe Wohnort: über 20.000 Einwohner, zwischen 5.000 und 20.000, unter 5000 Einwohner.

Der Zusammenhang zwischen den EMF-Gesundheitsbesorgnis-Skalen und den SCL-Skalen, dem STAI, MDBF und den biochemischen Parametern kann als gering bezeichnet werden.

Die Korrelationen erreichen zum Großteil das Signifikanzniveau ($p<0,05$) nicht. Bei EMF-Gesundheitsbesorgnis bezügliche Quellen zeigen Personen, die in einer Stadt mit über 20.000 Bewohnern leben, signifikant geringere Werte. Die SCL-Skalen Unsicherheit und Aggressivität zeigen moderate signifikante Korrelationen mit beiden Besorgnisskalen. Die SCL-Skala Ängstlichkeit, der Gesamtwert SCL-PST, sowie die MDBF-Skala Ruhe korrelieren signifikant mit der Skala EMF-Gesundheitsbesorgnis bezüglich Symptome. Die Skala EMF-Gesundheitsbesorgnis bezüglich Quellen steht in nachweisbarem Zusammenhang zu subjektiver Elektrosensitivität und Cortisol (s. Tabelle E35).

In der vorliegenden Untersuchung wurde in erster Linie die Abhängigkeit von Befindlichkeitsparametern beim Menschen von der jeweiligen EMF-Expositionshöhe, verursacht durch einen GSM-Sender, untersucht. In Anlehnung an diese Themenstellung drängte sich die Frage auf, inwieweit die teilnehmenden Personen im normalen Alltag den Expositionen von Mobilfunksendern ausgesetzt sind. Zu diesem Zweck wurde im Fragebogen nach der subjektiven Nähe zu einem Mobilfunksender gefragt. 22 kreuzten eine Entfernung von über 100 Metern an oder antworteten, dass sie nicht in der Nähe eines Senders leben. Für 14 lag die subjektive Entfernung zum nächsten Sender bei 100 Metern oder weniger. Teilt man diese beiden Gruppen, so sieht man deutliche Unterschiede bezüglich einzelner psychischer Parameter (Tabelle E36).

Tabelle E36. Psychische Belastung analysiert nach Wohnnähe zu einem Handymasten (subjektiv geschätzte Entfernung >100m vs. ≤100m).

Wohnnähe Handymast	**>100m (n=22)**					**≤100m (n=14)**						
	M	**SD**	**Perz**			**M**	**SD**	**Perz**				
			25.	**Md (50.)**	**75.**			**25.**	**Md (50.)**	**75.**	**U**	**p**
SCL-Somatisierung	2,91	2,99	0,75	2,00	3,50	5,57	4,13	3,00	4,00	9,00	82,5	0,019
SCL-Zwanghaftigkeit	2,82	1,89	1,00	2,50	4,00	5,07	3,36	3,00	4,50	6,25	82,5	0,019
SCL-Unsicherheit	2,59	2,22	1,00	2,00	4,00	3,79	3,49	1,00	2,50	6,00	128,5	0,401
SCL-Depressivität	2,86	2,46	1,00	2,50	5,25	5,29	4,34	2,00	4,50	9,00	100,5	0,080
SCL-Ängstlichkeit	1,68	1,25	0,75	2,00	2,25	4,21	4,00	1,75	3,00	6,25	90	0,034
SCL-Aggressivität	1,86	1,78	0,00	2,00	3,00	1,71	2,05	0,00	1,00	3,00	137	0,571
SCL-Phobische Angst	0,36	0,66	0,00	0,00	1,00	1,64	1,69	0,75	1,00	2,25	68	0,002
SCL-Paranoides Denken	2,09	1,74	0,75	2,00	3,25	2,43	3,01	0,00	1,00	5,25	144,5	0,753
SCL-Psychotizismus	1,00	1,20	0,00	0,50	2,00	2,14	3,06	0,00	1,00	4,00	124	0,305
SCL-GSI	0,23	0,12	0,13	0,24	0,29	0,39	0,29	0,17	0,33	0,53	95,5	0,057
SCL-PST	16,68	7,64	11,00	18,50	22,00	27,21	19,52	11,75	25,00	35,25	91	0,041
SCL-PSDI	1,20	0,20	1,03	1,14	1,36	1,35	0,39	1,18	1,26	1,45	111,5	0,166
STAI-State Angst	28,27	5,35	24,00	27,50	30,25	34,07	6,67	29,25	35,50	38,25	80	0,016
BL-Beschwerden	5,68	5,84	1,00	4,00	8,00	10,71	12,75	3,00	5,50	13,75	114	0,192
Elektrosensitivität	1,14	1,36	0,00	1,00	3,00	0,86	1,10	0,00	0,50	1,25	140	0,626
EMF-Besorgnis Quellen	19,77	12,22	10,25	20,00	31,50	17,46	9,79	9,00	20,00	24,00	129,5	0,644
EMF-Besorgnis Symptome	28,29	23,64	7,50	24,00	49,50	21,46	18,67	6,50	21,00	29,00	116,5	0,478
Alpha-Amylase	2,04	1,29	1,28	1,53	2,66	2,87	1,26	1,64	2,79	4,01	87	0,043
Immunglobulin A	163,52	86,30	97,83	135,53	232,87	247,40	253,41	105,35	141,80	310,50	137	0,736
Cortisol	2,96	1,07	2,06	2,59	3,85	3,51	2,67	2,09	2,67	3,77	142,5	0,880
Substanz P	0,66	0,49	0,32	0,54	0,81	0,61	0,63	0,25	0,37	0,93	100,5	0,340

Signifikanzüberprüfung mittels Mann-Whitney-U-Test

So weist die Gruppe der Teilnehmer, die die Wohndistanz zum nächsten Sender auf 100 Meter oder weniger schätzen, signifikant höhere Werte in den SCL-Skalen Somatisierung, Zwanghaftigkeit, Ängstlichkeit, Phobische Angst, dem Summenscore für psychische Belastung PST, sowie beim STAI-Summenscore für Zustandsangst auf. Zudem zeigen sich für die Ausgangswerte für Alpha-Amylase (erste Messphase mit minimaler Exposition) signifikant höhere Werte für "subjektive Anrainer". Das bedeutet, dass Personen mit wahrgenommener Wohnnähe zu einem Mobilfunksender psychisch deutlich belasteter sind. Gleichzeitig zeigt sich aber kein Unterschied in den EMF-Gesundheitsbesorgnis-Skalen.

11.) Diskussion

Die Fragestellungen der vorliegenden Studie fokussierten im Wesentlichen auf zwei Bereiche: In Fragestellung (1) ging es um die Frage, inwieweit Exposition durch Mobilfunkstrahlung Auswirkungen auf die Befindlichkeit des Menschen haben kann. In Fragestellung (2) wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen Gesundheitsbesorgnis hinsichtlich EMF und Indikatoren der subjektiven psychischen Belastung untersucht. Einerseits geht es also um die Frage, ob es direkte Wirkungen von EMF (im Kurzzeitversuch) gibt, andererseits darum, ob eventuelle Beschwerden, Beeinträchtigungen mit Gesundheitssorgen in Zusammenhang stehen.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Fragestellungen im Detail eingegangen, die gefundenen Ergebnisse zusammengefasst und mögliche Interpretationen geliefert.

Fragestellung (1a) lautete:

Bestehen Unterschiede in der Ausprägung der Befindlichkeit, erhoben durch ein psychometrisches Verfahren, in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition durch EMF?

Die durchgeführte Varianzanalyse mit Messwiederholungsfaktor mit den Daten aus dem Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (Steyer et al., 1997) zeigte für die Skalen Gute Stimmung, Wachheit und Ruhe keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen Exposition und Befindlichkeit. Als relevanter Hinweis für einen solchen Zusammenhang wurde zunächst der Interaktionseffekt Schema/Zeit gedeutet. Bei keiner der drei Skalen ergab sich ein signifikanter Effekt. Lediglich bei der Skala RU kann man von einem Trend sprechen ($p=0,07$).

Dieser Trend sprach für einen Unterschied zwischen den Schemata zum Zeitpunkt 2. Für diesen Zeitpunkt ergab der Kontrast zwischen Schema 1 und Schema 3 einen signifikanten Unterschied (p=0,02). Probanden von Schema 1 wiesen also während der maximalen Exposition eine höhere Ausprägung in der Skala Ruhe auf, als Probanden zur selben Zeit in Schema 3 während minimaler Exposition. Es muss hier allerdings betont werden, dass der Ausgangspunkt der Analyse die ANOVA mit Messwiederholungsfaktor und der angesprochene Interaktionseffekt Schema/Zeit ist, welcher die Signifikanzgrenze nicht erreicht.

In der Literatur gibt es allerdings entsprechende Hinweise, dass EMF eine leicht sedierende Wirkung haben. In Schlafstudien und EEG-Experimenten wurden leicht hypnotische Effekte von EMF im Mobilfunkbereich festgestellt (Mann & Röschke, 1996; Borbely et al., 1999; Huber et al., 2000; Lebedeva et al. 2000, 2001). Das vorliegende Untersuchungsdesign geht von der Annahme aus, dass die Effekte durch Mobilfunk – soweit sie vorliegen – parallel zur Exposition oder zumindest eine Stunde später sichtbar werden. Über längerfristige Effekte wird diskutiert (z.B. Zinelis, 2008), eine umfangreiche Studie, deren Teil die vorliegende Arbeit war, zeigt Analysen über mehrere Stunden und mehrere verschiedene Expositionsstufen (Augner et al., 2008).

Als nachteilig muss man anmerken, dass Schema 3 – und damit die Kontrollgruppe – aus organisatorischen Gründen nur 9 Personen zugeteilt wurden. Dies und die Tatsache, dass hier sehr niedrige Leistungsflussdichten den Verdacht möglicher Effekte auf die Skala Ruhe des MDBF nahelegen, sprechen auf jeden Fall für weitere Untersuchungen in diesem Bereich. Hier wären höhere Leistungsflussdichten und höhere Probandenzahl in der Kontrollgruppe empfehlenswert.

Fragestellung (1b) lautete:

Bestehen Unterschiede in der Ausprägung von biomedizinischen Stressparametern, die im Speichel gemessen werden, in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition durch EMF?

Um Fragestellung (1b) zu beantworten, wurde ebenfalls eine Varianzanalyse mit Messwiederholungsfaktor für die relevanten Daten aus den Speichelmessungen errechnet. Es konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Exposition durch EMF und der Konzentration von Stress- und Immunparametern hergestellt werden. Für keinen der Parameter zeigte sich ein signifikanter Schema/Zeit-Interaktionseffekt. Für Cortisol und Substanz P konnte ein signifikanter Zeiteffekt nachgewiesen werden. Bei Substanz P zeigte sich eine Abnahme in der Konzentration von Messphase 1 bis Messphase 3. Bei Cortisol war

sich zunächst eine Abnahme und dann wieder eine leichte Zunahme feststellbar. Bei den Speichelparametern wurden die jeweils drei Messungen jeder Phase gemittelt. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, da Einzelmessungen vor allem in der klinischen Diagnostik als wenig valide gelten. Weiters ist dieses Vorgehen hypothesenkonform, da bei entsprechender Wirkung der Exposition alle drei Messungen verändert sein müssten und somit auch einen veränderten Mittelwert ergeben würden. Tageszeitliche Veränderungen der Konzentration sind vor allem bei Cortisol wahrscheinlich, eine rechnerische Anpassung der Daten an diesen Tagesverlauf allerdings unüblich (Mann et al., 1998; Radon et al., 2001) und mit Unsicherheiten behaftet. Über die Tagesverläufe der anderen Parameter existieren entweder fast keine oder nicht eindeutige Evidenz (Nater et al., 2007).

In Summe zeigte sich im vorliegenden Experiment kein Hinweis auf Kurzzeiteffekte der EMF-Exposition auf die gemessenen Parameter. Bei deutlich höheren Leistungsflussdichten waren in einer früheren Studie hinsichtlich Cortisol in der ersten Stunde der Exposition Effekte gefunden worden (Mann et al., 1998), in einer anderen bei 1W/m² allerdings nicht (Radon et al., 2001). Man könnte argumentieren, dass aufgrund der viel geringeren Leistungsflussdichten keine Effekte zu erwarten waren. Auf der anderen Seite sind die gemessenen Expositionshöhen im Bereich der üblichen Größenordnungen bei Mobilfunksendern, die im Unterschied zu Mobiltelefon ständig senden und denen der Mensch damit auch (praktisch) ununterbrochen ausgesetzt ist. Damit ist die Situation, die in der vorliegenden Studie hergestellt wurde, wesentlich „natürlicher“ als die oben zitierten Laborstudien. Weiters ist es bis dato lediglich eine Hypothese, dass höhere Leistungsflussdichten im Falle einer Wirkung auch höhere Effekte aufweisen als niedrigere Leistungsflussdichten. Hier stellt sich deutlich die Frage nach Langzeiteffekten in den niedrigeren Bereichen, die aber auch wesentlich schwieriger zu untersuchen sind.

Fragestellung (1c) lautete:

Bestehen Unterschiede in der Ausprägung von komplementärmedizinischen Stressparametern in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition durch EMF?

Die Auswertungen wurden analog zu den Fragestellungen (1a) und (1b) durchgeführt. Es gab bei beiden Parametern – GDV Glow Area und Hautwiderstand – keine signifikanten Interaktionseffekte, aber jeweils einen Zeiteffekt. Die GDV Glow Area stieg über die Zeit hinweg an, das bedeutet, dass sich die Probanden immer weniger gestresst fühlten. Eine ähnliche Tendenz zeigte der Hautwiderstand. Allerdings: Nur in Schema 3 stieg der Hautwiderstand in der dritten Phase des Experiments weiter an, in den anderen beiden

Schemata nicht. Durch den Einsatz dieser Messmethoden wurde erwartet auch sehr subtile Veränderungen detektieren zu können. Sie wurden im Kontext der Forschung im Bereich Mobilfunk und Gesundheit – zumindest nach dem Kenntnisstand des Autors – noch nicht verwendet. Hier scheint sich allerdings nur eines gezeigt zu haben, nämlich: Die Aufregung zu Beginn des Experiments wurde offensichtlich geringer. Beim GDV Glow zeigt sich diese Tendenz sehr deutlich, vermutlich deshalb, weil das Handling mit diesem Gerät für den Probanden sehr ungewöhnlich ist.

Fragestellung (2a) lautete:

Besteht ein Zusammenhang zwischen Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF und psychischer Belastung, Zustandsangst sowie körperlicher Beschwerden?

Es bestehen zum Teil moderate Zusammenhänge. Bewohner von Städten über 20.000 Einwohner zeigen weniger Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF-Quellen. Gerade in der Stadt gibt es aber eine Vielzahl dieser Quellen. Hier könnte das kognitive Dissonanzphänomen eine Rolle spielen, das auch weiter unten noch einmal angesprochen wird. Menschen, die ständig von technischen Einrichtungen umgeben sind, nehmen diese weniger bedrohlich wahr, weil sie ihre Besorgnis durch beschwichtigende Kognitionen nach unten korrigieren (Festinger, 1957). Die SCL-Skalen Unsicherheit und Aggressivität korrelieren mit beiden Besorgnisskalen signifikant positiv. SCL-Ängstlichkeit und der Gesamtwert SCL-PST sowie die MDBF-Skala Ruhe korrelieren mit Gesundheitsbesorgnis bezüglich Symptome. Die Skala Gesundheitsbesorgnis bezüglich Quellen steht in signifikanten Zusammenhang mit Elektrosensitivität und Cortisol. Bereits im Literaturteil wurde eine Studie angesprochen, in der Rubin et al. (2008) die Frage aufwerfen, inwieweit solche Zusammenhänge Aussagen über Kausalitäten zulassen. Eine Interpretation wäre: Ängstliche, belastete, aggressive Menschen neigen eben auch (unter anderem) dazu Mobilfunk gefährlicher zu finden als andere. Die zweite Interpretation: Durch Exposition wird man erst ängstlich, belasteter, aggressiver und besorgter. Letzteres kann zumindest anhand der subjektiven Daten noch evaluiert werden. Insgesamt ist aber zu beachten, dass all diese Zusammenhänge und Unterschiede keine klinisch-pathologischen Interpretationen zulassen. Die Werte sind bei allen Skalen im Normalbereich angesiedelt.

