



Was verursacht „elektromagnetische Hypersensibilität“?

G. Kaul

**Forschung
Projekt F 5212**

G. Kaul

**Was verursacht
„elektromagnetische Hypersensibilität“?**

**Individuelle Wahrnehmung oder
reaktiv ausgelöste Empfindlichkeit
auf elektromagnetische Felder**

Dortmund/Berlin/Dresden 2009

Diese Veröffentlichung ist der Abschlussbericht zum Projekt „Individuelle Wahrnehmung und reaktive Empfindlichkeit auf elektromagnetische Felder – „Elektromagnetische Hypersensibilität“ (EHS)“ – Projekt F 5212 – der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Autor: Dr. rer. nat. Gerlinde Kaul

Unter Mitarbeit von: Dr. rer. nat. Eva-Maria Backé
Dr. Ing. Siegfried Eggert
Michaela Godau
Dipl.-Ing. Sigurd Goltz
Dipl.-Phys. Klaus Hentschel
Dipl.-Psych. Veronika Jelen
Dr. Ing. habil. Jürgen Keitel
Dr. rer. nat. Norbert Kersten
Dr. rer. nat. Hannelore Neuschulz
Dr. med. Ingeburg Ruppe
Jana Thiel
Carmen Thim

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund
Telefon: 0231 9071-0
Telefax: 0231 9071-2454
E-Mail: poststelle@buaa.bund.de
Internet: www.buaa.de

Berlin:
Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin
Telefon: 030 51548-0
Telefax: 030 51548-4170

Dresden:
Proschhübelstr. 8, 01099 Dresden
Telefon: 0351 5639-50
Telefax: 0351 5639-5210

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.
Aus Gründen des Umweltschutzes wurde diese Schrift auf chorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

ISBN 978-3-88261-087-1

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-----------|
| Kurzreferat | 6 |
| Abstract | 7 |
| Résumé | 8 |
| Vorwort | 10 |
| 1 Problemstellung und Hintergrund der vorliegenden Untersuchung | 11 |
| 1.1 Was ist unter einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“ zu verstehen? | 13 |
| 1.2 „Elektromagnetische Hypersensibilität“ im Spiegel der Öffentlichkeit | 15 |
| 2 Experimentelle Befunde aus Untersuchungen zur „elektromagnetischen Hypersensibilität“ im Zusammenhang mit realen Feldimmissionen | 23 |
| 2.1 Zur Prävalenz einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“ | 23 |
| 2.2 Ergebnisse aus EMF- Provokationsstudien mit Betroffenen | 28 |
| 2.3 Zusammenfassende Bewertung der in der Literatur beschriebenen Ergebnisse in Bezug zu häufig genannten Symptomen | 33 |
| 2.4 Schlussfolgerungen | 37 |
| 3 Begründung des gewählten Untersuchungsansatzes und der Hypothesen, die für eine elektro-magnetische Überempfindlichkeit sprächen | 39 |
| 4 Methodisches Vorgehen | 43 |
| 4.1 Die Variation der Bedingung Feld im Provokationsexperiment | 43 |
| 4.1.1 Die Erzeugung der Feldimmission und ihre Applikation im Experiment | 43 |
| 4.1.1.1 Das 50-Hertz-Magnetfeld | 43 |
| 4.1.1.2 Die Erzeugung des GSM-Funksignals und die Exposition mittels Mobiltelefon | 44 |
| 4.1.2 Der Versuchsplan für die Variation von Schein- und Feldexposition | 46 |
| 4.2 Methodik zur Erfassung feldbedingter Wirkungseffekte | 48 |
| 4.2.1 Parameterbestimmung zur Erfassung expositionsbezogener Effekte | 48 |
| 4.2.1.1 Zur methodischen Erfassung subjektiver Feldwahrnehmungen | 48 |
| 4.2.1.2 Die Aufzeichnung des elektrischen Hautleitwertes als Parameter der EDA | 49 |
| 4.3 Die Stichprobenerhebung: Akquisition der Kontrollgruppe und der „elektrosensiblen“ Personen | 51 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.4 | Zur Durchführung der Untersuchung | 56 |
| 4.4.1 | Die Untersuchungslabore | 56 |
| 4.4.1.1 | Das Untersuchungslabor zur Provokation mit einem 50 Hz-Magnetfeld | 56 |
| 4.4.1.2 | Der Faraday-Raum und die Applikation des GSM-Mobilfunktelefons | 56 |
| 4.4.1.3 | Das abgeschirmte Labor für die Durchführung des Autokinetischen Lichttests | 57 |
| 4.4.2 | Versuchsablauf und die Erhebung von Kovariablen | 58 |
| 4.4.3 | Prä-Post-Kontrolle des Belastungserlebens im Verlauf des Experiments | 60 |
| 4.4.3.1 | Eigenzustandsskala nach NITSCH | 60 |
| 4.4.3.2 | Vergleich der Stichproben in der Untersuchungssituation | 61 |
| 4.5 | Datenaufbereitung und -auswertung | 64 |
| 4.5.1 | Die Analyse zur Aufzeichnung des elektrischen Hautleitwertes | 64 |
| 4.5.2 | Zur Analyse von Selbstauskünften aus Fragebogeninventaren | 64 |
| 4.5.3 | Datenanalyse der Befunde zur Wahrnehmung und Aufmerksamkeit | 65 |
| 5 | Darstellung der Ergebnisse zur experimentellen Provokation mit definierten Feldimmissionen | 66 |
| 5.1 | Zur subjektiven Wahrnehmbarkeit des Feldes | 66 |
| 5.1.1 | Trefferrate zur Feldprovokation mit einem 50-Hz-Magnetfeld in der Kontrollgruppe | 67 |
| 5.1.2 | Trefferrate zur Feldwahrnehmung eines 50-Hz-Magnetfeldes bei „elektrosensiblen“ Personen | 68 |
| 5.1.3 | Trefferrate „elektrosensibler“ Personen zur Wahrnehmung eines gepulsten HF-Feldes, das ein GSM-Mobiltelefon aussendet | 68 |
| 5.2 | Die Änderung der elektrischen Hautleitfähigkeit in Abhängigkeit von der real gegebenen Feldimmission | 69 |
| 5.2.1 | Ergebnisse zum Einfluss der Exposition eines 50 Hz-Magnetfeldes auf die Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit in der Kontrollgruppe | 69 |
| 5.2.2 | Ergebnisse zum Einfluss der Exposition eines 50-Hz-Magnetfeldes auf die Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit bei „elektrosensiblen“ Personen | 78 |
| 5.2.3 | Ergebnisse zur Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit unter dem Einfluss des GSM-Mobilfunks für „elektrosensible“ Personen | 84 |
| 5.2.4 | Ergebnisse zur wiederholten Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit unter dem Einfluss des GSM-Mobilfunks für „elektrosensible“ Personen mit einer 100 %-igen Trefferrate bei der Einschätzung des Feldes | 90 |
| 5.3 | Zusammenfassung der Befunde unter dem Gesichtspunkt einer reaktiven Empfindlichkeit von Personen gegenüber einer realen Feldimmission | 95 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6 | Der Vergleich der Stichproben in Bezug zu den Merkmalen erhobener Kovariablen | 98 |
| 6.1 | Erhebungen zum allgemeinen körperlichen und psychischen Befinden der Probanden | 98 |
| 6.1.1 | Merkmale zur Erfassung des Selbstkonzeptes (Skala AE des BVND) | 98 |
| 6.1.2 | Erfassung depressiver Tendenzen sowie Wesenszüge phobischer oder schizoider Persönlichkeitsmerkmale | 99 |
| 6.1.3 | Beschwerdeliste zum Erfassen von körperlichen und psychischen Symptomen | 103 |
| 6.2 | Zur Erfassung anlagebedingter Wesensmerkmale der Person | 109 |
| 6.2.1 | Zentralnervöse Reizverarbeitung – Typ des Reducers oder Augmenters | 109 |
| 6.2.2 | Screening temperamentsbezogener Verhaltensmerkmale in Bezug zur Persönlichkeitsdimension <i>Extraversion – Introversion</i> | 111 |
| 6.2.3 | Geschwindigkeit der repetitiven Handgelenk-Finger-Motorik | 115 |
| 6.3 | Merkmale einer individuellen Wahrnehmungsempfindlichkeit | 119 |
| 6.3.1 | Differenzierung von Gewichtsunterschieden im schwelennahen Wahrnehmungsbereich | 119 |
| 6.3.2 | Die Geschwindigkeit der Erfassung visuell dargebotener Merkmale | 122 |
| 6.3.3 | Die Fähigkeit, Verzerrungen der Feldlinien des Erdmagnetfeldes detektieren zu können (magnetische „Störstellensensitivität“) | 125 |
| 6.4 | Merkmale zum individuellen Belastungserleben | 129 |
| 6.4.1 | Arbeitsbezogene Verhaltens- und Erlebensmuster aus der Bewältigung sozial bewerteter Anforderungen | 129 |
| 6.4.1.1 | AVEM | 129 |
| 6.4.1.2 | FABA | 130 |
| 6.4.2 | Das State-Trait-Angstinventar von SPIELBERGER (STAI) | 133 |
| 6.4.3 | Lärmempfindlichkeit | 135 |
| 6.4.4 | Die Bestimmung des Stresshormons Cortisol im Verlauf eines Tages | 141 |
| 7 | Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse in Bezug zu individuellen Bedingungen einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“ | 152 |
| 8 | Literaturverzeichnis | 158 |
| 9 | Formelzeichen und Abkürzungen | 172 |
| | Anhang 1: Probandenakquisition und -information | 174 |
| | Anhang 2: Erhebungen zur „Elektrosensibilität“ und zum Gesundheitsstatus | 180 |
| | Anhang 3: Verwendete Fragebogeninventare | 188 |
| | Anhang 4: Beschreibung der Testanforderungen zur Wahrnehmung | 197 |

Was verursacht „elektromagnetische Hypersensibilität“?

Kurzreferat

Das Problem der „elektromagnetischen Hypersensibilität“ wirft die Frage auf nach der Wirkung physikalisch bedingter Immissionen durch elektromagnetische Felder im Nieder- und Hochfrequenzbereich, die weit unterhalb gesetzlich verbindlicher Grenzwerte liegen und deren physikalische Eigenschaften keine direkten biologischen Reaktionen mehr erwarten lassen. Zugleich geben zunehmend mehr Menschen an, gesundheitlich unter elektromagnetischen Feldern im Nieder- und Hochfrequenzbereich zu leiden, und begründen damit eine elektromagnetische Überempfindlichkeit, die durch sogenannten „Elektrosmog“ ausgelöst worden sei.

Das Ziel dieser Studie ist es herauszufinden, welche Bedingungen für eine solche elektromagnetische Überempfindlichkeit sprechen könnten, um das Phänomen dieser sogenannten „Elektrosensibilität“ zu objektivieren. Dazu wurde die Empfindlichkeit auf ein magnetisches 50-Hertz-Feld der Stärke von 10 μT oder auf das Hochfrequenzfeld eines GSM-Mobiltelefons getestet.

Methodik: Im Provokationsexperiment wurden freiwillige Personen, die entweder gar nicht unter einer „Elektrosensibilität“ litten (48 m, 48 w) oder die davon stark betroffen waren ($n = 45$), 3 Mal einer Schein- und 3 Mal einer der Feldexpositionen ausgesetzt, über deren Wechsel sie keine Kenntnis hatten. Nach jeder Expositionsphase wurde die Person befragt, ob sie ein Feld wahrgenommen habe. Über die gesamte Dauer aller 6 Expositionsphasen wurde die elektrische Leitfähigkeit des Handschweißes aufgezeichnet, um die Wirkung des elektromagnetischen Feldes in der elektrodermalen Aktivität (EDA) physiologisch zu erfassen. Um darüber hinaus Merkmale im Erleben und Verhalten einer Person charakterisieren zu können, wurden standardisierte psychometrische Verfahren zur Selbsteinschätzung eingesetzt und die Wahrnehmungsleistung getestet.

Ergebnisse: In keinem einzigen Fall konnte im Verlauf des Experiments eine feldabhängige Änderung für die elektrische Hautleitfähigkeit nachgewiesen werden. Auch eine Verzögerung der Wirkung war für den elektrischen Hautleitwert nicht expositionsabhängig nachweisbar. Eher reagierte die elektrische Hautleitfähigkeit auf die Vermutung der Person, dass die Feldexposition gerade aktiv sei. Obwohl die „elektrosensiblen“ Personen sehr häufig angaben, dass sie das Feld wahrnehmen konnten, so lag ihre Trefferrate für die zutreffende Exposition doch nur im Zufallsbereich, wie auch die der Kontrollpersonen.

Fazit: Nach diesen Ergebnissen, die sich für die „Elektrosensiblen“ wie auch für die Kontrollpersonen sowohl unter der Bedingung eines magnetischen 50-Hz-Feldes als auch unter der Immission eines Mobiltelefons übereinstimmend ergaben, lässt sich die „elektromagnetische Hypersensibilität“ nicht auf eine Empfindlichkeit gegenüber real gegebenen Feldexpositionen zurückführen. Das Phänomen verweist auf subjektive Bedingungen im Erleben, die ursächlich von einer psychischen Disposition oder individuellen Stressbewältigung „elektrosensibler“ Personen herrühren könnten.

Schlagwörter:

Elektrosensibilität, 50-Hz-Magnetfeld, GSM-Mobilfunk, Elektrosmog, EDA

Is there an ability to perceive or to be sensitive on electromagnetic fields?

Abstract

This investigation asks about if there are people who are very sensitive to EMF, especially to the magnetic field with a frequency of 50 Hz or to GSM radiation of mobile cells, because of their special biology or who are very susceptible to EMF, because they have a high level of psychological or physiological stress.

Subjects: There were 45 individuals who reported a variety of non-specific health problems that they have attributed to exposure to electromagnetic fields, produced by mobile cells or base stations, or if they stay into the magnetic field produced by current. They imply a causal relationship between reported symptoms and EMF describing them as being electrohypersensitive. 96 other volunteers (48 males, 48 females) without such caused symptoms were the controlled samples.

Experimental surroundings: The random sequence for field exposure changed with a sham, each of them lasted for 10 minutes and every one three times. The experiment was carried out as a double, same times only as a single blind setting. Some of the participants are exposed to the magnetic field of strength of 10 μ T in an office room. The other ones are exposed to GSM radiation due to a mobile cell in a shielded Faraday room. After each period the volunteers were asked whether they have had any sensation in respect to EMF. They answered on a paper with yes or no.

Skin conductance response (SCR) was recording permanently because it reflects physiological as well as emotional reactions due to changing conditions of load very sensitive. Because the level of SCR is individually only its changes are measured.

Results: There was no significant effect on the level of skin conductance response during the course of the experimental periods. There is no relationship between the level of SCR and the real EMF exposure. Not any people who reported electromagnetic hypersensitivity could be confirmed by variance analysis. We found no effect on SCR if the exposure continued or altered. The differences between the averages of the SCR level in the following periods are smaller than the standard deviations, but not significant between sequences of exposure. Although individuals who reported sensitive reactions on EMF rated most times that field exposure is going on than off, but their success rate was not better than chance.

Conclusion: No evidence of exposure and special biology or a special kind of susceptibility could be found. The hypothesis, that there are individuals who are hypersensitive to these field characteristics has to be abandoned. That's it is improbable that there is a health risks like „hypersensitivity“ when the parameter of field lie under the limit. But it would be more possible that an electromagnetic „hypersensitivity“ reflect a psychological phenomenon which is subconscious for each subjects.

Key words:

Electromagnetic Hypersensitivity, GSM mobile phones, 50 Hz magnetic field, SCR

Est-il possible à l'individu de percevoir des champs électromagnétiques ou d'y réagir?

Résumé

L'objectif de cette étude est de vérifier s'il existe des personnes qui soient très sensibles aux champs électromagnétiques, tout particulièrement aux champs électromagnétiques (CEM) d'une fréquence de 50 Hz ou aux ondes de radiation d'un téléphone portable GSM, soit parce que ces personnes possèderaient des qualités biologiques spécifiques ou qu'elles seraient «électrosensibles», soit parce qu'elles seraient exposées à un haut degré de pression, psychologique ou physiologique.

Personnes soumises à l'étude: Il y avait 45 personnes qui se plaignaient de divers problèmes de santé non-spécifiques qu'ils attribuaient à une exposition aux champs électromagnétiques issus de téléphones portables voire de stations de bases, ou bien à un séjour dans le champ magnétique produit par un courant électrique. D'après eux, il existait une relation de cause à effet entre les symptômes évoqués et les champs électromagnétiques et ils se décrivaient comme étant "électrosensibles". 96 autres personnes (48 hommes, 48 femmes) ne présentant pas de tels symptômes s'étaient portés volontaires pour constituer le groupe témoin de l'étude.

Méthodologie: Pour satisfaire au principe de randomisation, les champs électromagnétiques ont été successivement allumés et éteints sans que les participants n'en aient connaissance. Chaque séquence d'exposition a duré 10 minutes et a été répétée trois fois. Par ailleurs, l'expérimentation a été menée en simple insu. Certains des participants ont été exposés à un champ magnétique d'une intensité de 10 μ T dans une pièce de bureau. Les autres ont été exposés à des radiations GSM provenant d'un téléphone portable dans une pièce isolée telle une cage de Faraday.

Après chaque période, on a demandé aux volontaires s'ils avaient ou s'ils n'avaient pas ressenti de champs électromagnétiques. On les a priés de donner leur réponse par écrit en notant un «oui» ou un «non».

La Skin Conductance Response (SCR), à savoir la transpiration de la peau, a été enregistrée en permanence puisqu'il s'agit là d'un paramètre extrêmement sensible qui reflète, en réponse aux variations d'émissions, aussi bien les réactions physiologiques qu'émotionnelles. Chaque individu présente un degré de transpiration cutanée différent, mais on peut mesurer des changements de cette intensité.

Résultats: Il n'y a pas eu d'effet significatif sur le degré de transpiration cutanée (SCR) pendant le déroulement des périodes d'expérimentation.

Il n'existe pas de lien entre le degré de transpiration cutanée et l'exposition réelle aux CEM. L'analyse des variations n'a pu confirmer l'avis d'aucune des personnes qui affirmaient réagir de façon hypersensible aux champs électromagnétiques. Qu'on ait maintenu une exposition ou qu'on l'ait modifiée, nous n'avons constaté aucun effet sur la transpiration cutanée (SCR). Les différences entre la moyenne des niveaux de transpiration cutanée pendant les périodes qui ont suivi sont moindres que les écarts-types, mais ne sont pas significatives entre les séquences d'exposition.

Bien que les personnes "électrosensibles" aient très souvent affirmé avoir ressenti un champ d'émission électromagnétique, elles n'ont pas mieux réussi à ordonner les périodes d'exposition réelles que les personnes du groupe témoin. Dans les deux cas, le taux de réussite correspondait à un taux qu'on aurait pu obtenir d'après les lois du pur hasard.

Conclusion: Ces expérimentations n'ont pu trouver aucune preuve de sensibilité aux émissions, aucune preuve de singularités biologiques, et finalement, aucune preuve d'"électrosensibilité". On a dû abandonner l'hypothèse de personnes réagissant de façon "électrosensible" à des champs électromagnétiques. Il est donc davantage probable que l'électrosensibilité reflète un phénomène qui pourrait trouver son origine dans la structure psychique même des individus ou dans le processus personnel de gestion du stress.

Mots clés:

Électrosensible, champs électromagnétiques (CEM) d'une fréquence de 50 Hz ou de GSM radiation, SCR

Vorwort

Die vorliegende Studie wäre ohne die fachliche Unterstützung meiner Kolleginnen und Kollegen aus der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Berlin weder im Umfang noch inhaltlich mit all den Facetten denkbar gewesen, um die verschiedensten Merkmale elektrosensibler und nicht elektrosensibler Personen zu differenzieren und sie im Zusammenhang mit dem Phänomen „Elektromagnetische Hypersensibilität“ zu überprüfen.

Frau Dr. med. Ingeburg Ruppe regte in ihrer Funktion als Leiterin der Arbeitsgruppe „Elektromagnetische Felder“ das Forschungsprojekt an, weil die in der Öffentlichkeit kontrovers geführte Diskussion, dass sogenannter „Elektrosmog“ auch ein Gesundheitsrisiko darstellen würde, zunehmend mehr Bürger verunsicherte. So war es notwendig, sich über das Phänomen „Elektrosensibilität“ mehr Klarheit zu verschaffen und die Beschwerden in Bezug zu den vermuteten Feldimmissionen zu objektivieren.

Dr. Ing. Siegfried Eggert, Sigurd Goltz und Klaus Hentschel richteten zu den Experimenten die Feldexpositionen ein, die zum einen durch ein magnetisches 50-Hertz-Feld und zum anderen durch die Abstrahlung des GSM-Funks von einem Mobiltelefon aus realisiert wurden, und bestimmten dazu die Feldcharakteristiken auf das Genaueste. Frau Jana Thiel ist die geschickte Umsetzung der Expositionsvorrichtungen im Faraday-Raum zu verdanken.

Bei der Durchführung der Experimente unterstützten mich Frau Michaela Godau und Frau Veronika Jelen. Frau Jelen erarbeitete im Rahmen ihrer Diplomarbeit wesentliche Teile der Untersuchungsmethodik mit und übernahm für die Gruppe der jüngeren Kontrollpersonen zu den erhobenen Daten Teile der Auswertung. Frau Dr. Hannelore Neuschulz half u. a. mit, Probanden für die Kontrollgruppe zu akquirieren.

Frau Dr. Eva Backé regte an, die Sekretion des Stresshormons Cortisol über einen Tag lang mit zu verfolgen, um für die von einer „Elektrosensibilität“ betroffenen Personen das Stressgeschehen physiologisch zu beurteilen. Dafür entwickelte sie ein Ablaufschema zur Probennahme und analysierte zusammen mit ihrer Mitarbeiterin, Frau Carmen Thim, die abgegebenen Speichelproben. Die Auswertungen zu den Ergebnissen der Cortisolausschüttung in den Stichproben lag in ihren Händen.

Herr Dr. Norbert Kersten half dabei, die statistischen Herausforderungen für die Auswertung des umfangreichen Datenmaterials bewältigen zu können und lenkte mit profunden Erfahrungen die Auswahl der Analyseverfahren in die richtige Richtung.

Nicht zuletzt ist all den Probanden für ihre Disziplin und Mitarbeit zu danken. Insbesondere aber denen, die den Mut aufbrachten, sich mit ihrer Beschwerdesituation, die sie einer „Elektrosensibilität“ zuordneten, den elektromagnetischen Feldern auszusetzen und die es – im Unterschied zu den vielen anderen – damit wagten, sich ihre Selbstdiagnose im Experiment überprüfen zu lassen. Die meisten Betroffenen, die sich mit diesem Problem bei uns meldeten, waren nicht dazu bereit, sich in einem Provokationsexperiment solchen elektromagnetischen Feldern auszusetzen, von denen sie glaubten, dass von diesen ihr Wohlbefinden und ihre Überempfindlichkeit negativ beeinflusst werden würde.

1 Problemstellung und Hintergrund der vorliegenden Untersuchung

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ist verpflichtet, auf Bedingungen, die nachweislich zu einem gesundheitlichen Risiko führen können, hinzuweisen, die notwendigen Vorsorgemaßnahmen zu entwickeln und umfassend aufzuklären. Die in der Öffentlichkeit aufgeheizte Diskussion, dass durch sogenannten „Elektrosmog“ Gesundheitsstörungen initiiert werden würden, erzwingt es geradezu, dem Phänomen „Elektrosensibilität“ verstärkt nachzugehen, um das Störungsbild einer solchen Überreaktion auf eine rein physikalisch bedingte Exposition zu objektivieren. Nach den bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen erscheinen die Ängste gegenüber den in alltäglichen Situationen vorkommenden, elektromagnetischen Feldimmissionen unbegründet. Jedoch stellen gerade Personen, die von einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“ betroffen sind oder es zu werden befürchten, die Grenzwerte, die ein Gesundheitsrisiko durch Feldimmissionen frequenzabhängig ausschließen, vehement in Frage. Es wird behauptet, die Grenzwerte ließen eine zu hohe Belastung der Bevölkerung zu, oder sie dürften wegen der Vielzahl der Beschwerden, die „elektrosensible“ Personen berichten, gar nicht allgemein verbindlich sein.

Elektrisch betriebene Geräte oder die Technologie einer schnurlosen funkgesteuerten Datenübertragung sind aus dem modernen Arbeitsalltag nicht mehr weg zu denken und die Entwicklung moderner Kommunikationssysteme ist inzwischen so vielseitig geworden, dass von ihr ein schier unabsehbares Innovationspotenzial ausgeht. Wenn Menschen immer häufiger über Gesundheitsstörungen klagen, für die sie Wirkungen von Feldeinflüssen aus ihrer Arbeits- und Lebensumwelt verantwortlich machen, muss die Frage nach einem kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition durch elektromagnetische Felder einerseits und der darauf bezogenen biologischen Reaktion andererseits geklärt werden. Nur bloßes Anklagen auf Grund eigener (vielleicht auch richtiger) Vermutungen gilt nicht als Beweis, sondern ist höchstens eine mögliche Hypothese, die es zu verifizieren oder zu falsifizieren gilt.

Elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder (EMF) sind nicht von stofflicher Qualität. Felder wirken durch ihre Kraft bzw. durch ihr Energiepotential auf Ionen ein, die sie in Bewegung setzen. Die Energie oder die Kraft eines EMF wird dort, wo sie auf Ionen auftrifft, sofort umgewandelt. Aus diesem Grund lassen sich Felder als solche auch nicht speichern. Damit diese klar definierten, physikalisch bedingten Effekte in biologischen Systemen keine Reaktion auslösen können, – der Wirkungseffekt der Feldimmission also unterhalb einer biologischen Auslöseschwelle bleibt –, sind Grenzwerte festgelegt worden, die auf die jeweils wirksame Feldstärke und Frequenz einer Feldquelle bezogen sind ([1], [8], [12], [20]).

Im niederfrequenten Bereich können Felder – bei entsprechend großer Feldstärke – einen Stromfluss induzieren. Dabei wirkt der elektrische Widerstand auf Grund der Beschaffenheit des Materials oder Gewebes dem Stromfluss entgegen. Der menschliche Körper besitzt eine Vielzahl elektrisch leitender Strukturen, im Besonderen sind dies Nerven- und Muskelzellen. Sie besitzen an einer – an sich hoch isolierenden – Phospholipid-Membran sogenannte Tunnelproteine, die ggf. einen Tunnel oder Kanal eröffnen, damit Natriumionen hindurchströmen können, die das Membranpotential

außerhalb der Zelle gegenüber dem Zellinneren elektrisch aufladen. Dadurch entsteht ein Aktionspotential, das die Zelle für eine Erregungsweiterleitung nutzt. Dieses örtlich minimale Feld wirkt auf die Tunnelproteine der Nachbarzelle, die nun ihrerseits die Kanäle eröffnen und Natriumionen hindurch lassen. So kann sich die Erregung über die Nervenzellen zum Muskel oder zu den Sinnesorganen wie auch zum Gehirn fortsetzen.

Auch von außen erzeugte Membranspannungen könnten Natriumkanäle eröffnen, wenn sie genügend stark sind. Deshalb sind Grenzwerte von elektrischen und magnetischen Feldern so bemessen, dass sie keine ungewollten Erregungen auslösen können. Die Frequenz des Feldes wirkt sich auf die Tunnelproteine für das Öffnen der Membran jedoch unterschiedlich aus. Bei Frequenzen ab etwa 30 kHz ist die die Natriumkanäle eröffnende Halbwelle des Feldes zu kurz und der Kanal geht nicht auf, es entsteht kein Erregungspotential an der Zellmembran. Bei sehr niedrigen Frequenzen wird die Potentialänderung an der Membran dagegen so langsam erzeugt, dass Kompensationsmechanismen, wie die Natrium-Kalium-Pumpe, diesen Effekt wieder ausgleichen können. Jedoch bei einer Frequenz von 50 Hz wirken beide Mechanismen nicht und die Membran lässt sich dann am leichtesten erregen (KEIDEL, 1975).

Im Hochfrequenzbereich (oberhalb von 30 kHz) wird durch die Energie des Feldes eine Wärmewirkung erzeugt. Die Energie des Feldes versetzt dabei die Ionen in eine solch starke Schwingung, dass darüber Reibungswärme entsteht, durch die sich ein Körper erwärmt. Jeder Körper (belebt wie unbelebt) hat ganz unterschiedliche Eigenschaften, um diese Energie zu absorbieren und an seiner Oberfläche wieder zu reflektieren. Bei einer Energieabsorption von unter 1 Watt pro kg wird die Wärmeregulation des Menschen nicht beeinträchtigt (EICHHORN, HOSEMANN, SCHUBERT, STEHR u. WENZEL, 1983). Da die entscheidenden Thermorezeptoren in der Haut liegen und eine tiefer gehende Wärmewirkung, wenn überhaupt, nur verzögert wahrgenommen werden kann, wird die Absorptionswärme in ihrer Wirkung begrenzt auf 0,6 W/kg für den gesamten Körper und auf 2 W/kg für den Kopf ([1], [20]).

Je weiter diese Grenzwerte unterschritten werden, um so unwahrscheinlicher dürfte es nach dem derzeitigen Wissenstand sein, dass sich biologische Reaktionen durch eine solche Kraft- oder Energieeinwirkung eines EMF überhaupt auslösen lassen ([8], [12]).

Wenn aber bei Menschen, die unter einer „Elektrosensibilität“ leiden, die Gültigkeit für diese physikalisch bedingten Wirkeigenschaften aufgehoben wäre, dann müsste es andere, bisher noch unbekannte Antwortmuster im biologischen System geben, die ganz unabhängig von der Intensität der Feldexposition bei einigen wenigen Menschen initiiert werden könnten. Ähnlich der Art, nach denen allergische Reaktionen auftreten, würde man für eine „Elektrosensibilität“ auch ein „Schlüssel-Schloss-Prinzip“ erwarten. Biologische Reaktionen an sich stellen immer Anpassungsleistungen an eine spezifische Reizkulisse der Umwelt dar und ermöglichen damit dem Organismus, sich zu stabilisieren. Wenn eine biologische Reaktion auf Grund einer bestimmten Umweltbedingung ausgebildet wurde, dann wäre sie wie ein Schloss, und das Eintreten dieser konkreten Umweltbedingung würde wie ein „Schlüssel“ wirken, mit dem sich das Reaktionsmuster in Gang setzen ließe. Von allergischen Reaktionen ist bekannt, dass ihnen oft eine längere Expositionszeit vorausgeht, in der das Allergen noch keine allergische Reaktion auslöst. Ist jedoch diese allergische Reakti-

on auf das Allergen ausgebildet, dann reagiert der Organismus stringent immer mit dieser Antwort, sobald das Allergen mit dem Gewebe in Kontakt kommt.

Soll aber eine solche biologische Antwortreaktion spürbar, also als Wahrnehmung erfahrbar werden, dann muss diese Veränderung im Vergleich zu einem vorherigen Zustand groß genug sein, um Nervenzellen anzuregen, die diese Zustandsänderung an das Gehirn weiterleiten. Die Nervenzelle ihrerseits reagiert immer nach einem „Alles-Oder-Nichts-Prinzip“. Nur wenn der Reiz so groß ist, dass seine Reizintensität energetisch die Reizschwelle überschreiten kann, wird in der Nervenzelle eine Erregung ausgelöst und als Nervenimpuls weitergeleitet. Andernfalls wäre der Reiz für die Wahrnehmung nicht zugänglich. Vergleichbares gilt auch beim Sprung über eine Latte: nur wenn die Sprungkraft ausreicht, kann die Latte – egal wie hoch sie liegt – überwunden werden, ansonsten war der Sprung ein Flopp. Ohne Nervenregung keine Sinneswahrnehmung, also auch kein Erkennen einer realen Feldstärkeänderung, die vielleicht körperlich über eine Zustandsänderung vermittelt werden könnte. Eine Änderung des Befindens kann biologisch viele Ursachen haben. Zu prüfen ist, ob tatsächlich Feldeffekte dafür verantwortlich sein könnten.

Wenn es also eine solche „elektromagnetische Hypersensibilität“ gibt, die durch in der Umgebung allgegenwärtig vorhandenen Feldquellen ausgelöst werden würde, welche Bedingungen könnten dann für diese Empfindlichkeit sprechen? Oder anders gefragt: Gibt es Menschen, die nachweislich auf elektromagnetische Felder mit einer – wie auch immer gearteten – Überreaktion antworten können? Und wäre dann eine solche Überempfindlichkeit anlage- oder stressbedingt begründet?

1.1 Was ist unter einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“ zu verstehen?

In Anlehnung an die WHO [20] und das Deutsche Mobilfunkforschungsprogramm [8] wird zwischen dem Beschwerdebild einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“¹ und einer reinen „Sensitivität für das Feld“ unterschieden.

Auf eine Sensitivität gegenüber elektromagnetischen Feldern ist die Fähigkeit begründet, mit der eine Person ein real gegebenes elektrisches, magnetisches oder elektromagnetisches Feld in ihrer Umgebung spüren würde. Dadurch könnte sie im Provokationstest eine überzufällig hohe Trefferrate für richtige Zuordnungen erzielen.

Dagegen bezieht sich die „elektromagnetischen Hypersensibilität“ auf eine Gesundheitsstörung, die betroffene Personen als einschneidend erleben, wenn sie sich mit elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Feldern konfrontiert wissen oder solche Felder in ihrer Umgebung vermuten. Die Betroffenen bringen dann ihre Beschwerden ursächlich mit solchen Feldimmissionen, denen sie sich nicht entziehen können, in Verbindung. Der Begriff „Elektromagnetische Hypersensibilität“ steht nicht für eine medizinisch fundierte Diagnose, sondern er fasst lediglich die Gesund-

¹ Allgemein auch nur kurz als „Elektrosensibilität“ bezeichnet.

heitsstörungen zusammen, die von Betroffenen berichtet werden. Auf der Konferenz der WHO einigte man sich 2004 deshalb auf die Zuordnung der „Elektrosensibilität“ zu einer „Idiopathic Environmental Intolerance (IEI)“ [21].

Das Beschwerdebild einer „Elektrosensibilität“ zeigt sich sehr vielgestaltig und es häufen sich dabei sogenannte unspezifische Symptome, die auch in Begleitung vieler anderer Erkrankungen anzutreffen sind. Gleichfalls kennt man solche Beschwerdemuster auch bei angst-, stress- oder funktionell bedingten Störungen, deren Genese unklar ist und die oft Abbild oder Ursache innerpsychischer Prozesse sind.

Insofern liegt die Vermutung nahe, dass sich diese „elektromagnetische Hypersensibilität“ als ein mit dem ZNS korrespondierendes Reaktionsmuster abzeichnen könnte. In den letzten Jahren wurde deshalb in einer Vielzahl von Studien die Häufigkeit des Auftretens solcher Symptome, wie Müdigkeit und Schlafstörungen, Juckreiz, Kribbeln oder Hautrötungen, Übelkeit oder Schwindel, Konzentrationsschwierigkeiten oder Gedächtnisstörungen, Nervosität, Depressivität, Ohrgeräusche, Kopfschmerzen oder andere Schmerzempfindungen sowie unangenehme Wärmeempfindungen – sofern sie nicht auf bekannte Ursachen zurück geführt werden können –, im Zusammenhang mit Feldeinflüssen untersucht oder zu einer von den Betroffenen angegebenen Fähigkeit, Felder wahrnehmen zu können, in Beziehung gesetzt (u. a. LEITGEB (1995), SCHRÖDER, LEITGEB u. HILLERT (2007), GATHER, SCHULTZE-PAWLITSCHKO u. PAWLITSCHKO (1999), FRICK, MAYER, HAUSER u. EICHHAMMER (2004), IRVINE (2005), KIMBEL u. JANSEN (2005) oder im Rahmen eines Kolloquiums des DMF am 16.05.2006 [35]). Bisher ist es jedoch noch nicht gelungen, ein identifizierbares Syndrom für eine „Elektrosensibilität“ zu systematisieren, das auch differenzialdiagnostisch geeignet wäre, es von anderen Umweltstörungen genauer abzugrenzen ([21], [46], GATHER et al., 1999).

Da zunehmend mehr Menschen über eine Beeinträchtigung ihres Wohlbefindens klagen, wenn sie sich im Einflussbereich von elektrischen oder magnetischen Feldern oder von elektromagnetischer Hochfrequenzstrahlung wähen, wie sie z. B. durch verschiedene Mobilfunktechniken erzeugt werden, muss gefragt werden, ob das Beschwerdebild einer „Elektrosensibilität“ vom realen „So-Sein“ eines Feldes oder vom „Bewusst-Sein“ des Betroffenen, also psychisch, unterhalten wird. Es ist bislang noch offen, ob die reale Existenz des Feldes oder ob seine fehlende Wahrnehmbarkeit die Verunsicherung über die erlebte Befindensstörung bei den Betroffenen auslösen könnte, oder ob für diese Gesundheitsstörungen eine rein subjektive Interpretation, die Angst besetzte Emotionen sublimiert, verantwortlich sein könnte.

In diesem Forschungsprojekt werden Bedingungen untersucht, die der Auslösbarkeit einer begründeten „Elektrosensibilität“ nachgehen und folgenden Zusammenhang prüfen sollen:

- Sollten Betroffene vielleicht auf Grund einer überdurchschnittlichen Wahrnehmungsfähigkeit auf besonders fein differenzierende Sinnesleistungen zurückgreifen können?
- Sind Betroffene eventuell mit einem spezifischen „Nervenkostüm“ ausgestattet, das als Disposition diese Empfindlichkeit nervaler Erregungs- und Hemmungsmuster begründen könnte. Und könnten dann, anlagebedingt, bestimmte Temperamenteigenschaften häufiger mit einer „Elektrosensibilität“ korrespondieren?

- Fallen Betroffene durch ihre Stressbereitschaft besonders auf oder ist ihre Reaktionsweise stark durch Stress provozierende Erlebensmuster gekennzeichnet? Hierdurch würde sich eine biologische Ansprechbarkeit gegenüber Reizen insofern erhöhen, da die Erregungsschwelle in Folge einer Konditionierung oder beanspruchungsbedingten Erschöpfung abgesenkt sein könnte.

1.2 „Elektromagnetische Hypersensibilität“ im Spiegel der Öffentlichkeit

Das Phänomen, unter einer „Elektrosensibilität“ zu leiden, wurde zuerst in den westlichen Industrieländern aktuell, als im Zuge der computertechnischen Modernisierung, vorrangig der Bürotätigkeiten, und mit der Einführung einer modernen funkgesteuerten Telekommunikation die Feldquelle sich dem unmittelbaren Aktionsfeld der Person näherte. Da Radio- oder Fernsehsender diesem persönlichen Raum immer sehr fern sind, schienen auch deren Radiowellen vorerst „unverdächtig“ zu sein. Anfänglich wurden die Beschwerden ursächlich auf niederfrequente EMF bezogen, dann aber zunehmend mehr auch den hochfrequenten EMF zugeordnet. Ende der 90er Jahre wurde deshalb von der WHO unter der Federführung des Schweden U. BERGQVIST eine Europaweite Bemühung koordiniert [38], um empirische Belege, die die Ursachen für das Entstehen einer „Elektrosensibilität“ im Arbeits- und Wohnbereich aufhellen könnten, zusammenzutragen. Ein kausaler Zusammenhang dieser Beschwerdenvielfalt in Verbindung mit EMF konnte jedoch in keinem der einbezogenen Länder gefunden werden. Dagegen ist bereits der Einfluss der Medien auf die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung durch die Art und Weise, wie die Informationen bei der Vermittlung und Darstellung neuer Technologien weitergegeben werden, sehr deutlich herausgestellt worden.

Seit sich im Oktober 2002 mit dem „Freiburger Appell“ [16] niedergelassene Ärzte erstmals zum Beschwerdebild einer „Elektrosensibilität“ an die Verantwortlichen in Gesundheitswesen und Politik wandten, um auf ein zunehmendes Gesundheitsrisiko durch EMF in Deutschland aufmerksam zu machen, insbesondere auf die durch den Mobilfunk verursachte Feldimmission (Elektrosmog), stehen sich Befürworter und Gegner in der Debatte um eine zulässige Belastung der Umgebung durch elektromagnetische Felder unvereinbar kontrovers gegenüber.

Dieser und weitere Ärzteappelle dramatisieren Szenarien, nach denen seit der flächendeckenden Einführung der Mobilfunktechnologie 1992 schwere und chronische Erkrankungen sowie psychosomatisch fehlgedeutete Gesundheitsstörungen deutlich im Ansteigen seien und die gegebenen Feldimmissionen ein zunehmendes Erkrankungsrisiko begünstigen würden. Dies nahm die Bundesregierung 2002 zum Anlass, um mit dem Deutschen Mobilfunkforschungsprogramm für 5 Jahre ein weitreichendes wissenschaftliches Untersuchungsspektrum zu initiieren, mit dem die genannten Risiken epidemiologisch, zellbiologisch und humanexperimentell abgeschätzt werden sollten [7], [8]. Die Forschungsschwerpunkte beziehen sich dabei auf die Erfassung der Exposition hochfrequenter EMF und deren Wirkungsmechanismen bei Tieren und Menschen sowie auf die Risikokommunikation. Mit der auf Europäischer Ebene

vertretenen COST Aktion 281² [15] wurden zwischen 2001 und 2006 verschiedenste Aspekte von gesundheitsrelevanten Fragestellungen im Rahmen der Mobilfunktechnologie, u. a. auch zum Phänomen „Elektrosensibilität“, bearbeitet und diskutiert. Darüber hinaus wurde zu möglichen Risikokonstellationen auch parallel in wissenschaftlichen Kooperationen geforscht, um biologische Effekte als Folge elektromagnetischer Feldexpositionen zu erkunden (u. a. Interphon-Studien [3], [5], [23], [25], [29], [30], [31], [34]; REFLEX-Studie [13], [32]).

Obwohl sich die von den Ärzten, Bürgerinitiativen oder Mobilfunkkritikern aufgezeigten Gesundheitsprobleme in den bisher vorliegenden wissenschaftlichen Studien nicht in dieser Weise verifizieren ließen, bleibt das in der Öffentlichkeit und bei den Betroffenen diskutierte Risiko, einer langfristig zu hohen Strahlungsintensität durch EMF ausgesetzt zu sein, uneingeschränkt aktuell. Leider leistet eine unkritische Darstellung oder Verallgemeinerung von Fakten einer dabei billigend in Kauf genommenen Verunsicherung der Bevölkerung der „Elektrosmog-Debatte“ weiter Vorschub.

Seit Anfang der 1990er Jahre erste Gerichtsverfahren gegen Mobilfunkfirmen mit der Begründung geführt worden sind, dass durch Handy-Nutzung Hirntumore entstünden, wird in Öffentlichkeit und Wissenschaft ein möglicher Zusammenhang zwischen Mobilfunk und der menschlichen Gesundheit in regelmäßig wiederkehrenden Debatten kontrovers und nicht selten mit hohem emotionalen Engagement diskutiert. In den öffentlichen Diskussionsforen nehmen die Medien eine Schlüsselfunktion ein, indem sie nicht nur dem Austausch sachlicher Informationen dienen sondern auch maßgeblich mit zur Meinungsbildung in der Öffentlichkeit beitragen. Durch die Art und Weise der Berichterstattung haben sie einen bedeutenden Einfluss auf eine unter Umständen gewollte selektive Wahrnehmung von Gesundheitsrisiken in der Bevölkerung (u. a. EIKMANN u. HERR, 2007). Gleichzeitig hat sich mit diesem Disput ein „Markt der Möglichkeiten“ ausbauen können, der Bürger durch ein zweifelhaftes Angebot diverser, aber kostenintensiver Kontroll- und Abschirmungsmaßnahmen zum Teil schamlos abzuschöpfen versteht.

Hier soll ein Beispiel [2; 14] genügen, um einen typischen Konflikt, wie er jüngst zwischen Anwohnern und Mobilfunkbetreibern entbrannt war, zu illustrieren und um daran zu zeigen, wie leicht sich Laien irritieren lassen, indem man ungerechtfertigt eine Gefahrensituation in Richtung „Elektrosmog-Gefahr“ medienwirksam propagiert:

Ausgangssituation:

Im August 2006 hatte die T-Mobile im Ort Oberammergau ihre zwei Mobilfunkbasisstationen mit EDGE „aufgerüstet“ – einer GSM-Erweiterung, die höhere Datenraten ermöglicht. Dabei wurden die Taktungen im GSM-Standard geändert und eine zweite Phasenmodulation (EDGE) hinzugefügt.

Die regionale Tageszeitung titelte dann im November 2006: „Mobilfunk macht die Oberammergauer krank“. Eine Reihe unspezifischer Krankheitssymptome, wie Kopfschmerzen, Druck in den Augen, Bluthochdruck, Orientierungslosigkeit, Schlaflosigkeit u. a., würden im Ort im Zusammenhang mit der „Umrüstung“ dieser Mobilfunkbasisstationen stehen. Ein neuartiges „Tackern“ in Elektrosmog-Analysern sei selbst in den hintersten Kellerwinkeln nachweisbar. Das würde durch EDGE ausgelöst, das bei der „Umrüstung“ dieser Mobilfunkbasisstationen neu hinzugekommen war. Gemeinde und Presse forderten die Messung der im Ort gegebenen (Mobilfunk-)Strahlenexposition, die vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) noch im gleichen Monat ermittelt wurde.

² COST steht für: European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research

Bisher liegen dem Bayrischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit die erbetenen Kasuistiken für die in der Presse vorgestellten Einzelfälle [11] noch nicht vor, obwohl gerade die behandelnden Ärzten auf die Aufklärung dieses gesundheitlichen Desasters mit drängten. Damit hätte man eine medizinisch fundierte Befundcharakteristik für den Einzelfall gehabt, um sehr konkret der elektromagnetischen Hypersensibilität bei diesen Betroffenen nachgehen zu können.

Elektromagnetische Felder (EMF) in Oberammergau, Ergebnis der Messungen:

Das LfU erfasste die Immissionen im GSM-900-Band (zwischen 935 MHz und 960 MHz) sowie mit einem speziellen Niederfrequenz-Messgerät auch den Bereich zwischen 5 Hz und 2 kHz. Da klar war, dass es sich bei der niedrigen Frequenz keinesfalls um eine Trägerfrequenz des Mobilfunks handeln konnte, sondern bestenfalls um die Pulsmodulation der HF-Frequenz des GSM-Signals von 217 Hz, war es auch nicht überraschend, dass keine Immission unterhalb von 16 Hz (Bahnstrom) gefunden wurde. Im Freien lagen die Immissionswerte im GSM-Frequenzband für die elektrische Feldstärke bei etwa 5 % des Grenzwertes.

Bei Messungen mit einem Personendosimeter, mit dem ein Mitarbeiter der LfU bei einem Rundgang im Ort die personenbezogene Feldexposition ermittelte, fanden sich auch keine außergewöhnlichen Werte, sondern es wurde eine für die Umgebung von Mobilfunkbasisstationen typische Situation vorgefunden.

Auf Bitten des LfU schaltete T-Mobile im Dezember 2006 die EDGE-Funktion kurzzeitig ab. Das Tackern war – wie zu erwarten – weiterhin wahrzunehmen. Per Mikrofon und Soundkarte wurde das Audiosignal eines „Elektrosmog-Spions“³ aufgezeichnet und die „Tackerfrequenz“ mit 8 1/3 Hz bestimmt.

Abschließend fasst das Bayrische Landesamt für Umwelt [14] in seinem Bericht zusammen:

„Mit den Messgeräten (Elektrosmog-Spion und LfU-Messgeräten) lassen sich Wellenpakete, insbesondere die mit einer Taktungsfrequenz von 8 1/3 Hz, feststellen. Daneben gab und gibt es weiterhin verschiedene Periodizitäten (z. B. 217 Hz und 433 Hz). Die Messungen im Freien (Hauptstrahlung in ca. 120 m Entfernung) ergaben Werte unterhalb von 5 % des Grenzwertes; höhere Werte wurden auch mit dem Personendosimeter nicht gefunden. Die lokale Reichweite des Mobilfunkstandards GSM mit EDGE unterscheidet sich nicht von dem ohne dieser Funktion.“

Obwohl mit der Darstellung des Sachverhaltes Entwarnung gegeben werden konnte, fühlten sich die Bürger, die unter solchen Beschwerden litten, gar nicht erleichtert sondern vom Mobilfunkbetreiber eher hinters Licht geführt bzw. betrogen. Nicht selten verschließen sich Bürgerinitiativen, die Aktionen gegen die Aufrüstung von Mobilfunkanlagen starten, gegen fundierte, ingenieurtechnisch oder physikalisch beweisbare Argumente und verteidigen ihr Ansinnen sehr emotional, zuweilen auch militant, wodurch gerade Menschen, denen diese Fachwelten fremd sind und fremd bleiben, noch mehr verunsichert werden, weil sie nicht mehr überblicken können, wem sie was glauben oder worauf sie vertrauen dürfen. Suggestiv leicht zu beeindruckende sowie ängstliche Menschen glauben dem, was für sie leicht vorstellbar ist oder ihre Ängstlichkeit zu rechtfertigen scheint. Damit stehen sie unseriösen, panikmachenden Argumenten leider viel zu aufgeschlossen gegenüber. Zum Teil geben aber solche Argumentationen, die eine „Elektrosmog-Gefahr“ heraufbeschwören, Menschen auch die Möglichkeit, von sich abzulenken und eine ursächliche Bedingung ihrer Beschwerden im Außen anzusiedeln. Aber die Welt, in der ein Mensch lebt, ist von ihm

³ Der Elektrosmog-Spion ist ein Empfänger von Funkwellen, ähnlich wie ein einfaches Radio, das periodische Unterbrechungen der Mobilfunkwellen, insbesondere mit 8 1/3 Hz, bei Feldstärken ab etwa einem Promille des Grenzwertes hörbar machen kann.

selbst nur zu einem geringen Teil zu beeinflussen, ein anderer Teil wird ihm in vereinbarten Grenzen zugemutet und muss von ihm toleriert werden.

Eine Betroffene z. B. beschreibt in einem Internetforum ihren Fall so: „Nach 5 Jahren Martyrium endlich zu erfahren, dass wir an einem Mobilfunksender wohnen, und dadurch die Möglichkeit zu bekommen, für die Erkrankungen eine Ursache zu finden, hat N. das Leben gerettet. Durch Seiten wie im Forum⁴ Informationen zu bekommen, war für uns sehr wichtig. Zu Mobilfunkkritikern hatte ich lange keine Verbindung, meinen Kampf gegen die Mobilfunkindustrie startete ich ganz alleine. Aufklärung ist wichtig, da es sicher noch viele gibt, die wie wir - von einer Krankheit in die nächste - verzweifelt auf der Suche nach der Ursache sind.

Nachdem wir von dieser eventuellen Ursache wussten und uns dem entzogen, wurde unser gesundheitlicher Zustand mit jedem Tag besser. Bezug des Kellers war die erste Maßnahme, dann Meidung der verstrahlten Zimmer des Hauses. Durch das Strahlenschutzgitter können wir das Erdgeschoss und den Garten wieder nutzen. Wir sind seither gesund, und das sind jetzt 3 Jahre, die massiven Beschwerden waren nach ca. ½ Jahr komplett weg und sind nicht wieder gekommen. Und jetzt soll mir noch jemand erzählen, es kam nicht vom Mobilfunksender!“

Auch Printmedien, unter dem Anstrich wissenschaftlich zu sein, scheuen nicht davor zurück, mit „Elektrosensibilität“ ihre Auflagen zu steigern. Unter dem Titel „Wahnsinn Mobilfunk, Betroffene berichten“ (TRISCHBERGER, 2006) lassen sie für ein mehr oder weniger geneigtes Publikum „Elektrosensible“, die angeben, vom Mobilfunk gemartert zu werden, ihre Schicksale schildern.

So berichtet zum Beispiel F. (23 J.), dass er schon nach 2 Semestern sein Studium abbrechen musste, weil er unter neurologischen Ausfallerscheinungen litt, die er einer „Strahlenbelastung“ in der Hochschule von bis zu 1300 nW/cm^2 ($= 0,0013 \text{ mW/cm}^2$) zuschrieb. Im Kontrast dazu berichtete er, im Gebirge bis zu einem Schwierigkeitsgrad von 10 klettern zu können.

Oder G. (21 J.), der nach einem Umzug in eine Wohnung, die sich unter einem Mobilfunkmast befunden habe, schon nach 3 Wochen massive neurologische Probleme bekam. Als Technikfreak machte er sich als 18-Jähriger mit einer eigenen IT-Firma selbständig, wobei er als Systemadministrator nur strahlungsfrei arbeiten kann, was ihm aber nur im Keller möglich sei.

U. (28 J.) gründete nach Abschluss seiner Ausbildung als Kommunikationselektroniker seine eigene Firma. Beruflich bedingt, musste er viel mit dem Handy telefonieren. Er berichtet über mehrere Zusammenbrüche, die ihn 2001 veranlassten, seine Mitarbeiter krankheitsbedingt zu entlassen. Seitdem lebt er in „Funklöchern“, die er mit dem Wohnwagen aufsucht.

Der Verfasser des hieraus zitierten Artikels (45 J.) schildert Beschwerden, die er auf Grund seines unter Mobilfunkmasten befindlichen Arbeitsplatzes bekommen habe, wobei er seit 1996 täglich mit 4 nW/cm^2 ($= 0,0000004 \text{ mW/cm}^2$) belastet gewesen sei. Nach 4 Jahren waren massive Schlafstörungen und Infektanfälligkeiten aufgetreten. Inzwischen ist er frühpensioniert worden.

Frau S. (50 J.) bekam, nachdem ihre Firma in ein neues Gebäude umgezogen war, am Arbeitsplatz nach wenigen Monaten Beschwerden (Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen, starkes Brennen am ganzen Körper, Herzrhythmusstörungen, Schwächung der Immunabwehr), die sie auf die DECT-Telefone und die Mobilfunkmasten auf dem Firmengebäude bezog. Ihre „Elektrosensibilität“ wurde ihr in einer Spezialklinik durch 2 Ärzte bestätigt. Seither ist sie arbeitssuchend, da ihr die BfA diese Erkrankung nicht anerkennen will.

Auch M. (54 J.) gibt an, schon nach 6 Monaten, in denen sie mit einer täglichen Strahlenbelastung von $5.000 \text{ } \mu\text{W/m}^2$ ($= 0,0005 \text{ mW/cm}^2$) unter Mobilfunkmasten arbeiten musste, Beschwerden bekommen zu haben. Ihre Melatonin- und Serotoninwerte seien davon stark erniedrigt gewesen. Auch sie musste ihren Arbeitsplatz aufgeben und fühlt sich seither arbeitsunfähig.

⁴ Der Name der website ist geändert.

Die Liste von Berichten, in denen betroffene „Elektrosensible“ Angaben zu ihrer Beschwerdesituation machen, ließe sich ähnlich weiter fortsetzen⁵. Auffällig ist, dass diese Betroffenen nie berichten können, ob sich ihre doch sehr massiv geäußerten Beschwerden diagnostisch objektivieren ließen und welche fachärztliche Behandlung sich auf Grund dieser klinisch relevanten Kriterien daraus ergeben hatte, obwohl sie als Ursache von Arbeitsunfähigkeit nicht selten zu einer Frühberentung geführt haben. Es dominieren in den Leidensgeschichten von Betroffenen unfreiwilliger Ortswechsel oder aufgezwungene Veränderungen in ihrer Umgebung (wie Mobilfunkmasten in der Blickachse). Unterstützt werden diese Leidensgeschichten durch Expositionsbestimmungen von Elektrosmog-Experten, die ihre Diagnose „Elektrosensibilität“ gern darin bestärken, dass sie durch die „hohen“ Immissionswerte des Mobilfunks „strahlengeschädigt“ wurden oder werden.

Schon mit einer sehr klein gewählten Maßeinheit auf der Messskala⁶ lassen sich scheinbar dramatisch große Skalenwerte erzielen, die der Laie dann als hohe Exposition interpretieren würde, weil er sich eher am Zahlenwert als an der Maßeinheit orientiert. Der so manipulierte Skalenwert täuscht den Umstand vor, es würde sich um ein „sehr intensives Feld“ oder um „sehr viel Elektrosmog“ handeln, dem Personen passiv und ungeschützt wie auch unmittelbar direkt ausgesetzt seien (z. B. bei HELLEMANN (2004) oder MAES (2005)).

Von Bürgerinitiativen und von baubiologischen Messlaboren wird weiterhin der Standpunkt unterstützt, dass sich auf Grund einer immer stärker anwachsenden „Elektrosmog-Belastung“ auch die Beschwerden in der Bevölkerung (oder die Verhaltensauffälligkeiten bei Tieren) mehren würden. Dabei spielten die verschiedensten, vor allem aber die hochfrequenten Felder („Strahlungen“) im öffentlichen und privaten Bereich eine besonders große Rolle (HELLEMANN, 2004). Diese Argumentation stützt sich vorrangig auf die zum Teil stark emotional dramatisierten Einzelberichte

⁵ Die hier beispielhaft angeführten Berichte sind durch ihre Veröffentlichung in der Zeitschrift *raum&zeit* Nr. 140 und 141 (2006) bereits von den Betroffenen frei gegeben worden.
www.esmog-augsburg.de/erfahrungen.htm

Berichte von Probanden, die an der BAuA-Studie beteiligt waren und ihre Beschwerdesituation darlegten, unterliegen der Schweigepflicht und dürfen deshalb auch nicht im Forschungsbericht veröffentlicht werden.

⁶ Die magnetische Flussdichte wird in den Regelungen der 26. BImSchV für den Umwelt- und Wohnbereich in der Größenordnung von Miko-Tesla (μT) angegeben, während sie Baubiologen in Nano-Tesla ($1 \mu\text{T} = 1.000 \text{ nT}$) messen.

Ebenso wird die Leistungsflussdichte einer Feldimmission, also das was an Energie auftrifft, technisch in der Größenordnung von Watt pro m^2 (W/m^2) oder Milliwatt pro cm^2 (mW/cm^2) angegeben – die Maßeinheit ist sowohl im Zähler als auch im Nenner verkleinert. Baubiologen reduzieren aber nur die Maßeinheit im Zähler, wenn die Leistungsflussdichte der Feldimmission in Mikrowatt pro m^2 ($\mu\text{W}/\text{m}^2$) angegeben wird, wodurch sich extrem große Zahlen bei der Umrechnung von W/m^2 in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ergeben müssen! (Der Wert wird so im Zähler um den Faktor 1.000.000 verändert!)

Im Vergleich dazu [8] beträgt die von einem Menschen abgestrahlte Energie im Minimum 70 Watt, das entspricht bei einer Körperoberfläche von ca. $1,7 - 1,9 \text{ m}^2$ einer nur im Grundumsatz! abgehenden Wärmestrahlung von 40 Watt pro m^2 oder $4 \text{ mW}/\text{cm}^2$ (bzw. = $4.000.000 \text{ nW}/\text{cm}^2$). Schon beim Sitzen steigt diese Wärmeabgabe auf $58 \text{ W}/\text{m}^2$ an.

vieler Betroffener und auf die vom Laien nicht überprüfbaren baubiologischen Messdaten, die ihm eine solche (vermeintlich hohe) Feldexposition offerieren⁷.

Leider wird gerade von dem Personenkreis, der sich wegen der viel zu hohen Grenzwerte bedroht und sich so zum Opfer einer sogenannten „staatlich sanktionierten Willkür“ gemacht fühlt, mit um so größerem Interesse jedes Detail aufgegriffen, das die „Bedrohungshypothese“ wegen einer akuten „Elektrosmog-Gefahr“ stützen könnte. Die politische Dimension solcher Agitationen erschließt sich aus der Tatsache, dass sich Betroffene nicht nur in Selbsthilfegruppen zusammenschließen, sondern dass sie durch weit vernetzte Bürgerinitiativen vertreten und organisiert werden.

Ihre Sprecher sind propagandistisch gut geschult⁸. Die Bürgerinitiativen werden auf parteipolitischer Ebene in Deutschland z. B. durch die Ökologisch-Demokratische Partei (ödp) vertreten und sie arbeiten mit Abgeordneten in den Parlamenten der Länder und des Bundes zusammen, die ihre Interessen unterstützen.

Die vom Max-Delbrück-Center (MDC) in Auftrag gegebene Studie zur Analyse der Berichterstattung zum Thema Mobilfunk und Gesundheit in der deutschen Tagespresse kommt zu dem Schluss (GRUMMICH, 2007), dass in den untersuchten Printmedien durch die Berichterstattung im Zeitraum von 2002 bis März 2007 der wissenschaftliche Erkenntnisstand nur mangelhaft wiedergegeben worden sei, und dass die Mehrzahl von ihnen für eine sachgerechte Information der Öffentlichkeit derzeitig eher ungeeignet erscheint. Dadurch wird dem Leser eine informierte Meinungsbildung und Urteilsfindung erschwert. Dies kann dann die bestehenden Unsicherheiten in der Bevölkerung noch erhöhen. Die Analyse stellt dagegen auch heraus, dass einigen Zeitungen eine mehr oder weniger starke Tendenz angelastet werden kann, diese Thematik gerade unter dem Gesichtspunkt der Angst auch zu nutzen, um für sich Aufmerksamkeit – gekoppelt mit einer gesteigerten Auflage – zu erreichen.

Vorausgegangen war dem eine Debatte im Forum „Bioethik Diskurs“ des MDC [27], das zum Reizthema „Schäden durch Handy-Strahlung?“ dem Artikel von U. KRÜGER in der internationalen Fachzeitschrift *Message* (1/2007) nachging. Krügers Recherchen ergaben, dass kritische Beiträge über Gesundheitsrisiken von Handys und Funkmasten eher unterdrückt werden würden, da vielen Medien eine wirtschaftliche

⁷ Noch immer zählt die Bewertung von Feldern und die Messung ganz spezifischer Komponenten einer Feldimmission zu den anspruchvollsten und schwierigsten ingenieur-technischen Aufgaben und erfordert hochempfindliche und vor allem geeichte Messinstrumente.

⁸ Ein Beispiel vom 27.10.2002 unter: <http://f3.webmart.de/f.cfm?id=601862&r=threadview&t=835668>

„Hallo MitstreiterInnen,
gestern hat mich Herr M. von h.e.s.e. Projekt angerufen und mich gebeten, noch mal alle unsere ISVBU Mitglieder zu bitten, sich an dem Freiburger Appell zu beteiligen und Unterschriften zu sammeln. Das Echo soll sehr groß sein und auch in Funk und Fernsehen sollen Sendungen darüber stattfinden, also faxt den Appell an Eure Radio- und Fernsehstationen.

Ich werde die Infoblätter auf unsere Verbundseiten stellen, dass man sie sich als Anhang an eine E-Mail zuschicken lassen kann. Es handelt sich um GIF Dateien, die mit jedem Grafikprogramm zu bearbeiten und auszudrucken sind.

Ich würde es begrüßen, wenn auch wir als ISVBU uns offiziell an dieser Aktion beteiligen würden ...“

Nähe zur Mobilfunkindustrie nachgesagt werden könne, die dann ihrerseits auf die Auswahl der Beiträge indirekten Einfluss nehmen kann. Wie immanent schnell das geht, bewiesen Reaktionen von Mobilfunkkritikern auf die 2007 vom WDR ausgestrahlte Sendung „Quarks & Co“⁹.

Aber solange sich keine ursächlich an Felder gekoppelte Gesundheitsstörung nachweisen lässt oder – daraus abgeleitet – ein gesichertes Gesundheitsrisiko besteht, solange gibt es auch keinen einklagbaren Rechtsanspruch, der sich aus der Beschwerdesituation „Elektrosensibilität“ begründet. Trotzdem ist das Problem aus vielen Gründen ernst zu nehmen, da es bei den Betroffenen um Interessenskonflikte aus ihrer jeweiligen Lebenssituation heraus geht und ihnen innerhalb ihrer Privatsphäre, wie jedem anderen in der Gesellschaft auch, die Unversehrtheit ihrer Person¹⁰ zugesichert wird ([6], [18]).

Interessenskonflikte zwischen Privatperson und Gesellschaft können sich ergeben

- aus dem Recht des Einzelnen auf den Schutz seiner Privatsphäre: Felder breiten sich im Raum aus und können raumbegrenzende Materialien durchdringen.
- aus dem Recht der Gesellschaft auf Schutz des Lebens und der Umwelt. Die Belastung von zumutbaren Einflüssen aus der Arbeit und der Umwelt darf die Gesundheit der betroffenen Menschen nicht schädigen.
- aus dem Recht des Verbrauchers nach Produktsicherheit, für das jeder Hersteller oder Vertreiber einer Ware oder eines Verfahrens haftet.
- und nicht zuletzt aus dem Recht des Marktes, die Produktion mit innovativen Lösungen gewinnorientiert weiter voranzutreiben.

Ein Rechtsanspruch würde jedoch eine begründete, nicht nur eine vermutete, Verletzung der Privatsphäre voraussetzen. Dazu führt das Bundesverfassungsgericht¹¹ in seiner Begründung gegen die Verfassungsbeschwerde wegen einer Mobilfunkanlage aus:

„Eine Pflicht des Staates zur Vorsorge gegen rein hypothetische Gefährdungen besteht nicht.“

Die geltenden Grenzwerte könnten nur dann verfassungsrechtlich beanstandet werden, wenn erkennbar ist, dass sie die menschliche Gesundheit völlig unzureichend schützen.

⁹ Zur Sendung „Quarks & Co“ zum Thema „Krank durch Handystrahlung?“ am 19.06.2007 u. a. diese: Die „Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie“ analysierte die Sendung im Rahmen ihres Projekts Medien-Kultur und rügte darin nicht nur den WDR-Programmbereichsleiter, H. Spitra, und den Moderator, Ranga Yogeshwar, sondern es wurden auch Intendantin Monika Piel und der WDR-Rundfunkrat mit einer offiziellen Programmbeschwerde nach § 10 des WDR-Gesetzes in aller Öffentlichkeit „abgemahnt“! (www.kompetenzinitiative.de)

¹⁰ Haftungsansprüche des Bürgers erwachsen aus § 823 BGB.

¹¹ Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 28.02.2002, Az. 1 BvR 1676/01

Das Grundrecht auf Leben und Gesundheit verlangt nicht von den Gerichten, den Verordnungsgeber zur Herabsetzung von Grenzwerten auf einer wissenschaftlich ungeklärten Grundlage zu verpflichten, weil nachteilige Auswirkungen von Immissionen auf die menschliche Gesundheit nicht ausgeschlossen werden können. Es ist vielmehr eine politische Entscheidung, ob in einer solchen Situation der Ungewissheit Vorsorgemaßnahmen durch den Staat ergriffen werden sollen.“

2 Experimentelle Befunde aus Untersuchungen zur „elektromagnetischen Hypersensibilität“ im Zusammenhang mit realen Feldimmissionen

2.1 Zur Prävalenz einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“

In einem Ende der 90er Jahre von der Europäischen Kommission der WHO unterstützten internationalen Forschungsprojekt wurden europaweit in insgesamt 13 Ländern Selbsthilfegruppen und nationale Einrichtungen für Arbeitsmedizin zum Ausmaß und zum Erscheinungsbild einer „Elektrosensibilität“ befragt (Bergqvist, U. et al., 1997). Obgleich diese Untersuchung die bisher wohl umfassendste Schätzung für das Auftreten dieses Krankheitsphänomens darstellen dürfte, so sind die Ergebnisse nur mit gewissen Einschränkungen interpretierbar. Nicht in allen einbezogenen Ländern hatten arbeitsmedizinische Einrichtungen und Selbsthilfegruppen existiert. Zum anderen war die Rücklaufquote aus einigen Ländern sehr gering gewesen und die Angaben der antwortenden Personen beruhten darüber hinaus auf ihren subjektiven Urteilen (und nicht auf objektiven Statistiken). Deshalb weisen die Autoren darauf hin, dass diese Ergebnisse eher in einem qualitativen anstatt in einem quantitativen Sinne zu werten seien. Das Auftreten von „Elektrosensibilität“ hatte in den einzelnen Ländern bemerkenswerte Häufigkeitsunterschiede: Während das Problem in Schweden, Norwegen, Deutschland, Österreich und Frankreich schon häufig an arbeitsmedizinische Einrichtungen herangetragen worden war, waren davon solche in Italien und Großbritannien zum Zeitpunkt der Untersuchung noch völlig unbehelligt geblieben. Auch aus den südeuropäischen Ländern wie Portugal, Spanien und Griechenland sowie auch aus den kleineren Ländern wie Belgien und Luxemburg waren bei der Forschungsgruppe keine Antworten eingegangen, was möglicherweise auf ein geringeres Auftreten in diesen Regionen, aber zumindest auf ein geringeres öffentliches Bewusstsein für ein solches Phänomen hinweisen könnte.

Im Gegensatz dazu prognostizierten HALLBERG und OBERFELD (2006) auf Grund von 17 Erhebungen, die sie aus Österreich, Deutschland, Großbritannien, Schweden, Irland, der Schweiz und den USA zwischen 1985 und 2004 zusammengetragen haben, dass bis 2017 ein Anstieg von Symptomen einer „Elektrosensibilität“ in der Bevölkerung auf sogar 50 % zu erwarten sei.

LEITGEB (1995) versuchte mittels Prävalenzschätzungen eine „objektiv“ erfassbare Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Feldern zu finden. In einem Doppelblind-Experiment zur Bestimmung der Wahrnehmbarkeitsschwelle wurde bei zufällig aus der Normalbevölkerung ausgewählten Versuchspersonen ein schwacher 50 Hz-Wechselstrom am Unterarm appliziert. (Die Wahrnehmungsschwelle dafür lag bei Frauen um ca. 30 % niedriger als bei Männern.) LEITGEB schlussfolgerte daraus, dass ca. 2 % der Bevölkerung die Voraussetzung für elektrosensitive Reaktionen aufweisen würde. Da sich unter diesen sensitiven Probanden allerdings keine Personen mit akuten – also auf EMF attribuierte – Beschwerden befanden, dürfte der Prozentsatz derer, die im Alltag tatsächlich an (vermeintlich) durch EMF hervorgerufenen Symptomen leiden, eher geringer ausfallen.

Wie bei jedem biologischen Merkmal, dessen Ausprägung in der Bevölkerung zwar unterschiedlich, das aber im Mittel qualitativ oft normalverteilt ist, existiert eben immer auch eine Gruppe von Personen, die an den Endpunkten einer solchen Verteilung liegen, also z. B. eine sehr hohe oder sehr geringe Empfindlichkeit repräsentieren. Entscheidend aber ist, ob zwischen der Verteilung dieser messbaren Elektrosensitivität gegenüber Stromreizen und der subjektiv berichteten Empfindlichkeit gegenüber EMF ein statistischer, und – wenn zutreffend – möglicherweise auch ein kausaler, biologischer Zusammenhang bestehen könnte.

Diese Frage, ob mit der Ausprägung einer individuell bestimmbaren Elektrosensitivität auch „Elektrosensibilität“ aufzufinden wäre, bzw. ob Personen, die sich durch EMF beeinträchtigt fühlen, tatsächlich eine gesteigerte elektrische Empfindlichkeit aufweisen, haben SCHRÖTTNER, LEITGEB u. HILLERT (2007) genauer untersucht. Dabei zeigte sich, dass bei 11 % der „Elektrosensiblen“ eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber einem Stromreiz von 50 Hz gefunden wurde. Obwohl dieser Unterschied zur Allgemeinbevölkerung (mit 2 %) signifikant ist, war das Ergebnis maßgeblich aber durch das Auswahlverfahren der Probanden mit beeinflusst: Während sich die „elektrosensiblen“ Personen, die aus Selbsthilfegruppen und durch Presseaufrufe akquiriert worden waren, von der Empfindlichkeitsverteilung in der Allgemeinbevölkerung weniger unterschieden, erwiesen sich 60 % derjenigen Probanden, die sich selbst zur Untersuchung bewarben, weil sie für ihre Schlafprobleme eine Mobilfunk-Basisstation in ihrer Wohnnähe verantwortlich machten, als sehr empfindlich gegenüber diesen niederfrequenten Stromreizen. Die Autoren leiten daraus ab, dass ein Ungleichgewicht im autonomen Nervensystem für die Entwicklung einer „Elektrosensibilität“ bedeutsamer sei als die elektromagnetischen Felder der Umgebung selbst.

GATHER und Mitarbeiter (1999) führten systematische Befragungen an selektierten Patientenkollektiven aus dem Ballungsraum NRW mit dem Ziel durch, statistisch einen Symptomkomplex „Elektrosensibilität“ aus klinischen und Laborbefunden in Bezug zu anamnestisch erhobenen Daten zu extrahieren. Dabei sollte die Beschwerdesituation von „elektrosensiblen“ Personen, die vor allem unter niederfrequenten Feldeinflüssen im Wohn- und Schlafbereich litten, hinsichtlich eines biomedizinischen Wirkungseffekts auf Grund elektromagnetischer Feldeinflüsse beurteilt werden. Eingeschlossen wurden u. a. das Immunprofil, das große Blutbild, die Konzentrationen wichtiger Mineralstoffe im Blut und die Serodiagnostik des Blutes auf Antikörper. Verglichen wurden die Daten mit Werten für elektrische und magnetische Gleich- und Wechselfelder aus den Wohnungen der Betroffenen, die von einem baubiologischen Messlabor ermittelt worden waren.

Im untersuchten Klientel fanden sich überdurchschnittlich häufig Frauen, die unter einer „Elektrosensibilität“ litten. Auffallend bei diesen Frauen war, dass sie über ein eher hohes Bildungsniveau verfügten, seltener allein lebten, jedoch nur gering beschäftigt oder gar nicht erwerbstätig waren. Die Autoren fanden aber weder typische Cluster für die angegebenen Beschwerden, mit denen sich das Syndrom einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“ hätte differentialdiagnostisch beschreiben lassen, noch gab es bei den biomedizinischen Korrelaten einen gesicherten Hinweis darauf, dass sich in den Laborbefunden die Belastung durch die ermittelten Feldimmissionen niedergeschlagen hätte.

Mittels eines umfangreichen Fragebogeninventars, das im Jahre 1997 schwedische Forscher (HILLERT, BERGLUND, ARNETZ u. BELANDER, 2002) an 15.000 Perso-

nen gesandt hatten, versuchten sie das Krankheitsbild „Elektrosensibilität“ der 1,5 % Betroffenen gegenüber einer allgemeinen Bevölkerung zu klassifizieren. Sie fanden ebenfalls kein spezifisches Symptomprofil. Aber die Betroffenen, meist Frauen ab 60 Jahren, berichteten über fast alle der meist unspezifischen Beschwerden, die ihnen in einer Liste vorgegeben waren.

DAHMEN et al. (2006) suchten bei „elektrosensiblen“ Personen nach Begleiterkrankungen, die mit umwelt- oder sozialbedingten Einflüssen in Beziehung stehen würden [77]. Deren Stichprobe setzte sich aus Betroffenen zusammen, die über den „Mainzer Wachhund“¹², Selbsthilfegruppen und über die Arbeitsgruppe am Bezirksklinikum Regensburg rekrutiert wurden. Die Kontrollgruppe ließ sich per Aushang akquirieren. Über die Hälfte der untersuchten „Elektrosensiblen“ gab an, an mehr als fünf Tagen pro Woche Beschwerden aufgrund von elektromagnetischen Feldern zu haben, weitere 35 % gaben solche Beschwerden bis zu fünf Tagen pro Woche an. Knapp 90 % fühlen sich in ihrer Lebensqualität durch elektromagnetische Felder stark bis sehr stark beeinträchtigt. Bei etwa 90% bestanden diese Beschwerden seit mehr als zwei Jahren, bei mehr als einem Drittel sogar schon seit mehr als 10 Jahren. Fast alle der befragten „Elektrosensiblen“ (ca. 97 %) gaben an, dass diese Belastung vorrangig am Schlafplatz auftrete. Alle anderen Aufenthaltsorte spielten für sie eine wesentlich geringere Rolle. Etwa drei Viertel der Betroffenen waren und sind wegen der Beschwerden in ärztlicher Behandlung, ein Drittel sogar kontinuierlich. Von den genannten unspezifischen Beschwerden standen bei Betroffenen Schlafstörungen und Mattigkeit an der Spitze. Insgesamt hatten die „Elektrosensiblen“ einen deutlich höheren Beschwerdelevel als die Kontrollpersonen, ihre Erkrankungshäufigkeit war in vielen Bereichen erhöht und ihre Beschwerden waren deutlich stärker ausgeprägt. Bei den „Elektrosensiblen“ zeigte sich im Vergleich zu den Personen der Kontrollgruppe eine höhere Depressivität (negative emotionale Grundstimmung), was der Autor aber eher zurückführt auf die Schlafstörungen, teilweise auch auf Arbeitsunfähigkeit und soziale Isolierung sowie auf deren Besorgnis um die eigene Gesundheit. Hinsichtlich der Symptome einer akuten und schwerwiegenden Depression zeigten sich zwischen den befragten „Elektrosensiblen“ und den Kontrollpersonen jedoch keine Unterschiede.