Fragestellung (2b) lautete:

Besteht ein Zusammenhang zwischen Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF und Wohnnähe zu Mobilfunksendern, Nutzung eines Mobiltelefons, subjektiver Informiertheit über das Thema sowie selbstangegebener Elektrosensitivität?

Es besteht kein Zusammenhang zwischen Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF und subjektiver Wohnnähe zum nächsten Mobilfunksender. Die subjektive Informiertheit über das Thema scheint tendenziell negative Zusammenhänge mit der Besorgnis aufzuweisen (allerdings nicht signifikant!). Elektrosensitivität weist einen leicht positiven und signifikanten Zusammenhang mit der Skala Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF-Quellen auf (r=0,32).

In einer weiteren Analyse wurde die subjektive Wohnnähe zum nächsten Mobilfunksender genauer untersucht. Personen, die angaben 100 Meter oder weniger entfernt vom nächsten Sender zu leben („Handymasten“), zeigten signifikant höhere Werte in mehreren Parametern der psychischen Belastung als Personen, die mehr als 100 Meter Entfernung angaben. Diese Unterschiede betrafen die SCL-Skalen Somatisierung, Zwanghaftigkeit, Ängstlichkeit, Phobische Angst, SCL-PST und bei den biomedizinischen Parametern die Anfangskonzentration der Alpha-Amylase. In Summe können diese Personen also als deutlich belasteter bewertet werden. Auch hier muss man die Frage nach der Kausalität im Sinne von Rubin et al. (2008) stellen. Sind diese Unterschiede auf EMF-Gesundheitsbesorgnis zurückzuführen, im Sinne eines psychosomatischen Nocebo-Ansatzes? Also: Die vorhandene Besorgnis löst Stresssymptome aus. Oder: Die subjektive Entfernung zur nächsten Mobilfunksendeanlage spiegelt reale Expositionsbedingungen wider und führt zu diesen Symptomen? Gegen die erste Hypothese spricht, dass es keine signifikanten Unterschiede in Gesundheitsbesorgnis oder Elektrosensitivität-Rating bei diesen beiden Gruppen gibt. Eher im Gegenteil: die Werte zeigen in die entgegengesetzte Richtung, was mit der kognitiven Dissonanztheorie von Festinger auch besser erklärbar wäre. Es scheint logischer, wenn die meisten Menschen versuchen ihre Besorgnis tendenziell herunterzuspielen, wenn sie merken, dass sie in der Nähe einer möglicherweise gesundheitsgefährdenden Mobilfunkanlage wohnen. Zudem gibt es eine deutliche Evidenz, dass dieser Effekt gerade dann zu beobachten ist, wenn Einzelpersonen geringe oder gar keine Kontrolle der Situation haben (z.B. bei Anwohnern von Atomkraftwerken) (Hellbrück und Fischer, 1999).

Die zweite Frage, nämlich ob die tatsächliche Exposition mit der subjektiven Entfernung in Zusammenhang steht, ist mit dieser Studie nicht zu klären aber interessant genug, um in der zweiten Studie dieser Arbeit wieder aufgegriffen zu werden.

STUDIE 2

12.) Einleitung

In Studie 1 wurde die selbst angegebene Entfernung zum nächstgelegenen Mobilfunksender als zusätzlicher Parameter erfasst. Eine objektive Einschätzung der tatsächlichen Exposition durch EMF ist durch die Einschätzung der Personen selbst nicht möglich. Es ist zwar nicht unwahrscheinlich, dass ein moderater Zusammenhang zwischen Exposition und tatsächlicher Entfernung zum Mobilfunksender besteht. Diesen Zusammenhang zeigt beispielsweise die Studie von Bortkiewicz et al. (2004). Dennoch kann die Entfernung nicht als verlässlicher Indikator für Exposition gelten.

Studie 1 ergab einen Unterschied zwischen Anrainern von Mobilfunksendern und Nicht-Anrainern bzgl. psychischer Belastungsparameter. Gleichzeitig unterschieden sich diese beiden Gruppen in den EMF-Gesundheitsbesorgnis-Skalen nicht voneinander. Da die Gesundheitsbesorgnis als Erklärung für die höhere Belastung von Anrainern dadurch nicht in Frage kommt, bleibt die Fragestellung nach der EMF-Exposition als mögliche Ursache zu klären.

In einem ehrgeizigen Projekt sollte diese Fragestellung in der vorliegenden Studie 2 geklärt werden. Dafür war es notwendig die selbst angegebenen Entfernungswerte als tatsächliche Expositionswerte zu evaluieren. Dazu schien es am sinnvollsten EMF-Messungen bei den Probanden zuhause durchzuführen – und zwar in den jeweiligen Schlafräumen, da man sich dort gewöhnlich am längsten und in der sensiblen Phase des Schlafes aufhält. Zudem gibt es einige klare Hinweise dafür, dass EMF-Exposition während des Schlafes beim Organismus nicht ohne Wirkung bleibt (Mann & Röschke, 1996; Wagner et al., 1998).

13.) Fragestellungen und Hypothesen

Fragestellung (1)

Besteht ein Zusammenhang zwischen den in Studie 1 erhobenen selbstgeschätzten Distanzen zwischen Wohnbereich und nächstem Mobilfunksender und der tatsächlichen EMF-Exposition?

Fragestellung (2)

Verbunden mit Fragestellung (1): Lassen sich die in Studie 1 gefundenen signifikanten Unterschiede zwischen Anrainern von Mobilfunksendern (Distanz 100 Meter oder kleiner) und Nicht-Anrainern (Distanz über 100 Meter) bzgl. psychologischer Stressparameter auf tatsächliche EMF-Exposition im eigenen Wohnbereich zurückführen?

14.) Methode

14.1.) Design

EMF-Messungen (Leistungsflussdichten) wurden in den Schlafräumen der Probanden aus Studie 1 durchgeführt, um die selbstgeschätzten Distanzen zum Mobilfunksender aus Studie 1 als Expositionsvariable zu validieren und die gefundenen Effekte bezüglich psychologischer Variablen hinsichtlich ihrer Ursache zu überprüfen.

14.2.) Stichprobe

Alle N=57 Probanden aus Studie 1 wurden telefonisch kontaktiert und gebeten, an einer weiteren Studie teilzunehmen. Im Falle der Nichterreichbarkeit wurde in mehreren Phasen immer wieder angerufen. Die Probanden wurden darüber unterrichtet, dass ein Messtechniker in ihrem Schlafraum EMF-Messungen durchführen würde. 4 Personen waren bereits verzogen und so machte eine Messung keinen Sinn, 7 Personen konnten nicht erreicht werden, 15 Personen wollten nicht teilnehmen und 31 Personen erklärten sich zu den Messungen bereit.
Davon wurden bei einer Person aus geographischen Gründen keine Messungen durchgeführt, eine Person musste den Termin aus Krankheitsgründen absagen und eine weitere wegen eines

Todesfalles in der Familie. Es blieben also 28 Teilnehmer (49,12%) der Studie 1, bei denen Messungen durchgeführt wurden.

Soziodemographische Daten: Diese Teilstichprobe unserer ersten Studie zeigte folgende Charakteristika: Von den 28 Teilnehmern waren 11 (39,30%) männlich und 17 (60,70%) weiblich. Das Alter lag zwischen 18 und 66 Jahren (M= 42,96; SD=12,84). Bezüglich Alter gab es keinen signifikanten Unterschied beim Geschlecht (t(df=26)=0,882; p=0,39).

14.3.) Untersuchungsverfahren

14.3.1.) Psychometrische Erhebungsverfahren

Wahrgenommene Umweltqualität

Im Zuge der EMF-Messungen in den Schlafräumen der Probanden schien es notwendig Erhebungen durchzuführen, die andere Einflüsse als EMF als mögliche Ursache für die höhere psychische Belastung der subjektiven Anrainer von Mobilfunksendern erfasst. Da bereits in Studie 1 umfangreiche Erhebungen zur Person und verschiedener psychosozialer Aspekte durchgeführt worden waren und wegen der Tatsache, dass die Befragung aus pragmatischen Gründen per Telefon durchgeführt wurde, schien es wünschenswert, einerseits ein möglichst kurzes Questionnaire zu erstellen und andererseits auf andere Umweltrisiken als auf EMF einzugehen. Aus psychologischer Sicht war es in diesem Zusammenhang naheliegend, näherungsweise auf das Konzept der wahrgenommenen Umweltqualität (Perceived Environmental Quality Index, PEQI, Hellbrück & Fischer, 1999) zurückzugreifen. Dieses Konzept hebt die Bedeutung des subjektiv Wahrgenommenen (im Gegensatz zum EQI, der sich am physikalisch Messbaren orientiert) hervor und versucht gleichzeitig emotional eher neutral zu bleiben. Da die Bewertung bzw. die emotionale Reaktion für Objekte der eigenen Lebensqualität aber auch wesentlich ist, wurde dieses Postulat im vorliegenden Fragebogen nicht immer eingehalten.

Das Fragebogenverfahren zur wahrgenommenen Umweltqualität

Die wahrgenommene Umweltqualität kann viele Facetten haben. In den USA existieren Konzepte des PEQI bezüglich Luftqualität, Wasserqualität, Lärm, Wohnqualität und vieles mehr (Craik & Feimer, 1987). Andere Ansätze fokussieren auf soziale bzw.

zwischenmenschliche Bereiche oder bauliche Voraussetzungen bei der Wohnqualität (z.B. Skjaveland & Garling, 1997). Aus pragmatischen Gründen ist in der vorliegenden Studie die Anwendung solcher Konzepte weder zielgerichtet noch wünschenswert. Es ist nicht das Ziel eine möglichst umfassende Diagnostik der Umwelt- und Wohnsituation zu erreichen, sondern grobe Bereiche zu identifizieren, die mit den in Studie 1 gefundenen Ergebnissen in Zusammenhang stehen könnten. Eine Hilfestellung für die Konstruktion des Fragebogens bot van Poll (1997). Wichtige inhaltliche Aspekte wurden aus Hellbrück und Fischer's (1999) Lehrbuch, sowie von Miller (1998) aufgegriffen.

Um die theoretischen und praktischen Hintergründe der Inhalte zu verdeutlichen und einen Einblick in die erhebungstechnologische Entwicklung des Fragebogens zu geben, werden im Folgenden die einzelnen Items aufgelistet und erläutert.

1. Probanden-Nr. GSM-Studie/Name:			
2. Tag/Uhrzeit der Befragung:			
3 .Tag/Uhrzeit der Messung:			
4. Wohngegend:	☐ Stadt	☐ Kleinstadt	☐ Land
5. Art des Wohnsitzes:	☐ Garconniere	☐ Wohnung	☐ Reihenhaus ☐ Haus

Frage 4 war die erste inhaltlich relevante Frage – nach der Wohngegend des Probanden: Da eine genaue Erhebung schon bei der ersten Studie nach Einwohnerzahl des Wohnortes stattgefunden hatte, waren hier die Antwortkategorien gröber. Ein wichtiger Faktor für die Lebensqualität ist die Art des Wohnsitzes (Frage 5).

6. Sie sind	☐ Mieter	☐ Eigentümer?
7. Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt? Insgesamt:		Erwachsene:
8. Wie groß ist Ihre Wohnung/Haus in m²?		
9. Wie viele Räume hat Ihre Wohnung/Haus?		

Der Frage 6 nach Miete oder Eigentum schließen sich die Fragen 7 bis 9 an, die sich alle auf die Wohndichte beziehen, der die Probanden ausgesetzt sind. Die Wohndichte ist als ein wesentlicher Faktor für die Wohnqualität anzusehen (Hellbrück & Fischer, 1999) und bei entsprechender Höhe ein Faktor der psychischen Belastung.

10. Wie viel Zeit verbringen Sie von Montag bis Freitag im Durchschnitt in der Wohnung/Haus (OHNE Schlafenszeit)? In etwa □ 0 bis 2 Stunden □ 2 bis 4 Stunden □ 4 bis 8 Stunden □ 8 bis 12 Stunden □ mehr als 12 Stunden
11. Wie viel Zeit verbringen Sie von Montag bis Freitag durchschnittlich im Schlafraum? □0 bis 4 Stunden □4 bis 6 Stunden □6 bis 8 Stunden □mehr als 8 Stunden
12. Wie würden Sie Ihre durchschnittliche Schlafqualität der letzten 7 Tage beurteilen? *sehr schlecht* □0 □1 □2 □3 □4 □ 5 *sehr gut*
13. Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer Wohnsituation insgesamt? *sehr unzufrieden* □0 □1 □2 □3 □4 □ 5 *sehr zufrieden*
14. Wie lange wohnen Sie in Ihrer Wohnung/Haus? Jahre

Da die EMF-Messungen in den Schlafräumen stattfanden, also in jenen Räumen, in denen man die sensible Phase der Erholung verbringt, war es angebracht zu eruieren, wie lange sich die Teilnehmer überhaupt in diesen Räumen aufhalten bzw. zu Hause aufhalten (Frage 10 und 11) und wie lange man schon in einer bestimmten Wohnung/Haus wohnt (Frage 14). Schlafqualität und Zufriedenheit mit der Wohnsituation sind wesentliche Indikatoren, die sich auf die psychische Gesamtbelastungssituation massiv auswirken können.

15. Wird in Ihrer Wohnung geraucht? □nein □ja, nur in bestimmten Räumen . □ja, überall
16. Wie stark fühlen Sie sich in Ihrer Wohnung von unangenehmen Gerüchen oder Luftverschmutzung gestört oder beeinträchtigt? *gar nicht* □0 □1 □2 □3 □4 □ 5 *sehr stark*

17. Wie stark fühlen Sie sich in der Nacht im Schlafraum durch unangenehme Geräusche oder Lärm gestört oder beeinträchtigt? *gar nicht* □0 □1 □2 □3 □4 □ 5 *sehr stark*

Die Fragen 15 bis 17 beschäftigen sich mit den gängigen physischen Umwelteinwirkungen Geruch und Lärm. Auch hier gibt es wieder die Spezifikation auf die Nachtstunden, da Lärm während der Schlafenszeit ein besonderer Stressor ist. Zigarettenrauch in Wohnungen ist die größte Schadstoffbelastung in Innenräumen (Hellbrück & Fischer, 1999).

Folgende Fragen beziehen sich auf Ihre Belastung durch elektromagnetische Felder:

18. Wenn Sie an Ihre Teilnahme an der GSM-Studie zurückdenken: Hat sich Ihre persönliche Besorgnis bzgl. möglicher Gesundheitsrisiken des Mobilfunks verändert? ☐bin heute weniger besorgt ☐bin heute besorgter ☐bin heute genauso besorgt wie damals
19. Können Sie Strom oder elektromagnetische Strahlung spüren? ☐ja ☐nein
20. Haben oder hatten Sie zu Hause ein Schnurlostelefon (DECT/GAP-Standard)? ☐ ja, seit Jahren ☐nein, abgeschafft vor Jahren ☐ nein, nie
21. Haben oder hatten Sie zu Hause ein Funk-Internet (WLAN)? ☐ ja, seit Jahren ☐nein, abgeschafft vor Jahren ☐ nein, nie
22. Nutzen Sie ein Mobiltelefon? ☐ja, seit Jahren ☐nein Wenn ja: ☐ täglich Minuten ☐nicht täglich

Die übrigen Fragen beschäftigen sich in Ergänzung bzw. Wiederholung zum Fragebogen aus Studie 1 neuerlich mit elektromagnetischen Feldern im Alltag des Probanden. Die Fragen zu WLAN (Frage 21) und DECT (Frage 20) waren auch thematisch im Fragebogen von Studie 1 nicht adäquat berücksichtigt.

14.3.2.) Messung der EMF-Exposition

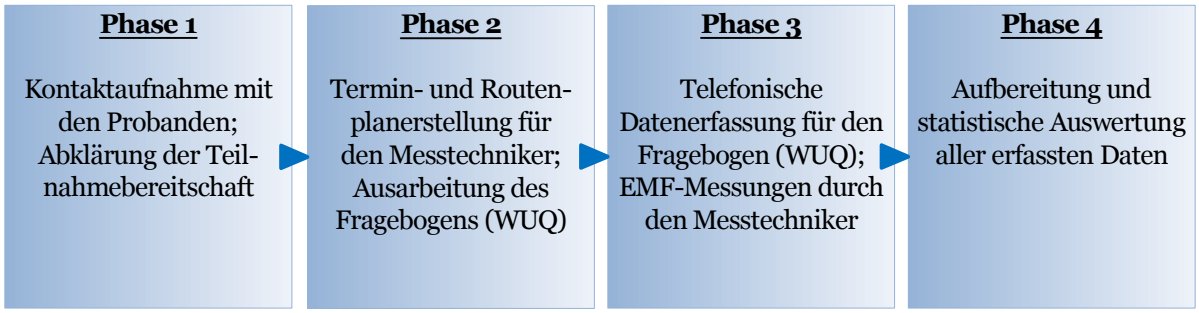
Die HF-EMF-Messungen vor Ort wurden von Dr.-Ing. Dietrich Moldan (Ipfhofen/Deutschland) mittels Spektrumanalysator vom Typ Advantest R3132 durchgeführt. Dieses Messgerät ist in der Lage die Frequenz auf der gesendet wird zu ermitteln, eine Zuordnung zum jeweiligen Funkdienst durchzuführen, Feldstärken und Strahlungspegel zu errechnen sowie zu erkennen, ob es sich um eine gepulste oder ungepulste Modulation des Signals handelt.

Die Erfassung der HF-EMF wurde im Kopfbereich des Bettes der Probanden durchgeführt – bis ca. 30 cm oberhalb der Matratze. Über ein längeres Zeitintervall wurden die Daten durch Drehen der Antenne in alle Himmelsrichtungen („Schwenkmethode“) sowie durch Statusmessung in horizontaler und vertikaler Lage erfasst. Diese Daten wurden auf einem Datenträger gespeichert.

15.) Untersuchungsablauf

Der Untersuchungsablauf gliedert sich in insgesamt 4 Phasen (Abbildung E2). Zunächst erfolgte die telefonische Kontaktaufnahme mit den Teilnehmern. Es wurde der Besuch eines Messtechnikers in Aussicht gestellt, mit der Aufgabe die Exposition durch EMF im Schlafraum des Teilnehmers zu messen. Weiters wurde mit jenen Probanden, die sich einverstanden erklärten, ein neuerlicher telefonischer Gesprächstermin vereinbart, um den Fragebogen abfragen zu können. In einer Phase 2 wurde dem zertifizierten Messtechniker eine Liste mit Teilnehmern zugesendet. Anhand dieser Liste und der Adressen der Probanden (Salzburg Stadt und Salzburg Land) wurde ein Routenplan zusammengestellt. Die Messungen sollten für alle Teilnehmer innerhalb einer Woche stattfinden. In einer dritten Phase wurden die Teilnehmer noch einmal telefonisch kontaktiert und die genauen Termine mitgeteilt. Im Zuge dieser Kontaktaufnahme wurde der Fragebogen bearbeitet. Schließlich erfolgten in der „Messwoche“ die EMF-Messungen in den Schlafräumen durch den Messtechniker.

Abbildung E2. Projektplanung der Studie 2.



16.) Ergebnisse

16.1.) Deskriptive Statistik: Exposition

Eine Übersicht über die wichtigsten Messwerte der Untersuchung liefert Tabelle E37. Die vorliegende Auswertung betrifft lediglich EMF. Weiters wurden elektrische Wechselfelder sowie magnetische Wechsel- und Gleichfelder untersucht, die für die Auswertung dieser Studie aber nicht von Bedeutung sind.

Tabelle E37. Leistungsflussdichten (µW/m²) der EMF-Messungen in den Schlafräumen der Probanden (am Bett, im Kopfbereich).

Quelle	UKW	TV	GSM900	GSM1800	GSM Summe	DECT	UMTS	WLAN
M	16,05	6,57	191,84	128,39	320,24	225,38	423,56	5,79
Md	6,67	1,71	3,43	0,83	5,81	0,23	7,43	0,00
SD	27,01	13,24	565,56	404,21	887,83	876,50	1129,05	30,62
SE	5,10	2,50	106,88	76,39	167,78	165,64	213,37	5,79
95% CI	10,47	5,13	219,31	156,74	344,27	339,88	437,81	11,88
99% CI	14,14	6,93	296,15	211,66	464,91	458,98	591,22	16,04
Min	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	114,44	52,81	2174,97	1560,10	3712,80	4463,33	4056,50	162,05

Insgesamt lagen die Werte sehr niedrig. Die Mittelwerte geben die tatsächlichen Belastungen nicht so gut wieder, da bei einigen Probanden keine nennenswerten Leistungsflussdichten gemessen wurden und bei anderen sehr viel höhere. Es fällt zusätzlich ins Gewicht, dass nur 28 Probanden an der Untersuchung teilnahmen. Wenn man die Maximalwerte bei den GSM-Parametern analysiert, sieht man, dass man bezüglich der Größenordnung der Exposition etwa im Bereich der Mittelwerte der Maximalexposition der ersten Studie liegt. Hier soll noch einmal auf den sogenannten Salzburger Vorsorgewert (Hacker et al., 2007) von 1998 verwiesen werden: dieser liegt bei 1000 µW/m² im Freien. Bleibt man bei den uns vorrangig interessierenden GSM-Frequenzen (900 und 1800 MHz = GSM Summe), wird dieser Wert im Schlafraum von drei Probanden (10,71%) überschritten.

16.2.) Deskriptive Statistik: Angaben zur Belastung durch EMF

22 (81,48%) Personen gaben an, ihre Einstellung bezüglich der Gesundheitsrisiken des Mobilfunks sei unverändert zu Studie 1, 3 (11,11%) Personen waren besorgter, 2 (7,4%) weniger besorgt als damals. 11 Teilnehmer (42,31%) gaben an, elektromagnetische Strahlung spüren zu können. Tabelle E38 zeigt die Häufigkeiten der Antwortalternativen für Schnurlostelefon und WLAN.

Tabelle E38. Angaben zur Belastung durch elektromagnetische Felder (EMF).

Schnurlostelefon (DECT/GAP-Standard)	**f**	**f(%)**
Ja	9	32,14
Wieder abgeschafft	6	21,43
Nein, nie	13	46,43
Funk-Internet (WLAN)		
Ja	5	17,86
Wieder abgeschafft	0	0,00
Nein, nie	23	82,14

Beim Mobiltelefon wurde einerseits versucht herauszufinden, wie lange die Teilnehmer schon ein Mobiltelefon besitzen und wie häufig sie am Tag damit telefonieren (Tabelle E39).

Tabelle E39. Angaben der Studienteilnehmer zum Mobiltelefonieren.

	Mobiltelefon: seit...Jahren	**Mobiltelefon: Minuten täglich**
M	8,30	36,18
Md	7,00	10,00
SD	6,00	83,79
SE	1,15	16,76
95% CI	2,37	34,59
99% CI	3,21	46,88
Min	0,00	0,00
Max	30,00	420,00

16.3.) Subjektive Distanz zum Mobilfunksender: ≤100 vs. >100 Meter

Um Fragestellung (1) zu beantworten wurden zunächst Korrelationskoeffizienten zwischen der Variable Handymast-Distanz und den EMF-Messwerten von GSM-900MHz (Spearman's σ = 0,19), GSM-1800MHz (0,01), sowie GSM-900 und 1800MHz (0,21) errechnet. Keine dieser Korrelationen erreichte das Signifikanzniveau ($p<0,05$). Als nächsten Schritt wurde für die wichtigsten EMF-Messparameter ein Mittelwertsvergleich zwischen den beiden Distanzkategorien (≤100 Meter vs. >100 Meter) durchgeführt. Da alle Parameter signifikant von der Normalverteilung abwichen, kam der Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung (Tabelle E40).

Tabelle E40. Subjektiver Abstand zum nächsten Mobilfunksender und tatsächliche Belastung durch EMF in den Schlafräumen.

Distanz	**>100m (n=13)**			**≤100m (n=7)**				
„Handymast“	**M**	**Md**	**SE**	**M**	**Md**	**SE**	**U**	**p**
UKW Summe	21,58	8,19	9,83	11,23	4,59	7,47	30,00	0,24
TV Summe	4,02	1,56	1,45	9,21	1,86	7,31	41,50	0,76
GSM900 Summe	86,59	6,33	70,69	603,80	10,24	385,37	35,00	0,44
GSM180 Summe	137,21	1,37	119,02	252,94	0,84	216,52	45,00	1,00
GSM90und180 Summe	223,80	9,57	189,40	856,75	21,96	551,31	34,00	0,39
DECT	8,26	0,15	5,63	1,87	0,88	1,34	39,00	0,64
UMTS Summe	681,00	10,16	408,36	401,50	20,67	385,62	39,00	0,64
WLAN	12,47	0,00	12,47	0,00	0,00	0,00	42,00	0,82

Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede in der tatsächlichen EMF-Belastung. Auffällig ist allerdings schon, dass bei den GSM-Parametern die Mittelwerte bei den „Anrainern“ wesentlich höher sind.

Bei einer Korrelationsanalyse zeigte sich auch kein Zusammenhang zwischen den Skalen der psychologischen Belastung (SCL-90-R, STAI, B-L, Besorgnis, MDBF) und den EMF-Parametern der GSM-Frequenz.

Allerdings trat bei einer weiteren Analyse die Problematik der kleinen Stichprobe zutage. Die in Studie 1 gefundenen Unterschiede waren in der vorliegenden Stichprobe nur noch in einem Fall signifikant (Tabelle E41). Auffällig ist, dass auch hier die Skalenwerte, die die psychische Belastung anzeigen, bei den Anrainern immer erhöht sind. Nimmt man nur die 9 SCL-Skalen, so müßte bei einem zufälligen Ergebnis in etwa 50% der Fälle der Anrainer-Mittelwert höher sein, in den anderen 50% der der Nicht-Anrainer. Dass bei allen 9 Skalen immer eine Gruppe höhere Werte aufweist, ist mit Zufall nicht mehr erklärbar (Binomialtest: p=0,004).

Tabelle E41. Subjektiver Abstand zum nächsten Mobilfunksender und Indikatoren der psychischen Belastung bei Teilnehmern von Studie 2.

Distanz	**>100m (n=13)**				**≤100m (n=7)**					
„Handymast“	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**M**	**Md**	**SD**	**SE**	**U**	**p**
SCL-Somatisierung	3,38	2,00	3,57	0,99	5,71	4,00	4,96	1,87	28,50	0,18
SCL-Zwanghaftigkeit	2,85	3,00	1,72	0,48	5,86	5,00	3,89	1,47	18,50	0,03
SCL-Unsicherheit	2,23	2,00	1,79	0,50	3,71	2,00	4,07	1,54	41,50	0,76
SCL-Depressivität	2,38	2,00	2,53	0,70	5,57	5,00	5,44	2,06	27,50	0,16
SCL-Ängstlichkeit	1,62	2,00	1,19	0,33	3,71	2,00	4,50	1,70	33,50	0,35
SCL-Aggressivität	1,77	1,00	1,96	0,54	2,43	1,00	2,64	1,00	41,50	0,76
SCL-Phobische Angst	0,08	0,00	0,28	0,08	1,71	1,00	2,21	0,84	21,50	0,06
SCL-Paranoid. Denken	2,08	2,00	1,66	0,46	2,71	1,00	3,45	1,30	45,00	1,00
SCL-Psychotizismus	1,08	1,00	1,26	0,35	3,00	1,00	4,08	1,54	35,50	0,44
SCL-PST	15,62	17,00	7,26	2,01	27,29	17,00	26,90	10,17	37,00	0,54
STAI-State Angst	27,23	27,00	4,07	1,13	32,00	34,00	7,55	2,85	29,00	0,21
BL-Beschwerden	6,54	5,00	6,59	1,83	13,29	7,00	17,12	6,47	38,50	0,59
EMF-Besorgnis Quellen	21,15	22,00	12,67	3,52	18,86	20,00	8,45	3,20	41,50	0,76
EMF-Besorgnis Symptome	35,42	36,00	22,16	6,40	24,71	22,00	24,27	9,17	30,50	0,34
MDBF-GS	37,54	38,00	1,90	0,53	35,71	39,00	5,82	2,20	44,00	0,94
MDBF-WM	34,85	35,00	5,38	1,49	37,00	39,00	4,97	1,88	38,00	0,59
MDBF-RU	38,00	38,00	1,78	0,49	34,86	34,00	4,85	1,83	30,00	0,24

Speichelparameter

Auch bei Cortisol, IgA, Amylase und Substanz P gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen selbstbeurteilten Anrainern (Distanz ≤ 100 Meter) und Nicht-Anrainern (Distanz > 100 Meter). Im Falle von Amylase war ja auch hier ein signifikanter Unterschied in Studie 1 detektiert worden.

16.4.) Deskriptive Statistik: Angaben zu weiteren Umweltfaktoren

Weitere Umweltfaktoren, die den psychischen Gesundheitszustand mitbeeinflussen können, sind in der folgenden Tabellen E42/E43 deskriptiv dargestellt. Eine weiterführende Auswertung wäre dann sinnvoll gewesen, wenn der gefundene Unterschied in Studie 1 zwischen Anrainer und Nicht-Anrainern von Mobilfunksendern hier repliziert worden wäre, ohne die EMF-Exposition in ausreichendem Maße dafür verantwortlich machen zu können.

Tabelle E42. Angaben zu weiteren Umweltfaktoren (1) (N=28).

	f	f (%)
Wohnort		
Stadt	15	53,60
Kleinstadt	4	14,30
Land	9	32,10
Personen im Haushalt		
1 bis 2 Personen	11	39,29
3 bis 4 Personen	13	46,43
Mehr als 4 Personen	4	14,29
Wohndichte	M=0,65	Md=0,54
Personen/Raum	SE=0,10	SD=0,51
	Min=0,25	Max=3,00
Zeit in Wohnung ohne Schlafenszeit (Mo-Fr; MD=1)		
0 bis 2 Stunden	0	0,00
2 bis 4 Stunden	5	18,52
4 bis 8 Stunden	17	62,96
8 bis 12 Stunden	2	7,41
Mehr als 12 Stunden	3	11,11
Zeit im Schlafraum (Mo-Fr; MD=1)		
0 bis 4 Stunden	0	0,00
4 bis 6 Stunden	2	7,41
6 bis 8 Stunden	18	66,67
Mehr als 8 Stunden	7	25,93
Schlafqualität letzte sieben Tage (MD=1)		
0 (Sehr schlecht)	2	7,41
1	2	7,41
2	1	3,70
3	8	29,63
4	9	33,33
5 (Sehr gut)	5	18,52
Zufriedenheit Wohnsituation		
0 (Sehr schlecht)	0	0,00
1	1	3,70
2	2	7,41
3	0	0,00
4	6	22,22
5 (Sehr gut)	18	66,67

Wohndichte = Anzahl Personen/Wohnräume (Veitch & Arkelin, 1995; Gove et al., 1979)

Tabelle E43. Angaben zu weiteren Umweltfaktoren (2) (N=28).