Obwohl die „Elektrosensiblen“ ihre auf die Gesundheit bezogene Lebensqualität als gemindert ansahen, wobei die Unterschiede bei den körperbezogenen Werten zur Kontrollgruppe ausgeprägter als bei den psychischen Werten waren, unterschieden sie sich hinsichtlich ihrer allgemeinen Lebenszufriedenheit überraschender Weise nicht signifikant von den Personen aus der Kontrollgruppe. Die Forscher halten es für wahrscheinlich, dass sich die Orientierung von bereits vorhandenen Belastungsfaktoren hin zu einer Belastung auf Grund von „Elektrosmog“ verschiebt, wodurch sich die

¹² Der sogenannte "Mainzer Wachhund" ist eine gemeinsame Initiative des Institutes für medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik der Universität Mainz in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Umwelt und Forsten. Hierdurch sollten gesundheitliche Störungen erfasst werden, die möglicherweise in Zusammenhang mit elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Feldern gebracht werden könnten. Im Oktober 2003 wurde ein Internet-Portal eröffnet, das den von "Elektrosmog" Betroffenen die Möglichkeit gab ihre Beschwerden mittels standardisiertem Meldebogen weiterzuleiten. Bis zur Schließung der Meldestelle am 1. Mai 2005 waren insgesamt 202 gültige Zusendungen eingegangen (KIMBEL u. JANSEN, 2005).

empfundene Symptomatik bei den Betroffenen noch verstärken würde¹³. Eine zufällige Häufung bestimmter Symptome konnten auch sie nicht ermitteln. Erschwert wird die Suche nach einem kausalen Verursachungsgefüge dadurch, dass offensichtlich psychische Faktoren in starkem Maße das Erscheinungsbild einer „Elektrosensibilität“ mit modifizierend beeinflussen.

FRICK et al. (2004) suchten innerhalb der Allgemeinbevölkerung von Regensburg nach einer Personengruppe, die in sich homogenen genug wäre, sich aber durch ein spezifisches EMF-Beschwerdenmuster von anderen Personengruppen abgrenzen ließe. Mit dieser Strategie verfolgten sie u. a. das Ziel, die Prävalenz von EMF-bedingten Beschwerden zu erheben, um damit in der Allgemeinbevölkerung eine etwaige „Grundbelastung“ zu erhalten und dann die bei exponierten oder „elektrosensiblen“ Personen gegebene Häufung von Symptomen evaluieren zu können. Auch in dieser Untersuchung wurde festgestellt, dass sich kein spezifisches Syndrom-Cluster in der Art finden ließ, dass sich die Beschwerden, die Betroffene wegen ihrer „Elektrosensibilität“ berichteten, vom Beschwerdenniveau in der Allgemeinbevölkerung abheben würden. Auch dass die 30 untersuchten „elektrosensiblen“ Personen einen magnetischen Impuls¹⁴, der ihren motorischen Kortex in einem bestimmten Bereich stimulierte, treffsicherer würden erkennen können, ließ sich durch ein Doppel-Blind-Design nicht verifizieren. Die Autoren vermuten bei „elektrosensiblen“ Personen Abweichungen in den kortikalen Bedingungen (Exzitabilität)¹⁵, wodurch sich bei den Betroffenen eine veränderte Wahrnehmungsqualität erklären könnte.

In Fortsetzung der Studie untersuchten FRICK, MAYER, HAUSER, LANDGREBE u. EICHHAMMER (2007) mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie neben der Bestimmung der objektiven Wahrnehmungsschwelle durch die lokale Impulsstimulierung des motorischen Kortex auch die Stoffwechselfvorgänge während der Gehirnaktivitäten bei „Elektrosensiblen“ und bei Personen der Kontrollgruppe, sobald ein Wärmereiz oder eine Exposition durch ein Mobiltelefon gegeben worden war¹⁶ [77]. Da die Kontrollgruppe in dieser Studie bezüglich verschiedener Parameter wie Alter, Geschlecht und EMF-Exposition am Wohnort bzw. am Arbeitsplatz besser an die der „Elektrosensiblen“ angepasst war als in der vorausgegangenen Machbarkeitsstudie (FRICK et al. 2004), sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen nicht mehr so deutlich erkennbar. Es zeigte sich aber auch in dieser Studie wieder,

¹³ Die Auswertung der Laborbefunde lag zum Zeitpunkt des Berichts noch nicht vor.

¹⁴ Mit Hilfe des Verfahrens der Transkraniellen Magnetstimulation (TMS) wird ein magnetischer Impuls erzeugt. Es handelt sich dabei um ein medizinisches Verfahren, bei dem bestimmte Bereiche des Gehirns mit magnetischen Impulsen stimuliert werden können. Die Impulse werden ab einer individuellen Intensitätsschwelle wahrgenommen, so dass eine subjektive Wahrnehmungsschwelle ermittelt werden kann. Bei Reizung eines bestimmten Bereichs im motorischen Kortex würde sich dann z. B. eine Muskelreaktion am kleinen Finger messen lassen. Die Intensität des Impulses, ab dem eine Muskelreaktion erfolgt, wird als objektive motorische Wahrnehmungsschwelle bezeichnet.

¹⁵ "Exzitabilität" betrifft die Erregbarkeit des motorischen Kortex. Dabei werden in einem definierten zeitlichen Abstand zwei magnetische Impulse nacheinander gegeben (Doppelpuls-Methode). Abhängig von der Größe des Abstands wirkt der vorausgehende Impuls hemmend oder verstärkend auf den zweiten Impuls, was wiederum an der Stärke der Muskelreaktion abgelesen werden kann.

¹⁶ Die Ergebnisse dieser Untersuchung lagen zum Zeitpunkt des Forschungsberichtes noch nicht vor.

dass „Elektrosensible“ schlechter als die Kontrollpersonen zwischen tatsächlichen und Scheinimpulsen differenzieren können. Hingegen unterschied sich die objektive motorische Schwelle bei den „Elektrosensiblen“ nicht von der, die auch mit der Transkraniellen Magnetstimulation bei den Personen der Kontrollgruppe gefunden wurde.

Die in Prag 2004 einberufene Tagung der WHO [21] zum Thema „Elektrosensibilität“ brachte für die Erklärung eines plausiblen Wirkmechanismus keine neuen Erkenntnisse oder Hinweise für das Entstehen dieser Gesundheitsstörung oder deren nachweisbare Abhängigkeit von konkreten Feldeinflüssen. Auffällig war, dass bei den Betroffenen oft auch eine Empfindlichkeit gegenüber verschiedenen anderen Umweltbelastungen beobachtet worden war und dass in Verbindung mit einer „Elektrosensibilität“ häufig eine allergische Reaktivität mitbestanden hatte. Auch eine allgemein psychovegetative Labilität bzw. funktionelle Übererregbarkeit waren oft für die berichtete Symptomatik auch mit kennzeichnend, so dass sich die Experten auf eine „Idiopathic Environmental Intolerance“ zur Erklärung einer „Elektrosensibilität“ verständigten.

Nach der jährlichen, bundesweiten Befragung zur Wahrnehmung des Mobilfunks in Deutschland [46], die das Bundesamt für Strahlenschutz seit 2003 durch das ifas-Institut durchführen lässt, betrug im Jahr 2005 der Anteil der Personen, die sich im Hinblick auf die hochfrequenten EMF des Mobilfunks besorgt fühlen, ca. 30 % und der Anteil derjenigen, die sich gesundheitlich beeinträchtigt fühlen, machte unter allen Befragten noch immerhin ca. 10 % aus.

Am meisten befürchteten die in Deutschland befragten Personen, durch den Mobilfunk an Kopfschmerzen oder Migräne zu erkranken oder Krebs zu bekommen. Die meistgenannten Beschwerden sind deshalb auch Kopfschmerzen und Schlafprobleme. Dabei war in 2005 die Besorgnis gegenüber den Mobilfunksendeanlagen größer als gegenüber dem Handy gewesen, in 2004 war das noch nicht so stark differenziert. Insgesamt rangierten jedoch die in der Bevölkerung in Bezug zum Mobilfunk wahrgenommen Risiken noch hinter solchen wie Luftverschmutzung, Fleischverzehr unbekannter Herkunft, gentechnisch veränderte Lebensmittel oder UV-Strahlung, deren Gesundheitsrelevanz immer noch deutlich höher eingeschätzt wird [46].

Wie aus einer ähnlichen Umfrage in der Schweiz aus dem Jahr 2005 hervorgeht, halten dort ca. 50 % der Bevölkerung EMF potentiell für schädlich, obgleich nur 5 % ihre Symptome auf das Vorhandensein elektromagnetischer Felder zurückführen würden (HALLBERG u. OBERFELD, 2006; HUSS u. RÖÖSLI, 2006).

In einer von PÖLZL durchgeführten, bevölkerungsrepräsentativen telefonischen Befragung von Haushalten in der BRD, die auf dem Kolloquium zum Thema „Elektrosensibilität“ im Rahmen des DMF 2006 vorgestellt wurde [77], waren u. a. auch sozio- und psychographische Merkmale „elektrosensibler“ Personen ermittelt worden. 6 % der befragten Personen führten ihre gesundheitlichen Probleme auf EMF zurück, wobei im Südwesten der Bundesrepublik (Bayern, Baden-Württemberg) häufiger solche Probleme beschrieben wurden. Bei den soziodemografischen Daten zeigten sich zwischen den „Elektrosensiblen“ und der allgemeinen Bevölkerung nur geringe Unterschiede, aber die „Elektrosensiblen“ wiesen im Mittel einen höheren Bildungsstand auf. Auffallend war, dass knapp die Hälfte der „Elektrosensiblen“ angab, in der Vergangenheit Beschwerden gehabt zu haben, die aktuell aber nicht mehr bestünden.

Die am häufigsten genannten Beschwerden waren Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit und Konzentrationsstörungen.

Die Quellen für EMF, die als Auslöser der Beschwerden genannt wurden, waren sehr breit gestreut. Als stärkste Quelle der Beeinträchtigung wurde von allen „Elektrosensiblen“ am häufigsten das Handy genannt (gefolgt von Radioweckern und Hochspannungsleitungen). Die Gruppe der Personen, die nur in der Vergangenheit Beschwerden hatte, benannte allerdings als stärkste Quelle den Radiowecker. Etwa ein Drittel der Betroffenen hatte wegen seiner EMF-bedingten Beschwerden bereits einen Arzt aufgesucht. Das Problem werde aber zuerst vor allem bei Familienmitgliedern, Partnern und Freunden angesprochen.

Das Krankheitsbild bekommt mithin eine praktische Bedeutung, als sich bei einer Umfrage unter österreichischen Allgemeinmedizinerinnen 96 % der Ärzte, die sich an der Befragung beteiligt hatten, einen Einfluss von Elektromog auf die Gesundheit nicht ausschließen wollen und dass etwa 60 % von ihnen einen solchen Zusammenhang bei ihren Patienten bereits hergestellt hatten [77]. Auch in der Schweiz beurteilten 54 % der 2005 telefonisch befragten Ärzte (N = 342), dass zwischen den Beschwerden ihrer Patienten und EMF ein für sie plausibel zuordenbarer Zusammenhang bestehen würde (HUSS u. RÖÖSLI, 2006). Weniger als die Hälfte von ihnen wisse aber nicht, wie mit solchen Gesundheitsproblemen ihrer Patienten umzugehen sei. Basisstationen würden aus ihrer Sicht als möglicher Verursacher weniger in Betracht gezogen werden als die nahe am Körper getragenen Mobiltelefone oder andere auf Funk basierende Geräte, wie z. B. der Laptop mit Hilfe von WLAN. Die Herangehensweise der Ärzte beruhe dabei eher auf Plausibilität als auf Kausalität und sei vor dem Hintergrund wissenschaftlicher Ungewissheit vorerst auf die Vorsorge abgestellt.

2.2 Ergebnisse aus EMF- Provokationsstudien mit Betroffenen

Provokationsstudien sind bei Personen, die angeben, „elektrosensibel“ zu sein, sehr umstritten, da sie berichten, dass sowohl die Dauer des Feldes als auch die spezifische Feldcharakteristik sehr ungleich auf ihr Befinden wirken würden. Da auch das Beschwerdebild zwischen den Betroffenen sehr stark variiert, bleibt letztlich die Schlüssigkeit zwischen der Feldexposition als Ursache und dem Auslösen von – vorrangig unspezifischen – Symptomen als Wirkung darauf immer subjektiv. Zum anderen sind die angegebenen Symptome in ihrer Art und Ausprägung bei den Betroffenen sehr vielschichtig und dabei würden diese Beschwerden auch keineswegs immer gleichartig auftreten.

Dennoch können nur dann Aussagen zum Wirkgeschehen gemacht werden, wenn bei allen untersuchten Personen die gleichen Bedingungen Anwendung finden und den Betroffenen nicht bekannt ist, wann eine Feldexposition gegeben ist. Letztendlich bleiben die Untersuchungen mit betroffenen Personen sehr schwierig, zum einen deshalb, weil sie die unumgänglich notwendige Exposition, wenn überhaupt, dann nur schwer und nicht für längere Zeit akzeptieren wollen. Nicht selten werden solche Experimente von den Teilnehmern oft vorzeitig abgebrochen.

Dies berücksichtigten HIETANEN, HÄMÄLÄINEN u. HUSMAN (2002) und führten in einer ansonsten funkfreen, weit abgelegenen Region Finnlands ein Provokationsexperiment mit 20 Personen durch, die sich als „elektrosensibel“ gegenüber Mobilfunkfeldern einschätzten. Die Exposition fand mit einem gepulsten 900 bzw. 1800 MHz GSM- oder einem analogen NMT-Signal (Nordic-Mobile-Telecommunication System) statt, das über ein am Kopf appliziertes Mobiltelefon ausgegeben wurde. Jede Testphase dauerte 30 Minuten, wobei die „Schein-Exposition“ immer als erste oder zweite der möglichen Expositionsbedingungen gegeben war, um einem vorzeitigen Abbruch des Experiments durch die Betroffenen Rechnung zu tragen. Interessanter Weise äußerten die „elektrosensiblen“ Personen signifikant die meisten Symptome gerade dann, wenn sie der Schein-Exposition ausgesetzt gewesen waren. Und es konnte keine einzige Person die real gegebene Funkexposition von der Schein-Exposition unterscheiden. Eine ähnliche Beobachtung wurde auch bei der Replikation der niederländischen UMTS-Studie beschrieben (REGEL et al., 2006).

Nicht das Auftreten eines (für die Person typischen) Symptoms sondern die zutreffende Schlussfolgerung der Person, dass sie wegen des Symptoms eine Feldexposition erspüren könne, bzw. dass eine physiologische Reaktion erst mit dem Einwirken der Feldimmission messbar wird, kann als Hinweis dafür gelten, dass eine „Elektrosensibilität“ einen Effekt auf die Wirkung einer Feldexposition darstellt und als Gesundheitsstörung schlüssig ist.

Mit einer hohen Zielprämie versuchten KWON et al. (2008) sich sensitiv einschätzende Personen zu ermutigen, ihr ausgeprägtes Gefühl für HF-Felder des Mobilfunks zu demonstrieren. Leider konnten sie die Prämie an keinen einzigen Teilnehmer aushändigen, der überdurchschnittlich gut in der Lage gewesen wäre, das HF-Feld von der Scheinexposition mit 75 %-iger Treffsicherheit zu unterscheiden.

Die Versuche von PLOTZKE und KOFFKE (1994), die sie mit Personen durchführten, die zwar keine „Elektrosensibilität“ angaben, aber bezüglich eines magnetischen Feldes sensitiv sein wollten, fielen die Trefferraten von insgesamt 1537 Richtigen zu 1530 Fehlentscheidungen gleichermaßen unentschieden aus. Dabei waren magnetischen Flussdichten von $0,1 \mu\text{T} - 1 \mu\text{T}$ eines niederfrequenten Feldes gewählt worden.

Großes Aufsehen erregte die vom niederländischen Forschungsinstitut TNO durchgeführte Studie zum Einfluss von Hochfrequenzfeldern [93], wie sie in der Nähe von Basisstationen des GSM- und UMTS-Mobilfunks auftreten, in der das Wohlbefinden und kognitive Funktionen von Personen aus diesem Umfeld untersucht wurde. Die Autoren ZWAMBORN, VOSSEN, VAN LEERSUM, OUWENS u. MÄCKEL (2003) stellten fest, dass das UMTS-Signal das Wohlbefinden von Personen negativ beeinflussen würde und zwar unabhängig davon, ob sie sich als „elektrosensibel“ einstufen oder nicht. Ihre Probanden würden unter der UMTS-Exposition ein Kribbeln, Kopfschmerzen oder Übelkeit verspüren. Die sich daraus bestätigende Befürchtung, dass vom Mobilfunk ein Gesundheitsrisiko für die breite Öffentlichkeit ausgehen würde, wog bisher schwerer als das kritische Hinterfragen der Methodik, die zum Teil eklatante Mängel bei der Datenerhebung und -auswertung offenbarte, oder das entwarnende Resultat aus der Replikation dieser Studie durch die Schweizer Forschungsgruppe (REGEL et al., 2006). Sie konnten bei UMTS-Expositionen von 1 V/m und 10 V/m das Ergebnis der TNO-Studie nicht bestätigen. Auch HEINRICH (2007) fand keine erhöhte Zahl von Befindensauffälligkeiten bei Beschäftigten, die über ei-

nen Zeitraum von drei Monaten bei einer doppelt verblindeten UMTS-Exposition einer Basisstation, die sich auf dem Dach ihrer Arbeitsstätte befand, ihren Arbeitstag verbracht hatten.

Vergleicht man die bereits ohne Exposition erzielten Aufmerksamkeitsleistungen der in der TNO-Studie untersuchten Personengruppen, dann muss man feststellen, dass diese u. U. auf ein „hirnorganisch bedingtes“ Defizit hinweisen könnten, oder aber es mangelte den Untersuchern an ausreichenden Kenntnissen für die Anwendung psychodiagnostischer Instrumente, indem sie den Probanden die Ausführung der Aufgaben selbst überließen. D. h. bereits ohne jede Mobilfunkexposition würden die kognitiven Leistungen der Probanden diagnostisch auffallen! Da dies unwahrscheinlich ist, muss die Führung der Probanden bei der Unterweisung der Anforderungen unzureichend gewesen sein. Und damit sind letztlich die Ergebnisse nicht mehr auswertbar, erst recht nicht im Vergleich zur Bedingung „Mobilfunk“. Dies zeigt die hohe Brisanz bei der Beschreibung von positiven Effekten infolge einer EMF-Exposition einerseits und die hohe Verantwortung der Untersucher andererseits, wenn sie das Beobachtungsergebnis in Wechselwirkung mit der EMF-Exposition für wahrscheinlich halten.

Jüngst veröffentlichten britische Forscher (ELTITI et al., 2007) ihre mit ähnlichen Expositionen von GSM- und UMTS-Basisstationen durchgeführten Provokationsexperimente mit „Elektrosensiblen“ im Vergleich mit Kontrollpersonen. Das Wissen um die GSM- oder UMTS-Immission (offene Provokation) vermehrte bei den „elektrosensiblen“ Personen deutlich deren Befindlichkeitsstörungen. Jedoch auch die Kontrollpersonen berichteten während der UMTS-Exposition über Symptome, wobei die Kontrollgruppe älter und zudem bei einem Drittel noch mit chronischen Erkrankungen belastet war.

Bei der doppelt verblindeten Provokation gaben dann aber die „Elektrosensiblen“ keine Unterschiede mehr in der Zahl ihrer Symptome an, die sie während der GSM- und UMTS-Provokation im Vergleich mit der Schein-Exposition verspürten, obwohl unter der UMTS-Befeldung die erlebten Beschwerden mit einer größeren Intensität berichtet wurden. Leider waren aber in der Stichprobe die Positionen in der Abfolge der Expositionsbedingungen (GSM, UMTS, neutral) nicht gleichverteilt gewesen, so dass die erlebte stärkere Intensität mit der 1. Position positiv korreliert sein könnte. (UMTS war bei den „Elektrosensiblen“ in 45 % der Provokationsphasen zuerst gegeben.) Kritisch merkten RÖSSLI u. HUSS (2008) sowie COHEN et al. (2008) dazu an, dass die Gruppe der „Elektrosensiblen“ höhere Werte in den Merkmalen Ängstlichkeit, Anspannung und Aktiviertheit aufwiesen als die Kontrollgruppe, wodurch das Befinden stärker beeinflusst worden sein könnte als durch die HF-Exposition. Die physiologischen Parameter Blutvolumenpuls, Herzfrequenz und Hautwiderstand reagierten nicht auf die Bedingung der eingesetzten Feldimmissionen. Auch mit ihrer Vermutung zur gegebenen Feldexposition waren die „Elektrosensiblen“ nicht besser als die Kontrollpersonen und kamen – wie diese auch – über eine Zufallsrate nicht hinaus.

Bereits 1996 berichteten ANDERSSON und Mitarbeiter über ähnliche Befunde, die sie an einer Stichprobe von 17 Patienten aus arbeitsmedizinischen oder dermatologischen Sprechstunden gewonnen hatten. Diese Personen hatten seit mindestens sechs Monaten typische Symptome einer „Elektrosensibilität“ in Gegenwart von elektrischen Feldquellen erlebt, besonders aber an ihren Bildschirmarbeitsplätzen, und es ergaben sich dadurch deutliche Einschränkungen im alltäglichen Leben. Die

Störungen waren aber nicht im Sinne von somatisch oder psychiatrisch als behandlungsbedürftig eingestuft worden. Diese allein auf EMF-bezogene Reaktionen sollten in einer offenen Testprovokation innerhalb von 30 Minuten auftreten. Als Feldquelle diente dabei ein vollständig maskierter Computer, dessen Hintergrundfeldstärke kontrolliert wurde. Die Versuchspersonen durchliefen vor diesem Computer mindestens vier 30-minütige Provokationssitzungen, wobei in einem Doppelblind-Design das HF-Feld zufällig an- und ausgeschaltet war. Analysiert wurden die Einschätzungen der Versuchspersonen bezüglich des Ein- oder Ausschaltstatus des PCs, das Erleben von Symptomen vor und nach der Provokation sowie die Konzentration von Stresshormonen im Blut (wie z. B. Prolactin, Cortisol).

Auch hier konnten die Versuchspersonen nicht überzufällig genau zwischen der tatsächlichen Provokationsbedingung (Feldquelle an) und der neutralen Bedingung (Feldquelle aus) unterscheiden. Das Erleben von Symptomen war eher an die persönliche Vermutung der Person, ob die Feldquelle an oder aus sei, gekoppelt, als dass es mit der tatsächlich stattgefundenen Exposition übereingestimmt hätte. Wenn die Personen vermuteten, der Computer sei eingeschaltet, wurden die Symptome als intensiver beurteilt. Eine Beeinflussung der Hormonkonzentrationen in Abhängigkeit vom Feldstatus konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Die Autoren zogen aus diesen Ergebnissen den Schluss, dass die „elektrosensiblen“ Personen nicht auf die elektrischen und magnetischen Felder reagieren konnten.

RADON u. MASCHKE (1998) führten einen Doppelblind-Provokationsversuch mit der Exposition der D-Netzfrequenz an 11 „elektrosensiblen“ Personen durch, wobei jede Person im Laufe eines Tages 12 Mal getestet wurde. Die Treffsicherheit bei der Wahrnehmung des Feldes reichte bei keiner Person über die Zufallsrate hinaus. Dabei zeigte die Auswertung der Versuche, dass es keine statistisch signifikante Verschlechterung der Ergebnisse im Laufe des Tages gab, d. h. es erfolgte weder eine Gewöhnung an die Expositionsbedingung noch wäre die Wahrnehmbarkeit des Feldes infolge von Ermüdung eingeschränkt worden.

In der Schweizer NEMESIS-Studie¹⁷ SCHIERZ u. MÜLLER (2000) wurde gezielt die Wirkung schwacher 50 Hz-Wechselfelder auf Menschen untersucht, die sich als „elektrosensibel“ beschrieben. 53 Personen wurden in einem Zeitraum von 20 – 25 Tagen verschiedenen Feldexpositionen ausgesetzt. Subjektive Parameter wurden mit einem Tagebuch erfasst, Bewegungsparameter, Atem- und Herzfrequenz wurde über eine berührungsfreie Messung ermittelt. Weiterhin wurde in einem Laborversuch bei 63 „elektrosensiblen“ Personen ihre Sensitivität, d. h. wie zuverlässig sie schwache elektrische und magnetische Felder wahrnehmen könnten, untersucht (MÜLLER, 2000; und MÜLLER et al., 2002).

Aus den Ergebnissen dieses NEMESIS-Projektes leiteten die Autoren ab, dass zwar eine *Elektrosensitivität* objektivierbar sei, diese aber mit dem Phänomen einer „Elektrosensibilität“ nicht in Beziehung stehen könne. SCHIERZ u. MÜLLER (2000) beziehen das biologische Reaktionsmuster, das als Elektrosensitivität oder -sensibilität bei elektrischen oder magnetischen Feldwirkungen auftreten kann, auf eine multikausale

¹⁷ NEMESIS - Niederfrequente elektrische u. magnetische Felder und Elektrosensibilität in der Schweiz [86]

Vielfalt von physikalischen, biologischen, psychischen und psychosozialen Faktoren, die sich in einer Befindensstörung manifestieren können. Nach Meinung der Autoren könnte sich aus den Beobachtungen des Schlafverhaltens eine Beeinflussung durch das magnetische Feld, das den Schlafplatz mit 4 μT exponiert hatte, der Art abzeichnen, dass die Personen offenbar versuchten, intuitiv der Magnetspule auszuweichen, und dass sich die Schlafphasen anteilig zu einer Verkürzung des Tiefschlafphase hin verändert haben könnten. Andere physiologische Messungen oder die subjektiven Einschätzungen der Probanden unterschieden sich dagegen nicht signifikant zwischen der feld- und der scheinexponierten Situation.

Die Ergebnisse von LEITGEB (1995) wie auch die von SCHIERZ u. MÜLLER (2000) stützen die Hypothese, dass es eine messbare, und somit objektivierbare *Elektrosensitivität* geben kann, d. h. dass in der Allgemeinbevölkerung Personen existieren, die elektrische Vorgänge eher wahrnehmen als der Bevölkerungsdurchschnitt. Dass mit einer *Elektrosensitivität* auch ein erhöhtes Risiko für eine „Elektrosensibilität“ bestehen würde, bleibt jedoch bei den Autoren offen.

NEVELSTEEN et al. (2007) führten mit 50-Hz-Magnetfeldern der Stärke von 400 μT Doppelblind-Provokationen durch. Dabei variierten sie neben der Exposition (Feld an/aus) die Information, die sie den Probanden über die Befeldung gaben. Die Probanden hatten während der Exposition 4 verschiedene Aufgaben zur Bestimmung der Aufmerksamkeitsleistung zu bewältigen. Neben einem psychologischen Rating zum Befinden und zu Persönlichkeitsmerkmalen wurden Blutdruck und Pulsrate ermittelt. Im Ergebnis fanden sich zur Magnetfeldexposition keine Unterschiede in den physiologischen Parametern und in der Aufmerksamkeitsleistung, auch nicht zwischen den Gruppen auf Grund deren unterschiedlichen Informiertheit. Im Hinblick auf die Probanden, die keine EMF-assoziierten Beschwerden angaben, ist das Ergebnis dahingehend bemerkenswert, dass der subjektive Einfluss anhand der gegebenen Information im Experiment überprüft wurde.

In den letzten Jahren sind zahlreiche Forschungsarbeiten zur Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf physiologische Korrelate und in Bezug zur „Elektrosensibilität“ einer kritischen Analyse unterzogen und hinsichtlich ihrer Untersuchungsbedingungen und des methodischen Standards für die Effektmessung evaluiert worden (u. a. RÖÖSLI, 2005¹⁸, 2008; SEITZ, STINNER u. EIKMANN, 2005; DANKE-HOPFERT u. DORN, 2005; IRVIN, 2005; COOK, SAUCIER, THOMAS u. PRATO, 2006; VALENTINI, CURCIO, MORONI, FERRARA, DE GENNARO u. BERTINI, 2007; SH. JOHNSTON, 2008; LAGORIO, 2008). Die Arbeiten verfolgten dabei zwar verschiedene Zielstellungen, aber auch die aus der Sicht von Betroffenen typischen Gesundheitsstörungen oder Effekte zu objektivieren. Europäische sowie die auf nationaler Ebene organisierten Forschungsprogramme zur Untersuchung von Wirkeinflüssen des Mobilfunks (u. a. COST Action281, 2007 [15]; SCENIR, 2007 [75]; MTHR, 2007 [81]; NFP 57 [72]; BAFU, 2007 [56]; HERMO [51]) erbrachten bisher

¹⁸ Im Rahmen des Forschungsprogramms Mensch Umwelt Technik des Forschungszentrums Jülich bewerteten mehrere Expertengruppen die wissenschaftliche Literatur hinsichtlich der zu erwartenden Risikopotentiale bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks. Zwei voneinander unabhängig erstellte Gutachten zu den zwischen 2000 und 2004 veröffentlichten Studien, die Befindlichkeitsstörungen in Hinblick auf einen Zusammenhang mit Hochfrequenzfeldern des Mobilfunks untersuchten, wurden dazu im Mai 2005 vorgestellt.

keine Anhaltspunkte dafür, dass sich bei Einhaltung der empfohlenen Grenzwerte Gesundheitsrisiken ergeben könnten oder dass sich daraus „Elektrosensibilität“ erklären würde. Nicht zuletzt wurden durch das Deutsche Mobilfunkforschungsprogramm¹⁹ [7] eine Vielzahl von Forschungsprojekten zu angeblich gesundheitsbeeinflussenden Wirkungen infolge von Immissionen hochfrequenter elektromagnetischer Felder unterstützt, deren abschließende Befundlage, auch in Bezug zur „Elektrosensibilität“, der Öffentlichkeit im Juni 2008 vorgestellt worden ist.

Schlaf ist ein Zustand, der für die Untersuchung von Effekten elektromagnetischer Felder auf das zentrale Nervensystem besonders geeignet erscheint. Interessant ist zudem die Beobachtung, dass die Schlafqualität unter der Feldexposition (oder unter der Beobachtung des Untersuchers?) oft subjektiv als besser beurteilt wird, obwohl die Autoren gerade wegen der Störbarkeit des Schlafs dafür nach Hinweisen gesucht hatten (NEMESIS-Studie [88]; EPROS-Studie [65]).

Ein die Ergebnisse zu EEG-Veränderungen bei Untersuchungen des Schlafs oder kognitiver Hirnfunktionen zusammenfassender internationaler Workshop (SH. JOHNSTON, 2008) konnte den Einfluss von Hochfrequenzfeldern, wie sie beim Mobilfunk eingesetzt werden, auf die Verlaufscharakteristik des Schlafes oder auf kognitive Entscheidungsprozesse nicht bestätigen. Kritisch angemerkt wurde die hohe Variabilität bei der Umsetzung des methodischen Standards der EEG-Aufzeichnungen, wodurch es schwierig ist, die Resultate aus verschiedenen Laboren miteinander zu vergleichen. Ebenfalls kritisch wurde auf die Möglichkeit methodischer Artefakte hingewiesen, durch die Verkabelung der EEG-Elektroden eine Interferenz des HF-Signals auf die Messung zu erzeugen, wie auch auf den Einfluss der körpereigenen Temperaturregulation auf die EEG-Aktivität und die Einstellung der Schlaf-Wach-Phasen. Die unter dem Einfluss von Mobilfunk im EEG gefundenen positiven Effekte, auch wenn sie sich in anderen Laboren nicht replizieren ließen, waren insgesamt so klein, dass sie für die Gesundheit oder das Wohlbefinden nicht als bedeutsam eingestuft werden können²⁰. Auch DANKER-HOPFE u. DORN (2005) kamen bei den von Ihnen ausgewerteten Studien zu dem Schluss, dass die leichten physiologischen Effekte, die dort zum Teil beobachtet wurden, die Hypothese nicht stützen können, dass EMF Schlafstörungen verursacht und dass sich darin eine Beeinträchtigung der Gesundheit widerspiegeln würde.

2.3 Zusammenfassende Bewertung der in der Literatur beschriebenen Ergebnisse in Bezug zu häufig genannten Symptomen

Das Auftreten von „Elektrosensibilität“ ist in der Bevölkerung sehr unterschiedlich und scheint häufiger unter sozial gesicherten Bedingungen und bei Personen mit einem höheren Bildungsniveau, das u. U. auch ein ausgeprägteres Gesundheitsbewusstsein mit sich bringt, verbreitet zu sein. Insbesondere Frauen äußern häufiger, dass

¹⁹ www.emf-forschungsprogramm.de

²⁰ Gemessen an den Effekten, die sich nach der International Classification of Sleep Disorders (ICSD-2, 2005) identifizieren lassen würden.

sie wegen einer „Elektrosensibilität“ beeinträchtigt seien. Die Angaben zur Prävalenz schwanken je nach Erhebungsmodus zwischen 2 % und 50 %. Für die ärztliche Sprechstunde ist das Problem allerdings schwer einzuordnen wie auch zu kommunizieren und kann damit im Arzt-Patient-Verhältnis zu brisanten Auseinandersetzungen Anlass geben, wenn es zu einer Frühberentung der Betroffenen kommen könnte.

Die in der Literatur dargestellten Untersuchungsszenarien lieferten bis jetzt keinen gesicherten Nachweis dafür, dass zwischen dem Auftreten von Beschwerden, die Betroffene als „Elektrosensibilität“ bewerten, und dem Wirken einer definierten EMF-Immission eine Kausalitätsbeziehung bestehen könnte. Bislang geht man von einer erworbenen Unverträglichkeitsreaktion gegenüber Umweltreizen mit dem Schwerpunkt EMF aus (Idiopathic Environmental Intolerance [21]).

Die Erwartung, dass „Elektrosensible“ wegen ihrer Symptomatik eine Feldbelastung spüren wollen, da ihr Körper sehr empfindlich und schnell auf das EMF reagiere, konnte in keinem der in der Literatur berichteten Provokationsexperimente bewiesen werden. Wenn in experimentellen Provokationsstudien Personen unter kontrollierten Bedingungen und im Doppelblinddesign hinsichtlich einer Auslösung oder Verstärkung ihrer „Elektrosensibilität“ getestet werden, waren „elektrosensible“ Personen den unbelasteten Personen gegenüber nicht überlegen, um eine reale Feldexposition – z. B. über ihre Befindlichkeit – treffsicherer zu detektieren. Gerade in der Laborsituation reichten ihre Treffer nicht über die Zufallsrate hinaus, die auch von nicht betroffenen Personen so erzielt werden. Die Trefferrate verbesserte sich auch dann nicht, wenn eine Feldexposition längere Zeit angedauert hatte (RÖÖSLI, 2008).

In offenen Provokationen geben „Elektrosensible“ deutlich mehr Befindlichkeitsstörungen an als während verblindet eingesetzter Expositionen (ELTITI et al., 2007; RUBIN et al., 2006).

CINEL et al. (2008) beobachtete an einer großen Gruppe nicht betroffener Personen, die mit einem am Kopf applizierten, modulierten wie nicht modulierten GSM-Signal exponiert waren, dass eine Gruppe unter der Exposition das Symptom Schwindel häufiger als unter der neutralen Exposition angegeben hatte.

Die Erwartung, dass „Elektrosensible“ wegen Schwindelgefühl, Herzklopfen, Hitze oder Durchblutungsstörungen besonders empfindlich auf Kreislaufparameter reagieren würden, wenn sie einer EMF-Exposition ausgesetzt sind, konnte sich dagegen in früheren Untersuchungen nicht bestätigen.

JOHANSSON et al. (2008), WILEN et al. (2006) und LYSKOV et al. (2001) untersuchten systematisch den Einfluss der gewählten Feldexposition auf Blutdruck, Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität, lokale Durchblutung sowie auf bestimmte Blutparameter. BAMIOU et al. (2008) untersuchte unter einer mit 217 Hz gepulsten wie un gepulsten GSM-Immission den Einfluss auf Parameter des Gehörs und Gleichgewichts, wobei er mit empfindlichen Tests der medizinischen Audiologie thermisch beeinflusste Gradienten im Kopf überprüfte. NEVELSTEEN et al. (2007) und ELTITI et al. (2007) beobachteten ebenfalls Herzfrequenz, Blutdruck bzw. Blutvolumenpuls während des Provokationsexperimentes mit. Effekte auf die Veränderung der Parameter in Abhängigkeit vom feldbedingten Einfluss, sowohl bei niederfrequenten als auch bei Feldern des Mobilfunks, konnten nirgends gefunden werden.

Am häufigsten wird von „Elektrosensiblen“ angegeben, dass sie wegen der „Elektromog-Belastung“ unter Schlafstörungen litten. Es müssten sich daher unter der Feldprovokation Veränderungen ihres Schlafverhaltens beobachten lassen. Lageänderungen während des Schlafs werden von MÜLLER et al. (2002) berichtet, wenn der Schlafplatz mit einem 50-Hz-Magnetfeld exponiert war. LEITGEB (2007) fand in der breit angelegten EPROS-Studie zum Schlafverhalten, einschließlich der EEG-Aufzeichnungen, unter geschirmten, häuslichen Bedingungen keinen Einfluss zur gegebenen HF-Exposition im Schlafzimmer von „Elektrosensiblen“, die unter schwerwiegenden Schlafstörungen litten. Zum Teil berichteten die Probanden sogar von einem verbesserten Schlaf, wenn sie glaubten, dass die Abschirmung gegen die HF-Immissionen aktiv war (Placebo-Effekt), obwohl sie nicht wissen konnten, welcher Exposition sie beim Schlafen ausgesetzt worden waren. DANKER-HOPFE wie auch BAHK et al. (2006, 2007) konnten die in der Literatur beschriebenen Veränderungen im Schlaf-EEG infolge einer GSM-Immission ebenfalls nicht bestätigen, jedoch bedürfen die unter einer UMTS-Exposition gefundenen, leichten Auffälligkeiten noch einer weiteren Klärung.

Die Untersuchung des Schlafs mittels EEG zeigte unter einer HF-Befeldung in der Literatur unterschiedlich bewertete Befunde (u. a. ARNETZ et al., 2007). Obwohl die Untersucher in den EEG-Änderungen, die sie unter einer EMF-Exposition fanden, keine Gesundheitsstörung per se ableiten würden, lässt sich die Frage bisher noch nicht abschließend beantworten (SH. JOHNSTON, 2008).

Untersucht wurden auch kognitive Leistungen von „Elektrosensiblen“, die häufig angeben, wegen der Feldbelastung Konzentrationsstörungen zu haben. Die Untersuchungen zur Wirkung EMF auf kognitive Leistungen ergaben im Bereich der niederfrequenten Felder keine Beeinflussung (DELHEZ et al., 2004; CRASSON u. LEGROS, 2005; NEVELSTEEN et al., 2007).

Bei Expositionen im Hochfrequenzbereich, wie sie beim Mobilfunk verwendet werden, sind Effekte beschrieben, die jedoch bisher sehr uneinheitlich bewertet sind. COOK et al. (2006) diskutiert dazu verschiedene Faktoren, die im Untersuchungsdesign, in der Auswahl der Probanden und in der Robustheit der Testaufgaben begründet sein könnten und dann unterschiedliche Anteile der Fehlervarianz für die Statistik bedingten. CRASSON u. LEGROS (2005) berichten über Ergebnisse aus der Replikation eigener Studien zu psychologischen Parametern bei visuellen Diskriminationsaufgaben unter einer 50-Hz-Magnetfeldexposition von 100 μ T im Vergleich zu Flickerlicht (5000 lux) und Scheinexposition. Sie fanden weder in den ereignisbezogenen Hirnpotentialen noch in der Reaktionszeit oder der Stimmung expositionsbezogene Unterschiede in den Messvariablen. WILEN et al. (2006) fanden ebenfalls keine GSM-bedingten Effekte auf das Kurzzeitgedächtnis, die Flimmerverschmelzungsfrequenz oder die Reaktionszeit auf visuell gegebene Reizmuster. DANKER-HOPFE et al (2007) berichten über EEG-Befunde und ereignisevozierte Hirnpotentiale bei der Durchführung von Reaktionszeitaufgaben unter GSM- und UMTS-Exposition. Die erhöhte Power im α -Frequenzbereich korrelierte nur mit der Tageszeit signifikant, nicht aber mit der Exposition und war vor allem am Nachmittag mit einer Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit verbunden gewesen.

„Elektrosensible“ leiden u. a. oft unter Hautrötungen oder Juckreizen, die durch Felder ausgelöst werden würden. Messungen zur Durchblutung der Haut unter experimentellen Feldprovokationen mit einer erhöhten magnetischen 50-Hz-Feldbelastung

(10 μ T), wie sie DAVID u. REIßENWEBER (2002) durchführten, konnten keinen Zusammenhang zur Feldexposition begründen. JOHANSSON et al. (2008) untersuchten Patienten mit atopischer Dermatitis unter dem Einfluss von Immissionen einer GSM-Basisstation. Die untersuchten Blutparameter wie auch Messungen zur lokalen Durchblutung erbrachten keine Hinweise auf eine HF-abhängige Beeinflussung, die die Hauterscheinung gerechtfertigt hätten. Wie sich bereits bei ANDERSSON et al. (1996) keine Hautreaktionen infolge der HF-Exposition initiieren ließen, so konnten auch WILEN et al. (2006) keinen Einfluss der HF-Exposition auf die Durchblutung finden.

Mehrfach finden sich aber in der Literatur Hinweise darauf, dass die untersuchten Parameter gruppenspezifisch zwischen „Elektrosensiblen“ und Kontrollpersonen unterschiedlich ausgeprägt sind. Das weist auf die Möglichkeit hin, dass sich die von einer „Elektrosensibilität“ betroffenen Personen in ihrer vegetativen Regulation offenbar dispositionell unterscheiden würden.

So wurde in den Untersuchungen bei LYSKOY et al. (2001) und WILEN et al. (2006) gefunden, dass das Aktivierungsniveau bei den „Elektrosensiblen“ während der Untersuchung höher lag als bei den Kontrollen und sich ebenfalls bei ihnen eine leichtere sensorische Ansprechbarkeit anzeigte. Ihre Herzfrequenzvariabilität schien vom vegetativen Nervensystem her stärker aus Richtung einer Sympathikusdominanz geprägt worden zu sein. Sowohl die EDA als auch der Ruhepuls der Herzfrequenz lagen im Vergleich zur Kontrollgruppe auf einem höheren Niveau, was ebenfalls auf eine sympathikotone Beeinflussung hinweisen würde.

LEITGEB (2007) fand bei den „elektrosensiblen“ Personen, die in die EPROS-Schlafstudie einbezogen waren, eine erhöhte Sensitivität bei der Reaktion auf Stromreize mit 50 Hz vor, d. h. die Empfindungsschwelle war bei ihnen erniedrigt.

LANDGREBE et al. (2007) wie bereits FRICK et al. (2004) fanden bei der Untersuchung der motorischen Erregung in der Großhirnrinde mittels transkranieller Magnetstimulation, dass die „Elektrosensiblen“ schlechter zwischen einem tatsächlichen und einem simulierten Reiz unterscheiden konnten, wenn sich das Stimulusintervall vergrößerte, obwohl die Schwellenwerte für die motorische Reaktion zwischen den untersuchten Gruppen gleich waren. Damit könnte sich die Erregbarkeit der Großhirnrinde bei Personen, die sich als „elektrosensibel“ bezeichnen, gegenüber der einer Allgemeinbevölkerung unterscheiden und auf einen Unterschied in der psychonervalen Disposition aufmerksam machen.

Nicht zuletzt wird jedoch aus einer Analyse von HUSS et al. (2007) auch deutlich, dass die Interpretation von Untersuchungsergebnissen in Bezug zu Effekten auf Grund der Wirkung von hochfrequenten Felder u. a. mit davon beeinflusst wird, wer die Studie in Auftrag gegeben hat und wessen Erwartungen der Wissenschaftler mit der Finanzierung der Studie eben auch mit zu berücksichtigen hat.

2.4 Schlussfolgerungen

Dass eine „Elektrosensibilität“ bisher noch nicht durch eine tatsächliche Immissionswirkung eines Feldes belegt werden konnte, macht auf folgende Widersprüchlichkeiten aufmerksam:

- Die Grenzwerte sind in der Umgebung von Personen, die unter einer „Elektrosensibilität“ leiden, eingehalten. Die Höhe der realen Feldexposition scheint für die Auslösung von Symptomen einer „Elektrosensibilität“ offenbar irrelevant zu sein.
- Das Auftreten einer Gesundheitsstörung, die als „Elektrosensibilität“ benannt wird, muss für Betroffene nicht notwendig zeitgleich mit der angeschuldigten, konkreten Feldimmission auftreten, so dass bei Provokationen die direkte Verknüpfung der Symptomatik mit der Feldimmission nicht zwingend zu sein scheint. Besonders Ärzte haben auf diese Gesundheitsstörung öffentlich aufmerksam gemacht, die medizinisch bisher keinen anderen Anhalt für diese auf Umwelteinflüsse zurückzuführende Symptomatik fanden.

Ein Hauptproblem bei der Untersuchung der „Elektrosensibilität“ besteht im Mangel an objektiven Krankheitsanzeichen und pathophysiologischen Markern. Es existieren bisher weder eindeutige diagnostische Kriterien noch ein typisches Symptomcluster, noch ein medizinischer Test, anhand derer die „Elektrosensibilität“ als klinische Entität definiert und von anderen Krankheitsbildern, insbesondere von anderen ebenso unspezifischen und umweltbezogenen Syndromen zuverlässig abgegrenzt werden kann. Dies führt nicht nur in der Forschung zu dem Risiko, dass durch die Untersuchung heterogener Stichproben mögliche Befunde in der eigentlichen Zielgruppe nicht aufgedeckt werden können, sondern auch zu der Schwierigkeit, zielgerichtete und effektive Behandlungsmaßnahmen einzuleiten. Bisher werden die Symptome einer „Elektrosensibilität“ daher als „Idiopathic Environmental Intolerance“ zusammengefasst.

- Es fällt auf, dass die Symptome nicht selten mit einem komplexen psychischen Geschehen gekoppelt sind, und dass häufig Angst und Stress im Zusammenhang mit der Angabe von Beschwerden eine Rolle spielen. Die von einer „Elektrosensibilität“ Betroffenen fühlen sich oft ausgegrenzt und sie können Anderen ihre Beschwerdesituation nur schwer vermitteln. So bleibt ihnen häufig sowohl die Kontrolle in einer Situation, in der sie sich durch Feldeinflüsse belästigt fühlen, als auch die Unterstützung durch andere Menschen versagt, von denen sie sich verstanden fühlen wollen. (Das wiederum ist ein bedeutsamer, psychischer Stressor!) Umgekehrt gewinnen sie in der Gesellschaft durch die Demonstration ihres Leidens auch ein nicht unerhebliches Maß an Aufmerksamkeit.
- Einige Befunde aus der Literatur weisen auf mögliche dispositionelle Unterschiede „Elektrosensibler“ im Vergleich zu nicht Betroffenen hin, die insbesondere in der psychonervalen und vegetativen Aktivierung und Regulation liegen können.
- Es scheint aber Personen zu geben – so ein Ergebnis der NEMESIS-Studie –, die offenbar eine überdurchschnittliche Empfindungsfähigkeit für Felder zu haben scheinen. Demgegenüber schienen sich aber Personen mit einer „Elektrosensibilität“ selten unter diesen, als *elektrosensitiv* geltenden Personen, wiederzufinden.

Für die Aufklärung des Phänomens einer „Elektrosensibilität“ ist es deshalb notwendig, die psychologischen von den wirklich biologisch nachweisbaren Effekten zu trennen. Hierbei könnte auch eine unterschiedliche Suszeptibilität bestimmter Personen eine Rolle spielen, die zum Beispiel ihre „Elektrosensibilität“ erklären würde. Zur Objektivierung einer „Elektrosensibilität“ ist sozusagen einer Gleichung mit zwei Unbekannten zu lösen, d. h. die Abhängigkeit von einer möglichen initiierenden (inner-)psychischen Komponente muss für die Begründung einer „Elektrosensibilität“ von der realen (externen) physikalischen Komponente unterschieden werden. Denn jede der beiden Komponenten bedingt auf ganz unterschiedliche Weise Prozesse, die auf der biologischen Seite Effekte hervorbringen können.

Da „Elektrosensibilität“ für Betroffene ein ernst zu nehmendes Gesundheitsproblem darstellt, sollte die Störung unter multidimensionalen Gesichtspunkten untersucht werden. Das betrifft zum einen die gezielte Auslösbarkeit der Störung durch die Feldimmission. Und es betrifft zum anderen die Suche nach Bedingungen, die das Reaktionsverhalten der Person bestimmen und bei besonderen Belastungen Störungen des Befindens chronifizieren könnten.

3 Begründung des gewählten Untersuchungsansatzes und der Hypothesen, die für eine elektromagnetische Überempfindlichkeit sprächen

Auffallend ist, dass in den wirtschaftlich prosperierenden Landesteilen Deutschlands Elektromog und Mobilfunk stärker im öffentlichen Diskurs stehen als in den wirtschaftlich weniger starken. Interessanterweise finden sich unter den gut ausgebildeten Personen und unter den Beschäftigten mit beruflich anspruchsvolleren Tätigkeiten sehr viel häufiger Betroffene, die über „Elektrosensibilität“ klagen.

Das wiederum wirft die Frage auf, ob „Elektrosensibilität“ erst einer bewussten Differenzierung von Ursache und Wirkung bedarf, um überhaupt als Störung bzw. als eine Änderung des Befindens auf Grund von Feldimmissionen erkannt werden zu können. Wenn aber andererseits diese „elektrosensiblen“ Reaktionen einzig und allein nur auf der subjektiven Bewertung basieren, die eine Person von ihrer Wahrnehmung der Sachverhalte oder Objekte ableitet, dann wäre „Elektrosensibilität“ ein rein psychologischer Effekt und würde von einer real gegebenen Feldimmission ganz und gar nicht zu beeinflussen sein.

Da nach bisherigen Untersuchungen eine Beziehung zwischen der *Sensitivität* von Personen, die ein potentiell gegebenes Feld detektieren können, und den angegebenen Beschwerden „elektrosensibler“ Personen, worüber sie Feldimmissionen zu verspüren meinen, nicht zu bestehen scheint, ist die vorliegende Studie auf die Beobachtung eines psychophysiologisch sehr empfindlichen Parameters angewiesen, der auf die sich verändernden Bedingungen bei der Regulation des Organismus sensibel reagiert.

Die Veränderung des elektrischen Hautwiderstandes steht sowohl mit der autonomen Steuerung von Körperfunktionen als auch mit psychoregulativen Prozessen in Verbindung, was auch als elektrodermale Aktivität²¹ (EDA) bekannt ist.

Unter experimentellen Versuchsbedingungen soll geprüft werden, ob sich das Basisniveau der elektrischen Hautleitfähigkeit in Abhängigkeit von einer andauernden Feldexposition systematisch mit verändert. Mit dieser Veränderungsmessung sollte der physiologische Effekt, der an der Entstehung einer „Elektrosensibilität“ beteiligt

²¹ Legt man über zwei Elektroden eine niedrige Spannung an die Haut (z. B. die Handinnenflächen) an und misst den Strom, der durch diesen Kreis fließt, so fällt auf, dass er nicht konstant ist. Er variiert im Zusammenhang mit einer Reihe von Vorgängen, wie der mentalen Aktivität, tiefem Atemholen oder dem Einwirken von Stressreizen. Diese Änderung der elektrischen Hautleitfähigkeit, bzw. ihres Reziproks, dem Hautwiderstand, wird als elektrodermale Aktivität (EDA) bezeichnet. Hautleitfähigkeit und Hautwiderstand sind exosomatische Größen, weil das Biosignal nur unter der Zufuhr von äußerer Energie (der angelegten Spannung) gemessen werden kann. Die Schweißdrüsen der Haut spielen dabei eine wesentliche Rolle, wobei der Typ der ekkrinen Drüsen, die der Thermoregulation und dem Ausscheiden von Stoffen dienen, hierbei für die Messung des Phänomens von Interesse sind. Die Innervation der Schweißdrüsen erfolgt vorrangig über das sympathische Nervensystem, wobei zentralnervöse Prozesse bei elektrodermalen Reaktionen ebenfalls mit beteiligt sein können.

sein müsste, im Niveauunterschied abzubilden sein. Die Aufzeichnung des Parameters darf aber durch die Eigenkontrolle der Person nicht mit beeinflusst werden.

Wenn es eine biologische Reaktion auf eine Feldexposition gibt, dann muss eine Anpassungsreaktion des Organismus erfolgen. Eine Änderung des Befindens korreliert in der Regel auch mit einer Änderung vegetativ initiiertes Parameter. D. h., würde im Organismus ein Wirkungseffekt durch eine real gegebene Feldexposition ausgelöst werden können, müsste sich das auch auf der elektrischen Hautleitfähigkeit abbilden.

Die elektrische Leitfähigkeit der Haut reagiert aber auch auf psychische Erregungsmuster, wie sie z. B. durch die Vermutung einer provozierenden Feldexposition ausgelöst worden sein könnten, wenn dadurch ein höheres Aufmerksamkeitsniveau für die Kontrolle der Umgebung initiiert ist (SCHANDRY, 1989).

Würde sich eine „Elektrosensibilität“ auslösen lassen, die mit negativ erlebten Symptomen oder einer Verschlechterung des Befindens assoziiert ist, dann würde es auch zu vegetativen Reaktionen kommen, die einer Stressreaktion i. S. einer Aktivierung gleich kämen. Auf der physiologischen Seite dient Stress der Bereitstellung von Energieressourcen für ein Abwehr- oder Fluchtverhalten. Auf der Erlebenseite wird Stress u. a. mit erhöhter psychischer Erregung oder Anspannung wahrgenommen.

Wenn die Feldexposition im Organismus eine Erregung auslösen würde, dann wäre zu erwarten,

- dass eine feldbedingte, physiologische Reaktion mit einer zeitnahen Änderung des elektrischen Hautleitwertes einhergeht, wobei sich die neurophysiologische Erregung dann in einem erhöhten Basisniveau des elektrischen Hautleitwertes niederschlagen müsste, (was einer Senkung des Hautwiderstandes gleich käme).
- dass sich der Wechsel von der „Scheinxposition“ zur Feldexposition stärker in der Änderung des elektrischen Hautwiderstandes niederschlagen müsste als umgekehrt, da eine initiierte Erregung erst mit einer gewissen Zeitverzögerung wieder abklingt.
- dass die Feldexposition von den „Elektrosensiblen“ wegen der Änderung ihres Befindens sicherer vorausgesagt werden müsste als von nicht betroffenen Personen, die ihr Befinden stabil erleben. Das könnte die Trefferrate für eine Detektion des Feldes bei den „Elektrosensiblen“ erhöhen.
- Wenn jedoch der Organismus auf die Kraft oder die Energie, die von einem Feld ausgeht, nicht reagiert bzw. sie nicht nutzen kann, dann ist auch keine Änderung des elektrischen Hautwiderstandes auf den Wechsel der Expositionsbedingung oder auf die Dauer der Feldexposition zu erwarten (Nullhypothese). Eine Änderung des elektrischen Hautleitwertes ist dann zufällig bedingt oder allein auf die subjektive Vermutung, dass auf die Person ein Feld wirken würde, beschränkt.

Die Prüfung der Hypothesen in Bezug zur Fragestellung erfordert, dass die subjektive Bewertung einer vermuteten Feldexposition unterschieden werden muss vom objektiv bedingten Wirkungseffekt einer realen Feldprovokation. Deshalb wird es entweder eine Reaktion der Person in Relation zur Feldexposition geben können oder ohne jeden Bezug zur Exposition erfolgen, wie es die Tabelle 3.1 demonstriert.

Tab. 3.1 Strategie der Hypothesenprüfung

| die Person reagiert auf das Feld - physiologisch und/oder sensitiv - | Die Feldexposition ist | |
|---|------------------------|---------------|
| | real gegeben | nicht gegeben |
| ja | richtig | falsch |
| nein | falsch | richtig |

Welche Bedingungen könnten die Entstehung einer „Elektrosensibilität“ befördern?

Neben der Objektivierung der biologischen Wirkung, die eine Feldexposition bei bestimmten Menschen haben sollte, stellt sich die andere Frage nach der Disposition dieser Menschen: Welche subjektiven Voraussetzungen könnten an der Entstehung einer „Elektrosensibilität“ beteiligt sein? Es interessieren die konstitutionellen und situativen Bedingungen, die eine betroffene Person mitbringt und die u. U. ihre erhöhte Empfindlichkeit gegenüber allgemein auftretenden Feldexpositionen begünstigen oder begründen würden.

Der vorliegenden Untersuchung liegen drei Vermutungen für die Bedingtheit einer „Elektrosensibilität“ zugrunde. Um diese überprüfen zu können, werden zusätzlich Daten zu ausgewählten Kovariablen erhoben, die zur Verifizierung der folgenden Hypothesen beitragen sollen.

Hypothese 1:

Einige Menschen besitzen mit ihren Sinnen eine überdurchschnittliche Fähigkeit, geringste Reizintensitäten besser als andere zu unterscheiden. Diese besondere Wahrnehmungsfähigkeit ist durch eine auf der neurophysiologischen Ebene angelegte Disposition begründet. Könnte diese psychonervale Anlage das Entstehen einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“ begünstigen?

Hypothese 2:

Wenn durch Stress die Anpassung nicht adäquat geregelt wird, bedingt das eine Dysfunktionalität psychonervaler Regulationsvorgänge. Das würde bedeuten, dass einer „Elektrosensibilität“ eine erhöhte Erregbarkeit durch eine andauernde, durch Stress initiierte Reaktionsbereitschaft zugrunde liegen könnte (SEMMER, 1997). Mit einer erhöhten Reizbarkeit aus mangelnder Schutzhemmung würde auch die Ansprechbarkeit gegenüber sonst unterschwelligem Reizen, vielleicht auch gegenüber denen eines Feldes, erhöht werden. „Elektrosensibilität“ würde dann eine zeitlich begrenzte, ungünstige oder negative Beanspruchungsfolge anzusehen sein.

Hypothese 3:

„Elektrosensibilität“ steht für ein in der Person begründetes psychisches Übertragungsphänomen. Damit ließe sich ein Angst auslösender Kontrollverlust bewältigen,

indem das psychische Symptom auf die körperliche Ebene verschoben und dessen Ursache auf eine externe Bedingung übertragen würde. Das Feld wird stellvertretend für eine nicht beeinflussbare, aber bedrohliche Instanz angesehen, die emotional mit Angst besetzt ist. Die Erklärung als „Elektrosensibilität“ wirkt sich damit Angst reduzierend aus. Die Person täuscht sich eine „Kenntnis“ über eine sonst unbestimmbare Art der Bedrohung vor (Rumpelstilzchen-Effekt: „Gefahr benannt – Gefahr gebannt!“).

Gleichzeitig bleibt aber das Erleben eines vermutlichen Kontrollverlustes real weiter bestehen und das Befinden auch weiterhin destabilisieren. Hierbei würde „Elektrosensibilität“ ein psychosomatisch bedingtes Beschwerdemuster repräsentieren. Wiederkehrende Empfindungen und eine auf das Feld bezogene negative Bewertung wirken so subjektiv konditionierend.

Die vorliegende Studie vergleicht 96 unbelastete Personen, die nach Alter und Geschlecht parallelisiert wurden, mit 48 Personen, die sich durch eine „Elektrosensibilität“ beeinträchtigt fühlten. Dazu war in einem sogenannten Provokationsexperiment entweder die Exposition eines 50-Hertz-Magnetfeldes oder die einer Hochfrequenzimmission beim Telefonieren mit einem GSM-Mobiltelefon – jeweils im Wechsel mit einer Scheinexposition – eingesetzt worden.

Die Experimente wurden nach einem balancierten Periodenversuchsplan durchgeführt. Die Feldexposition wurde von einem Versuchsleiter vorgenommen, während ein zweiter den Probanden instruierte und wie der Proband selbst auch keine Kenntnis darüber hatte, welche Expositionsbedingung gegeben war. Damit konnte eine doppelt verblindete experimentelle Überprüfung des elektromagnetischen Feldeinflusses erfolgen.

Nach jeder Provokationsphase ist nachgefragt worden, wie die jeweilige Expositionsbedingung vom Probanden wahrgenommen wurde. Mit der Aufzeichnung der elektrischen Hautleitfähigkeit wurden physiologisch initiierte Veränderungen während der Versuchsdurchführung objektiviert.

4 Methodisches Vorgehen

4.1 Die Variation der Bedingung Feld im Provokationsexperiment

4.1.1 Die Erzeugung der Feldimmission und ihre Applikation im Experiment

4.1.1.1 Das 50-Hertz-Magnetfeld

Der Proband wird während der Untersuchung zum einen einem magnetischen Niederfrequenzfeld ausgesetzt, das eine Frequenz von 50 Hz hat. Es lag nahe, ein solches Feld zu wählen, da unsere Energieversorgung mit dieser Frequenz arbeitet und der Mensch in seiner häuslichen Umgebung ständig einem solchen ausgesetzt ist.

Dazu wurden die Enden eines 5-adrigen Kabels versetzt so miteinander verbunden und in Reihe geschaltet, dass eine Spule mit 5 Windungen entstand. Von einer Verkleidung verdeckt ist dann dieses Kabel entlang der Fußbodenleiste im Raum verlegt worden. In Abhängigkeit von der Raumgröße wird bei einem Stromfluss von 8-10 Ampere (220 V, 50 Hz) im Kern der Spule, also in der Raummitte, ein magnetisches Feld mit einer Intensität von 10 Mikro-Tesla (μT) erzeugt. Mittels einer Infrarot-Fernsteuerung kann diese Exposition zu- oder abgeschaltet werden, ohne dass der Proband diesen Schaltvorgang erkennen kann.

Die nach dem Abschalten der Exposition im Laborraum noch vorhandene magnetische Grundbelastung, die sogenannte „Null“-Exposition, ist in Abbildung 4.1 dargestellt. Im Messprotokoll für den Laborraum C 103 ist dazu die magnetische Feldbelastung über die Dauer von 24 Stunden (gemittelt) ausgewiesen. Im Mittel schwankt sie zwischen 0,05 μT und 0,10 μT .

Obwohl die Exposition von 10 μT nur 10 % des zulässigen Grenzwertes²² ausschöpft, erhöht sich im Laborraum durch das Zuschalten des Feldes die Grundbelastung sofort auf das ca. 100-fache.

Messungen, die ILONEN et al. (2007) innerhalb von Wohnhäusern und in Wohnungen durchführte, die sich in der Nähe von Trafostationen befanden, ergaben magnetische Flussdichten von maximal 0,62 μT im unmittelbar angrenzenden Appartement und von 0,11 μT im direkt daneben liegenden bzw. von 0,21 μT in dem Appartement auf der darunter oder darüber liegenden Etage.

²² 26. BImSchV – Verordnung über EMF – vom 16. 12. 1996; ICNIRP Guidelines up to 300 GHz (1998): Der Grenzwert für die allgemeine Bevölkerung ist im Niederfrequenzbereich auf $B = 100 \mu\text{T}$ der magnetischen Flussdichte festgelegt.

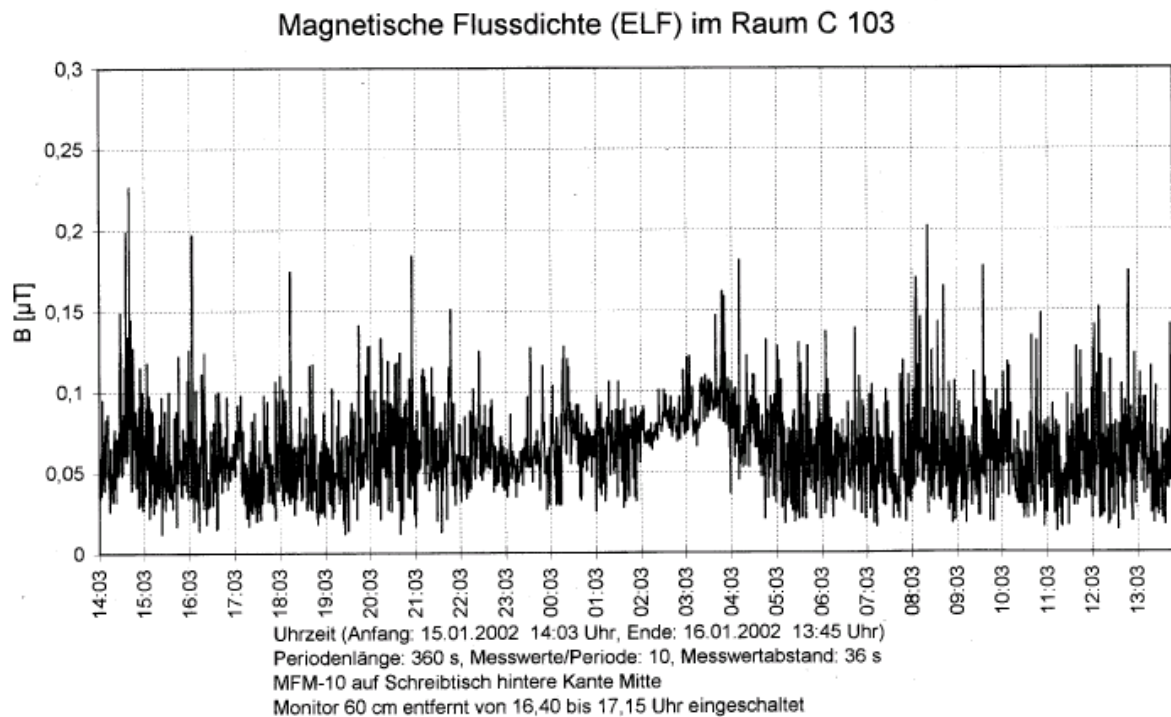


Abb. 4.1 Durchschnittliche magnetische Feldbelastung²³ über die Dauer eines Tages („Null“-Exposition) in dem Laborraum, in dem die Spule zur Erzeugung des magnetischen 50-Hz-Feldes verlegt worden war

4.1.1.2 Die Erzeugung des GSM-Funksignals und die Exposition mittels Mobiltelefon

Die Probanden werden zum anderen in einem elektrisch abgeschirmten Raum, einem sogenannten Faraday'schen Käfig, der Hochfrequenzimmission des GSM-Mobilfunks ausgesetzt. Dafür wird in die Antenne eines handelsüblichen GSM-Mobiltelefons, Typ S 10D (Siemens), ein normgerechtes GSM-Signal (D-Netz) extern eingespeist, das von einem Signalgenerator (SMT 03 von ROHDE & SCHWARZ) und einem nachgeschalteten Leistungsverstärker (Wideband RF-amplifier von der Fa. KALMUS) erzeugt wird.

Während des Experiments befindet sich das Mobiltelefon auf einem Stativ ca. 30 cm neben dem Kopf der Person in Höhe ihres Ohres. Mit dem Abstand zum Kopf verrin-

²³ Die Spitzenwerte ergeben sich aus der Nähe eines Bahnhofs mit elektrifizierter Bahntrasse, wodurch sich beim Anfahren von Zügen die Erhöhung der magnetischen Flussdichtewerte erklärt. Weiterhin befindet sich ca. 50 m entfernt eine Trafostation des Umspannwerkes. Diesen Bedingungen sind offensichtlich die Spitzen bzw. der Anstieg der mittleren Belastung in den Stunden nach Mitternacht zuzuschreiben.

Ein laufender PC in direkter Nähe der Messsonde lieferte dagegen keine erkennbare Mehrbelastung (16:40 – 17:15 Uhr).

gert sich auch die Immission der tatsächlich abgestrahlten Energie, d. h. die Exposition ist wesentlich geringer als bei einem direkten Kontakt des Mobiltelefons am Ohr.

Die Steuerung der Feldexposition für das An- und Abschalten des Mobiltelefons erfolgt am Signalgenerator außerhalb des Faraday-Raumes und kann vom Probanden nicht eingesehen werden.

Vor Beginn des Provokationsexperiments wird das Signal messtechnisch überprüft. Dieser Vorgang wird im Beisein des Probanden durchgeführt und dient dazu, ihm eine nachprüfbare Erfahrung mit der realen Exposition zu verschaffen.

Folgende Messwerte charakterisieren die Feldexposition, die beim Betreiben des Mobiltelefons gegeben ist:

| | | |
|--------------------|---|-----------------|
| Sendefrequenz: | = | 916,2 MHz |
| Pulsfolgefrequenz: | = | 217 Hz |
| Pulsbreite: | = | 577 μ s |
| Spitzenleistung: | = | 2 W |
| mittlere Leistung: | = | 0,25 W (250 mW) |

Bei maximal eingestellter Sendeleistung des Mobiltelefons (2 Watt) ergeben sich daraus folgende Expositionskennzahlen:

| | | |
|--|---|--|
| lokale SAR (Specific Absorption Rate) bei Direktkontakt der Antenne des Mobiltelefons mit dem Kopfphantom des SAR-Meters | = | 0,875 W/kg (Grenzwert für allg. Bevölkerung = 2 W/kg) |
|--|---|--|

| | | |
|--|---|--|
| lokale SAR bei 30 cm Abstand zwischen der Antenne des Mobiltelefons zum Kopfphantom des SAR-Meters | = | 750 μ W/kg (d. h. Absenkung auf 1/1166) |
|--|---|--|

| | | |
|--|---|---------|
| Spitzenwert der elektrischen Feldstärke E bei Direktkontakt: Messsonde Feldstärkemessgerät EMR 300 und Mobiltelefonantenne | = | 198 V/m |
|--|---|---------|

| | | |
|---|---|----------|
| Spitzenwert der elektrischen Feldstärke E bei $d = 30$ cm Messsondenabstand | = | 18,4 V/m |
|---|---|----------|

| | | |
|---|---|------------------------|
| Spitzenwert der Leistungsflussdichte S^{24} bei $d = 30$ cm Messsondenabstand | = | 0,900 W/m ² |
|---|---|------------------------|

| | | |
|---|---|---|
| mittlere Leistungsflussdichte S bei $d = 30$ cm Messsondenabstand | = | 0,112 W/m ² (oder 11,2 μ W/cm ²) |
|---|---|---|

²⁴ Diese Angabe ist nur als Richtwert zu betrachten, da in einem Abstand von $d = 30$ cm zur Antenne des Mobiltelefons noch keine Fernfeldbedingungen vorliegen; diese Angabe wurde aber deshalb gemacht, da bei den „Elektrosensiblen“ oft mit Leistungsdichte-Werten operiert wird, deren Angabe sicherlich im Fernfeld von Basisstationen sinnvoll ist, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe zur Antenne eines Mobiltelefons.

4.1.2 Der Versuchsplan für die Variation von Schein- und Feldexposition

Die Feldprovokationen, in denen das 50-Hz-Magnetfeld mit 10 μT magnetischer Flussdichte oder das Funksignal des GSM-Mobiltelefons eingesetzt wird, wechseln mit unterschiedlicher Dauer in eine feldfreie bzw. feldneutrale Exposition. Der Wechsel der Exposition eines definierten Feldes (**1**) mit einer Scheinexposition (**0**) erfolgt nach einem balancierten Periodenversuchsplan, der in der Abbildung 4.2 dargestellt ist (RASCH et al., 1981).

Insgesamt sind für das Provokationsexperiment 6 Zeitintervalle (Perioden) vorgesehen, wobei jede der beiden Expositionsbedingungen (Behandlung 0 oder 1) gleichhäufig in jeder Behandlungsabfolge auftritt. Die Dauer einer Periode beträgt 10 Minuten, so dass sich für das Provokationsexperiment eine Zeit von insgesamt einer Stunde ergibt. Der Versuchsplan sieht 8 mögliche Behandlungsabfolgen (A – H) vor, wobei in jeder Abfolge sowohl für die „Null“- als auch für die Feldexposition eine einfache und eine doppelte Periodendauer vorgesehen wurde. Bei einer r-maligen vollständigen Wiederholung des Versuchsplans ist ein Stichprobenumfang von $n = r \times 8$ Probanden notwendig.

| Periode | Behandlungsfolge (jede Periode über 10 min. Dauer) | | | | | | | |
|---------|--|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Abb. 4.2 Balancierter Periodenversuchsplan zur Durchführung der Provokationsexperimente: Jede Behandlungsabfolge A – H entspricht der experimentellen Abfolge der Expositionen für jeweils einen Probanden

Für diesen Versuchsplan, wie ihn Abbildung 4.2 darstellt, ist charakteristisch,

1. dass jede Behandlung (0 oder 1) im Experiment gleichhäufig auftritt, also für jeden Probanden drei Mal.
2. dass die beiden Expositionen (0 bzw. 1) in den Behandlungsfolgen (A bis H) so variiert sind, dass der feldbedingte und der zeitbedingte Einfluss über alle acht Abfolgen hinweg gleichverteilt (ausbalanciert) ist. D. h. im Versuchsplan ist in jeder Periode die Behandlung 0 und 1 gleichhäufig besetzt.
3. dass sich die Feldexposition (1) mit der „Null“-Exposition (0) so abwechselt, dass in jedem Versuchsablauf (d. h. für jede Person) alle vier Sequenzen 0 – 0, 0 – 1, 1 – 0 oder 1 – 1 je einmal auftreten. Über diese Sequenzen können

Nachwirkungseffekte bzw. mögliche Kontrastwirkungen aufgrund des Wechsels der Expositionen oder aufgrund der Verdopplung der Dauer geprüft werden²⁵.

Mit Hilfe einer univariaten Varianzanalyse lassen sich feldbedingte und zeitbedingte Einflüsse auf die Ausprägung des Parameters elektrische Hautleitfähigkeit differenziert betrachten. Das Grundmodell der Varianzaufspaltung im balancierten Periodenversuchsplan geht von der Voraussetzung aus, dass sich der Einfluss von Periode und Behandlung orthogonal zueinander verhält und sich die Varianzanteile der Hauptkomponenten auf Grund dessen additiv zusammensetzen (Abb. 4.3). Es lassen sich damit folgende Varianzanteile gleichzeitig gegen die Restvarianz der Messvariable prüfen: Der Varianzanteil aus dem Einfluss der Periode, derjenige aus dem Einfluss der Behandlung, derjenige aus dem Einfluss jedes Probanden sowie derjenige aus der Wechselwirkung von Proband und Feldbehandlung.

| | | | |
|---|---------|------------------------------------|--|
| <u>Grundmodell zu</u> | $y_i =$ | μ_h | Gesamtmittel |
| d. h., der Messwert y_j von der Versuchseinheit j (Pb.) resultiert aus dem Gesamtmittel μ_h , aus der die Versuchseinheit j stammt, und ist abhängig von der i -ten Periode, in der eine von 2 Behandlungen h stattfindet, sowie einem allgemeinen Fehleranteil e . | | $+ p_i$ | Periodeneffekt ($i = 1 \dots 6$) |
| | | $+ a_h$ | Behandlungseffekt ($h = 1; 0$) |
| | | $+ c_j$ | Effekt der Versuchseinheit (Pb j) |
| | | $+ (c_j \times a_h)$ | Wechselwirkung zwischen Proband und Behandlung |
| | | $[1] + e_{ijt}$ | allgemeiner Fehlerterm für die Restvarianz (einschließlich des Effekts aus dem Einfluss der Behandlungsfolge t) |
| <u>Nachwirkungsorientierte Analyse</u> | | $+ a_{h'}$ | einperiodische Nachwirkung zur vorhergehenden Behandlung h' (h' zu 0-1; 1-0; 1-1; 0-0) |
| | | $+ (p_i \times a_h \times a_{h'})$ | Wechselwirkung zwischen Perioden, Behandlungen und Nachwirkungen: als Voraussetzung des additiven Modellansatzes im balancierten Periodenversuchsplan gilt: $(p_i \times a_h \times a_{h'}) = 0$ |

Abb. 4.3 Varianzanalytischer Modellansatz zur Beschreibung der Bedingungswirkungen des balancierten Periodenversuchsplanes

(Die Aufspaltung der Varianzkomponenten unter Einbeziehung der Person bereinigt den Umstand, dass die Datenanalyse nicht nach einem Messwiederholungsplan erfolgen kann, weil dieser den Wechsel der Behandlungen nicht mit berücksichtigt.)