Zigarettenrauch in Wohnung	**f**	**f (%)**
Nein	21	25,00
In bestimmten Räumen	7	25,00
Überall	0	0,00
Geruchs-beeinträchtigung		
0 (Gar nicht)	0	0,00
1	1	3,70
2	2	7,41
3	0	0,00
4	6	22,22
5 (Sehr stark)	18	66,67
Lärmbelästigung in der Nacht		
0 (Gar nicht)	19	67,86
1	5	17,86
2	1	3,57
3	1	3,57
4	1	3,57
5 (Sehr stark)	1	3,57

17.) Diskussion

Fragestellung (1) der vorliegenden Studie 2 fragte *nach einem Zusammenhang zwischen den in Studie 1 erhobenen selbstgeschätzten Distanzen zwischen Wohnbereich und dem nächstgelegenen Mobilfunksender und der tatsächlichen EMF-Exposition*. Für die Distanzmessungen wurde sinnvollerweise die Kategorisierung aus Studie 1 verwendet (kleiner gleich 100 vs. größer 100 Meter), da die Unterschiede, die bei den psychologischen Variablen zwischen diesen beiden Gruppen gefunden wurden, ausschlaggebend für Studie 2 waren. Der Summenwert von GSM900 und GSM1800 MHz zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit der Entfernungsangabe (Spearman's σ = 0,21; p=0,38). Adäquater hinsichtlich der folgenden Fragestellung (2) war allerdings die Auswertung mittels Mann-Whitney-U-Test. Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei den verschiedenen HF-EMF-Parametern, auch wenn man festhalten muss, dass die Mittelwerte bei den GSM-Frequenzen in eine erstaunliche Richtung gehen. Fragestellung (1) muss dahingehend beantwortet werden, dass die Nullhypothese angenommen wird, also kein Zusammenhang zwischen subjektiver Distanz und Exposition besteht.

Fragestellung (2) lautete: *Lassen sich die in Studie 1 gefundenen signifikanten Unterschiede zwischen Anrainern von Mobilfunksendern (Distanz 100 Meter oder kleiner) und Nicht-*

Anrainern (Distanz über 100 Meter) bzgl. psychologischer Stressparameter auf tatsächliche EMF-Exposition im eigenen Wohnbereich zurückführen? Von den 57 Teilnehmern aus Studie 1 konnten nur 28 Probanden für die Studie 2 gewonnen werden. Für diese kleinere Stichprobe ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen Anrainern und Nicht-Anrainern von Mobilfunksendern hinsichtlich ihrer psychischen Belastung. Aufgrund dieses Befundes war Fragestellung (2) in dieser Studie nicht mehr zu beantworten. Dennoch wurde ein eventueller Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und psychischen Parametern analysiert: Es ergaben sich keine signifikanten Korrelationen zwischen der tatsächlichen Exposition und den psychologischen Stress-Skalen bzw. den Speichelparametern. Auch ein Mann-Whitney-U-Test, der nach einer Mediandichotomisierung der tatsächlichen Exposition durch GSM-900MHz und GSM-1800MHz durchgeführt wurde, zeigte keine signifikanten Unterschiede. Nähere Spezifizierungen, zum Beispiel durch die Zeit, die im Schlafraum verbracht wird oder die Zeit, die eine Person schon in diesem Haus wohnt waren angesichts der zu geringen Stichprobe nicht sinnvoll. Die Größe der Stichprobe war allerdings schon aufgrund der Stichprobe aus Studie 1 beschränkt, da ja sinnvollerweise keine anderen Probanden in Frage gekommen wären.

Kritisch für Studie 2 ist anzumerken, dass der zeitliche Abstand zur ersten Studie mit etwa 12 Monaten sehr lang war. Ohne weitere Speichelmessungen musste die Annahme ja sein, dass die Expositionshöhen dieselbe Größenordnung hatten, wie ein Jahr zuvor. Zudem wurden die EMF-Messungen tagsüber durchgeführt und nur in den Schlafräumen, wobei diese hauptsächlich nachts und während wahrscheinlich anderer Expositionsbedingungen genutzt werden. Aufgrund der langen zeitlichen Lücke zwischen Studie 1 und Studie 2 war der Prozentsatz der ursprünglichen Teilnehmer, die auch beim zweiten Experiment wieder teilnahmen relativ gering. Aufgrund der inhaltlichen Abhängigkeit der Fragestellungen von Studie 1 war es unmöglich weitere Probanden hinzuzuziehen ohne eine ganz neue Studie durchzuführen.

18.) Gesamtdiskussion

Im Folgenden soll eine zusammenfassende Gesamtinterpretation der Arbeit gegeben und der Kontext zum allgemeinen Forschungsstand hergestellt werden. Die vorliegende Arbeit ist Bestandteil eines größeren Forschungsprojektes zum Thema Mobilfunk und Gesundheit. Hauptziel war es, Kurzzeit-Effekte von EMF aus dem Mobilfunkbereich auf die Befindlichkeit bzw. Gesundheit des Menschen zu untersuchen. Kern der Arbeit ist das Feld-Labor-Projekt von Studie 1. Studie 2 versuchte sich aufdrängende weitere Fragestellungen, die sich aus den Resultaten von Studie 1 ergaben, aufzugreifen.

Im Zentrum des Gesundheitsaspektes standen Stressmessungen. Hier haben Kurzzeit-Effekte besondere Bedeutung, zumal bekannt ist, dass chronischer Stress zu schwerwiegenden Gesundheitsproblemen und Störungen führen kann. Um möglichst ganzheitlich an die Fragestellungen heranzugehen, wurde Stress auf drei ganz unterschiedliche Arten gemessen: Biologisch bzw. biochemisch durch Messungen verschiedener Stressparameter im Speichel, psychologisch bzw. psychometrisch durch die Fragebogenmethode, sowie komplementärmedizinisch durch alternative Methoden.

Kurzzeit-Untersuchungen sind deshalb sinnvoll, weil sie meist und leichter unter kontrollierten Bedingungen ablaufen können, etwa im Rahmen eines Experiments. Langzeituntersuchungen im Mobilfunkbereich sind meist epidemiologische Studien, die häufig kritisiert werden und mit vielen Störvariablen zu kämpfen haben, wie im Literaturteil bereits angedeutet wurde (z.B. Santini et al., 2002, 2003; Hutter et al., 2006). Andererseits haben Experimente häufig das Problem, dass sie sehr künstliche Situationen darstellen. Diesem Punkt wurde durch die Erstellung eines Feldlabor-Designs entsprochen, das ähnliche Charakteristika aufwies wie viele alltägliche Situationen, in denen wir EMF-Exposition ausgesetzt sind.

Wenn man die Ergebnisse des Experimentaldesigns von Studie 1 zusammenfasst, muss festgestellt werden, dass keine signifikanten Effekte der EMF-Exposition auf die verschiedenen Stress-Parameter gefunden wurden. Nur bei der Skala Ruhe/Unruhe des Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens (MDBF) zeigte sich ein Trend ($p<0,10$) zu höherem Ruhe-Score während höherer Exposition. Dieser Trend ist insofern interessant, als das er sich in die bestehende wissenschaftliche Evidenz integriert (z.B. Mann & Röschke, 1996; Lebedeva et al. 2000, 2001), wie bereits in der Diskussion zu Studie 1 erwähnt. Hier ist wesentlich, dass der Auswertung die Annahme zugrunde lag, dass eine etwaige Veränderung bei den Stressparametern durch Exposition innerhalb der 50 Minuten der jeweiligen Expositionshöhe erfolgt. Oder einfacher formuliert: Ein Effekt wäre dann gegeben, wenn

während höherer Expositionsphase höherer Stress festgestellt würde. Zeitverzögerte Effekte wären hier nicht berücksichtigt. Diese Annahme ist zwar auf den ersten Blick einleuchtend, allerdings nicht ganz unumstritten. Beispielhaft ist hier die Kontroverse um die Studie von Eltiti et al. (2007b) zu nennen. Hier behauptet Zinelis (2008) in seiner Korrespondenz, dass biochemische Effekte erst nach mehr als einer Stunde gefunden werden können und beruft sich dabei auf die Beiträge von Ahmed et al. (2004) und Lai et al. (1992, 1994). Auch wenn sich die beiden genannten Studien auf Tierversuche beziehen, wurde dieser Hinweis in weiterführenden Auswertungen jener Untersuchung, deren Teil die vorliegende Arbeit ist, berücksichtigt. Diese Analysen, in denen weitere Phasen miteinbezogen wurden, zeigten schließlich nicht nur Trends, sondern auch signifikante Effekte auf die MDBF-Skala Ruhe/Unruhe (Augner et al., 2008).

Der zweite – nicht experimentelle Teil – der Studie 1 beschäftigte sich mit dem Zusammenhang zwischen Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF und bestimmten psychischen Parametern. Leicht lässt sich hinter der entsprechenden Fragestellung die Absicht herauslesen, die Bedeutung des so genannten Nocebo-Effektes im Bereich Mobilfunk zu analysieren, mit dem ja sehr häufig argumentiert wird. So erwähnt beispielsweise Leitgeb (2000) eine Situation, in der Anrainer einer sichtbar aufgestellten Mobilfunkanlage über Symptome klagen, obwohl die Anlage zu dem Zeitpunkt nachweislich noch nicht in Betrieb war. Röösli (2008) legte eine Meta-Analyse vor, in der er zeigt, dass Effekte durch den Nocebo-Effekt stärker sein können als eventuell vorhandene tatsächliche Effekte durch EMF-Befeldung, was sich aber hauptsächlich auf ES-Betroffene bezieht. Die Analyse der nicht-experimentellen Daten ergaben einen moderaten, signifikanten Zusammenhang zwischen EMF-Gesundheitsbesorgnis und einigen Parametern der psychischen Belastung.

So korrelieren etwa die SCL-Skalen Unsicherheit (Spearman's σ =0,30; p=0,03 / Spearman's σ =0,34; p=0,01) und Aggressivität (Spearman's σ =0,36; p=0,01 / Spearman's σ =0,38; p=0,00) mit den EMF-Gesundheitsbesorgnis bzgl. Quellen und EMF-Gesundheitsbesorgnis bzgl. Symptomen. Weiters zeigten sich positive Zusammenhänge zwischen EMF-Gesundheitsbesorgnis bzgl. Symptome und der SCL-Skala Ängstlichkeit (Spearman's σ =0,31; p=0,02), dem Gesamtwert SCL-PST (Spearman's σ 0,27; p=0,04) sowie der Skala Ruhe (Spearman's σ =0,31; p=0,02) des MDBF vor dem Experiment. EMF-Gesundheitsbesorgnis bzgl. Quellen korreliert positiv mit der Cortisol-Konzentration im Speichel während der ersten Phase (Spearman's σ =0,30; p=0,03) und mit der Ausprägung von ES (Spearman's σ =0,32; p=0,02). Vermutungen über Zusammenhänge zwischen psychischen Auffälligkeiten in irgendeiner Form und dem Phänomen ES gibt es viele, leider

nur wenige Studien, die diesen Vermutungen nachgehen. In einer bereits im Literaturteil abgehandelten Arbeit kamen Rubin et al. (2008) zum Schluss, dass ES-Patienten einen wesentlich schlechteren physischen und psychischen Gesundheitszustand aufwiesen als eine Kontrollgruppe und dass ihre Besorgniswerte bezüglich Umweltgefahren deutlich höher waren. Besonders wiesen die Autoren auf die Rolle des Faktors Depressivität hin, der bei den ES-Patienten wesentlich ausgeprägter war. Im wesentlichen widersprechen die vorliegenden Korrelationen diesen Befunden nicht, sie sind im Gegenteil sehr plausibel, zumal ebenfalls ein moderater Zusammenhang zwischen ES-Ausprägung und EMF-Besorgnis bzgl. Quellen existiert. Der Zusammenhang zwischen der Besorgnis und Depressivität ist in der vorliegenden Studie allerdings nicht gegeben. Rubin et al. (2008) mutmaßen in ihrer Arbeit, ob der schlechte Gesundheitszustand als Ursache oder als Folge der ES in Frage kommt. Korrelationen geben über Ursache/Wirkungs-Zusammenhänge wenig Auskunft. Die weitere Analyse, in der Anrainer von Mobilfunksendern (Entfernung ≤100 Meter) mit Nicht-Anrainern (Entfernung >100 Meter) verglichen wurden, spricht nicht für die Ursachen-Hypothese psychischer Auffälligkeiten. Zwar zeigten sich Anrainer deutlich und signifikant psychisch belasteter, die EMF-Gesundheitsbesorgnis war aber nicht ausgeprägter, tendenziell eher entgegengesetzt.

Anrainer von Mobilfunksendeanlagen (Selbstbeurteilung) waren nach dem vorliegenden – nicht experimentellen – Resultat deutlich belasteter in den SCL-Skalen Somatisierung, Zwanghaftigkeit, Ängstlichkeit, phobische Angst, SCL-Gesamtscore PST, Zustandsangst (STAI) und wiesen eine signifikant höhere Konzentration bei Alpha-Amylase auf. Besorgnis als alleinige Erklärung scheidet aus, da sich hier kein Unterschied fand. Hier könnte man mit sozial erwünschten Antworten spekulieren, also dass Anrainer versucht haben, das Ergebnis in ihrem Sinne zu verfälschen, um etwa auf das Problem aufmerksam zu machen. Allerdings ist es unplausibel anzunehmen, diese Verfälschungstendenz beträfe die Skalen mit offensichtlich psychischen Belastungsfaktoren und die Besorgnis-Skalen gerade nicht. Augenscheinlich müsste es in diesem Fall umgekehrt sein. Der Zusammenhang zwischen selbstbeurteilter Wohnnähe zu einem Mobilfunksender und der tatsächlichen Belastung durch EMF ist fraglich und äußerst unsicher. Aus diesem Grund wurden die Ergebnisse der ersten Studie herangezogen um eine zweite Studie zu initiieren, die diesen Zusammenhang aufklären sollte. Leider nahm nur etwa die Hälfte der Partizipienten von Studie 1 auch in der zweiten Studie teil. Bei der Analyse zeigte sich, dass der gefundene Unterschied zwischen Anrainern und Nicht-Anrainern bis auf einen Fall (SCL-Zwanghaftigkeit) nicht bestehen blieb, was den Wert der weiteren Auswertung erheblich senkt. Vieles deutet darauf hin, dass die Anzahl der

Probanden in Studie 2 zu gering war, um die Frage nach der Ursache der Unterschiede zwischen Anrainern und Nicht-Anrainern zu spezifizieren. Eine weitere Untersuchung in diese Richtung wäre jedenfalls lohnenswert, zumal andere Arbeiten entsprechende Zusammenhänge gefunden haben (Santini, et al., 2002, 2003; Hutter et al., 2006).