²⁵ Da sich aus den sechs Perioden fünf Abfolgen ergeben, wobei eine der vier möglichen Sequenzen doppelt auftritt, bleibt bei der Auswertung die sich wiederholende Sequenz unberücksichtigt, um die Wirkung des Probandeneinflusses gleichverteilt auf alle vier Möglichkeiten zu gewährleisten. (In den Behandlungsfolgen E und F sind die ersten Sequenzen 0-1 bzw. 1-0 nicht mit berücksichtigt worden.)

Der Abfolge der im Versuchsplan vorgesehenen Behandlungen in sechs Perioden wird jeweils ein ebenfalls 10-minütiges Zeitintervall vor- und nachgestellt. In dieser Zeit kann sich der Proband an die Methodik der Ableitung des elektrischen Hautleitwertes anpassen und die Messung des Parameters wird stabil. In einem elektrisch geschirmten Raum ergab sich die Möglichkeit, in dieser Zeit den „Autokinetischen Lichttest“ unter der feldneutralen Bedingung durchzuführen. Dem Proband war jedoch nicht bekannt, ob es sich hierbei nicht auch um eine Feldprovokation handeln könnte.

Der Autokinetische Lichttest beruht auf einer Wahrnehmungsillusion, die dadurch entsteht, dass ein Betrachter, wenn er sich in einer total dunklen Umgebung befindet, die ihm keine Raumorientierung mehr gestattet, einen fixierten Lichtpunkt sich zu bewegen sieht. Dieser Illusion kann er sich nicht entziehen und sie auch willentlich nicht zu beeinflussen. Es ist damit keine Beobachtungsleistung im engeren Sinne verbunden, wofür es Konzentration und Motivation braucht, um den Punkt verfolgen zu können (KEITEL, 1994).

Der Autokinetische Lichttest diente jedoch lediglich als Phase der Konsolidierung des Probanden und war als Aufgabenstellung ohne irgendwelchen Leistungsanspruch. Die Bewegung des Lichtpunktes, die sich in der Illusion ergibt, hat dabei keinerlei diagnostische Aussagekraft.

4.2 Methodik zur Erfassung feldbedingter Wirkungseffekte

4.2.1 Parameterbestimmung zur Erfassung expositionsbezogener Effekte

4.2.1.1 Zur methodischen Erfassung subjektiver Feldwahrnehmungen

Am Ende eines jeden 10-minütigen Zeitabschnitts, in dem das Feld entweder dauernd an- oder abgeschaltet war, wird die Person zu ihrer subjektiven Feldwahrnehmung gefragt. Dazu wird ihr auf einem Papier die Frage vorgelegt:

“Haben Sie ein Feld wahrgenommen?“

Auf diesem Zettel kreuzt sie dann nur die entsprechende Ja- oder Nein-Antwort an. Es wird vermieden, dass der Versuchsleiter die Frage selbst anspricht, damit aus dem Klang seiner Stimme keine Information über die Feldgegebenheit interpretierbar ist. Erst nach dem Experiment wird die Person über die Richtigkeit ihrer Antworten zur real gegebenen Feldexposition informiert.

Für die Fähigkeit einer Person, das Feld subjektiv wahrnehmen zu können, wird als Parameter die Übereinstimmung ihrer abgegebenen Antworten mit der real gegebenen Expositionsbedingung (0 oder 1) bestimmt. Diese Trefferrate ergibt sich aus der prozentualen Häufigkeit, mit der die Person die real gegebene Exposition richtig identifizierte.

4.2.1.2 Die Aufzeichnung des elektrischen Hautleitwertes als Parameter der EDA

Als objektivierbarer physiologischer Parameter diente die elektrische Hautleitfähigkeit, die Ausdruck der vegetativ beeinflussten elektrodermalen Aktivität (EDA) ist. Dabei reagiert die Zusammensetzung des Schweißes auf der Handfläche (bzw. auch auf der Fußsohle) sehr empfindlich auf alle Änderungen im physischen wie psychischen Geschehen. Infolge dessen verändern sich die elektrischen Eigenschaften des Schweißes, was sich im Parameter der elektrischen Leitfähigkeit oder des elektrischen Widerstandes abbilden lässt.

Das Basisniveau des Hautleitwertes, die sogenannte tonische EDA, spiegelt dabei ein allgemeines Aktivierungs- bzw. Vigilanzniveau wider. Dabei ist das Basisniveau der tonischen EDA von der Schweißsekretion und der Hautbeschaffenheit der jeweiligen Person abhängig, wodurch das Messniveau individuell sehr unterschiedlich ausfällt.

Eine psychische oder physische Aktivierung lenkt die EDA in weniger als zwei Sekunden für eine gewisse Dauer sprunghaft aus. Die Amplitude und zeitliche Dauer dieser individuellen physischen Auslenkung des Hautleitwertes werden dabei u. a. von der subjektiven Betroffenheit beeinflusst²⁶.

Damit der Basiswert der tonischen EDA durch die sprunghaften Auslenkungen physisch bedingter Einflüsse nicht wesentlich verfälscht werden konnte, wurde während der Durchführung des Provokationsexperimentes versucht, die Kommunikation mit dem Probanden auf die notwendigen Instruktionen zu beschränken.

Die Messung dieses Parameter erfolgt über einen Mikrostrom zwischen zwei Elektroden, die auf der Handfläche der nicht dominanten Hand, in der Regel der linken, zwischen Thenar und Hypothenar aufgeklebt wurden (Abb. 4.4). Damit blieb die zum Ausfüllen der Fragebögen benötigte Hand frei. Die Elektroden wurden mit einer Elektrodenpaste²⁷, die eine Salzkonzentration von 0,5 % NaCl enthielt, benetzt, damit der Kontakt zur Haut permanent gehalten werden konnte. Die Aufzeichnung erfolgte online mit dem Gerät „Vitaport II“²⁸, einem physiologischen Messsystem der Firma Becker-Meditec, Karlsruhe. Dieses Messsystem garantierte, dass die Aufzeichnung der elektrischen Hautleitfähigkeit nicht durch die Feldexposition beeinflusst werden konnte.

²⁶ Diese Eigenschaft macht sich die bei der Ermittlung von Strafdelikten verwendete Methodik des „Lügendetektors“ zu nutze.

²⁷ EDA-Paste TD-246 von PAR Medizintechnik GmbH Berlin

²⁸ Vitaport II ist ein tragbares Recordersystem der Fa. Becker-Meditec, Karlsruhe, zur Aufzeichnung physiologischer Daten. Es besteht aus einem Hauptmodul und einer variablen Anzahl von bis zu acht Zusatzmodulen, die für die Aufzeichnung von physiologischen Messgrößen eingesetzt werden können. Das Hauptmodul in der Größe von 15 x 5 x 9 cm enthält den Prozessor, die Verbindungsboxen für die Kabel mit den Messelektroden, die Steuerungstasten und eine LCD-Anzeige für den Betriebsstatus. Mit dem Hauptmodul ist ein externes Speichermedium (Flashkarten) verbunden. Die Stromversorgung erfolgt mittels 1,5 V Akkus.

Externe Feldquellen haben keinen Einfluss auf die Parameteraufzeichnung und modulieren auch nicht über das Verbindungskabel das physiologische Signal im Messsystem (EMV geprüfte Schirmung des Gerätes).



Abb. 4.4 Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit an der linken Hand (nach SCHANDRY, 1989)

Die Messwerte der elektrischen Leitfähigkeit wurden in Mikro-Siemens (μS) ausgegeben. Die Voreinstellung der Parameteraufzeichnung mit dem Vitaport II ist am PC vorgenommen worden, um das Messniveau an die individuelle Höhe des elektrischen Hautleitwertes zu adaptieren. Gleichzeitig erlebte die Person die Empfindlichkeit des Parameters, über den ihre Ansprechbarkeit auf das Feld erfasst werden sollte. Während des Experiments konnte die Aufzeichnung visuell nicht verfolgt werden.

Die Parameteraufzeichnung erfolgte kontinuierlich über die gesamte Zeit, während der die Feldprovokationen entsprechend des Versuchsplanes durchgeführt wurden. Sie begann jedoch schon in der Vorperiode, in der der Autokinetische Lichttest stattfand.

Ausgewertet²⁹ wurde über einen Zeitabschnitt von 10 min. Dauer und über die jeweils letzte Minute dieses Zeitintervalls die mittlere elektrische Hautleitfähigkeit. Vorher wurde das tonische Niveau von den phasisch bedingten Überlagerungen per Interpolation bereinigt. Solche Überlagerungen zeigten sich dann, wenn die Person z. B. selbst sprach oder angesprochen worden war, oder sie rührten von einer körperlichen Aktivität her (wie husten, etwas in den Sachen suchen). Durch diese Bereinigung der phasisch bedingten Überlagerungen wurde die Aufzeichnung des elektrischen Hautleitwertes in Bezug zum Basisniveau geglättet. Ziel war es gewesen, das tonische Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit innerhalb der ausgewerteten Zeit-

²⁹ Die Auswertung der aufgezeichneten Daten erfolgt auf einem separaten Rechner, auf den die Daten übertragen werden. Für die Datenanalyse steht eine für das Vitaport-System kompatible Software, Vitasoft und Vitagraph, der Fa. Becker-Meditec zur Verfügung (BENTE, G. M., 1993).

spanne zu entzerren und damit die Fehlervarianz für Mittelwert und Streuung zu minimieren.

4.3 Die Stichprobenerhebung: Akquisition der Kontrollgruppe und der „elektrosensiblen“ Personen

Zunächst wurde für das Provokationsexperiment eine unbelastete Stichprobe akquiriert. Diese Personen hielten sich selbst nicht für elektrosensibel und ihr Gesundheitsstatus war unauffällig. Nach Alter und Geschlecht parallelisiert, wurden vier Teilstichproben aus je 24 Personen gebildet. Die Probanden in den beiden jüngeren Gruppen waren vorrangig Studenten im Alter zwischen 22 und 28 Jahren. Die Altersverteilung bei den Probanden in den beiden älteren Teilstichproben lag zwischen 40 und 65 Jahren und war etwa gleich verteilt (s. Abb. 4.5).

Die Stichproben I und II mit den von einer „Elektrosensibilität“ betroffenen Personen waren angefallene Stichproben, wobei sich die Rekrutierung für die Stichprobe „elektrosensibler“ Personen als sehr schwierig erwies³⁰. Insgesamt fanden sich 24 freiwillige Personen für jede der beiden Expositionen, die sich jedoch in den Merkmalen Alter und Geschlecht zufällig verteilten. Insgesamt sind in diese Stichproben mehr ältere Personen eingegangen. Der Altersdurchschnitt fiel für beide der „elektrosensiblen“ Stichproben ähnlich aus, in der ersten betrug er 46,9 Jahre und in der zweiten 47,1 Jahre. Dass sich die Geschlechtsverhältnisse in beiden Stichproben spiegelbildlich darstellen, dürfte hier eher zufällig sein.

Die Stichprobe I der Betroffenen war „elektrosensibel“ gegenüber Feldern, die durch das allgemeine Stromnetz verursacht werden. Sie wurde im Experiment – wie die Kontrollgruppe auch – einem 50-Hz-Magnetfeld der Stärke von 10 μ T ausgesetzt.

Die Stichprobe II der Betroffenen rekrutierte sich aus Personen, die sich gegenüber Feldern des Mobilfunks (i.W. Radarstationen, Basisstationen des Mobilfunks), aber besonders auch bei der Benutzung von sogenannten Handys, beeinträchtigt fühlten. Das Provokationsexperiment in dieser zweiten Stichprobe wurde im abgeschirmten Feldlabor (Faraday'scher Käfig) mit einem GSM-standardisierten Funksignal durchgeführt, das von einem Mobiltelefon bei maximaler Leistung (2 Watt) permanent ausgegeben wurde. Fünf Personen sind wegen ihrer „Elektrosensibilität“ gegenüber beider Feldquellen sowohl in Stichprobe I als auch in Stichprobe II vertreten.

³⁰ Der online-Aufruf zur Suche nach „elektrosensiblen“ Personen für das Eigenforschungsprojekt der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin löste Mitte März 2003 im web-Forum des Informationszentrums gegen Mobilfunk (IZgMF) heftige kontroverse Diskussionen aus. Dort gaben „Elektrosensible“ an, dass sie an den Tests bei der BAuA nicht teilnehmen wollten, worauf sie sich den Vorwurf anhören mussten, sich lediglich davor drücken zu wollen. Die Antwort der „elektrosensiblen“ Personen schließlich war, dass die Tests der BAuA auf Grund der viel zu hohen Feldintensitäten für „Elektrosensible“ an Körperverletzung grenzen würden.

Dies hatte die Forschungsgemeinschaft Funk in ihrer FGF-Infoline Nr.11/2004 kritisch herausgestellt (Reaktionen auf das BAuA-Projekt zum Thema Elektrosensibilität) und dazu auf das Forum auf der Website des IZgMF hingewiesen (www.izgmf.de).

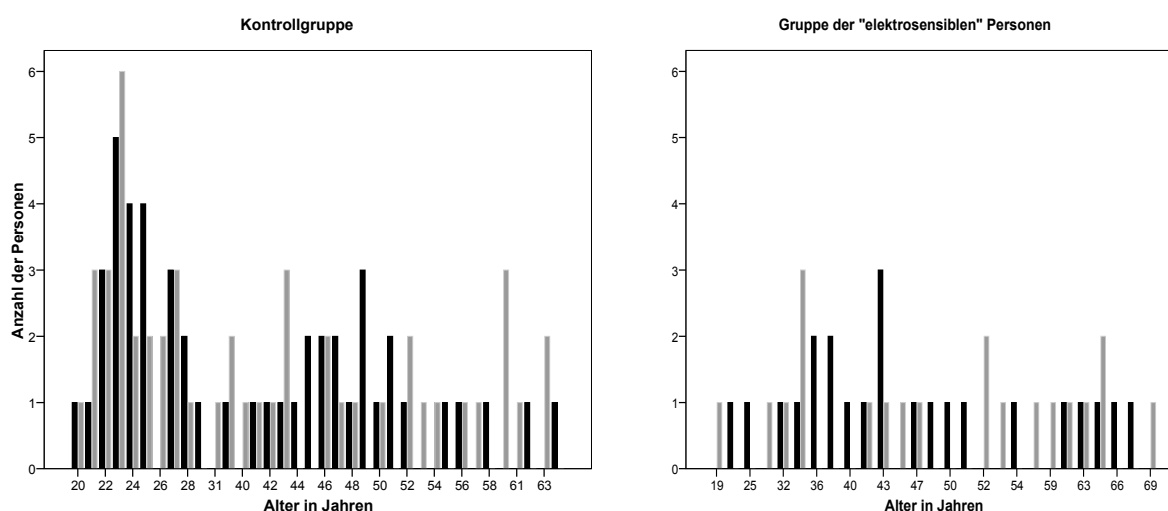


Abb. 4.5 Altersverteilung in der Kontrollgruppe und in der Gruppe der „elektrosensiblen“ Personen: m = schwarz / w = grau

Bei den in die Experimente einbezogenen Betroffenen fielen sonst keine Gesundheitsstörungen der Art auf, die auf eine psychiatrische oder neurologische Erkrankung schließen lassen würden. Bei den Probanden bestand zur Zeit der Untersuchung auch keine akute Erkrankung. Ein Drittel der Probanden gab an, allergische Reaktionen auf bestimmte Stoffe zu kennen, jedoch gaben nur 10 % eine multiple chemische Empfindlichkeit an.

Tabelle 4.1 fasst die Anzahl sowie die Alters- und Geschlechtsverteilung der Probanden in den Stichproben zusammen.

Tab. 4.1 Zusammensetzung der Stichproben

| Provokationsfeld: | 50 Hz Magnetfeld | | 50 Hz Magnetfeld | | GSM-Mobilfunkfeld | |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Stichprobe | Stichprobe der Kontrollpersonen | | „Elektrosensible“ der Stichprobe I | | „Elektrosensible“ der Stichprobe II | |
| | männlich | weiblich | männlich | weiblich | männlich | weiblich |
| im Alter bis 39 J. | N = 24 | N = 24 | N = 2 | N = 6 | N = 6 | N = 1 |
| Altersdurchschnitt (Stabw.) | 24,3 J. (± 2,4) | 24,0 J. (± 2,7) | 28,5 J. (± 3,5) | 31,2 J. (± 6,2) | 34,2 J. (± 5,0) | 35 J. |
| im Alter ab 40 J. | N = 24 | N = 24 | N = 5 | N = 11 | N = 11 | N = 6 |
| Altersdurchschnitt (Stabw.) | 49,3 J. (± 6,6) | 50,4 (± 8,0) | 54,2 J. (± 13,1) | 54,6 J. (± 8,3) | 51,2 J. (± 8,2) | 54,5 J. (± 10,1) |
| Probandenzahl | N = 96 | | N = 24 | | N = 24 | |

Die Betroffenen äußerten für ihre „Elektrosensibilität“ vorrangig solche Störungsursachen, wie sie in der Tabelle 4.2 zusammengefasst worden sind. Dabei zeigt sich, dass ein multikausales Ursachenmuster verantwortlich gemacht wird, auf das diese Personen reagieren wollen. Dass typische Feldimmissionen, wie sie in Produktionsbereichen der Metall verarbeitenden Industrie vorkommen, bei „elektrosensiblen“ Personen keine Rolle spielen, ist darauf zurückzuführen, dass diese Personen nicht in den Produktionsbereichen der Industrie tätig sind.

Die persönliche Toleranz gegenüber Feldimmissionen erweist sich zwischen den beiden Probandengruppen unterschiedlich. Personen mit einer „Elektrosensibilität“ gegenüber Hochfrequenzfeldern, insbesondere gegenüber denen des Mobilfunks, favorisieren Funkfelder als allgegenwärtig in ihrer Umgebung und ordnen ihnen eine größere Exklusivität am Zustandekommen ihrer Beschwerden zu.

Personen mit einer „Elektrosensibilität“ gegenüber niederfrequenten Feldern geben vorrangig den Ort an, an dem sie sich gestört fühlen. Dementsprechend äußerten ca. 84 % der Betroffenen, dass sie die Störung der Wohnung zuordnen können, ca. 50 % erleben diese Empfindlichkeit am Arbeitsplatz und ca. 52 % nannten öffentliche Orte, wie Nahverkehrsmittel, Kaufhäuser, öffentliche Gebäude oder Plätze. Auffällig war, dass die Ursachen ihrer Beschwerden sowohl niederfrequenten als auch hochfrequenten Feldquellen zugeordnet wurden.

Die mit einer „Elektrosensibilität“ gegenüber Mobilfunk betroffenen Personen konnten die Orte, an denen sie sich besonders belästigt fühlen, nicht genau bestimmen, weil sie die Störungsursache als allgegenwärtig bewerteten.

Die Personen, die eine „Elektrosensibilität“ angaben, wurden gebeten, die damit im Zusammenhang stehenden Symptome in ihrer erlebten Stärke anzugeben (nach SCHÜZ et al., 2003). In Tabelle 4.3 sind diese Symptome nach der Häufigkeit ihrer Nennung zusammengestellt und für die angegebene Beeinträchtigung ist der Median für die „elektrosensiblen“ Personen ermittelt.

Die Beschwerden, die auf Grund der gefühlten Beeinträchtigung durch Feldimmissionen angegeben werden, sind ebenso multivariat und lassen kein typisches Schema erkennen. Auf Grund der vielfach unspezifischen Symptome scheint eher eine psychovegetative Reaktion bei interindividueller Variabilität vorzuliegen. Es ist anzunehmen, dass sich auch psychische Korrelate in den Beschwerden widerspiegeln können. Die im Mainzer EMF-Wachhund (SCHÜZ et al., 2003) nach einem Jahr ermittelten, erheblich beeinträchtigenden Symptome mit mehr als 40 % der Nennungen waren Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen, Müdigkeit und Mattigkeit (KIMBEL u. JANSEN, 2005).

Tab. 4.2 Feldquellen, die von Betroffenen als Störungsursache für ihre „Elektrosensibilität“ benannt wurden (in Anlehnung an U. BERGQVIST et al., 1998)

| Feldquellen | Stichproben: „elektrosensibel“ insbesondere bei niederfrequenten Feldern des Stromnetzes | | | | | | „elektrosensibel“ insbesondere bei hochfrequenten Feldern des Mobilfunks | | | | | |
|---|--|---------------------------|----------|----------|---|------------|--|---------------------------|----------|----------|----------|------------|
| | Nennung in % | Beeinträchtigung 5 = sehr | 4 | 3 | 2 | 1 = selten | Nennung in % | Beeinträchtigung 5 = sehr | 4 | 3 | 2 | 1 = selten |
| Sender, Mobilfunk-Basisstationen | 76 | <u>5</u> | <u>4</u> | 3 | 2 | 1 | 65 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Radar | 36 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | <u>1</u> | 4* | 5 | <u>4</u> | 3 | 2 | 1 |
| Mobiltelefone | 52 | <u>5</u> | <u>4</u> | 3 | 2 | 1 | 65* | <u>5</u> | 4 | <u>3</u> | 2 | 1 |
| DECT-Telefone (schnurlos telefonieren) | 4 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 | 50 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 |
| TV-geräte, Monitore (nicht LCD Flachbild) | 72 | <u>5</u> | <u>4</u> | 3 | 2 | 1 | 50 | 5 | <u>4</u> | <u>3</u> | 2 | 1 |
| PC, Beamer, Laptop | 16 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 | <u>4</u> | 3 | 2 | 1 |
| Lichtquellen (u. a. auch Halogenlicht) | 76 | <u>5</u> | <u>4</u> | <u>3</u> | 2 | 1 | 45 | <u>5</u> | <u>4</u> | 3 | <u>2</u> | 1 |
| Mikrowelle | 32 | <u>5</u> | <u>4</u> | 3 | 2 | <u>1</u> | 4* | 5 | 4 | <u>3</u> | 2 | 1 |
| Medizinische und Physiotherapiegeräte | 32 | <u>5</u> | 4 | <u>3</u> | 2 | 1 | 4* | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Elektrisch betriebene Haushaltsgeräte | 56 | 5 | <u>4</u> | <u>3</u> | 2 | 1 | 30 | 5 | 4 | <u>3</u> | 2 | <u>1</u> |
| bes. elektr. Herde u. Nachtspeicheröfen | 16 | <u>5</u> | 4 | <u>3</u> | 2 | 1 | - | | | | | |
| Elektrische Leitungen in Gebäuden | 72 | <u>5</u> | <u>4</u> | <u>3</u> | 2 | 1 | 25 | 5 | 4 | 3 | 2 | <u>1</u> |
| Hochspannungsleitungen im Freien | 68 | <u>5</u> | <u>4</u> | <u>3</u> | 2 | 1 | 35* | <u>5</u> | 4 | <u>3</u> | <u>2</u> | 1 |
| Maschinenpark in der Industrie | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | <u>1</u> | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | <u>1</u> |
| Schweißverfahren | 16 | 5 | 4 | <u>3</u> | 2 | <u>1</u> | 10 | 5 | <u>4</u> | <u>3</u> | 2 | 1 |
| elektr. betriebene Schienenfahrzeuge | 56 | <u>5</u> | <u>4</u> | <u>3</u> | 2 | 1 | 25* | 5 | <u>4</u> | <u>3</u> | 2 | 1 |
| Telefonkabel, digitales TV-Kabel | 16 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Funkuhr, Navigation | 24 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Bloothoth, WLAN | - | | | | | | 10 | <u>5</u> | 4 | 3 | 2 | 1 |

Nicht enthalten sind Probanden, die sich nicht sicher waren, ob sie durch diese Feldquelle beeinträchtigt würden, es aber dennoch für möglich hielten.

Tab. 4.3 Symptome, die einer Feldimmission ursächlich zugeordnet wurden. Die Intensität der Beschwerde war auf einer Ratingskala einzuschätzen.

(0 = nicht, 1 = kaum, 2 = spürbar, 3 = erheblich, 4 = stark beeinträchtigend).

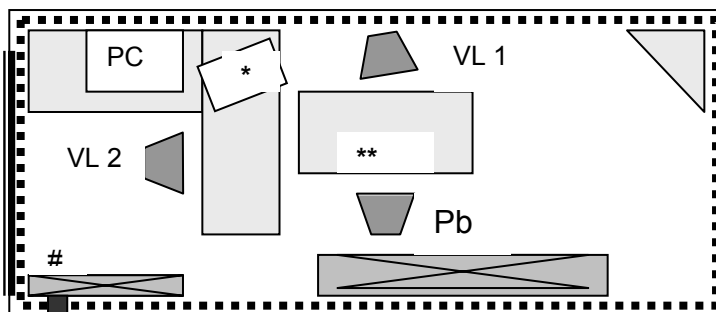
| Symptom | Häufigkeit der Angaben in % | Median für die erlebte Intensität |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| Druckgefühl im Kopf | 78,6 | 3 |
| Schlafstörungen | 71,4 | 3 |
| Konzentrationsstörungen | 67,9 | 3 |
| Müdigkeit | 64,3 | 3 |
| Kopfschmerzen | 60,7 | 2 |
| Herzklopfen, -jagen | 57,1 | 3 |
| Mattigkeit | 57,1 | 3 |
| Reizbarkeit | 53,6 | 2 |
| Schwächegefühl | 50,0 | 3 |
| Unerklärliche Erschöpfung nach Belastung | 50,0 | 2 |
| Gedrückte Stimmung | 50,0 | 2 |
| Starkes Schwitzen | 46,4 | 3 |
| Schwindelgefühl | 46,4 | 2 |
| Gelenk- und Gliederschmerzen | 46,4 | 2 |
| Vergesslichkeit | 42,9 | 2 |
| Stimmungsschwankungen | 42,9 | 2 |
| Beklemmungsgefühl | 42,9 | 2 |
| Angstzustände | 35,7 | 2 |
| Lärmempfindlichkeit | 35,7 | 2 |
| Übelkeit | 32,1 | 3 |
| Wärmegefühl im Kopf | 32,1 | 3 |
| Sehstörungen | 32,1 | 3 |
| Gleichgewichtsstörungen | 28,6 | 2 |
| Juckreiz | 25,0 | 2 |
| Zuckungen des Augenlides | 25,0 | 1 |
| Appetitlosigkeit | 21,4 | 2 |
| Schweregefühl in den Beinen | 21,4 | 2 |
| Hautbrennen | 21,4 | 1 |
| Überempfindlich gegenüber Medikamenten | 10,7 | 3 |

4.4 Zur Durchführung der Untersuchung

4.4.1 Die Untersuchungslabore

4.4.1.1 Das Untersuchungslabor zur Provokation mit einem 50 Hz-Magnetfeld

Als Untersuchungslabor stand ein normal ausgestatteter Büroraum von 4,5 m x 3 m Grundfläche zur Verfügung, an dessen Scheuerleiste ein fünfadriges Kabel verdeckt verlegt war. Während der Feldprovokation waren die PC und Monitore, die vorher für einzelne Testapplikationen genutzt worden waren, ausgeschaltet und der Telefonanschluss war für die Dauer der Untersuchung unterbrochen. Ein Mobiltelefon befand sich nicht im Labor. Lediglich die Deckenbeleuchtung mit Neonlicht blieb eingeschaltet, sofern es der Proband nicht ausdrücklich wünschte, dass das Licht ausgeschaltet werden solle. Die Abbildung 4.6 zeigt schematisch die Raumaufteilung.



* PC-gesteuerte Testvorgabe für den Pb. über LCD-Monitor

** Arbeitstisch für Pb. u. VL1

VL 2 steuert die Expositionseinrichtung mittels Fernsteuerung über den Trafo (#) hinter dem Schrank (vorn li.)

Ein fünfadriges Kabel war im Raum in Form einer Spule verlegt worden.

Abb. 4.6 Büroraum mit Expositionseinrichtung für die Erzeugung des magnetischen 50-Hz-Feldes mit einer Intensität von $10 \mu\text{T}$ magnetischer Flussdichte (messbar im Zentrum des Raumes)

4.4.1.2 Der Faraday-Raum und die Applikation des GSM-Mobilfunktelefons

Für die Feldprovokationen mittels eines GSM-Mobilfunksignals stand ein hoch abgeschirmter Faraday-Raum (60 dB) zur Verfügung, dessen Ausstattung Abbildung 4.7 illustriert. Alle übrigen Untersuchungsabschnitte (außer dem Autokinetischen Lichttest) fanden im oben beschriebenen Laborraum (Abb. 4.6) statt.

Die Abbildung 4.7 zeigt schematisch die Raumaufteilung im Faraday-Raum, der eine Größe von ca. 3,5 m x 4 m x 2,8 m (B x L x H) hatte.

Über die Antenne des Mobilfunktelefons wurde nur die Exposition des gepulsten Hochfrequenzfeldes in den Raum abgestrahlt. Die Erzeugung dieses Signals befand sich außerhalb dieses Faraday-Raumes. Der Versuchsleiter schaltete die Exposition vor jeder neuen Provokationsphase entsprechend des Versuchsplans am Signalgenerator außerhalb des Faraday-Raumes zu oder ab, ohne dass es der Proband am Gerät hätte mit verfolgen können.

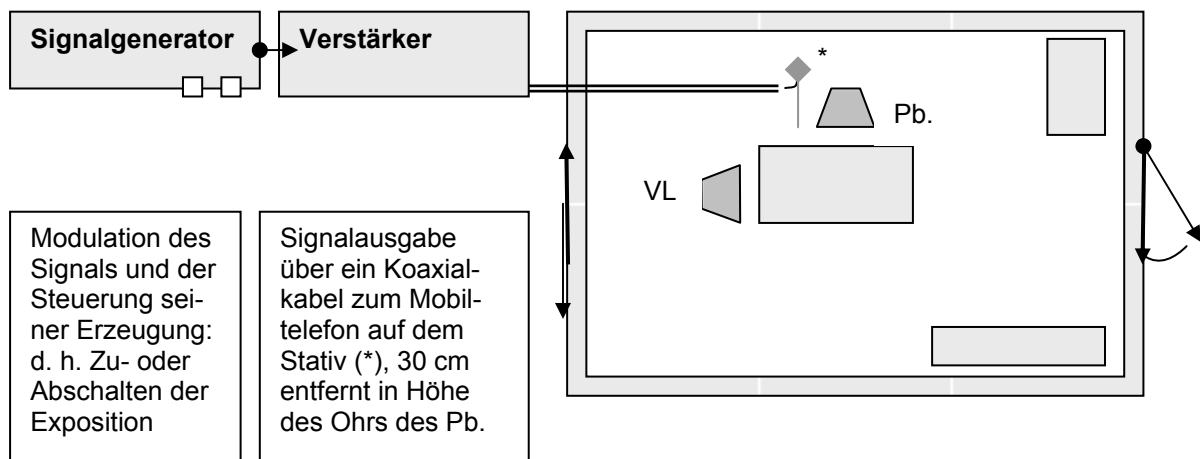
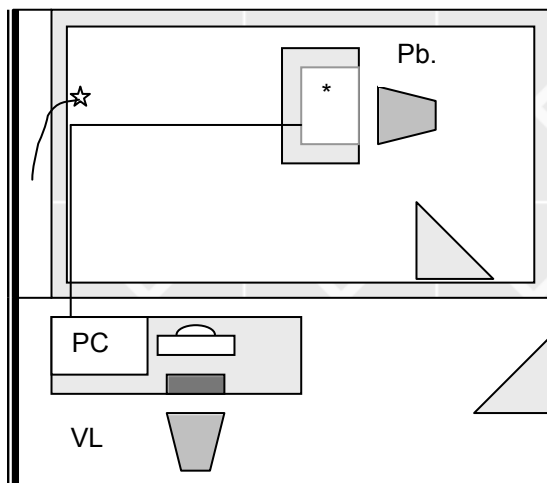


Abb. 4.7 Anordnung der experimentellen Gegebenheiten im Faraday-Raum

4.4.1.3 Das abgeschirmte Labor für die Durchführung des Autokinetischen Lichttests

Für die Durchführung des Autokinetischen Lichttests ist ein Raum erforderlich, der völlig abgedunkelt werden kann. Auf Grund der Besonderheit der experimentellen Untersuchung war der Raum ebenfalls elektrisch abgeschirmt und belüftet. Die Kommunikation war über ein lautes Rufen gewährleistet, da sich der Proband während des Autokinetischen Lichttests allein im Raum befand. Die Abbildung 4.8 verdeutlicht die räumlichen Gegebenheiten. Die Größe des Raumes bemisst sich auf ca. 2,5 m x 3,5 m x 2,5 m (B x L x H).



Proband sitzt am Tisch vor dem *) Digitizer, an dem ein Lichtgriffel zum Nachfahren montiert ist.

Dem Pb. gegenüber befindet sich ein Lichtleiter, der an der Wand fixiert ist und den Lichtpunkt abgibt (Abstand ca. 2,5 m).

Der Versuchsleiter verfolgt außerhalb der EEG-Kabine die Aufzeichnung des Pb. am PC. Die Aufzeichnung am Digitizer wird über die Software am PC ausgemessen und gespeichert.

Abb. 4.8 Räumliche Gegebenheiten bei der Durchführung des Autokinetischen Lichttests

4.4.2 Versuchsablauf und die Erhebung von Kovariablen

Der Versuchsablauf war thematisch in drei Untersuchungsabschnitte eingeteilt:

1. Die Feststellung der Beschwerdesituation des Betroffenen im Zusammenhang mit seiner vermuteten Verursachung sowie Beginn und Verlauf der „Elektrosensibilität“. Bei der Kontrollgruppe dient dieser Aspekt der Negativfeststellung.
2. Das Provokationsexperiment zu einer der beiden Feldexpositionen (50-Hz-Magnetfeld oder Mobilfunk), das nach je einer Behandlungsabfolge des balancierten Periodenversuchsplans durchgeführt wurde.
3. Die Erhebung von Kovariablen, die im Zusammenhang mit einer „Elektrosensibilität“ Aufschluss geben sollen über die psychonervale Disposition, die individuelle Sensitivität für die Wahrnehmung von Reizen sowie Hinweise auf eine erhöhte reaktive Stressbereitschaft der Person.

Diese verschiedenen Kovariablen wurden im Verlauf der Untersuchung mit erfasst, um Personen, sofern sie auf das Feld reagieren würden, bzgl. ihrer Wahrnehmungsfähigkeiten oder ihrer dispositionellen Veranlagung vergleichen zu können. Sie dienen der Überprüfung der zum Bedingungsgefüge einer „Elektrosensibilität“ vorab geäußerten hypothetischen Vermutung zu folgenden Merkmalsbereichen:

- Aktuell erlebte Beschwerdesituation, einschließlich psychischer Störungen,
- Merkmale, die das psychonervale Verhaltensmuster einer Person prägen und dispositionell begründet sind,
- Merkmale der Wahrnehmungsfähigkeit bzw. -genauigkeit,
- Merkmale, die für eine Stress bedingende Reaktionsbereitschaft sprechen.

Für die Kontrollgruppe war ein Zeitvolumen von vier Stunden ausreichend. Für die mit einer „Elektrosensibilität“ betroffenen Probanden war ein ganzer Arbeitstag veranschlagt. In der Tabelle 4.4 sind die aufeinanderfolgenden Untersuchungsabschnitte je Einzelexperiment dargestellt.

Alle Experimente lagen in der Hand eines Versuchsleiters, der das Provokationsexperiment entsprechend der Behandlungsabfolgen im balancierten Periodenversuchsplan durchführte und der bei der Erhebung zusätzlicher Verhaltensparameter den Probanden anleitete. Beide Experimente wurden doppelt verblindet durchgeführt³¹.

Bei den Experimenten mit der Exposition des magnetischen 50-Hz-Feldes bediente ein Versuchsleiter die Expositionseinrichtung, mit der das Feld ein und ausgeschaltet wurde, und überwachte auch die Zeitintervalle in der Expositionsabfolge. Ein zweiter Versuchsleiter instruierte den Probanden zu den jeweiligen Befragungsinstrumenten, die während des Provokationsexperimentes dem Probanden zur Selbsteinschätzung

³¹ In der Wiederholung des Experiments mit den Probanden, die eine 100-%ige Trefferrate erzielten, wurde der Doppelblindversuch durch zusätzliche Mitarbeiter evaluiert, um die Bedingungen in der Untersuchungssituation durch externe Supervisoren zu kontrollieren.

vorgelegt wurden. Weder der zweite Versuchsleiter noch der Proband hatten Kenntnis über die gerade stattfindende Exposition.

Tab. 4.4 Versuchsablauf

| Versuchsablauf | | |
|---|---|--|
| Untersuchungszeitpunkt | Datenerhebung | Parameterbestimmung |
| Vorphase | Einführung des Probanden in das Experiment; Prüfen seiner Voraussetzungen für die Stichprobe; | |
| Anamnestische Erfassung von Bedingungen der „Elektrosensibilität“ | Erfragen der Bedingungen unter denen Beschwerden im Rahmen einer „Elektrosensibilität“ entstanden, Auftreten, Häufigkeit, Dauer der Störung; vermutete Feldquellen; (standardisierte Befragung) | |
| Rating zum Befinden <u>vor</u> dem Versuch | | |
| Tests zur Prüfung der Wahrnehmung und Sensomotorik | - Kurzzeitbeobachtungsprobe (PEGLAU) - Tapping (Untertest der Motorischen Leistungsserie des „Wiener Testsystems“) – 30 sec. - Gewichte schätzen (2 x an einer von 2 Serien) - feldneutrale Prä-Phase: Autokinetischer Lichttest | Aufzeichnung des elektrischen Hautleitwertes (EDA) |
| Feldprovokation nach balanciertem Versuchsplan über 6 Perioden á 10 min. Dauer | Parallel: Selbstauskünfte mittels standardisierter Fragebogenmethodiken zur psychodiagnostischen Erfassung von Merkmalen der Person | Frage nach dem Feld: „Haben Sie ein Feld wahrgenommen?“ |
| | - feldneutrale Post-Phase: Autokinetischer Lichttest | Ja Nein |
| Tests zur Prüfung der Wahrnehmung | - Gewichtsschätzungen (die zweite Serie) 2 Mal - Prüfen der „Störfeldsensibilität“ in Bezug zum Erdmagnetfeld | |
| Rating zum Befinden <u>nach</u> dem Versuch | | |
| Schlussphase | Auflösung der gewählten Feldfolge in Bezug zu den Treffern des Probanden; Erläuterung der Ergebnisse zu den Tests der Wahrnehmung; Verlaufsaufzeichnung der EDA im Exp. Pb. zeigen. | |

Im Provokationsexperiment mit dem GSM-Mobilfunk erfolgte das Zuschalten der HF-Exposition außerhalb des Faradayraumes, in dem der Proband exponiert wurde. Hierfür war im Signalgenerator die Expositionsabfolge gespeichert, so dass die Abfolge der Feld- und Scheinexposition mit Hilfe eines manuellen Schaltvorganges vorgenommen werden konnte. Der Versuchsleiter, der das Weiterschalten der Exposition am Signalgenerator vornahm, saß während des Experimentes mit beim Probanden im Faradayraum.

4.4.3 Prä-Post-Kontrolle des Belastungserlebens im Verlauf des Experiments

4.4.3.1 Eigenzustandsskala nach NITSCH

NITSCH (1974, 1976) definiert den Eigenzustand einer Person als situationsgebundene Befindlichkeit, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt aus der Gesamtheit von erlebten und subjektiv bewerteten Gegebenheiten (i. S. von Zuständen) ergibt. Der Eigenzustand drückt Aspekte der aktuellen Beanspruchung aus, die das Maß für die aktuelle Handlungsfähigkeit einer Person, Aspekte ihrer Motivation und ihre subjektive Handlungsbereitschaft abbilden. Damit steht der Eigenzustand in enger Beziehung zur individuellen Handlungsregulation und kann diese positiv oder negativ beeinflussen. NITSCH unterlegt die beiden Funktionsebenen Motivation und Beanspruchung durch eine faktorielle Zuordnung mit je vier Skalen (vgl. Tab. 4.5). Jede Skala setzt sich aus einer Reihe typischer Eigenschaften zusammen. Die Person wird gebeten, auf einer 6-stufigen Ratingskala zu jeder Eigenschaft anzugeben, wie genau diese die eigene Befindlichkeit gegenwärtig abbildet. Auf diese Weise werden insgesamt 40 Eigenschaften beurteilt.

Tab. 4.5 Skalen zur Beschreibung des Eigenzustandes nach NITSCH (1974)³²

| Skalenbezeichnung: | Beispiele für Itemnennungen | Itemzahl |
|-----------------------------|--|----------|
| <u>Motivation</u> | | |
| • Anstrengungsbereitschaft | kraftvoll, aktiv, konzentrationsfähig | 7 |
| • Kontaktbereitschaft | kontaktbereit, mitteilsam, unternehmungslustig | 3 |
| • Soziale Anerkennung | anerkannt, geachtet, nützlich | 4 |
| • Selbstsicherheit | routiniert, gefestigt, sicher | 6 |
| <u>Beanspruchung</u> | | |
| • Stimmungslage | harmonisch, zufrieden, heiter | 7 |
| • Spannungslage | ruhig, nervös, gespannt | 5 |
| • Ermüdung | erholt, verausgabt, erholungsbedürftig | 5 |
| • Schläfrigkeit | matt, schläfrig, müde | 3 |

³² Eigenzustandsskala siehe Anhang 3

Um eine Änderung ihrer Befindlichkeit in Abhängigkeit von der erlebten Beanspruchung methodisch bei den teilnehmenden Personen kontrollieren zu können, wurde jeder Person vor und nach dem Provokationsexperiment diese Eigenzustandsskala vorgelegt.

4.4.3.2 Vergleich der Stichproben in der Untersuchungssituation

Die Auswertung erfolgt nach der von NITSCH vorgeschlagenen Methodik. Jeder Ratingwert wird durch einen z-Wert substituiert und danach werden die so normierten Werte für alle zu einer Skala gehörenden Items additiv zusammengefasst. Diese Summenwerte werden z-transformiert und auf eine Stanine-Skala (C-Werte) bezogen, deren Mittelwert = 5 und deren Standardabweichung = 1 beträgt. Die Polung der Faktoren erfolgte so, dass hohe C-Werte auf eine positive Einschätzung³³ der subjektiven Handlungslage hinweisen. Der Vergleich der Prä-Post-Werte in der Stichprobe erfolgte mittels des Vorzeichen-Tests nach WILCOXON (E. WEBER, 1972).

Tab. 4.6 Prä-Post-Vergleiche der Eigenzustandsskala für die Stichproben

| Skalenbezeichnung | Prä-Post-Vergleiche EZ-Skala (nur signifikante Niveauänderungen $p < 0,05$) | | | | | |
|---|--|------------|-------------|------------|------------------------|------------|
| | Kontrollgruppe: 50 Hz-Magnetfeld | | | | „elektrosensible“ Pbn. | |
| | M, < 40 J. | W; < 40 J. | M; ab 40 J. | W; ab 40J. | 50 Hz-Feld | Mobilfunk |
| Motivation | | prä > post | | prä > post | prä > post | prä > post |
| Anstrengungsbereich. | | prä > post | | prä > post | prä > post | prä > post |
| Kontaktbereitschaft | | prä > post | prä > post | prä > post | prä > post | prä > post |
| Soziale Anerkennung | | | | | prä > post | |
| Selbstsicherheit | prä < post | | prä < post | | | |
| Beanspruchungs- bereitschaft | | prä > post | | | prä > post | prä > post |
| Stimmungslage | | | | | prä > post | |
| Spannungslage | | prä < post | | | | prä > post |
| (Ermüdung) Erholtheit | | prä > post | prä > post | | prä > post | prä > post |
| (Schläfrigkeit) Wachheit | prä > post | prä > post | prä > post | prä > post | prä > post | prä > post |

³³ So meint ein hoher Stanine-Wert auf der Skala „Spannungslage“, dass eine geringe Spannung, also eine hohe Entspannung gegeben ist. Für die Skala Beanspruchung bedeutet ein hoher Wert eine hohe Beanspruchbarkeit, also eine hohe Leistungsreserve (nach NITSCH, 1976, S. 90).

Tabelle 4.6 hebt die jeweils typische bzw. häufigste Änderung in einer Skala hervor, die bei 5 %-iger Irrtumswahrscheinlichkeit in der Stichprobe signifikant war. Die Abbildung 4.9 veranschaulicht für die Gesamtheit jeder Stichprobe die mittleren Skalenwerte zum Eigenzustand, durch die die erlebte Befindlichkeit vor und nach dem Experiment ausgedrückt wird.

Wie zu erwarten war, fällt am Ende des Experimentes die aktuelle Zustandsbeschreibung schlechter aus. In der Kontrollgruppe zeigen das die Frauen deutlicher an als die Männer. Die „elektrosensiblen“ Personen fühlten sich in fast allen Bereichen stärker beansprucht als die Kontrollpersonen und heben nach dem Experiment ihre erlebte Einschränkung auch deutlicher hervor.

Wie aus der Abbildung 4.9 hervorgeht, gibt es auf Grund der Streuung in jeder Stichprobe sehr individuell geprägte Befindlichkeitsmuster.

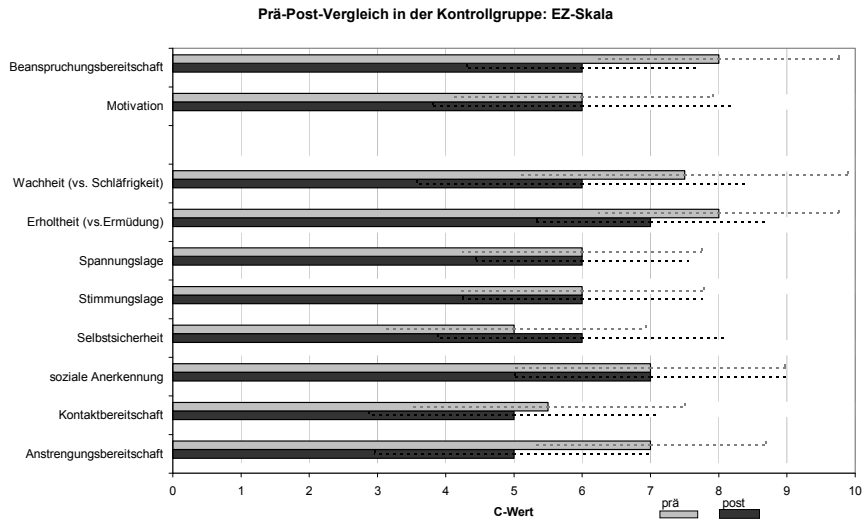
Während die Kontrollgruppe insgesamt günstigere Aussagen zu ihrem aktuellen Gesamtzustand trifft, sind die „Elektrosensiblen“ zu den motivationalen Aspekten eher zurückhaltend positiv.

Die Veränderung in der Kontrollgruppe zeigte sich bei den Frauen stärker als bei den Männern und betraf vorrangig den Rückgang ihrer Motivation, wogegen nur die jüngeren Frauen auch einen Rückgang der Beanspruchbarkeit äußerten und sich deutlich angespannter fühlten.

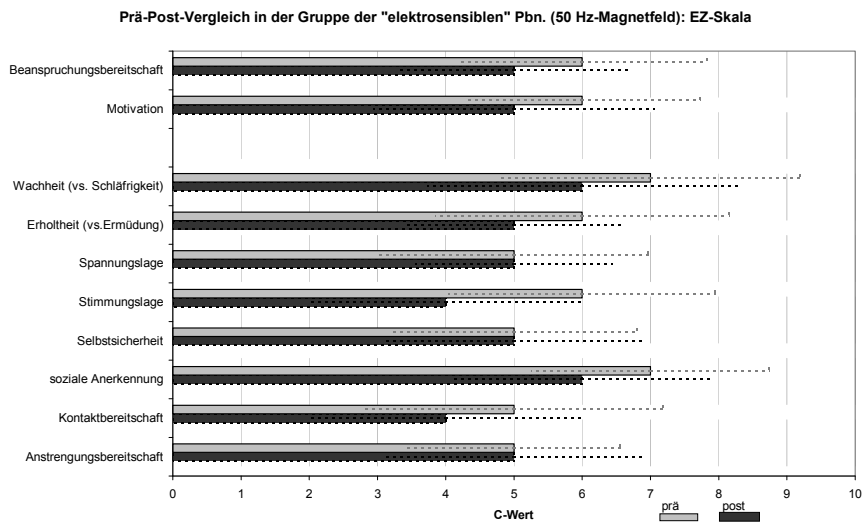
Umgekehrtes ergab sich für die Männer der Kontrollgruppe. Sie erlebten am Ende des Experiments eine Aufwertung ihres Selbstwertes, was in der Situation auf Grund der Begegnung mit weiblichen Versuchsleitern begründet sein könnte.

Die „elektrosensiblen“ Personen äußerten durchweg Einschränkungen infolge der erlebten psychischen Beanspruchungen und fühlten sich nach dem Experiment weniger beanspruchbar, obwohl ihre Anspannung subjektiv zurückgegangen war.

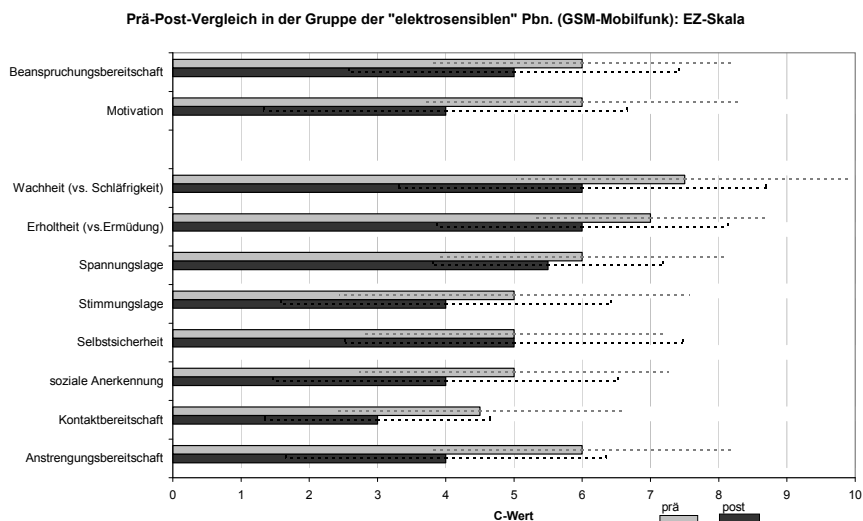
In der Gruppe der mit Mobilfunk exponierten Betroffenen lagen die stärksten Einschränkungen bei der Anstrengungs- und Kontaktbereitschaft. Die Gruppe der mit dem 50-Hz-Feld konfrontierten „elektrosensiblen“ Personen äußerte Stimmungseinbußen am stärksten. Während die Veränderung des Eigenzustandes bei den Personen der Kontrollgruppe eher auf Folgen von Ermüdung zurückzugehen scheint, die vielleicht auch in der Monotonie des Provokationsexperiments begründet sein könnten, würde die Veränderungen bei den „elektrosensiblen“ Personen dagegen eher auf Sättigung oder auf Widerstand gegenüber der Untersuchungssituation hindeuten können.



a)



b)



c)

Abb. 4.9

Erlebte Befindlichkeit in den Eigenzustands-Skalen vor und nach dem Experiment: a) für die Kontrollgruppe (insgesamt), b) und c) jeweils für die „elektrosensiblen“ Personen bei unterschiedlichen Feldexpositionen

4.5 Datenaufbereitung und -auswertung

4.5.1 Die Analyse zur Aufzeichnung des elektrischen Hautleitwertes

Die Aufzeichnung des elektrischen Hautleitwertes erfolgte permanent über die gesamte experimentelle Versuchsstrecke hinweg mit einer Abtastrate von 16 Hz und wird mit einer Genauigkeit von 0,003 Mikro-Siemens [μS] ausgegeben.

Ereignisse, wie z. B. die Frage nach dem Feld oder Aktivitäten des Probanden u. a. diejenigen, die im Zusammenhang mit dem Ausfüllen der Fragebögen verbunden sind, waren auf der Zeitschiene der Aufzeichnung mit einem elektrischen Signal markiert worden. Im Protokoll wurde das jeweilige Ereignis mit der Zeitangabe festgehalten.

Da jede Aufzeichnung vom individuell bestimmten Basisniveau der elektrischen Hautleitfähigkeit bestimmt wird, wurden alle Abweichungen, die sich aus psychisch initiierten Ereignissen auf das Basisniveau aufgesetzt hatten, nachträglich eliminiert (manuelle Interpolation). Über die so geglättete Aufzeichnung der tonischen EDA wurde für jeden zeitdefinierten Untersuchungsabschnitt Mittelwert und Streuung für das Niveau des elektrischen Hautleitwertes ermittelt. Solche Zeitintervalle definieren sich aus der Zeit für die Bearbeitung einer konkreten Fragebogenanforderung oder der Zeit, in der der Proband sich selbst beschäftigte und abwartete. Konkret wurde für den Basiswert der Expositionsphase das gesamte Zeitintervall von 10 Minuten Dauer zusammengefasst.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe der univariaten Varianzanalyse mit festen Effekten (SPSS, Version 10). Zur Bestimmung der Haupteffekte wurden die Faktoren „Proband“ (sechs Messwerte), „Exposition Feld“ (0; 1) und „Periode“ (1 bis 6) einbezogen. Zur Analyse des Wechselwirkungseffekts dienten die Faktoren „Proband“ und „Exposition“. Das Signifikanzniveau wurde bei $p < 0,05$ festgesetzt.

Für die Analyse von Kontrasteffekten aus der Aufeinanderfolge von Expositionsbedingungen (00; 10; 01; 11) wurde die Differenz des Mittelwerts zur vorherigen Periode bestimmt. Um eine Gleichverteilung der Einflüsse jedes Probanden zu gewährleisten, waren in den Behandlungsabfolgen A bis F die Differenz zwischen dem Mittelwert der 6. zur 5. Periode und in den Behandlungsfolgen G und H die Differenz zwischen dem Mittelwert der 2. zur 1. Periode vernachlässigt worden. Damit lieferte jede Person zu jeder der vier Expositionsfolgen je eine Mittelwertsdifferenz des tonischen Niveaus ihrer elektrischen Hautleitfähigkeit. Die Nachwirkungseffekte, die sich aus dem Wechsel der Exposition ergeben, traten im Versuchsplan gleichverteilt auf.

4.5.2 Zur Analyse von Selbstauskünften aus Fragebogeninventaren

Die Fragebogeninventare waren entweder mit Ja-/Nein-Antworten belegt und es wurde die Summe der dem Kriterium zugestimmten Itemantworten gezählt, oder es wurde eine mehrstufige Rating-Skala vorgegeben, der äquivalent für jede Intervallstufe ein Punktwert zugeordnet war, nachdem sich als Messwert der Summewert zu allen Antworten ergab. In der vorliegenden Untersuchung wurden nur die Rohwerte, also die Punktschichten, für die Datenanalyse berücksichtigt, da im Vergleich zwischen Kontrollgruppe und Betroffenenstichprobe eine Bewertung des Fragebogenergebnisses in Bezug zur Referenzstichprobe nicht notwendig war. Für die Fragestel-

lung interessierte nur, ob sich für die „elektrosensiblen“ Personen im Vergleich zur Kontrollgruppe eine Abweichung ergibt. Es interessierte nicht, ob die Selbstausskunft der Person im Vergleich zum üblichen Antwortverhalten der Referenzstichprobe eine diagnostisch relevante Abweichung haben würde.

Lediglich zur Klassifizierung der Untersuchungsstichproben wurden die „Normwerte“ der Referenzstichprobe aus der Verfahrenskonstruktion herangezogen. Das war für die Zuordnung zur Typ-Klasse auf Grund der abgegebenen Antworten im AVEM (Fragebogen zum arbeitsbezogenen Verhaltens- und Erlebensmuster) notwendig.

Die Datenanalyse zum Vergleich einer Merkmalsausprägung zwischen den Untersuchungsstichproben wurde parameterfrei durchgeführt und dafür der χ^2 -Test oder der U-Test von MANN & WHITNEY eingesetzt (WEBER, E., 1971).

Vergleiche zwischen Merkmalsverteilungen innerhalb der Stichprobe zur Überprüfung der Stärke des Zusammenhangs wurden mittels linearer Regressionsanalyse im SPSS berechnet, bei ordinal skalierten Variablen wurde die Rangkorrelation von SPEARMAN ermittelt. Der Einfluss eines Merkmals auf die Größe der untersuchten Messgröße ließ sich mit Hilfe der einfachen Varianzanalyse (Anova) statistisch überprüfen.

Die Datenanalyse zum prä-post-Vergleich in der Veränderung des Eigenzustandes wurde mit dem WILCOXON-Test, in der Vereinfachung des Zeichen-Rangsummentest für gleiche Paare, parameterfrei durchgeführt. Hierbei interessierte beim Vergleich zwischen den beiden Erfassungszeitpunkten, wie stark sich der Einfluss der Bedingung „Dauer des Experiments“ bei den Probanden in der Stichprobe abbildet (WEBER, E., 1971).

4.5.3 Datenanalyse der Befunde zur Wahrnehmung und Aufmerksamkeit

Reaktionszeitmessungen, die Anzahl von Anschlägen pro Zeit und Fehleranalysen sind auf dem Hintergrund der Testkonstruktionen metrische Daten und können mit dem t-Test oder der Varianzanalyse (einfaktorielle Anova) im SPSS (V. 10.0) geprüft werden, sofern sich kein Grund gegen die Normalverteilung finden lässt, um Unterschiede zwischen den Stichproben zu eruieren.

Schätzungen der Gewichte, die aus Paarvergleichen resultieren, liefern relative Häufigkeiten für richtige Ereignisse. Diese relativen Wahrscheinlichkeiten wurden für eine Beurteilung kategorisiert. Um die Probanden hinsichtlich ihres Fähigkeitswertes klassifizieren zu können, wurden die Kategoriegrenzen so festgelegt, dass die Leistung zur maximal erwarteten mindestens bei 89 % (z. B. 1 Fehler pro Serie) bzw. nicht unter der Ratewahrscheinlichkeit liegt (< 67 % Treffer). Die innerhalb der 3 Kategorien realisierten Häufigkeiten wurden mittels χ^2 -Test zwischen den Stichproben verglichen (WEBER, E., 1971).

Für die Kurzzeitbeobachtungsprobe sind die Kategorien bereits durch die altersabhängige Zuordnung der Leistung zur „Zensuren“-Skala vorgegeben.

Auch Befunde, die ein mehr oder weniger zutreffendes Ergebnis auf einer kategorial definierten Skala einordnen, wurden mit Hilfe des χ^2 -Tests hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung zwischen den Gruppen verglichen.

5 Darstellung der Ergebnisse zur experimentellen Provokation mit definierten Feldimmissionen

Um eine „Elektrosensibilität“ als möglichen Effekt auf eine real gegebene Feldimmission bestimmen zu können, muss zwischen der gegebenen Exposition einerseits und der darauf bezogenen Reaktion des Probanden andererseits die folgende Beziehung gelten können. Dabei wird sowohl die subjektive Feldwahrnehmung als auch die Niveauänderung des elektrischen Hautleitwertes (EDA) als mögliche Reaktionen auf das elektromagnetische Feld betrachtet. Tabelle 5.1 erläutert das Vorgehen zur Hypothesenprüfung.

Tab. 5.1 Zur Objektivierung einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“

| Die Messung zur Variable ergab: | Die definierte Feldimmission war objektiv gegeben: | |
|-----------------------------------|--|----------------|
| | Ja | Nein |
| Ja – es erfolgte eine Reaktion | richtig | falsch |
| Nein – es erfolgte keine Reaktion | falsch | richtig |

5.1 Zur subjektiven Wahrnehmbarkeit des Feldes

Am Ende jeder Testphase, in der entweder die „Null“- oder die Feldexposition 10 Minuten andauert hatten, kreuzte die Person unter der Frage „Haben Sie ein Feld wahrgenommen?“ ihre Antwort unter Ja oder Nein an. Das war dann richtig, wenn ihre Antwort mit der gegebenen Exposition übereinstimmte. Wenn das subjektive Dafürhalten der tatsächlich gegebenen Exposition widersprach, war die Antwort falsch.

In der Abb. 5.1 sind die Häufigkeitsverhältnisse der abgegebenen Ja- und Nein-Antworten in den untersuchten Stichproben von Betroffenen und nicht Betroffenen gegenübergestellt.

Obwohl sich die Personen in den untersuchten Stichproben sehr in ihrer Meinung unterschieden, wie häufig sie geglaubt hatten, das Feld wahrzunehmen, so fielen ihre Trefferraten ähnlich wie in der Kontrollgruppe aus, die in der Regel kein Feld wahrgenommen hatten. D. h. in allen Untersuchungsstichproben waren die Trefferraten nicht höher als die Zufallswahrscheinlichkeit.

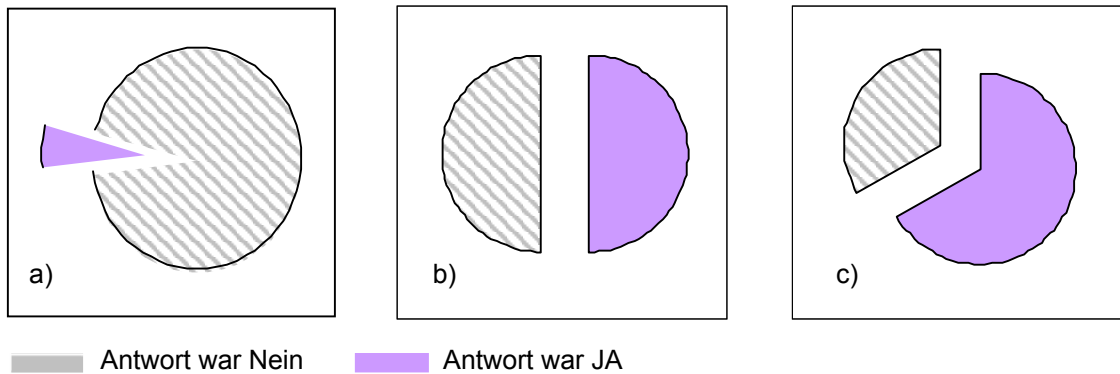


Abb. 5.1 Antwortverhalten zur Frage nach dem Feld: a) Kontrollgruppe, b) „elektrosensible“ Personen mit der Exposition des 50-Hz-Magnetfeldes und c) „elektrosensible“ Personen mit der Exposition des Mobilfunks von der Antenne eines Handy

5.1.1 Trefferrate zur Feldprovokation mit einem 50-Hz-Magnetfeld in der Kontrollgruppe

In den 96 Provokationsexperimenten der Kontrollgruppe war das magnetische 50-Hz-Feld auf $10 \mu\text{T}$ real 288-mal erhöht worden und 288-mal blieb das Feld ausgeschaltet. Die Probanden beantworteten die Frage, ob sie ein Feld wahrgenommen hätten, in 94 % der Fälle mit Nein. Die 6 % der Ja-Antworten entfielen auf nur 18 Personen, die meinten, dass sie manchmal ein Feld gespürt haben könnten. Obwohl die Personen in der Regel das Feld nicht wahrnahmen, waren ihre Antworten zu 49 % richtig, weil wirklich kein Feld zugeschaltet worden war, und zu 51 % falsch, woraus sich – wie zu erwarten war – eine Zufallswahrscheinlichkeit von 50:50 ergibt. Die Tabelle 5.2 gibt die Häufigkeitsverteilung der Antworten wieder.

Tab. 5.2 Häufigkeitsverteilung der Antworten auf die Frage nach der Wahrnehmung des Feldes für die Kontrollgruppe

| Kontrollgruppe mit $n = 96$ Probanden die Antwort auf die Frage nach dem Feld lautete: | objektiv gegeben war eine 50-Hz-Magnetfeldimmission von $10 \mu\text{T}$ | |
|--|---|------|
| | Ja | Nein |
| Ja, das Feld wurde wahrgenommen. | 15 | 20 |
| Nein, es wurde nicht wahrgenommen. | 273 | 268 |

5.1.2 Trefferrate zur Feldwahrnehmung eines 50-Hz-Magnetfeldes bei „elektrosensiblen“ Personen

In der Gruppe I der gegenüber einem 50-Hz-Magnetfeld betroffenen „elektrosensiblen“ Personen war in den 24 Provokationsexperimenten das magnetische 50-Hertz-Feld 72-mal real erhöht worden und 72-mal blieb die Situation neutral. Die Antworten der Personen auf die Frage, ob sie ein Feld wahrgenommen hätten, fielen in 49 % der Fälle mit Ja und in 51 % der Fälle mit Nein aus (siehe Tab. 5.3). Das ergab 46,5 % richtige und 53,5 % falsche Antworten. Auch hier fiel die Übereinstimmung der Antworten mit der real gegebenen Expositionsbedingung – wie in der Kontrollgruppe auch – unentschieden aus. Damit liegt die Sensitivität dieser „elektrosensiblen“ Personen, ein Feld wirklich wahrnehmen zu können, nur im Zufallsbereich und kann das Verschlechtern ihre Befindlichkeit auf Grund der vermuteten Feldeinwirkung nicht erklären.

Tab. 5.3 Häufigkeitsverteilung der Antworten auf die Frage nach der Wahrnehmung des Feldes für „elektrosensible“ Personen der Gruppe I

| „elektrosensible“ Personen: Gruppe I die Antwort auf die Frage nach dem Feld lautete: | objektiv gegeben war eine 50-Hz-Magnetfeldimmission von 10 μ T | |
|---|---|------|
| | Ja | Nein |
| Ja, das Feld wurde wahrgenommen. | 33 | 38 |
| Nein, es wurde nicht wahrgenommen. | 39 | 34 |

5.1.3 Trefferrate „elektrosensibler“ Personen zur Wahrnehmung eines gepulsten HF-Feldes, das ein GSM-Mobiltelefon aussendet

Auch in der Gruppe II der gegenüber Mobilfunk „elektrosensibel“ reagierenden Personen war in den 24 Provokationsexperimenten 72-mal das Mobiltelefon eingeschaltet worden und 72-mal war die Situation im Faraday-Raum feldfrei. Die Antwort auf die Frage, ob die Person das Funksignal vom Mobiltelefon wahrgenommen habe, lautete in 59 % der Fälle Ja und in 41 % der Fälle Nein (siehe Tab. 5.4). Trotzdem blieb auch hier die Übereinstimmung ihrer Antworten mit der realen Expositionsbedingung bei nur 51 % richtiger und 49 % falscher Antworten unentschieden. Damit liegt auch ihre Sensitivität, den GSM-Funk treffsicherer als andere Personen detektieren zu können, nur im Zufallsbereich und kann ihre Befindlichkeitsstörungen auf Grund einer Beeinflussung durch das gepulste Hochfrequenzfeld ebenfalls nicht erklären.

Tab. 5.4 Häufigkeitsverteilung der Antworten auf die Frage nach der Wahrnehmung des Feldes für „elektrosensible“ Personen der Gruppe II

| „elektrosensible“ Personen: Gruppe II die Antwort auf die Frage nach dem HF-Feld des Handys lautete: | GSM-Funksignal bei maximaler Sendeleistung von 2 Watt (30 cm neben dem Kopf der Person): | |
|---|--|------|
| | Ja | Nein |
| Ja, das HF-Feld wurde wahrgenommen. | 43 | 42 |
| Nein, es wurde nicht wahrgenommen. | 29 | 30 |

Angemerkt sei an dieser Stelle, dass es bei drei Personen eine 100 % Übereinstimmung ihrer Antworten mit der gegebenen Exposition gab. Diese Personen erklärten sich dankenswerterweise noch einmal bereit, das Provokationsexperiment zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal zu wiederholen.

In der Wiederholung des Provokationsexperiments konnte diese hohe Trefferrate jedoch von keinem dieser Probanden reproduziert werden. Sie realisierte sich nur mit einer relativen Häufigkeit, die zwischen 33 % und 66 % richtiger Antworten lag.

5.2 Die Änderung der elektrischen Hautleitfähigkeit in Abhängigkeit von der real gegebenen Feldimmission

Die elektrodermale Aktivität der Haut bewirkt auf Grund vegetativer Erregungsmuster eine Änderung der elektrischen Leitfähigkeit des Schweißes, der auf der Handfläche abgesondert wird. Das tonische Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit, um das der Basiswert schwankt, ist über die gesamte Periode in einem Zeitraum von 10 Minuten sowie über die letzte Minute dieses Zeitintervalls gemittelt worden. Der Messwert wird in Mikro-Siemens (μS) ausgegeben.

Mittels univariater Varianzanalyse sind die Werte des Parameters mittleres Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit zum Faktor „Proband“, „Exposition“ und „Periode“ analysiert und ihre Varianzanteile auf Signifikanz geprüft worden. Die varianzanalytischen Ergebnisse werden für die Stichproben in den Tabellen dokumentiert.

5.2.1 Ergebnisse zum Einfluss der Exposition eines 50 Hz-Magnetfeldes auf die Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit in der Kontrollgruppe

Die Abb. 5.2 zeigt für jede der vier Teilstichproben den im 95 %-Vertrauensintervall liegenden Mittelwert für das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwertes an, wie er unter dem Einfluss der beiden Expositionsbedingungen über ein Zeitintervall von insgesamt 10 Minuten zu beobachten war. Die unterschiedlichen Amplituden des Pa-

rameters in den Teilstichproben ergeben sich aus individuellen Reaktionen und unterschiedlichen Voraussetzungen bei den untersuchten Personen.

Wie aus der Abbildung 5.2 zu ersehen ist, zeigt sich bei keiner der vier Teilstichproben ein Einfluss der magnetischen 50-Hertz-Feldexposition in der Art, dass sich das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwertes dadurch verändern würde.

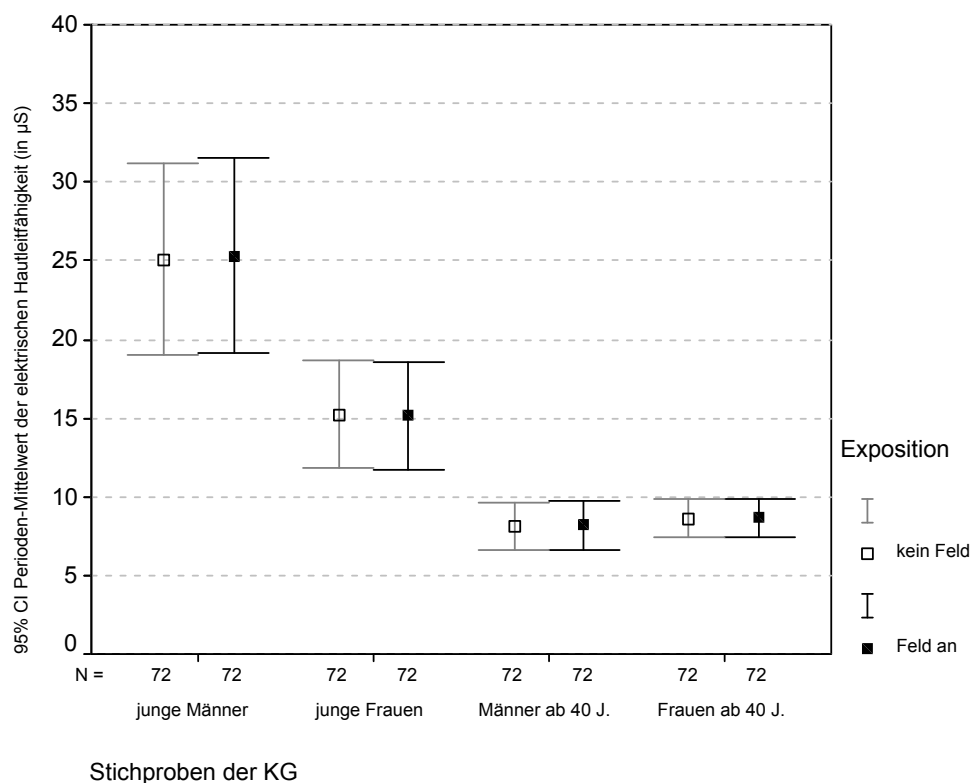


Abb. 5.2 Mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes unter dem Einfluss einer auf 10 µT erhöhten 50-Hz-Magnetfeldexposition im Vergleich zu einer im Raum gegebenen neutralen Exposition für die Teilstichproben der Kontrollgruppe

Im Ergebnis der univariaten Varianzanalyse (Tab. 5.5 und 5.5 a – d) bestätigte sich weder für die Kontrollgruppe insgesamt noch für eine der vier Teilstichproben, dass sich in Folge einer auf das 100-fache erhöhten 50-Hz-Magnetfeldexposition eine Wirkung in der Art provozieren lassen würde, dass sich das Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit dadurch nachhaltig veränderte.

In der univariaten Varianzanalyse bestätigte sich nur, dass die Messwerte für die elektrische Hautleitfähigkeit eindeutig dem Probanden zugeordnet sind.

Die in der Abb. 5.3 dargestellte Verlaufsscharakteristik über die Untersuchungszeit zeigte – in den Gruppen varianzanalytisch unterschiedlich ausgeprägt – einen Periodenef-

fekt³⁴, der sich in der Gruppe der jungen Frauen und der älteren Männer statistisch sichern ließ. Offensichtlich bewirkte die Situation für die Gruppe der älteren Männer auf die Dauer einen Gewöhnungs- oder aber Ermüdungseffekt, erkennbar an einem leichten Absinken des tonischen Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit im Laufe des Experiments. Als solcher spiegelt der Effekt den in der Dauer begründeten Einfluss auf die Vigilanz wider. Umgekehrt scheint diese Situation auf Dauer die jungen Frauen eher zu „nerven“, weil sich hier der Effekt im allmählichen Asteigen des Niveaus des elektrischen Hautleitwertes zeigt und psychisch einen Widerstand gegenüber dem Experiment andeuten könnte.

Interessant sind die in beiden Abbildungen auffallenden Niveauunterschiede zwischen den Teilstichproben für deren mittlere elektrische Hautleitfähigkeit. Insgesamt hat die Haut jüngerer Menschen auf Grund ihrer Beschaffenheit günstigere elektrische Eigenschaften. Obwohl die Werte für die einzelnen Personen sehr verschieden sind, verhalten sie sich intraindividuell aber sehr stabil. Dass aber das Niveau junger Männer noch deutlich über dem der jungen Frauen liegt, könnte sich möglicherweise als Effekt auf das Angesprochensein einer jüngeren Versuchsleiterin erklären lassen.

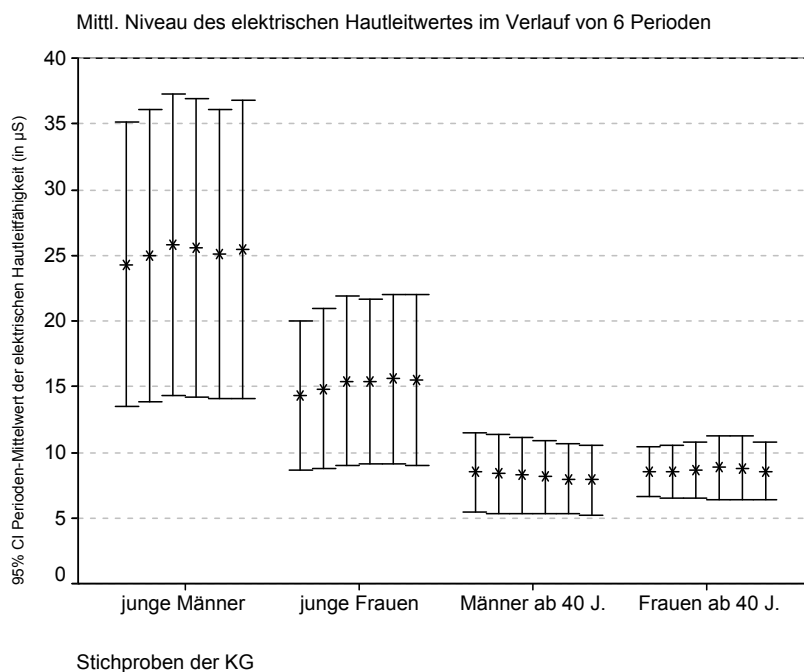


Abb. 5.3 Verlaufsscharakteristik für das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwertes über die insgesamt sechs Perioden von je 10 min. Dauer getrennt für die Teilstichproben der Kontrollgruppe

³⁴ Die Untersuchung der Altersgruppen der jungen Frauen und Männer wurde von einer Studentin begleitet, die das Experiment zusammen mit einer älteren Versuchsleiterin durchführte. Die Experimente zu den beiden älteren Teilstichproben wurden durch zwei ältere Versuchsleiterinnen realisiert. Es ist anzunehmen, dass die sozial erlebte Atmosphäre Einfluss auf den „Gewöhnungs- bzw. Sättigungseffekt“ der Probanden gehabt haben könnte und sich im Periodeneffekt so mit darstellt. Hieraus könnte sich auch das höhere Niveau des elektrischen Hautleitwertes bei den jungen Männern erklären, wenn diese sich - biologisch bedingt - von einer jüngeren Frau mehr angesprochen fühlen.