Abschließend muss festgehalten werden, dass im vorliegenden Untersuchungsdesign der Nachweis von Kurzzeiteffekten durch EMF-Mobilfunkstrahlung auf verschiedene Stressparameter nicht nachweisbar war. Einschränkend soll hier auf einen vorliegenden Trend hingewiesen werden (MDBF-Skala: Ruhe/Unruhe) und darauf, dass die Expositionshöhe hier wesentlich niedriger war als in den meisten Studien. Auch wenn manchmal der Eindruck entsteht, es gebe schon genug Studien zum Thema, so muss man gerade aus dieser Arbeit andere Schlussfolgerungen ziehen. Experimente mit Kurzzeitbefeldung in einem künstlichen Umfeld sind wenig aussagekräftig, da die Übertragbarkeit auf den Alltag fragwürdig ist. Zudem ist auch unklar, inwieweit die Exposition durch EMF außerhalb und vor der Untersuchungssituation eine Rolle bei den Ergebnissen spielen. Warum sollte eine chronische Exposition weniger Auswirkungen haben als eine höhere aber viel kurzfristigere während eines Experimentes? Epidemiologische Studien hingegen erweisen sich immer wieder als äußerst schwierig und fehleranfällig. Der hier praktizierte Feldlabor-Ansatz scheint eine gangbare Alternative zu sein. Die Exposition durch nicht konstante Expositionshöhen, wie im Alltag üblich, ist unabdingbar für die Validität der Ergebnisse. Das und die Verwendung von Stressparametern ist nachahmenswürdig, da hier schnellere Veränderungen anzunehmen sind als wenn etwa die Krebsrate untersucht werden würde. Das Hauptaugenmerk künftiger Untersuchungen sollte auf längerfristigen Wirkungen liegen sowie generell auf der Frage nach der Latenzzeit eventueller Veränderung von verschiedenen Parametern. Da der Trend zum Mobilfunk in all seinen Formen ungebrochen scheint, ist eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den möglichen gesundheitlichen Auswirkungen unumgänglich.

LITERATURVERZEICHNIS

Ahmed N, Asaad A, Aboul-Ezz H, Radwan N. 2004. Effect of exposure to electromagnetic radiation from mobile phones on acetylcholinesterase activity in the hippocampus and striatum of young and adult male rats. In: Biological Effects of TMFs: Third International Workshop, Kos, Greece, 4-8 October 2004, Vol II (Kostarakis P, ed.). Ioannina, Greece: University of Ioannina, 924-830.

Ärztekammer Wien. 2008. Strahlende Informationen. 10 medizinische Handy-Regeln. Abgerufen am 30.9.2008 von: http://www.aekwien.or.at/media/Plakat_Handy.pdf

Augner C. 2005. Elektrosmog: Psychologische Aspekte eines ungeklärten Phänomens. Universität Salzburg, unveröffentlichte Diplomarbeit.

Augner C, Florian M, Pauser G, Oberfeld G, Hacker GW. 2009. GSM base stations: Short-term effects on well-being. Bioelectromagnetics 30(1): 73-80.

Bailer J, Witthöft M, Paul C, Bayerl C, Rist F. 2005. Evidence for overlap between idiopathic environmental intolerance and somatoform disorders. Psychosom. Med. 67(6): 921-929.

Bailer J, Witthöft M, Bayerl C, Rist F. 2007. Trauma experience in individuals with idiopathic environmental intolerance and individuals with somatoform disorders. Journal of Psychosomatic Research 63(6): 657-661.

Barth A, Marticzak L, Valic E, Konnaris C, Wolf C. 2000. Pseudostenokardie bei Belastung durch „Elektrosmog“. Deutsche medizinische Wochenschrift 125: 830-832.

Bell IR, Lewis DA, Brooks AJ, Lewis SE, Schwartz GE. 2003. Gas discharge visualization evaluation of ultramolecular doses of homeopathic medicines under blinded, controlled conditions. J Altern Complement Med 9(1): 25-38.

Bergdahl J, Marell L, Bergdahl M, Perris H. 2005. Psychobiological personality dimensions in two environmental-illness patient groups. Clin Oral Invest 9:251-256.

Blank M. 2007. Bioinitiave Report 2007: Section 7: Evidence for Stress Response (Stress Proteins). Health Risks of the Electromagnetic Fields: Research on the Stress Response. Abgerufen am 17.4. 2008 von:
http://www.bioinitiative.org/report/docs/section_7.pdf

Borbély AA, Huber R, Graf T, Fuchs B, Gallmann E, Achermann P. 1999. Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram. Neurosci Lett 275: 207-210.

Bortkiewicz A, Zmyslony M, Szyjkowska A, Gadzicka E. 2004. Subjective symptoms reported by people living in the vicinity of cellular phone base stations: review. Medycyna pracy 55(4): 345-51. Polnisch, Abstract in Englisch.

Bortz J. 2005. Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler (6. Aufl.). Berlin: Springer.

Bruns T, Praun N. 2002. Biofeedback. Ein Handbuch für die therapeutische Praxis. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Burgess A. 2004. Cellular phones, public fears, and a culture of precaution. Cambridge: Cambridge University Press.

Carlsson F, Karlson B, Orbaek P, Österberg K, Östergren PO. 2005. Prevalence of annoyance attributed to electrical equipment and smells in a Swedish population, and relationship with subjective health and daily functioning. Public Health 119: 568-577.

Clauw DJ, Williams DA. 2002. Relationship between stress and pain in work-related upper-extremity disorders: The hidden role of Chronic Multisymptom Illnesses. American Journal of Industrial Medicine 41: 370-382.

Cohen A, Carlo G, Davidson A, White M, Geoghan C, Goldsworthy A, Johannson O, Maisch D, O´Connor E. 2008. Sensitivity to Mobile Phone Base Station Signals. Environmental Health Perspectives 116(2): A63-A64.

Colloca L, Benedetti F. 2007. Nocebo hyperalgesia: how anxiety is turned into pain. Curr Opin Anasthesiol 20(5): 435-439.

Craik K, Feimer N. 1987. Environmental assessment. In Stokols D & Altman I (Eds.), Handbook of environmental psychology, Vol. 2 (S. 891-918). New York: Wiley.

Das-Munshi J, Rubin GJ, Wessely S. 2007. Multiple chemical sensitivities: review. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 15(4): 274-280.

Ehlert, U. (Hrsg.). 2003. Verhaltensmedizin. Berlin: Springer.

Eltiti S, Wallace D, Zougkou K, Russo R, Joseph S, Rasor P, Fox E. 2007a. Development and Evaluation on the Electromagnetic Hypersensitivity Questionnaire. Bioelectromagnetics 28: 137-151.

Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, Mirshekar-Syahkal D, Rasor P, Deeble R, Fox E. 2007b. Does short-term exposure to mobile phone base station signals increase symptoms in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields? A double-blind randomized provocation study. Environ Health Perspect 115: 1603–1608.

Ernst E. 2005. Komplementärmedizinische Diagnosverfahren. Deutsches Ärzteblatt 102 (44): A3034-3037.

Ferreri F, Curcio G, Pasqualetti P, De Gennaro L, Fini R, Rossini PM. 2006. Mobile phone emissions and human brain excitability. Ann Neurol 60(2): 188-196.

Festinger L. 1957. A theory of cognitive dissonance. Stanford: Standford University Press.

Franke GH. 2002. Die Symptomcheckliste von L. R. Derogatis. Göttingen: Hogrefe.

Gamberale F, Olson BA, Eneroth P, Lindh T, Wennberg A. 1989. Acute effects of ELF electromagnetic fields: a field study of linesmen working with 400 kV power lines. Br J Ind Med 46: 729-737.

Gillard BK, Marksman HC, Feig SA. 1977. Direct spectrophotometric determination of alphaamylase activity in salive, with p-nitrophenyl alpha-maltoside as substrate. Clin Chem 23: 2279-2282.

Gottwald B, Kupfer J. 2002. Psychologische Aspekte in der Umweltmedizin. In E.Brähler & B.Strauß (Hrsg.), Handlungsfelder in der Psychosozialen Medizin (S.245-265). Göttingen: Hogrefe.

Gove WR, Hughes M, Galle OR. 1979. Overcrowding in the home: An empirical investigation of its possible pathological consequences. American Sociological Review 44(1): 59-80.

Gozansky WS, Lynn JS, Laudenslager ML, Kohrt WM 2005. Salivary cortisol determined by enzyme immunoassay is preferable to serum total cortisol for assessment of dynamic hypothalamic--pituitary--adrenal axis activity. Clin Endocrinol (Oxf) 63(3): 336-341.

Hacker G.W., Augner C., Oberfeld G., Pauser G. 2007. Wissenschaftliches Forschungsprojekt der Salzburger Landeskliniken (SALK): Kurzzeit-Einflüsse von GSM-Mobilfunk-Sendeanlagen auf den Menschen. Zusammenfassung für Gigaherz.ch anlässlich des Vortrags von Univ.-Prof.Dr. Gerhard W. Hacker beim 5.Nationalen Elektrosmog-Kongress in Olten, 2007.

Hacker GW, Pawlak E, Pauser G, Tichy G, Jell H, Posch G, Kraibacher G, Aigner A, Hütter J. 2005. Biomedical Evidence of Influence of Geopathic Zones on the Human Body: Scientifically Traceable Effects and Ways of Harmonization. Forschende Komplementärmedizin und klassische Naturheilkunde 12: 315-327.

Hacker G.W., Schwarzenbacher S., Augner C., Pauser G. 2008. Gas discharge visualization (Gasentladungs-Visualisierung; GDV): Eine Technik zur Untersuchung von Stressreaktionen und energetischen Schwachstellen. Invited Book chapter for: Lehrbuch der Körperakupunktur. Reininger M. (ed.), Elsevier Publishing Group, Munich, Germany. Manuskript: 21 Seiten, eingereicht.

Hansson Mild K, Repacholi M, van Deventer E, Ravazzani P, (eds.). 2006. Working Group Report. In: Proceedings International Workshop on EMF hypersensitivity, 25–27 October 2004, Prague, Czech Republic. Milan: WHO Press, 15–26.
Abgerufen am 2.2.2008 von: http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/EHS_Proceedings_June2006.pdf

Harlacher U, Schahn J 1998. "Elektrosensitivität" – ein psychologisches Problem? In E. Kals (Hrsg.), Umwelt und Gesundheit: Die Verbindung ökologischer und gesundheitlicher Ansätze. Weinheim: Psychologie Verlagsunion.

Heinrich S, Ossig A, Schlittmeier S, Hellbrück J. 2007. Elektromagnetische Felder einer UMTS-Mobilfunkbasisstationen und mögliche Auswirkungen auf die Befindlichkeit – eine experimentelle Felduntersuchung. Umwelt Med Forsch Prax 12: 171-180.

Hellbrück J, Fischer M. 1999. Umweltpsychologie. Ein Lehrbuch. Göttingen: Hogrefe.

Hellhammer DH, Wüst S, Kudielka BM. 2008. Salivary cortisol as a biomarker in stress research. Psychoneuroendocrinology [Epub ahead of print]: doi:10.1016/j.psyneuen.2008.10.026

Huber R, Graf T, Cote KA, Wittmann L, Gallmann E, Matter D, Schuderer J, Kuster N, Borbély AA, Achermann P. 2000. Exposure to pulsed high-frequency electromagnetic field during waking affects human sleep EEG. Neuroreport 11: 3321-3325.

Hucklebridge F, Clow A, Evans P. 1998. The relationship between salivary secretory immunoglobulin A and cortisol: neuroendocrine response to awakening and the diurnal cycle. Int J Psychophysiol 31: 69-76.

Hucklebridge F, Lambert S, Clow A, Warburton DM, Evans PD, Sherwood N. 2000. Modulation of secretory immunoglobulin A in saliva; response to manipulation of mood. Biol Psychol 53: 25-35.

Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M. 2006. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjective living near mobile phones base stations. Occup Environ Med 63: 307-313.

ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. 1998. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics 74 (4): 494-522.

Inglehart R. 1971. The silent revolution in Europe. Intergenerational change in post industrial societies. American Political Science Review 4: 991-1017.

Inomata-Terada S, Okabe S, Arai N, Hanajima R, Terao Y, Frubayashi T, Ugawa Y. 2007. Effects of high frequency electromagnetic field (EMF) emitted by mobile phones on the human motor cortex. Bioelectromagnetics 28(7): 553-561.

Johansen O, Brox J, Flaten MA. 2003. Placebo and Nocebo Responses, Cortisol and Circulating Beta-Endorphin. Psychosomatic Medicine 65: 786-790.

Khunderiakova NV, Volkov AV, Telesheva T, Kondrashova MN. 2008. A correlation of the intensity of the gas discharge luminescence of the skin and the activity of succinate dehydrogenase in blood lymphocytes in different states of the body. Biofizika. 53(1):123-128. Russisch, Abstract in Englisch.

Kwon MS, Koivisto M, Laine M, Hämäläinen H. 2008. Perception of the Electromagnetic Field Emitted by a Mobile Phone. Bioelectromagnetics 29(2): 154-159.

Lai H, Carino M, Horita A, Guy A. 1992. Opioid receptor subtypes that mediate a microwave induced decrease in central cholinergic activity in the rat. Bioelectromagnetics 13: 237-246.

Lai H, Horita A, Guy A. 1994. Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the rat. Bioelectromagnetics 15: 95-104

Landgrebe M, Frick U, Hauser S, Langguth B, Rosner R, Hajak G, Eichhammer P. 2008. Cognitive and neurobiological alterations in electromagnetic hypersensitive patients: results of a case-control study. Psychol Med 26: 1-11.

Landgrebe M, Hauser S, Lagguth B, Frick U, Hajak G, Eichhammer P. 2007. Altered cortical excitability in subjectively electrosensitive patients: Results of a pilot study. Journal of Psychosomatic Research 62: 283-288.

Laux L, Glanzmann P, Schaffner P, Spielberger CD. 1970. Das State-Trait-Angstinventar. Göttingen: Hogrefe.

Lebedeva NN, Sulimov AV, Sulimova OP, Korotrovskaya TI, Gailus T. 2000. Cellular phone electromagnetic field effects on bioelectric activity of human brain. Crit Rev Biomed Eng 28: 323-337.

Lebedeva NN, Sulimov AV, Sulimova OP, Korotkovskaya TI, Gailus T. 2001. Investigation of brain potentials in sleeping humans exposed to the electromagnetic field of mobile phones. Crit Rev Biomed Eng 29: 125-133.

Leitgeb N. 2000. Machen elektromagnetische Felder krank? : Strahlen, Wellen, Felder und ihre Auswirkungen auf unsere Gesundheit. Wien: Springer.

Leute U. 2001. Was ist dran am Elektrosmog? Weil der Stadt: J.Schlembach Fachverlag.

Limmroth V, Cutrer FM, Moskowitz MA. 1996. Neurotransmitters and neuropeptides in headache. Curr Opin Neurol 9: 206-210.

Mann K, Röschke J. 1996. Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. Neuropsychobiology 33(1): 41-47.

Mann K, Wagner P, Brunn G, Hassan F, Hiemke C, Roeschke J. 1998. Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on the neuroendocrine system. Neuroendocrinology 67:139-144.

Mayer W, Bieger W. 2003. Diagnostik von chronischen Multisystemerkrankungen / Chronic Multisystem Illness. J f Orthomol Med 4: 391-404.

Miller R. 1998. Umweltpsychologie. Eine Einführung. Stuttgart: Kohlhammer.

Nater U, La Marca R, Florin L, Moses A, Langhans W, Koller M, Ehlert U. 2006. Stress-induced changes in human salivary alpha-amylase activity – association with adrenergic activity. Psychoneuroendocrinology 31: 49-58.

Nater U, Rohleder N, Schlotz W, Ehlert U, Kirschbaum C. 2007. Determinants of the diurnal course of salivary alpha-amylase. Psychoneuroendocrinology 32: 392-401.

Navarro EA, Segura J, Portolés M, Gómez-Perretta de Mateo C. 2003. The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain. Electromagnetic biology and Medicine 22(2): 161-169.

Oftedal G, Straume A, Johnsson A, Stovner LJ. 2007. Mobile phone headache: a double blind sham-controlled provocation study. Cephalalgia 27(5):447-455.

Osterberg K, Persson R, Karlson B, Carlsson Eek F, Orbaek P. 2007. Personality, mental distress, and subjective health complaints among persons with environmental annoyance. Hum Exp Toxicol 26(3): 231-241.

Petrie KJ, Sivertsen B, Hysing M, Broadbent E, Moss-Morris R, Eriksen HR, Ursin H. 2001. Thoroughly modern worries: the relationship of worries about modernity to reported symptoms, healzh and medical care utilization. J Psychosom Res 51(1): 395-401.

Pschyrembel. 2002. Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch. Berlin: De Gruyter.

Psychologie.at (21.12.) 2007. Handy-Manie als Verhaltensstörung. Abgerufen am 28.12.2007 von: http://www.psychologie.at

Radon K, Parera D, Rose DM, Jung D, Vollrath L. 2001. No Effects of Pulsed Frequency Electromagnetic Fields on Melatonin, Cortisol, and Selected Markers of the Immune System in Man. Bioelectromagnetics 22:280-287.

Rose WD. 1994. Elektrosmog-Elektrostreß. Strahlung in unserem Alltag und was wir dagegen tun können. Köln: Kiepenheuer & Witsch.

Röösli M. 2008. Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: A systematic review. Environmental Research: doi10.1016/j.envres.2008.02.03

Röösli M. 2006. Das Phänomen „elektromagnetische Hypersensibilität“: Im Spannungsfeld von subjektiver Wahrnehmung und Fakten. Präsentation zum Workshop Mobilfunk, Nürnberg, 10.Okt. 2006. Abgerufen am 29.4.2008 von: http://www.fgf.de/forschungsprojekte/berichte/workshops/praesentationen/nuernberg-2006/Elektrosensibilitaet.pdf

Röösli M, Huss A. 2008. Mobile Phone Base Station Exposure and Symptoms. Environmental Health Perspectives 116(2): A62-A63.

Rubin GJ, Cleare AJ, Wessely S. 2008. Psychological factors associated with self-reported sensitivity to mobile phones. Journal of Psychosomatic Research 64:1-9.

Rubin GJ, Das Munschi J, Wessely S. 2005. Electromagnetic hypersensitivity: a systematic review of provocation studies. Psychosom Med 67: 224-232.

Rubin GJ, Hahn G, Everitt BS, Cleare AJ and Wessely S. 2006. Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study. BMJ 332(7546): 886-891.

Salzburger Bürgerinitiativen zum Schutz vor Mobilfunkantennen. (November) 2006. Risiko Mobilfunk. Informationen zu Mobilfunk und Elektrosmog. Broschüre.

Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. 2002. Study of the health of people living in the vicinity of mobile phones base stations: I/ Influence of distance and sex. Pathologie Biologie 50: 369-373

Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. 2003. Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/ Incidences of age, duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors. Pathologie Biologie 51: 412-415

Schahn J, Griesinger T. 1993. Psychologie für den Umweltschutz. Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Schwarzer R. 2004. Psychologie des Gesundheitsverhaltens. Einführung in die Gesundheitspsychologie. Göttingen: Hogrefe.

Siegrist M, Earle TC, Gutscher H, Keller C. 2005. Perception of mobile phones and base station risks. Risk Anal 25(5):1253-1264.

Sievers K. 1997. Elektrosmog – die unsichtbare Gefahr. München: Heyne.

Skjaeveland O, Garling T. 1997. Effects of Interactional Space on Neighbouring. Journal of Environmental Psychology 17: 181-198.

Slovic P. 2000. The perception of risk. London: Earthscan Publications.

Steyer R, Schwenkmezger P, Notz P, Eid M. 1997. Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF). Göttingen: Hogrefe.

Stieglitz RD, Baumann U, Freyberger HJ (Hrsg.) 2001. Psychodiagnostik in Klinischer Psychologie, Psychiatrie, Psychotherapie. Stuttgart: Thieme.

Siegrist M, Earle TC, Gutscher H, Keller C. 2005. Perception of mobile phones and base station risks. Risk Anal 25(5):1253-1264.

Tretter F, Meis M. 1998. Umweltbezogene funktionelle Syndrome neue oder alte Krankheiten? In: Kals E (Hrsg.) Umwelt und Gesundheit (S.173-196). Weinheim: Beltz-Psychologie Verlags Union.

Van den Bergh O, Winters W, Van Diest I. 2002. Learning subjective health complaints. Scand J Psychol 43: 147-52.

Van Poll, HFPM. 1997. The perceived quality of the urban residential environment: a multi attribute evaluation. Dissertation: University of Groningen.

Veitch R, Arkelin D. 1995. Environmental Psychology: An Interdisciplinary Perspective. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Wagner P, Röschke J, Mann K, Hiller W, Frank C. 1998. Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: A polysommnographic study using standardized conditions. Bioelectromagnetics 19: 199-202.

WBF - Wissenschaftlicher Beirat Funk. 2004 (a). Ergebnisse des Experten-Forums ‚Studienkriterien' Konsensus-Konferenz Teil 1, 4. Juni 2004, Tech Gate Vienna. Abgerufen am 19.3.2008, von: http://www.wbf.or.at/index.php?page=Studienkriterien

WBF - Wissenschaftlicher Beirat Funk. 2004 (b). Studien, die auf Basis der definierten wissenschaftlichen Kriterien in der Meinungsbildung berücksichtigt wurden. Abgerufen am 19.3.2008, von: http://www.wbf.or.at/index.php?page=Literatur

Wertheimer N, Leeper E. 1979. Electrical wiring configurations and childhood cancer. American Journal of Epidemiology 109: 273-284.

Westermann J, Demir A, Herbst V. 2004. Determination of cortisol in saliva and serum by a luminescence-enhanced enzyme immunoassay. Clin Lab 50: 11-24.

Wiedemann PM, Schütz H. 2005. The Precautionary Principle and Risk Perception: Experimental Studies in the EMF Area. Environmental Health Perspectives, 113 (4), 402-405.

Wiedemann PM, Schütz H, Clauberg M. 2008. Influence of Information About Specific Absorption Rate (SAR) Upon Customers' Purchase Decisions and Safety Evaluations of Mobile Phones. Bioelectromagnetics 29: 133-144.

Wilen J, Johansson A, Kalezic N, Lyskov E, Sandström M. 2006. Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. Bioelectromagnetics 27(3):204-214

Wikipedia „Mobiltelefon" (26.2.) 2008. Mobiltelefon. Abgerufen am 26.2.2008 von: http://de.wikipedia.org/wiki/Mobiltelefon

World Medical Association declaration of Helsinki. 1997. Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. Jama 277: 925-926.

Yamaguchi M, Deguchi M, Miyazaki Y. 2006. The effects of exercise in forest and urban environments on sympathetic nervous activity of normal young adults. The Journal of international medical research 34 (2): 152-159.

Zerssen D v. 1976. Beschwerden-Liste (B-L). Göttingen: Hogrefe.

Zinelis SA. 2008. Short-Term Exposure to Mobile Phone Base Station Signals. Environmental Health Perspectives 116(2):A62.

ANHANG

Tabellen- und Abbildungslegende

Weitere Abkürzungen

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Fragebögen

- EMF-Gesundheitsbesorgnis
- Elektrosensitivität
- Fragebogen zur wahrgenommenen Umweltqualität
- SCL-90-R
- MDBF
- STAI-G
- B-L

Erklärung gem. § 9 Abs. 1 der Promotionsordnung

Tabellen- und Abbildungslegende

95% CI	95% Konfidenzintervall
99% CI	99% Konfidenzintervall
Alpha	Cronbachs α
AV	Abhängige Variable
df	Freiheitsgrade
f	absolute Häufigkeit
F	Prüfgrösse F
f (%)	Relative Häufigkeit
GS	MDBF-Skale Gute vs. schlechte Stimmung
GSM 900	Exposition durch GSM-EMF mit der Frequenz von 900 MHz
GSM 1800	Exposition durch GSM-EMF mit der Frequenz von 1800 MHz
GSM Summe	Exposition durch GSM-EMF mit den Frequenzen 900 und 1800 MHz
M	Mittelwert
Max	Maximum
Md	Median
Min	Minimum
Mo-Fr	Montag bis Freitag
MQ	Mittel der Quadrate
N	Stichprobengröße
p	Signifikanz, Irrtumswahrscheinlichkeit
Perz (25., 50., 75.)	25.Perzentile, 50.Perzentile, 75.Perzentile
QS	Quadratsumme
r_{it}	Trennschärfe
RU	MDBF-Skala Ruhe vs. Unruhe
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
t1, t2, t3	Zeitpunkt 1, Zeitpunkt 2, Zeitpunkt 3
WM	MDBF-Skala Wachheit vs. Müdigkeit
WUQ	Wahrgenommene Umweltqualität

Weitere Abkürzungen

TV	Fernsehsignal
UKW	Ultrakurzwelle
GSM	Global System for Mobile Communications
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
WLAN	Wireless Local Area Network

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

1. Tabellen:

Seite 13: Tabelle L1. Relevante Merkmale bei der Charakterisierung der Beschwerden eines ES-Patienten (WHO workshop on Electrical Hypersensitivity, Prague, Czech Republic, October 25-27, 2004).

Seite 20: Tabelle L2. Electromagnetic Hypersensitivity Questionnaire von Eltiti et al. (2007), Fragen zu Symptomen.

Seite 20: Tabelle L3. Electromagnetic Hypersensitivity Questionnaire von Eltiti et al. (2007), Fragen zur Attribution der Beschwerden.

Seite 30: Tabelle L4. Untergliederung der Symptombereiche beim Sick-building-syndrome (SBS), zitiert nach Hellbrück und Fischer (1998, S.182).

Seite 33: Tabelle L5. Erklärungsmodelle für Umweltsyndrome (nach Bergdahl et al., 2005).

Seite 33: Tabelle L6. Übersicht über sinnvolle CMI-Diagnostik (vereinfacht nach Mayer & Bieger, 2003).

Seite 36: Tabelle L7. Zusammenstellung der vermuteten Häufigkeiten von sogenannten Umweltsyndromen.

Seite 39: Tabelle L8. Grob-Darstellung der möglichen Rolle von Gesundheitssorgen bei Umweltsyndromen.

Seite 45: Tabelle E1: Expositionsbedingungen in den drei Versuchsgruppen.

Seite 47: Tabelle E2. Soziodemographische Daten der Stichprobe (N=57).

Seite 51: Tabelle E3. Übersicht über die Laborananalyse von Cortisol.

Seite 51: Tabelle E4. Übersicht über die Laborananalyse von Alpha-Amylase.

Seite 52: Tabelle E5. Übersicht über die Laborananalyse von IgA.

Seite 53: Tabelle E6. Übersicht über die Laborananalyse von Substanz P.

Seite 55: Tabelle E7. Ausschnitt Fragebogen zur Gesundheitsbesorgnis (EMF-Quellen).

Seite 57: Tabelle E8. Übersicht über die gemessenen Parameter.

Seite 60: Tabelle E9. Untersuchungsablauf.

Seite 61: Tabelle E10. Leistungdflussdichten (µW/m²) der Dosimeter-Messungen für die verschiedenen Expositionsbedingungen über alle 3 Schemata (Versuchsgruppen).

Seite 62: Tabelle E11. Leistungdflussdichten (µW/m²) der Dosimeter-Messungen für Schema (=Versuchsgruppe) 1.

Seite 62: Tabelle E12. Leistungdflussdichten (µW/m²) der Dosimeter-Messungen für Schema (=Versuchsgruppe) 2.

Seite 62: Tabelle E13. Leistungdflussdichten (µW/m²) der Dosimeter-Messungen für Schema (=Versuchsgruppe) 3.

Seite 63: Tabelle E14. Subjektive Exposition durch Groß- und Kleinanlagen.

Seite 64: Tabelle E15. Subjektive Exposition durch elektrische Geräte.

Seite 65: Tabelle E16. Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF-Quellen: statistische Kennwerte.

Seite 66: Tabelle E17. Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF-Symptomen: statistische Kennwerte.

Seite 67: Tabelle E18. Gesundheitsbesorgnis EMF-Quellen: Kennwerte Itemanalyse.

Seite 67: Tabelle E19. Gesundheitsbesorgnis bezüglich Symptome: Kennwerte Itemanalyse.

Seite 68: Tabelle E20. SCL-90-R Deskriptive Statistik und Reliabilität.

Seite 69: Tabelle E21. Beschwerdenliste: Daten der zentralen Tendenz.

Seite 70: Tabelle E22. STAI (Ängstlichkeit): Daten der zentralen Tendenz.

Seite 71: Tabelle E23. Befindlichkeit (1): Deskriptive Statistik.

Seite 71: Tabelle E24. Befindlichkeit (2): Deskriptive Statistik.

Seite 71: Tabelle E25. Befindlichkeit (3): Deskriptive Statistik.

Seite 72: Tabelle E26. Alpha-Amylase: Deskriptive Statistik.

Seite 72: Tabelle E27. Immunglobulin A: Deskriptive Statistik.

Seite 73: Tabelle E28. Cortisol: Deskriptive Statistik.

Seite 73: Tabelle E29. Substanz P: Deskriptive Statistik.

Seite 74: Tabelle E30. GDV Glow Area: Deskriptive Statistik.

Seite 74: Tabelle E31. Hautwiderstand: Deskriptive Statistik.

Seite 75: Tabelle E32. Ergebnisse der Varianzanalyse: Befindlichkeit.

Seite 76: Tabelle E33. Ergebnisse der Varianzanalyse: Psychoimmunologie.

Seite 77: Tabelle E34. Ergebnisse der Varianzanalyse: Komplementärmedizinische Parameter.

Seite 79: Tabelle E35. Zusammenhänge zwischen EMF-Gesundheitsbesorgnis-Skalen und psychologischen Belastungsparametern sowie ausgewählten soziodemographischen Variablen (Korrelationskoeffizient Spearman's σ).

Seite 81: Tabelle E36. Psychische Belastung analysiert nach Wohnnähe zu einem Handymasten (Subjektiv geschätzte Entfernung >100m vs. ≤100m).

Seite 94: Tabelle E37. Leistungdflussdichten (µW/m²) der EMF-Messungen in den Schlafräumen der Probanden (am Bett, im Kopfbereich).

Seite 95: Tabelle E38. Angaben zur Belastung durch elektromagnetische Felder (EMF).

Seite 95: Tabelle E39. Angaben der Studienteilnehmer zum Mobiltelefonieren.

Seite 96: Tabelle E40. Subjektiver Abstand zum nächsten Mobilfunksender und tatsächliche Belastung durch EMF in den Schlafräumen.

Seite 97: Tabelle E41. Subjektiver Abstand zum nächsten Mobilfunksender und Indikatoren der psychischen Belastung bei Teilnehmern von Studie 2.

Seite 98: Tabelle E42. Angaben zu weiteren Umweltfaktoren (1) (N=28).

Seite 99: Tabelle E43. Angaben zu weiteren Umweltfaktoren (2) (N=28).

2. Abbildungen

Seite 15: Abbildung L1. Vereinfachte Darstellung des Erklärungsmodells für Elektrosensitivität nach Harlacher und Schahn (1998, S.155).

Seite 40: Abbildung L2. Gesundheitsbesorgnis und Vorsorgemaßnahmen, Ergebnisse der Studie von Wiedemann & Schüz (2005) (Quelle: Wiedemann & Schüz, 2005).

Seite 47: Abbildung E1. Häufigkeitsverteilung der Probanden in den verschiedenen Versuchsgruppen gegliedert nach Geschlecht (N=57).

Seite 93: Abbildung E2. Projektplanung der Studie 2.