Tab. 5.5 Ergebnis der univariaten Varianzanalyse für den Parameter „mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwerts über die gesamte Periodendauer“ (10-min.) in der Kontrollgruppe insgesamt und für jede der 4 Teilstichproben separat: a) - d)

Kontrollgruppe insgesamt (n = 96 Pbn.)

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|-----------------------|---------------------------------|-----------|----------------------------|-------------------|----------------------|
| Korrigiertes Modell | 163.802,431 | 196 | 835,417 | 520,417 | 0,000 |
| Konstanter Term | 117.823,537 | 1 | 117.823,537 | 73.370,075 | 0,000 |
| Proband | 163.640,281 | 95 | 1.722,529 | 1.072,639 | 0,000 |
| Exposition | 0,529 | 1 | 0,529 | 0,329 | 0,567 |
| Periode | 14,133 | 5 | 2,827 | 1,760 | 0,120 |
| WW Pb * Exposition | 135,943 | 95 | 1,431 | 0,891 | 0,748 |
| Fehler | 608,629 | 379 | 1,606 | | |
| Gesamt | 282.234,597 | 576 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 164.411,060 | 575 | | | |

a) KG junge Männer (unter 40 Jahren)

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|-----------------------|---------------------------------|-----------|----------------------------|-------------------|----------------------|
| Korrigiertes Modell | 96.657,200 | 52 | 1.858,792 | 552,200 | 0,000 |
| Konstanter Term | 91.451,657 | 1 | 91.451,657 | 27.167,982 | 0,000 |
| Proband | 96.541,102 | 23 | 4.197,439 | 1.246,953 | 0,000 |
| Exposition | 1,439 | 1 | 1,439 | 0,427 | 0,515 |
| Periode | 7,982 | 5 | 1,596 | 0,474 | 0,795 |
| WW Pb * Exposition | 81,267 | 23 | 3,533 | 1,050 | 0,416 |
| Fehler | 306,320 | 91 | 3,366 | | |
| Gesamt | 188.415,177 | 144 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 96.963,520 | 143 | | | |

Tab. 5.5 (Fortsetzung)

b) KG ältere Männer (ab 40 Jahren)

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|-----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 6.198,584 | 52 | 119,204 | 690,474 | 0,000 |
| Konstanter Term | 9.645,728 | 1 | 9.645,728 | 55.871,856 | 0,000 |
| Proband | 6.190,005 | 23 | 269,131 | 1.558,911 | 0,000 |
| Exposition | 0,081 | 1 | 0,081 | 0,468 | 0,496 |
| Periode | 5,156 | 5 | 1,031 | 5,973 | 0,000 |
| WW Pb * Exposition | 2,566 | 23 | 0,112 | 0,646 | 0,883 |
| Fehler | 15,710 | 91 | 0,173 | | |
| Gesamt | 15.860,022 | 144 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 6.214,294 | 143 | | | |

c) KG junge Frauen (unter 40 Jahren)

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|-----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 30.163,220 | 52 | 580,062 | 354,478 | 0,000 |
| Konstanter Term | 33.169,546 | 1 | 33.169,546 | 20.270,027 | 0,000 |
| Proband | 30.101,325 | 23 | 1.308,753 | 799,784 | 0,000 |
| Exposition | 0,054 | 1 | 0,054 | 0,033 | 0,856 |
| Periode | 29,991 | 5 | 5,998 | 3,665 | 0,005 |
| WW Pb * Exposition | 30,919 | 23 | 1,344 | 0,822 | 0,697 |
| Fehler | 148,911 | 91 | 1,636 | | |
| Gesamt | 63.481,677 | 144 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 30.312,131 | | | | |

d) KG ältere Frauen (ab 40 Jahren)

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|-----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 3.604,539 | 52 | 69,318 | 59,062 | 0,000 |
| Konstanter Term | 10.766,380 | 1 | 10.766,380 | 9.173,416 | 0,000 |
| Proband | 3.598,075 | 23 | 156,438 | 133,292 | 0,000 |
| Exposition | 0,041 | 1 | 0,014 | 0,035 | 0,851 |
| Periode | 1,889 | 5 | 0,378 | 0,322 | 0,899 |
| WW Pb * Exposition | 4,152 | 23 | 0,181 | 0,154 | 1,000 |
| Fehler | 106,802 | 91 | 1,174 | | |
| Gesamt | 14.477,721 | 144 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 3.711,341 | 143 | | | |

Geht man der Frage nach, ob sich der Einfluss des Feldes bei einer bestimmten Abfolge der Expositionsbedingungen im Niveau des elektrischen Hautleitwertes als Kontrasteffekt würde zeigen können, so zeigen die Differenzen zur voran gegangenen Periode folgendes Bild, wie es in der Abb. 5.4 illustriert wird.

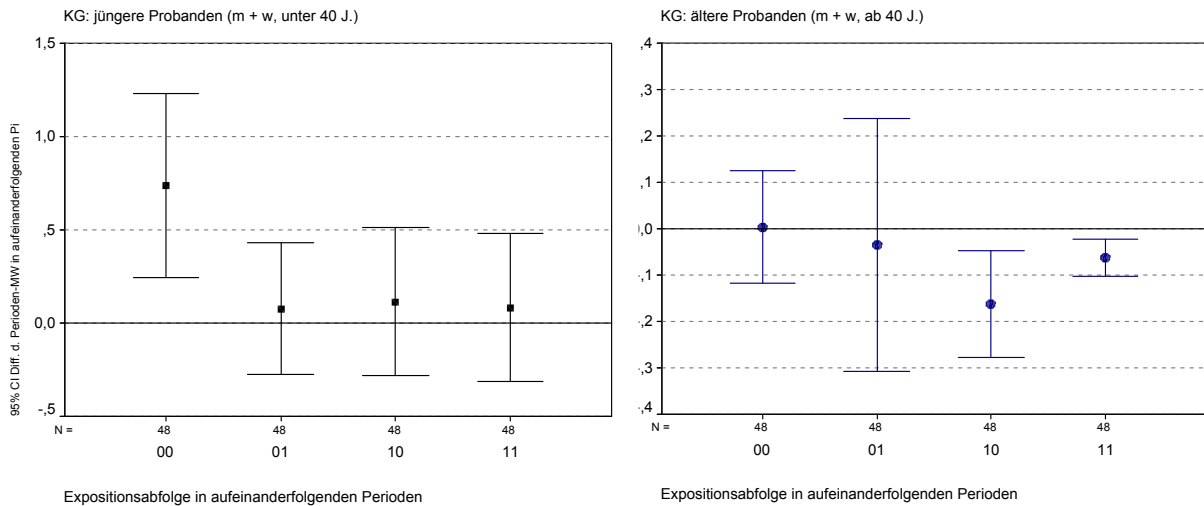


Abb. 5.4 Differenzen im mittleren Niveau des elektrischen Hautleitwertes jeweils zur vorangegangenen Periode für vier Expositionsfolgen: 00, 01, 10, 11 (links für die jüngeren und rechts für die älteren Probanden der KG)

Die varianzanalytische Betrachtung zur Differenz der Mittelwerte im Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit bei aufeinanderfolgenden Perioden belegt den vermuteten Effekt jedoch nicht (siehe Tab. 5.6 und Tab. 5.7). Insofern lassen sich die in der Abbildung 5.4 dargestellten Unterschiede des Parameters zur jeweils vorherigen Expositionsbedingung nicht als Nachwirkung eines magnetischen 50-Hz-Feldes belegen.

Da die jüngeren Probanden höhere Werte in ihrer elektrischen Hautleitfähigkeit aufweisen und damit eine höhere Schwankungsbreite des Parameters verursachen, ist die Differenz des Mittelwerts der elektrischen Hautleitfähigkeit zur vorausgegangenen Periode in den Abbildungen für die jüngeren und älteren Probanden getrennt wiedergegeben. (Die mittlere Schwankungsbreite für das Niveau des elektrischen Hautleitwertes beträgt für die jüngeren Probanden der Kontrollgruppe $\pm 0,76 \mu\text{S}$ und für die älteren Probanden $\pm 0,20 \mu\text{S}$.)

Während die Differenz zur Vorperiode in der Regel im Schwankungsbereich des Parameters liegen und sich nicht signifikant unterscheiden, erwies sich in der Teilstichprobe der jungen Frauen die Differenz der Mittelwerte zwischen zwei feldneutralen Perioden (!) gegenüber den übrigen Expositionsabfolgen auf dem 5%-Niveau signifikant. Dieses Ergebnis ist nicht zu erklären, zumal es sich bei der positiven Differenz um ein Ansteigen der physischen und/oder psychischen Anstrengung in der nachfolgenden - hier gleichfalls feldneutralen - Periode handeln würde.

Das varianzanalytische Ergebnis ist zu diesen Kontrasten in Tab. 5.6 bzgl. der Differenzen der Periodenmittelwerte und in Tab. 5.7 zum Parameter in der jeweils nachfolgenden Periode für die vier Teilstichproben wiedergegeben.

Tab. 5.6 Ergebnis der univariaten Varianzanalyse für die Variable Differenz des Periodenmittelwertes bei aufeinanderfolgenden Perioden zu den Expositionsabfolgen „00, 01, 10, 11“ in Abhängigkeit vom Proband in jeder Teilstichprobe der KG

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|----------------------------|--------------------------|----|---------------------|------------|---------------|
| a) KG junge Männer | | | | | |
| Korrigiertes Modell | 54,031 | 26 | 2,078 | 0,907 | 0,598 |
| Konstanter Term | 3,684 | 1 | 3,684 | 1,607 | 0,209 |
| Proband | 49,972 | 23 | 2,173 | 0,948 | 0,539 |
| Expositionsabfolge | 4,060 | 3 | 1,353 | 0,590 | 0,623 |
| Fehler | 158,168 | 69 | 2,292 | | |
| Gesamt | 215,883 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 212,199 | 95 | | | |
| b) KG junge Frauen | | | | | |
| Korrigiertes Modell | 57,361 | 26 | 2,206 | 1,232 | 0,243 |
| Konstanter Term | 9,303 | 1 | 9,303 | 5,196 | 0,026 |
| Proband | 40,416 | 23 | 1,757 | 0,982 | 0,499 |
| Expositionsabfolge | 16,945 | 3 | 5,648 | 3,155 | 0,030 |
| Fehler | 123,526 | 69 | 1,790 | | |
| Gesamt | 190,189 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 180,887 | 95 | | | |
| c) KG ältere Männer | | | | | |
| Korrigiertes Modell | 4,951 | 26 | 0,190 | 9,317 | 0,000 |
| Konstanter Term | 1,588 | 1 | 1,588 | 77,691 | 0,000 |
| Proband | 4,865 | 23 | 0,212 | 10,351 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,085 | 3 | 0,028 | 1,390 | 0,253 |
| Fehler | 1,410 | 69 | 0,020 | | |
| Gesamt | 7,949 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 6,361 | 95 | | | |
| d) KG ältere Frauen | | | | | |
| Korrigiertes Modell | 10,346 | 26 | 0,398 | 0,672 | 0,870 |
| Konstanter Term | 0,000006 | 1 | 0,000006 | 0,000 | 0,997 |
| Proband | 8,934 | 23 | 0,388 | 0,656 | 0,871 |
| Expositionsabfolge | 1,412 | 3 | 0,471 | 0,795 | 0,501 |
| Fehler | 40,868 | 69 | 0,592 | | |
| Gesamt | 51,214 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 51,214 | 95 | | | |

Tab. 5.7 Ergebnis der univariaten Varianzanalyse für das mittlere Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit in der jeweils nachfolgenden Periode der Expositionsabfolgen „00, 01, 10, 11“ in Abhängigkeit vom Proband in jeder Teilstichprobe der KG

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|----------------------------|--------------------------|----|---------------------|------------|---------------|
| a) junge Männer | | | | | |
| Korrigiertes Modell | 64.620,689 | 26 | 2.485,411 | 1.045,807 | 0,000 |
| Konstanter Term | 61.637,422 | 1 | 61.637,422 | 25.935,684 | 0,000 |
| Proband | 64.611,000 | 23 | 2.809,174 | 1.182,039 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 9,689 | 3 | 3,230 | 1,359 | 0,263 |
| Fehler | 163,982 | 69 | 2,377 | | |
| Gesamt | 126.422,093 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 64.784,671 | 95 | | | |
| b) KG junge Frauen | | | | | |
| Korrigiertes Modell | 21.332,826 | 26 | 820,493 | 1.105,448 | 0,000 |
| Konstanter Term | 22.840,137 | 1 | 22.840,137 | 30.772,453 | 0,000 |
| Proband | 21.329,870 | 23 | 927,386 | 1.249,464 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 2,955 | 3 | 0,985 | 1,327 | 0,273 |
| Fehler | 51,214 | 69 | 0,742 | | |
| Gesamt | 44.224,176 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 21.384,039 | 95 | | | |
| c) KG ältere Männer | | | | | |
| Korrigiertes Modell | 4.118,057 | 26 | 158,387 | 1.007,701 | 0,000 |
| Konstanter Term | 6.361,312 | 1 | 6.361,312 | 40.472,461 | 0,000 |
| Proband | 4.117,489 | 23 | 179,021 | 1.138,984 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,567 | 3 | 0,189 | 1,203 | 0,315 |
| Fehler | 10,845 | 69 | 0,157 | | |
| Gesamt | 10.490,214 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 4.128,902 | 95 | | | |
| d) KG ältere Frauen | | | | | |
| Korrigiertes Modell | 2.748,586 | 26 | 105,715 | 280,509 | 0,000 |
| Konstanter Term | 7.306,542 | 1 | 7.306,542 | 19.387,524 | 0,000 |
| Proband | 2.748,054 | 23 | 119,481 | 317,035 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,532 | 3 | 0,177 | 0,470 | 0,704 |
| Fehler | 26,004 | 69 | 0,377 | | |
| Gesamt | 10.081,132 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 2.774,590 | 95 | | | |

Mit der nächsten Frage soll überprüft werden, in wieweit das Niveau des elektrischen Hautleitwertes die Vermutung einer Person zur gegebenen Feldexposition widerspiegelt (ihre Antwort auf die Frage nach dem Feld).

Bei den Personen der Kontrollgruppe, die nicht von einer „Elektrosensibilität“ betroffenen waren, hatten nur 18 Probanden überhaupt einmal angegeben, dass sie ein Feld gespürt haben könnten. Bei diesen 18 Probanden verhält sich das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwertes in Abhängigkeit davon, ob die Vermutung richtig oder falsch war, wie folgt:

Das subjektiv abgegebene Urteil auf die Frage nach dem Feld ist richtig, wenn es mit der real gegebenen Expositionsbedingung zusammenfällt, d. h. wenn die Person mit einer Ja-Antwort wirklich die gegebene Feldsituation trifft, oder sie sich mit der Nein-Antwort tatsächlich in der neutralen Situation befunden hatte. Obwohl die Abbildung 5.5 die Vermutung nahe legt, dass das subjektiv empfundene Gefühl, ein Feld wahrnehmen zu können, im Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit einen Anstieg bewirken könnte, ist ebenso wenig statistisch zu sichern wie die gegenteilige Vermutung, dass sich das Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit absenken würde, wenn sich die Person unter der neutralen Bedingung wähnte.

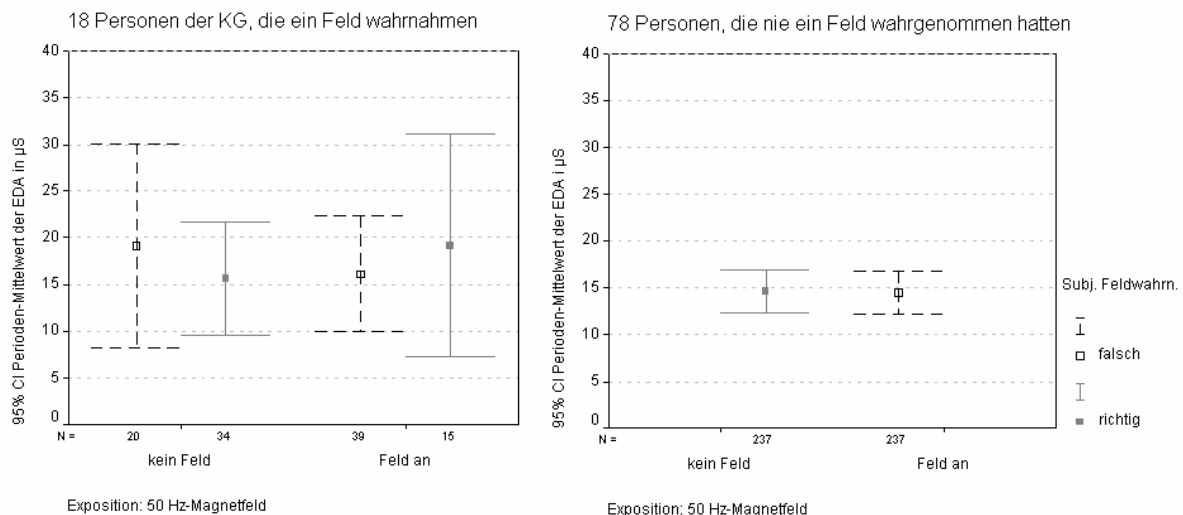


Abb. 5.5 Abhängigkeit des Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit von der subjektiven Vermutung einer gegebenen Feldexposition

Unter der Bedingung, das Feld ist real gegeben, weist die Höhe des Regressionskoeffizienten von 0,071 keinen Zusammenhang zwischen der richtigen und falschen Zuordnung aus. Unter der neutralen Bedingung ergibt sich bei einem Regressionskoeffizient von 0,087 ebenfalls kein Zusammenhang zwischen dem Niveau des elektrischen Hautleitwertes und der subjektiv geäußerten Feldwahrnehmung.

5.2.2 Ergebnisse zum Einfluss der Exposition eines 50-Hz-Magnetfeldes auf die Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit bei „elektrosensiblen“ Personen

Um die bei „elektrosensiblen“ Personen ggf. erst nach einer Latenzzeit eintretenden schwachen Effekte einer magnetischen Feldwirkung nicht zu übersehen, ist auch das über die letzte Minute des 10-minütigen Zeitintervalls ermittelte Niveau des elektrischen Hautleitwertes mit in die Analyse einbezogen worden.

Die Abbildung 5.6 zeigt für 24 Personen, die von einer „Elektrosensibilität“ betroffen sind, das im 95%-igen Vertrauensintervall abgebildete mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwertes über das gesamte zehninminütige Expositionsintervall sowie über die letzte Minute dieses Zeitabschnitts.

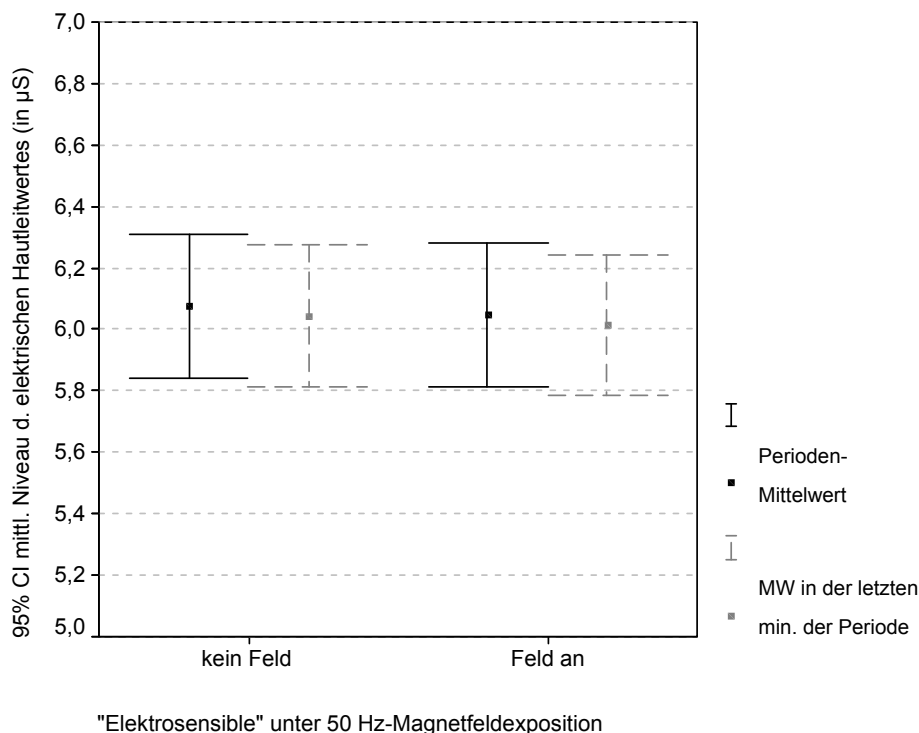


Abb. 5.6 Mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes in Bezug zur Exposition des magnetischen 50-Hz-Feldes ($10 \mu\text{T}$) bei 24 Personen, die angaben, im Einfluss niederfrequenter Felder unter „Elektrosensibilität“ zu leiden

Das in der Tab. 5.8 dargelegte varianzanalytische Ergebnis schließt einen Zusammenhang zwischen der gegebenen Feldexposition und der Änderung des elektrischen Hautleitwertes auf diese Bedingung eindeutig aus. Auch ein verzögerter Effekt in Bezug zur magnetischen Feldexposition, der sich in der letzten Minute des Expositionszeitraumes zeigen müsste, ließ sich bei keinem der Probanden nachweisen.

Ein in der Dauer der Untersuchung begründeter Periodeneffekt, wie ihn die Kontrollgruppe zeigte, war in dieser Gruppe nicht zu finden gewesen. Nur in der Absenkung des Niveaus der mittleren Hautleitfähigkeit in der letzten Minute der Periode im Ver-

gleich zur gesamten Periode lässt sich ein in der Zeitdauer begründeter Effekt erkennen. D. h. während einer Periode setzt bei den Probanden ein Zustand gelassener Passivität durch Gewöhnung gegenüber der Untersuchung – mehr oder weniger deutlich – ein.

Tab. 5.8 Ergebnis der univariaten Varianzanalyse für die „Elektrosensiblen“ der Gruppe I zur Variable: mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwerts

a) über die gesamte Periodendauer

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|-----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 138,311 | 52 | 2,660 | 102,288 | 0,000 |
| Konstanter Term | 5.289,907 | 1 | 5.289,907 | 203.431,904 | 0,000 |
| Proband | 137,467 | 23 | 5,977 | 229,846 | 0,000 |
| Exposition | 0,032 | 1 | 0,032 | 1,249 | 0,267 |
| Periode | 0,182 | 5 | 0,036 | 1,399 | 0,232 |
| WW Pb * Exposition | 0,545 | 23 | 0,023 | 0,911 | 0,584 |
| Fehler | 2,366 | 91 | 0,026 | | |
| Gesamt | 5.430,585 | 144 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 140,678 | 143 | | | |

b) in der letzten Minute jeder Periode

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|-----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 131,398 | 52 | 2,527 | 63,044 | 0,000 |
| Konstanter Term | 5.234,414 | 1 | 5.234,414 | 130.596,073 | 0,000 |
| Proband | 130,464 | 23 | 5,672 | 141,523 | 0,000 |
| Exposition | 0,027 | 1 | 0,027 | 0,664 | 0,417 |
| Periode | 0,294 | 5 | 0,059 | 1,465 | 0,209 |
| WW Pb * Exposition | 0,561 | 23 | 0,024 | 0,608 | 0,913 |
| Fehler | 3,647 | 91 | 0,040 | | |
| Gesamt | 5.369,459 | 144 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 135,045 | 143 | | | |

Auch für diese Probandengruppe soll der Frage nachgegangen werden, ob sich der Einfluss des magnetischen 50-Hz-Feldes im Niveau des elektrischen Hautleitwertes bei einer bestimmten Abfolge der Expositionsbedingungen als Kontrasteffekt abbilden würde. Die Abbildung 5.7 zeigt dafür die mittleren Niveauunterschiede für den elektrischen Hautleitwert in aufeinanderfolgenden Perioden zu den vier möglichen Expositionsfolgen (00, 01, 10, 11). Die Tabellen 5.9 und 5.10 belegen das varianz-

analytische Ergebnis für die Prüfung, ob die vorausgegangene Exposition als Nachwirkungseffekt in der darauf folgenden Periode wirksam geworden sei.

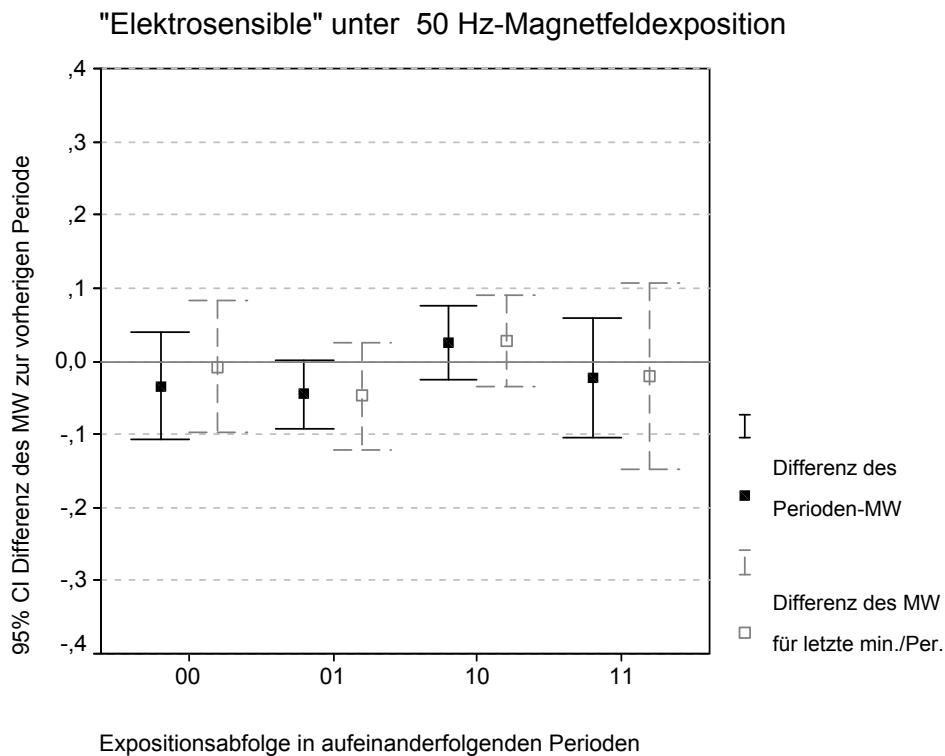


Abb. 5.7 Differenzen für das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwerts in der Stichprobe I der „elektrosensiblen“ Personen, wie sie sich bei vier möglichen Expositionsfolgen mit dem 50-Hz-Magnetfeld ergaben

Wie aus den mittleren Differenzbeträgen in der Abb. 5.7 zu ersehen ist, reagiert die elektrische Hautleitfähigkeit im mittleren Niveau ebenso wenig auf einen Wechsel der Feldexposition (0_1 bzw. 1_0) wie auf die Verlängerung der magnetischen 50-Hz-Feldimmission (1_1). Für diese Stichprobe „elektrosensibler“ Personen beträgt die mittlere Streuung des Parameters über die gesamte Periode $\pm 0,15 \mu\text{S}$. Die Differenz des mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit zwischen aufeinanderfolgenden Perioden mit unterschiedlicher Exposition ist also geringer als für die individuelle Schwankungsbreite während einer Periode. Ein verzögertes Ansprechen des Parameters auf Grund ihrer „Elektrosensibilität“ ist bei den Betroffenen nicht zu erkennen.

Die nachfolgenden Tabellen 5.9 und 5.10 belegen das varianzanalytische Ergebnis zur Abbildung 5.7. Die erste Tabelle enthält das Ergebnis zu den absoluten Differenzen der Periodenmittelwerte und die zweite Tabelle enthält das Ergebnis der Prüfung zu den Werten des sich in der jeweils nachfolgenden Periode ergebenden mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit, das von der vorangegangene Exposition im Sinne einer Nachwirkung beeinflusst worden sein könnte.

Tab. 5.9 Varianzanalytisches Ergebnis der Differenz zwischen dem mittleren Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit in der nachfolgenden zu dem in der voraus-gegangenen Periode:

a) Differenz der Periodenmittelwerte (über die gesamte 10 min. Dauer)

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 0,622 | 26 | 0,024 | 1,013 | 0,464 |
| Konstanter Term | 0,035 | 1 | 0,036 | 1,513 | 0,223 |
| Proband | 0,552 | 23 | 0,024 | 1,017 | 0,458 |
| Expositionsabfolge | 0,070 | 3 | 0,023 | 0,988 | 0,403 |
| Fehler | 1,630 | 69 | 0,024 | | |
| Gesamt | 2,287 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 2,252 | 95 | | | |

b) Differenz der Mittelwerte über die letzte Minute in jeder Periode

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 0,762 | 26 | 0,029 | 0,554 | 0,953 |
| Konstanter Term | 0,014 | 1 | 0,014 | 0,264 | 0,609 |
| Proband | 0,690 | 23 | 0,030 | 0,567 | 0,936 |
| Expositionsabfolge | 0,072 | 3 | 0,024 | 0,454 | 0,715 |
| Fehler | 3,650 | 69 | 0,053 | | |
| Gesamt | 4,426 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 4,412 | 95 | | | |

Das varianzanalytische Ergebnis der Tab. 5.9 belegt die Zufälligkeit, mit der das Niveau des elektrischen Hautleitwertes von Periode zu Periode schwankt, so dass der Unterschied zwischen den Mittelwerten um Null pendelt, ohne dass daraus ein Einfluss der Expositionsabfolge zu erkennen wäre.

Auch das in der Tabelle 5.10 dargelegte Ergebnis der Varianzanalyse, mit dem das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwertes in der nachfolgenden Periode in Bezug zur voraus gegangenen Exposition überprüft wurde, gibt keinen Hinweis auf eine durch das magnetische 50-Hertz-Feld beeinflusste Nachwirkung, die sich zwischen verschiedenen Expositionsabfolgen als Kontrast darstellen würde.

Das Niveau des elektrischen Hautleitwertes lässt sich dagegen immer eindeutig der Person zuordnen, d. h., der Parameter zur biologischen Regulation wie auch zur psychophysischen Ansprechbarkeit ist eindeutig nur mit der Person korreliert, von der die Messwerte stammen.

Tab. 5.10 Varianzanalytisches Ergebnis des in der nachfolgenden Periode gemessenen mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit zur Untersuchung des Nachwirkungseffekts bzgl. der vier Expositionsabfolgen 00, 01, 10, 11:

a) Mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes in der nachfolgenden Periode im Abhängigkeit von der vorherigen Exposition

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 85,895 | 26 | 3,304 | 194,283 | 0,000 |
| Konstanter Term | 3.533,651 | 1 | 3.533,651 | 207.808,570 | 0,000 |
| Proband | 85,888 | 23 | 3,734 | 219,607 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,0065 | 3 | 0,0022 | 0,128 | 0,943 |
| Fehler | 1,1173 | 69 | 0,017 | | |
| Gesamt | 3.620,720 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 87,068 | 95 | | | |

b) Mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes in der letzten Minute der nachfolgend. Periode in Abhängigkeit von der vorherigen Exposition

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 81,046 | 26 | 3,117 | 110,813 | 0,000 |
| Konstanter Term | 3.503,611 | 1 | 3.503,611 | 124.550,920 | 0,000 |
| Proband | 81,017 | 23 | 3,522 | 125,221 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,030 | 3 | 0,010 | 0,353 | 0,787 |
| Fehler | 1,941 | 69 | 0,028 | | |
| Gesamt | 3.586,598 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 82,987 | 95 | | | |

Es interessiert weiter, ob sich die subjektive Vermutung „elektrosensibler“ Personen, eine erhöhte magnetische Feldimmission zu empfinden, im Niveau des elektrischen Hautleitwertes niederschlägt, d. h. ob das Niveau des elektrischen Hautleitwertes mit der Antwort auf die Frage nach dem Feld korreliert.

Hierzu zeigt die Abbildung 5.8 das Niveau des elektrischen Hautleitwertes im Vergleich zwischen der richtigen und der falschen Zuordnung auf Grund der von der Person geäußerten Vermutung über die gegebene Feldexposition. Wenn die Person auf die Frage nach dem Feld mit Ja antwortete, so war das richtig, wenn das Feld tatsächlich gegeben war, und es war falsch, wenn es ausgeschaltet gewesen blieb.

Unter der real erhöhten Feldimmission (Feld ist an) erwies sich der Vergleich des Parameters zwischen der richtigen Ja-Antwort und der falschen Nein-Antwort jedoch nicht als signifikant³⁵ und bestätigte hier nur die Nullhypothese.

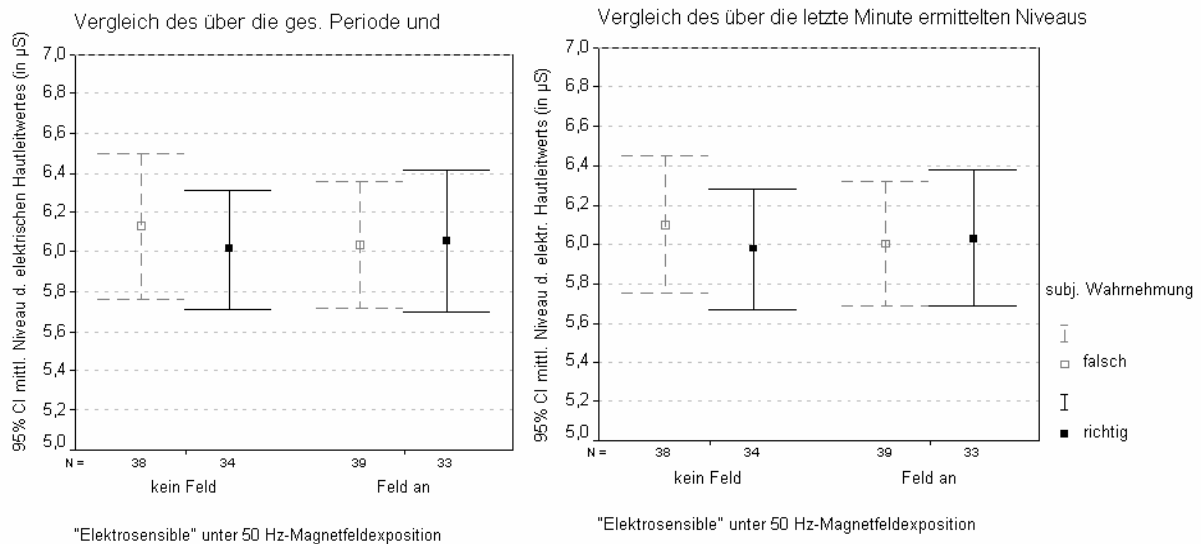


Abb. 5.8 Vergleich des mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit bei „elektrosensiblen“ Personen in Abhängigkeit von ihrer subjektiven Bewertung zur Existenz bei einer auf 10 µT erhöhten 50-Hz-Magnetfeldexposition

Trotzdem in der neutralen Situation das Niveau des elektrischen Hautleitwertes für die falschen Ja-Antworten von dem für die richtigen Nein-Antworten abzuweichen scheint, erwies sich der Unterschied bei der statistischen Prüfung des Parameters³⁶ ebenfalls nicht als signifikant. Bei der Betrachtung des Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit ergab sich zwischen der richtigen und falschen Zuordnung nur ein

³⁵ Parameterfreies Prüfverfahren: U-Test nach Mann und Whitney - angewandt auf die Parameterverteilung jeder Antwortalternative unter jeweils einer Exposition:

Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Prüfgröße u , die Nullhypothese fälschlicherweise abzulehnen, beträgt für den Niveauunterschied über die gesamte Periode unter der Bedingung „Feld ist an“ $p = 0,422$.

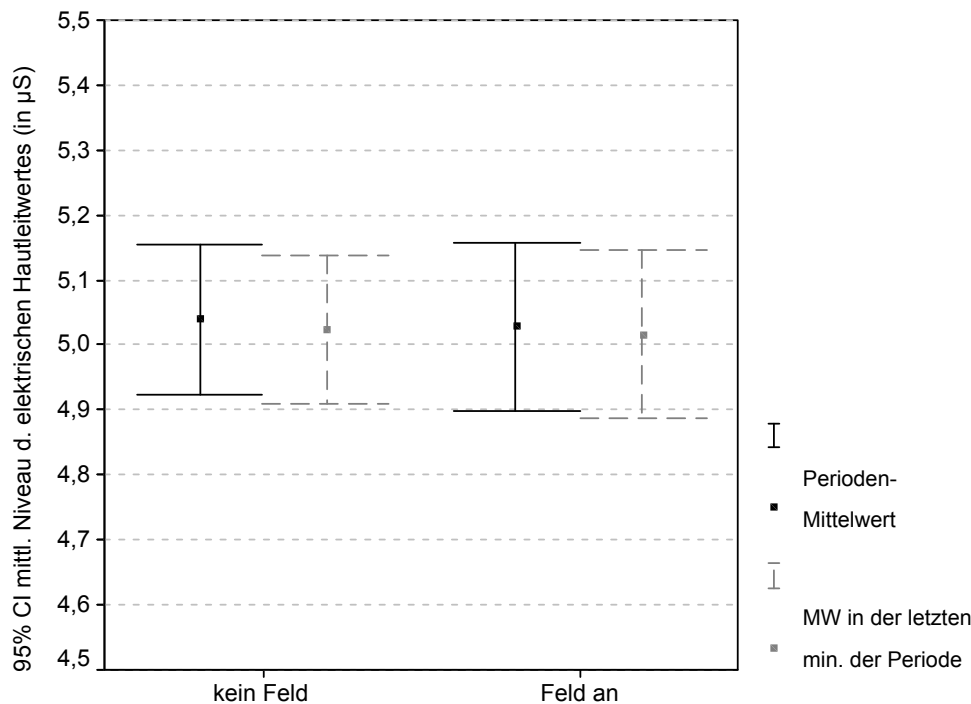
Regressionsanalytisch ist der Unterschied zwischen der richtigen und falschen Zuordnung zum mittleren Niveau des elektrischen Hautleitwertes mit $R = 0,01$ nicht signifikant verschieden voneinander.

³⁶ Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Prüfgröße u (U-Test von Mann und Whitney), die Nullhypothese fälschlicherweise abzulehnen, beträgt für den Niveauunterschied über die gesamte Periode unter der Bedingung „Feld ist aus“ $p = 0,274$.

Regressionskoeffizient von $R = -0,06$ für die gesamte Periodendauer, bzw. von $R = -0,063$ bei der Betrachtung der jeweils letzten Minute in der Periode³⁷.

5.2.3 Ergebnisse zur Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit unter dem Einfluss des GSM-Mobilfunks für „elektrosensible“ Personen

Die Abbildung 5.9 zeigt für die 24 untersuchten Personen, die sich gegenüber Mobilfunk und speziell gegenüber der von einem Handy ausgehenden Strahlung elektrosensibel fühlten, das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwertes, das über das gesamte 10-minütige Expositionsintervall hinweg sowie über die letzte Minute in diesem Zeitabschnitt ermittelt wurde. Wie die Abbildung zeigt, ist zwischen der feldfreien Exposition und der mit dem GSM-Signal belegten Befeldung kein Unterschied im Niveau des elektrischen Hautleitwertes zu erkennen.



"Elektrosensible" unter GSM Mobilfunkexposition

Abb. 5.9 Mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes in Bezug zur Exposition eines GSM-Mobilfunktelefons bei 24 Personen, die angeben, unter einer „Elektrosensibilität“ auf Grund des Mobilfunks zu leiden

³⁷ Die Prüfung des statistischen Unterschieds unter der Bedingung „Feld ist aus“ ergab für die Signifikanz mittels ANOVA für den Regressionskoeffizient $R = 0,060$ eine Wahrscheinlichkeit von $p = 0,618$ und für $R = 0,063$ von $p = 0,597$.

Das in der Tabelle 5.11 dazu dargelegte varianzanalytische Ergebnis bestätigt, dass es keinen statistisch gesicherten Zusammenhang zwischen der Mobilfunkexposition und der Änderung des elektrischen Hautleitwertes gibt. Eine Empfindlichkeit der Personen gegenüber dem GSM-Mobilfunk stellte sich auch nicht verzögert als Effekt auf die GSM-Exposition in der letzten Minute einer Periode ein.

Tab. 5.11 Ergebnis der univariaten Varianzanalyse für die Stichprobe II der „elektrosensiblen“ Personen für die Variable: mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes

a) über die gesamte Periode

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|-----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 37,229 | 52 | 0,716 | 44,879 | 0,000 |
| Konstanter Term | 3.649,267 | 1 | 3.649,267 | 228.756,060 | 0,000 |
| Proband | 36,906 | 23 | 1,605 | 100,586 | 0,000 |
| Exposition | 0,005 | 1 | 0,005 | 0,328 | 0,568 |
| Periode | 0,050 | 5 | 0,010 | 0,629 | 0,678 |
| WW Pb * Exposition | 0,271 | 23 | 0,012 | 0,739 | 0,794 |
| Fehler | 1,452 | 91 | 0,016 | | |
| Gesamt | 3.687,948 | 144 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 38,680 | 143 | | | |

b) über die jeweils letzte Minute der Periode

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|-----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 36,576 | 52 | 0,703 | 45,803 | 0,000 |
| Konstanter Term | 3.628,898 | 1 | 3.628,898 | 236.306,990 | 0,000 |
| Proband | 36,109 | 23 | 1,570 | 102,231 | 0,000 |
| Exposition | 0,002 | 1 | 0,002 | 0,132 | 0,717 |
| Periode | 0,035 | 5 | 0,007 | 0,462 | 0,804 |
| WW Pb * Exposition | 0,394 | 23 | 0,017 | 1,116 | 0,344 |
| Fehler | 1,397 | 91 | 0,015 | | |
| Gesamt | 3.666,871 | 144 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 37,973 | 143 | | | |

In den Daten, die über einen Zeitraum von 6 x 10 min. erhoben wurden, zeigte sich auch für diese 2. Stichprobe der „elektrosensiblen“ Personen kein Periodeneffekt, in dem sich die Dauer des Experimentes abgebildet hätte. Auch bei dieser Stichprobe ist nur innerhalb der Periode ein Zeiteffekt sichtbar, der sich daraus ergibt, dass der

Proband, der in jeder Periode bestimmte Fragebögen beantworten sollte, in der Regel bereits damit fertig war, bevor die letzte Minute der Periode zählte.

Die Daten korrelierten aber wieder eindeutig mit der Person, von der sie stammen. Trotzdem fand sich für keine der Personen eine Wechselwirkung zwischen der gegebenen Exposition und ihrer individuellen Reaktion darauf, sonst hätte sie sich mit Hilfe der univariaten Varianzanalyse statistisch ausweisen lassen.

Weiter soll auch hier der Frage nachgegangen werden, ob sich ggf. Effekte bei einem bestimmten Expositionswechsel abzeichnen könnten, was auf eine Nachhaltigkeit in der Wirkung der Expositionsbedingung hinweisen würde. Die Abbildung 5.10 zeigt den Niveauunterschied aus der Differenz des Periodenmittelwertes des elektrischen Hautleitwerts auf die vier möglichen Expositionsfolgen (00, 01, 10, 11).

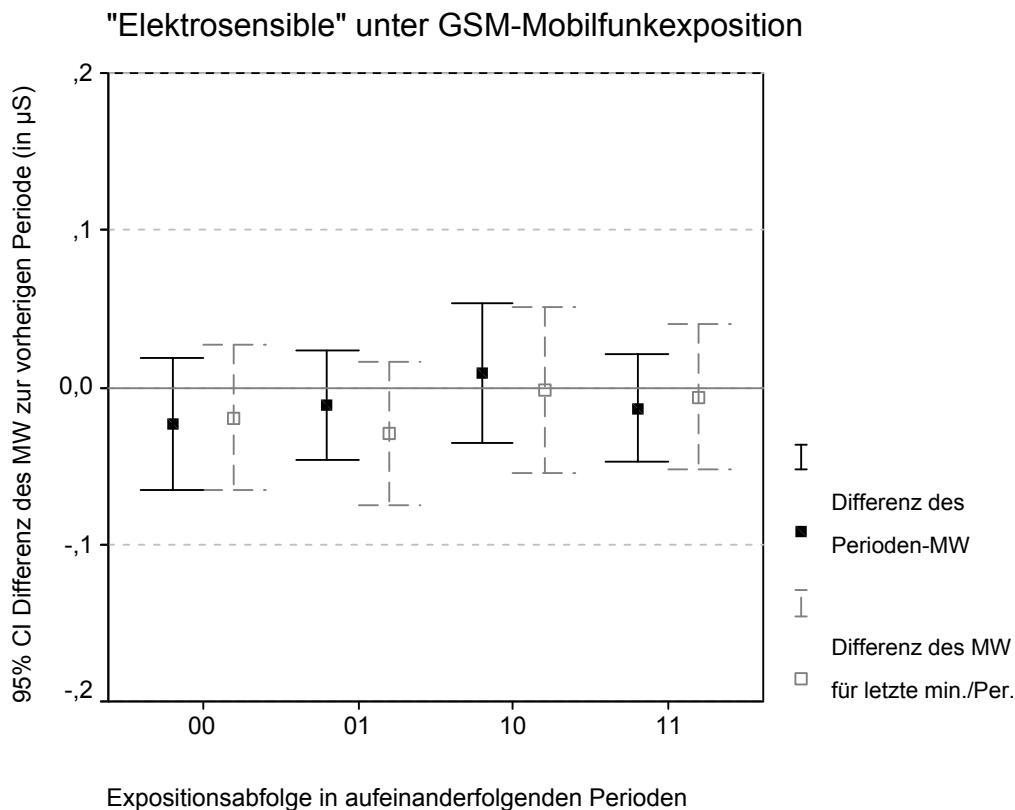


Abb. 5.10 Differenzen für das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwerts in der Stichprobe II der „elektrosensiblen“ Personen (GSM-Mobilfunk), wie sie sich bei den vier Expositionsabfolgen in aufeinanderfolgenden Perioden ergaben

Wie aus den mittleren Differenzbeträgen zu ersehen ist, reagiert das Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit ebenso wenig auf einen Wechsel der Feldexposition (0_1 bzw. 1_0) wie auf die fortgesetzte Feldimmission durch den Sendebetrieb des Mobiltelefons (1_1). Die mittlere Streuung des Parameters über die gesamte Periode beträgt in dieser Stichprobe II $\pm 0,07 \mu\text{S}$. Die Differenz der Mittelwerte zwischen

aufeinanderfolgenden Perioden ist somit deutlich geringer als die individuellen Schwankungen in einer Periode. Auch ein verzögertes Reagieren gegenüber der Mobilfunkexposition, das von den „Elektrosensiblen“ auch trotz des Abstandes von 30 cm zum Handy angegeben wurde, bestätigte sich mit diesem Ergebnis nicht.

Die nachfolgende Tabelle 5.12 belegt das varianzanalytische Ergebnis zu den absoluten Werten der Mittelwertsdifferenz und die Tabelle 5.13 das zum mittleren Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit, das sich in der jeweils nachfolgenden Periode einer Expositionssequenz ermitteln ließ und durch die vorausgegangene Exposition - im Sinne einer Nachwirkung - beeinflusst worden sein könnte.

Tab. 5.12 Varianzanalytisches Ergebnis zur absoluten Differenz zwischen dem mittleren Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit in der nachfolgenden zur vorausgegangenen Periode:

a) Differenz zweier Periodenmittelwerte
(bestimmt über die gesamte 10 min. Dauer)

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 0,238 | 26 | 0,009 | 1,121 | 0,344 |
| Konstanter Term | 0,009 | 1 | 0,009 | 1,135 | 0,291 |
| Proband | 0,225 | 23 | 0,010 | 1,198 | 0,277 |
| Expositionsabfolge | 0,013 | 3 | 0,004 | 0,533 | 0,661 |
| Fehler | 0,564 | 69 | 0,008 | | |
| Gesamt | 0,812 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 0,803 | 95 | | | |

b) Differenz zweier Mittelwerte
(bestimmt über die letzte Minute jeder Periode)

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 0,220 | 26 | 0,008 | 0,598 | 0,927 |
| Konstanter Term | 0,019 | 1 | 0,019 | 1,343 | 0,250 |
| Proband | 0,209 | 23 | 0,009 | 0,642 | 0,883 |
| Expositionsabfolge | 0,011 | 3 | 0,004 | 0,265 | 0,851 |
| Fehler | 0,978 | 69 | 0,014 | | |
| Gesamt | 1,218 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 1,199 | 95 | | | |

Das varianzanalytische Ergebnis der Tab. 5.12 belegt wieder nur die Zufälligkeit, mit der das Niveau des elektrischen Hautleitwertes von Periode zu Periode schwankt, so

dass der Unterschied der Mittelwertsdifferenzen um Null pendelt. Aus der Dauer der Exposition auf Grund der Abfolgesequenzen ist wiederum kein Einfluss zu erkennen.

Auch das in der Tab. 5.13 dargelegte Ergebnis aus der univariaten Varianzanalyse gibt für diese 2. Gruppe von „elektrosensiblen“ Personen keinen Hinweis auf eine vom Mobilfunk abhängige Änderung der elektrischen Hautleitfähigkeit und es lässt sich infolge dessen auch keine reaktive Wirkung des GSM-Mobilfunks auf den Organismus objektivieren.

Eindeutig lassen sich die Werte der elektrischen Hautleitfähigkeit wieder nur der Person zuordnen, deren individuelles Reaktionsmuster sich darin abbildet.

Tab. 5.13 Varianzanalytisches Ergebnis des mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit in der nachfolgenden Periode zur Untersuchung des Nachwirkungseffekts bzgl. der Expositionsabfolgen 00, 01, 10, 11:

a) mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes in der nachfolgenden Periode

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 24,423 | 26 | 0,939 | 88,767 | 0,000 |
| Konstanter Term | 2.430,396 | 1 | 2.430,396 | 229.666,970 | 0,000 |
| Proband | 24,388 | 23 | 1,060 | 100,202 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,035 | 3 | 0,012 | 1,101 | 0,355 |
| Fehler | 0,730 | 69 | 0,011 | | |
| Gesamt | 2.455,549 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 25,153 | 95 | | | |

b) mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes in der letzten Minute der nachfolgenden Periode

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 24,102 | 26 | 0,927 | 72,897 | 0,000 |
| Konstanter Term | 2.412,847 | 1 | 2.412,847 | 189.738,990 | 0,000 |
| Proband | 24,071 | 23 | 1,047 | 82,300 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,031 | 3 | 0,010 | 0,810 | 0,493 |
| Fehler | 0,877 | 69 | 0,013 | | |
| Gesamt | 2.437,827 | 96 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 24,980 | 95 | | | |

Es interessiert weiter, ob sich die subjektive Vermutung von „elektrosensiblen“ Personen, die von der Antenne des Handys ausgehende GSM-Mobilfunkmission zu empfinden, auch im Niveau des elektrischen Hautleitwertes niederschlagen könnte, d. h. ob das Niveau des elektrischen Hautleitwertes mit der Antwort auf die Frage nach dem Feld korreliert sei.

Die Abbildung 5.11 zeigt in Bezug zur geäußerten Vermutung über die gegebene Feldexposition den Vergleich zwischen dem mittleren Niveau des elektrischen Hautleitwertes bei der richtigen und der falschen Zuordnung. Wenn die Person auf die Frage nach dem Feld mit Ja antwortete, so war das richtig, wenn das Feld tatsächlich auch gegeben war, und war falsch, wenn es ausgeschaltet blieb.

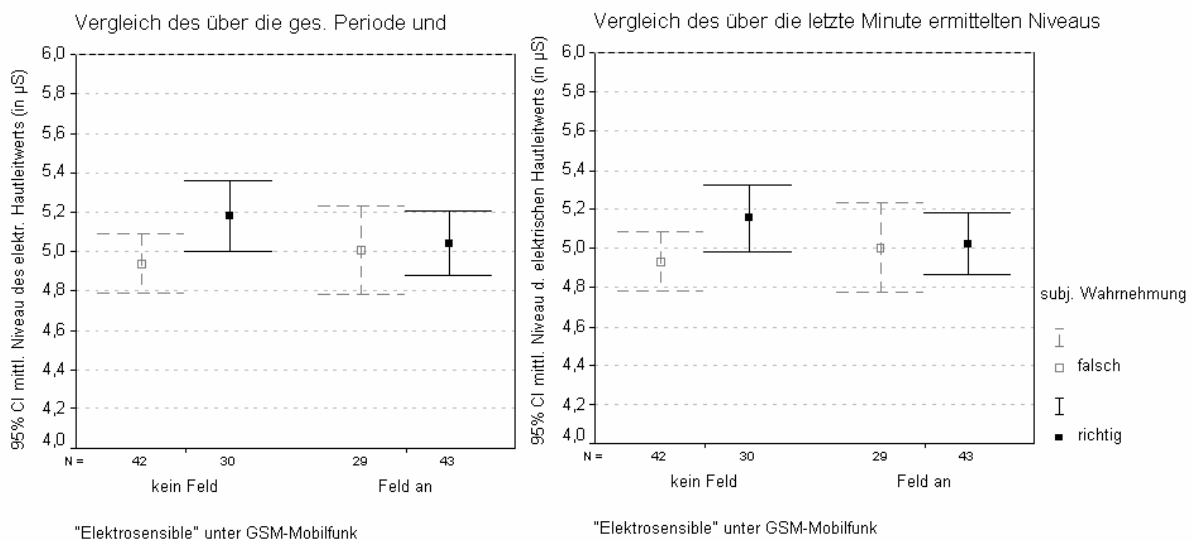


Abb. 5.11 Vergleich des mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit bei „elektrosensiblen“ Personen in Abhängigkeit von der subjektiven Bewertung einer möglichen Mobilfunkexposition durch ein nahes Handy

Unter der realen Feldimmission eines im Sendebetrieb arbeitenden Mobiltelefons (Feld ist an) erwies sich der Vergleich des Parameters zwischen der richtigen Ja-Antwort und der falschen Nein-Antwort nicht als signifikant³⁸.

³⁸ Parameterfreies Prüfverfahren: U-Test nach Mann und Whitney - angewandt auf die Parameterverteilung jeder Antwortalternative unter jeweils einer Exposition: Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Prüfgröße u , die Nullhypothese fälschlicherweise abzulehnen, beträgt für den über die gesamte Periode gemittelten Niveauunterschied unter der Bedingung „Feld ist an“ $p = 0,426$.

Regressionsanalytisch ist der Unterschied zwischen dem mittleren Niveau des elektrischen Hautleitwertes (ermittelt über die gesamte Periode) zur richtigen und falschen Zuordnung der Bedingung „Feld ist an“ mit $R = 0,032$ nicht signifikant verschieden voneinander ($p = 0,790$). Für den Niveauunterschied in der letzten Minute der Periode ergibt sich ein Regressionskoeffizient von $R = 0,016$, dessen Irrtumswahrscheinlichkeit mit $p = 0,893$ ebenfalls nicht als signifikant ausgewiesen ist.

Im Gegensatz dazu zeigte sich unter der feldfreien Bedingung, in der das Handy abgeschaltet war, dass die (falsche) Vermutung – das Handy sei *eingeschaltet* und es würde ein GSM-Funkfeld abgestrahlt werden – das Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit eher absenkte. Dagegen war die zutreffende, richtige Vermutung, dass das Handy außer Betrieb sei, mit der höheren elektrischen Hautleitfähigkeit korreliert. Der Niveauunterschied des elektrischen Hautleitwerts unter der Bedingung „das Feld ist aus“ erwies sich zwischen der richtigen Nein- und der falschen Ja-Antwort bei einer 5 %-igen Irrtumswahrscheinlichkeit als signifikant³⁹.

Dieser Befund lässt auf einen sogenannten Nocebo-Effekt schließen, d. h. es wird ein Wirkfaktor vermutet, ohne dass dieser in der Situation real gegeben ist. Offenbar scheinen die Personen ein „stummes“ Handy anzuzweifeln, wenn sie die Frage nach dem Feld verneinen, weshalb der elektrische Hautleitwert angestiegen sein könnte. „Elektrosensible“ Probanden können es sich wohl nur schwer vorstellen, dass ein Mobiltelefon direkt neben ihrem Kopf nicht senden solle.

5.2.4 Ergebnisse zur wiederholten Messung der elektrischen Hautleitfähigkeit unter dem Einfluss des GSM-Mobilfunks für „elektrosensible“ Personen mit einer 100 %-igen Trefferrate bei der Einschätzung des Feldes

Wie verhält es sich mit den „elektrosensiblen“ Personen⁴⁰, die auf die Frage nach dem Feld eine 100 %-ige Trefferrate im 1. Experiment erzielten? Würde sich deren Treffersicherheit, ein Mobiltelefon orten zu können, bei einem erneuten Experiment wiederholt bestätigen können?

Der Versuchsablauf war – bis auf die Aufeinanderfolge von Feld- und „Null“-Exposition – mit der ersten Durchführung identisch, wobei den drei Probanden die Untersuchungssituation als solche ja bereits bekannt war. Bei der Wiederholung des Experiments wurde strengstens darauf geachtet, dass auch die subtilsten Bedingungen im Versuch der doppelten Verblindung genügten, damit alle möglichen Konfounder, auch die in der Übertragung zwischen Versuchsleiter und Proband liegenden, das Ergebnis nicht verfälschen würden.

In der Wiederholung des Experiments erreichte die erzielte Trefferrate der Probanden, das Feld zu erspüren, nicht mehr über eine Zufallsquote hinaus, wie sie auch

³⁹ Unter der Bedingung „Feld ist aus“ ergibt sich für die Variable „mittl. Niveau des elektrischen Hautleitwert über die gesamte Periode“ ein Regressionskoeffizient von $R = 0,246$ zur alternativen subjektiven Zuordnung. Die Prüfung des statistischen Unterschieds mittels ANOVA ergab dafür eine Signifikanz von $p = 0,037$. Für den Niveauunterschied in der letzten Minute der Periode ergibt sich ein Regressionskoeffizient von $R = 0,229$, der mit einer Signifikanz von $p = 0,052$ über die ANOVA ausgewiesen wird.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Prüfgröße u (U-Test von Mann und Whitney), die Nullhypothese fälschlicherweise abzulehnen, beträgt für den über die gesamte Periode gemittelten Niveauunterschied $p = 0,031$ unter der Bedingung „Feld ist aus“.

⁴⁰ Für eine Person wurde das Experiment 2 Mal, jedoch zu unterschiedlichen Zeitpunkten, wiederholt, für die beiden anderen Personen fand nur jeweils eine Wiederholung statt.

schon für die übrige Stichprobe beobachtet wurde. Auch KWON et al. (2008) berichten, dass in einer Wiederholung die von einigen wenigen Personen erreichten hohen Trefferraten für die Zuordnung einer Feldexposition nicht wieder reproduziert wurden.

Die Abbildung 5.12 zeigt das mittlere Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit in Bezug zur Mobilfunkexposition und zum Verlauf des Experiments über sechs Perioden. Zum Vergleich sind für diese Probanden die Werte aus der ersten und der wiederholten Durchführung des Provokationsexperiments dargestellt. Die Besonderheit, das Experiment noch einmal zu erleben und die eigene „elektrosensible Fähigkeit“ unter Beweis zu stellen, zeichnet sich in den allgemein höheren Messwerten der elektrischen Hautleitfähigkeit ab.

Während sich auch bei der Wiederholung des Experiments unter dem Einfluss der Mobilfunk-Exposition keine Änderung des Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit zeigte, bildet sich dagegen die Bekanntheit der Situation deutlich im Parameter ab. Das Niveau des elektrischen Hautleitwertes fällt von Periode zu Periode langsam aber stetig ab. Im ersten Experiment war eine derartige Anpassung an die Situation als Periodeneffekt noch nicht erkennbar gewesen.

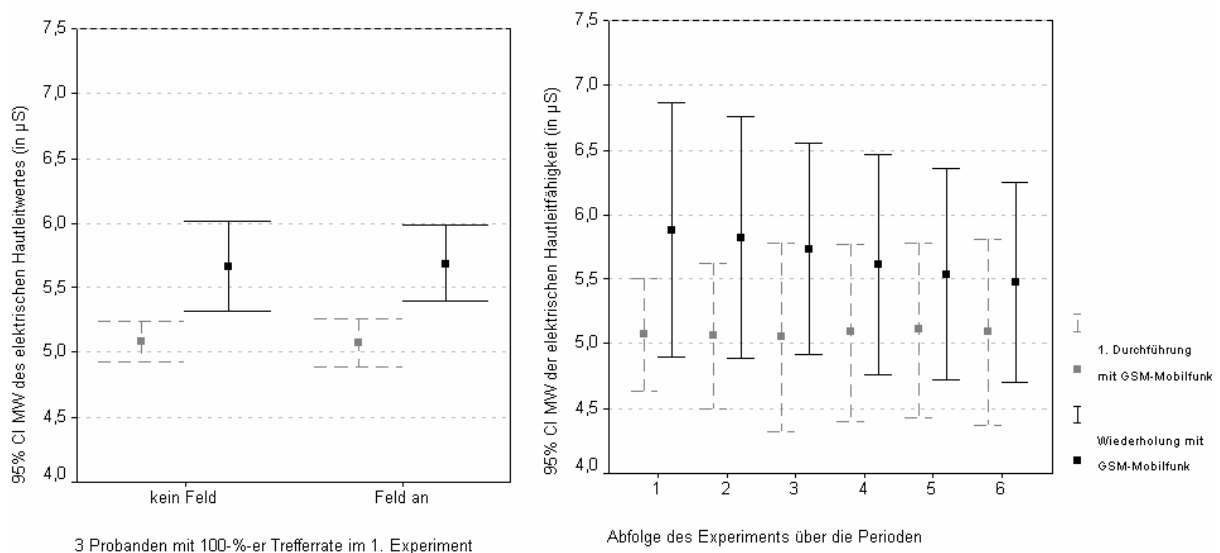


Abb. 5.12 Vergleich des mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit zwischen der ersten und der wiederholten Durchführung der Feldprovokation mit dem GSM-Mobilfunk für drei Probanden mit einer 100 %-igen Trefferrate im 1. Experiment

In der Abbildung 5.13 sind diese drei Probanden mit ihren individuell erzielten Messwerten, die sich bei der wiederholten Durchführung des Experiments ergaben, einzeln dargestellt. Im Einzelfall ist daran sehr eindrucksvoll zu sehen, dass das Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit von der Mobilfunkexposition unabhängig ist, sich jedoch die Dauer des Experiments über die sechs Perioden hinweg im Absinken des Messwertes abbildet. Daran ist zu sehen, dass sich mit der Veränderung des Parameters über die Zeit eine Gewöhnung der Probanden an die ihnen bereits bekannte Situation widerspiegelt.

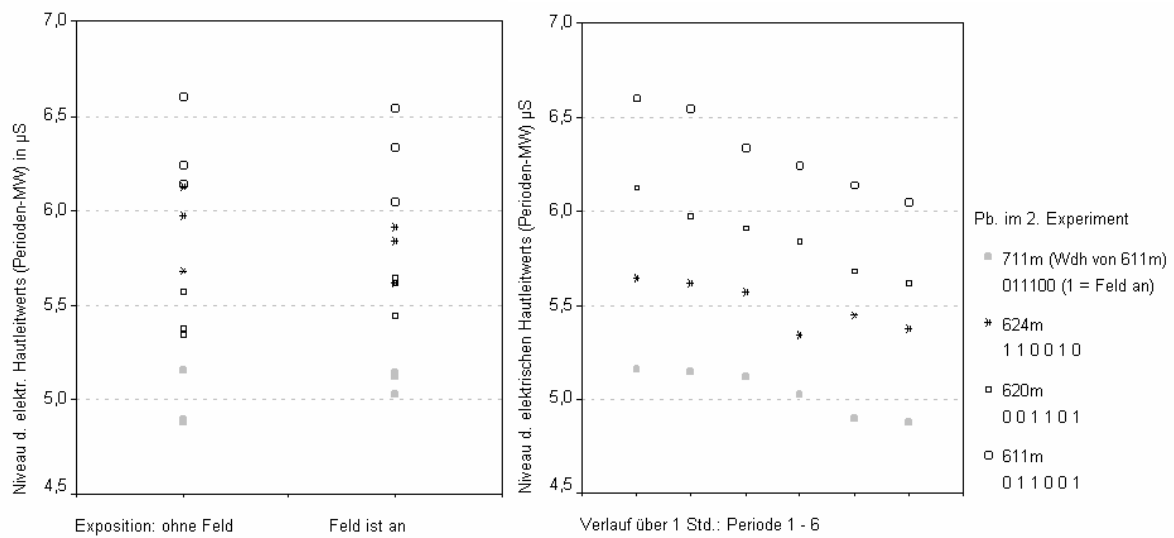


Abb. 5.13 Mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwerts im Vergleich zur Exposition und zur Dauer des wiederholten Experiments für ausgewählte Probanden

Die Tabelle 5.14 gibt für das mittlere Niveau des elektrischen Hautleitwertes das varianzanalytische Prüfungsergebnis für diese drei Probanden aus den bei der Wiederholung des Experiments ermittelten Daten wieder.

Auch hier lässt sich zum Einfluss des Mobilfunks auf die Variable keine Signifikanz nachweisen. Dagegen ergibt sich ein signifikanter Periodeneffekt, der sich in der Abbildung 5.13 explizit für jede Person im Absenken des Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit als Anpassungsreaktion im Verlauf der Untersuchung darstellt.

Tab. 5.14 Ergebnis der univariaten Varianzanalyse in der Wiederholung des Experiments für den Parameter „mittleres Niveau des elektrischen Hautleitwertes“

a) über die gesamte 10-minütige Periodendauer

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 5,814 | 9 | 0,646 | 127,857 | 0,000 |
| Konstanter Term | 773,877 | 1 | 773,877 | 153.165,380 | 0,000 |
| Proband | 5,301 | 3 | 1,767 | 349,708 | 0,000 |
| Periode | 0,510 | 5 | 0,102 | 20,169 | 0,000 |
| Exposition | 0,00005 | 1 | 0,00005 | 0,011 | 0,918 |
| Fehler | 0,0707 | 14 | 0,005 | | |
| Gesamt | 779,762 | 24 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 5,885 | 23 | | | |

b) in der letzten Minute der Periode

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 5,389 | 9 | 0,599 | 49,812 | 0,000 |
| Konstanter Term | 756,778 | 1 | 756,778 | 62.953,475 | 0,000 |
| Proband | 4,937 | 3 | 1,646 | 136,906 | 0,000 |
| Periode | 0,445 | 5 | 0,089 | 7,396 | 0,001 |
| Exposition | 0,00001 | 1 | 0,00001 | 0,001 | 0,975 |
| Fehler | 0,168 | 14 | | | |
| Gesamt | 762,336 | 24 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 5,558 | 23 | | | |

Bleibt noch die Frage, ob sich gerade für diese drei Personen ein Nachwirkungseffekt bei einem Wechsel aufeinanderfolgender Expositionsbedingungen abzeichnen würde, der für eine besondere Empfindlichkeit ihres biologischen Systems gegenüber GSM-Mobilfunk spräche.

Die Tabelle 5.15 gibt das varianzanalytische Ergebnis für diese Personen im ersten und im wiederholten Experiment wieder, das den Einfluss des Wechsels der vier möglichen Expositionsabfolgen (00, 01, 10, 11) auf den elektrischen Hautleitwert in der jeweils nachfolgenden Periode prüft.

Tab. 5.15 Varianzanalytisches Ergebnis des mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit in der nachfolgenden Periode zur Untersuchung des Nachwirkungseffekts bzgl. der Expositionsabfolgen 00, 01, 10, 11 für die 3 Probanden mit einer Trefferrate von 100% im 1. Experiment:

a) Werte aus dem 1. Experiment

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|-------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 0,582 | 5 | 0,116 | 50,768 | 0,000 |
| Konstanter Term | 309,616 | 1 | 309,616 | 135.018,360 | 0,000 |
| Proband | 0,578 | 2 | 0,289 | 126,005 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,0042 | 3 | 0,0014 | 0,610 | 0,633 |
| Fehler | 0,0137 | 6 | 0,0023 | | |
| Gesamt | 310,212 | 12 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 0,596 | 11 | | | |

b) Werte aus der Wiederholung des Experiments für diese 3 Probanden

| Varianzursache | Quadratsumme vom Typ III | df | Mittel der Quadrate | Prüfzahl F | Signifikanz p |
|---------------------|--------------------------|----|---------------------|------------|---------------|
| Korrigiertes Modell | 3,106 | 6 | 0,518 | 30,544 | 0,000 |
| Konstanter Term | 508,457 | 1 | 508,457 | 30.004,568 | 0,000 |
| Proband | 3,055 | 3 | 1,018 | 60,100 | 0,000 |
| Expositionsabfolge | 0,050 | 3 | 0,017 | 0,987 | 0,441 |
| Fehler | 0,153 | 9 | 0,017 | | |
| Gesamt | 511,715 | 16 | | | |
| Korr. Gesamtvarianz | 3,258 | 15 | | | |

Wie aus Tabelle 5.15 deutlich wird, ist auch für diese Personen weder im ersten Experiment noch in seiner Wiederholung ein Einfluss des Hf-Feldes aus einem bestimmten Expositionswechsel heraus nachzuweisen. Das Ergebnis stimmt mit dem überein, das von den übrigen Personen auch ermittelt werden konnte, die sich gegenüber GSM-Mobilfunk „elektrosensibel“ fühlen, und das bereits diskutiert worden ist.

Hatte bei diesen drei Probanden ihre subjektive Überzeugung, dass das Mobilfunktelefon senden würde, einen Einfluss auf ihre elektrische Hautleitfähigkeit? Die Abbildung 5.14 vergleicht das Ergebnis zwischen der ersten und der wiederholten Untersuchung.

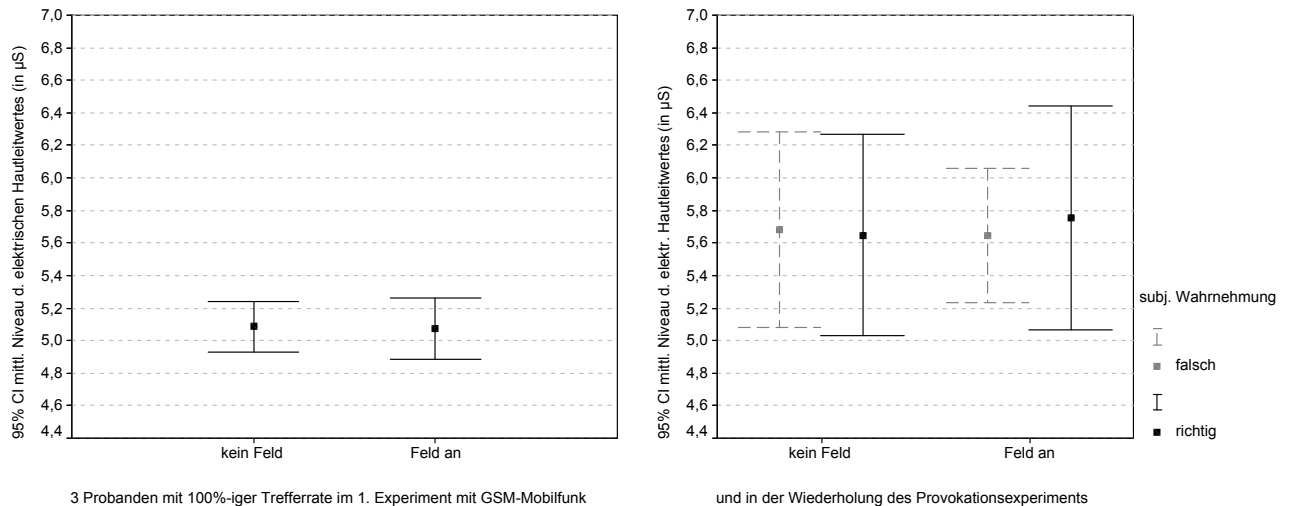


Abb. 5.14 Vergleich des mittleren Niveaus der elektrischen Hautleitfähigkeit für drei Probanden in Abhängigkeit von ihrer subjektiven Einschätzung, das Senden des Mobiltelefons wahrgenommen zu haben: links im ersten und rechts im wiederholten Provokationsexperiment (Die Abfolge der Exposition war in der Wiederholung verändert worden.)

Im ersten Experiment findet sich kein Unterschied in der Ausprägung des elektrischen Hautleitwertes zwischen der jeweils richtigen Annahme, das Mobiltelefon würde senden oder ausgeschaltet sein. Auch in der Wiederholung des Experiments sind die Niveauunterschiede, die sich zwischen der falschen und richtigen Zuordnung der Expositionsbedingung in der Abbildung 5.14 andeuten könnten, nicht signifikant⁴¹. Möglich, dass sich diese Probanden ob ihrer Empfindungsfähigkeit so sicher waren, dass eine psychische Beeinflussung der elektrischen Hautleitfähigkeit wegen fehlender Zweifel offenbar hier weniger ausdrückt.

5.3 Zusammenfassung der Befunde unter dem Gesichtspunkt einer reaktiven Empfindlichkeit von Personen gegenüber einer realen Feldimmission

Es kann davon ausgegangen werden (Kap. 3), dass sich Befindlichkeitsstörungen bei Personen, die wegen ihrer „Elektrosensibilität“ gegenüber realen Feldimmissionen empfindlich sein wollen, auch vegetativ anzeigen. Da die elektrodermalen Aktivität EDA äußerst empfindlich auf vegetativ beeinflusste Reaktionen anspricht, egal ob sie psychisch initiiert werden und auf eine physiologische Reizwirkung zurückgehen, würde sich dabei auch die elektrische Hautleitfähigkeit mit verändern. Wenn eine Person über ihre Befindlichkeit den Einfluss einer Feldimmission als bedrohlich er-

⁴¹ Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Prüfgröße u (U-Test von Mann und Whitney), die Nullhypothese fälschlicherweise abzulehnen, beträgt für den über die gesamte Periode gemittelten Niveauunterschied $p = 0,469$ unter der Bedingung „Feld ist aus“ und $p = 0,500$ unter der Bedingung „Feld ist an“.

lebt, würde das einen *Anstieg* der elektrischen Leitfähigkeit auf der Haut bzw. eine Verringerung des Hautwiderstandes bewirken. Bei Ermüdung oder beim Erleben einer psychisch entspannenden Situation würde die elektrische Hautleitfähigkeit dagegen *absinken* (weil sich der elektrische Hautwiderstand vergrößert). Auf der psychischen Ebene bewirkt das Absinken der Vigilanz, im Sinne des Absinkens psychischer Wachheit und Aufmerksamkeit, ebenfalls ein Absinken der elektrischen Hautleitfähigkeit, wie umgekehrt ein Anstieg im Vigilanzniveau auch das Niveau des elektrischen Hautleitwertes erhöht.

- Es fand sich bei keiner der untersuchten Personen ein nachweisbarer Effekt im Ansteigen oder Absinken der elektrischen Hautleitfähigkeit – egal, wie lange die Exposition „Feld ist an“ oder „Feld ist aus“ jeweils andauerte oder ob sie wechselte.

Weder die „elektrosensiblen“ Personen, die sich gegenüber 50-Hz-Magnetfeldern unwohl fühlten, noch diejenigen, die meinten, von der Mobilfunkexposition eines Handys gestört zu werden, reagierten auf das eingesetzte magnetische 50-Hz- oder HF-Feld. Dieses Ergebnis unterschied sich nicht von dem, das für die Kontrollgruppe ohnehin erwartet worden war: Denn für den Personenkreis, der nicht mit einer „Elektrosensibilität“ belastet war, ließ sich mit einer im Raum um das 100-fache erhöhten 50-Hz-Magnetfeldexposition keine Änderung der elektrischen Hautleitfähigkeit provozieren.

- Der elektrische Hautleitwert veränderte sich auch nicht im Kontrast von aufeinanderfolgenden, wechselnden Expositionen. Es ist von daher unwahrscheinlich, dass sich die Wirkung weder durch das magnetische 50-Hz Feld noch durch das gepulste Mobilfunkfeld physiologisch verzögern würde.

Der bei den jungen Frauen in der Kontrollgruppe beobachtete Anstieg für das Basisniveau der elektrischen Hautleitfähigkeit unter einer fortgesetzten, (büro-) neutralen, 50-Hz-Magnetfeldbelastung würde eher für einen Artefakt sprechen, da sich in anderen Teilstichproben dieser Befund unter der Schein-Exposition nicht wiederholt hatte.

- Dass Personen eine reale Änderung der Feldstärke bzw. dass sie EMF-Immissionen in ihrer Umgebung wahrnehmen könnten, ließ sich unter den Bedingungen des Experiments nicht bestätigen. Die Trefferrate für eine richtige Zuordnung der gegebenen Exposition war unter den „elektrosensiblen“ Personen nicht besser als in der Kontrollgruppe und unterschied sich nicht von einer Zufallsrate. Dagegen waren aber die Personen mit einer „Elektrosensibilität“ sehr viel häufiger davon überzeugt – sogar oft in der Überzahl aller nachgefragten Situationen –, dass sie sich der zugeschalteten Feldexposition ausgesetzt fühlten.

Die von drei Personen erzielte 100 %-ige Trefferrate bestätigte sich in der Wiederholung des Experiments nicht mehr. Es konnten nur noch zwischen 33 % und 50 % richtige Zuordnungen getroffen werden.

- Da sich mit der eingesetzten Methodik bei keiner der teilnehmenden Personen ihre „Elektrosensibilität“ objektivieren ließ, ließ sich auch die Nullhypothese nicht falsifizieren.

Somit sind die getroffenen Annahmen, für das Entstehen oder ein Unterhalten der „Elektrosensibilität“ könnte eine besondere Sensitivität sensorischer Wahrnehmungsprozesse verantwortlich sein, nicht wahrscheinlich. Die mit der Nullhypothese verbundene Annahme, dass ein innerpsychisches Geschehen auf die geäußerten Symptom verschoben worden ist und subjektiv als „Elektrosensibilität“ erfahren wird, würde durch die Datenlage eher gestützt werden.

Insgesamt lässt sich eine reaktive Empfindlichkeit auf elektromagnetische Felder, die für eine „Elektrosensibilität“ sprechen würde, nicht mit den vorliegenden Daten objektivieren. Das Ergebnis kann „Elektrosensibilität“ als Reaktion auf eine physikalische Einwirkung zwar nicht bestätigen, aber es geht mit den in der Literatur beschriebenen Befunden konform, die bei RÖÖSLI (2005, 2008), SEITZ et al. (2005), RUBIN et al. (2005), COOK et al. (2006), IRVINE (2005) kritisch diskutiert werden oder es sich aus der Einschätzung des Deutschen Forschungsprogramms zum Mobilfunk und zur „Elektrosensibilität“ ergaben [118], [119], [142].

Eine weitere Analyse für die zur Person erhobenen Merkmale bleibt deshalb nur auf die Unterschiede zwischen den Stichproben ausgerichtet und sucht nach Merkmalskonfigurationen, in denen sich „elektrosensible“ Personen von nicht betroffenen Personen unterscheiden könnten.

6 Der Vergleich der Stichproben in Bezug zu den Merkmalen erhobener Kovariablen

Zur individuellen Charakteristik einer elektromagnetischen Hypersensibilität sind Merkmale der Person erhoben worden, um die Ausprägung in Bezug zum Beschwerdebild – entsprechend der hypothetischen Vermutungen – zu untersuchen. Die Merkmalerhebung soll Informationen zu folgenden Bereichen geben:

- Die Beschwerdesituation, wie sie durch das Erleben psychischer und körperlicher Symptome im Zeitraum der zurückliegenden 3 bis 4 Wochen bestimmt war,
- Merkmale individueller Fähigkeiten für differenzierte Wahrnehmungsleistungen,
- Merkmale für eine psychonerval veranlagte Disposition, die sich bei einer Person in ihrer Bevorzugung typischer Verhaltensmuster widerspiegeln würde,
- Merkmale, die im Zusammenhang mit einer individuell erhöhten Belastung und eines damit verbundenen reaktiven Stressempfindens stehen.

6.1 Erhebungen zum allgemeinen körperlichen und psychischen Befinden der Probanden

Neben der Erfassung von Beschwerden, die aus der Sicht der Betroffenen ihre Überempfindlichkeit gegenüber Feldern repräsentierten (siehe Kap. 4.3), wurden des Weiteren Befragungsinstrumente eingesetzt, die Auskunft zum allgemeinen psychischen und körperlichen Wohlbefindens sowie zu Gesundheitsstörungen geben sollten.

6.1.1 Merkmale zur Erfassung des Selbstkonzeptes (Skala AE des BVND)

Das „Berliner Verfahren zur Neurosendiagnostik (BVND)“ von HÄNSGEN (1991) bildet in der Skala AE (allgemeine Eigenschaften der Person) den Bereich der Selbstsicherheit ab. Die Skala setzt sich aus Items zusammen, die zum einen die emotionale Intensität und das erlebte Wertefühlen beschreiben und zum anderen Verhaltensmerkmale betreffen, die bestimmend sind für die Aktivität, die Art und das Ausmaß in der Auseinandersetzung mit der Umwelt sowie die Art und Weise kognitiver und sozialer Beweglichkeit. Dieses Screening zur Erfassung von Selbstsicherheit und Aktivität gibt Informationen über die gegenwärtige Stabilität bzw. Störbarkeit innerhalb der Persönlichkeitsstruktur.

Die für die Skala AE konzipierten 12 Aussagen sind von der Person in Bezug zur gegenwärtigen Lebenssituation zu bewerten und auf einer 6-stufigen Rating-Skala zwischen „trifft nicht zu“ bis „trifft genau zu“ ein Ranking vorzunehmen.

Da die Werte für die Normierungsstichprobe des BVND vor 1990 bestimmt wurden, werden zum Vergleich nur die Rohpunktwerte herangezogen. HÄNSGEN gibt für

Frauen eine Spanne des Punktwerts innerhalb des 2-Sigabereichs von 16 bis 36 und für Männer eine von 14 bis 31 Punkten an. Ein hoher Punktwert könnte einen Mangel an Wertschätzung sich selbst gegenüber anzeigen oder dies befürchten lassen, ein zu niedriger Punktwert würde dahin tendieren, dass die eigene Persönlichkeit überschätzt werden könnte.

Die Abbildung 6.1 zeigt die Spanne der erreichten Punktwerte auf der Skala Selbstwert (AE) des BVND für alle Teilstichproben der Kontrollgruppe und für die Stichprobe der „elektrosensiblen“ Personen.

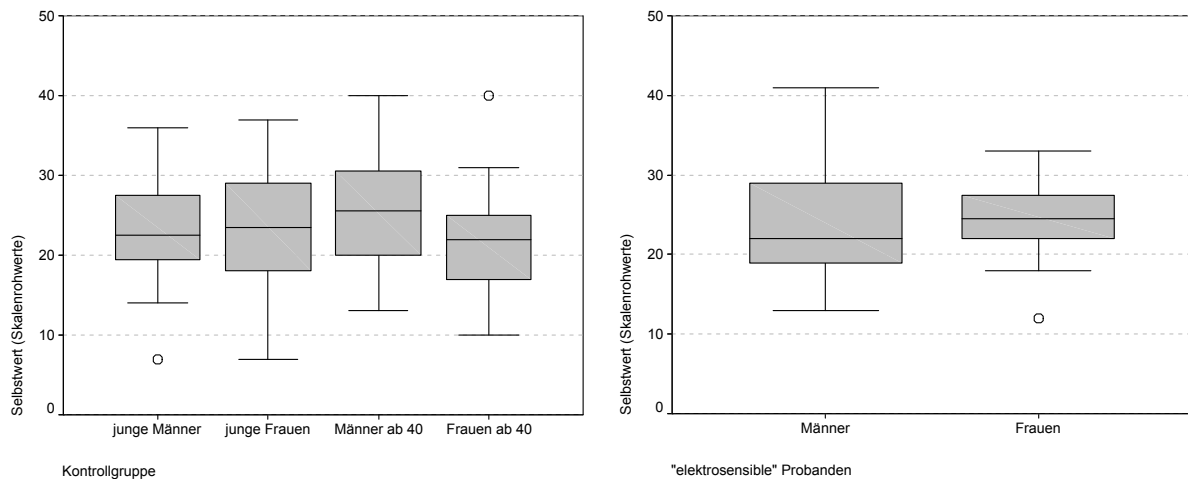


Abb. 6.1 Vergleich der Punktwerte auf der Skala Selbstsicherheit (AE) des BVND in der Kontrollgruppe und bei den „elektrosensiblen“ Personen (75-%-Quartil)

Die Homogenitätsprüfung mittels χ^2 -Test ergab in der Verteilung der Skalenwerte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben. Während sich die älteren Frauen in der Kontrollgruppe „selbstbewusster“ gegenüber den altersgleichen Männern abzuheben schienen, ergab sich bei den „elektrosensiblen“ Männern und Frauen in der Verteilung der Skalenwerte nur eine größere Spannweite, wobei im Mittel der erlebte Selbstwert jedoch mit dem der Personen aus der Kontrollgruppe vergleichbar war.

6.1.2 Erfassung depressiver Tendenzen sowie Wesenszüge phobischer oder schizoider Persönlichkeitsmerkmale

Um die Vielgestaltigkeit, die einer „Elektrosensibilität“ zu Grunde liegen kann, zu hinterfragen, wurde auch geprüft, ob die Möglichkeit für eine depressive Reaktionsbindung oder aber die Wahrscheinlichkeit einer psychischen Erkrankung auf Grund psychotischer Wesensveränderungen mit gegeben sein könnte.

- **Allgemeine Depressionsskala (ADS) von HAUTZINGER & BAILER (1993)**

Die Allgemeine Depressionsskala (ADS) ist ein Selbstbeurteilungsinstrument, das für den Einsatz an nicht-klinischen Stichproben entwickelt wurde. Gefragt wird nach dem Vorhandensein und der Dauer von Beeinträchtigungen durch depressiv gestimmte Affekte⁴², körperlicher Beschwerden, motorischer Hemmungen oder negativer Denkmuster. Zur Beurteilung der Häufigkeit für das Auftreten solcher Symptome wurde die Kurzform der Skala mit nur 15 Items eingesetzt, die eine 4-stufige Rating-Skala zur Angabe der subjektiven Ausprägung jedes Merkmals vorgibt.

Die Abbildung 6.2 zeigt die Ausprägung eines depressiv gestimmten Erlebens bei den Männern und Frauen der Kontrollgruppe und bei den „elektrosensiblen“ Personen. HAUTZINGER u. BAILER (1993) geben einen mittleren Summenpunktwert von 9,88 für die männliche Bevölkerung und von 11,74 für die weibliche Bevölkerung an, wobei Jüngere allgemein eine höhere Depressivität mitteilen würden als Personen im mittleren Alter.

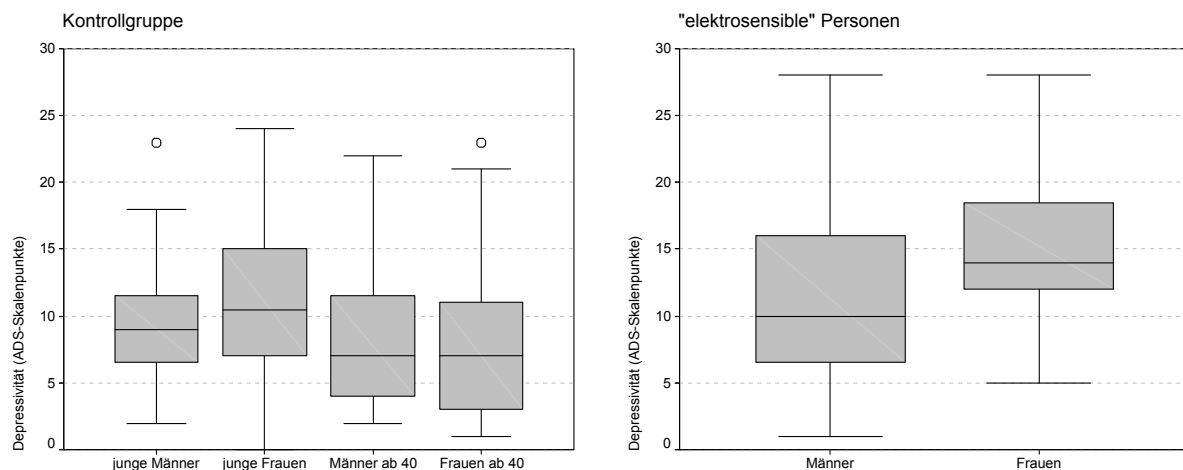


Abb. 6.2 Mittlere Ausprägung von Depressivität in der ADS-Skala bei den Männern und Frauen der Kontrollgruppe sowie bei „elektrosensiblen“ Personen

⁴² Depressive Störungen zeigen sich sehr heterogen

- in emotionalen Symptomen, wie Gefühlen von Niedergeschlagenheit, Trauer, Hilflosigkeit, Angst oder Lustlosigkeit,
- in motivationalen Symptomen, wie Vermeidung, Antriebslosigkeit, Rückzug, Misserfolgsorientierung, Interessenverlust,
- in kognitiven Symptomen, wie Konzentrationsstörungen, Grübeln, Rigidität, Schuld, Pessimismus oder Selbstabwertung,
- in somatischen Symptomen, wie Unruhe, Reizbarkeit, Schmerzen, Ermüdung, Schlafstörungen, Appetitlosigkeit, Gewichtsverlust, Libidostörungen, oder
- in motorischen Symptomen, wie Verlangsamung, Agitiertheit, Unruhe, reduzierte Mimik und Gestik, gebeugte Körperhaltung, Rückzug und ein gestörtes Bewegungsbedürfnis.

In der Kontrollgruppe fanden sich für die ADS-Skalenpunkte ähnliche Verteilungen bei den Männern und Frauen wieder, wie sie auch von den Autoren für die allgemeine Bevölkerung beschrieben sind. Für die jüngeren Frauen ergab sich im Mittel ein Summenwert von 11, wogegen er bei den älteren Frauen sogar nur bei 7,5 lag. Die jüngeren Männer erreichten auf der ADS-Skala im Mittel einen Punktwert von 9, bei den älteren Männern lag er im Mittel ebenfalls nur bei 7,5.

Bei den „elektrosensiblen“ Personen wurden im Allgemeinen höhere Punktwerte auf der ADS-Skala erreicht als in der Kontrollgruppe. Im Mittel schwankte der Punktwert bei den Frauen um 15, bei den Männern um 12 Punkte.

Im Unterschied zu den älteren Frauen der Kontrollgruppe gaben die „elektrosensiblen“ Frauen subjektiv eine höhere Depressivität an bzw. erlebten sich gegenüber der Bewältigung von Anforderungen des Alltags psychisch weniger ausgeglichen. Bei den „elektrosensiblen“ Männern fand sich dagegen zur Kontrollgruppe kein Unterschied. Innerhalb der Gruppe der „elektrosensiblen“ Probanden unterschieden sich jedoch Männer und Frauen hinsichtlich ihrer Punktzahl auf der Skala „Depressivität“ nicht signifikant voneinander. Hier erwies sich wohl die Heterogenität zwischen den „elektrosensiblen“ Personen in der Stichprobe als zu groß.

Die Abbildung 6.3 zeigt die Skalenpunkte zur allgemeinen Depressivität in Abhängigkeit vom Alter der Probanden in der Kontrollgruppe und bei den „elektrosensiblen“ Personen.

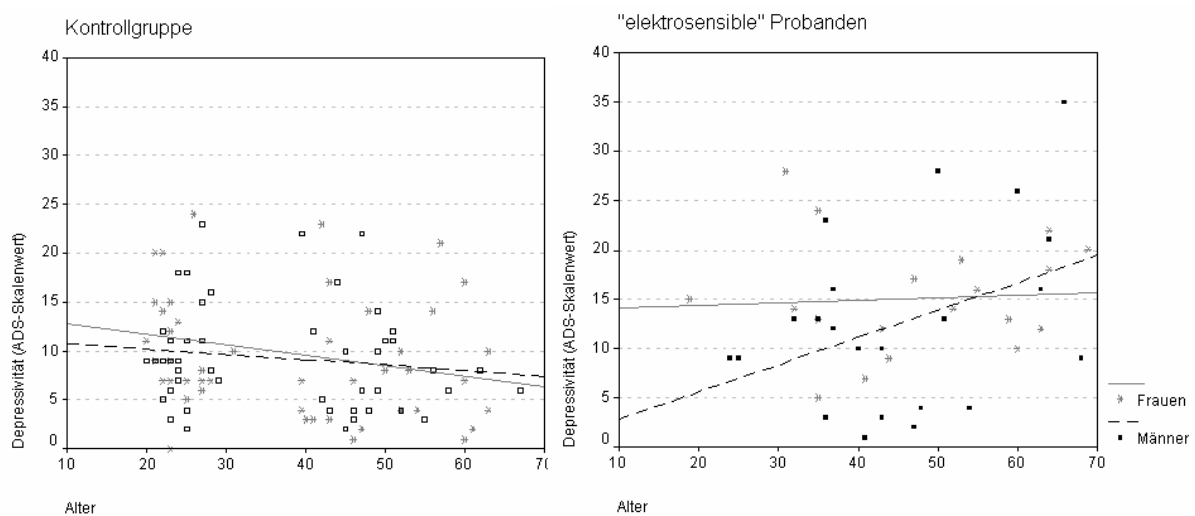


Abb. 6.3 Ausprägung eines depressiv gestimmten Erlebens bei Männern und Frauen in Abhängigkeit vom Alter (links in der Kontrollgruppe und rechts bei „elektrosensiblen“ Personen)

Eine signifikante Beziehung zwischen den ADS-Skalenpunkten und dem Alter ließ sich in den untersuchten Teilstichproben weder in der Kontrollgruppe noch unter den „Elektrosensiblen“ finden. Zwar schienen „elektrosensible“ Männer mit zunehmenden

dem Alter ausgeprägter⁴³ eine depressive Stimmung im Alltag zu erleben, aber die Größe der Stichprobe lässt eine gesicherte Annahme hier nicht zu.

- **Skala „Paranoides Denken“ aus der SCL-90-R Skala und „akzentuierte Persönlichkeitsmerkmale“ aus dem BVND**

Zur Erfassung von Auffälligkeiten, die auf eine gestörte Wahrnehmung im Selbsterleben und in der Beurteilung des Verhaltens anderer hinweisen können, ist aus der Symptom-Checkliste von DEROGATIS (SCL-90-R) – in der deutschen Bearbeitung von FRANKE (1995) – die Skala „Paranoides Denken“ einbezogen worden. Nach dem Antwortschema der ADS wird gefragt, wie oft die sechs genannten Aussagen in den letzten 3 bis 4 Wochen zuträfen.

Paranoides Denken würde sich in Befürchtungen widerspiegeln, dass man sich – real oder unreal – bedroht fühle. Hingegen würde sich in schizoide Wesenszügen eine Befremdung gegenüber sich selbst oder der Welt ausdrücken. Paranoides Denken und schizoide Wesensveränderung müssen bei entsprechender Ausprägung ggf. auch zum Ausschluss von Probanden führen, da Extreme einer akzentuierten Persönlichkeitsstruktur das Bild einer „Elektrosensibilität“ auf eine andere diagnostische Ebene verlagern.

Aus der Skala „akzentuierte Persönlichkeitsmerkmale“ des Berliner Verfahrens für Neurosdiagnostik (BVND von HÄNSGEN, 1991) wurden fünf Items für die Messung diagnostisch relevanter schizoider Wesensveränderungen ausgewählt und mit dem Antwortschema, das dem der ADS entspricht, unterlegt.

Die Abbildung 6.4 zeigt auf der Skala „Paranoides Denken“ und „Schizoide Wesenszüge“ die Ausprägungen für die vier Teilstichproben der Kontrollgruppe und für die „elektrosensiblen“ Personen. Wie aus der Abbildung 6.4 hervor geht, unterschieden sich die untersuchten Stichproben insgesamt jedoch nur unwesentlich voneinander.

Dass sich „elektrosensible“ Personen häufiger von ihrer Umwelt unverstanden erleben, dürfte sich hier in einer etwas höheren Punkteverteilung auf der Skala „Paranoides Denken“ niedergeschlagen haben. Der Punktwert auf der Skala „Paranoides Denken“ korrelierte nicht mit dem Alter – jedoch mit einer Ausnahme: Für die „elektrosensiblen“ Männer stieg der Punktwert mit zunehmendem Alter an. Der Punktwert auf der Skala „Paranoides Denken“ korrelierte aber mit dem Punktwert der ADS, der für eine depressive Gestimmtheit steht.

⁴³ Der Regressionskoeffizient beträgt 0,389 und erklärt nur ca. 15 % der Varianz, die vom Alter bedingt ist. Mit einer Wahrscheinlichkeit von $p = 0,067$ (zweiseitig) wird keine Signifikanz ausgewiesen.

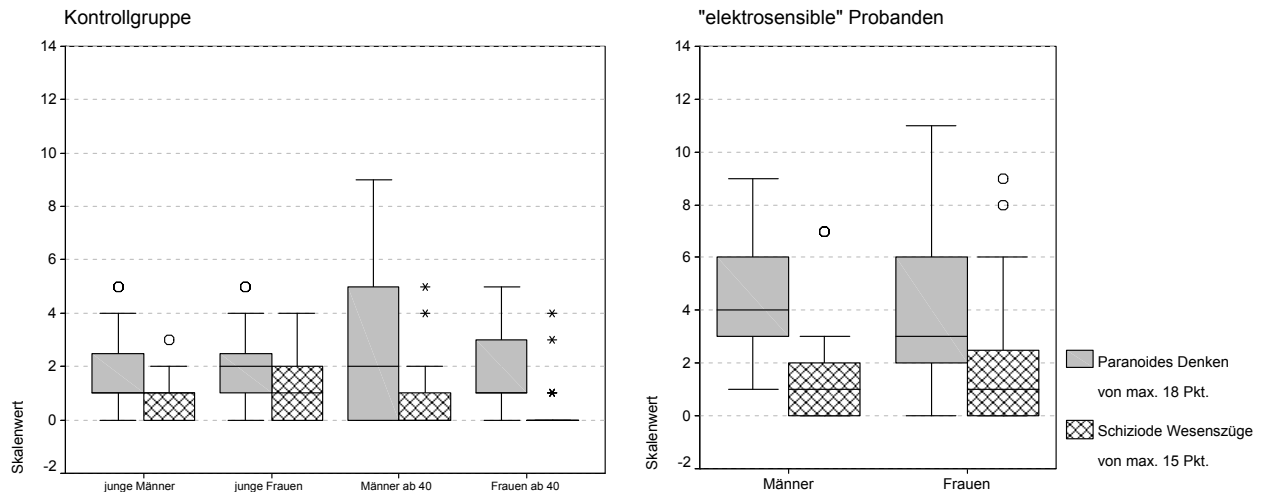


Abb. 6.4 Mittlere Häufigkeit zu Angaben für paranoides Denken und schizoide Wesensmerkmale bei den Personen der Kontrollgruppe und „elektrosensiblen“ Personen

Schizoide Wesensmerkmale wurden nur selten an- bzw. zugegeben. Auch hier fand sich – mit einer Ausnahme – keine alterabhängige Häufung dieser Symptome. Hier sind es eher die „elektrosensiblen“ Frauen, die mit zunehmendem Alter häufiger auch für sie befremdlich erlebte Befindlichkeiten einklagten.

Während bei den Frauen die Angabe schizoid ähnlicher Symptome nicht mit depressiven oder paranoiden Symptomen vergesellschaftet war, sprachen Männer im Zusammenhang mit paranoid ähnlichen Symptomen auch häufiger Symptome depressiven Erlebens an.

Die Häufigkeit von Angaben zu paranoiden Befürchtungen und schizoiden Befremdens unterschied sich bei den „elektrosensiblen“ Männern nicht signifikant von den Angaben der älteren Männer aus der Kontrollgruppe. Aber im Vergleich zu den älteren Frauen der Kontrollgruppe gaben die „elektrosensiblen“ Frauen signifikant häufiger Symptome für eine allgemeine Befürchtung an.

Innerhalb der Gruppe der „elektrosensiblen“ Probanden sind die Unterschiede zwischen Frauen und Männern jedoch statistisch nicht bedeutsam.

6.1.3 Beschwerdeliste zum Erfassen von körperlichen und psychischen Symptomen

- **Allgemeine Beschwerdeliste**

Mit Hilfe einer allgemeinen Beschwerdeliste wurden Beschwerden, die für die Person in den letzten 3 bis 4 Wochen für ein eingeschränktes Allgemeinbefinden kennzeichnend waren, dichotom erfasst. Die insgesamt 100 Items der Beschwerdeliste waren dem BEB von KASIELKE u. HÄNSGEN (1982) und dem BFB von HÖCK u. HESS (1981) zur Beurteilung einer funktionellen Symptomatik entlehnt.

Die Beschwerdeliste erfasste zum einen Symptome, die nach der Lokalisationen ihres Auftretens konkreten Organsystemen zugeordnet werden. Diese Auflistung spezifisch körperlicher Symptome umfasste 66 Items. Weiterhin wurden 13 unspezifische Symptome aufgenommen, die typisch sind für vegetativ bedingte Störungen des Allgemeinbefindens. 21 Items betrafen psychisch bedingte Symptome, zum Teil mit phobischem Erlebenshintergrund. Die Bearbeitungszeit betrug ca. 5 – 10 min. insgesamt.

Die Anzahl körperlicher, vegetativer und psychischer Symptome kann dabei mehr oder weniger mit einer psychosomatisch oder funktionell erlebten Beschwerdesituation korrelieren, wobei eine multiple Häufung von Symptomen aus verschiedenen Organbereichen eher auf eine innerpsychische Störung aufmerksam macht. Frauen geben im Allgemeinen mehr Symptome für ihre Beschwerdesituation an als Männer.

Die Abbildung 6.5 zeigt die mittlere Anzahl der körperlichen, vegetativen und psychischen Gesundheitsstörungen, wie sie von den Personen der Kontrollgruppe und von „elektrosensiblen“ Personen rückblickend für einen Zeitraum von 4 Wochen benannt wurden.

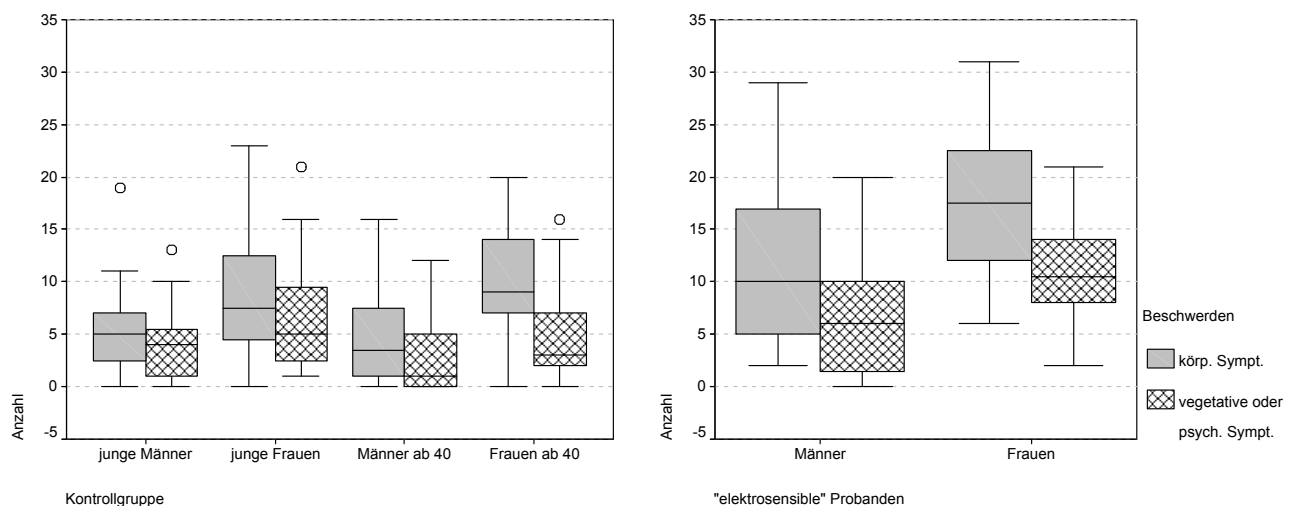


Abb. 6.5 Mittlere Anzahl der im zurückliegenden Zeitraum von ca. 4 Wochen angegebenen körperlichen sowie vegetativen oder psychischen Symptomen bei der Kontrollgruppe und den „elektrosensiblen“ Personen

In der Kontrollgruppe äußerten Frauen eine mittlere Anzahl von Beschwerden von bis zu 10 – 15 % der nachgefragten körperlichen und von bis zu 14 – 20 % der nachgefragten psychischen oder vegetativen Symptome. Bei den „elektrosensiblen“ Frauen lag dagegen der Anteil der nachgefragten körperlichen Beschwerden im Mittel bei 27 % und der vegetativer oder psychischer Symptome bei 35 %.

Bei den Männern der Kontrollgruppe lag der Anteil der erfragten körperlichen Symptome im Mittel bei 6 – 9 % und der erfragten vegetativen oder psychischen Beschwerden bei 7 – 11 %. Die „elektrosensiblen“ Männer gaben im Mittel 18 % aus der

Liste der aufgeführten körperlichen Symptome und 20 % der aufgelisteten vegetativen und psychischen Gesundheitsstörungen an.

Das bedeutet, dass die Beschwerdebhäufigkeit bei „elektrosensiblen“ Personen im Mittel insgesamt doppelt so hoch liegt wie in der Kontrollgruppe. Dies spräche auch für einen Symptomkomplex, wie er für funktionell bedingte oder psychosomatisch begleitete Gesundheitsstörungen zutreffen würde und worunter sich ein multikausales Geschehen verbergen könnte.

Prüft man, welche Beschwerden vorrangig bei den untersuchten Stichproben hervortreten, dann zeigte sich – wie in Abbildung 6.6 dargestellt –, dass die „elektrosensiblen“ Personen ihre Symptome gleichzeitig sehr verschiedenen Organsystemen zuordneten, wobei aber die Anzahl vegetativer Störungen dominierte. Gegenüber der Kontrollgruppe zeigte sich das Beschwerdebild deutlich multifaktoriell und war eher auf die körperliche Ebene verschoben. Die „elektrosensiblen“ Männer unterschieden sich zwar in der Anzahl ihrer Beschwerden von den „elektrosensiblen“ Frauen – wie in der Kontrollgruppe auch –, aber die Symptommhäufungen bzgl. der Organsysteme waren sich ähnlich.

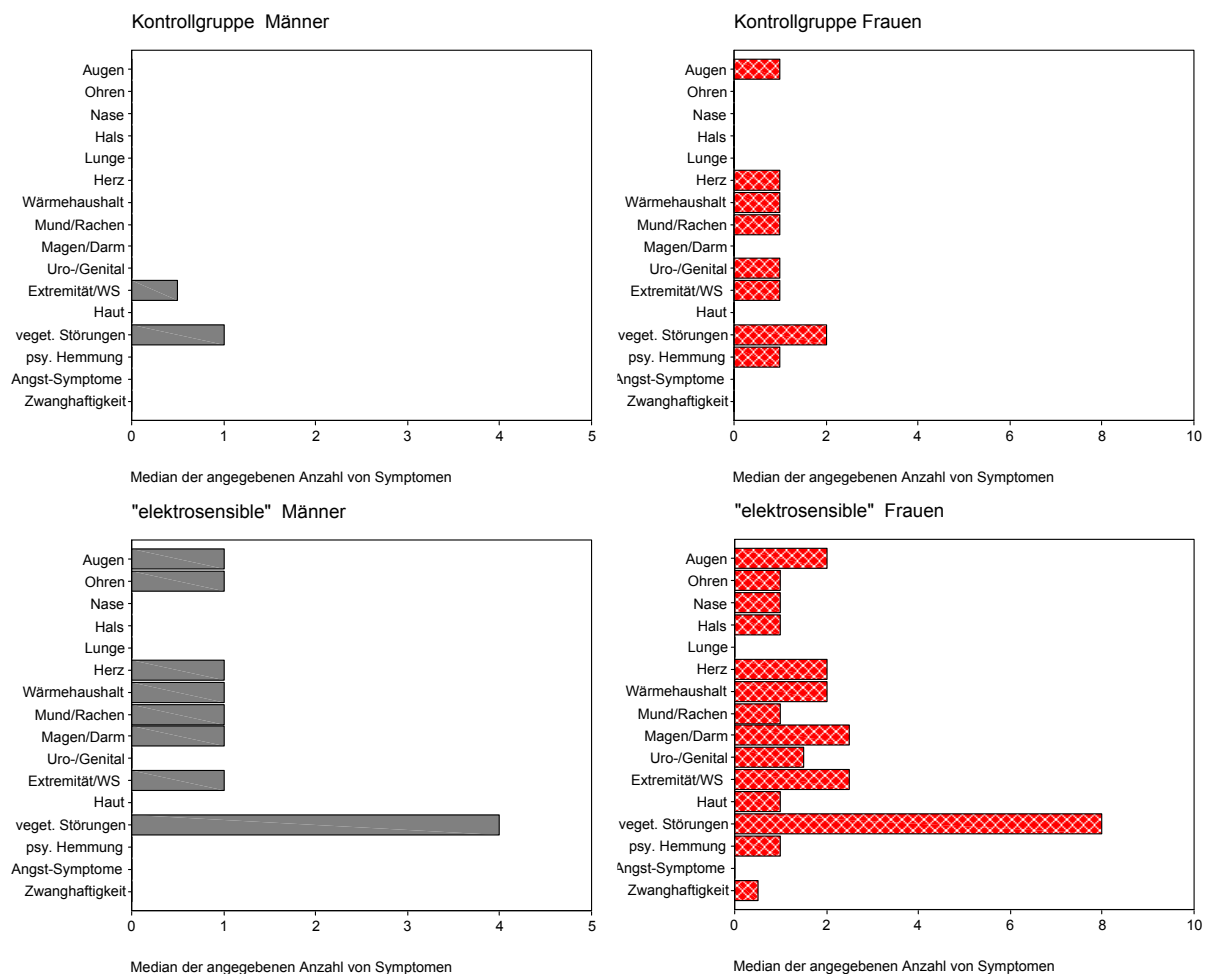


Abb. 6.6 Verteilung der Beschwerdebhäufigkeiten auf die Symptombereiche in der Beschwerdeliste im Vergleich zwischen Männern und Frauen aus den beiden Untersuchungsstichproben

Die höhere Beschwerdebhäufigkeit bei den „elektrosensiblen“ Probanden würde erwarten lassen, dass sich auch im Selbstwertempfinden die erlebten Einbußen im Befinden widerspiegeln müssten (Abb. 6.7). Bei den Frauen korrelierte der Punktwert auf der Skala Selbstsicherheit (AE) mit der Häufung vegetativer und psychischer Symptome bzw. mit der Häufung körperlicher Symptome deutlicher als bei den Männern. Aber nur die Häufung vegetativer und psychischer Beschwerden beeinflusste das Selbstwelterleben signifikant. Sowohl die Frauen aus der Kontrollgruppe als auch die „elektrosensiblen“ Frauen fühlten sich dann auch in ihrem Selbstwert eingeschränkt. Ebenfalls eine signifikante Beziehung zwischen einer hohen Anzahl psychovegetativer Symptome und einem erlebten Selbstwertdefizit gab es bei den „elektrosensiblen“ Männern. Dagegen spiegelte sich ihre körperliche Symptomatik im Selbstwelterleben nicht signifikant wider.

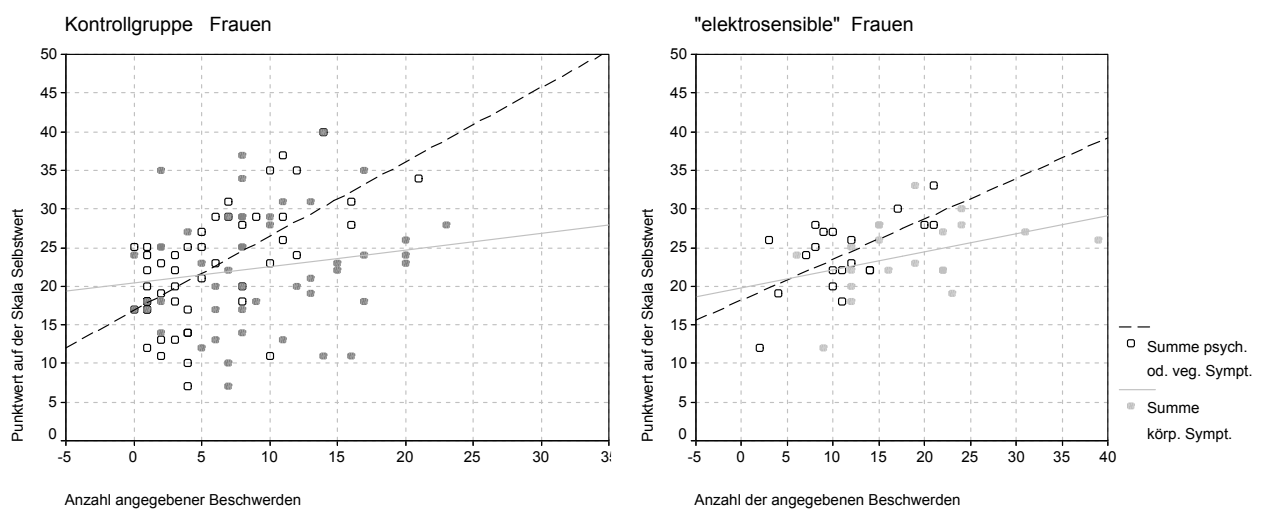


Abb. 6.7 Vergleich von Beschwerdebhäufigkeiten für vegetativ psychische sowie körperliche Symptome mit dem Punktwert auf der Skala Selbstsicherheit des BVND für die Frauen der beiden Untersuchungsstichproben

Nach HÄNSGEN wäre bei einem allgemein erhöhten Beschwerdeniveau mit deutlichen Abweichungen im Selbstwelterleben nicht „nur“ mit einer episodisch auftretenden Gesundheitsstörung zu rechnen sondern durchaus auch mit einer sich verbergenden manifesteren Neurose. Jedoch fanden sich bei den Probanden in den untersuchten Stichproben i. d. R. keine derart markanten Abweichungen im Selbstwelterleben, die diesen Bezug rechtfertigen würden.

- **c.v.I.-Skala**

Mit der c.I.-Skala von WEIDENHAMMER und FISCHER (1987) stand ein Selbstbeurteilungsinstrument zur Erfassung von Störungen der Aufmerksamkeit und Belastbarkeit zur Verfügung, wie sie u. a. für eine cerebrovaskuläre Insuffizienz kennzeichnend wären. Dazu waren 38 Zustandsbeschreibungen mit „Ja“ oder „Nein“ zu beantworten. Die Autoren halten eine Häufung von mehr als 20 Auffälligkeiten für eine beginnende, cerebrovaskuläre Insuffizienz bzw. Hirnleistungsschwäche diagnostisch für relevant.

In der Kontrollgruppe lag die angegebene Zahl erlebter Aufmerksamkeitsstörungen im Mittel bei 7 – 8 Auffälligkeiten, mit Ausnahme der studierenden jungen Frauen, die im Mittel 10 Symptome angaben.

„Elektrosensible“ Personen gaben im Mittel 13 Symptome an, wobei 20 % der Stichprobe sogar Werte um 20 oder darüber erreichten (vergl. Abb. 6.8).

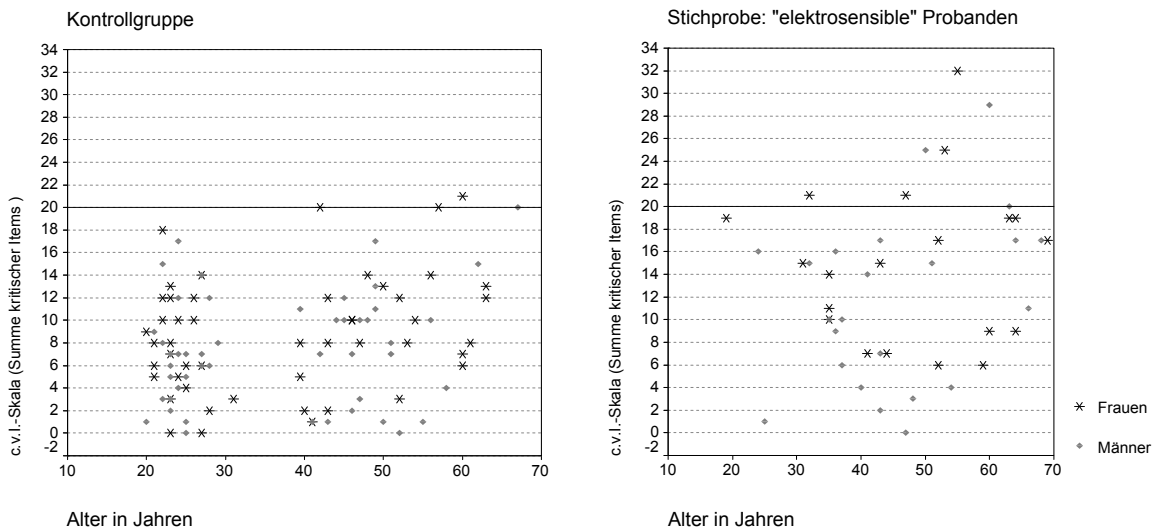


Abb. 6.8 Verteilung der c.v.I.-Skalenwerte in der Kontrollgruppe und in der Stichprobe der „elektrosensiblen“ Personen in Abhängigkeit vom Alter der Probanden

Geht man der Frage nach, wie hoch der Zusammenhang dieser c.v.I.-geleiteten Symptome mit anderen psychischen Beschwerden ist, so zeigt sich folgendes Bild (Abbildung 6.9). Der Punktwert der c.v.I.-Skala wurde hier mit dem Punktwert auf der Depressionsskala sowie mit der Summe vegetativer oder psychischer Symptome aus der Beschwerdeliste in Beziehung gesetzt. In den untersuchten Stichproben sind jeweils Männer und Frauen getrennt voneinander verglichen worden.

Sowohl bei den Probanden in der Kontrollgruppe als auch bei den „elektrosensiblen“ Männern und Frauen bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl c.v.I.-geleiteter Symptome und dem Umfang von psychisch oder vegetativ erlebten Beeinträchtigungen.

Anders verhielt es sich mit dem Erleben von Depressivität in Relation zu den angegebenen vegetativen oder psychischen Beschwerden. Hier ergab sich bei Männern und Frauen ein unterschiedliches Bild.

Bei den Männern in der Kontrollgruppe fand sich keine statistisch signifikante Häufung von Aufmerksamkeits- oder Belastungsstörungen mit depressiven Symptomen. Im Gegensatz dazu korrelierte aber bei den Männern, die über eine „Elektrosensibilität“ klagen, die Anzahl c.v.I.-geleiteter Symptome mit den Punkten auf der Depressivitätsskala signifikant.

Bei den „elektrosensiblen“ Frauen war dagegen die Anzahl c.v.I.-geleiteter Störungen – im Gegensatz zu denen bei den Frauen der Kontrollgruppe oder im Vergleich zu denen bei den „elektrosensiblen“ Männern – nicht mit der Zahl depressiver Störungen vergesellschaftet.

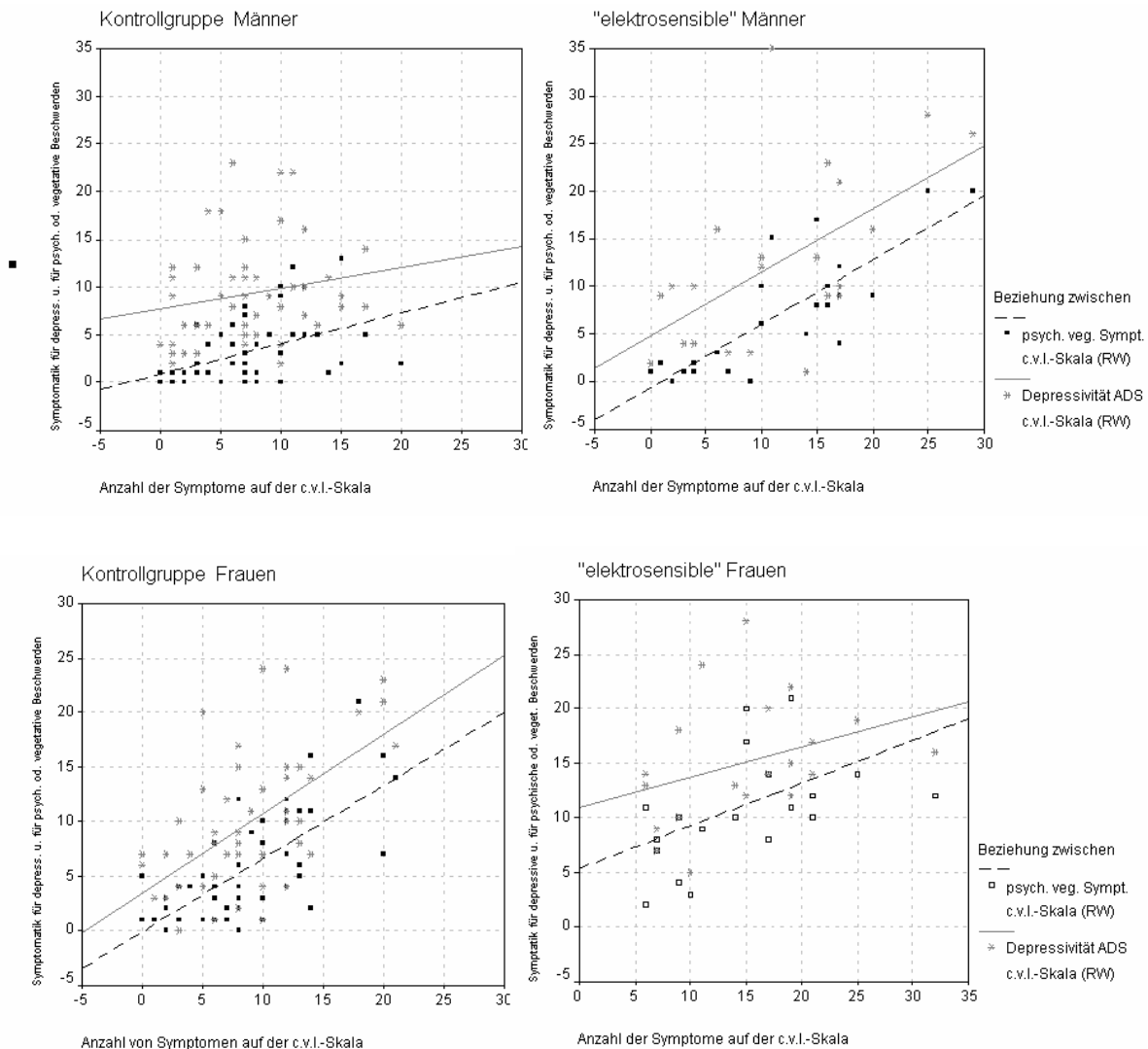


Abb. 6.9 Zusammenhang zwischen einer Häufung von c.v.I.-geleiteten Symptomen mit psychischen oder vegetativen Gesundheitsstörungen bzw. mit Depressivität im Vergleich bei Männern und Frauen in beiden Untersuchungsstichproben

Offensichtlich werden psychisch sehr unterschiedliche Inhalte im Erleben von Depressivität bei Frauen und Männern widerspiegelt. Im Zusammenhang mit „Elektrosensibilität“ könnte sich im Gefühl für Depressivität für die Männer stärker die eigene Machtlosigkeit gegenüber einer wenig fassbaren Realität, auf die man seinen Einfluss nicht ausweiten kann, widerspiegeln als das für die Frauen gelten würde. Depressivität könnte bei Männern ein Indiz dafür sein, dass sie Einschränkungen in der Beeinflussbarkeit ihres Umfeldes u. U. mit einer Bedrohung ihres Selbstwertes in Beziehung setzen. Hinsichtlich der Funktionalität für einen Leidensdruck könnte dann

„Elektrosensibilität“ sogar helfen, den Selbstwert zu stabilisieren, weil damit auf die Kontrolle der Umgebung wieder verstärkt Einfluss genommen würde.

6.2 Zur Erfassung anlagebedingter Wesensmerkmale der Person

Indem das Nervensystem selbst elektrische Spannungen aufbaut und bioelektrische Ströme leitet, bildet es auch ein schwaches elektrisches und magnetisches Feld aus. Die Annahme, dass diese Tatsache eine „Elektrosensibilität“ mit begründen könnte, war zu untersuchen. Es wird gefragt, ob sich in der psychonervalen Disposition zur Person ein Anhalt finden ließe, der sich von den nicht belasteten Kontrollpersonen unterscheidet und die Symptomatik einer „Elektrosensibilität“ erhellen könnte.

6.2.1 Zentralnervöse Reizverarbeitung – Typ des Reducers oder Augmenters

PETRIE (1967) beobachtete interindividuelle Unterschiede bei der sensorischen Verarbeitung externer Reize und machte dafür einen Kontrollmechanismus im ZNS verantwortlich, der eintreffende Reize offenbar abschwächen oder verstärken könne. Diese Eigenschaft sollte sich dann mit sehr verschiedenen Stimuli und bei unterschiedlichsten Erlebensqualitäten nachweisen lassen. Dies bewog PETRIE, das Konstrukt des *Reducing-Augmenting* als „*Theorie der Wahrnehmungsreaktanz*“ in die Persönlichkeitspsychologie einzuführen.

Augmenter seien weniger schmerztolerant und mehr um ihre Gesundheit besorgt. Auch könnten sie besser eine sensorische Deprivation aushalten. Ihr Verhaltensmuster wäre dem vergleichbar, das EYSENCK (1964) als „*introvertiert*“ beschrieben hatte.

Reducer würden dagegen eher als „*extravertiert*“ gelten. Sie würden Schmerzen besser aushalten können, für sie sei dagegen eine sensorische Deprivation das größere Problem. Sie bevorzugten dementsprechend eher ein risikobetontes („aufreizendes“) Leben. Im Vergleich zu den Augmentern kämen sie mit einer weniger langen Schlafdauer eher gut zurecht.

Nach der „*Theorie der Wahrnehmungsreaktanz*“ würden also jeweils die dem eigenen Typ entgegengesetzten Erlebensqualitäten bevorzugt werden, um die Wirkung des zentralnervösen Mechanismus kompensieren zu können: die Reducer suchten deshalb nach Stimulation, weil ihr Mechanismus die Reizenergie abschwäche, die Augmenter vermieden intensive Stimulationen, weil ihr Mechanismus diese „ungefiltert“ durchlassen würde.

SCHWERDTFEGGER (1999) untersuchte die Reducer-Augmenter-Dimension in Bezug zu verschiedenen, biologisch determinierten Eigenschaften des Temperaments. Er bestätigte die Meinung, dass Reducer eher zu den extravertierten Personen zählten, die ein „starkes Nervenkostüm“ hätten und eine höhere Risikobereitschaft aufwiesen. Im Vergleich zu den Augmentern sei dagegen ihre (Schutz-)Hemmung im ZNS eher gering ausgeprägt. Bei den Männern war Reducing stärker mit „antisozial-

lem Verhalten“ und „Psychotizismus“ assoziiert. Bei Frauen korrelierte das Reducing hingegen stärker mit „Extraversion“, „Aktivität“ und „Soziabilität“.

Die hier eingesetzte Reducer-Augmenter-Skala geht in der Bearbeitung von KLUCKEN (1998) auf VANDO zurück. VANDO (1974), der sich zeitgleich mit PETRIE mit dem Konstrukt des Reducing – Augmenting auseinandersetzte, entwickelte einen Fragebogen, um schmerztolerante von -intoleranten Personen trennen zu können⁴⁴. In der Reducer-Augmenter-Skala (RAS) werden 54 Paare aus gegensätzlich formulierten Situationen verglichen. Der Beurteiler soll seine Auswahl davon abhängig machen, was er lieber täte oder was für ihn gerade noch tolerierbar bzw. noch eher akzeptierbar wäre. Wählt die Person vermehrt die reizintensiven Situationen, so zählt sie nach VANDO zu den Reducern, weil sie offenbar für ihr Wohlbefinden eine stärkere Stimulation bevorzugen würde. Die Bearbeitungszeit beträgt dafür ca. 5 min.

Wie die Abbildung 6.10 zeigt, gaben die Personen mit zunehmendem Alter weniger reizintensive Situationen an. Trotzdem lässt sich eine Klassifizierung treffen zwischen Personen, die eine reizärmere Situation der reizintensiveren vorziehen würden (Augmenter), und Personen, die häufiger die reizintensiveren Situationen bevorzugten (Reducer). In der Tabelle 6.1 wurden die als Reducer oder Augmenter identifizierten Personen in den Stichproben geordnet.

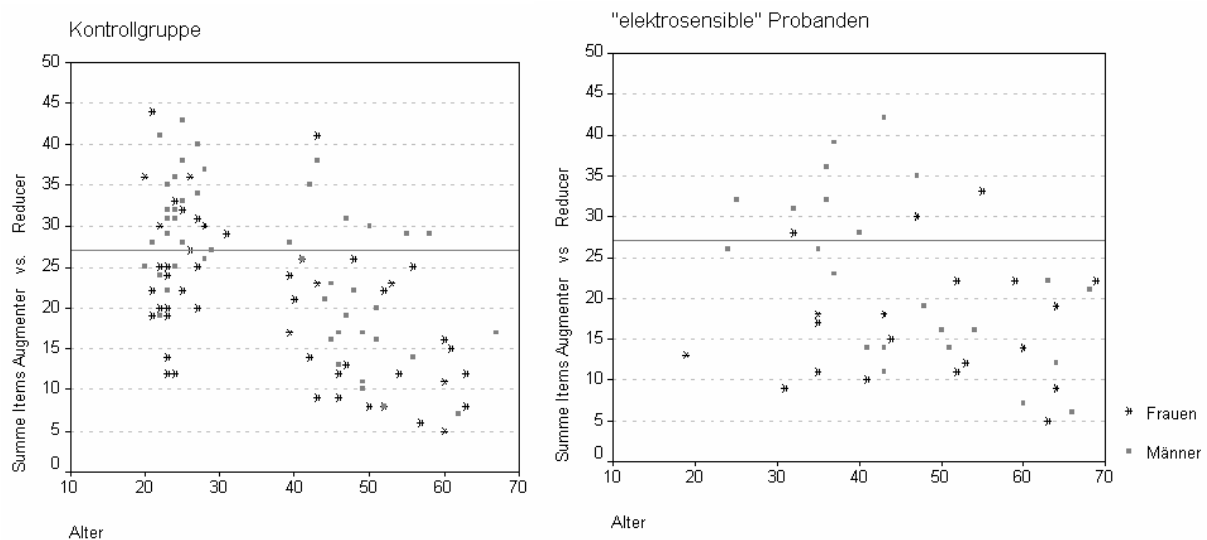


Abb. 6.10 Altersabhängiger Vergleich zwischen Frauen und Männern in beiden Untersuchungspopulationen hinsichtlich der Häufigkeit, eine reizintensive Situation (reducing) einer reizärmeren (augmenting) vorzuziehen

⁴⁴ Diesbezüglich erwies sich in nachfolgenden Untersuchungen von VANDO die Korrelation der RAS zur Schmerztoleranz mit $r = 0,84$ sehr hoch, während die Korrelation zur sozialen Erwünschtheit mit $r = -0,28$ eher niedrig ausfiel.

Tab. 6.1 Verteilung von Reducern und Augmentern in den Stichproben⁴⁵

| | Augmenter (RAS-Summe < 25) | | Reducer (RAS-Summe > 30) | |
|---|--------------------------------------|--------|------------------------------------|--------|
| | Männer | Frauen | Männer | Frauen |
| Kontrollgruppe (insgesamt) | 37,5 % | 57,0 % | 35,4 % | 20,4 % |
| „Elektrosensible“ (Gruppe I+ II) | 56,5 % | 85,0 % | 26,0 % | 1,0 % |

Männer bevorzugten – mehr als die Frauen – im Allgemeinen die reizintensiveren Situationen in der RAS. In der Kontrollgruppe war auf Grund dieser bevorzugten Wahlen ca. ein Drittel der Männer als Reducer identifiziert worden, während ein weiteres Drittel indifferent im Übergangsbereich zugeordnet war. Bei den Frauen war der größere Anteil deutlich zur Bevorzugung der weniger reizintensiveren Situationen hin verschoben, so dass ca. die Hälfte der weiblichen Kontrollpersonen den Augmentern zuzuordnen war, wobei auch hier wiederum die älteren Frauen am häufigsten vertreten waren.

Bei den „elektrosensiblen“ Personen überwogen bei beiden Geschlechtern deutlich die Personen, die den Augmenter zugeordnet sind. Dagegen wählten nur ein Viertel der Männer und nur wenige Frauen die überwiegend reizintensiveren Situationen in der RAS, die für die Eigenschaft des Reducing charakteristisch sind. Das könnte dafür sprechen, dass Personen, die angeben, an einer „Elektrosensibilität“ zu leiden, leichter psychonerval erregbar und eben auch eher durch Reizüberflutung erschöpfbar seien. Dabei wäre es allerdings für das In-Gang-Halten psychonervaler Erregungsmuster einerlei, ob Menschen objektiv unter einer chronischen Reizüberflutung, der sie sich nicht entziehen können, leiden würden oder ob sie zu stark die Kontrolle ihrer Umgebungsbedingungen beanspruchten und sich diese ihrer Kontrolle aber oft entzogen.

6.2.2 Screening temperamentsbezogener Verhaltensmerkmale in Bezug zur Persönlichkeitsdimension *Extraversion – Introversion*

Jeder individualtypischen Verhaltensweise liegt ein mehr oder weniger extravertiertes oder introvertiertes Persönlichkeitsmuster zu Grunde, das mit temperamentsbezogenen Verhaltensmerkmalen korreliert ist und eine Disposition zentralnervöser Erregungs- und Hemmungsprozesse darstellt (EYSENCK, 1971; STRELAU, 1984, 1999). Nach EYSENCK würde sich ein choleres oder sanguinisches Temperament durch ein eher extravertiertes Verhalten auszeichnen, während sich ein introvertiertes Verhalten mehr beim melancholischen oder phlegmatischen Temperament finden

⁴⁵ Bei 54 Paaren von Situationen ergibt sich eine Teilung von 27. Die Probanden, die zwischen 25 und 30 reizintensive Situationen gewählt hatten, wurden bei der Klassifizierung der Stichproben nicht mit berücksichtigt.

ließe. Gleichzeitig würde aber die cholerischen und melancholischen Typen auch eine größere Affektlabilität auszeichnen.

An Hand einer Liste alternativer und polarisierender Aussagen hatten wir die Personen gebeten, das sie in typischer Weise kennzeichnende Verhalten bzw. ihre Verhaltensgewohnheiten zu klassifizieren. Die Items sind in einer vorherigen Itemanalyse hinsichtlich Schwierigkeit und Trennschärfe geprüft worden, wovon 28 Aussagenpaare in die Liste aufgenommen worden sind. Die Summe der Antworten ergibt eine Punktzahl, die für ein mehr introvertiertes oder für ein mehr extravertiertes Verhaltensmuster steht, das mit den Eigenschaften des Temperaments einer Person korrelieren sollte.

Da sich die Person einer von zwei alternativ angebotenen Verhaltensbeschreibungen selbst zuordnete, kann sich das abgeleitete Persönlichkeitsmerkmal nur auf den phänotypischen Aspekt ihres Temperaments beziehen. Die ursprüngliche, zentralnervöse Disposition dürfte unter dem Einfluss von sozialen Lern- und Umweltbedingungen mehr oder weniger stark überformt sein.

Insgesamt ordneten Männer ihre Gewohnheiten oder typischen Verhaltensweisen häufiger den extravertiert ausgerichteten Beschreibungen zu, während Frauen sich häufiger durch introvertierte Verhaltensweisen charakterisierten (Abb. 6.11). In der Kontrollgruppe⁴⁶ fanden sich die typisch extrovertierten Gewohnheiten und Verhaltensweisen bei 54 % der Männer und nur bei 33 % der Frauen.

Unter den „elektrosensiblen“ Probanden betrug dagegen der Anteil der Männer, die ihre Gewohnheiten häufiger mit extravertierten Verhaltensweisen verglichen, nur 30 %. Bei den „elektrosensiblen“ Frauen beschrieben sich nur 25 % als extravertiert. Das entspricht anteilig auch dem der Frauen in der Kontrollgruppe.

Frauen ordneten ihre Gewohnheiten dagegen häufiger den introvertierten Verhaltensweisen zu. In der Kontrollgruppe waren das 45 % und bei den „elektrosensiblen“ Frauen lag der Anteil bei 55 %. Insgesamt unterschied sich aber der Anteil der Frauen, die eine „Elektrosensibilität“ angaben, nicht von dem in der Kontrollgruppe.

Bei den Männern, die ihre Gewohnheiten häufiger introvertierten Verhaltensweisen zuordneten, lag der Anteil in der Kontrollgruppe nur bei 19 %, aber der der „elektrosensiblen“ Männer bei ca. 30 %.

Dazu sind in der Tabelle 6.2 die prozentualen Häufigkeiten von Männern und Frauen in den Merkmalsverteilungen Augmenting/Reducing und Extraversion/Introversion für jede der Stichproben zusammengefasst.

⁴⁶ War die erreichte Punktzahl zwischen 13 bis 15, so blieb der Proband bei der Zuordnung unberücksichtigt.

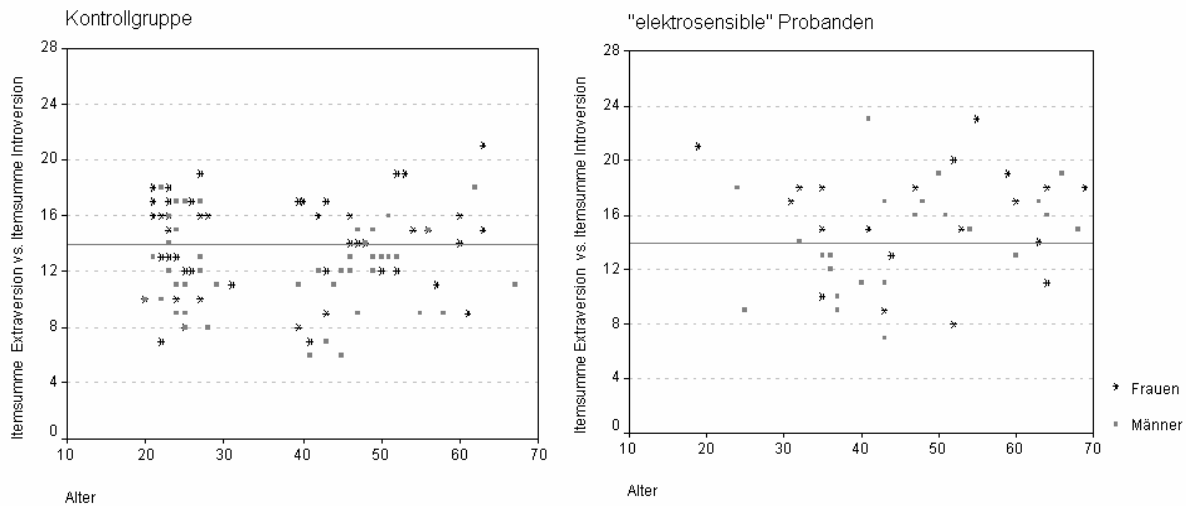


Abb. 6.11 Verteilung der Anteile extravertierter oder introvertierter Verhaltensweisen bei Männern und Frauen in den Stichproben

Mit der nachfolgenden Abbildung 6.12 wird versucht, die Eigenschaft des Reducing bzw. Augmenting zur Akzentuierung eines psychoneuralen Typs mit in die Differenzierung der Gruppen nach extra- und introvertierten Verhaltensmustern einzubeziehen.

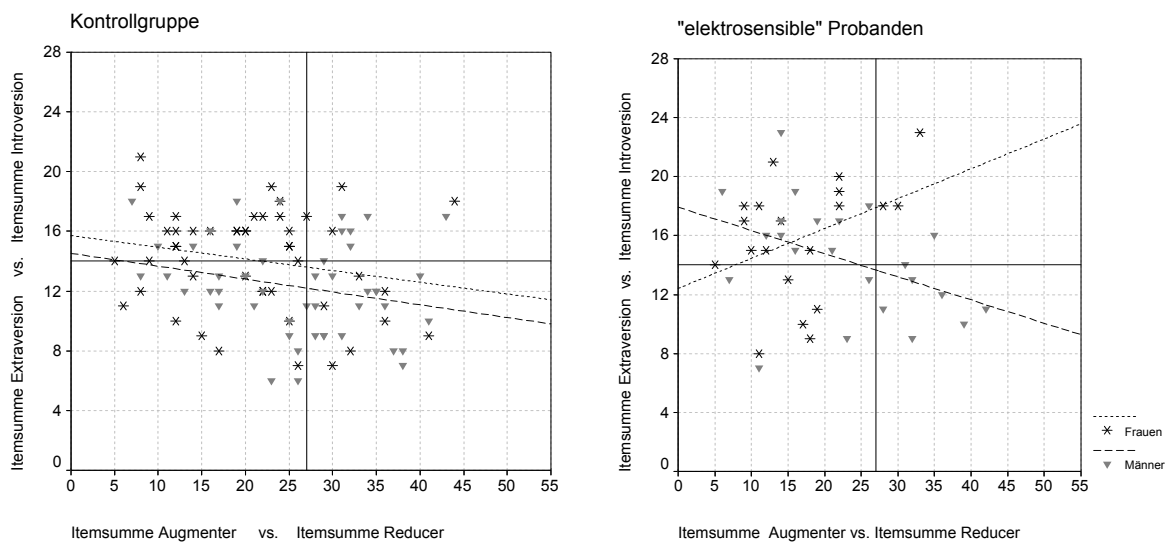


Abb. 6.12 Differenzierung zwischen der Selbsteinschätzung nach Merkmalen zum Introversions-/Extravertionsverhalten und der Wahlhäufigkeit für reizintensive Situationen für die Kontrollgruppe und für „elektrosensible“ Personen

Tab. 6.2 Prozentuale Verteilung zwischen den Merkmalskategorien Reducing/Augmenting und Introversion/Extraversion bei den Probanden der Kontrollgruppe (KG) und bei den „elektrosensiblen“ Personen (EHS).

| | Männer | | Frauen | |
|---------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
| | Augmenting | Reducing | Augmenting | Reducing |
| Introversion | 17 % (KG) | 14 % (KG) | 46 % (KG) | 8 % (KG) |
| | 50 % (EHS) | 5 % (EHS) | 58 % (EHS) | 16 % (EHS) |
| Extraversion | 36 % (KG) | 33 % (KG) | 28 % (KG) | 18 % (KG) |
| | 18 % (EHS) | 27 % (EHS) | 26 % (EHS) | 0 % (EHS) |

Wie aus der Abb. 6.12 und der Tabelle 6.2 hervorgeht, scheinen Extraversion und Introversion mit den Eigenschaften des Reducing oder Augmenting nicht korreliert zu sein. In der Kontrollgruppe ergab sich für die Verteilung ein χ^2 von 0,07 für die Männer und von 1,44 für die Frauen. Für die Elektrosensiblen ergab die Verteilung ein χ^2 von 0,02 für die Frauen und von 3,81 für die Männer. Diese Werte überschritten bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ nicht das Niveau für $\chi^2 = 3,84$ (FG = 1).

Unter den „Elektrosensiblen“ häuften sich aber solche Personen, die sich durch introvertiert ausgerichtete Verhaltensweisen und Gewohnheiten beschrieben, gleichzeitig aber auch weniger reizintensive Situationen wählen würden, was der Eigenschaft des Augmenting entspräche.

Ob sich für die „Elektrosensiblen“ ein Trend dahingehend abzeichnen könnte, dass sich die mehr introvertierten Männern auch häufiger als Augmenter als als Reducer darstellten, ist aus den Daten so nicht zu verallgemeinern, da es sich ja nur um wenige der Personen handelte, die sich trotz ihrer „Elektrosensibilität“ das Provokationsexperiment zugemutet hatten!

Es könnte ein Hinweis darauf sein, dass Menschen, deren Affekte leichter ansprechbar und eben auch eher erschöpfbar sind, leichter mit psychosomatischen Störungen reagierten, wie das oft auch bei „Elektrosensibilität“ erlebt wird, wenn keine Lösung zur Wiedererlangung des seelischen wie körperlichen Gleichgewichts gefunden wird. Äquivalent könnte das Wissen oder die Vermutung über elektromagnetische Felder, denen man sich in unserer hochtechnisierten Umwelt objektiv nicht entziehen kann, für unerwünschte Anforderungen oder negativ bewertete Situationen stehen. Solche innerpsychischen „Ursachen“ auf die Empfindlichkeit gegenüber EMF externalisieren zu können, würde funktionell einer Stressreduktion auch auf der sozialen Ebene entsprechen können.

6.2.3 Geschwindigkeit der repetitiven Handgelenk-Finger-Motorik

Für die Ermittlung der Geschwindigkeit für die repetitive Handgelenk-Finger-Motorik wurden die im Tapping⁴⁷ erreichten Anschläge gemessen. Dazu wurde die Person gebeten, über eine Zeitdauer von 30 sec. – so schnell sie nur irgend kann – mit einem Stift bzw. Griffel auf eine Metallplatte zu klopfen. Dabei wurden die Anschläge für beide 15-sec.-Intervalle getrennt gezählt (HAMSTER, 1980).

Kennzeichnend für einen solchen Bewegungsablauf ist, dass er von der Person selbst initiiert wird, also keine Reaktion auf äußere Stimuli darstellt. Ausgewertet wurde zum einen die Anzahl der Anschläge, über die sich die Frequenz für die repetitive motorische Handgelenk-Finger-Geschwindigkeit errechnen lässt. Zum anderen wurde über die Zahl der Anschläge im 2. im Verhältnis zum 1. Zeitintervall eine Maßzahl für die Erschöpfung der neuromuskulären Innervation bestimmt. Als Trennkriterium wird ein Verhältnis kleiner 0,9 definiert, um die Ermüdung widerspiegeln zu können, oder eine Summe von weniger als insgesamt 180 Anschlägen in 30 sec.⁴⁸.

Die Innervation des neuromuskulären Erregungsmusters sollte mit von der psychonervalen Disposition abhängen, so dass die repetitive Handgelenk-Finger-Motorik mit den Eigenschaften des Reducing und Augmenting sowie mit den das Temperament kennzeichnenden Eigenschaften von Introversion und Extraversion korreliert.

Die Abbildung 6.13 zeigt die motorische Finger-Handgelenkgeschwindigkeit in beiden Untersuchungsgruppen in Abhängigkeit vom Alter. Zusätzlich wurde der 1-Sigma-Bereich für die mittlere Tappingleistung angegeben, wie sie sich in der der Testkonstruktion zu Grunde liegenden Normierstichprobe (HAMSTER, 1980) ergab.

Die Regressionsgeraden zeigen für Frauen und Männer eine scheinbar altersabhängige Verlangsamung der erzielten Anschläge im Tapping. Die Regressionskoeffizienten waren aber weder bei den Frauen noch bei den Männern in den untersuchten Stichproben signifikant. Die Tappingleistung erweist sich folglich eher als ein personenspezifisches invariantes Merkmal.

In Abbildung 6.14 wurde die der Zahl der Anschläge beim Tapping mit der Kontinuität der Geschwindigkeit verglichen. Im Verhältnis des zweiten 15-sec.-Zeitintervalls zum ersten 15-sec.-Intervall bildet sich die Fähigkeit ab, die Geschwindigkeit für das Tapping mehr oder weniger kontinuierlich über die Zeitspanne von 30 sec. hinweg aufrecht zu erhalten. Bei einem Verhältnis der Anschläge unter 0,9 zeigte sich die Schwierigkeit, eine anfängliche Geschwindigkeit im Tempo durchzuhalten, bei einigen der Probanden sehr deutlich. Das traf sowohl bei Personen der Kontrollgruppe als auch bei den „elektrosensiblen“ Personen zu.

⁴⁷ Das Tapping ist ein Untertest der motorischen Leistungsserie im „Wiener Testsystem“. Das „Wiener Testsystem“ ist ein von der Fa. Dr. G. Schuhfried GmbH entwickeltes, computergestütztes Apparatesystem für die Darbietung von psychodiagnostischen Testmethoden und die Messung der Reaktionen.

⁴⁸ Das ist kleiner als der Wert der Leistung unterhalb des 2-Sigma-Bereichs, der sich für die Referenzstichprobe in der Testkonstruktion ergab.

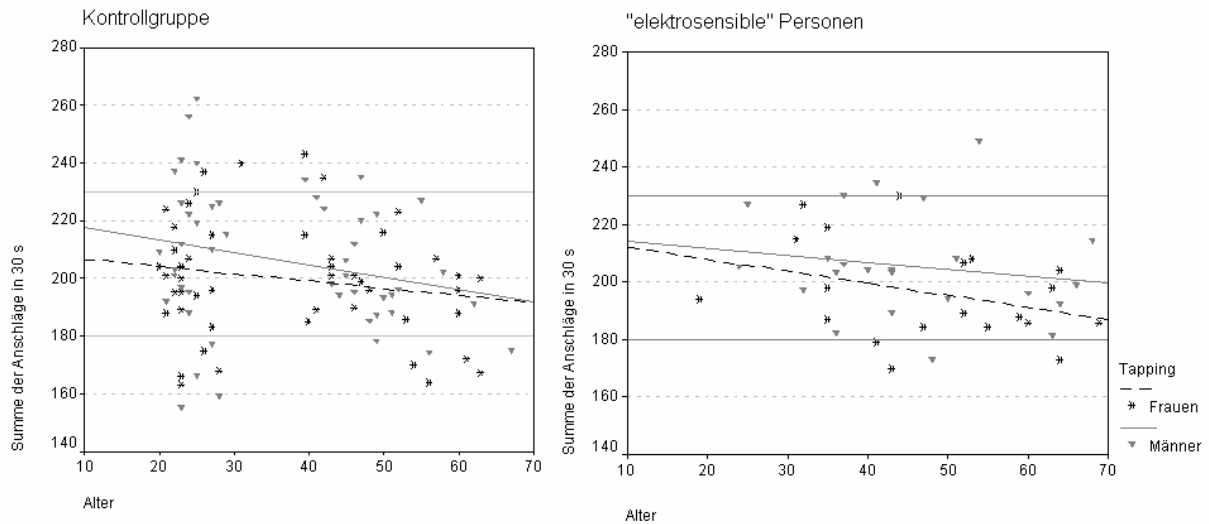


Abb. 6.13 Darstellung der in 30 s erreichten Tappingleistung in beiden Untersuchungsgruppen in Bezug zum Alter⁴⁹ der Personen

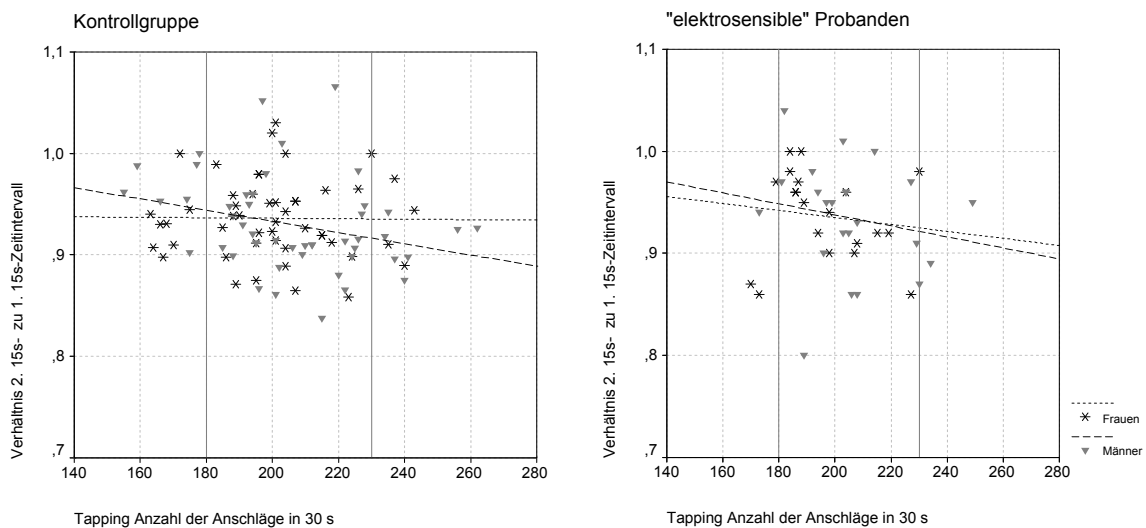


Abb. 6.14 Tappingleistung im Vergleich zur Summe der Anschläge in 30 s und der Verlangsamung der Handgeschwindigkeit im 2. Zeitintervall bei beiden Untersuchungsgruppen

In beiden Untersuchungsgruppen war durch die Regressionskoeffizienten für die Frauen und Männer nicht zu belegen, dass sich bei einer höheren Tappingfrequenz auch eine höhere Ermüdungstendenz im zweiten 15-sec.-Intervall ergeben würde.

⁴⁹ Herausgehoben ist der 1-Sigma-Bereich der der Testkonstruktion zu Grunde liegenden Normierungsstichprobe von HAMSTER (1980)

Die Erschöpfbarkeit im Tempo der repetitiven Finger-Hand-Geschwindigkeit soll zwischen der Kontrollgruppe und den „elektrosensiblen“ Personen näher untersucht werden. Dazu enthält die Tabelle 6.3 die Verteilung der Summe der Anschläge im Tapping in Bezug zum 1-Sigma-Bereich der Referenzstichprobe und im Vergleich zum Verhältnis, das sich aus der Summe des zweiten 15-sec.-Intervalls zum ersten ergab.