Fragebögen

Fragebogen EMF-Gesundheitsbesorgnis (Studie 1)

Angaben zu Ihrer Person

1. **Wie alt sind Sie?**……....Jahre

2. **Geschlecht:** O männlich O weiblich

3. **Schulbildung:** Bitte kreuzen Sie den höchsten besuchten Schultyp an:

Sonderschule	O	AHS ohne Matura	O
Hauptschule	O	AHS mit Matura	O
Polytechnikum	O	BHS ohne Matura	O
Berufsschule/Lehre	O	BHS mit Matura	O
Berufsschule/Lehre mit Abschluss	O	FH/Uni-Studium ohne Abschluss	O
Berufsbildende mittlere Schule	O	FH/Uni-Studium mit Abschluss	O

4. **Wo leben Sie?**

In einer Gemeinde über 20,000 Einwohner	O
In einer Gemeinde zwischen 5,000 und 20,000 Einwohner	O
In einer Gemeinde unter 5,000 Einwohner	O

5. **Ihr Familienstand:**

ledig	O
verheiratet/feste Partnerschaft	O
getrennt lebend/geschieden	O
verwitwet	O

6. **In welcher beruflichen Stellung sind Sie derzeit berufstätig?**

Arbeiter/in	O	Angestellte/r	O
Selbstständige/	O	Beamte/r	O
Arbeitslos	O	Pensioniert	O
Hausmann/Hausfrau	O	Wehr-/Zivildiener	O
In Ausbildung/Student/in	O	Sonstiges:…….	

7. **Wie viele Kinder haben Sie?** .....(Anzahl)

Informiertheit über Elektrosmog

Unter „Elektrosmog“ versteht man jene Arten von elektromagnetischen Feldern, die von Sendeanlagen, Mobiltelefonen, Mikrowellenherd, Fernsehgeräten, Radio und anderen elektronischen Geräten ausgehen. Wir möchten Folgendes von Ihnen wissen…

8. **Wie informiert fühlen Sie sich über mögliche Gesundheitsrisiken von elektromagnetischen Feldern?**

O sehr gut O gut O weniger gut O eher schlecht O schlecht

9. **Woher haben Sie Ihre Informationen über mögliche Risiken von elektromagnetischen Feldern?** (Mehrfachnennungen möglich!)

Gespräche mit anderen Personen ..... O
Magazine ..... O
Radio ..... O
Teilnahme an Bürger-Initativen ..... O
Volkshochschulkurse ..... O
Tageszeitung ..... O
Fachzeitschriften ..... O
Fernsehen ..... O
Internet ..... O
Gar nicht ..... O
Sonstiges:……

Wichtigste Quelle:……...

Elektrosmog-Quellen im Alltag

10. **Im Folgenden bitten wir Sie, uns über jene Elektrosmog-Quellen Auskunft zu geben, denen Sie im Alltag ausgesetzt sind:**

Großanlagen:

Leben Sie in der Nähe…	nein	weiß nicht	ja	wenn ja, bitte Entfernung zu Ihrem Wohnhaus angeben:
…eines Handymastes?	☐	☐	☐	☐ bis 10 Meter ☐ bis 100 Meter ☐ bis 300 Meter
…einer Hochspannungsleitung?	☐	☐	☐	☐ bis 10 Meter ☐ bis 100 Meter ☐ bis 300 Meter
...von elektrischen Einrichtungen der Bahn (zum Beispiel Oberleitungen der Bahntrasse)?	☐	☐	☐	☐ bis 10 Meter ☐ bis 100 Meter ☐ bis 300 Meter
...eines Fernseh- oder Rundfunk-Senders?	☐	☐	☐	☐ bis 10 Meter ☐ bis 100 Meter ☐ bis 300 Meter
...einer Fernsehantenne oder Satellitenschüssel?	☐	☐	☐	☐ bis 10 Meter ☐ bis 100 Meter ☐ bis 300 Meter
Andere Großanlagen in Ihrer Nähe (bitte Entfernung zu Ihrem Wohnhaus angeben):				

Kleinanlagen:

Benutzen Sie	nein	ja	Wenn ja, bitte Häufigkeit der Nutzung angeben:
…ein Mobiltelefon (Handy)?	☐	☐	☐täglich 25 min oder mehr ☐täglich, aber unter 25 min ☐weniger oft
…einen Walk-/Discman, tragbaren MP3-Player?	☐	☐	☐täglich 25 min oder mehr ☐täglich, aber unter 25 min ☐weniger oft
…ein Schnurlostelefon?	☐	☐	☐täglich 25 min oder mehr ☐täglich, aber unter 25 min ☐weniger oft
Andere von Ihnen verwendete Kleinanlagen (bitte Häufigkeit der Nutzung angeben):			

Sonstige elektronische Geräte:

	nein	ja	Wenn ja, bitte folgende Angaben machen:
Benutzen Sie einen Mikrowellen-herd?	☐	☐	☐einmal oder öfter am Tag ☐1-6 mal pro Woche ☐weniger oft
Benutzen Sie zu Hause und/oder am Arbeitsplatz einen Computer?	☐	☐	☐Über 40 Std. pro Woche ☐10 bis 40 Std. pro Woche ☐unter 10 Std. pro Woche
Benutzen Sie ein Fernsehgerät?	☐	☐	☐täglich mehr als 3 Std. ☐täglich, aber unter 3 Std. ☐nicht täglich
Andere von Ihnen verwendete elektronische Geräte (bitte Benutzungsdauer angeben):			

	nein	ja	Wenn ja, ist das Gerät während Sie schlafen...
Befindet sich ein Fernsehgerät in Ihrem Schlafraum?	☐	☐	☐...eingeschaltet/‚Stand-by'? ☐...abgeschaltet? ☐...ausgesteckt?
Befindet sich ein Radiogerät oder eine HiFi-Anlage in Ihrem Schlafraum?	☐	☐	☐...eingeschaltet/‚Stand-by'? ☐...abgeschaltet? ☐...ausgesteckt?
Befindet sich ein Radiowecker neben Ihrem Schlafplatz?	☐	☐	
Verwenden Sie in Ihrem Haushalt ein Babyphon?	☐	☐	
Andere elektronische Geräte, die sich in Ihrem Schlafraum befinden:			

Einstellungen zu Elektrosmog

11.) **Zurzeit werden elektromagnetische Felder, im alltäglichen Sprachgebrauch als Elektrosmog bezeichnet, im Zusammenhang mit möglichen Gesundheitsrisiken sehr heftig diskutiert.**
Wir möchten folgendes von Ihnen wissen:

Wie stark machen Sie sich Sorgen um Ihre Gesundheit wegen Elektrosmog...	gar nicht	gering	weniger stark	stark	sehr stark
... von Handymasten	☐	☐	☐	☐	☐
... von Hochspannungsleitungen	☐	☐	☐	☐	☐
... von elektrischen Einrichtungen der Bahn	☐	☐	☐	☐	☐
... von Rundfunk-/Fernsehsendern	☐	☐	☐	☐	☐
... von Fernsehantennen und Satellitenschüsseln	☐	☐	☐	☐	☐
... bei der Verwendung eines Mobiltelefons	☐	☐	☐	☐	☐
... bei der Verwendung eines Walk-/Discmans oder eines tragbaren MP3-Players	☐	☐	☐	☐	☐
... bei der Verwendung eines Mikrowellenherds	☐	☐	☐	☐	☐
... bei der Verwendung eines Computers	☐	☐	☐	☐	☐
... bei der Verwendung eines Fernsehgerätes	☐	☐	☐	☐	☐
... bei der Verwendung eines Radiogerätes oder einer HiFi-Anlage	☐	☐	☐	☐	☐
... bei der Verwendung eines Radioweckers	☐	☐	☐	☐	☐
... bei der Verwendung eines Babyphones	☐	☐	☐	☐	☐
Anderes:	☐	☐	☐	☐	☐
Anderes:	☐	☐	☐	☐	☐

12.) **Wohnen Sie in der Nähe eines Handymastes?**

O ja O nein O weiß nicht

a) **<u>Wenn ja:</u> Wie stark machen Sie sich Sorgen an folgenden Symptomen zu erkranken?**

b) **<u>Wenn nein/weiß nicht:</u> Angenommen Sie würden längere Zeit in der Nähe eines Handymastes wohnen. Wie stark würden Sie sich Sorgen machen an den folgenden Symptomen zu erkranken?**

	gar nicht	gering	weniger stark	stark	sehr stark
Kopfschmerzen	☐	☐	☐	☐	☐
Herzklopfen, Herzjagen	☐	☐	☐	☐	☐
Gelenk- und/oder Gliedschmerzen	☐	☐	☐	☐	☐
Starkes Schwitzen	☐	☐	☐	☐	☐
Hautbrennen und/oder Juckreiz	☐	☐	☐	☐	☐
Sehstörungen	☐	☐	☐	☐	☐
Schweregefühl in den Beinen	☐	☐	☐	☐	☐
Ohrgeräusche	☐	☐	☐	☐	☐
Wärme- oder Taubheitsgefühl am Ohr	☐	☐	☐	☐	☐
Infekte	☐	☐	☐	☐	☐
Schlafstörungen	☐	☐	☐	☐	☐
Müdigkeit	☐	☐	☐	☐	☐
Appetitlosigkeit	☐	☐	☐	☐	☐
Vergesslichkeit	☐	☐	☐	☐	☐
Angstzustände	☐	☐	☐	☐	☐
Gedrückte Stimmung u./o. Antriebslosigkeit	☐	☐	☐	☐	☐
Reizbarkeit	☐	☐	☐	☐	☐
Unruhegefühl	☐	☐	☐	☐	☐
Schwindelgefühl	☐	☐	☐	☐	☐
Übelkeit	☐	☐	☐	☐	☐
Gleichgewichtsstörungen	☐	☐	☐	☐	☐
Kollapszustände	☐	☐	☐	☐	☐
Anderes:	☐	☐	☐	☐	☐
Anderes:	☐	☐	☐	☐	☐

Frage zur Elektrosensitivität

Würden Sie sich selbst als „elektrosensitiv“ bezeichnen ? (Glauben Sie, dass Ihnen „Elektrosmog“ etwas anhaben kann bzw. Ihnen schadet?)

❑ überhaupt nicht	❑ ein wenig	❑ mittel	❑ ziemlich	❑ sehr

wenn ja, warum? ……..

.....

.....

.....

.....

Fragebogen zur wahrgenommenen Umweltqualität

1. Probanden-Nr. GSM-Studie/Name:				
2. Tag/Uhrzeit der Befragung:				
3 .Tag/Uhrzeit der Messung:				
4. Wohngegend:	❑ Stadt	❑ Kleinstadt	❑ Land	
5. Art des Wohnsitzes:	❑ Garconniere	❑ Wohnung	❑ Reihenhaus	❑ Haus

Folgende Fragen beziehen sich auf Ihre Wohnung/Ihr Haus:

6. Sie sind	❑ Mieter	❑ Eigentümer?		
7. Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt? Insgesamt:			Erwachsene:	
8. Wie groß ist Ihre Wohnung/Haus in m²?				
9. Wie viele Räume hat Ihre Wohnung/Haus?				
10. Wie viel Zeit verbringen Sie von Montag bis Freitag im Durchschnitt in der Wohnung/Haus (OHNE Schlafenszeit)? In etwa ❑ 0 bis 2 Stunden ❑ 2 bis 4 Stunden ❑ 4 bis 8 Stunden ❑ 8 bis 12 Stunden ❑ mehr als 12 Stunden				
11. Wie viel Zeit verbringen Sie von Montag bis Freitag durchschnittlich im Schlafraum? ❑0 bis 4 Stunden ❑4 bis 6 Stunden ❑6 bis 8 Stunden ❑mehr als 8 Stunden				
12. Wie würden Sie Ihre durchschnittliche Schlafqualität der letzten 7 Tage beurteilen? *sehr schlecht* ❑0 ❑1 ❑2 ❑3 ❑4 ❑ 5 *sehr gut*				
13. Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer Wohnsituation insgesamt? *sehr unzufrieden* ❑0 ❑1 ❑2 ❑3 ❑4 ❑ 5 *sehr zufrieden*				
14. Wie lange wohnen Sie in Ihrer Wohnung/Haus?				Jahre
15. Wird in Ihrer Wohnung geraucht? ❑nein ❑ja, nur in bestimmten Räumen ❑ja, überall				
16. Wie stark fühlen Sie sich in Ihrer Wohnung von unangenehmen Gerüchen oder				

Luftverschmutzung gestört oder beeinträchtigt? *gar nicht* ❑0 ❑1 ❑2 ❑3 ❑4 ❑ 5 *sehr stark*

17. Wie stark fühlen Sie sich in der Nacht im Schlafraum durch unangenehme Geräusche oder Lärm gestört oder beeinträchtigt? *gar nicht* ❑0 ❑1 ❑2 ❑3 ❑4 ❑ 5 *sehr stark*

Folgende Fragen beziehen sich auf Ihre Belastung durch elektromagnetische Felder:

18. Wenn Sie an Ihre Teilnahme an der GSM-Studie zurückdenken: Hat sich Ihre persönliche Besorgnis bzgl. möglicher Gesundheitsrisiken des Mobilfunks verändert? ❑bin heute weniger besorgt ❑bin heute besorgter ❑bin heute genauso besorgt wie damals
19. Können Sie Strom oder elektromagnetische Strahlung spüren? ❑ja ❑nein
20. Haben oder hatten Sie zu Hause ein Schnurlostelefon (DECT/GAP-Standard)? ❑ ja, seit Jahren ❑nein, abgeschafft vor Jahren ❑ nein, nie
21. Haben oder hatten Sie zu Hause ein Funk-Internet (WLAN)? ❑ ja, seit Jahren ❑nein, abgeschafft vor Jahren ❑ nein, nie
22. Nutzen Sie ein Mobiltelefon? ❑ja, seit Jahren ❑nein Wenn ja: ❑ täglich Minuten ❑nicht täglich

Vielen Dank für die Teilnahme!

Codenummer / Name: . . . . . .

Geschlecht: ❑ männlich ❑ weiblich

Bildungsstand: ❑ Haupt-/Realschule ❑ Abitur ❑ derzeit Student/in ❑ abgeschl. Studium ❑ unbekannt

Alter: ❑ 12-14 J. ❑ 15-17 J. ❑ 18-29 J. ❑ 30-39 J. ❑ 40-49 J. ❑ 50-59 J. ❑ 60-69 J. ❑ älter

Datum: . . . . . .

SCL-90-R

SCL-90-R – Sie finden auf den folgenden Seiten eine Liste von Problemen und Beschwerden, die man manchmal hat. Bitte lesen Sie jede Frage sorgfältig durch und entscheiden Sie, wie stark Sie **während der vergangenen sieben Tage bis heute** durch diese Beschwerden gestört oder bedrängt worden sind. Überlegen Sie bitte nicht erst, welche Antwort „den besten Eindruck" machen könnte, sondern antworten Sie so, wie es für Sie persönlich zutrifft. Machen Sie bitte hinter jeder Frage nur ein Kreuz in das Kästchen mit der für Sie am besten zutreffenden Antwort. Streichen Sie versehentliche Antworten deutlich durch und kreuzen Sie danach das richtige Kästchen an.
Bitte beantworten Sie jede Frage!

Beispiel:

überhaupt nicht	ein wenig	ziemlich	stark	sehr stark
0	1	2	3	4

Wie sehr litten Sie in den letzten sieben Tagen unter...

Rückenschmerzen	0 1 2 ☒ 4

© Beltz Test GmbH, Göttingen • Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten • Best.-Nr. 04 216 03

überhaupt nicht	ein wenig	ziemlich	stark	sehr stark
0	1	2	3	4

Wie sehr litten Sie in den letzten sieben Tagen unter...