Tab. 6.3 Prozentuale Verteilung der Leistung in den Parametern Geschwindigkeit und Ermüdung bei der Tapping-Anforderung im Vergleich zwischen der Kontrollgruppe (KG) und den „elektrosensiblen“ Probanden (EHS)

| Tapping | repetitive Geschwindigkeit (Zahl der Anschläge in 2 x 15 sec.) | | |
|--|---|--|---|
| | hoch (d. h. den einfachen Streuungsbereich überschreitend) | durchschnittlich (d. h. Summe liegt im Streuungsbereich des MW) | „verlangsamt“ (d. h. den einfachen Streuungsbereich unterschreitend) |
| Verhältnis 2. zu 1. Zeitintervall | | | |
| Verhältnis um 1 bzw. > 1 (ausgeglichen) | 8,7 % (KG) 4,9 % (EHS) | 53,3 % (KG) 63,4 % (EHS) | 15,2 % (KG) 4,9 % (EHS) |
| Verhältnis <= 0,9 (angezeigte Ermüdbarkeit) | 4,3 % (KG) 4,9 % (EHS) | 17,4 % (KG) 17,1 % (EHS) | 1,0 % (KG) 4,9 % (EHS) |

Auch in der Kategorisierung, wie sie die Tabelle 6.3 darstellt, ist die Verteilung der motorischen Finger-Hand-Geschwindigkeiten beim Tapping in beiden Stichproben gleich. Eine rasch zunehmende Tempoverlangsamung fand sich unter den „Elektrosensiblen“ nicht häufiger als unter den Personen der Kontrollgruppe und die Verteilung der Tappingleistung entsprechend der erzielten Anschläge fiel auch nicht schlechter aus als in der Kontrollgruppe, in der die Tappingfrequenz sogar viel häufiger unterdurchschnittlich geblieben war. „Elektrosensible“ Personen reagierten im Tapping insgesamt eher harmonischer und behielten ihr Tempo besser bei als die Personen der Kontrollgruppe.

Um den dispositionell bedingten Aspekt für die motorische repetitive Finger-Hand-Geschwindigkeit zu überprüfen, wurden die Personen nach den Merkmalsdimensionen Introversion – Extraversion und Reducing – Augmenting in Bezug zu ihrer Tappingleistung unterschieden. Tab. 6.4 gibt dazu einen Überblick, wie sich die Merkmale in beiden Stichproben verteilen. In dieser Kategorisierung wurde mittels χ^2 -Test gefragt, ob sich die Männer und Frauen der Kontrollgruppe und die „elektrosensiblen“ Personen auf Grund ihrer Zuordnungen zu den Merkmalsdimensionen im Tapping unterscheiden würden.

Die Erwartung ließ sich weder für die Frauen noch für die Männer in keiner der beiden Stichproben bestätigen, dass sich die Disposition hinsichtlich Introversion/Extraversion oder zum Reducing bzw. Augmenting auf die Leistung oder die Ermüdung im Tapping auswirken würde.

Eine gleichzeitige Zuordnung der Personen zu Introversion und Augmenting differenzierte die Ergebnisse im Tapping zwischen den „elektrosensiblen“ Personen und den Personen in der Kontrollgruppe auch nicht weiter.

Tab. 6.4 Prozentuale Verteilung von Personen der Kontrollgruppe (KG) und von „elektrosensiblen“ Probanden (*EHS*) zu den Parametern Geschwindigkeit und Erschöpfung beim Tapping in Abhängigkeit von den Zuordnungen zu den Merkmalsdimensionen Introversion/Extraversion sowie Reducing/Augmenting

| Tapping Verhältnis 2. zu 1. Zeitintervall | Repetitive Geschwindigkeit | | | | | |
|---|--|------------|---|------------|--|------------|
| | hoch d. h. > + einfacher Streuungsbereich) | | durchschnittlich (d. h. innerhalb des einfachen Streu- ungsbereichs) | | „verlangsamt“ (d. h. < – einfacher Streuungsbereich) | |
| | KG | <i>EHS</i> | KG | <i>EHS</i> | KG | <i>EHS</i> |
| Introversion | | | | | | |
| Verhältnis um 1 bzw. > 1 (ausgeglichen) | 7,9 % | 4,0 % | 55,3 % | 80,0 % | 15,8 % | 8,0 % |
| Verhältnis <= 0,9 (leichte Ermüdbarkeit anzeigend) | 2,6 % | 4,0 % | 15,8 % | 4,0 % | 2,6 % | 0 % |
| Extraversion | | | | | | |
| Verhältnis um 1 bzw. > 1 (ausgeglichen) | 16,0 % | 0 % | 50,0 % | 43,0 % | 8,0 % | 0 % |
| Verhältnis <= 0,9 (leichte Ermüdbarkeit anzeigend) | 0 % | 0 % | 20,0 % | 43,0 % | 6,0 % | 14,0 % |
| Augmenting | | | | | | |
| Verhältnis um 1 bzw. > 1 (ausgeglichen) | 5,0 % | 6,5 % | 55,9 % | 58,0 % | 13,5 % | 6,5 % |
| Verhältnis <= 0,9 (leichte Ermüdbarkeit anzeigend) | 3,4 % | 3,0 % | 21,0 % | 19,5 % | 1,6 % | 6,5 % |
| Reducing | | | | | | |
| Verhältnis um 1 bzw. > 1 (ausgeglichen) | 11,0 % | 0 % | 56,0 % | 80,0 % | 18,0 % | 0 % |
| Verhältnis <= 0,9 (leichte Ermüdbarkeit anzeigend) | 6,0 % | 0 % | 9,0 % | 20,0 % | 0 % | 0 % |
| Introversion & Augmenting | | | | | | |
| Verhältnis um 1 bzw. > 1 (ausgeglichen) | 3,5 % | 4,8 % | 51,7 % | 80,9 % | 17,2 % | 9,5 % |
| Verhältnis <= 0,9 (leichte Ermüdbarkeit anzeigend) | 3,5 % | 4,8 % | 20,7 % | 0 % | 3,5 % | 0 % |

6.3 Merkmale einer individuellen Wahrnehmungsempfindlichkeit

Zur Erfassung von Merkmalen, die für eine Differenzierungsleistung die Empfindlichkeit der Wahrnehmung abbilden, wurden verschiedene Fähigkeitsbereiche getestet:

- das Unterscheiden von ähnlichen Gewichten im schwellennahen Wahrnehmungsbereich,
- die visuelle Erfassung kurzzeitig dargebotener Muster,
- „Empfindlichkeit“ für das Anzeigen magnetischer Feldstärkeänderungen in der Umgebung.

6.3.1 Differenzierung von Gewichtsunterschieden im schwellennahen Wahrnehmungsbereich

Die Probanden werden aufgefordert, zwei ähnlich schwere Proben zu schätzen, um die jeweils schwerere heraus zu finden. Die Person erhält nacheinander 9 Vergleichspaare. Gleichzeitig mit einer neuen Probe erhält sie immer wieder auch die leichteste Probe der Serie als Bezugsgewicht mit, was ihr allerdings nicht bekannt ist. Die Abfolge der zum Vergleich angebotenen Gewichte ist dabei zufällig.

Für die Gewichtsproben wurde Vogelsand verwendet, der in identische Plastikbehälter abgefüllt worden ist. Diese sind so präpariert, dass nicht über die Füllhöhe der Gewichtsunterschied erahnt werden kann. Im Untersuchungsablauf werden zwei unterschiedliche Gewichtsserien eingesetzt, wobei jede Schätzserie nach ca. 10 min. noch einmal wiederholt wird.

Die Intensität der Reize ist so gewählt worden, dass sie in der Nähe des „eben merklichen Reizunterschiedes“ liegen. Dieser bezeichnet das Minimum im Unterschied zweier Reize, der gerade noch als Unterschied wahrnehmbar ist und den Schwellenwert darstellt. Das Verfahren ist bei GOLDSTEIN (1997) als Methodik zur Bestimmung von Unterschiedsschwellen der Wahrnehmung beschrieben und geht auf WEBER (1834, 1846) zurück⁵⁰. Der gerade noch erkennbare Gewichtsunterschied im Schwellenbereich taktiler Wahrnehmungen beträgt nach Weber 5 % (KLIX, 1971).

In der Tab. 6.5 sind für beide Serien die Gewichtsunterschiede der einzelnen Proben wiedergegeben.

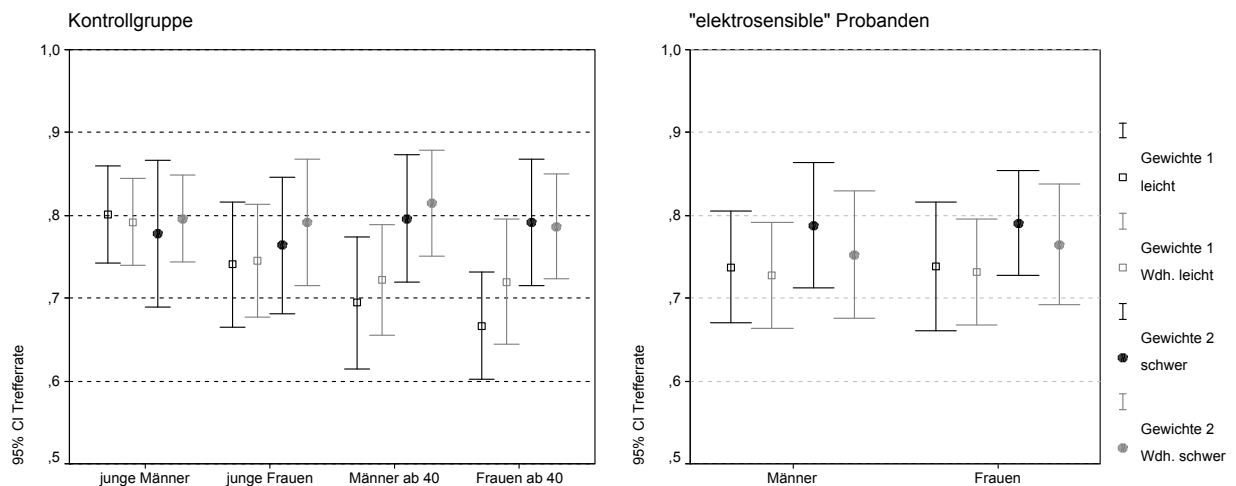
⁵⁰ WEBER untersuchte den Zusammenhang zwischen notwendiger Reizgrößenänderung und merkbarer Empfindungsänderung. Er bestimmte anhand von Hebeversuchen mit Gewichten, wie viel ein Gewicht in Bezug zu einem Basisgewicht schwerer sein muss, um als verschieden schwer empfunden zu werden. Er fand, dass bei verschiedenen Reizen einer Sinnesmodalität das Verhältnis zwischen Basisreiz und Zuwachsreiz konstant ist: $\Delta E = \Delta R / R$, wobei R die Reizgröße, ΔR die zum Basisreiz notwendige Reizverstärkung und ΔE die Empfindungsänderung auf den Reizunterschied ist. Wird die Modalität des Reizes verändert (Wärme, Schmerz, Druck) so bleibt das Verhältnis konstant, ist aber um einen Proportionalitätsfaktor k verschoben: $\Delta E = k \Delta R / R$. (nach KLIX, 1971, S. 253 ff)

Tab. 6.5 Gewichtsproben der Serie I und II

| | Probe Nr. | Serie I („leichte“ Gewichte) | be- nannt als | Serie II („schwere“ Gewichte) |
|---|-----------|---------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Basisgewicht A | 0 | 30,0 g | A | 100,00 g |
| unterhalb der Unter- schiedsschwelle | 1 | 31,3 g | K | 104,30 g |
| | 2 | 31,4 g | R | 104,65 g |
| Schwellenwert zu A + 5 % | 3 | 31,5 g | M | 105,00 g |
| oberhalb der Unter- schiedsschwelle | 4 | 31,6 g | T | 105,35 g |
| | 5 | 31,7 g | D | 105,70 g |
| | 6 | 31,8 g | L | 106,05 g |
| | 7 | 32,0 g | N | 106,75 g |
| | 8 | 32,2 g | P | 107,45 g |
| | 9 | 32,4 g | C | 108,15 g |

Ermittelt wird die Trefferrate, die bei der Schätzung der neun Vergleichsproben einer Serie erzielt wurde sowie die kumulierte mittlere Trefferrate aller Schätzungen, die sich aus den insgesamt 2 x 2 Darbietungen errechnete. Können die Gewichtsunterschiede sensorisch nicht erfasst sondern nur geraten werden, ist eine Trefferrate zwischen 0,4 und 0,6 zu erwarten. Überdurchschnittlich in der Differenzierungsleistung wäre eine Trefferrate ab 0,89, was bedeuten würde, dass höchstens eines der neun Vergleichspaare einer Serie falsch geschätzt worden war.

Die Abbildung 6.15 zeigt die mittleren Trefferraten, die in den Serien I und II für die Schätzung der Gewichtsproben von den Personen der Kontrollgruppe und den „elektrosensiblen“ Probanden erzielt wurden.

**Abb. 6.15** Mittlere Trefferrate für die Schätzungen der Gewichtsproben bei den Serien I (leichte) und II (schwere Proben) im Stichprobenvergleich

Wie aus der Abbildung 6.15 hervorgeht, ließen sich die schwereren Proben der Serie II offenbar besser schätzen als die leichten, was es insbesondere den älteren Probanden aus der Kontrollgruppe erleichterte.

Vergleicht man den Anteil der Personen, die jeweils eine zufällige, durchschnittliche und hohe Trefferrate beim Schätzen der Gewichte erzielten, so ergibt sich die in Abbildung 6.16 dargestellte Häufigkeitsverteilung. In Tabelle 6.6 wurde diese Sensitivität für Gewichtsunterschiede für die beiden Stichproben zusammengefasst.

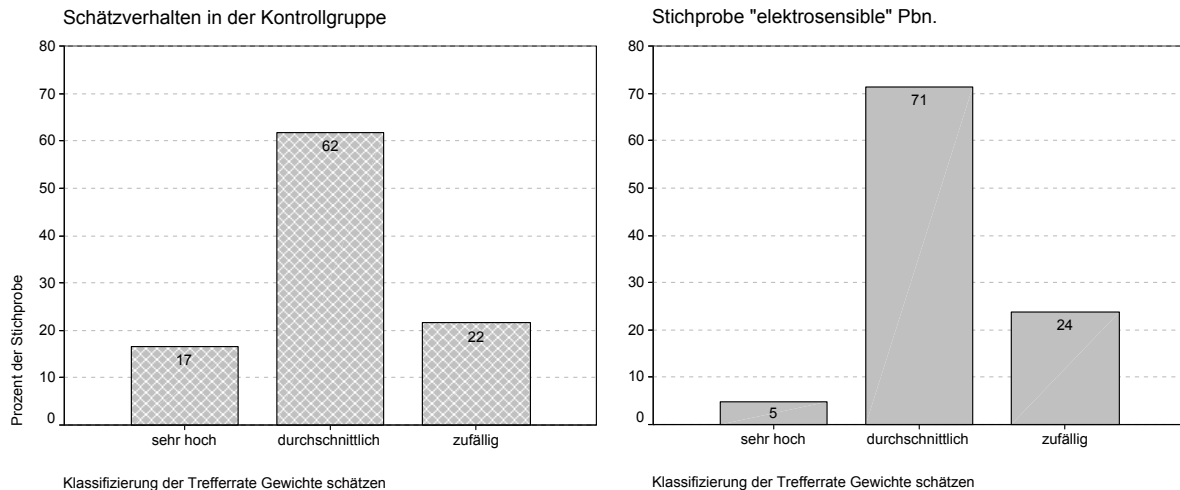


Abb. 6.16 Das in vier Durchgängen erzielte mittlere Schätzergebnis beim Unterscheiden von Gewichten: links die Kontrollgruppe, rechts die Gruppe der „Elektrosensiblen“

Tab. 6.6 Prozentuale Verteilung der Probanden aus der Kontrollgruppe und aus der Stichprobe mit „Elektrosensibilität“ hinsichtlich ihres Erfolges beim Schätzen der Gewichtsproben

| Prozentualer Anteil für die Stichprobe | | Schätzverhalten | | |
|--|-------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| | | Trefferrate unter 0,65 | Mittlere Trefferrate | Trefferrate ab 0,89 |
| Kontrollgruppe | insgesamt | 16,5 % | 62,0 % | 21,5 % |
| | davon bei Männern | 12,5 % | 70,8 % | 16,7 % |
| | bei Frauen | 22,4 % | 59,2 % | 18,4 % |
| elektrosensible Probanden | insgesamt | 23,8 % | 71,4 % | 4,8 % |
| | davon bei Männern | 21,7 % | 73,9 % | 4,3 % |
| | bei Frauen | 26,3 % | 68,4 % | 5,3 % |

Es gab unter den „Elektrosensiblen“ insgesamt nur zwei Personen, die eine hohe Sensitivität für das Schätzen der Gewichtsunterschiede zeigten. Die „elektrosensiblen“ Männer erzielten sogar deutlich häufiger eine Trefferrate, die nur einer Rate-wahrscheinlichkeit entsprach.

Das Schätzverhalten korrelierte nicht mit der Leistung im Tapping. Zu den Merkmalsdimensionen Extraversion/Introversion und Reducing/Augmenting gab es – bis auf eine Ausnahme – in den untersuchten Stichproben ebenfalls keinen Bezug zum Schätzverhalten. Die Ausnahme: In der Kontrollgruppe schätzten die introvertierten Frauen die Gewichtsproben genauer als die extravertierten Frauen.

6.3.2 Die Geschwindigkeit der Erfassung visuell dargebotener Merkmale

Die Geschwindigkeit, mit der eine Person kurzzeitig dargebotene Merkmale visuell erfassen kann, ist nicht nur eine Wahrnehmungsleistung an sich, sondern bildet auch eine kognitive Leistung für die Wahrnehmung der Merkmale und ihre Informationsverarbeitung ab. Diese Funktion hängt zum einen vom Gesundheitszustand der hirnorganischen Gegebenheiten ab, die Genauigkeit und Umfang jeder Aufmerksamkeitsleistung bedingen, und sie korreliert zudem auch mit dem Intelligenzniveau der Person. Zum anderen ist der Erfolg dieser kognitiven Leistung aber genauso auch von den aktuellen Zustandsbedingungen für die Motivation der Person abhängig, die die Bewältigung der Aufgabe befördern oder behindern könnten.

Die von PEGLAU (1980) zur Beurteilung der Fahrtauglichkeit entwickelte Kurzzeitbeobachtungsprobe (KBP), die der Person mittels des „Wiener Testsystems“⁵¹ dargeboten wurde, stellte folgende Anforderung: Für eine Sekunde wurde ein Dia gezeigt, worauf ein quadratisches Raster aus 4 x 4 Feldern zu sehen war und in das bis zu fünf Symbolen eingetragen sein konnten. Nach dieser sehr kurzen Darbietungszeit wurde sie aufgefordert, die ihr noch erinnerbaren Symbole möglichst detailgenau in einen Bogen, auf dem das Raster des Dias vorgezeichnet war, einzutragen. Auf diese Weise wurden 16 Muster dargeboten, die ein Ton vorher angekündigte.

Ausgewertet wurden die Anzahl, die richtige Platzierung und die richtige Form der erinnerten Symbole. Insgesamt wurden alle Zeichen, die in allen Details exakt übereinstimmten (die richtige Form am richtigen Ort), summiert. Die Rohwerte wurden altersabhängig mit der Referenzstichprobe aus der Testentwicklung verglichen und das Ergebnis auf einer 5-stufigen „Zensuren“-Skala bewertet. Ab der Bewertung „4“ ist mit einem beginnenden Aufmerksamkeitsdefizit zu rechnen, bei „5“ könnte das Ergebnis u. U. auch auf ein beginnendes hirnorganisches Psychosyndrom verweisen.

Diesbezüglich gilt das in der KBP erreichte Leistungsniveau auch als Kriterium dafür, ob ggf. eine Person aus der Untersuchungsstichprobe auszuschließen wäre, da mit

⁵¹ „Wiener Testsystem“: Bezeichnung für das von der Firma Dr. G. SCHUHFRIED GmbH. (Österreich) entwickelte apparative Testsystem für psychodiagnostische Fragestellungen, mit dem eine standardisierte Darbietung von Reaktionsanforderungen möglich ist. Die Darbietung der Aufgaben sowie die Messung der Reaktionszeit erfolgt computergestützt.

einer gewissen Wahrscheinlichkeit eine hirngorganische Erkrankung oder Leistungsin-suffizienz vorliegen könnte, deren Ursache neurologisch abzuklären wäre.

Wie aus der Abbildung 6.17 hervorgeht, stellte sich beim Erinnern aller Details die altersabhängige Einschränkung in beiden untersuchten Stichproben ähnlich dar. Es fällt jedoch auf, dass bei den „Elektrosensiblen“ die erzielte Leistung in der Kurzzeitbeobachtungsprobe etwas unter der der altersgleichen Probanden aus der Kontrollgruppe bleibt. In der Abbildung 6.18 ist für beide Untersuchungsgruppen die Verteilung für das Gesamtergebnis in den Bewertungsgruppen sehr gut (1) bis grenzwertig (4) dargestellt.

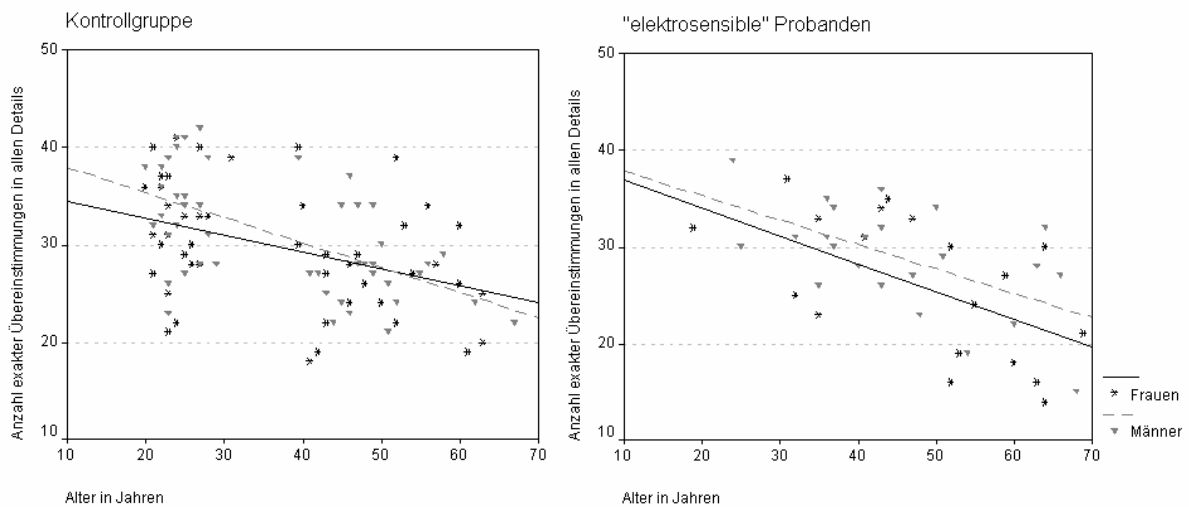


Abb. 6.17 Altersabhängige Beziehungen für das Ergebnis der Kurzzeitbeobachtungsprobe bei Männern und Frauen beider Untersuchungsstichproben

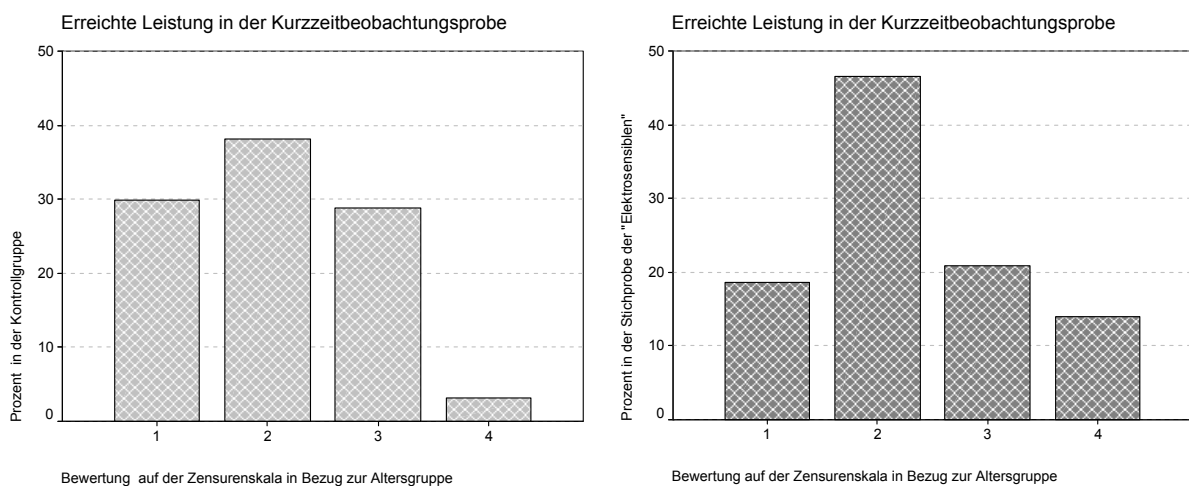


Abb. 6.18 Prozentuale Verteilung des Gesamtergebnisses in der Kurzzeitbeobachtungsprobe nach PEGLAU zu den Bewertungskriterien, die sich für die Probanden altersbezogen ergaben

Mit der insgesamt geringeren Anzahl der exakten Übereinstimmungen in allen Details reduziert sich dann in der Stichprobe der „elektrosensiblen“ Probanden auch oft das Gesamturteil für die visuelle Aufmerksamkeitsleistung. Dadurch erzielten die „elektrosensiblen“ Personen seltener das Ergebnis 1 und häufiger das Ergebnis 4, obwohl sich die „elektrosensiblen“ Personen hinsichtlich der richtigen Platzierung und der richtig erinnerten Symbole nicht wesentlich von der Leistung in der Kontrollgruppe unterschieden⁵².

Trotzdem deutet das Ergebnis eher auf eine im Verlauf der Testdarbietung zunehmende Flüchtigkeit hin, wodurch sich für die Exaktheit die aus allen übereinstimmenden Details ergebende Punktsumme schmälert, weil ein Nachlassen der Konzentration (aus Motivationsverlust oder Ablenkung) größere Ungenauigkeiten und Erinnerungslücken mit sich bringt.

Es wird deshalb weiter gefragt, wie stark das Ergebnis der Kurzzeitbeobachtungsprobe mit der Häufigkeit der angegebenen c.v.l.-geleiteten Symptome korreliert. Eine subjektiv empfundene Beeinträchtigung der Konzentrationsleistung müsste sich in einer Häufung der Symptome wiederfinden und das Ergebnis der KBP bestätigen.

In der Abbildung 6.19 ist die Anzahl der in allen Details übereinstimmenden Items, die als Maß für die visuelle Aufmerksamkeitsleistung gelten können, und die von der Person angegebenen c.v.l.-geleiteten Symptome abgetragen. Das Raster orientiert sich an den diagnostisch relevanten Grenzwerten. Das linke obere Feld repräsentiert im diagnostischen Sinn Unauffälligkeit.

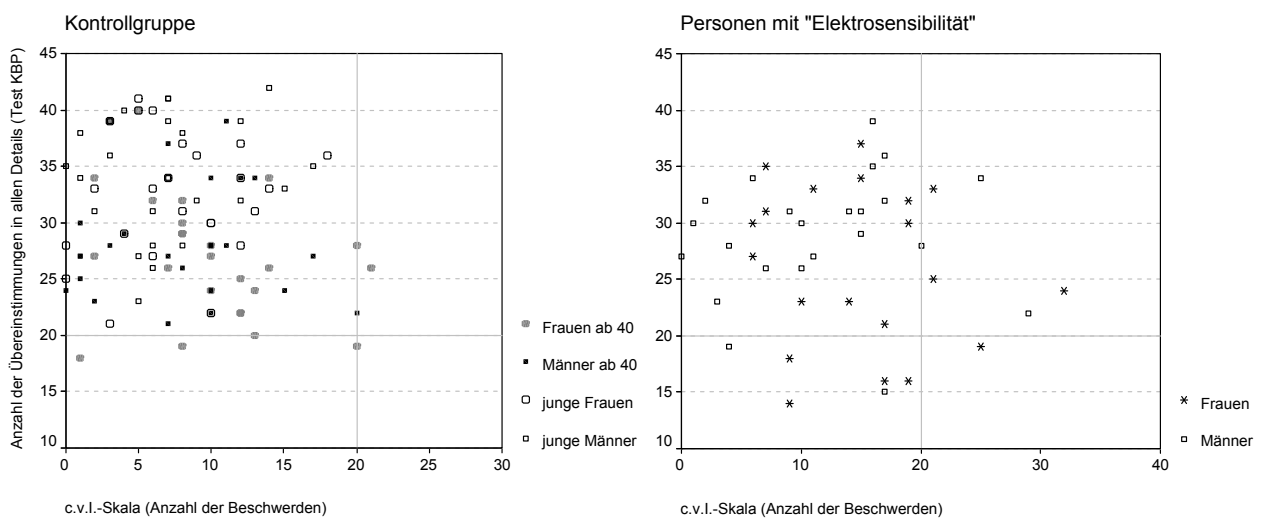


Abb. 6.19 Beziehung zwischen der erreichten visuellen Aufmerksamkeitsleistung in der Kurzzeitbeobachtungsprobe und den angegebenen c.v.l.-geleiteten Symptomen

⁵² Mittelwert für richtig platzierte Symbole: KG = 38,8; „elektrosensible Probanden = 37,5
Mittelwert für die richtig erinnerte Form der Symbole: KG = 39,3 ;
„elektrosensible Probanden = 36,7.

Die Personen aus der Kontrollgruppe gaben weniger c.v.l.-geleitete Symptome i. S. einer Konzentrationsstörung an, zeichneten sich aber insgesamt durch eine größere Konzentrationsfähigkeit aus, bei denen es mehreren Personen möglich war, die maximale Punktzahl für übereinstimmende Details zu erreichen (hohe Punktzahl im Parameter Exaktheit).

Bei den „elektrosensiblen“ Personen gab es einige, die nur wenige Symptome einer Konzentrations- oder Aufmerksamkeitsstörung angaben und trotzdem eine geringe Leistung in der Kurzzeitbeobachtung erzielten.

Die Leistungen in der KBP korrelierten aber nicht mit der Anzahl der angegebenen Symptome, die für eine Konzentrationsstörung sprächen. Der Befund in der Gruppe der „elektrosensiblen“ Personen weist daher eher auf eine Ablenkbarkeit, insbesondere gegenüber Anforderungen, die von außen kommen, hin. Dabei kann die Unaufmerksamkeit sowohl motivationalen Ursprungs sein, aber auch durch eine vordergründige Orientierung auf die eigene Symptomatik mit begründet worden sein.

6.3.3 Die Fähigkeit, Verzerrungen der Feldlinien des Erdmagnetfeldes detektieren zu können (magnetische „Störstellensensitivität“)

Sobald man Metallwinkel in das Magnetfeld einer Strom führenden Leitung bringt, werden sich deren Schenkel parallel zu den Feldlinien ausrichten, vorausgesetzt, dass die Kraft der magnetischen Feldlinien stärker ist als die Trägheitskraft der Metallwinkel.

Auch ein statisches magnetisches Feld, das durch den Magnetismus einer Metallstruktur – wie z. B. der des Eisens – entsteht, kann bei entsprechender Stärke seiner Feldlinien Metallwinkel (am besten aus Aluminium) aus ihrer Position bringen⁵³.

Interessant ist dabei die Tatsache, dass sich bei wenigen Menschen diese Ausrichtung der Metallwinkel entlang der magnetischen Feldlinien auch schon bei sehr schwachen Feldern „anzeigen“ lässt, indem sich die Schenkel der Aluminiumwinkel vor ihnen kreuzen, sobald sie die magnetischen Feldlinien einer anderen stärkeren Feldquelle überqueren. Solche magnetischen Felder, die z. B. von einer stromführenden Feldquelle ausgehen können, überlagern das Erdmagnetfeld an diesem Ort und können dann stärker sein als die Feldlinien des Erdmagnetfeldes. Diese Überlagerung soll „Störstelle“ des Erdmagnetfeldes genannt werden. Es soll geprüft werden, ob „elektrosensible“ Personen u. U. eine höhere Anzeigefähigkeit als andere Menschen besitzen, um solche das Erdmagnetfeld überlagernden schwachen Feldlinien mit Hilfe von Aluminiumwinkeln zu finden (magnetische „Störstellensensitivität“).

Aus 2 mm starkem, rechtwinklig zugebogenen Aluminiumdraht⁵⁴ wurden zwei Winkel hergestellt (Schenkellängen von ca. 80 cm und 30 cm). Um individuelle Einflüsse, die

⁵³ Bekannt ist die Ablenkung der Kompassnadel mit einer Schere oder einem anderen, aus Eisen bestehendem Gegenstand.

⁵⁴ Das Metall Aluminium besitzt selbst keine magnetischen Eigenschaften.

in der persönlichen Handhabung der Winkel begründet wären, zu vermindern, steckte der kürzere der beiden Schenkel in einer mit Vaseline gefüllten Pipette, wodurch seine Beweglichkeit frei war und durch die Person beim Festhalten weniger stark gebremst wurde.

An diesem kürzeren Ende, das in der Pipette steckte, hielt die Person die Winkel nahe vor ihrem Körper fest. Die beiden längeren Schenkel der Winkel führte sie – parallel zueinander – so vor sich her, dass sie über dem Fußboden horizontal ausgerichtet waren. Mit diesen leicht beweglichen Winkeln schritt sie langsam auf einer Länge von ca. 17 m einen Flur ab, und zwar jeweils ein Mal hin und zurück. Würde diese Person für diese magnetische Feldüberlagerung empfindlich genug sein, dann würden sich die Winkel an den jeweils selben Stellen des Flures vor ihr kreuzen und diese Orte mit den durch Messung ermittelten „Störstellen“ (siehe Abb. 6.21) übereinstimmen.

Im Flurbereich eines Laborgebäudes ergaben sich durch die bautechnischen Gegebenheiten, wie elektrische Leitungen oder die Metallrahmen der Türen, geringfügige Stauchungen der magnetischen Feldlinien des Erdmagnetfeldes. Die Abbildung 6.21 zeigt das über dem Fußboden in 2 Höhen gemessene statische Magnetfeld in seiner räumlichen Ausbreitung. An bestimmten Stellen des Flures wurden die Feldlinien des Erdmagnetfeldes durch andere magnetische Kraftlinien überlagert. Die Messung der räumlichen Koordinaten des magnetischen Feldes zeigte Verzerrungen und Stauchungen in Folge dieser sich überlagernden Feldlinien von verschiedenen magnetischen Feldern.

Die Empfindlichkeit einer Person, diese magnetische „Störstelle“ finden zu können, wurde rein qualitativ bewertet. Diese Urteile („nein, keine Auslenkung“, „teils, teils, bzw. nicht sicher einschätzbar“ und „deutlich wiederholbare Auslenkung“) wurden kategorisiert mit Hilfe des χ^2 -Tests ausgewertet. Wie erfolgreich die Personen der beiden Untersuchungsstichproben die Störstellen auf dem Flur zu detektieren wussten, zeigt die Abbildung 6.20.

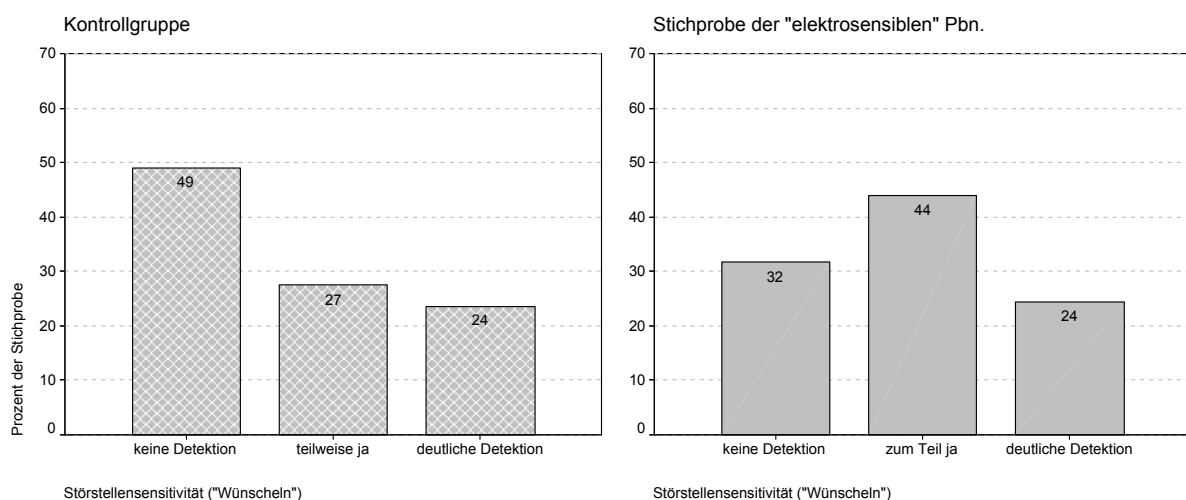
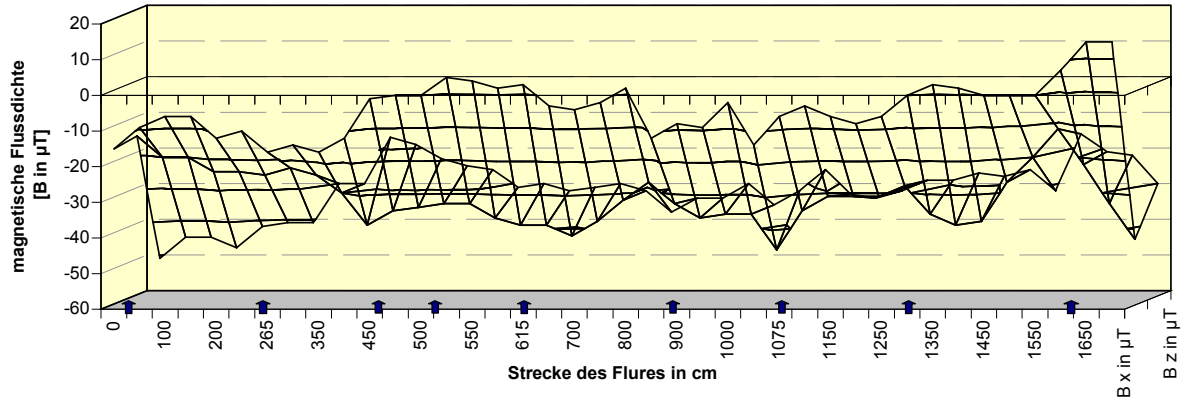


Abb. 6.20 Ansprechbarkeit der Metallwinkel auf die magnetischen Störstellen im Flur bei Personen der Kontrollgruppe und bei „elektrosensiblen“ Probanden

Bei den „elektrosensiblen“ Personen fiel sehr viel häufiger das Urteil in Richtung Uneindeutigkeit aus als bei den Personen der Kontrollgruppe. Dies muss jedoch auch den methodischen und interpretatorischen Unsicherheiten während der Durchführung des Pozederes zugeschrieben werden, da „elektrosensible“ Personen sehr viel stärker als die Kontrollpersonen auch einen persönlichen Ehrgeiz entwickelten, diese „Störstellen“ zu finden und damit ihre Empfindlichkeit glaubhaft (auch sich selbst gegenüber) zu machen. Der Befund bildet deshalb nur eine Verschiebung zwischen einem klaren Nein und einem unklaren Nein im Vergleich beider Untersuchungsstichproben ab. Die Eindeutigkeit, tatsächlich über eine solche „Störstellensensibilität“ zu verfügen, trat in beiden Gruppen gleichhäufig auf, d. h. „elektrosensible“ Personen hatten keine höhere Anzeigefähigkeit für diese lokalen magnetischen Feldverschiebungen.

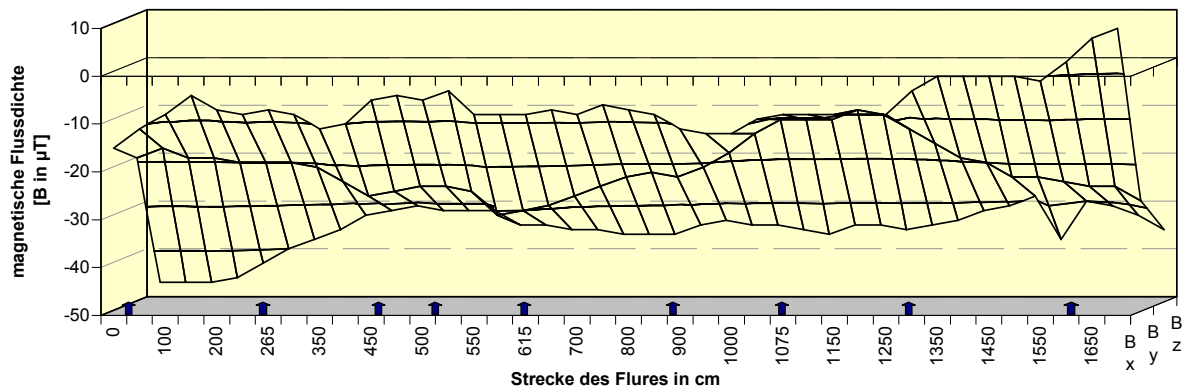
Es kann deshalb nicht davon ausgegangen werden, dass eine „Elektrosensibilität“ mit einer höheren „Sensitivität“ gegenüber den das Erdmagnetfeld überlagernden magnetischen Feldern korrespondieren würde. Umgekehrt spricht aber auch die Fähigkeit, örtlich gegebene, sehr geringe Feldstärkeunterschiede mit Hilfe der Aluminiumwinkel aufzuspüren, nicht dafür, dass eine „Elektrosensibilität“ leichter ausgebildet werden könnte.

Räumliche Parameterverteilung des magnetischen Feldes entlang des Flures,
gemessen in der Flurmitte 10 cm über dem Boden



■ magn. "Störstelle"

Räumliche Parameterverteilung des magnetischen Feldes entlang des Flures,
gemessen in der Flurmitte 120 cm über dem Boden



■ magn. "Störstelle"

Abb. 6.21 Die im Flur ausgewiesenen Störstellen und die Änderung der magnetischen Flussdichte B , punktuell in der räumlichen Ausbreitung im Abstand von 0,50 m und in zwei Höhen über dem Fußboden gemessen.

6.4 Merkmale zum individuellen Belastungserleben

6.4.1 Arbeitsbezogene Verhaltens- und Erlebensmuster aus der Bewältigung sozial bewerteter Anforderungen

6.4.1.1 AVEM

Der Fragebogen zu arbeitsbezogenen Verhaltens- und Erlebensmustern (AVEM) von SCHAARSCHMIDT u. FISCHER (1995) erfasst auf einer fünfstufigen Skala Einstellungen sowie das persönliche Anspruchsverhalten in der Bewältigung von Leistungsanforderungen. Es werden folgende Merkmalsbereiche abgebildet:

- subjektive Bedeutsamkeit der Arbeit,
- beruflicher Ehrgeiz,
- Verausgabungsbereitschaft,
- Perfektionsstreben,
- Distanzierungsfähigkeit,
- Resignationstendenz bei der Verarbeitung von Misserfolgen,
- Fähigkeit zu offensiver Problembewältigung,
- innere Ruhe und Ausgeglichenheit,
- Erfolgserleben im Beruf, Lebenszufriedenheit und
- Erleben von sozialer Unterstützung.

Die Bearbeitungszeit beträgt 15 – 20 min. Aus der Zuordnung der Antworten zu einer Gruppe spezifischer, gesundheitlich relevanter Merkmalskonstellationen wird ein „Gesundheitstyp“ prognostiziert, der von den Autoren in folgender Weise beschrieben wird:

- *Risikotyp A-Verhalten*: überzogenes Engagement bei zu geringer Distanzierungsfähigkeit gegenüber Arbeitsproblemen, verminderte psychische Widerstandsfähigkeit unter Belastungen, eingeschränktes Lebensgefühl,
- *Risikotyp B*: defensiv orientierte Abwehr durch reduziertes Engagement bei zu geringer Distanz gegenüber Arbeitsproblemen, starke Resignationstendenz bei verminderter psychischer Widerstandsfähigkeit gegenüber Belastungen,
- *Typ S*: deutlich weniger auf die leistungsbezogene Seite ausgerichtetes Engagement bei stärkerer Distanzierung gegenüber Arbeitsproblemen, psychisch gegenüber Belastungen stabil, relativ gut mit der Lebenssituation zufrieden,
- *Typ G*: ausgewogenes, gesundheitsadäquates Engagement in Bezug auf Arbeitsprobleme, positives Lebensgefühl.

6.4.1.2 FABA

Die von RICHTER et al. (1995) entwickelte und überarbeitete Kurzform des „Fragebogens zur Analyse einer belastungsrelevanten Anforderungsbewältigung“ (FABA) wurde dem Antwortschema des AVEM angepasst und dessen Itemliste zugefügt. Die Autoren definieren vier Faktoren, von der auf Dauer eine gesunde und stabile Regulation von Handlungen abhängt. Extreme Ausprägungen in diesen Faktoren könnten ein Risiko für eine langfristig stabile, d. h. gesunde Anpassung in leistungsbezogenen Situationen darstellen.

Entwickelt wurde der FABA in den 80er Jahren, um verhaltensrelevante Informationen zum Syndrom des Typ A-Verhaltens (SIEGRIST, 1996) abzubilden, das als Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen angesehen wird. Typ-A-Verhalten ist gekennzeichnet durch hohes Leistungsstreben, Ungeduld und Zeitdruck, Aggressivität und Feindseligkeit, um immer mehr in immer kürzerer Zeit erreichen zu wollen. Mit der Bedrohung dieses Ziels wird die defensive Komponente (Feindseligkeit) zum zentralen Punkt des Gesundheitsrisikos (SEMMER, 1996). Mit einer 20-jährigen Längsschnittuntersuchung sind die relevanten Kernaussagen des FABA überprüft und von den Autoren neu standardisiert worden. Damit kann die Zuordnung Stress provozierender Verhaltensweisen zu den Skalen des AVEM unterstützt und das Ergebnis zum *Risikotyp A* aus dem AVEM ergänzt bzw. untermauert werden.

Der FABA bildet mit 20 Items die folgenden Dimensionen ab:

- Erholungsunfähigkeit,
- Planungs- und Kontrollambitionen,
- Ungeduld und
- Dominanzstreben.

In der Tabelle 6.7 sind die Mittelwerte und Streuungen für die Teilstichproben der Kontrollgruppe und für die „elektrosensiblen“ Probanden aufgelistet, die sich aus den Selbstauskünften zu den Skalen des AVEM und des FABA ergaben. Die in der Tabelle 6.7 grau hinterlegten Felder zeigen Werte an, die in Bezug zur Referenzstichprobe der Testentwickler außerhalb des einfachen Streuungsbereichs liegen würden. Das betrifft in der Kontrollgruppe zum einen die jungen Männer (meist Studenten), die ihren beruflichen Erfolg im Vergleich zu Gleichaltrigen als (noch) zu gering erfahren. Für die beiden jüngeren Teilstichproben der Kontrollgruppe, die sich vorrangig aus der Studentenschaft rekrutierten, wurde auch ein ausgeprägtes Streben nach Dominanz deutlich.

Die „elektrosensiblen“ Personen äußerten im FABA auffällig häufig eine Erholungsunfähigkeit, die sich auch im Vergleich mit den Kontrollpersonen abhob, obwohl sich der Unterschied zu den älteren Frauen bzw. den älteren Männern in der Kontrollgruppe statistisch nicht sichern lässt.

Obwohl es z. T. auffällige Differenzen zwischen den „elektrosensiblen“ Frauen und den Frauen der Kontrollgruppe gibt (die Mittelwerte sind fettgedruckt), so ließ sich zwischen den Stichprobenmittelwerten keine Signifikanz (5 %-Signifikanzniveau, zweiseitig) sichern.

Tab. 6.7 Vergleich der Skalenbelegung im AVEM und im FABA für die Teilstichproben der Kontrollgruppe und für die mit einer „Elektrosensibilität“ belasteten Personen

| Merkmalsdimension | KG junge Männer | KG junge Frauen | KG Männer ab 40 J. | KG Frauen ab 40 J. | „elektrosensible“ Pbn. | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| | MW | MW | MW | MW | Männer MW | Frauen MW |
| AVEM | | | | | | |
| Bedeutung der Arbeit | 15,0 ± 3,8 | 14,7 ± 4,3 | 14,9 ± 4,3 | 17,8 ± 4,8 | 14,4 ± 5,3 | 17,3 ± 2,6 |
| Beruflicher Ehrgeiz | 19,7 ± 3,9 | 18,8 ± 3,8 | 16,8 ± 4,2 | 15,8 ± 4,2 | 17,5 ± 5,4 | 17,7 ± 4,4 |
| Bereitschaft, sich zu verausgaben | 17,0 ± 3,3 | 16,7 ± 4,7 | 17,3 ± 4,3 | 17,7 ± 4,6 | 16,1 ± 5,2 | 18,8 ± 4,0 |
| Perfektionsstreben | 21,2 ± 3,9 | 21,0 ± 4,0 | 21,2 ± 3,7 | 22,0 ± 3,6 | 21,6 ± 4,4 | 22,0 ± 4,0 |
| Distanzierungsfähigkeit | 20,3 ± 3,7 | 19,5 ± 3,6 | 19,2 ± 4,8 | 20,0 ± 5,1 | 19,5 ± 5,0 | 17,2 ± 3,7 |
| Tendenz, zu resignieren | 16,3 ± 3,1 | 17,3 ± 3,7 | 14,7 ± 5,7 | 16,3 ± 4,8 | 14,6 ± 4,6 | 16,7 ± 3,7 |
| Offene Problembewältigung | 22,0 ± 3,1 | 20,6 ± 3,7 | 22,4 ± 4,1 | 21,0 ± 3,1 | 22,1 ± 5,0 | 20,9 ± 3,5 |
| Ausgeglichenheit | 21,2 ± 3,4 | 19,8 ± 3,8 | 21,5 ± 4,3 | 18,4 ± 4,4 | 20,7 ± 4,2 | 18,3 ± 4,8 |
| Erfolgserleben | 19,7 ± 3,6 | 21,5 ± 3,3 | 21,2 ± 4,6 | 19,8 ± 3,9 | 20,4 ± 5,1 | 20,3 ± 3,3 |
| Lebenszufriedenheit | 20,5 ± 3,7 | 22,1 ± 4,1 | 20,3 ± 4,3 | 20,7 ± 3,5 | 20,6 ± 4,4 | 19,1 ± 5,8 |
| Soziale Unterstützung | 22,3 ± 4,0 | 23,1 ± 3,4 | 23,0 ± 3,4 | 22,7 ± 3,2 | 21,5 ± 3,7 | 20,4 ± 4,4 |
| FABA | | | | | | |
| Planungsambitionen | 21,1 ± 3,6 | 19,2 ± 4,4 | 21,5 ± 3,2 | 22,0 ± 3,3 | 21,0 ± 3,3 | 21,2 ± 3,5 |
| Erholungsunfähigkeit | 14,7 ± 3,8 | 13,5 ± 3,0 | 14,0 ± 4,3 | 14,3 ± 3,9 | 15,3 ± 3,9 | 15,5 ± 4,6 |
| Ungeduld | 15,2 ± 3,3 | 15,0 ± 3,4 | 12,3 ± 3,3 | 14,1 ± 3,2 | 14,1 ± 4,0 | 13,2 ± 3,4 |
| Dominanz | 9,2 ± 2,5 | 8,2 ± 2,2 | 8,0 ± 2,1 | 7,4 ± 2,2 | 8,0 ± 1,9 | 7,4 ± 2,5 |

Die in der Tabelle hinterlegten Felder heben die Werte hervor, die im Vergleich zum Standard des Fragebogens erhöht sind und diagnostisch interpretiert werden könnten. Die fettgedruckten Werte geben Hinweise auf Unterschiede im Vergleich „elektrosensibler“ Personen zu denen der Kontrollgruppe.

Insofern geben die Skalen des AVEM und des FABA keinen Hinweis darauf, dass das Bewältigen von und die Anpassung an Leistungssituationen zwischen der Kontrollgruppe und den „elektrosensiblen“ Probanden im Mittel so unterschiedlich erlebt werden würde, dass es für die Bewertung dieser Fragestellung relevant sein könnte.

Es wird weiter gefragt, ob sich die Gesundheitstypen, die sich aus der individuellen Skalenausprägung im AVEM ergaben, bei den Männern und Frauen in den Stichproben unterschiedlich verteilen. In der Tabelle 6.8 sind die einzelnen Typcharakteristiken mit der Häufigkeit, mit der sie in den Untersuchungsgruppen auftraten, zusammengefasst.

Tab. 6.8 Häufigkeiten einzelner Gesundheitstypen des AVEM in der Kontrollgruppe und bei den „elektrosensiblen“ Personen

| AVEM-Typ | KG | KG | KG | KG | „Elektrosensible“ | |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------|
| | junge Männer % | junge Frauen % | Männer ab 40 J. % | Frauen ab 40 J. % | Männer % | Frauen % |
| Typ A | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | 5,5 |
| Typ B | 12,5 | 16,7 | 8,7 | 20,0 | 14,3 | 22,2 |
| Mischtyp mit Vorrang A oder B | 16,7 | 29,2 | 30,4 | 32,0 | 14,3 | 44,4 |
| Risikotypen gesamt = | 29,2 | 45,9 | 39,1 | 52,0 | 38,1 | 72,1 |
| Typ G | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 8,0 | 19,0 | 0,0 |
| Typ S | 20,8 | 20,8 | 21,7 | 24,0 | 19,0 | 5,5 |
| Mischtyp mit Vorrang G oder S | 37,5 | 33,3 | 39,1 | 16,0 | 23,8 | 22,2 |
| neutraler Typ gesamt = | 70,8 | 54,1 | 60,8 | 48,0 | 61,8 | 27,7 |

Bei *allen* Stichproben fiel auf, dass gerade die *Frauen* auffällig häufig Verhaltensmuster oder Einstellungen beschrieben, aus denen sich ein Gesundheitsrisiko ergeben könnte. Bei den „elektrosensiblen“ Frauen war der Anteil derer, die stressrelevante Verhaltensmuster beschrieben, besonders hoch⁵⁵. Hier deckte sich die Aussage mit dem Ergebnis des FABAs, woraus sich ein defizitäres Erholungsvermögen häufiger für die „elektrosensiblen“ Frauen erkennen ließ.

Der Anteil der Männer, die durch ihre Art, Leistungs- und Anforderungssituationen zu bewältigen, ein Gesundheitsrisiko tragen könnten, war in allen untersuchten Stichproben geringer als der bei den Frauen. Die Verteilung der Gesundheitstypen unterschied sich in der Kontrollgruppe zwischen Männern und Frauen statistisch nicht voneinander. Bei den „elektrosensiblen“ Probanden war jedoch der Unterschied in

⁵⁵ Die statistische Prüfung der Homogenität zwischen 2 unabhängigen Stichproben mittels χ^2 -Test (WEBER 1991, S. 509 f) ergab zwischen den „elektrosensiblen“ Männern und Frauen einen signifikanten Unterschied in der Häufigkeitsverteilung der AVEM-Typen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$. Zwischen den älteren Männern und Frauen der Kontrollgruppe ergab sich kein signifikanter Unterschied, auch nicht zwischen den „elektrosensiblen“ Frauen und den Frauen der Kontrollgruppe.

der Häufigkeit, mit der sich den Männern und Frauen diese Gesundheitstypen zuordnen ließen, statistisch signifikant.

Offenbar scheint leistungsgeprägtes Verhalten und leistungsbezogenes Erleben den Frauen generell mehr abzuverlangen. Möglich auch, dass Männer dieses seltener in ihrer Selbsteinschätzung reflektieren würden.

6.4.2 Das State-Trait-Angstinventar von SPIELBERGER (STAI)

Angst als Persönlichkeitseigenschaft (trait) ist umgekehrt proportional dem Erleben der eigenen Kompetenzen, wodurch man die eigene und im Allgemeinen bekannte Lebenssituation mehr oder weniger ausgewogen erfährt. Kompetenz relativiert einen möglichen, real gegebenen oder vermuteten Kontrollverlust, dem sich zu entziehen eine Person alles versucht (Motiv der Angstbewältigung).

Angst als aktuell erlebter Zustand (state) versucht das Risiko, das subjektiv mit der Situation assoziiert wird, gegen die eigenen Möglichkeiten und Ressourcen abzugleichen. In der gegebenen experimentellen Untersuchung war die Situation für die Probanden mit der Angst gekoppelt, sich mit der undurchschaubaren Expositionsbedingung „Feld“ konfrontiert zu wissen, die für Personen, die von einer „Elektrosensibilität“ betroffenen waren, stark negativ besetzt wird.

Wenn man Angst als Zustand, die auf das Erleben einer Situation konkret bezogen ist, von der Angst als Eigenschaft, der eine bestimmte innerpsychische Persönlichkeitsausstattung eigen ist, unterscheidet, lassen sich diese affektbezogenen Komponenten für die Person selbst und für ihr Erleben in der Untersuchungssituation betrachten. Zu beiden Aspekten wurden den Probanden je 20 Fragen aus dem State-Trait-Anxiety-Inventary (in der Bearbeitung von LAUX, L. et al., 1981) getrennt voneinander vorgelegt, deren Bearbeitungszeit jeweils ca. zwei Minuten in Anspruch nahm.

In der Abbildung 6.22 sind für die Stichproben die Ergebnisse in Bezug zum allgemeinen Angstniveau und in Bezug zum Angsterleben während des Experiments, in dem gezielt Feldprovokationen eingesetzt wurden, dargestellt.

Generell fiel auf, dass das in der experimentellen Untersuchungssituation zugegebene, situative Angstniveau geringer war als das allgemeine Angstniveau der Personen. Dies traf im Besonderen gerade für die „elektrosensiblen“ Probanden zu, die trotz der Feldprovokationen die experimentelle Situation offenbar besser tolerieren konnten, als es zu erwarten gewesen wäre.

Auffallend für die „elektrosensiblen“ Personen war auch, dass sie sich bezüglich der Einschätzung ihrer eigenen Verhaltenskompetenz gegenüber den Personen der Kontrollgruppe unsicherer fühlen, was sich in einem höheren allgemeinen Angstniveau abbildete.

Der augenscheinliche Unterschied ließ sich jedoch nur zwischen den „elektrosensiblen“ Frauen und denen in der Kontrollgruppe signifikant⁵⁶ sichern.

Bei den „elektrosensiblen“ Männern war der Unterschied ihrer Ängstlichkeit gegenüber der experimentellen Situation weniger markant⁵⁷ im Vergleich zu den Männern der Kontrollgruppe.

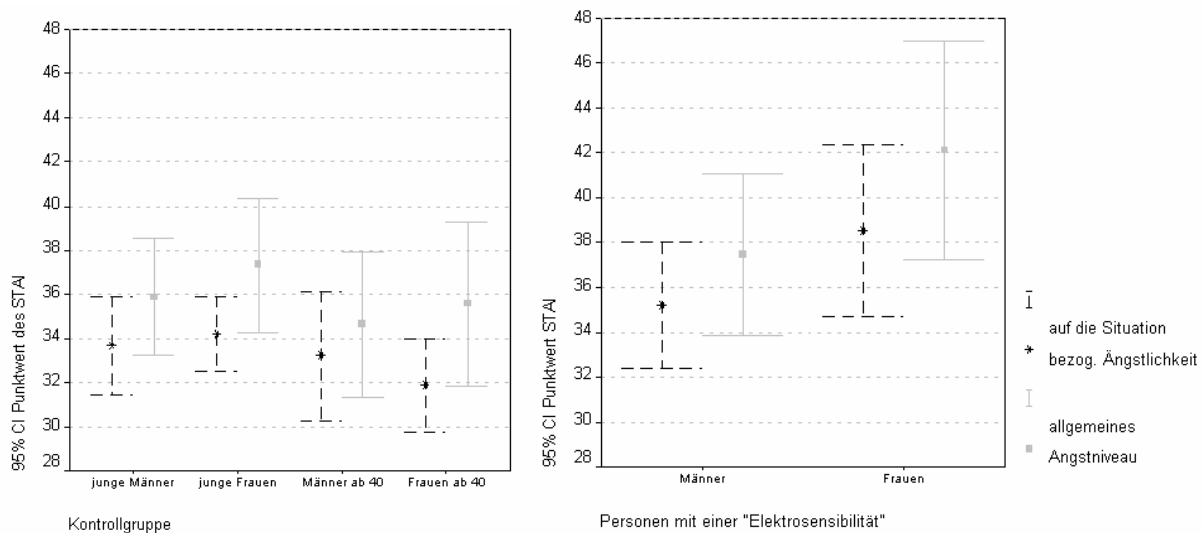


Abb. 6.22 Vergleich der auf die experimentelle Situation bezogenen Ängstlichkeit (state anxiety) zum Niveau allgemeiner Ängstlichkeit (trait anxiety) für die Personen der Kontrollgruppe und die „elektrosensiblen“ Probanden

Zusammenfassend ließ sich – allerdings nur – für die „elektrosensiblen“ Frauen ein höheres Angstniveau im Vergleich zur Kontrollgruppe nachweisen. „Elektrosensible“ Frauen erleben sich in der Situation, in denen sie sich mit einem Feld konfrontiert wissen, unsicherer als die übrigen Probanden. Gleichzeitig fühlten sie sich auch in ihrem Verhalten zur Bewältigung von zum Teil unvorhersehbaren Alltagssituationen mehr verunsichert als dies Menschen erleben würden, die sich durch elektrische oder magnetische Felder oder durch die Felder des Mobilfunks nicht belastet fühlen.

⁵⁶ Die Unterschiede, die sich im STAI zwischen den „elektrosensiblen“ Männern und Frauen in der Abbildung 6.22 (rechts) aufzeigten, sind weder für das Niveau der situativen Ängstlichkeit noch für das allgemeine Angstniveau statistisch bedeutsam. Das gleiche gilt für die Unterschiede des STAI zwischen den Teilstichproben in der Kontrollgruppe (links). D. h. die Personen der Kontrollgruppe entstammen der gleichen Grundgesamtheit, wie auch die „elektrosensiblen“ Personen der gleichen Grundgesamtheit zuzuordnen sind.

⁵⁷ Bei den elektrosensiblen Männern war der Unterschied im Niveau der situationsbezogenen Ängstlichkeit zu denen in der Kontrollgruppe statistisch nicht signifikant.

Bei den elektrosensiblen Frauen war der Unterschied zu den Frauen in der Kontrollgruppe sogar auf dem 1%-Signifikanzniveau (χ^2 - und t-Test für 2 unabhängige Stichproben) signifikant.

6.4.3 Lärmempfindlichkeit

Um eine reaktive Störbarkeit gegenüber Umweltreizen zu ermitteln, wurde auf die Geräuschempfindlichkeit abgestellt und dafür der Kurzfragebogen von ZIMMER u. ELLERMEIER (1998) eingesetzt. Der Fragebogen bezieht sich auf eine erlebte sensorische Reaktionsbereitschaft, auf akustische Reize oder Störungen durch Geräusche aufmerksam zu werden. Erfragt wird das Ausmaß der Störbarkeit in Bezug zur Leistung, zum Schlaf und im sozialen Kontext. Neun durch Lärm belastete Situationen sollen von der Person auf einer Skala von 0 bis 3 nach der Stärke ihres erlebten Störpotentials beurteilt werden. Die Bearbeitungszeit betrug weniger als zwei Minuten.

Die in der Selbsteinschätzung geäußerte Lärmempfindlichkeit stellt eine Komponente der dispositionellen Reaktionsbereitschaft dar, die sich aber infolge einer andauernden und nicht mehr ausreichend kompensierbaren Beanspruchung weiter verstärken kann. Neben der dispositionell bedingten Bereitschaft wirkt sich die subjektive Toleranz gegenüber Lärm ebenfalls alters- und geschlechtsabhängig unterschiedlich aus, wie es auch in der Abbildung 6.23 deutlich wird. Hohe Werte auf der Ordinate zeigen dabei eine hohe Lärmempfindlichkeit an.

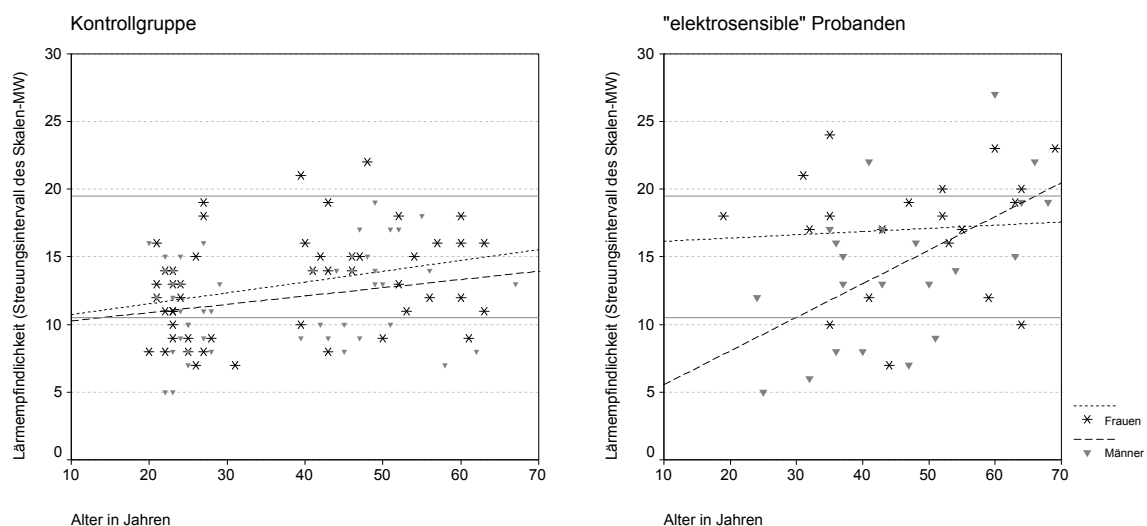


Abb. 6.23 Verteilung und altersabhängige Veränderung der Lärmempfindlichkeit bei den Personen der Kontrollgruppe und den „elektrosensiblen“ Probanden

Wie aus der Abbildung 6.23 hervorgeht, gaben die jüngeren Probanden der Kontrollgruppe eine geringere Lärmempfindlichkeit an als die älteren⁵⁸. Obwohl die Autoren eine Altersabhängigkeit für die Lärmempfindlichkeit belegen, ließ sich das bei der Kontrollgruppe nicht statistisch sichern.

⁵⁸ ZIMMER und ELLERMEIER (1998) geben für eine studentische Stichprobe einen mittleren Punktwert von 14 mit einer Streuung von $SD = 4$ an, während sie für eine repräsentative Stichprobe aus der Gesamtbevölkerung einen mittleren Punktwert von 15 bei einer Streuung von $SD = 4,5$ fanden.

Nur bei den „elektrosensiblen“ Männern zeigte sich eine signifikante Abhängigkeit ihrer Lärmempfindlichkeit vom Alter (vergleiche Tab. 6.9).

Tab. 6.9 Bivariate Korrelation (Pearson) zwischen Alter und Lärmempfindlichkeit

| | KG junge Männer | KG junge Frauen | KG Männer ab 40 J. | KG Frauen ab 40 J. | „elektrosensible“ Männer | Pbn. Frauen |
|----------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-------------|
| Korrelationskoeffizient | - 0,139 | - 0,094 | 0,046 | - 0,149 | 0,562 | 0,069 |
| Signifikanz (2-seitig) p = | 0,516 | 0,662 | 0,831 | 0,477 | 0,005 | 0,773 |

Die Tabelle 6.10 fasst die Probanden in den Stichproben prozentual hinsichtlich ihrer vom durchschnittlichen Niveau in der Referenzstichprobe abweichenden Lärmempfindlichkeit zusammen.

Tab. 6.10 Prozentuale Verteilung der Lärmempfindlichkeit in den Stichproben

| Stichprobe: | | Lärmempfindlichkeit | | |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------|--|--------------------------|
| | | gering (Punktwert < 11) | Punktwert im einfachen Streuungsbereich des MW | hoch (Punktwert > 19) |
| Kontrollgruppe | insgesamt: | 34,1 % | 61,8 % | 4,1 % |
| | davon bei Männern | 39,6 % | 60,4 % | 0 % |
| | bei Frauen | 28,6 % | 63,3 % | 8,1 % |
| „elektrosensible“ Probanden | insgesamt: | 21,4 % | 57,1 % | 21,4 % |
| | davon bei Männern | 27,3 % | 59,1 % | 13,6 % |
| | bei Frauen | 15,0 % | 55,0 % | 30,0 % |

Dass in der Kontrollgruppe der Anteil der weniger lärmempfindlichen Personen größer sein würde als bei den „elektrosensiblen“ Personen überraschte nicht, ist jedoch auch dem höheren Anteil jüngerer Personen zuzuschreiben.

Die „elektrosensiblen“ Probanden berichteten eine im Mittel um zwei (Männer) bis vier (Frauen) Punkte höhere Lärmempfindlichkeit als die Personen der Kontrollgruppe. Insgesamt beträgt der Anteil der gegenüber Lärm überempfindlichen „elektrosensiblen“ Personen knapp ein Viertel der Stichprobe, wobei deutlich mehr „elektrosensible“ Frauen sich als akustisch störrisch einschätzten als „elektrosensible“ Männer. Im Vergleich der „elektrosensiblen“ Männer mit denen aus der Kontrollgruppe ergab sich

zwischen beiden Gruppen in der Einschätzung ihrer Lärmempfindlichkeit ein signifikanter Unterschied. Auch bei den Frauen fiel zwischen den Stichproben der Unterschied in der Selbsteinschätzung ihrer Lärmempfindlichkeit signifikant⁵⁹ aus.

Da unter den „Elektrosensiblen“ insbesondere bei den älteren Männern verstärkt eine höhere Lärmempfindlichkeit auftrat, wirft das folgende Fragen auf:

- Wie hoch ist der Zusammenhang zwischen der selbst eingeschätzten Lärmempfindlichkeit und der dispositionellen Komponente in der Reizverarbeitung, wie sie sich beim Reducing-Score darstellte?
- Finden sich unter den Personen mit einer hohen Lärmempfindlichkeit vermehrt Personen, die sich durch introvertierte Verhaltensmuster charakterisieren?
- Oder ist die höhere Lärmempfindlichkeit allein auf die Gruppe der „elektrosensiblen“ Personen beschränkt und korreliert mit höheren Ausprägungen in den affektiv beeinflussten Merkmalen wie allgemeines Ängstlichkeitsniveau, Depressivität oder Selbstwerterleben?

Zur ersten Frage:

In Bezug zur RAS-Skala dürfte ein hoher Wert, der die Eigenschaft des Reducing kennzeichnet, eher mit einer geringen Lärmempfindlichkeit korrelieren. Anderenfalls würde die Lärmempfindlichkeit für ein mehr aus der Lebenssituation heraus begründetes Stresserleben sprechen, das die Toleranz gegenüber Reizen zeitweilig einschränken würde.

Die mittels linearer Regressionsanalyse geprüften Zusammenhänge bestätigten in der Kontrollgruppe die Beziehung zwischen der Ausprägung des Augmenting und einer leichteren Störbarkeit durch Lärm gleichermaßen bei Männern und Frauen (Tabelle 6.11). Bei den „elektrosensiblen“ Personen war dieser Zusammenhang ausschließlich nur bei den Männern zu finden.

Tab. 6.11 Zusammenhang zwischen dem Punktwert für die Lärmempfindlichkeit und dem Punktwert des Reducing bei Männern und Frauen

| | KG Männer | KG Frauen | „elektrosensible“ Männer | „elektrosensible“ Frauen |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Regressionskoeffizient β Pearson'scher Korr.-koeff. | - 0,162 - 0,427 | - 0,146 - 0,362 | - 0,332 - 0,619 | - 0,073 - 0,118 |
| Signifikanzniveau $p =$ | 0,002* | 0,010* | 0,002* | 0,620 |

⁵⁹ t-Test in der Anwendung auf 2 unabhängige Stichproben (Weber, E. (1971) S. 190 f), Signifikanzniveau $p = 0,05$ bei zweiseitiger Fragestellung, Freiheitsgrade $n_1 + n_2 - 2$: $t_0 = 2,0$ bzw. $t(M_{KG}; M_{EHS}) = 2,26$ und $t(F_{KG}; F_{EHS}) = 3,83$

In der Abbildung 6.24 ist dazu die Verteilung des Merkmals Lärmempfindlichkeit mit der Merkmalsausprägung des Reducing (hoher Skalenwert) gegenüber dem Augmenting (niedriger Skalenwert) für die beiden Stichproben verdeutlicht.

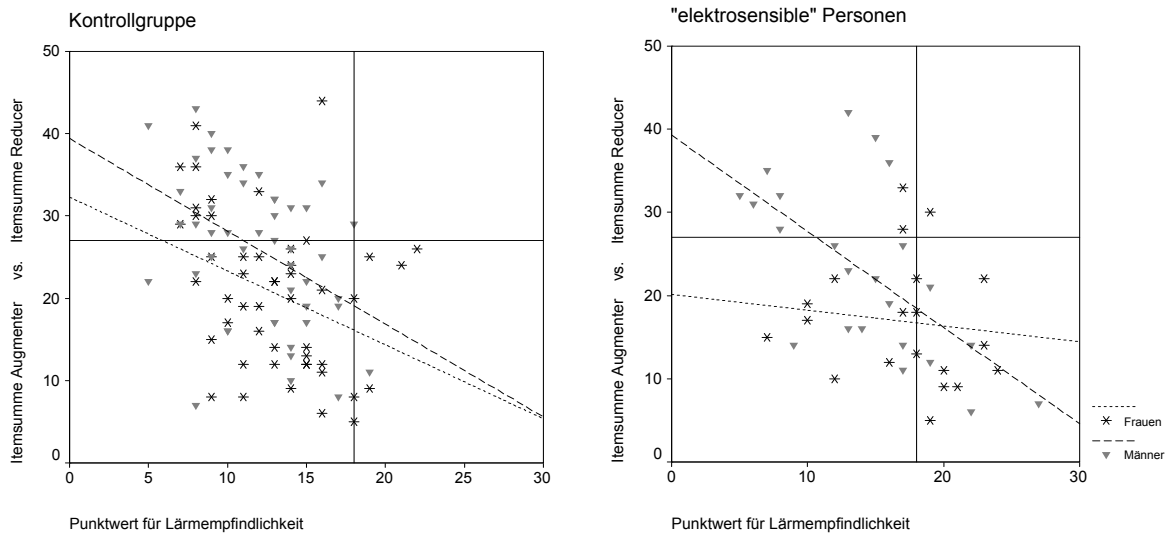


Abb. 6.24 Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und dem Augmenting oder Reducing in der Kontrollgruppe und bei den „Elektrosensiblen“

Sowohl für die „elektrosensiblen“ Männer wie auch für die Kontrollpersonen würde die höhere Lärmempfindlichkeit in Beziehung stehen mit der Disposition zum Augmenting und eine höhere Reizempfindlichkeit auf der neuronalen Ebene begründen. Bei den „elektrosensiblen“ Frauen wird dieser in der Disposition begründete Zusammenhang offenbar nicht deutlich oder scheint durch andere Bedingungen überlagert zu werden.

Zur zweiten Frage:

Vergleicht man die Bevorzugen für typische,

Im Vergleich mit der Persönlichkeitsdimension Introversion/Extraversion wäre zu vermuten, dass Personen, die sich mit mehr introvertierten Verhaltensmustern oder Gewohnheiten charakterisierten, auch eine größere Empfindlichkeit gegenüber Lärmbelastigungen angeben würden.

Die Abbildung 6.25 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen einem mehr introvertierten oder extravertierten Verhalten und der subjektiv angegebenen Lärmempfindlichkeit. Dazu sind in der Tabelle 6.12 die ermittelten Regressionskoeffizienten angegeben, die der in Abbildung 6.25 eingetragenen Trendlinie zu Grunde liegen.