1.	Kopfschmerzen	0 1 2 3 4
2.	Nervosität oder innerem Zittern	0 1 2 3 4
3.	immer wieder auftauchenden unangenehmen Gedanken, Worten oder Ideen, die Ihnen nicht mehr aus dem Kopf gehen	0 1 2 3 4
4.	Ohnmachts- oder Schwindelgefühlen	0 1 2 3 4
5.	Verminderung Ihres Interesses oder Ihrer Freude an Sexualität	0 1 2 3 4
6.	allzu kritischer Einstellung gegenüber anderen	0 1 2 3 4
7.	der Idee, dass irgend jemand Macht über Ihre Gedanken hat	0 1 2 3 4
8.	dem Gefühl, dass andere an den meisten Ihrer Schwierigkeiten schuld sind	0 1 2 3 4
9.	Gedächtnisschwierigkeiten	0 1 2 3 4
10.	Beunruhigung wegen Achtlosigkeit und Nachlässigkeit	0 1 2 3 4
11.	dem Gefühl, leicht reizbar oder verärgerbar zu sein	0 1 2 3 4
12.	Herz- und Brustschmerzen	0 1 2 3 4
13.	Furcht auf offenen Plätzen oder auf der Straße	0 1 2 3 4
14.	Energielosigkeit oder Verlangsamung in den Bewegungen oder im Denken	0 1 2 3 4
15.	Gedanken, sich das Leben zu nehmen	0 1 2 3 4
16.	Hören von Stimmen, die sonst keiner hört	0 1 2 3 4
17.	Zittern	0 1 2 3 4
18.	dem Gefühl, dass man den meisten Menschen nicht trauen kann	0 1 2 3 4
19.	schlechtem Appetit	0 1 2 3 4
20.	Neigung zum Weinen	0 1 2 3 4
21.	Schüchternheit oder Unbeholfenheit im Umgang mit dem anderen Geschlecht	0 1 2 3 4
22.	der Befürchtung, ertappt oder erwischt zu werden	0 1 2 3 4
23.	plötzlichem Erschrecken ohne Grund	0 1 2 3 4
24.	Gefühlsausbrüchen, gegenüber denen Sie machtlos waren	0 1 2 3 4
25.	Befürchtungen, wenn Sie alleine aus dem Haus gehen	0 1 2 3 4
26.	Selbstvorwürfen über bestimmte Dinge	0 1 2 3 4
27.	Kreuzschmerzen	0 1 2 3 4
28.	dem Gefühl, dass es Ihnen schwerfällt, etwas anzufangen	0 1 2 3 4
29.	Einsamkeitsgefühlen	0 1 2 3 4
30.	Schwermut	0 1 2 3 4

überhaupt nicht	ein wenig	ziemlich	stark	sehr stark
0	1	2	3	4

Wie sehr litten Sie in den letzten sieben Tagen unter...

31.	dem Gefühl, sich zu viele Sorgen machen zu müssen	0 1 2 3 4
32.	dem Gefühl, sich für nichts zu interessieren	0 1 2 3 4
33.	Furchtsamkeit	0 1 2 3 4
34.	Verletzlichkeit in Gefühlsdingen	0 1 2 3 4
35.	der Idee, dass andere Leute von Ihren geheimsten Gedanken wissen	0 1 2 3 4
36.	dem Gefühl, dass andere Sie nicht verstehen oder teilnahmslos sind	0 1 2 3 4
37.	dem Gefühl, dass die Leute unfreundlich sind oder Sie nicht leiden können	0 1 2 3 4
38.	der Notwendigkeit, alles sehr langsam zu tun, um sicher zu sein, dass alles richtig ist	0 1 2 3 4
39.	Herzklopfen oder Herzjagen	0 1 2 3 4
40.	Übelkeit oder Magenverstimmung	0 1 2 3 4
41.	Minderwertigkeitsgefühlen gegenüber anderen	0 1 2 3 4
42.	Muskelschmerzen (Muskelkater, Gliederreißen)	0 1 2 3 4
43.	dem Gefühl, dass andere Sie beobachten oder über Sie reden	0 1 2 3 4
44.	Einschlafschwierigkeiten	0 1 2 3 4
45.	dem Zwang, wieder und wieder nachzukontrollieren, was Sie tun	0 1 2 3 4
46.	Schwierigkeiten, sich zu entscheiden	0 1 2 3 4
47.	Furcht vor Fahrten in Bus, Straßenbahn, U-Bahn oder Zug	0 1 2 3 4
48.	Schwierigkeiten beim Atmen	0 1 2 3 4
49.	Hitzewallungen oder Kälteschauern	0 1 2 3 4
50.	der Notwendigkeit, bestimmte Dinge, Orte oder Tätigkeiten zu meiden, weil Sie durch diese erschreckt werden	0 1 2 3 4
51.	Leere im Kopf	0 1 2 3 4
52.	Taubheit oder Kribbeln in einzelnen Körperteilen	0 1 2 3 4
53.	dem Gefühl, einen Klumpen (Kloß) im Hals zu haben	0 1 2 3 4
54.	einem Gefühl der Hoffnungslosigkeit angesichts der Zukunft	0 1 2 3 4
55.	Konzentrationsschwierigkeiten	0 1 2 3 4
56.	Schwächegefühl in einzelnen Körperteilen	0 1 2 3 4
57.	dem Gefühl, gespannt oder aufgeregt zu sein	0 1 2 3 4
58.	Schweregefühl in den Armen oder den Beinen	0 1 2 3 4
59.	Gedanken an den Tod und ans Sterben	0 1 2 3 4
60.	dem Drang, sich zu überessen	0 1 2 3 4

überhaupt nicht	ein wenig	ziemlich	stark	sehr stark
0	1	2	3	4

Wie sehr litten Sie in den letzten sieben Tagen unter...

61.	einem unbehaglichen Gefühl, wenn Leute Sie beobachten oder über Sie reden	0 1 2 3 4
62.	dem Auftauchen von Gedanken, die nicht Ihre eigenen sind	0 1 2 3 4
63.	dem Drang, jemanden zu schlagen, zu verletzen oder ihm Schmerz zuzufügen	0 1 2 3 4
64.	frühem Erwachen am Morgen	0 1 2 3 4
65.	zwanghafter Wiederholung derselben Tätigkeit wie Berühren, Zählen, Waschen	0 1 2 3 4
66.	unruhigem oder gestörtem Schlaf	0 1 2 3 4
67.	dem Drang, Dinge zu zerbrechen oder zu zerschmettern	0 1 2 3 4
68.	Ideen oder Anschauungen, die andere nicht mit Ihnen teilen	0 1 2 3 4
69.	starker Befangenheit im Umgang mit anderen	0 1 2 3 4
70.	Abneigung gegen Menschenmengen, z. B. beim Einkaufen oder im Kino	0 1 2 3 4
71.	einem Gefühl, dass alles sehr anstrengend ist	0 1 2 3 4
72.	Schreck- und Panikanfällen	0 1 2 3 4
73.	Unbehagen beim Essen oder Trinken in der Öffentlichkeit	0 1 2 3 4
74.	der Neigung, immer wieder in Erörterungen oder Auseinandersetzungen zu geraten	0 1 2 3 4
75.	Nervosität, wenn Sie alleine gelassen werden	0 1 2 3 4
76.	mangelnder Anerkennung Ihrer Leistungen durch andere	0 1 2 3 4
77.	Einsamkeitsgefühlen, selbst wenn Sie in Gesellschaft sind	0 1 2 3 4
78.	so starker Ruhelosigkeit, dass Sie nicht stillsitzen können	0 1 2 3 4
79.	dem Gefühl, wertlos zu sein	0 1 2 3 4
80.	dem Gefühl, dass Ihnen etwas Schlimmes passieren wird	0 1 2 3 4
81.	dem Bedürfnis, laut zu schreien oder mit Gegenständen zu werfen	0 1 2 3 4
82.	der Furcht, in der Öffentlichkeit in Ohnmacht zu fallen	0 1 2 3 4
83.	dem Gefühl, dass die Leute Sie ausnutzten, wenn Sie es zulassen würden	0 1 2 3 4
84.	sexuellen Vorstellungen, die ziemlich unangenehm für Sie sind	0 1 2 3 4
85.	dem Gedanken, dass Sie für Ihre Sünden bestraft werden sollten	0 1 2 3 4
86.	schreckenerregenden Gedanken und Vorstellungen	0 1 2 3 4
87.	dem Gedanken, dass etwas ernstlich mit Ihrem Körper nicht in Ordnung ist	0 1 2 3 4
88.	dem Eindruck, sich einer anderen Person nie so richtig nahe fühlen zu können	0 1 2 3 4
89.	Schuldgefühlen	0 1 2 3 4
90.	dem Gedanken, dass irgend etwas mit Ihrem Verstand nicht in Ordnung ist	0 1 2 3 4

MDBF

Code/ Name: [ ]

Datum: [ ] Alter: [Jahre]

Geschlecht: w ○ m ○

Instruktion

Im folgenden finden Sie eine **Liste von Wörtern, die verschiedene Stimmungen beschreiben**.

Bitte gehen Sie die Wörter der Liste nacheinander durch und kreuzen Sie bei **jedem Wort** das Kästchen an, das die **augenblickliche** Stärke Ihrer Stimmung am besten beschreibt.

Ein Beispiel:

Im Moment fühle ich mich

	überhaupt nicht				sehr
	1	2	3	4	5
wohl	○	○	○	○	○

Angenommen, Sie würden sich momentan äußerst wohl fühlen, dann würden Sie den Kreis unter Ziffer 5 ankreuzen

Im Moment fühle ich mich

	überhaupt nicht				sehr
	1	2	3	4	5
wohl	○	○	○	○	⊗

Bitte beachten Sie dabei folgende Punkte:

- In der Liste sind mehrere Adjektive enthalten, die möglicherweise dieselbe oder eine ähnliche Stimmung beschreiben. Lassen Sie sich dadurch nicht verwirren, und **geben Sie Ihre Antwort bei jedem Adjektiv unabhängig davon, wie Sie bei einem anderen Adjektiv geantwortet haben.**

- Beurteilen Sie nur, wie Sie sich **augenblicklich** fühlen, nicht wie Sie sich im allgemeinen oder gelegentlich fühlen.

- Wenn Ihnen die Antwort schwerfallen sollte, geben Sie die Antwort, die am **ehesten** zutrifft.

Geben Sie bitte bei **jedem** Wort ein Urteil ab und lassen Sie keines der Wörter aus.

MDBF-Langform

Datum und Uhrzeit ☐

Im Moment fühle ich mich	überhaupt nicht 1	2	3	4	sehr 5
1. zufrieden	○	○	○	○	○
2. ausgeruht	○	○	○	○	○
3. ruhelos	○	○	○	○	○
4. schlecht	○	○	○	○	○
5. schlapp	○	○	○	○	○
6. gelassen	○	○	○	○	○
7. müde	○	○	○	○	○
8. gut	○	○	○	○	○
9. unruhig	○	○	○	○	○
10. munter	○	○	○	○	○
11. unwohl	○	○	○	○	○
12. entspannt	○	○	○	○	○
	überhaupt nicht				sehr

Datum und Uhrzeit ☐

Im Moment fühle ich mich	überhaupt nicht 1	2	3	4	sehr 5
13. schläfrig	○	○	○	○	○
14. wohl	○	○	○	○	○
15. ausgeglichen	○	○	○	○	○
16. unglücklich	○	○	○	○	○
17. wach	○	○	○	○	○
18. unzufrieden	○	○	○	○	○
19. angespannt	○	○	○	○	○
20. frisch	○	○	○	○	○
21. glücklich	○	○	○	○	○
22. nervös	○	○	○	○	○
23. ermattet	○	○	○	○	○
24. ruhig	○	○	○	○	○
	überhaupt nicht				sehr

GS	WM	RU
☐	☐	☐

© by Hogrefe-Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen • Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten • Best.-Nr. 0117503

Fragebogen zur Selbstbeschreibung

STAI-G Form X 1

Name _____ Mädchenname _____

Vorname _____ Geburtsdatum _____ Alter _____ Jahre

Beruf _____ Geschlecht m/w

Datum _____ Institution _____

Uhrzeit _____

Anleitung: Im folgenden Fragebogen finden Sie eine Reihe von Feststellungen, mit denen man sich selbst beschreiben kann. Bitte lesen Sie jede Feststellung durch und wählen Sie aus den vier Antworten diejenige aus, die angibt, wie Sie sich **jetzt,** d. h. **in diesem Moment,** fühlen. Kreuzen Sie bitte bei jeder Feststellung die Zahl unter der von Ihnen gewählten Antwort an. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Überlegen Sie bitte nicht lange und denken Sie daran, diejenige Antwort auszuwählen, die Ihren **augenblicklichen** Gefühlszustand am besten beschreibt.	ÜBERHAUPT NICHT	EIN WENIG	ZIEMLICH	SEHR
1. Ich bin ruhig	1	2	3	4
2. Ich fühle mich geborgen	1	2	3	4
3. Ich fühle mich angespannt	1	2	3	4
4. Ich bin bekümmert	1	2	3	4
5. Ich bin gelöst	1	2	3	4
6. Ich bin aufgeregt	1	2	3	4
7. Ich bin besorgt, daß etwas schiefgehen könnte	1	2	3	4
8. Ich fühle mich ausgeruht	1	2	3	4
9. Ich bin beunruhigt	1	2	3	4
10. Ich fühle mich wohl	1	2	3	4
11. Ich fühle mich selbstsicher	1	2	3	4
12. Ich bin nervös	1	2	3	4
13. Ich bin zappelig	1	2	3	4
14. Ich bin verkrampft	1	2	3	4
15. Ich bin entspannt	1	2	3	4
16. Ich bin zufrieden	1	2	3	4
17. Ich bin besorgt	1	2	3	4
18. Ich bin überreizt	1	2	3	4
19. Ich bin froh	1	2	3	4
20. Ich bin vergnügt	1	2	3	4

© 1981 Beltz Test GmbH, Göttingen – Bestell-Nr. 0405303

B-L B _____

Inst _____ Stat _____ Datum _____ Wt _____

I-Nr _____ ICD-Nr _____ Uhrzeit ____ / ____ Tz _____

_____ V – IQ _____

Ab hier vom Patienten auszufüllen:

Name _____ Mädchenname _____

Vorname _____ Geburtsdatum _____ Alter ____ Jahre

Beruf _____ Geschlecht m/w

Bitte, füllen Sie diese Beschwerdenliste sorgfältig aus. Machen Sie ein Kreuz in eine der vier Spalten rechts entsprechend der Stärke Ihrer Zustimmung bzw. Ablehnung! Beantworten Sie alle Punkte, lassen Sie keinen aus!

Ich leide unter folgenden Beschwerden:

	stark	mäßig	kaum	gar nicht
1. Kloßgefühl, Engigkeit oder Würgen im Hals				
2. Kurzatmigkeit				
3. Schwächegefühl				
4. Schluckbeschwerden				
5. Stiche, Schmerzen oder Ziehen in der Brust				
6. Druck- oder Völlegefühl im Leib				
7. Mattigkeit				
8. Übelkeit				
9. Sodbrennen oder saures Aufstoßen				
10. Reizbarkeit				
11. Grübelei				
12. Starkes Schwitzen				
13. Kreuz- oder Rückenschmerzen				
14. Innere Unruhe				
15. Schweregefühl bzw. Müdigkeit in den Beinen				
16. Unruhe in den Beinen				
17. Überempfindlichkeit gegen Wärme				
18. Überempfindlichkeit gegen Kälte				
19. Übermäßiges Schlafbedürfnis				
20. Schlaflosigkeit				
21. Schwindelgefühl				
22. Zittern				
23. Nacken- oder Schulterschmerzen				
24. Gewichtsabnahme				

© by Beltz Test GmbH, Göttingen · Nachdruck und jegliche Form der Vervielfältigung verboten 04 077 02

Erklärung gem. § 9 Abs. 1 der Promotionsordnung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertationschrift selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt habe.

Trier, im Februar 2009

(Mag. rer. nat. Christoph Augner)