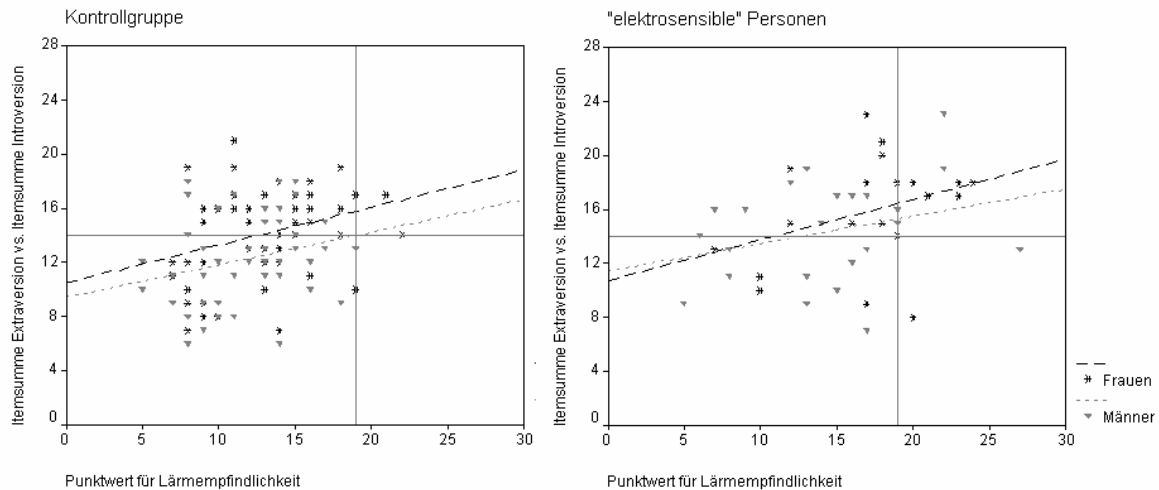


Abb. 6.25 Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und der Häufigkeit selbstbeschriebener introvertierter vs. extravertierter Verhaltensmuster

Tab. 6.12 Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und der Häufigkeit, mit der sich Personen eher introvertiert ausgerichteten Verhaltensbeschreibungen zuordnen würden

| | KG Männer | | KG Frauen | | „elektrosensible“ Männer | „elektrosensible“ Frauen |
|--------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------------------------|-----------------------------|
| | unter 40 | ab 40 J. | unter 40 | ab 40 J. | | |
| Regressionskoeffizient β | 0,364 | 0,267 | 0,260 | 0,381 | 0,422 | 0,400 |
| Pearson'scher Korr.-koeff. | 0,379 | 0,233 | 0,260 | 0,371 | 0,292 | 0,346 |
| Signifikanzniveau $p =$ | 0,068 | 0,273 | 0,221 | 0,068 | 0,176 | 0,135 |

Die Vermutung, dass introvertiert geprägtes Verhalten mit einer höheren Lärmempfindlichkeit korreliert sei würde, lässt sich nach dem Ergebnis der Regressionsanalyse weder für die Frauen noch für die Männer beider Stichproben bestätigen.

Offensichtlich werden solche Verhaltensmuster, die sich der Persönlichkeitsdimension Introversion / Extraversion zuordnen lassen, im Verlauf des Lebens viel stärker sozial konditioniert und überzeichnet, so dass der dispositionell bedingte Anteil daran stärker modifiziert wird als bei der Eigenschaft des Reducing auf der Ebene der zentralnervösen Reizverarbeitung.

Zur dritten Frage:

Es wird weiter gefragt, ob die Tolerierung einer Geräuschkulisse auch vom Grad der allgemeinen Ängstlichkeit, der erlebten Depressivität oder vom Selbstwerterleben mit beeinflusst sein könnte.

In der Kontrollgruppe fand sich keine Signifikanz, die den Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und der allgemeinen Ängstlichkeit (STAI trait) bestätigen würde (Tabelle 6.13). Auch das Selbstwerterleben oder die Depressivität hatten bei den älteren Probanden der Kontrollgruppe keinen Bezug zur Lärmempfindlichkeit.

Auch bei den „elektrosensiblen“ Personen ließ sich kein Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und dem Niveau allgemeiner Ängstlichkeit, erlebter Depressivität oder dem Selbstwert nachweisen.

Dies deckt sich mit den Erfahrungen von ZIMMER u. ELLERMEIER (1998), die in der von ihnen untersuchten allgemeinen Bevölkerung keinen Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und psychisch bedingten Belastungen oder Persönlichkeitsmerkmalen gefunden hatten.

Offenbar scheint eine Störbarkeit gegenüber Lärm nicht mit dem subjektiven Erleben von affektiv gefärbten Befindlichkeiten zu korrelieren. Die alleinige Beziehung zum Reducing bzw. Augmenting definiert Lärmempfindlichkeit als eine vom Zentralnervensystem beeinflusste Disposition.

Tab. 6.13 Zusammenhang zwischen Lärmempfindlichkeit, Grad allgemeiner Ängstlichkeit, Selbstwerterleben und erlebter Depressivität im Vergleich der älteren Männer und Frauen aus der KG mit den „Elektrosensiblen“

| Regressionskoeffizient β und Pearson'scher Korrelationskoeff. zwischen Lärmempfindlichkeit und | KG Männer (ab 40 J.) | KG Frauen (ab 40 J.) | Männer elektrosensibel | Frauen elektrosensibel |
|---|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Allgemeiner Ängstlichkeit (Trait) $\beta =$ | - 0,083 | 0,048 | 0,229 | - 0,009 |
| $r =$ | - 0,185 | 0,367 | 0,346 | - 0,019 |
| Signifikanzniveau $p =$ | 0,387 | 0,071 | 0,106 | 0,935 |
| Selbstwerterleben (AE aus BVND) $\beta =$ | - 0,095 | 0,069 | 0,218 | - 0,003 |
| $r =$ | - 0,197 | 0,136 | 0,275 | - 0,003 |
| Signifikanzniveau $p =$ | 0,356 | 0,516 | 0,204 | 0,991 |
| Depressivität (ADS) $\beta =$ | 0,007 | 0,193 | 0,255 | 0,028 |
| $r =$ | 0,010 | 0,335 | 0,411 | 0,034 |
| Signifikanzniveau $p =$ | 0,961 | 0,101 | 0,051 | 0,888 |

Zu den aufgeworfenen Fragen lassen sich die Befunde wie folgt zusammenfassen:

In ihren Selbstauskünften reflektierten „elektrosensible“ Männer und Frauen psychisch bedingte Einflüsse im Erleben sehr unterschiedlich. Es fand sich aber kein Zusammenhang zwischen dem Grad der geäußerten Lärmempfindlichkeit zum Selbstwerterleben, zum Grad der affektiv gefärbten depressiven Gestimmtheit oder zum Niveau allgemeiner Ängstlichkeit.

Lärmempfindlichkeit war zwar in der Gruppe der „Elektrosensiblen“ stärker ausgeprägt, steht aber nicht im Zusammenhang mit einem typisch introvertierten Verhalten, auch wenn das unter den „elektrosensiblen“ Männern im Gegensatz zu denen in der Kontrollgruppe häufiger anzutreffen war.

Einzig die durch die Disposition des Nervensystems geprägte Eigenschaft des Augmenting, die durch eine leichtere Erregbarkeit nervaler Strukturen gekennzeichnet ist, korrespondiert mit einer höheren Lärmempfindlichkeit. Dies war sowohl in der Kontrollgruppe als auch bei den „elektrosensiblen“ Männern statistisch signifikant.

Nur bei den „elektrosensiblen“ Frauen ließ sich dieser Zusammenhang zwischen ihrer Lärmempfindlichkeit und dem Reducing-Score nicht belegen. Offenbar scheint bei ihnen die psychosomatische Problematik der „Elektrosensibilität“ eher verschmolzen zu sein mit den sozialen Bedingungen, u. a. solchen, die ihrem Rollenkonzept zu Grunde liegen könnten. Unter den betroffenen Frauen konnte häufiger der Risikotyp defensiv agierender Leistungsmenschen und der dem Typ-A-Verhalten verwandte Risikotyp identifiziert werden. Ihre Verhaltensdisposition könnte dann stärker in ein Erholungsdefizit münden oder mit einem Unvermögen, sich zu entspannen, korrespondieren.

„Elektrosensibilität“ scheint sich in den Befunden der Frauen offenbar eher aus einer psychosozial unbefriedigenden Erwartungshaltung heraus abzuleiten, deren Unerfülltheit psychisch und physisch dem Erleben einer Ohnmachtsituation gleichen könnte. Dies erleben Frauen im Kontext gestörter sozialer Beziehungen noch eher als in Bezug auf sich allein.

6.4.4 Die Bestimmung des Stresshormons Cortisol im Verlauf eines Tages

Um zu untersuchen, ob sich hinter einer sogenannten „Elektrosensibilität“ eine erhöhte chronische Alltagsbelastung verbergen könnte, die auf ein erhöhtes Stressgeschehen bei den betroffenen Personen hinweisen könnte, wurde an einem Tag zu verschiedenen Zeitpunkten das im Speichel bestimmbare Cortisol gemessen.

Cortisol ist im Blut, Urin und Speichel nachweisbar. Die Konzentration des Cortisols im Speichel korreliert hoch mit der im Blut. Deshalb hat sich die nicht-invasive Probenahme mittels Salivetten von Sarstedt® zum Aufnehmen des Speichels als eine valide Methodik erwiesen, die in dieser Form auch für die Probanden akzeptabel ist.

Cortisol ist ein Steroidhormon, das von der Nebennierenrinde im Zusammenspiel einer hormonell induzierten Aktivierungs- oder Stressreaktion ausgeschüttet wird. Die Wirkungen des Hormons sind vielfältig. Cortisol hemmt entzündliche Prozesse. Cortisol erhöht den Fett- und Eiweißstoffwechsel und fördert die Neubildung von Zucker aus anderen Stoffwechselkomponenten. Cortisol begünstigt die Bereitstellung von Energie im Körper, verbessert die Wahrnehmung von Sinnesreizen und „scheint deutliche Effekte bei der Generierung von Emotionen zu haben“ (VOIGT, K., 1994, S. 471). Es wirkt verstärkend auf die Synthese anderer „Stress-Hormone“, wie die der Katecholamine, und verbessert deren Wirkung.

Somit sind im Zusammenhang mit einer gesteigerten körperlichen Anstrengung, mit emotionaler oder hoher Arbeitsbelastung erhöhte Cortisolkonzentrationen verbunden, so dass Cortisol auch als ein möglicher „Stressanzeiger“ bewertet worden ist (SCHREINICKE et al., 1990; KNÖPFEL et al., 1997; FISCHER, J. E., 2003; Weber, V., 2005; GAAB et al., 2005; KANEL et al., 2005). Ihre Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Höhe der im Speichel gemessenen Konzentration von Cortisol zusammenzuhängen scheint mit der erwarteten bzw. antizipierten Belastung des entsprechenden Tages sowie mit dem aktuellen Wohlbefinden. Offenbar korreliert die Cortisolausschüttung aber auch mit den Belastungen, die für die letzten Wochen charakteristisch waren und an die eine Anpassung vollzogen worden ist (ggf. chronischer Stress). Damit würde Cortisol – im Gegensatz zum Nebennierenhormon ACTH – langfristig für eine stabilisierende Wirkung im Organismus sorgen, während ACTH der schnellen Aktivierung dient, wenn kurzfristig auf eine aktuelle Belastung adäquat reagiert werden muss.

Cortisol wird im Verlauf eines Tages in unterschiedlicher Menge freigesetzt, so dass sich ein typisches Tagesprofil zeigt, das auch individuell für jede Person reproduzierbar ist. Am Morgen steigen die Werte rasch an und schon während der ersten Stunde nach dem Aufwachen wird die höchste Cortisolkonzentration erreicht (Morgenpeak). Im weiteren Verlauf des Tages fällt die Konzentration wieder ab und erreicht nach Mitternacht den niedrigsten Wert. V. WEBER (2005) konnte individuell typische Tagesprofile replizieren. Sie fand einerseits ein intraindividuell stabiles Verlaufprofil, das eine Differenzierung zwischen hoch, mittel und niedrig beanspruchten Personen erlaubte. Andererseits konnte sie nachweisen, dass eine im Mittel hohe Cortisol-Tageskonzentration mit einer hohen Ausprägung dispositioneller Ängstlichkeit verbunden war sowie auch mit einer depressiven Symptomatik korrelierte. Im Zusammenhang mit einer erhöhten Morbidität bei den untersuchten, hoch beanspruchten Beschäftigten im Servicebereich fand sie sowohl einen extrem niedrigen als auch einen deutlich überhöhten Cortisolspiegel am Morgen.

Sammelregime für 8 Speichelproben an einem Tag:

Für die Abgabe der Speichelproben wurde mit den Probanden ein Tag nach der experimentellen Untersuchung vereinbart. Der Tagesablauf sollte dabei einer für die Person gewöhnlichen Belastung entsprechen. Die Person wurde gebeten, an diesem Tag ihre Speichelproben zu folgenden Zeiten abzugeben:

- 1. direkt nach dem Aufwachen
(das Proberöhrchen sollte bereits auf dem Nachttisch liegen),
- 2. nach weiteren 15 min.,
- 3. nach weiteren 15 min.,
- 4. nach weiteren 15 min.,
- 5. nach weiteren 15 min. (mit der 5. Probe war die 1. Stunde des Tages erfasst),
- 6. die Mittagsprobe gegen 12 Uhr,
- 7. die Nachmittagsprobe gegen 16 Uhr und
- 8. die Abendprobe gegen 20 Uhr.

Jede Person wurde darin unterwiesen, wie die Proben zu handhaben seien, und sie wurde gebeten, an diesem Tag von außergewöhnlichen, insbesondere körperlichen Belastungen abzusehen. Die Proben sollten nicht direkt nach einer Nahrungsaufnahme abgegeben werden, so dass das Frühstück nach Möglichkeit auf die Zeit nach der 5. Speichelprobe verschoben werden sollte. (Sofern der Person das nicht möglich war, wurde ein entsprechender Modus vereinbart, damit die Probe auswertbar war.) Die Proben, mit der genauen Angabe der Abgabezeit versehen, sollten dann am folgenden Tag mit der Post an uns zurück geschickt werden.

Für die Analyse der Cortisolkonzentrationen in den Speichelproben wurde „Cortisol Saliva LIA“ – ein Enzymimmunoassay, Kat.-Nr. RE 620 11, der Firma IBL-Hamburg GmbH – verwendet, mit deren Analysegerät die Proben auch ausgewertet wurden⁶⁰.

Die im Speichel bestimmte Cortisolmenge wurde in folgender Weise analysiert:

- Die Differenz der nach dem Erwachen erreichten maximalen Cortisolkonzentration in Bezug zum Anfangswert (Anstieg der Cortisolkonzentration am Morgen).
- Die im Verlauf des gesamten Tages ermittelte Cortisolausschüttung (berechnet aus der 1. bis 8. Probe nach PRUESSNER et al. (2003)). Als Maß wird dazu die Fläche unter der Kurve verwendet, die die Gesamtmenge der Cortisolsekretion einer Person an diesem Tag repräsentiert.

Mit der Untersuchung der Cortisolsekretion im Tagesverlauf bei den Personen, die von „Elektrosensibilität“ betroffen waren, sollte die folgende Frage überprüft werden:

Könnte es auf Grund von Bedingungen, die betroffene Personen als „Elektrosensibilität“ erleben, eine höhere Cortisolausschüttung geben, die im Vergleich mit „unbelasteten“ Personen auf eine höhere Beanspruchung, psychisch und/oder physisch bedingt, hinweisen würde?

Insgesamt fanden sich 28 „elektrosensible“ Probanden (13 Männer, 15 Frauen) bereit, Speichelproben nach dem vorgegebenen Schema abzugeben. Parallel dazu konnten aus der Kontrollgruppe 11 der älteren Probanden (5 Männer, 6 Frauen) gewonnen werden. Diese Kontrollpersonen rekrutierten sich aus der Bundesanstalt und waren vorrangig mental beansprucht, wobei deren Tätigkeiten eine hohe Konzentrationsfähigkeit voraussetzten.

Um zu überprüfen, inwieweit das individuelle Tagesprofil der Messungen stabil und damit reliabel bleiben würde, wurde das Sammelschema mit den Kontrollpersonen an zwei saisonal unterschiedlichen Tagen durchgeführt. Die hohe Übereinstimmung in der Wiederholung ihrer individuellen Tagesprofile billigte das Vorgehen, dass bei den „Elektrosensiblen“ die Proben an nur einem Tag erhoben wurden.

⁶⁰ Die Proben zur Analyse der enthaltenen Cortisolkonzentrationen wurden erst ausgewertet, nachdem die Proben von allen teilnehmenden Personen eingegangen waren. Bis dahin wurde der aus den Salivetten extrahierte Speichel bei – 20 °C tiefgefroren gelagert. Dies sollte verhindern, dass die Messgenauigkeit und die Objektivität der Auswertung durch unterschiedliche Chargen beeinträchtigt wurden.

Die Abbildung 6.26 zeigt Mittelwert und Streuung der Cortisolsekretion an jedem der acht Messzeitpunkte für die Gruppe der „elektrosensiblen“ Personen. Entsprechend ergab sich ein individuelles Tagesprofil jeder einzelnen Person, das sich aus der ermittelten Cortisolkonzentration ihrer Einzelproben zu jedem Zeitpunkt errechnete (berechnet nach der Methode von PRUESSNER et al. (2003)). In der Abbildung 6.27 sind für die Personen der Kontrollgruppe und für die „elektrosensiblen“ Personen ihre individuellen Cortisol-Tagesmengen dargestellt.

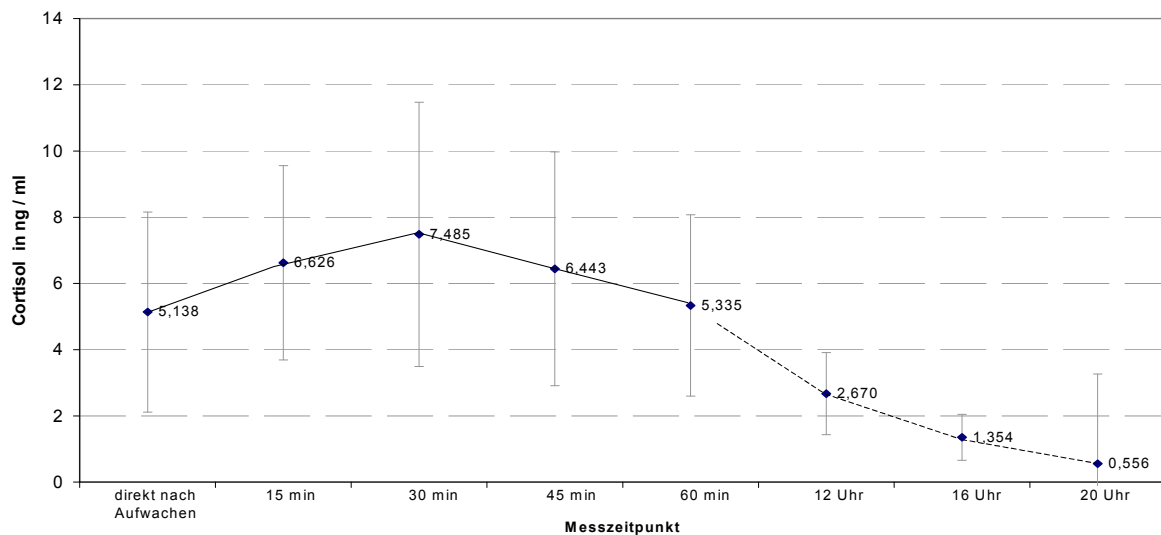


Abb. 6.26 Mittelwert und Standardabweichung für die je Messzeitpunkt ermittelte Cortisolkonzentration der 28 „elektrosensiblen“ Personen

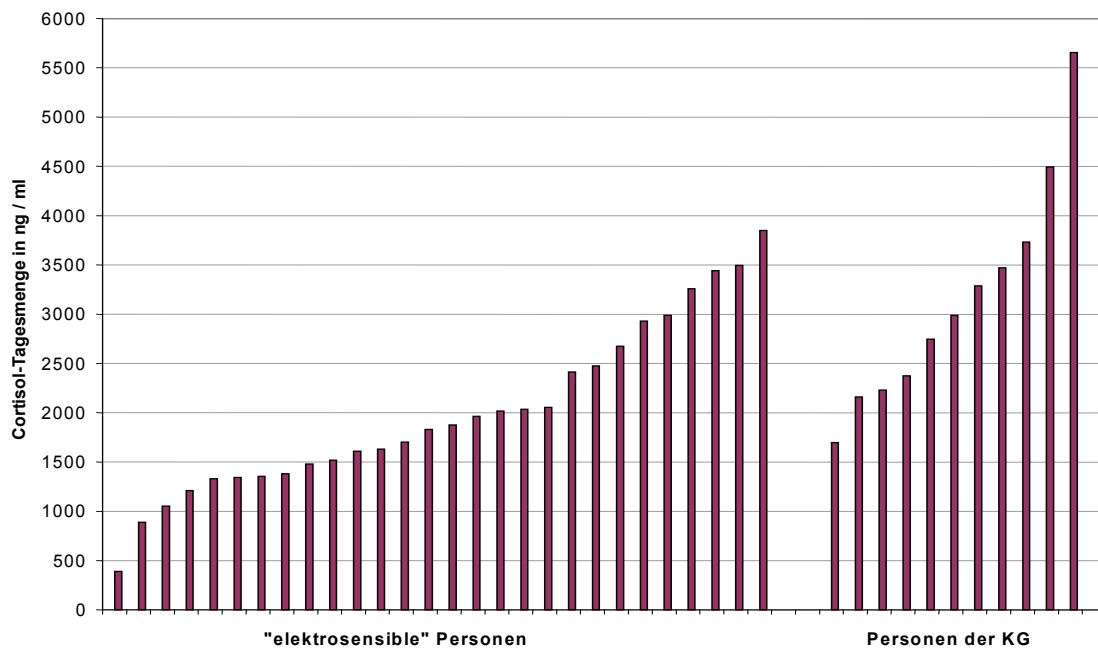


Abb. 6.27 Die für die 28 „elektrosensiblen“ und die 11 Personen aus der Kontrollgruppe ermittelte Tagesmenge ihrer Cortisolsekretion

Vergleicht man in der Abbildung 6.27 die ermittelte Tagesmenge der Cortisolsekretion für die einzelnen Personen, so wird deutlich, dass sich – im Vergleich zu den Kontrollpersonen – bei den meisten „elektrosensiblen“ Personen im Mittel keine höhere Cortisolausschüttung im Verlauf eines Tages ergab.

Dies bestätigte sich auch, indem die Cortisolausschüttung der „elektrosensiblen“ Personen derjenigen von Personen aus anderen Vergleichsgruppen gegenüber gestellt wurde.

Zum Vergleich boten sich neben den bereits erwähnten 11 Personen der Kontrollgruppe zwei weitere Stichproben an, deren Speichelproben im gleichen Labor⁶¹ unter den gleichen Analysebedingungen untersucht worden waren. Diese zwei Vergleichsgruppen setzten sich aus Mitarbeitern zusammen, die im Rettungsdienst tätig waren.

Im Rettungsdienst ergeben sich Tätigkeiten, die eine hohe psychosoziale Kompetenz und Belastbarkeit der Mitarbeiter erfordern und neben der psychischen Beanspruchung zusätzlich mit einer hohen körperlichen Belastung verbunden sind. Eine Vergleichsgruppe (VG 1) rekrutierte sich aus 19 Männern, die an verschiedenen Orten Deutschlands arbeiteten und – wie die Kontrollpersonen auch – älter als 39 Jahre waren (GEBHARDT et al., 2006). Eine zweite Vergleichsgruppe (VG 2 setzte sich aus 17 Männern und 5 Frauen einer städtischen Rettungswache zusammen), die mit einem Alter zwischen 20 und 35 Jahren jünger waren (BACKÉ et al., 2007, 2008; KAUL et al., 2007). Für die ältere Vergleichsgruppe (VG 1) lagen nur Speichelproben für den Verlauf eines Arbeitstages vor. Für die jüngere Vergleichsgruppe (VG 2) waren die Speichelproben an jeweils einem Arbeitstag im Krankentransport und an einem Tag in der Notfallrettung abgegeben worden. Zusätzlich dazu konnten für diese Mitarbeiter auch Proben an einem freien Tag analysiert werden.

Die Abbildung 6.28 zeigt in den verschiedenen Stichproben, die sich in den Belastungen des Tages stark voneinander unterschieden, die Variationsbreite der Cortisol-Tagesmengen. Die Gruppe der „elektrosensiblen“ Personen hebt sich deutlich von der Kontrollgruppe und von den beiden Vergleichsgruppen während ihrer Arbeitsschichten im Rettungsdienst ab. Die Unterschiede für die mittlere Cortisol-tagesmenge am Arbeitstag waren zwischen den Personen aus der Kontrollgruppe und den Mitarbeitern im Rettungsdienst nicht signifikant. Im Unterschied dazu lag die Cortisol-Tagesmenge der „elektrosensiblen“ Personen nur in der Größenordnung, wie sie vergleichsweise für die Rettungsdienstmitarbeiter an ihrem freien Tag ermittelt wurde. In wieweit die Daten jedoch eine gesicherte Aussage zulassen würden, muss offen bleiben, da die Werte von der Compliance der Probanden bei der Einhaltung des Abgabeschemas abhängen und die besonders für die Abgabe der Proben am Morgen ganz entscheidend ist.

⁶¹ Die Bearbeitung der Speichelproben und die Analyse der Cortisolkonzentrationen wurde von Frau Dr. Eva-Maria Backé und ihrer Mitarbeiterin, Frau Carmen Thim, übernommen (BAuA).

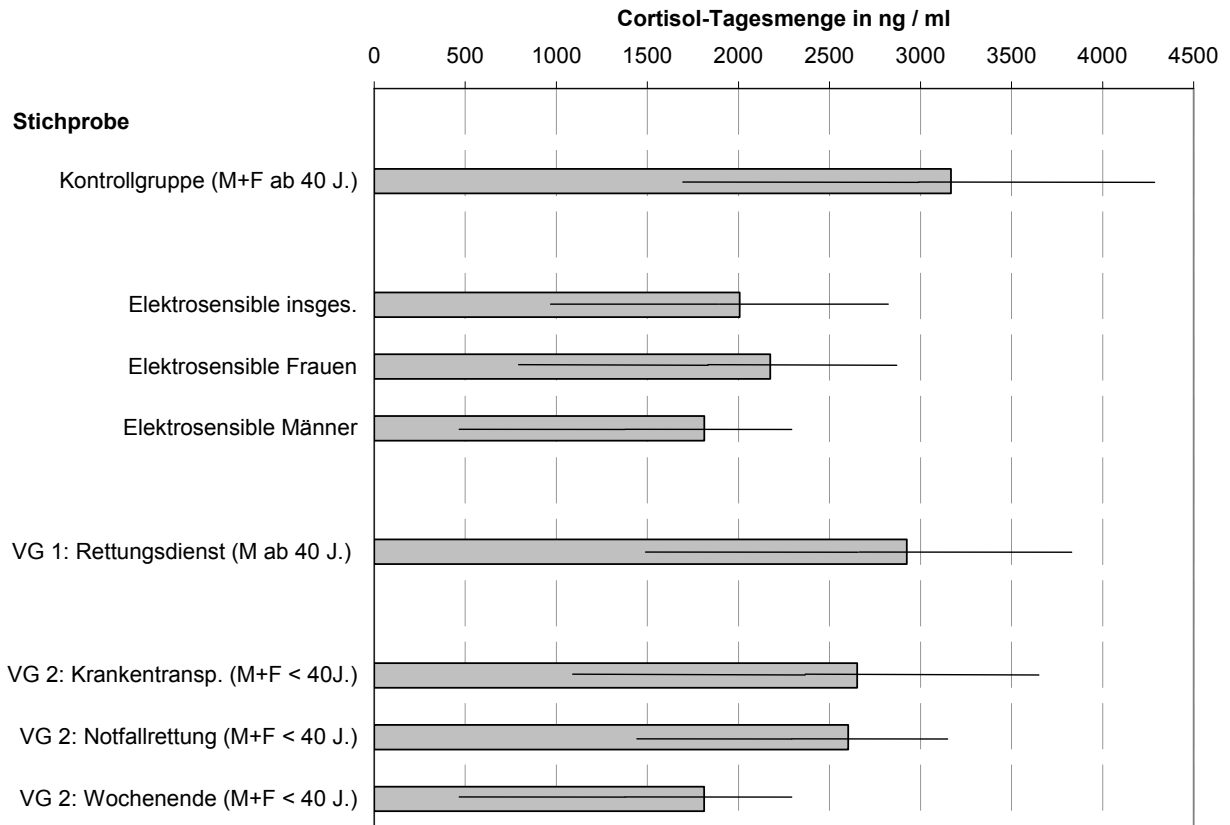


Abb. 6.28 Mittlere Tagesmenge der Cortisolsekretion der „elektrosensiblen“ Personen im Vergleich zu den Personen aus der Kontrollgruppe und zu den Probanden der Vergleichsgruppen aus dem Rettungsdienst

In der Tabelle 6.14 werden die Stichproben nach der Höhe ihrer Cortisol-Tagesmenge miteinander verglichen. Die Grenzen für die drei Kategorien, die in der Tabelle 6.15 angegeben sind, ergaben sich aus dem einfachen Streuungsbereich des Mittelwertes zur Cortisol-Tagesmenge bei den Kontrollpersonen. Im Vergleich stehen somit die „Elektrosensiblen“ und die Stichproben der Rettungsdienstmitarbeiter anhand des Standards der Kontrollgruppe.

An den Arbeitstagen waren in den Stichproben VG1 und VG 2 die Verteilungen für die Höhe ihrer Cortisol-Tagessekretion ähnlich der in der Kontrollgruppe. D. h. die Cortisol-Tagesmenge variierte bei den Rettungsdienstmitarbeitern ähnlich stark wie bei den Kontrollpersonen.

Die Cortisol-Tagessekretion der „elektrosensiblen“ Personen variierte dagegen ähnlich wie die der Rettungsdienstmitarbeiter aus der VG2, die an deren freien Tagen ermittelt wurde. Damit würde sich deren Verteilung deutlich gegen die der Personen aus der Kontroll- und den Vergleichsgruppen abheben, wie sie sich für die Cortisol-Tagesmenge an den Arbeitstagen ergab. Die relativen Häufigkeiten für die drei Kategorien (geringe – mittlere – hohe Cortisolsekretion am Tag) würde bei den „elektrosensiblen“ Personen eher an eine Verschiebung in Richtung zur unteren Kategorie hin vermuten lassen. Dies widerspräche aber der Erwartung, dass „elektrosensible“

Personen einer höheren Beanspruchung ausgesetzt seien, die dann eher in einer höheren Cortisolausschüttung am Tag vermutet werden würde.

Tab. 6.14 Vergleich der Cortisol-Tagessekretion zwischen verschiedenen Gruppen in Bezug zu Mittelwert und Streuung der Kontrollgruppe

| Stichprobe | Probanden | Höhe der Cortisol-Tagessekretion | | |
|--|-----------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
| | | weniger als 2.015 ng/ml | 2.016 – 4.320 ng/ml | mehr als 4.320 ng/ml |
| KG: alter als 40 J. | N = 11 (5m, 6w) | 1 (9,1 %) | 8 (72,7 %) | 2 (18,2 %) |
| Elektrosensible | N = 28 insges. | 17 (60,7 %) | 11 (39,3 %) | 0 |
| | N = 15 w | 8 (53 %) | 7 (47,0 %) | 0 |
| | N = 13 m | 9 (63 %) | 4 (21,0 %) | 0 |
| VG 1: Rettungsdienst, ab 40 J. | N = 19 m | 4 (21,1 %) | 14 (73,7 %) | 1 (5,2 %) |
| VG 2: Rettungsdienst, unter 40 J. | N = 5 w + 17 m | | | |
| - Notfallrettung | N = 21 (w + m) | 3 (14,3 %) | 17 (81,0 %) | 1 (4,7 %) |
| - Krankentransp. | N = 20 (w + m) | 7 (35,0 %) | 10 (50,0 %) | 3 (15,0 %) |
| - freier Tag am Wochenende | N = 22 (w + m) | 12 (54,5 %) | 10 (45,5 %) | 0 |

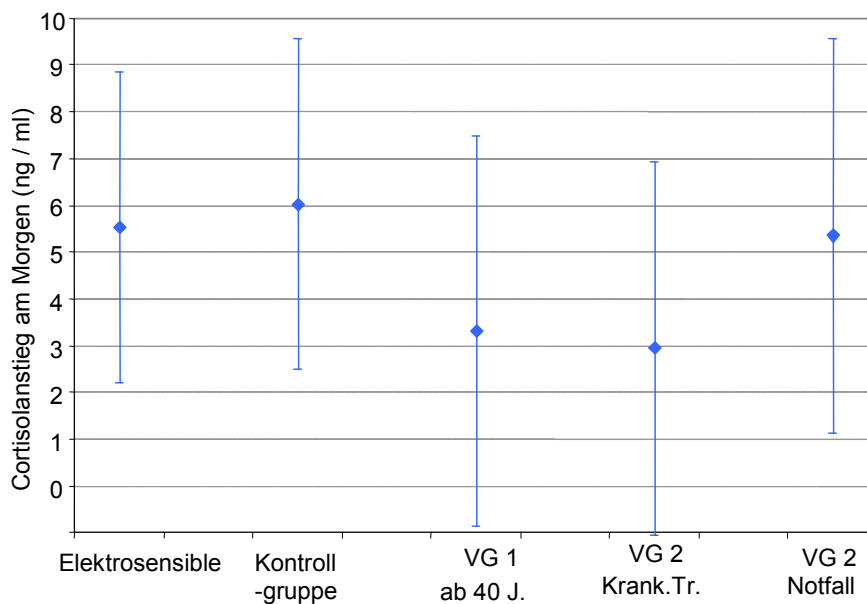


Abb. 6.29 Vergleich des Cortisolanstiegs am Morgen bei unterschiedlichen Untersuchungsgruppen (Morgenpeak)

Vergleicht man dazu den morgendlichen Anstieg des Cortisols (siehe Abb. 6.29), so ließ sich dann aber zwischen den „elektrosensiblen“ Personen und denen der Kontrollgruppe kein charakteristischer Unterschied mehr finden.

Für die (jüngeren) Mitarbeiter im Rettungsdienst (VG 2) zeigte der morgendliche Anstieg der Cortisolsekretion einen signifikant steileren Anstieg am Tag der Notfallrettung als am Tag des Krankentransports. Dieser Aspekt könnte im Zusammenhang mit einer höheren Unbestimmtheit für Situationen in der Notfallrettung gesehen werden und eine höhere reaktive Bereitschaft, Ressourcen für die Bewältigung der Anforderungen in den Einsätze zur Verfügung zu haben, abbilden (BACKÉ et al., 2007, 2008). In der älteren Vergleichsgruppe (VG 2) waren hingegen die Einsatzsituationen (Krankentransport und Notfallrettung) vermischt, so dass sich dieser Befund nicht überprüfen ließ.

Nicht ausgeschlossen werden kann auch ein möglicher Einfluss einer ungenügenden Compliance, wenn Personen das Sammelregime für die Speichelproben – insbesondere für die Abgabe ihrer ersten Probe – nicht genauso wie verabredet eingehalten hätten. Dies würde sich dann sowohl auf die Berechnung des Cortisolanstiegs am Morgen als auch auf die Aussagekraft des Tagesprofils für die Berechnung der Cortisolsekretion insgesamt auswirken (KUDIELKA et al., 2003).

Ebenfalls kritisch muss für den Vergleich der Tagesmenge auch eine große Streuung für die Abgabezeiten, speziell für die ersten Proben, angemerkt werden. Die Proben der Mitarbeiter im Rettungsdienst an ihrem freien Tag (VG 2) weisen ebenso wie die der „elektrosensiblen“ Personen eine große Schwankungsbreite bei der angegebenen Aufwachzeit auf. Bei späteren Abgabezeiten am Morgen könnte hierbei der tatsächliche Verlauf des Cortisols zu ungenau erfasst worden sein.

Bleibt die Frage, ob es zu den die Person kennzeichnenden Merkmalen im Erleben und Verhalten einen Bezug zur Höhe ihrer Cortisolsekretion geben könnte. Dazu wurde die Abhängigkeit von folgenden Merkmalen untersucht: Selbstwerterleben (BVND-AE), Niveau allgemeiner Ängstlichkeit (STAI trait), Depressivität (ADS), Lärmempfindlichkeit, Anzahl der introvertiert ausgerichteten Verhaltensmuster, Reducing-Score sowie Kontroll- und Planungsambitionen, Erholungsunfähigkeit, Ungeduld und Dominanzstreben (FABA).

Mit Hilfe der linearen Regressionsanalyse wurde geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der Tagesmenge der Cortisolsekretion bzw. des morgendlichen Cortisolanstiegs mit der Ausprägung der genannten Merkmale aus den Selbsteinschätzungen der Personen möglich wäre.

Die Tabelle 6.15 fasst dazu das regressionsanalytische Ergebnis für die Abhängigkeit in der Höhe der Cortisolsekretion von den personenspezifischen Merkmalsausprägungen in den untersuchten Stichproben zusammen. In die Tabelle sind zur Übersichtlichkeit nur die Ergebnisse aufgenommen, aus denen sich ein möglicher Zusammenhang des Cortisol mit Persönlichkeitscharakteristiken ergeben könnte.

Tab. 6.15 Beziehung zwischen der individuellen Cortisolsekretion am Morgen und der des gesamten Tages mit ausgewählten Merkmalen zum Erleben und Verhalten

a) Koeffizienten für die Männer aus der Kontrollgruppe (n = 5)

| Abhängige Variable: Zu: Cortisol-Morgenpeak | % der Varianz-aus-schöp-fung (R ²) | Nicht standardisierte Koeffizienten | | Standard. Koeffizienten Beta | T | Signifi-kanz p |
|---|--|-------------------------------------|---------------|---------------------------------|---------|-------------------|
| | | B | Stand.-fehler | | | |
| (Konstante) | | - 4,408 | 1,656 | | - 2,661 | 0,076 |
| Lärmempfindlichk. | 93,6 % | 0,761 | 0,115 | 0,967 | 6,608 | 0,007 |
| Zu: Cortisol-Tagesmenge | | | | | | |
| (Konstante) | | 733,933 | 904,278 | | 0,812 | 0,476 |
| Lärmempfindlichk. | 63,7 % | 144,277 | 62,852 | 0,798 | 2,296 | 0,105 |

b) Koeffizienten für die „elektrosensiblen“ Männer (n = 13)

| Abhängige Variable: Zu: Cortisol-Tagesmenge | % der Varianz-aus-schöp-fung (R ²) | Nicht standardisierte Koeffizienten | | Standard. Koeffizienten Beta | T | Signifi-kanz p |
|---|--|-------------------------------------|---------------|---------------------------------|---------|-------------------|
| | | B | Stand.-fehler | | | |
| (Konstante) | | - 4526,480 | 1143,453 | | - 3,959 | 0,003 |
| Kontroll- u. Planungs-ambitionen in Kombination mit: | 64,0 % | 241,522 | 44,381 | 0,848 | 5,442 | 0,000 |
| - Lärmempfindlichkeit | 76,2 % | 71,239 | 31,495 | 0,352 | 2,262 | 0,047 |
| - oder: introvertierte Verhaltensmuster | 76,8 % | 91,713 | 39,042 | 0,446 | 2,349 | 0,041 |
| Zu: Cortisol-Morgenpeak | | | | | | |
| (Konstante) | | - 594,124 | 628,731 | | - 0,945 | 0,365 |
| Introvertierte Verhaltensmuster | 58,6 % | 157,185 | 39,869 | 0,765 | 3,943 | 0,002 |

Tab. 6.15 (Fortsetzung)

c) Koeffizienten für die „elektrosensiblen“ Frauen (n = 15)

| Abhängige Variable: Zu: Cortisol- Morgenpeak | % der Varianz- aus- schöp- fung (R ²) | Nicht standardisierte Koeffizienten | | Standard. Koeffizienten Beta | T | Signifi- kanz p |
|--|---|-------------------------------------|---------------|-------------------------------------|-------|---------------------------|
| | | B | Stand.-fehler | | | |
| (Konstante) | | 0,146 | 2,482 | | 0,059 | 0,954 |
| Introvertierte Verhaltensmuster | 30,1 % | 0,354 | 0,149 | 0,549 | 2,367 | 0,034 |

Interessant ist die Tatsache, dass sich das Selbstwerterleben oder das Niveau der allgemeinen Ängstlichkeit, das insbesondere bei den Frauen in der Gruppe der „Elektrosensiblen“ erhöht war, nicht in der Höhe der Cortisolsekretion widerspiegelte.

In der Kontrollgruppe zeigte sich nur für die Männer eine mögliche Beeinflussung des morgendlichen Cortisolanstiegs vom Grad ihrer Lärmempfindlichkeit, d. h. von der subjektiven Störbarkeit auf Grund akustisch vermittelter Umgebungsreize. Die Tagessekretion des Cortisol zeigte jedoch keinen Zusammenhang zur Lärmempfindlichkeit.

Bei den Frauen der KG war weder diese noch eine andere Abhängigkeit ihrer Merkmalscharakteristiken zum Cortisol aufzufinden gewesen.

In der Gruppe der „elektrosensiblen“ Personen zeigten sich bei Männern und Frauen unterschiedliche Zusammenhangsmuster.

- Bei denjenigen „elektrosensiblen“ Frauen, die sich durch introvertierte Verhaltensmuster beschrieben, stieg die Cortisolsekretion am Morgen stärker an als bei den Frauen, die sich eher extravertiert beschrieben. Die Tagessekretion des Cortisol blieb davon jedoch unbeeinflusst.

Bei anderen Merkmalscharakteristiken fand sich dagegen kein Zusammenhang mehr, der mit der Höhe ihrer Cortisolausschüttung korreliert gewesen wäre.

- Bei den „elektrosensiblen“ Männern hingegen fand sich ein deutlicher Zusammenhang in der Höhe der Cortisol-Tagesmenge mit ihrem Anspruch an Kontroll- und Planungsbedürfnisse, wobei sich unter introvertiert ausgerichtetem Verhalten dieser Einfluss noch stärker ausdrückte. Ein Bezug zum Grad der Lärmempfindlichkeit ist nicht auszuschließen, spielte aber eine eher untergeordnete Rolle (Varianzausschöpfung unter 20 %). Der Anstieg der Cortisolsekretion am Morgen blieb jedoch von den Merkmalsausprägungen in der Persönlichkeit unbeeinflusst.

Bei den jüngeren Mitarbeitern aus dem Rettungsdienst der Vergleichsgruppe VG2 konnte die Cortisolsekretion weder für den gesamten Tag noch für den Morgenpeak mit der Ausprägung von Personmerkmalen in Verbindung gebracht werden. Die Cor-

tisolsekretion korrelierte in dieser Gruppe ausschließlich mit dem Anforderungsprofil der Einsatzschicht (Krankentransport oder Notfallrettung) und war im Morgenpeak mit beeinflusst von der Schlafqualität, die subjektiv der erlebten Erholung zugeschrieben worden war (Backé et al., 2007).

Offenbar spiegelt sich in der Höhe der Cortisolausschüttung nur dann ein Zusammenhang mit Merkmalen der Persönlichkeitscharakteristik wieder, wenn diese mit der Bewältigung täglicher Belastungen korreliert sind oder sein könnten (WEBER, 2005). Konzentrationsintensive Tätigkeiten im Büro verlangen einen geringen Geräuschpegel, der bei Mitarbeitern im Rettungsdienst dagegen tolerierbar sein muss. Aber Rettungsdienstmitarbeiter müssen sich physisch sofort und mit höchstem Einsatz aktivieren und ohne Ansehen der Person engagieren können. Introvertierte Personen werden stärker durch ihre Umwelt in Anspruch genommen als sie diese umgekehrt in Anspruch nehmen würden. Ein zu hohes Kontroll- und Sicherheitsbedürfnis könnte auf Grund zu enger Toleranzen zudem in Überengagement und Stress münden.

Dies könnte dafür sprechen, dass „elektrosensible“ Männer deutlicher als die Männer aus der Kontrollgruppe mit ihrer Persönlichkeitsstruktur auf Umgebungsstress – auch auf langfristigen – ansprechen, der bei ihnen stärker als bei Frauen eine Cortisolsekretion anzukündigen scheint.

Insgesamt bildete sich bei den Männern eine Abhängigkeit zwischen den Merkmalsausprägungen und der Cortisolausschüttung deutlicher ab als bei den Frauen. Dennoch sind die Aussagen mit Einschränkung zu betrachten, da die Gruppen klein sind und die Wiederholung der Messung nicht gegeben war, um mit einer überprüften Compliance der Probanden den Befund zu evaluieren.

Insgesamt konnte aus der Analyse der Speichelproben kein Indiz dafür gefunden werden, dass die Cortisolsekretion bei den „elektrosensiblen“ Personen ein gesteigertes Stressgeschehen auf Grund einer andauernden bzw. physischen (Über-)Belastung widerspiegeln würde. Auch wenn sich im Einzelfall ein abweichender Befund dazu ergab. Im Vergleich zu anderen Personen aus definierten Arbeitsbereichen ließ sich das ermittelte Niveau ihrer Cortisolsekretion eher als angepasst bzw. unauffällig interpretieren. Auch wenn sich die Cortisolprofile individuell sehr unterschiedlich darstellten, hoben sie sich aber nicht gegen die anderer, beruflich stark belasteter Personen ab. Auf Grund der „Elektrosmog-Belastung“, den „Elektrosensible“ angeben, würde sich aus diesem Ergebnis kein erhöhter Stresspegel ableiten lassen.

Möglich scheint, dass sich in der Höhe der Cortisolsekretion das Persönlichkeitsprofil bei „elektrosensiblen“ Männern stärker abbilden könnte als bei den „elektrosensiblen“ Frauen. Das wiederum dürfte aber im Selbstbild von Männern, das mit sozial erwünschten Rollenbildern korrespondiert und gesellschaftlichen Normen genügen will, eher seine Ursachen haben können.

7 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse in Bezug zu individuellen Bedingungen einer „elektromagnetischen Hypersensibilität“

Die vorliegende Studie diente der Evaluation von Bedingungen, die für eine „elektromagnetische Hypersensibilität“ sprechen könnten, sowie der Objektivierung von Wirkungen elektromagnetischer Feldimmissionen, die bei betroffenen Menschen Symptome solch einer „Elektrosensibilität“ auslösen sollen.

„Elektrosensible“ Personen wurden ebenso wie die nicht betroffenen Personen der Kontrollgruppe einem identischen und doppelt verblindeten experimentellen Untersuchungsdesign ausgesetzt. Untersucht wurde der Einfluss eines magnetischen 50-Hz-Feldes und der eines kopfnah gepulsten elektromagnetischen Hochfrequenzfeldes, wie es von einem Funktelefon bei maximaler Sendeleistung ausgehen würde. Die Teilnahme war freiwillig und das Experiment konnte von Seiten der Probanden jederzeit abgebrochen, jedoch nicht nach ihren Wünschen, z. B. die Exposition betreffend, abgeändert werden. Die Kontrollgruppe umfasste, nach Alter und Geschlecht in vier gleichstarke Gruppen unterteilt, 96 Personen. Die Gruppe der insgesamt 43 Personen, die angaben, von einer „Elektrosensibilität“ betroffen zu sein, rekrutierte sich eher aus einer Positivauslese, denn viele scheuten sich, an einem Provokationstest teilzunehmen, dessen eingesetzte Feldstärken sie als „Körperverletzung“ einstufen.

Gefragt wurde, ob Menschen nachweislich auf elektromagnetische Felder mit einer Überreaktion reagieren könnten; und ob dann eine solche Empfindlichkeit eher anlagebedingt sei oder – aus der individuellen Situation heraus – durch Stress begründet werde.

Die subjektiven Bedingungen, die auf eine erhöhte reaktive Empfindlichkeit gegenüber Umgebungsreizen hinweisen könnten, wurden in folgenden Faktoren vermutet:

- in der Fähigkeit der Person für eine hoch differenzierende bzw. sensible Wahrnehmungsleistung,
- in der Disposition für nervale Erregungs- und Hemmungsprozesse, die sich in der Spontaneität des Verhaltens (Temperament) und in der Bevorzugung bestimmter Reizkulissen (hinsichtlich von Reizintensitäten) niederschlagen würde, und
- in der individuellen Art, auf aktuell gegebene Alltagsbelastungen zu reagieren (Stressbewältigung).

Andererseits war abzuklären, welche Konditionen sich im Selbstbild der Person widerspiegeln, wodurch das Erleben und Empfinden emotional beeinflusst werden würde oder was subjektiv Fehlinterpretationen äußerer Gegebenheiten bedingen könnte.

In einem Provokationsexperiment wurden dreimal eine Schein- und dreimal eine Feldexposition (das magnetische 50-Hz-Feld oder der Mobilfunk) eingesetzt, der jede Person jeweils 10 Minuten lang ausgesetzt blieb. Ein balancierter Periodenversuchsplan, der acht mögliche Expositionsabfolgen beinhaltete, erlaubte es in jeder Stich-

probe, die Zeit- gegen die Expositionseffekte mittels univariater Varianzanalyse statistisch zu unterscheiden, um den Einfluss des Feldes auf das Auslösen einer Empfindlichkeitsreaktion prüfen zu können.

Die Wirkungseffekte, die infolge der Feldexposition auf der physiologischen Ebene erwartet wurden, sind mit der Messung der elektrodermalen Aktivität überprüft worden. Dafür ist die elektrische Hautleitfähigkeit permanent über die gesamte Zeit des Provokationsexperimentes aufgezeichnet worden. Die vegetativ innervierte elektrodermale Aktivität ist ein äußerst empfindlicher physiologischer Parameter. Würde eine andauernde Feldimmission eine biologische Wirkung initiieren können, so ist davon auszugehen, dass sich dann das tonische Niveau dieser elektrodermalen Aktivität (Niveau des Basiswertes) systematisch in Abhängigkeit von der physikalischen Gegebenheit mit verändern würde. Dafür ist jeweils über die gesamte Zeitspanne der 10 Minuten einer Provokationsphase das mittlere Niveau des Basiswertes dieser elektrischen Hautleitfähigkeit bestimmt worden.

Jedoch bei keiner einzigen Person zeigte sich die erwartete systematische Änderung im tonischen Niveau der elektrischen Hautleitfähigkeit in Abhängigkeit von der Anwesenheit oder der Dauer der gegebenen Feldimmission. Damit ließ sich die Fragestellung, ob der Einfluss des Feldes vegetativ wirksam und eine Befindlichkeitsänderung bei „elektrosensiblen“ Personen wahrscheinlich sein würde, nicht bestätigen. Lediglich die Vermutung der Person, sie hätte erlebt, dass das Feld ein- oder ausgeschaltet sei, bildete sich bei einer Reihe von „elektrosensiblen“ Personen in der Veränderung des tonischen Niveaus ihrer elektrischen Hautleitfähigkeit ab.

Zusätzlich war die Person am Ende jeder Provokationsphase gefragt worden, ob sie ein elektromagnetisches Feld wahrgenommen habe. Obwohl „elektrosensible“ Personen viel häufiger diese Frage bejahten, erzielten sie dennoch keine höheren Trefferraten als die Personen aus der Kontrollgruppe, die diese Frage in der Regel verneinten und damit in 50 % der Fälle richtig und in 50 % der Fälle falsch lagen.

Drei der „elektrosensiblen“ Personen antworteten jedoch so, dass ihre Antworten mit der realen Gegebenheit übereinstimmten, womit sie eine überzufällig hohe Trefferrate im Experiment erzielten. In der experimentellen Wiederholung konnten sie diese Trefferrate aber nicht annähernd mehr erreichen, so dass sich ihr erstes Ergebnis nur als Zufallstreffer im Frage-Antwort-Set interpretieren ließ und sich für diese Personen doch keine solch überdurchschnittlich hohe Sensitivität für das Hochfrequenzfeld des Mobilfunks ergaben, wie sie es von sich beschrieben.

Das Ergebnis aus den hier vorliegenden Provokationsexperimenten steht damit im Einklang zu den in der Literatur dargestellten Befunden und zu den Resultaten aus den Studien, die eine Reaktion auf eine definierte Feldexposition ebenfalls nicht objektivieren konnten, wie u. a. die Studien, die im Rahmen des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms zum Phänomen „Elektrosensibilität“ durchgeführt wurden [120], [121]. Es lässt sich auf der Grundlage dieses dargestellten und der in der Literatur übereinstimmend gefundenen Forschungsergebnisse mit großer Wahrscheinlichkeit ausschließen, dass „Elektrosensibilität“ durch eine physikalisch bedingte Feldimmission unterhalb gesetzlich zugelassener Grenzwerte ausgelöst oder durch die Existenz realer Felder beeinflusst werden kann.

Mit diesem Ergebnis erübrigte sich die Frage, durch welche Bedingungen eine reaktive Überempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Feldern initiiert sein könnte. Damit reduzierte sich die aufgeworfene Frage allein darauf, ob sich für Personen mit einer „Elektrosensibilität“ typische Merkmale finden lassen würden, die mit der von ihnen erlebten Störbarkeit ihres Befindens korrespondieren könnten.

- **Zur Sensitivität in der Wahrnehmung und zum Konzentrationsvermögen „elektrosensibler“ Personen im Vergleich mit Kontrollpersonen**

Bezüglich der altersabhängigen Bewertung der Konzentrationsleistung bei der eingesetzten Kurzzeitbeobachtungsprobe unterschieden sich die Stichproben im Mittel nicht. Optisch dargebotene Muster detailgetreu aus der Erinnerung zu reproduzieren, gelang jedoch in der Regel Personen aus der Kontrollgruppe besser als „elektrosensiblen“ Personen, so dass es in der Kontrollgruppe deutlich mehr sehr gute Befunde gab, da die erinnerten Muster sehr viel detailgenauer mit der Vorlage übereinstimmten hatten.

Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich auch beim Unterscheiden fast gleich schwerer Gewichtspen. Fast ausschließlich nur die Personen aus der Kontrollgruppe konnten beim Identifizieren der schwereren Proben ein überdurchschnittliches Ergebnis erzielen. Das Schätzergebnis, das nur mit einer Ratewahrscheinlichkeit erreicht wurde, war in den Stichproben anteilig aber gleich häufig vertreten.

Mit einem Anteil von nur 24 % der Personen, bei denen sich die sogenannte „Störstellensensibilität“⁶² anzeigte, fiel bei den „elektrosensiblen“ Personen das Ergebnis nicht besser aus als in der Kontrollgruppe, in der der Anteil der Personen ebenfalls 24 % der Stichprobe betraf.

Insgesamt erwiesen sich also die „elektrosensiblen“ Personen hinsichtlich der ermittelten Testergebnisse *weder differenzierungsfähiger noch sensitiver* in ihrer Wahrnehmung als die Männer und Frauen aus der Kontrollgruppe. Eher fielen einige der von „Elektrosensibilität“ betroffenen Personen durch eine leichte Flüchtigkeit ihrer Konzentrationsfähigkeit auf.

- **Zur zentralnervös bedingten Verhaltensdisposition**

Unter den „Elektrosensiblen“ beider Geschlechter ordneten sich die meisten Personen dem *Typ des Augmenters* zu, d. h. dass sie zu ihrem Wohlbefinden vorrangig reizärmere Situationen bevorzugen würden. Bei den Personen der Kontrollgruppe, insbesondere bei den Frauen, war zwar der Typ des Augmenters ebenfalls überrepräsentiert, trotzdem war bei beiden Geschlechtern der Anteil deutlich kleiner. Es wä-

⁶² Wenn Feldeinflüsse anderer magnetischer Feldquellen die Feldlinien des Erdmagnetfeldes überlagern, richten sich Metallwinkel nach der Richtung der stärkeren Feldlinien aus, sobald man sie an diese „Störstelle“ bringt. Wenn diese magnetische Feldkraft so klein ist, dass sie die Trägheit der Metallwinkel in der Regel nicht überwinden kann, so ist interessant, dass sich bei einigen Menschen diese magnetische Feldkraft zu fokussieren scheint und sich Metallwinkel in Richtung der überlagernden Feldlinien drehen. Bei uns zeigte sich das bei jeweils ¼ der Stichproben.

re durchaus wahrscheinlich, dass Personen, die angeben unter einer „Elektrosensibilität“ zu leiden, psychonerval zwar leichter erregbar, aber eben auch leichter erschöpfbar seien und sich durch Störungen ihrer Umgebung leichter überfordert fühlen könnten. Möglicherweise könnte dieses Ergebnis mit dem hirnhysiologischen Befund von FRICK, EICHHAMMER u. LANDGREBE (2006) korrespondieren, die auch eine veränderte kortikale Erregbarkeit bei „elektrosensiblen“ Personen feststellten. Auch würde das die von WILEN et al. (2006) oder LYSKOV et al. (2001) berichteten Erfahrungen unterstützen, die bei „Elektrosensiblen“ eine neurovegetativ veränderte Regulation angetroffen hatten.

Dass „elektrosensible“ Personen ihre Lärmempfindlichkeit stärker betonen würden als die Personen der Kontrollgruppe, sollte nicht weiter verwundern. Mit Ausnahme der „elektrosensiblen“ Frauen korrelierte bei allen übrigen Probanden die Lärmempfindlichkeit signifikant mit der Disposition zum Augmenting (Reizvermeidung). Affektbezogen schien jedoch der Grad der Lärmempfindlichkeit vom Niveau allgemeiner Ängstlichkeit oder vom Grad erlebter Depressivität nicht beeinflusst zu sein.

Mit einem introvertierten Verhaltensmuster identifizierten sich „elektrosensible“ Männer häufiger als die Männer in der Kontrollgruppe. Zudem war bei den „elektrosensiblen“ Männern das Merkmal Introversion oft mit der Eigenschaft des Augmenting vergesellschaftet, was bei den Personen der Kontrollgruppe nicht miteinander korrelierte.

Interessanterweise ließ sich diese Differenzierung nicht bei den Frauen finden. Zudem war der Anteil der „elektrosensiblen“ Frauen, die sich mehr introvertierten Verhaltensmustern zuordneten, mit ca. 45 – 50 % etwa genauso groß wie der Anteil der introvertierten Frauen in der Kontrollgruppe.

In der psychomotorischen Geschwindigkeit, die mit dem Tapping eruiert wurde, fanden sich gar keine Unterschiede zwischen den Stichproben.

- **Zu aktuellen Stressreaktionen und zu Strategien der Stressbewältigung**

Aus der Selbsteinschätzung der Personen zum Verhalten und zum Erleben in Leistungssituationen oder zum Anspruch, sich hohen Leistungsanforderungen zu stellen (Copingstrategien), fiel bei den „elektrosensiblen“ Personen oft eine defizitäre Erholungsfähigkeit auf. Insbesondere die „elektrosensiblen“ Frauen beschrieben zu einem hohen Prozentsatz (72%) solche Verhaltensmuster, die mit einem hohen psychosozialen Belastungserleben korreliert sind. Dabei überwiegen häufig defensive Strategien für das Verhalten und Erleben, die geprägt sind durch ein z. T. reduziertes Engagement bei gleichzeitig eingeschränkter Distanz gegenüber Problemen sowie einer verminderten Widerstandsfähigkeit gegenüber emotionalen Belastungen. Aber auch mit einem fordernd ehrgeizigem, dem „Typ-A“ verwandten, Verhaltensmuster hatten sich in ihrer Selbsteinschätzung auffallend häufig „elektrosensible“ Personen identifiziert.

Die Disposition (Trait) für Ängstlichkeit in Alltagssituationen ist dem Erleben von Kompetenz und Situationskontrolle umgekehrt proportional und gilt individualtypisch als recht stabiles, subjektives Bewertungskonzept in Bezug zur Umwelt. Während Jüngere sich in der Regel auf einem niedrigeren Level für Ängstlichkeit befinden, ist

bei Frauen in der Regel das Niveau höher ausgeprägt. Bei den „elektrosensiblen“ Personen fanden sich im Mittel höhere Werte als die Kontrollgruppe⁶³, wobei insbesondere die „elektrosensiblen“ Frauen sich dabei signifikant im Niveau ihrer allgemeinen Ängstlichkeit von dem der Frauen aus der Kontrollgruppe unterschieden.

Offensichtlich fühlen sich die betroffenen Frauen in ihren Alltagssituationen unsicherer und reagieren auf die erlebte Beschränkung ihrer Situationskontrolle angstbetonter als Frauen der Kontrollgruppe. Das könnte ein mögliches Motiv dafür sein, warum Personen mit einer „Elektrosensibilität“ bereit sind, so große Anstrengungen zu unternehmen, um die sie belastenden Felder oder die von Feldern beeinflusste Umwelt so stringent kontrollieren zu wollen.

Soweit sich die Ergebnisse für die Sekretion von Cortisol aus den Analysen der Speichelproben interpretieren lassen, zeigten sich bei den „elektrosensiblen“ Personen – ganz entgegen der Erwartung – keine Werte, die am Tag auf ein erhöhtes Stressgeschehen hinweisen würde. Auch wenn sich im Einzelfall ein abweichender Befund ergeben kann, so schienen die an den Provokationsexperimenten beteiligten „elektrosensiblen“ Personen eher seltener einem höheren Stress von ihrer Belastung her ausgesetzt zu sein als andere Personen. Auch aus einem Betroffensein wegen der sie belastenden „Elektrosensibilität“ spiegelte sich die andauernde physische (Über-)Belastung aber in den Cortisolwerten nicht wider.

Dagegen korrelierten bei den „elektrosensiblen“ Männern die Höhe der ermittelten Cortisolsekretion mit ihrer introvertierten Verhaltensprägung oder mit stärker ausgebildeten Kontrollbedürfnissen, jedoch weniger mit einer erhöhten Störbarkeit durch Lärm – wie bei den Männern aus der Kontrollgruppe. Bei den „elektrosensiblen“ Frauen könnte ein steilerer Anstieg des Cortisols am Morgen mit einer stärker introvertiert ausgerichteten Verhaltensprägung assoziiert gewesen sein. Trotzdem müssen die Befunde zurückhaltend interpretiert werden, da die Ergebnisse von der Compliance der Person abhängen, wie konsequent sie das Sammelregime für die Speichelproben eingehalten hatte.

Fazit:

Nach den vorliegenden Ergebnissen, die sich in gleicher Weise sowohl unter der Exposition eines magnetischen 50-Hz-Feldes als auch unter der des GSM-Mobilfunks ergaben, kann das Phänomen der „elektromagnetischen Hypersensibilität“ nicht auf eine nachweisbare, biologisch begründete Empfindlichkeit gegenüber alltagsüblichen elektromagnetischen Feldern, die mit vergleichsweise nur sehr geringen Intensitäten weit unterhalb der empfohlenen Grenzwerten auftreten, zurückgeführt werden.

Für „elektrosensible“ Personen ließ sich keine höhere Differenzierungsfähigkeit in der Wahrnehmung von Umgebungsreizen finden, die sich in ihrer Disposition begründen würde oder die für die Detektion elektromagnetischer Felder zwingend wäre. Aus den Trefferraten zur Einschätzung der Exposition erklärt sich keine besondere Sensitivität für elektromagnetische Felder, woraus sich eine „Elektrosensibilität“ ableiten könnte.

⁶³ Der Unterschied des erreichten Punktwertes im STAI ließ sich zwischen den „elektrosensiblen“ Männern und denen der Kontrollgruppe statistisch nicht sichern.

Die Befunde sprechen daher für ein innerpsychisches Geschehen (KAUL, 2006). Wenn sich viele der „elektrosensiblen“ Personen psychovegetativ als eher leicht erregbar und erschöpfbar beschreiben, könnte das bei sensorischer Reizüberflutung oder bei psychosozialen Stressoren auch allzuleicht in eine Störung des Allgemeinbefindens münden. Insofern wäre eine in der Anlage des Nervensystems begründete Überempfindlichkeit gegenüber starken Reizkulissen für die Herausbildung einer „Elektrosensibilität“ durchaus wahrscheinlich. Ähnlich hatten Experten den Zusammenhang auf einem Fachgespräch im Dezember 2006, das im Rahmen des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms [116] stattfand, ebenfalls zu interpretieren versucht.

Auch ein sich selbst nicht zugestandenes Leiden ließe sich, als „Elektrosensibilität“ getarnt, glaubhaft auf äußere Ursachen projizieren. Damit ließe sich die verlorene Distanz zur eigenen Umwelt und zu deren Kontrollierbarkeit zurück gewinnen. Die vermeintliche Ursache, wie sie elektromagnetischen Felderwirkungen zugeschrieben wird, würde leichter ertragen werden, wenn sich darin eine Fremdverschuldung für das eigene Leiden finden lässt. Der psychische Entlastungsmechanismus käme dann der Lösung im Märchen vom Rumpelstilzchen nahe, der die Bedeutung „Gefahr benannt – Gefahr gebannt“ versinnbildlicht.

Zur Behandlung von „Elektrosensibilität“ wurde in der Literatur bereits auf psychologisch begründete Therapien aufmerksam gemacht (IRVINE, 2005; RUBIN et al., 2006; COOK et al., 2006; RÖÖSLI, 2008; STERNBERG et al., 2002). Dabei sei aber auch die Erfahrung von STERNBERG und seiner schwedischen Kollegen hervorgehoben. Deren betroffene Personen waren eher bereit, psychotherapeutische Hilfe anzunehmen, wenn sie die Symptome ihrer „Elektrosensibilität“ konkret mit einer bestimmten Exposition am Arbeitsplatz verbinden konnten (z. B. den Bildschirm), als diejenigen Personen, die sich gegenüber den verschiedensten Feldern als „elektrosensibel“ eingestuft hatten und dafür allgemein als Ursache den Elektromog verantwortlich machten.

Zusätzlich dürfte aber „Elektrosensibilität“ besonders auf Grund eines subjektiv befürchteten Kontrollverlustes – ein Feld ist ja sensorisch nicht wahrzunehmen – beeinflusst werden. Irritierte oder verunsicherte Menschen sind leicht beeinflussbar und hängen ihre Hoffnung gern an jeden, ihnen dargereichten Strohalm, der Verständnis und Unterstützung im „Kampf gegen die Feldbelastung“ verspricht. Es eröffnet sich ihnen dafür ein großer, z. T. auch sehr unseriöser Markt, der ihnen esoterisch anmutende Artikel wie beispielsweise „Elektromog-Fallen“ anbietet. Auch die Hysterie, mit der in der Öffentlichkeit die „Elektromog-Debatte“ angeheizt wird, kennt hier leider kaum Grenzen. Damit steht einer rein iatrogen bedingten Krankheitsgenese Tür und Tor offen.

8 Literaturverzeichnis

Zu Kapitel 1:

1. **26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes** (v. 16.12.1996): Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV. GBl. I, 1996 Nr. 66
2. **Bayrisches Landesamt für Umwelt:** Aktuelle Messungen des LfU: keine erhöhte Strahlung in Oberammergau. Pressemitteilung Nr. 81 v. 21.11.2006 zu Mobilfunkstrahlung. (www.lfu.bayern.de/presse/pdf/81_06.pdf)
3. **Berg, G.; Spallek, J.; Schuz, J.; Schlehofer, B.; Bohler, E.; Schlaefer, K.; Hettinger, I.; Kunna-Grass, K.; Wahrendorf, J.; Blettner, M.** (2006): Occupational Exposure to Radio Frequency/Microwave Radiation and the Risk of Brain Tumors. Interphone Study Group, Germany. Am J Epidemiol., Sep 15, 164(6), 538-548
4. **BGV B11:** BG-Vorschrift „Elektromagnetische Felder“ (v. 1. Juni 2001). Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektronik (Hrsg.). (www.bgfe.de)
5. **Cardis, E.; Richardson, L.; Deltour, I.; Armstrong, B.; Feychting, M.; Johansen, C.; Kilkenney, M.; McKinney, P.; Modan, B.; Sadetzki, S.; Schüz, J.; Swerdlow, A.; Vrijheid, M.; Auvinen, A.; Berg, G.; Blettner, M.; Bowman, J.; Brown, J.; Chetrit, A.; Christensen, H. C.; Cook, A.; Hepworth, S.; Giles, G.; Hours, M.; Iavarone, I.; Jarus-Hakak, A.; Klæboe, L.; Krewski, D.; Lagorio, S.; Lonn, S.; Mann, S.; McBride, M.; Muir, K.; Nadon, L.; Parent, M. E.; Pearce, N.; Salminen, T.; Schoemaker, M.; Schlehofer, B.; Siemiatycki, J.; Taki, M.; Takebayashi, T.; Tynes, T.; van Tongeren, M.; Vecchia, P.; Wiart, J.; Woodward, A.; Yamaguchi, N.** (2007): The INTERPHONE study: design, epidemiological methods, and description of the study population. Eur J Epidemiol, 22(9), 647-664
6. **Charta der Grundrechte der Europäischen Union** (proklamiert am 07.12.2000 in Nizza). 2000/C 364/01. Kap. I Art. 3: Recht auf Unversehrtheit
7. **Das Deutsche Mobilfunk-Forschungsprogramm. Ein wichtiger Beitrag zur transparenten Wissenschaft und zu offenen Fragen des Strahlenschutzes.** Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.). Salzgitter, 2008
8. **Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm.** Erläuterungen durch das BfS. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.). Stand Dez. 2006
9. **DIN EN ISO 7730:2003-10.** Ergonomie des Umgebungsklimas - Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und der lokalen thermischen Behaglichkeit. ISO/DIS 7730:2003
10. **Eichhorn, K. F.; Hosemann, G.; Schubert, W.; Stehr, K.; Wenzel, D.** (1983): Reizstromtherapie bei schlaffen Lähmungen. Biomed. Technik, 28, 48-58

11. **Eikmann, T.; Herr, C.** (2007): Können Handys Krebs auslösen? – eine Medienkontroverse zeigt die Problematik der öffentlichen Mobilfunkdiskussion. Umweltmed. Forsch. Prax., 12(1), 5-7
12. **Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz.** Ergebnisse einer Messreihe des LfAS. Bayrisches Landesamt für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik (Hrsg.). 2001 (www.lgl.bayern.de)
13. **Elektromagnetische Felder.** Handys, Antennen & Co. Bayrische Staatsministerien für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz sowie Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.). Juni 2003
14. **Elektromagnetische Felder von Mobilfunkbasisstationen in Oberammergau:** Zusammenfassung von Untersuchungen des LfU. LfU-28 Augsburg, den 12.02.2007 (www.bayern.de/lfu/laerm/emv/oberammergau/index.html)
15. **Final Report of the COST Action 281** (v. 31.05.2007): Potential Health Implications from Mobile Communication Systems. COST Document: !0 Management COST Final[1].pdf. Leitgeb, N.; Friedrich, G. (Hrsg.). (www.cost281.org)
16. „**Freiburger Appell**“ (v. 20.10.2002). (www.igumed.de/images/fa_1_03.pdf)
17. **Grummich, K.** (2007): Mobilfunk und Gesundheit. Überblick und Analyse der Berichterstattung deutscher Printmedien aus den Jahren 2002 – 2007. Medienreflexstudie im Auftrag des Max-Delbrück-Centrums (MDC) Berlin, AG Bioethik und Wissenschaftskommunikation. (www.bioethik-diskurs.de/documents/Gutachten_Startseite/Studie_Medienreflex)
18. **Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland** (v. 23.05.1949). BGBl. I S.1. zuletzt geändert durch das Gesetz zur Änderung des GG (v. 29.11.2000). BGBl. I S.1633. Art. 2: Freie Entfaltung der Persönlichkeit, Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit und Art. 13: Unverletzlichkeit der Wohnung
19. **Hellemann, S.** (2004): Ständig unter Strom. Erste Hilfe bei Elektrosmog. Spirit Rainbow Verlag, Aachen
- 20th **ICNIRP Guidelines: Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz).** Health Physics Vol. 74, H. 4, (1998) , 494-522 (www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf)
- 21st **Internationaler WHO-Kongress „Elektrosensibilität“** (v. 25. – 27.10.2004 in Prag). Rapporteur's Report. (www.who.int/peh-emf/meetings/hypersens_rapporteur_rep_oct04.pdf)
22. **Keidel, W. D.** (1975): Kurzgefasstes Lehrbuch der Physiologie. Verl. Thieme, Stuttgart
23. **Klaeboe, L.; Blaasaas, K. G.; Tynes, T.** (2007): Use of mobile phones in Norway, and risk of intracranial tumours. Eur. J. Cancer Prev., April, 16(2), 158-164
24. **Krüger, U.** (2007): PR und Journalismus. Funkstille über Strahlungsschäden. Intern. Zeitschrift Message 1/2007. (www.message-online.com/71/krueger.htm)

25. **Lahkola, A.; Auvinen, A.; Raitanen, J.; Schoemaker, M.J.; Christensen, H.C.; Feychting, M.; Johansen, C.; Klaeboe, L.; Lonn, S.; Swerdlow, A.J.; Lonn, S.; Ahlbom, A.; Christensen, H.C.; Johansen, C.; Schuz, J.; Edstrom, S.; Henriksson, G.; Lundgren, J.; Wennerberg, J.; Feychting, M.** (2006): Mobile phone use and risk of parotid gland tumor. *Am. J. Epidemiol.*, Oct. 1, 164(7), 637-643
26. **Maes, W.** (2005): Stress durch Strom und Strahlung: Baubiologie: Unser Patient ist das Haus (Elektrosmog, Mobilfunk, Radioaktivität, Erdstrahlung, Schall)
27. **MCD – Portal Diskurs Bioethik:** Tabu-Thema „Schäden durch Handy-Strahlung?“ (2007). (www.bioethik-diskurs.de/home.html)
28. **REFLEX:** Risk evaluation of potential environmental hazards from low frequency electromagnetic field exposure using sensitive in vitro Methods - Final Report 2004. (www.itis.ethz.ch/downloads/REFLEX_Final%20Report_171104.pdf)
29. **Schütz, J.; Jacobsen, R.; Olsen, J.H.; Boice jun., J.D.; McLaughlin, C.J.** (2006): Cellular Telephone Use and Cancer Risk: Update of a Nationwide Danish Cohort. *Journal of the National Cancer Institute* 98, H. 23, 1707-1713
- 30th **Schüz, J.; Böhler, E.; Berg, G.; Schlehofer, B.; Hettinger, I.; Schläefer, K.; Wahrendorf, J.; Kunna-Grass, K.; Blettner, M.** (2006): Cellular Phones, Cordless Phones, and the Risks of Glioma and Meningioma (Interphone Study Group, Germany), *Am J Epidemiol.*, Mar 15, 163(6), 512-520
31. **Shoemaker, M.J.; Swerdlow, A.; Ahlbom, A.; Auvinen, A.; Blaasaas K.G.; Cardis E.; Christensen H.C.; Feychting M.; Hepworth S.J.; Johansen C.; Klaeboe L.; Lönn S.; McKinney P.A.; Muir K.; Raitanen J.; Salminen T.; Thomsen J.; Tynes T.** (2005): Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries. *Br J Cancer*, Oct 3, 93(7), 842-848
32. **Stellungnahme zum Abschlussbericht des REFLEX-Forschungsverbundes** (5. EU-Rahmenprogramm). Bundesamt für Strahlenschutz im April 2007. (www.bfs.de/de/elektro/papiere/reflex_stellungnahme.htm)
33. **Trischberger, K.** (2006): Wahnsinn Mobilfunk, Betroffene berichten. *Raum & Zeit*, H 140 u. 141
34. **Tynes, T.; Salminen, T.** (2007): Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries (Interphone-Study). *International Journal of Cancer*, Jan 17, 120 (8), 1769-1775
35. **WP2.2 (2006) Deliverable report D5ter:** Report on studies on Hypersensitivity. EMF-NET: Effects of the exposure to electromagnetic fields: from science to public health and safer workplace. SSPE-CT-2004-502173

Zu Kapitel 2 und 3:

36. **Andersson, B.; Berg, M.; Arnetz, B.; Melin, L.; Langlet, I.; Lidén, S.** (1996): A cognitive-behavioral treatment of patients suffering from “electric hypersensitivity”: subjective effects and reactions in a double-blind provocation study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 38, 752-758
37. **Bamiou, D.-E.; Ceranic, B.; Cox, R.; Watt, H.; Chadwick, P.; Luxon, L.M.** (2008): Mobile telephone use effects on peripheral audiovestibular function: A case control study. *Bioelectromagnetics*, 29, 108-117
38. **Bergqvist, U.; Vogel, E.; Aringer, L.; Cunningham, J.; Gobba, F.; Leitgeb, N.; Miro, L.; Neubauer, G.; Ruppe, I.; Vecchia, P.; Wadman, C.** (1997): Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields. Solna: National Institute for Working Life
39. **Cohen, A.; Carlo, G.; Davidson, A.; White, M.; Geoghan, C. Goldsworthy, A.; Johannsson, O.; Maisch, D.; O’Connor, E.** (2008): Sensitivity to mobile phone base station signals. Correspondence to Eltiti et al. (2007). *Environmental Health Perspectives*, 116 (2), A63
40. **Cook, C.M.; Saucier, D.M.; Thomas, A.W.; Prato, F.S.** (2006): Exposure to ELF magnetic and ELF-modulated radiofrequency fields: The time course of physiological and cognitive effects observed in recent studies (2001-2005). *Bioelectromagnetics*, 27, 613-627
41. **Crasson, M.; Legros, J.-J.** (2005): Absence of daytime 50 Hz, 100 μT_{rms} magnetic field or bright light exposure effect on human performance and psychophysiological parameters. *Bioelectromagnetics*, 26, 225-233
42. **Danker-Hopfe, H.; Dorn, H.; Bahr, A.; Bolz, T.** (2007): Untersuchungen an Probanden unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen. *Berichtsstand zum Forschungsprojekt 31-3-2007 im DMF*. www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie
43. **Danker-Hopfe, H.; Dorn, H.** (2005): Biological effects of electromagnetic fields at mobile phone frequencies on sleep: Current state of knowledge from laboratory studies. *Somnologie*, 9, 192-198
44. **Delhez, M.; Legros, J.-J.; Crasson, M.** (2004): No influence of 20 and 400 μT , 50 Hz magnetic field exposure on cognitive function in humans. *Bioelectromagnetics*, 25, 592-598
45. **Eltiti, S.; Wallace, D.; Ridgewell, A.; Zougkou, K.; Russo, R.; Sepulveda, F.; Mirshekar-Syahkal, D.; Rasor, P.; Deeble, R.; Fox, E.** (2007): 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. *Environmental Health Perspectives*, 115(11), 1603-1608
46. **Ergebnisse der bundesweiten repräsentativen Umfrage im Jahr 2006 zur Wahrnehmung des Mobilfunks und vergleichende Ergebnisse der Jahre 2003 bis 2006.** Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.). www.bfs.de/de/elektro/papiere

47. **Frick, U.; Hauser, S.; Landgrebe, M.; Eichhammer, P.** (2006): Untersuchung des Phänomens „Elektrosensibilität“ mittels einer epidemiologischen Studie an „elektrosensiblen“ Patienten einschließlich der Erfassung klinischer Parameter. Bericht zum Forschungsvorhaben im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (DMF) an das Bundesamt für Strahlenschutz. (www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie_abges/bio_015_AB.pdf)
48. **Frick, U.; Mayer, M.; Hauser, S.; Eichhammer, P.** (2004): Machbarkeitsstudie: Verifizierung der Beschwerden „Elektrosensibler“ vor und nach einer Sanierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Bonn
49. **Gather, U.; Schultze-Pawlitschko, V.; Pawlitschko, J.** (1999): Statistische Analyse von Umfragedaten und Daten aus selektierten Patientenkollektiven zur Aufdeckung/Aufklärung biomedizinischer Wirkung elektromagnetischer Strahlung. Forschungsbericht, Universität Dortmund, FB Statistik
50. **Hallberg, Ö.; Oberfeld, G.** (2006): Werden wir alle elektrosensitiv? *Electromagnetic Biology and Medicine*, 25, 189-191
51. **Health Risk Assessment of Mobile Communications.** Abschlussbericht des Finnischen Mobilfunk-Forschungsprogramms HERMO. (v. 30.11.2007) www.uku.fi/hermo/english/Final_report.shtml
52. **Heinrich, S.; Ossig, A.; Schlittmeier, S.; Hellbrück, J.** (2007): Elektromagnetische Felder einer UMTS-Mobilfunkbasistation und mögliche Auswirkungen auf die Befindlichkeit – eine experimentelle Felduntersuchung. *Umweltmed. Forsch. Prax.*, 12 (3), 171-180
53. **Hietanen, M.; Hämäläinen, A.-M.; Husman, T.** (2002): Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: No causal link. *Bioelectromagnetics*, 23, 264-270
54. **Hillert, L.; Akerstedt, T.; Lowden, A.; Wilholm, C.; Kuster, N.; Ebert, S.; Boutry, C.; Moffat, S.D.; Berg, M.; Arnetz, B.B.** (2008): The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on headache and other symptoms: An experimental provocation study. *Bioelectromagnetics*, 29, 185-196
55. **Hillert, L.; Berglind, N.; Arnetz, B.B.; Bellander, T.** (2002): Prevalence of self-reported hypersensitivity to electro or magnetic fields in a population-based questionnaire survey. *Scand J Work Environ Health*, 28 (1), 33-41
56. **Hochfrequente Strahlung und Gesundheit.** Bewertung von wissenschaftlichen Studien im Niedrigdosisbereich (Stand 9-2006). Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.). 2. aktual. Auflage, Bern, BAFU22-07
57. **Huss, A.; Röösl, M.** (2006): Consultations in primary care for symptoms attributed to electromagnetic fields – a survey among general practitioners. *BMC Public Health*, 6, 267

58. **Huss, A.; Egger, M.; Hug, K.; Huwiler-Müntener, K.; Röösl, M.** (2007): Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: Systematic review of experimental studies. *Environmental Health Perspectives*, 115 (1), 1-4
- 59th **Irvine, N.** (2005): Definition, Epidemiology and Management of Electrical Sensitivity. Report No. 11-2005 for the Radiation Protection Division of the Health Protection Agency
- 60th **Johnston, Sh.** (2008): Sleep disorders, EEG-changes, altered cognitive Functions – Is there a connection with the exposure to mobile communication RF fields? – Rapporteur's Report from the workshop by FGF e.V., EMF-NET, and State Ministry of Environment Baden-Württemberg, Stuttgart, 05. – 07.11.2007, (www.fgf.de/english/research_projects/reports/workshops/reports/Rapporteurs-report-FGF-Wokshop-Brain-07.pdf)
61. **Kimbel, R.; Jansen, B.** (2005): Interdisziplinäre Studie zur Überempfindlichkeit gegenüber elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern („Mainzer Wachhund“). Forschungsbericht des Dekanats für Medizin, Abteilung für Hygiene und Umweltmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz (www.hygiene.uni-mainz.de/forschung/emf.htm)
62. **Koivisto, M.; Haarala, C.; Krause, C.M.; Revonsuo, A.; Laine, M.; Hämäläinen, H.** (2001): GSM phone signal does not produce subjective symptoms. *Bioelectromagnetics*, 22, 212-215
63. **Kwon, M.S.; Koivisto, M.; Laine, M.; Hämäläinen, H.** (2008): Perception of the electromagnetic field emitted by a mobile phone. *Bioelectromagnetics*, 29, 154-159
- 64th **Lagorio, S.** (2008): Mobile phone use and brain tumours: and overview. Internat. School of bioelectromagnetics „Allesandro Chiabrera“: 4.th Course to „Electromagnetic fields and epidemiology“, Erice (Sicily) 26.03. – 02.04.2008
65. **Leitgeb, N.** (2007): EPROS: Untersuchung der Schlafqualität bei elektrosensiblen Anwohnern von Basisstationen unter häuslichen Bedingungen. Forschungsbericht BMU-2007-709 im DMF, TU Graz
66. **Leitgeb, N.** (1995): Elektrosensibilität. *VEÖ-Journal*, 52, 51-55
67. **Lonne-Rahm, S.; Andersson, B.; Melin, L.; Schultzberg, M.; Arnetz, B.; Bert, M.** (2000): Provocation with stress and electricity of patients with “sensitivity to electricity”. *J. of Occupational and Environmental Medicine*, 42, 512-516
68. **Lyskov, E.; Sandström, M.; Hannsson Mild, K.** (2001): Neurophysiological study of patients with perceived „electrical hypersensitivity“. *Int. J. Psychophysiol.*, 42 (3), 233–241
69. **Lyskov, E.; Sandström, M.; Hannsson Mild, K.** (2001): Provocation study of persons with perceived electrical hypersensitivity and controls using magnetic field exposure and recording of electrophysiological characteristics. *Bioelectromagnetics*, 22, 457-462

70. **Müller, Ch.** (2000): Projekt NEMESIS - Niederfrequente elektrische und magnetische Felder und Elektrosensibilität in der Schweiz. Dissertation ETH 13903, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
71. **Müller, Ch.; Krüger, H.; Schierz, C.** (2002): Project NEMESIS: perception of a 50 Hz electric and magnetic field at low intensities (laboratory experiment). *Bioelectromagnetics*, 23, 26-36
72. **Nationales Forschungsprogramm zu elektromagnetischer Strahlung. NFP 57.** Schweiz (2008). www.nfp57.ch
73. **Nevelsteen, S.; Legros, J.-J.; Crasson, M.** (2007): Effects of information and 50 Hz magnetic fields on cognitive performances and reported symptoms. *Bioelectromagnetics*, 28, 53-63
74. **Plotzke, O.; K. Koffke, K.** (1994): Provokationstest auf Elektrosensibilität. zitiert nach: I. Ruppe: Mögliche gesundheitliche Folgen schwacher elektromagnetischer Felder – „Elektrosensibilität“. In Krause, N.; Fischer, M.; Steimel, H.-P. (Hrsg.): Nichtionisierende Strahlung – mit ihr leben in Arbeit und Umwelt. 31. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz vom 27.09. - 01.10.1999 in Köln, Band II, 1131-1142
- 75th **Possible effects of electromagnetic fields (EMF) on human health** (2007). Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) (Hrsg.)
76. **Protokoll des Fachgesprächs zum Thema: „Gesundheitliche Auswirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks – Befundberichte“.** Bundesamt für Strahlenschutz, Neuherberg v. 02.08.2006. (www.emf-forschungsprogramm.de/veranstaltungen/Internet_DMf_Protokoll_Fallbeispiele_020806_111206.pdf)
77. **Protokoll des Kolloquiums zum Thema „Elektrosensibilität“ im Rahmen des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms** v.16.05.2006. Bundesamt für Strahlenschutz, Neuherberg. (www.emf-forschungsprogramm.de/veranstaltungen/Prot_Koll_ES_20060516.html)
- zu TOP 2: Vorstellung und Diskussion der im Rahmen des DMF erzielten Forschungsergebnisse.
- zu TOP 4: Zusammenfassende Diskussion und Bewertung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes zum Thema „Elektrosensibilität“
78. **Radon, K.; Parera, D.; Rose, D.M.; Jung, D.; Vollrath, L.** (2001): No effects of pulsed radio frequency electromagnetic fields on melatonin, cortisol, and selected markers of the immune system in man. *Bioelectromagnetics*, 22, 280-287
79. **Radon, K.; Maschke, Ch.** (1998): Gibt es Elektrosensibilität im D-Netzbereich? *Umweltmed. Forsch. Prax.*, 3, 125-129

80. **Regel, S. J.; Negovetic, S.; Röösl, M.; Berdinas, V.; Schuderer, J.; Huss, A.; Lott, U.; Kuster, N.; Achermann, P.** (2006): UMTS base station-like exposure, well-being, and cognitive performance. *Environmental Health Perspectives*, 114(8), 1270–1275
- 81st **Report of Mobile Telecommunications and Health Research Programme** (2007). Health Protection Agency for the Mobile Telecommunications and Health Research Programme Management Committee (MTHR) (Hrsg.), UK
82. **Röösl, M.** (2008): Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: A systematic review. *Environ. Res.*, June, 107(2), 277-287
83. **Röösl, M.** (2005): Befindlichkeitsstörungen. Gutachtenbericht zum MUT-Projekt „Bewertung der wissenschaftlichen Literatur zu den Risikopotentialen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks“. Forschungszentrum Jülich. (www.emf-risiko.de/projekte/ergeb_bewlit.html)
84. **Röösl, M.; Huss, A.** (2008): Mobile phone base station exposure and symptoms. Correspondence to Eltiti et al. (2007). *Environmental Health Perspectives*, 116(2), A62 – A63
85. **Rubin, G. J.; Hahn, G.; Everitt, B.S.; Claeare, A.J.; Wessely, S.** (2006): Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study. *BMJ*, 332, 886-891
86. **Rubin, G. J.; Munshi, J. D.; Wessely, S.** (2005): Electromagnetic Hypersensitivity: A systematic review of provocation studies. *Psychosomatic Medicine*, 67, 224-232
87. **Ruppe, I.; Hentschel, K.; Eggert, S.; Goltz, S.** (1995): Experimentelle Untersuchungen zur Wirkung von 50-Hz-Magnetfeldern. (Schlussbericht). Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin, Forschung, Fb 11.003, Berlin
88. **Schierz, Ch.; Müller, Ch.** (Hrsg.) (2000): Projekt NEMESIS: Niederfrequente elektrische und magnetische Felder und Elektrosensibilität in der Schweiz. Tagungsband. PU-00-04, 20.10.2000, IHA, Zürich
89. **Schooneveld, H.; Kuiper, J.** (2007): Electrohypersensitivity (EHS) in the Netherlands – A Questionnaire survey. Dutch Electrohypersensitivity Foundation (12-2007). (www.stichtingehs.nl)
90. **Schröttner, J.; Leitgeb, N.; Hillert, L.** (2007): Investigation of Electric Current Perception Threshold of Different EHS Groups. *Bioelectromagnetics*, 28, 208-213
91. **Seitz, H.; Stinner, D.; Eikmann, T.** (2005): Befindlichkeitsstörungen. Gutachtenbericht zum MUT-Projekt „Bewertung der wissenschaftlichen Literatur zu den Risikopotentialen von hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks“. Forschungszentrum Jülich. (www.emf-risiko.de/projekte/ergeb_bewlit.html)

92. **Silny, J.; Meyer, M.; Wiesmüller, G.A.; Dott, W.** (2004): Gesundheitsrelevante Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks und anderer neuer Kommunikationssysteme. *Umweltmed. Forsch. Prax.*, 9(2), 127-136
- 93rd **TNO Study on the effects of GSM and UMTS signals on well-being and cognition.** Review and recommendations for further research. No. 2004/13E. The Hague, 28 June, 2004
94. **Valentini, E.; Curcio, G.; Moroni, F.; Ferrara, M.; De Gennaro, L.; Bertini, M.** (2007): Neurophysiological effects of mobile phone electromagnetic fields on humans: A comprehensive review. *Bioelectromagnetics*, 28, 415-432
- 95th **Vijayalaxmi** (2007): German Mobile Telecommunication Programme, International Workshop on Action Mechanisms 09. –10.05.2007. Rapporteur's Report. (www.emf-forschungsprogramm.de/abschlussphase/DMF_FinalConference_June2008_Vijayalaxmi.pdf)
96. **Wenzel, F.; Reissenweber, J.; David, E.** (2005): Cutaneous microcirculation is not altered by a weak 50 Hz magnetic field. *Biomed Tech (Berl)* 2005, 50(1-2), 14-18
97. **Wilén, J.; Wiklund, U.; Hörnsten, R.; Sandström, M.** (2007): Chances in heart rate variability among RF plastic sealer operators. *Bioelectromagnetics*, 28, 76-79
98. **Wilén, J.; Johansson, A.; Kalezic, N.; Lyskov, E.; Sandström, M.** (2006): Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics*, 27, 204-214
99. **Zwamborn, A. P. M.; Vossen, S. H. J. A.; van Leersum, B. J. A. M.; Ouwens, M. A.; Mäckel, W. N.** (2003): Effects of Global Communication system radio-frequency fields on Well Being and Cognitive Functions of human subjects with and without subjective complaints. TNO-report FEL-03-C148. 2003

Zu Kapitel 4:

100. **Ammon, G.** (1981): *Handbuch der dynamischen Psychiatrie*. Bd. 1. Reinhardt, München
101. **Bergqvist, U.; Vogel, E.; Aringer, L.; Cunningham, J.; Gobba, F.; Leitgeb, N.; Miro, L.; Neubauer, G.; Ruppe, I.; Vecchia, P.; Wadman, C.** (1998). Mögliche gesundheitliche Folgen subjektiver Beschwerden und elektromagnetische Felder. Bericht einer Europäischen Sachverständigengruppe für die Europäische Kommission, GD V, (Hrsg.). Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, (Ü 11), Dortmund/Berlin
102. **David, E.; Reissenweber, J.; Wojtysiak, A.** (2002): Das Phänomen der Elektrosensibilität. *Umweltmed Forsch Prax*, 7(1), 7-16
103. **Gary M. Bente** (1993): *Vitasoft für Windows (Programm und Handbuch)*, V. 2.1

104. **Goldstein, E.B.** (1997): Wahrnehmungspsychologie. Eine Einführung. Dt. Übersetzung. Manfred Ritter (Hrsg.), Spektrum, Heidelberg
105. **Ilonen, K.; Markkanen, A.; Mezei, G.; Juutilainen, J.** (2007): Indoor transformer stations as predictors of residential ELF magnetic field exposure. *Bioelectromagnetics*, 29, 213-218
106. **Jelen, V.** (2003): Zur Wahrnehmbarkeit elektromagnetischer Felder: Eine vorbereitende Untersuchung zu psychologischen Aspekten des Phänomens „Elektromagnetische Hypersensibilität“. Diplomarbeit, Fachbereich Erziehungswissenschaften und Psychologie, Freie Universität zu Berlin. (unveröffentlicht)
107. **Kaul, G.** (2005): Der Einsatz eines balancierten Periodenversuchsplans zur Suche nach der Stecknadel im Heuhaufen: Gibt es eine begründete Hypersensibilität auf elektromagnetische Felder? *ZeE-Publikationen, Reihe Empirische Evaluationsmethoden*, Bd. 9, 7-16
108. **Keitel, J.** (1994): Der autokinetische Lichttest – ein Indikator zum Nachweis von Magneteinflüssen auf den Menschen? In: *Elektrische und magnetische Felder im Beruf. Tagungsbericht 4. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin*, Berlin
109. **Nitsch, J. R.** (1976): Die Eigenzustandsskala (EZ-Skala) – Ein Verfahren zur hierarchisch-mehrdimensionalen Befindlichkeitsskalierung. In: *Nitsch, J. R.; Udris, I.; unter Mitarbeit von Allmer, H. und Knobloch, J. (Hrsg.): Beanspruchung im Sport. Beiträge zur Analyse sportlicher Leistungssituationen. Schriftenreihe Training und Beanspruchung*, Bd. 4 (1. Aufl.), Limpert-Verlag, Bad Homburg
110. **Rasch, D.; Herrendörfer, G.; Bock, J.; Busch, K.** (1981): *Verfahrensbibliothek – Versuchsplanung und Auswertung*. Bd. 1-3., Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin
111. **Schandry, R.** (1989): *Lehrbuch der Psychophysiologie. Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens*. (2. Aufl.). Psychologie Verlagsunion, München
112. **Schüz, J.; Vollrath, L.** (2003): Der Mainzer EMF-Wachhund: „Elektrosmog“-Phänomenen auf der Spur. *Ärzteblatt Rheinland-Pfalz*, 11, 20-21
113. **SPSS für Windows**, V. 10 (statistische Analysesoftware), Lizenz der BAuA
114. **Weber, E.** (1972): *Grundriss der biologischen Statistik*. (7. Aufl.), Gustav Fischer Verlag, Jena

Zu den Kapiteln 5 bis 7:

115. **Backé, E.; Kaul, G.; Klußmann, A.; Liebers, F.; Thim, C.; Maßbeck, P.; Steinberg, U.** (2008): Assessment of salivary cortisol as stress marker in ambulance service personnel: comparison between shifts working on mobile intensive care unit and patient transport ambulance. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* (in Vorbereitung)

116. **Backé, E.; Kaul, G.; Thim, C.; Klußmann, A.; Liebers, F.; Steinberg, U.; Maßbeck, P.** (2007): Cortisol im Speichel während unterschiedlicher Belastungssituationen im Rettungsdienst (Notfallrettung / Krankentransport), Zusammenhang mit Persönlichkeitsmerkmalen und dem Belastungserleben. Poster (P50) auf der 47. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V., 21. - 24.03.2007 in Mainz, Abstract in: Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin, 42(3), 153
117. **Brauns, H.-P.** (1976): Kurt Höck & Helga Hess: Der Beschwerdefragebogen (BFB) - Ein Siebtestverfahren der Neurosendiagnostik für Ärzte und Psychologen. Diagnostica, 22, 180-182
118. **Das Deutsche Mobilfunk-Forschungsprogramm.** Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet auf der 223. Sitzung der SSK am 13.05.2008
119. **Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogramms.** Bewertung der gesundheitlichen Risiken des Mobilfunks. (Stand 15.05.2008). Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit, Bundesamt für Strahlenschutz. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, Salzgitter, 2008
120. **Eggert, D.** (1983): Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I). Handanweisung für die Durchführung und Auswertung. (2. überarbeitete und ergänzte Aufl.), Verlag für Psychologie Dr. C. J. Hogrefe, Göttingen
121. **Eysenck, H. J.; Eysenck, S. B. G.** (1964): Manual of the Eysenck Personality Inventory. University of London, London, Press 1971
122. **Fischer, J. E.** (2003): Arbeit, Stress und kardiovaskuläre Erkrankungen. Therapeutische Umschau, 60(11), 689-696
123. **Franke, G. H.** (1995): SCL-90-R. Die Symptom-Checkliste von Derogatis. Deutsche Version. Zeitschrift für Klinische Psychologie, 26(1), 77-79; bzw. Hogrefe-Verlag, Testzentrale Göttingen
124. **Gaab, J.; Rohleder, N.; Nater, U. M.; Ehlert, U.** (2005): Psychological determinants of the cortisol stress response: the role of anticipatory cognitive appraisal. Psychoneuroendocrinology, 30, 599-610
125. **Gebhardt, Hj.; Klußmann, A.; Maßbeck, P.; Topp, S.; Steinberg, U.** (2006): Sicherheit und Gesundheit im Rettungsdienst. Fb. 1068, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin/Dresden, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
126. **Hänsgen, K.-D.** (1991): Berliner Verfahren zur Neurosendiagnostik (BVND) – eine mehrdimensionale Erfassung von Beschwerden und Selbstkonzept. Handanweisung. (2. Aufl.), Hogrefe-Verlag, Göttingen, Toronto, Zürich
127. **Hamster, W.** (1980): Die Motorische Leistungsserie – MLS. Handanweisung. Mödling: Dr. G. Schuhfried GmbH

128. **Hautzinger, M.; Bailer, M.** (1993): Allgemeine Depressionsskala (ADS). Manual. Beltz Test Gesellschaft, Weinheim
129. **Höck, K.; Hess, H.** (1981): Der Beschwerdefragebogen (BFB) - Ein Siebtestverfahren der Neurosendiagnostik für Ärzte und Psychologen. Handanweisung. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin
130. **Kanel, R.; Kudielka, B. M.; Hanebuth, D.; Preckel, D.; Fischer, J. E.** (2005): Different contribution of interleukin-6 and cortisol activity to total plasma fibrin concentration and to acute mental stress-induced fibrin formation. *Clinical Science (London)*, July, 109(1), 61-67
131. **Kasielke, E.; Hänsgen, K.-D.** (1982): Beschwerdenerfassungsbogen (BEB). Handanweisung. Psychodiagnostisches Zentrum, Humboldt-Universität, Berlin
132. **Kaul, G.; Backé, E.; Thim, C.; Klußmann, A.; Liebers, F.; Steinberg, U.; Maßbeck, P.** (2007): Die subjektiv erlebte Belastung bei Anforderungen im Rettungsdienst (Notfallrettung/Krankentransport) im Vergleich zur Änderung der physiologischen Beanspruchungsparameter Cortisol und Herzfrequenz. Poster (B1) auf der A + A 2007, Düsseldorf
133. **Kaul, G.** (2006): „Elektrosensibilität“: Hält die Wahrnehmung der Realität stand? Symposium Medical, (H. 6), 12-14
134. **Klix, F.** (1971): Information und Verhalten. (1. Aufl.) Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin
135. **Klucken, S.** (1998): Konstruktvalidität und faktorenanalytische Untersuchung einer deutschen Fassung der Reducing-Augmenting-Skala. Diplomarbeit, Fachbereich Erziehungswissenschaften der Universität Wuppertal. (zitiert nach Schwerdtfeger, A. R., 1999)
136. **Knöpfel, A.; Schreinicke, G.; Hüber, B.; Hinz, A.** (1997): Speichelcortisolprofile bei vorwiegend mentaler Berufsbelastung – Ergebnisse einer arbeitsphysiologischen Feldstudie. In: Borsch-Galetke, E.; Struwe, F. (Hrsg.): Psychomentale Belastungen und Beanspruchungen im Wandel von Arbeitswelt und Umwelt. Verlag Rindt-Druck, Fulda, 563-564
137. **Kudielka, B. M.; Kirschbaum, C.** (2003): Awakening cortisol responses are influenced by health status and awakening time but not by menstrual cycle phase. *Psychoneuroendocrinology*, 28(1), 35-47
138. **Kühn, R.** (1985): Der Beschwerdenerfassungsbogen (BEB) von E. Kasielke und H.-D. Hänsgen. *Diagnostica*, 31, 87-89
139. **Laux, L.; Glanzmann, P.; Schaffner, P.; Spielberger, C.D.** (1981): Das State-Trait-Angstinventar (STAI). Verl. Beltz Testgesellschaft, Weinheim
140. **Peglau, K.** (1980): Tachistoskopische Wahrnehmungsprobe (TaWaPro). Ein psychodiagnostisches Untersuchungsverfahren zur Prüfung der Wahrnehmungsleistungen im Rahmen der Verkehrstauglichkeit. *Verkehrsmedizin*, 27(6)

141. **Petrie, A.** (1967): Individuality in pain and suffering. University of Chicago Press
142. **Protokoll des Fachgesprächs zum Themenbereich „Akute gesundheitliche Effekte“.** 12. - 13.12.2006. Deutsches Mobilfunk-Forschungsprogramm. (www.emf-forschungsprogramm.de/abschlussphase/KP_intFG_Effekte/html)
143. **Pruessner, J. C.; Kirschbaum, C.; Meinlschmid, G.; Hellhammer, D. H.** (2003): Two formulas for computation of the area under the curve represent measures of total hormone concentration versus time-dependent change. *Psychoneuroendocrinology*, 28(7), 916-931
144. **Richter, P.; Rudolf, M.; Schmidt, C.F.** (1995): FABA – Fragebogen zur Analyse belastungsrelevanter Anforderungsbewältigung. Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie, Technische Universität Dresden
145. **Rubin, G. J.; Das Mushi, J.; Wessely, S.** (2006): A systematic review of treatments for electromagnetic hypersensitivity. *Psychother. Psychosom.*, 75, 8-12
146. **Schaarschmidt, U., Fischer, A.** (1995): Arbeitsbezogenes Verhaltens- und Erlebensmuster (AVEM). Dr. G. Schuhfried GmbH (Hrsg.), Mödling, V. 2.0; sowie Swets Test Services GmbH, Frankfurt, 1996
147. **Schäffler, M.** (Hrsg.): Berliner Verfahren zur Neurosendiagnostik (BVND) – eine mehrdimensionale Erfassung von Beschwerden und Selbstkonzept. (2., überarbeitete Aufl.). nach: Klaus-Dieter Hänsgen. *Diagnostica* (1994), 40, 82-85
148. **Schreinicke, G.; Hinz, A.; Kratzsch, J.; Hüber, B.; Voigt, G.** (1990): Stress-related changes of saliva cortisol in VDU operators. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 62, 319-321
149. **Schwerdtfeger, A. R.** (1999): Augmenting-Reducing: Eine Untersuchung über interindividuelle Unterschiede in der psychophysiologischen Reaktivität und Informationsverarbeitung. Elektronische Dissertation, Fachbereich Erziehungswissenschaften, Bergische Universität Wuppertal. (<http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/edocs/dokumente/fb03/diss1999/schwerdtfeger>)
150. **Semmer, N.** (1997): Stress. In: Handbuch Arbeitswissenschaft. Luczak, H.; Volpert, W. (Hrsg.). Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart (hier: Kap. 4.1.6, 332-340)
151. **Semmer, N.** (1996): Individual differences, work stress, and health. In: Schabracq, M. J.; Winnubst, J. A.; Cooper, C. L. (Hrsg.): *Handbook of work and health psychology*. Chichester, Wiley, 51-86
152. **Siegrist, J.** (1996): Soziale Krisen und Gesundheit. Göttingen, Verlag Hogrefe
153. **Sternberg, B.; Bergdahl, J.; Edvardsson, B.; Eriksson, N.; Lindén, G.; Widman, L.** (2002): Medical and social prognosis for patients with perceived hypersensitivity to electricity and skin symptoms related to the use of visual display terminals. *Scand J Work Environ Health*, Oct, 28(5), 349-357

154. **Strelau, J.; Angleitner, A.; Newberry, B. H.** (1999): 1. Pavlovian Temperament Survey (PTS). An international handbook. Verlag Hogrefe & Huber Publishers, Seattle, Toronto, Bern, Göttingen
155. **Strelau, J.** (1984): Das Temperament in der psychischen Entwicklung. Beiträge zur Psychologie, Bd. 17, Volkseigener Verlag Volk und Wissen, Berlin
156. **Vando, A.** (1974): The development of the R-A-Scale: a paper-and-pencil Measure of pain tolerance. Personality and Social Psychology Bulletin, 1, 28-29
157. **Voigt, K.** (1994): Endokrines System. In: Klinke, R.; Silbernagel, S. (Hrsg.): Lehrbuch der Physiologie. Thieme, Stuttgart
158. **Weber, V.** (2005): Untersuchung von Salivacortisol und psychometrischen Verfahren als Komponenten einer psychobiologischen Beanspruchungsdiagnostik. Inauguraldissertation. Sozialwiss. Fakultät, Universität Mannheim
159. **Weidenhammer, W.; Fischer, B.** (1987): c.l.-Skala – Ein Selbstbeurteilungsverfahren zur Objektivierung leichter cerebraler Insuffizienzen. Vless-Test, Reihe Medizinpsychologie, Ebersberg
160. **Zimmer, K.; Ellermeier, W.** (1998): Ein Kurzfragebogen zur Erfassung der individuellen Lärmempfindlichkeit. Umweltmedizin, 2, 54-63

9 Formelzeichen und Abkürzungen

| | |
|---------|---|
| ADS | Allgemeine D epressionsskala (Fragebogen) |
| AVEM | A rbeitsbezogenes V erhaltens- und E rlebensmuster (Fragebogen) |
| B | Magnetische Flussdichte (Maßeinheit Tesla) |
| BVND | B erliner V erfahren zur N eurosendiagnostik (Fragebogeninventar) |
| C-Wert | Skaleneinteilung, die auf der Anpassung an die Normalverteilung basiert und psychologische Urteile oder Verhaltensbeobachtungen normiert (Skala von 1 – 9, Mittelwert = 5; Standardabweichung = 1) |
| df | Freiheitsgrade bei der statistischen Prüfung von Mittelwertsunterschieden mit z. B. varianzanalytischen Testverfahren |
| E | Elektrische Feldstärke (gemessen in Volt pro Meter: V/m) |
| EDA | E lektrodermale A ktivität, bezeichnet die Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit der Haut auf Grund sekretorischer Einflüsse bei der Schweißabsonderung (gemessen in Mikro-Siemens: μ S) |
| ELF | electric low frequency (niederfrequente EMF) |
| EMF | E lektro M agnetisches F eld; e lectro m agnetic f ield |
| EZ | E igenzustand, Gefühl für die aktuelle Leistungsfähigkeit oder Motivation (auf der EZ-Skala durch Ratingurteile der Person ermittelt) |
| EHS | „ E lektromagnetische H ypersensibilität“ (i. S. von „ E lektrosensibilität“) |
| FABA | Fragebogen z. A nalyse b elastungsrelevanter A nforderungsbewältigung |
| GSM | G lobal S ystem for M obile Communication, kommerzieller Mobilfunkstandard der D-Netze im Frequenzband von 890 bis 915 MHz |
| HF | H ochfrequenz (üblich zur Bezeichnung von Funk-(Radio-)wellen im EMF-Spektrum) |
| Hz | Hertz, Maßeinheit für die Frequenz des Feldes in Schwingung/Sekunde |
| KG | Kontrollgruppe |
| M (MHz) | Mega- (1.000.000 x der Einheit), z. B. Megahertz = 1.000.000 Hz |
| MW | statistischer Mittelwert einer Messreihe |
| N, n | Anzahl von Personen, Probanden; Variablen; Messobjekten |
| n. s. | nicht signifikant (der Unterschied zwischen 2 Messungen ist zufällig) |

| | |
|------------------|--|
| p | Irrtumswahrscheinlichkeit, wenn die Nullhypothese zu Gunsten der Alternativhypothese abgelehnt würde |
| Pb. (Pbn.) | Proband (Probanden) |
| RAS | Reducing-Augmenting-Skala (Fragebogen) |
| S | Leistungsflussdichte (gemessen in Watt pro Quadratmeter) |
| SAR | Spezifische Absorptionsrate infolge von Hochfrequenzimmissionen (z. B. Radiowellen, Mobilfunk) – gemessen in Watt pro kg Körpergewicht |
| STAI | State-Trait-Angstinventar (Fragebogen) |
| VL | Versuchsleiter(in) |
| W | Watt, Maßeinheit der Leistung, auch der elektrischen Leistung |
| W/kg | Watt pro kg bezeichnet die aufgenommene/abgegebene Wärmeleistung |
| WLAN | Wireless Local Area Network („drahtloses lokales Netzwerk“) |
| WW | Wechselwirkung zwischen Faktor A und Faktor B (WW A*B) |
| β | Anstieg der Regressionsgeraden Beta (verwendet als Maß für den linearen Zusammenhang zweier Merkmalsverteilungen) |
| χ^2 | Testgröße Chi-Quadrat, berechnet auf der Basis der χ^2 -Verteilung den statistischen Zusammenhang einer Variablen zu ihrer Verteilung in der Stichprobe |
| μ (μ T) | Mikro- (1.000.000-stel einer Einheit), z. B. Mikro-Tesla der magnetischen Flussdichte |

Anhang 1: Probandenakquisition und -information

1. Pressemitteilung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

152/03 vom 18. November 2003

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin untersucht Bedingungen für eine „Elektrosensibilität“

„Elektrosensible“ Versuchspersonen gesucht!

In einem Eigenforschungsprojekt untersucht die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Berlin Bedingungen, durch die eine „Elektrosensibilität“ entstehen oder ausgelöst werden könnte. Für diese Untersuchung werden „elektrosensible“ Personen gesucht, die bei sich eine Überempfindlichkeit gegenüber technisch bedingten Feldern in ihrer Umgebung beobachten. Häufig klagen Betroffene in der Nähe solcher Felder über unspezifische Beschwerden wie beispielsweise Kopfschmerzen, Unwohlsein, Abgespanntheit oder innere Unruhe. Dadurch fühlen sie sich oft im Alltag oder Beruf stark in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt.

Das BAuA-Projekt soll wissenschaftliche Daten zum bisher noch ungeklärten Phänomen einer „Elektrosensibilität“ liefern. So soll unter anderem geklärt werden, welche Ursachen es für eine „Elektrosensibilität“ geben könnte. Die Experimente werden mit einem 50-Hertz-Magnetfeld durchgeführt. Dazu werden die Versuchspersonen unter standardisierten Bedingungen einem Magnetfeld der Stärke von 10 Mikrottesla ausgesetzt. Dies entspricht einem Zehntel des für die allgemeine Bevölkerung als unbedenklich empfohlenen Grenzwertes von 100 Mikrottesla. Nach wissenschaftlichem Kenntnisstand besteht unterhalb dieses Grenzwertes kein gesundheitliches Risiko.

Die Experimente werden bis zu fünf Stunden dauern. Während des Experiments wird die elektrodermale Aktivität gemessen. Sie kann als elektrische Leitfähigkeit des Handschweißes beschrieben werden. Dafür werden zwei Elektroden äußerlich an der Handfläche angebracht. Eine Reihe von Tests soll Aufschluss darüber geben, ob und in welchem Umfang Empfindlichkeiten gegenüber einem 50-Hertz-Magnetfeld entwickelt werden können, die für eine „Elektrosensibilität“ sprechen würden.

Die Experimente werden in den Laboren der BAuA in Berlin durchgeführt. Die in das Experiment einbezogenen, „elektrosensiblen“ Personen erhalten dafür eine kleine Aufwandsentschädigung.

Weitere Informationen und Kontakt:

Dr. Gerlinde Kaul

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin
Tel.: 030/ 515 48 353, Fax: 030/515 48 171
E-Mail: kaul.gerlinde@baua.bund.de

2. Probandeninformation

Zur Untersuchung von Wirkungen eines niederfrequenten 50-Hz-Magnetfeldes bzw. zur Untersuchung von Wirkungen eines Mobilfunkfeldes, das von einem Handy ausgeht (per Brief an interessierte „Elektrosensible“ als Vorabinformation versendet).

Sehr geehrter Teilnehmer an dieser Untersuchung,

das Ziel unserer Forschungsarbeit besteht in der Aufgabe, Einflüsse aus der Arbeitswelt – z. B. durch elektromagnetische Felder – auf den Menschen zu untersuchen. Über einige Wirkungen solcher Felder liegen noch keine ausreichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse vor, und wir sind bemüht, im Rahmen dieser Arbeit Informationen über Änderungen des Befindens oder der körperlichen Regulation zu erhalten.

Sie werden im Laborraum einem magnetischen 50-Hz-Feld von 10 μT (Intensität) ausgesetzt werden. Die Stärke dieses Feldes ist vergleichbar mit dem Feld, das entstehen kann, wenn in Ihrem Haus die Stromleitung unter Vollast steht. Nach Kenntnis der Literatur und aus Erfahrungen von voraus gegangenen Untersuchungsreihen besteht für Sie bei dieser, von uns eingesetzten Feldstärke kein gesundheitliches Risiko.

Das Ein- und Ausschalten des Feldes geschieht während mehrerer Versuchsphasen ohne Vorankündigung, so dass Sie über dessen Vorhandensein nicht informiert sind. Während dieser Zeit werden wir Ihren Hautleitwert registrieren. Dazu werden Ihnen an der linken Handinnenfläche 2 Messfühler aufgeklebt.

Sie werden während der einzelnen Versuchsphasen verschiedene Fragebögen bearbeiten. Weiterhin werden Sie den Autokinetischen Lichttest kennen lernen sowie einige Tests zur Wahrnehmung und praktische Aufgaben zu bewältigen haben. Beim Autokinetischen Lichttest wird der Versuchsraum völlig abgedunkelt sein. Sie haben aber die Möglichkeit, jederzeit über eine Wechselsprechanlage den Versuchsleiter herbei zu rufen.

Für die Teilnahme an dem Versuch erhalten Sie ein Entgelt entsprechend den Untersuchungszeiten und den Leistungsbedingungen.

Sie sind berechtigt, den Versuch jederzeit und ohne Angabe von Gründen abzubrechen.

Alle ermittelten Daten und Untersuchungsergebnisse werden **absolut vertraulich** behandelt und unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht. Nach den gesetzlichen Bestimmungen über den Datenschutz werden die Ergebnisse der Befragung ausschließlich in **anonymisierter Form und für Gruppen zusammengefasst (aggregiert)** dargestellt. Das bedeutet: Niemand kann aus den Ergebnissen erkennen, von welcher Person die Angaben und Ergebniswerte stammen.

Jeder Proband ist berechtigt, seine eigenen Daten einzusehen.

Das Ziel der Studie dient der Gewinnung grundlegender Erkenntnisse über Beanspruchungen am Arbeitsplatz. Die Daten werden ausschließlich zu diesem Zweck erfasst und ausgewertet.

Im Schadensfall haftet die Bundesrepublik Deutschland nach § 839 BGB in Verbindung mit Artikel 34 GG und § 78 BBG.

.....

Datum und Unterschrift des Versuchsleiters

Anlage: Hintergrundinformation zum Forschungsprojekt

3. Hintergrundinformation zum Forschungsprojekt

Experimentelle Untersuchungen der BAuA zur Aufklärung des Phänomens einer „Elektrosensibilität“

Wie kam es zu diesem Forschungsprojekt?

In der Medizin gilt: Wer heilt hat recht! Und wer weiß und heilt, erst recht!

In der Forschung gilt: Wer wiederholt beweisen kann, dass ein Phänomen durch bestimmte Bedingungen in derselben Weise erzeugbar ist, hat recht.

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ist verpflichtet, auf Bedingungen, die nachweislich zu einem gesundheitlichen Risiko führen können, hinzuweisen, die notwendigen Vorsorgemaßnahmen zu entwickeln und umfassend aufzuklären. Moderne Kommunikationsmittel sind inzwischen aus dem Arbeitsalltag nicht mehr weg zu denken. Wenn Menschen bei ihrem Umgang immer häufiger über Gesundheitsstörungen klagen, muss die Zusammenhangsfrage zwischen der Exposition und der biologischen Reaktion daraufhin geklärt werden. Nur anklagen auf Grund eigener (vielleicht auch richtiger) Vermutungen gilt nicht als Beweis, sondern ist höchstens eine mögliche Hypothese.

Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder sind nicht von stofflicher Qualität. Felder wirken durch ihre Kraft bzw. ihr Energiepotential auf Ionen, die sie bewegen. Energie und Kraft wird dort, wo sie auf Ionen einwirken kann, sofort umgewandelt und aus diesem Grund lassen sich Felder auch nicht speichern. Im niederfrequenten Bereich können sie bei entsprechend großer Feldstärke einen Stromfluss induzieren. Im Hochfrequenzbereich wird die Energie, die auf den Körper trifft, zum Teil in Wärme umgewandelt, absorbiert, zum Teil wieder reflektiert. Jeder Körper (belebt wie unbelebt) hat eine ganz unterschiedliche Fähigkeit, Wärme zu absorbieren (diese dann über einen gewissen Zeitraum auch zu speichern), wie auch hinsichtlich seines elektrischen Widerstandes, einem Stromfluss entgegen zu wirken. Um diese klar definierten, physikalisch bedingten Effekte biologisch *nicht wirksam* werden zu lassen, sind für die Felder Grenzwerte festgelegt worden, die auf ihre jeweilige, wirksame Frequenz bezogen sind. Unterhalb dieser Grenzwerte werden biologische Reaktionen bisher als eher unwahrscheinlich angesehen.

Wenn aber diese Gültigkeit bei Menschen, die unter einer „Elektrosensibilität“ leiden, aufgehoben sein soll, dann muss es andere, bisher noch unbekannt biologische Antwortmuster geben, die – ähnliche einer allergischen Reaktion – bei einigen Menschen entstehen oder in Gang gesetzt werden können. Biologische Reaktionen stellen aber immer Anpassungsleistungen an die Umwelt dar und dienen der existentiellen, biologischen Stabilisierung. Anpassungen sind in die Variabilität eines komplexen, organismischen Gleichgewichts eingebunden und setzen einen ständigen Wechsel voraus (ein fließendes Gleichgewicht).

Werden aber Änderungen im Organismus bewusst oder werden Resultate dieser biologischen Regelung spürbar, dann muss dieser Unterschied so groß sein, dass er als Reiz für die Nervenzelle erkennbar wird. Ohne Nervenerregung keine Sinneswahrnehmung, also auch kein Gefühl und kein Erkennen von Feldeinwirkungen. Die Nervenzelle reagiert nach dem Alles-oder-Nichts-Prinzip. Nur wenn ihre Reizschwelle energetisch überschritten wird, wird die Nervenzelle erregt und der Reiz kann weiter-

geleitet werden, sonst nie. Das ist wie beim Hochsprung: reicht meine Sprungkraft aus, fliege ich über die Latte hinweg, egal wie hoch ich springe, ansonsten war der Sprung ein Flopp.

Wenn es eine biologische Antwort auf die Feldintensität geben kann, wie kann sie dann bewusst, also erfahrbar, werden? Das Forschungsprojekt der BAuA versucht deshalb auch, einen möglichen Zusammenhang einer „Elektrosensibilität“ auf folgende Bedingungen hin zu überprüfen:

Haben Betroffene vielleicht eine überdurchschnittliche Wahrnehmungsfähigkeit für bestimmte Sinnesleistungen?

Sind Betroffene vielleicht überzufällig häufig mit einem spezifischen „Nervenkostüm“ ausgestattet? (Hier spielen die Temperamenteigenschaften eine Rolle, die eine konstitutionelle nervale Ausstattung für Erregungs- und Hemmungsprozesse widerspiegeln.)

Haben Betroffene eine besondere Stressbereitschaft oder ist ihre Reaktionsweise stark durch stressbedingte Erregungsprozesse überzeichnet? Hierdurch würde die Erregungsschwelle gesenkt werden und sich eine biologische Ansprechbarkeit u. U. erhöhen.

Zur Messung einer biologischen Antwort auf einen Wechsel der Feldstärke:

Als biologische Antwort auf eine „elektrosensible“ Anpassung an eine veränderte Feldsituation wird die Änderung des elektrischen Hautwiderstandes, der die elektrische Leitfähigkeit des Handschweißes bestimmt, ausgewertet. Da sich die Energie des Feldes direkt im Körper umsetzt, ist eine zeitnahe Reaktion zu erwarten. Die Änderung des Hautwiderstandes muss nicht groß sein, aber sie muss systematisch zur Änderung der Feldexposition erfolgen. Anderenfalls wäre für die betroffene Person eine „Elektrosensibilität“ daraus nicht abzuleiten. Immer noch gilt die elektrodermale Aktivität mit als empfindlichster Parameter auf physische und/oder psychische Reaktionen, die im Organismus in Bezug zu einem Reiz ausgelöst worden sind.

Die Experimente werden entweder mit der Feldexposition eines 50-Hertz-Magnetfeldes, das mit einer Intensität von 10 Mikrottesla gegeben wird, durchgeführt. (Das entspricht 1/10 des empfohlenen Grenzwertes.) Oder es wird ein gepulstes Hochfrequenzfeld des Mobilfunks, das von einem Handy erzeugt wird, eingesetzt. Um die Konfrontation mit dem Handy zu erleichtern, wird das Handy im Abstand von 30 cm neben der Person aufgestellt sein. Wenn das Handy mit einer Leistung 2 Watt sendet, würde dann noch 1/7 der Energie am Platz des Probanden ankommen. Reflexionen des Feldes an den Wänden sind durch die spezielle Auskleidung des Faraday-Raumes ausgeschlossen.

Das Feld wird nach einem festgelegten Zeitrahmen zu- und abgeschaltet. Darüber wird der Proband jedoch nicht informiert. Änderungen des methodischen Ablaufs sind nicht möglich, weil die Vergleichbarkeit *aller* Versuche für die Auswertung gewährleistet bleiben und nach dem gleichen Versuchsplan gearbeitet werden muss.

Berlin im März 2004; Dr. Gerlinde Kaul (Projektleiterin)

4. Einwilligungserklärung des Probanden

Ich bin einverstanden, als freiwillige Versuchsperson an der experimentellen Untersuchung teilzunehmen, die zur Frage hat:

Kann ein magnetisches 50-Hz-Feld bzw. ein Mobilfunkfeld nach dem GSM-Standard, das ein Handy aussendet, eine „Elektrosensibilität“ wirksam beeinflussen?

Das Experiment wird in der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, in 10317 Berlin, Nöldnerstraße 40-42,

am

in der Zeit von bis Uhr durchgeführt.

Meine Angaben über meinen Gesundheitszustand einschließlich der möglicherweise einschränkenden Kontraindikationen sind korrekt und vollständig.

Ich wurde darüber informiert, dass alle Angaben, die ich über meine Person gemacht habe und machen werde, vertraulich behandelt werden. Ich bin damit einverstanden, dass die in den Versuchen von meiner Person gewonnenen Messdaten für wissenschaftliche Zwecke anonymisiert (d. h. ohne Bezug auf meine persönliche Identität) weiterverarbeitet und genutzt werden.

Über Inhalt, Ziel und Risiko des Experimentes wurde ich ausreichend informiert.

Mir ist bekannt, dass ich jederzeit ohne Begründung von der Untersuchung zurücktreten kann, ohne dass mir daraus irgendwelche Verpflichtungen oder persönliche Nachteile entstehen können.

Während des Versuchs werde ich die Anweisungen und Hinweise des Versuchsleiters befolgen.

.....

Datum / Unterschrift der Versuchsperson

Anhang 2: Erhebungen zur „Elektrosensibilität“ und zum Gesundheitsstatus

1. Versuchsprotokoll

(für die Dokumentation am Untersuchungstag)

| | |
|---|--|
| Versuchskennung | |
| Probandencode | |
| Datum | |
| Gestern: <ul style="list-style-type: none"> - Alkohol / Aufputzmittel? - Medikamente? - Besondere Belastungen? | |
| Wie viele Stunden in der letzten Nacht geschlafen? | |
| Heute seit dem Aufstehen: <ul style="list-style-type: none"> - Kaffee? - Tee? - Medikamente? - Zigaretten? | |
| Uhrzeit Versuchsbeginn | |
| Subjektives Befinden zum Versuchsbeginn | |
| Blutdruck | |
| Puls | |
| Uhrzeit am Ende der Untersuchung | |
| Subjektives Befinden zum Ende der Untersuchung | |
| Unterschrift des Versuchsleiters | |

2. Probandenfragebogen - streng vertraulich -

Name, Vorname:

Alter:

Adresse:

Telefon-Nr.:

Beruf:

Gegenwärtige Tätigkeit:

Seit wann:

Frühere Tätigkeiten:

Fühlen Sie sich jetzt völlig gesund?

ja / nein

Wenn nein, warum nicht?

Hatten Sie schon einmal eine ernsthafte Erkrankung?

ja / nein

(z. B. Krankenhausbehandlung)

Welche?

Wann?

Hatten Sie schon einen schweren Unfall erlitten?

ja / nein

(z. B. Kopfverletzung)

Wann und mit welchen Folgen?

Sind Sie in ständiger ärztlicher Behandlung?

ja / nein

Wenn ja, bitte genauere Angaben zur Art der Behandlung.

Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein?

ja / nein

Wenn ja, welche?

Wann waren Sie das letzte Mal erkrankt?

Bitte nähere Angaben:

Tragen Sie eine Brille?

ja / nein

kurzsichtig

ja / nein

weitsichtig

ja / nein

Sind Sie wetterfühlig?

ja / nein

Mit welcher Hand werden folgende Tätigkeiten bevorzugt ausgeführt?

(immer: XX, bevorzugt: X, unsicher: X in beiden Spalten)

| | linke Hand | rechte Hand |
|---|------------|-------------|
| Schreiben | | |
| Zeichnen | | |
| Werfen | | |
| Schneiden | | |
| Zähneputzen | | |
| Messer (ohne Gabel) | | |
| Löffel | | |
| Besen (obere Hand) | | |
| Schlaghand (beim Spiel) | | |
| Behälter öffnen | | |
| Hände klatschen (Hand, die schlägt) | | |
| Hände falten (Daumen zuoberst) | | |
| Arme vor der Brust verschränken (Arm zuoberst) | | |

Wird ein persönliches Handy benutzt?

ja / nein

Herr / Frau

ist als Proband/-in für das Experiment unter der Einwirkung eines EMF
geeignet / nicht geeignet.

.....
Datum / Unterschrift des Untersuchers

3. Fragebogen zum Befinden unter elektromagnetischen Immis- sionen und zu Ursachen von Störbedingungen durch EMF

Haben elektromagnetische Felder bei Ihnen jemals Beschwerden oder negative ge-
sundheitliche Auswirkungen ausgelöst? ja nein

Würden Sie sich als elektrosensibel bezeichnen? ja nein

Worauf sind nach Ihrer Kenntnis die meisten Ihrer Probleme, die Sie auf elektromag-
netische Felder zurückführen, verursacht? (Bei Mehrfachnennungen bitte die Rang-
folge mit 1, 2 und 3 gewichten!)

Durch _____ Belastungen (Exposition) am Arbeitsplatz
 _____ Belastungen in der Wohnung oder
 _____ Belastungen im Freien
 _____ Belastungen in nicht arbeitsbedingten Situationen
 (z. B. in Verkehrsmitteln, öffentlichen Gebäuden)

Wo traten die meisten Ihrer Probleme zunächst bzw. erstmals auf?
 (Bei Mehrfachnennungen die Rangfolge bitte mit 1, 2 und 3 gewichten!)

_____ am Arbeitsplatz
 _____ in der Wohnung oder
 _____ im Freien
 _____ in nicht arbeitsbedingten Situationen
 (z. B. in Verkehrsmitteln, öffentlichen Gebäuden)

In der nachfolgenden Liste sind verschiedene mögliche Ursachen für elektromagneti-
sche Felder benannt.

Welche Ursachen treffen für Ihre Situation zu?

Geben Sie bitte nur für diese eine Rangfolge an. Dabei steht eine „1“ für die Ursa-
chen, die für Ihre Situation am zutreffendsten sind und eine „5“ für die am seltensten
auftretenden Ursachen.

_____ Sendeanlagen, Fernsehtürme und Fernmeldemasten
 _____ elektrische Haushaltsgeräte (Föhne, Staubsauger u. ä.)
 _____ elektrische Leitungen in Gebäuden
 _____ Schwermaschinen/ Maschinenparks in der Industrie
 _____ Induktionsschweißgeräte und Pressschweißen
 _____ Lichtquellen (Leuchtstoffröhren u. ä.)
 _____ medizinische Geräte (Kernspintomografie, Diathermie u. ä.)
 _____ Mikrowellenherde
 _____ Mobiltelefone
 _____ Hochspannungsleitungen oder Umspannwerke
 _____ Radarstationen
 _____ Eisenbahnen
 _____ Bildschirme oder Fernsehgeräte
 _____ Elektroschweißen

4. Wie stark machen Sie sich wegen folgender Einflüsse Sorgen um Ihre Gesundheit?

Wir bitten Sie zu folgenden Fakten um Ihre persönliche Einschätzung:

| | gar nicht | gering | weniger stark | stark | sehr stark |
|--|-----------|--------|---------------|-------|------------|
| Elektromagnetische Felder im Allgemeinen | | | | | |
| Elektromagnetische Felder von Mobilfunk-Basisstationen | | | | | |
| Luftverschmutzung | | | | | |
| Verkehrslärm | | | | | |
| Starkes Zigarettenrauchen | | | | | |
| Regelmäßiger oder übermäßiger Alkoholkonsum | | | | | |
| Teilnahme am Straßenverkehr | | | | | |
| Verzehr von Fleisch aus unbekannter Herstellung | | | | | |
| Gentechnisch veränderte Lebensmittel | | | | | |
| Nebenwirkungen von verordneten Medikamenten | | | | | |

5. Angaben zum aktuellen Befinden (prä – post – Erhebung)

„Bitte kennzeichnen Sie durch einen senkrechten Strich auf der Linie, wie Sie sich heute fühlen. Ihre Antwort soll ausdrücken, ob mehr die eine oder mehr die andere Eigenschaft heute/jetzt für Ihr Befinden maßgebend ist.“

Wie fühlen Sie sich heute?

äußerst erregt ↻ _____ : _____ ↻ völlig ruhig

frisch und energiegeladen ↻ _____ : _____ ↻ schrecklich müde

Wie können Sie heute arbeiten?

sehr zerfahren ↻ _____ : _____ ↻ sehr konzentriert

Wie ängstlich fühlen Sie sich heute?

unerschütterliche Gelassenheit ↻ _____ : _____ ↻ schreckliche Angst

6. Angaben zu Beschwerden, die im Zusammenhang mit „Elektrosmog“ berichtet werden

| Ich fühlte mich in den letzten 4 Wochen belästigt durch ⁶⁴ : | nicht kaum spürbar erheblich stark | | | | wegen Elektrosmog | |
|---|--|--|--|--|-------------------|------|
| | | | | | ja | nein |
| Kopfschmerzen | | | | | ja | nein |
| Schlafstörungen | | | | | ja | nein |
| Müdigkeit | | | | | ja | nein |
| Konzentrationsstörungen | | | | | ja | nein |
| Mattigkeit | | | | | ja | nein |
| Schwächegefühl | | | | | ja | nein |
| Herzklopfen, Herzhagen | | | | | ja | nein |
| Gelenk-, Gliederschmerzen | | | | | ja | nein |
| Schwindelgefühl | | | | | ja | nein |
| Starkes Schwitzen | | | | | ja | nein |
| Erbrechen | | | | | ja | nein |
| Sehstörungen | | | | | ja | nein |
| Übelkeit | | | | | ja | nein |
| Gleichgewichtsstörungen | | | | | ja | nein |
| Appetitlosigkeit | | | | | ja | nein |
| Schweregefühl in den Beinen | | | | | ja | nein |
| Druck- oder Wärmegefühl im Kopf | | | | | ja | nein |
| Gedrückte Stimmung | | | | | ja | nein |
| Angstzustände | | | | | ja | nein |
| Vergesslichkeit | | | | | ja | nein |
| Reizbarkeit | | | | | ja | nein |
| Stimmungsschwankungen | | | | | ja | nein |
| Zucken des Augenlides | | | | | ja | nein |
| Beklemmungsgefühl | | | | | ja | nein |
| Unerklärliche Erschöpfung nach Belastungen | | | | | ja | nein |
| Lärmempfindlichkeit | | | | | ja | nein |
| Überempfindlichkeit gegenüber Medikamenten | | | | | ja | nein |
| Juckreiz | | | | | ja | nein |
| Hautbrennen | | | | | ja | nein |

⁶⁴ Bitte verwenden Sie die Spalte „wegen Elektrosmog“ nur für alle mindestens „spürbaren“ bis „starken“ Beschwerden; kreuzen Sie „ja“ an, sofern die Beschwerden Ihrer persönlichen Meinung nach auf Elektrosmog zurückzuführen sind, und kreuzen Sie „nein“ an, sofern Sie eine andere Ursache vermuten; lassen Sie die Spalte frei, wenn Sie nicht wissen, ob die Beschwerden durch Elektrosmog verursacht sind oder nicht.

Fortsetzung zu 6.:

| Ich leide zudem an: | nicht | kaum | spürbar | erheblich | stark |
|---|--------------|-------------|----------------|------------------|--------------|
| Heuschnupfen | | | | | |
| Asthma | | | | | |
| Atopisches Ekzem (Neurodermitis) | | | | | |
| Nesselsucht (Urtikaria) | | | | | |
| Lebensmittelallergie | | | | | |
| Medikamentenallergie | | | | | |
| Sonstige allergische Erkrankungen | | | | | |
| Chronisches Müdigkeitssyndrom | | | | | |
| Multiple chemische Sensitivität | | | | | |
| Depressionen | | | | | |
| Hyperkinetisches Syndrom mit Aufmerksamkeitsdefizit (ADS) | | | | | |

| | | |
|--------------------------------------|------|----|
| Krebs | Nein | Ja |
| Zuckerkrankheit (Diabetes I oder II) | Nein | Ja |
| Migräne, chronischer Kopfschmerz | Nein | Ja |

nach SCHÜZ, J. et al. (2003) www.mainzer-emf-wachhund.de

7. Eigenschaftsliste zur Beurteilung des Eigenzustandes (Nitsch)

| Im Augenblick bin ich ... | Zutreffend ist das: | | | | | |
|---------------------------|---------------------|-------|--------------|----------|-------------|--------|
| | kaum | etwas | einigermaßen | ziemlich | überwiegend | völlig |
| gespannt | | | | | | |
| schläfrig | | | | | | |
| beliebt | | | | | | |
| kraftvoll | | | | | | |
| gutgelaunt | | | | | | |
| routiniert | | | | | | |
| anstrengungsbereit | | | | | | |
| unbefangen | | | | | | |
| energiegeladen | | | | | | |
| geachtet | | | | | | |
| heiter | | | | | | |
| ausdauernd | | | | | | |
| sorgenfrei | | | | | | |
| selbstsicher | | | | | | |
| ausgeruht | | | | | | |
| überlegen | | | | | | |
| erholungsbedürftig | | | | | | |
| zufrieden | | | | | | |
| unternehmungslustig | | | | | | |
| abgehetzt | | | | | | |
| ruhig | | | | | | |
| kontaktbereit | | | | | | |
| müde | | | | | | |
| anerkannt | | | | | | |
| fröhlich | | | | | | |
| nervös | | | | | | |
| geübt | | | | | | |
| konzentrationsfähig | | | | | | |
| harmonisch | | | | | | |
| sicher | | | | | | |
| matt | | | | | | |
| mitteilsam | | | | | | |
| gelassen | | | | | | |
| aktiv | | | | | | |
| gefestigt | | | | | | |
| erholt | | | | | | |
| nützlich | | | | | | |
| arbeitsfreudig | | | | | | |
| vergnügt | | | | | | |
| verausgabt | | | | | | |

Anhang 3: Verwendete Fragebogeninventare

1. Fragen zu typischen Verhaltensmustern:

linke (A-)Seite introvertiert - rechte (B-)Seite extravertiert ausgeprägt

Bitte ordnen Sie sich nach der Ihnen typischen Art und Weise sich zu verhalten entweder der rechten oder der linken Seite in jeder Zeile zu und kreuzen sie die entsprechende Aussage dazu an.

In Anlehnung an EYSENCK et al. (1964), EGGERT, D. (1983), STRELAU et al. (1999)

| Welche Seite entspricht eher Ihrer Gewohnheit oder Ihrer Art zu reagieren? | | |
|---|----|--|
| Regelmäßig sehr zeitig aufstehen zu müssen, macht mir nichts aus. | 1 | Regelmäßig noch spät am Abend auf zu sein, macht mir nichts aus. |
| Wenn ich etwas sehr Dringendes pünktlich erledigen muss , stehe ich besonders früh auf. | 2 | Wenn ich etwas sehr Dringendes pünktlich erledigen muss , arbeite ich lieber bis in die Nacht hinein. |
| Alkohol wirkt auf mich eher aktivierend und löst Anspannungen. | 3 | Alkohol macht mich eher schusselig, träge und desorganisiert. |
| Ich werde am Abend meistens zeitig müde. | 4 | Ich werde am Abend oft erst richtig munter. |
| Wenn ich unerwartet von jemandem berührt werde, gehe ich instinktiv auf Distanz. | 5 | Wenn ich unerwartet von jemandem berührt werde, registriere ich es nur nebenbei. |
| Ich war in der Schule ein eher diszipliniertes und artiges Kind. | 6 | In der Schule wurde ich oft wegen meines Betragens ermahnt. |
| Ich kann einen Streit lange nicht vergessen. | 7 | Für mich ist ein Streit in der Regel schnell vergessen. |
| Ich mag symmetrische Anordnungen und klare geometrische Formen. | 8 | Ich mag eine freie Gestaltung und lockere Formen. |
| Ich reagiere sehr feinsinnig und sensibel auf alles Neue und Ungewohnte in meiner Umgebung. | 9 | Ich nehme die Veränderungen in meiner Umgebung meist erst dann wahr, wenn sie sich vom Gewohnten deutlich unterscheiden. |
| Zum Lernen brauchte ich immer schon absolute Ruhe. | 10 | Wenn nebenbei der Fernseher oder das Radio lief, konnte ich immer am besten lernen. |
| Auch wenn mich eine Aufgabe nicht fesselt, erledige ich sie lieber gleich, bevor sie mich richtig belasten könnte. | 11 | Wenn mich eine Aufgabe nicht fesselt, nutze ich die erst beste Gelegenheit, um sie abubrechen oder aufzuschieben. |
| Sobald ich Kopfschmerzen habe, kann ich mich kaum noch richtig konzentrieren. | 12 | Auch wenn ich Kopfschmerzen habe, kann ich mich trotzdem noch voll auf meine Arbeit konzentrieren. |
| Wenn ich viel Kaffee trinke, werde ich nervös. | 13 | Ich muss viel Kaffee trinken, um mich besser konzentrieren zu können. |

| Welche Seite entspricht eher Ihrer Gewohnheit oder Ihrer Art zu reagieren? | | |
|---|----|--|
| Es beschäftigt mich sehr, dass mich Menschen ablehnen könnten. | 14 | Ich denke nicht weiter darüber nach, warum mich manche Menschen nicht mögen. |
| In der Regel plane ich meinen Tag immer und führe alles in der dafür vorgesehenen Zeit durch. | 15 | Ich lasse Dinge lieber auf mich zukommen und entscheide dann, was wann zu tun ist. |
| Ich reagiere oft sehr schreckhaft und zucke schnell zusammen. | 16 | Ich bin überhaupt nicht schreckhaft , wenn unerwartet plötzlich etwas passiert. |
| Wenn sich andere unterhalten, kann ich mich beim Arbeiten nicht konzentrieren. | 17 | Wenn ich konzentriert arbeite, stört es mich nicht , wenn sich andere neben mir unterhalten. |
| Ich brauche einen geregelten Tagesablauf mit festen Zeiten z. B. für Essen oder Schlafen. | 18 | Es stört mich nicht, wenn es im Alltag keine festen Zeiten gibt, um zu essen oder zu schlafen. |
| Ich kann einen Klima- oder Wetterumschwung fühlen. | 19 | Einen Klima- oder Wetterwechsel kann ich nicht spüren. |
| Wenn ich konzentriert arbeite, bin ich still in mich versunken, fast wie abwesend. | 20 | Wenn ich konzentriert arbeite, muss ich nebenbei pfeifen, singen oder etwas aufs Papier kritzeln. |
| Auch wenn ich keine Verpflichtungen habe, stehe ich gern früh auf. | 21 | Wenn ich keine Verpflichtungen habe, schlafe ich gern sehr lange. |
| Durch gute Argumente bin ich leicht zu überzeugen und dann auch bereit, nachzugeben. | 22 | Selbst gute Argumente können mich nicht so schnell von meinem Standpunkt abbringen. |
| Wenn ich eine Arbeit schaffen muss , fällt es mir am leichtesten, sie ohne Unterbrechung und in einem Ritt zu erledigen. | 23 | Wenn ich eine Arbeit schaffen muss , fällt es mir am leichtesten, wenn ich zwischendurch immer etwas anderes tun kann. |
| Wenn ich mich - wie beim Sport - so richtig verausgaben muss, kann ich mich am besten erholen. | 24 | Am besten kann ich mich erholen, wenn ich mich meditativ entspannen kann. (z. B. auf dem Balkon faulenzen oder am Wasser liegen) |
| Ich brauche Harmonie und gebe zu schnell nach, wenn es doch einmal zum Streit kommt. | 25 | Ich bin ein Dickkopf und wenn ich von meiner Meinung überzeugt bin, streite ich mich hartnäckig. |
| Von Kaffee bekomme ich Herzrasen. | 26 | Kaffee macht mich ruhig und wach. |
| Mich inspirieren besonders die Linien oder Details, die in einer Gesamtansicht dominieren. | 27 | Mich inspiriert besonders der Gesamteindruck eines Raumes oder einer Fläche. |
| Ich schlafe eher flach und bin leicht aufzuwecken. | 28 | Ich schlafe meist wie ein Stein, sehr tief und fest. |

2. Reducing-Augmenting-Skala nach VANDO (RAS)

Die nachfolgenden, paarweise angeordneten Aussagen sind als ein Entweder-Oder zu verstehen.

Vergleichen Sie die beiden Aussagen und entscheiden Sie sich jeweils für **diejenige Situation, die Sie bevorzugen würden bzw. die Sie sich eher noch zumuten könnten**. In einigen Fällen werden Ihnen vielleicht beide Aussagen sympathisch sein, in anderen Fällen könnten Ihnen möglicherweise beide Aussagen nicht zusa-

Trotzdem, egal wie sehr oder wie wenig Sie diese Aussagen ansprechen sollten, **entscheiden Sie sich bitte immer für eine der beiden Möglichkeiten**. Es ist wichtig, dass Sie alle Paare dieser alternativen Aussagen beantworten und keine Entscheidung auslassen.

(in Anlehnung an S. KLUCKEN (1998))

| | |
|--|---|
| 1. <input type="radio"/> Einen Actionfilm oder <input type="radio"/> eine Komödie ansehen | 14. <input type="radio"/> Einen Film ansehen oder <input type="radio"/> ein Buch lesen |
| 2. <input type="radio"/> Ausdauersport trainieren oder <input type="radio"/> Freizeitsport betreiben | 15. <input type="radio"/> Unterhaltungs-/Cocktail-Musik oder <input type="radio"/> Diskomusik |
| 3. <input type="radio"/> Schneller Blues oder <input type="radio"/> getragene Balladen | 16. <input type="radio"/> In einer Bibliothek nach Information for- schen oder <input type="radio"/> einen Vortrag zum Thema besuchen |
| 4. <input type="radio"/> Jazz-Combo oder <input type="radio"/> Symphonie-Orchester | 17. <input type="radio"/> Ein Getränk heiß oder <input type="radio"/> ein Getränk warm trinken |
| 5. <input type="radio"/> Stereoanlage lieber laut oder <input type="radio"/> Stereoanlage lieber leise anstellen | 18. <input type="radio"/> Solospiel eines Schlagzeugs <input type="radio"/> oder das einer Violine / eines Cellos |
| 6. <input type="radio"/> Einen Goldfisch im Aquarium oder <input type="radio"/> eine Schlange im Terrarium besitzen | 19. <input type="radio"/> Zu viel sportliches Training oder <input type="radio"/> zu wenig sportliches Training |
| 7. <input type="radio"/> Etwas einsammeln, bewahren oder <input type="radio"/> etwas zerschlagen, abreißen | 20. <input type="radio"/> Laute, rhythmische Musik oder <input type="radio"/> ruhige, besinnliche Musik |
| 8. <input type="radio"/> Zu viel schlafen oder <input type="radio"/> zu wenig schlafen | 21. <input type="radio"/> Person zur Behandlung vorbereiten oder deren Wunden verbinden |
| 9. <input type="radio"/> Gefährliche Situationen oder <input type="radio"/> überschaubare Häuslichkeit | 22. <input type="radio"/> Ein antreibender Rhythmus oder <input type="radio"/> eine klangvolle Melodie |
| 10. <input type="radio"/> Personenauto (Pkw) oder <input type="radio"/> Sportwagen | 23. <input type="radio"/> Hardrock oder <input type="radio"/> Popmusik |
| 11. <input type="radio"/> Mehrere Haustiere oder <input type="radio"/> nur 1 einziges Haustier haben wollen | 24. <input type="radio"/> Kraftsport für sich mögen oder <input type="radio"/> Kraftsport für sich ablehnen |
| 12. <input type="radio"/> Ein Schafhirte oder <input type="radio"/> ein Cowboy sein wollen | 25. <input type="radio"/> ohne Verstärker gespielte Musik oder <input type="radio"/> elektrisch verstärkte Musik |
| 13. <input type="radio"/> Motorrad oder <input type="radio"/> Motorroller fahren | 26. <input type="radio"/> Weiche Nahrung oder <input type="radio"/> bissfeste bzw. härtere Nahrung |

Fortsetzung: RAS

| | |
|---|---|
| 27. o Eher ein Aufputzmittel oder o eher ein Beruhigungsmittel wählen | 41. o Krankenpfleger/-schwester auf einer Intensivstation sein oder μ Pflegedienstleiter sein |
| 28. o Mit Schnelligkeit oder o mit Bedachtsamkeit agieren | 42. o als Wissenschaftler arbeiten oder o eine Expedition leiten |
| 29. o Rockkonzert oder o Liederabend | 43. o Stuntman sein oder μ Bühnenbildner/ -arbeiter |
| 30. o Fußball (Handball) oder o Golf | 44. o Beruf, der viel Reisen verlangt oder μ Beruf, der ortsgebunden ist |
| 31. o Aufregung, Hektik oder o Stille, Ruhe | 45. o Eine Bergsteigetour unternehmen od. o über ein gefährliches Abenteuer lesen |
| 32. o In einer 6-köpfigen Familie leben o oder in einem 3-Personenhaushalt | 46. o Von Körpergeruch abgestoßen oder o von Körpergeruch angezogen werden |
| 33. o Nervenkitzel oder o Ruhe | 47. o Immer beschäftigt sein wollen oder o Zeit zum Nichtstun haben wollen |
| 34. o Sportart mit direktem Körperkontakt o oder Sportart ohne Körperkontakte | 48. o Etwas Kaltes trinken oder o etwas Warmes trinken |
| 35. o In einem vollem Haus leben oder o allein im Haus wohnen wollen | 49. o Allein in einem Raum eingesperrt o oder allein in der Wüste frei sein |
| 36. o Leidenschaft erfahren oder o Zuneigung erfahren | 50. o Sich in Sicherheit befinden oder o ins überraschende Abenteuer starten |
| 37. o Schnelle Spiele oder o langsame (bedachtsame) Spiele | 51. o Unter ständiger Betäubung stehen o oder unter ständigen Halluzinationen |
| 38. o Denken (philosophieren) oder o sich betätigen, ausarbeiten können | 52. o Wasserski fahren oder o über den See rudern |
| 39. o Sport im Wettkampf betreiben oder o Sport ohne Wettkampf ausüben | 53. o Feindseligkeit aushalten oder o Konformität suchen, sich anpassen |
| 40. o impulsive, emotional ausdrucksstarke Personen oder o ruhige, ausgeglichene Personen | 54. o Traditionelle, bildhafte Kunst oder o abstrakte, moderne Kunst |

3. Beschwerdenerfassung

In Anlehnung an K. HÖCK u. H. HESS (1981) und KASIELKE u. HÄNSGEN (1982)

„Um eine Beziehung zwischen einer Sensibilität gegenüber elektromagnetischen Feldern und gesundheitlichen Störungen finden zu können, bitten wir Sie, folgende Beschwerdeliste zu bearbeiten.

Kreuzen Sie bitte bei allen Fragen die zutreffende Antwort an, z. B.: Falls Sie unter Sehstörungen leiden (1. Frage), machen Sie bitte ein Kreuz unter „Ja“. Haben Sie keine Sehstörungen kreuzen Sie bitte unter „Nein“ an.

Orientieren Sie sich dabei an den zurückliegenden 3 – 4 Wochen.

Unterstreichen Sie bitte zusätzlich die Beschwerden, unter denen Sie am meisten leiden!“

| | ja | nein | | ja | nein |
|---|----|------|--|----|------|
| Sehstörungen, Doppelsehen | | | Händezittern | | |
| Augenflimmern | | | Ungewolltes Augenblinzeln, Gesichtszuckungen, Kopfschütteln, andere Verkrampfungen | | |
| Schmerzen in den Augen | | | Nacken-, Rücken-, Kreuzschmerzen | | |
| Tränen, Brennen der Augen | | | Gliederschmerzen | | |
| Lichtempfindlichkeit | | | Rheumatische Beschwerden, geschwollene Gelenke | | |
| Schwerhörigkeit | | | Lähmungen, Gehstörungen | | |
| Ohrenschmerzen | | | Taubheitsgefühle | | |
| Ständige Ohrgeräusche | | | Rote Flecken am Hals oder Gesicht bei Erregung | | |
| Geräuschempfindlichkeit | | | Hautausschlag, Ekzem | | |
| Übelkeit beim Fahren in Bus oder Pkw („Reisekrankheit“) | | | Juckreiz | | |
| Häufiger Schnupfen | | | Knoten, Verdickungen der Haut | | |
| Heuschnupfen | | | Furunkel, Pickel | | |
| Häufiges Nasenbluten | | | Starkes Schwitzen | | |
| Geruchsempfindlichkeit | | | Erschöpfung | | |
| Häufige Halsschmerzen | | | Kopfschmerzen | | |
| Druck, Würgen im Hals | | | Schlafstörungen | | |
| Reizhusten, | | | Leichte Erregbarkeit | | |
| Stimmschwierigkeiten, Heiserkeit | | | Energielosigkeit, Unentschiedenheit | | |
| Neigung zu Bronchitis, chronischer Husten | | | Vergesslichkeit | | |
| Asthmaanfälle | | | Nervosität | | |

| 1. Fortsetzung der Beschwerdenliste: | ja | nein | | ja | nein |
|--|----|------|---|----|------|
| Blutiger Auswurf | | | Antriebslosigkeit | | |
| Atemnot bei Aufregung | | | Konzentrationsschwäche | | |
| Luftmangel bei Belastung | | | Gedächtnisstörungen | | |
| Herzklopfen, -stolpern | | | Ständige Müdigkeit | | |
| Herzdruck, Herzstiche, Herzschmerzen | | | Innere Unruhe | | |
| Herzanfälle | | | Redehemmung, Lampenfieber | | |
| Geschwollene Knöchel oder Gelenke | | | Sprachstörungen, Stottern | | |
| Wadenschmerzen beim Gehen | | | Schreib- und Arbeitshemmung, Schreibkrampf | | |
| Schwindelgefühle, Ohnmachten | | | Minderwertigkeitsgefühle, Selbstunsicherheit | | |
| Schweißausbrüche | | | Kontaktschwierigkeiten | | |
| Kribbeln, Prickeln oder Einschlafen der Hände, Arme oder Beine | | | Hemmungen gegenüber Vorgesetzten oder gegenüber Mitarbeitern | | |
| Kältegefühl | | | Hemmungen gegenüber Menschen des anderen Geschlechts | | |
| Hitzewallungen | | | Fehlende berufliche Anerkennung | | |
| Häufige Zahnschmerzen | | | Einsamkeit, fehlende Freundschaften, Mangel an Kontakten zu anderen Personen | | |
| Zahnfleischbluten | | | Resignation | | |
| Zähneknirschen | | | Seelische Empfindlichkeit, Wehmut | | |
| Gesichtsschmerzen, Spannungsgefühl in der Kiefermuskulatur | | | Mangelndes Vertrauen zu sich selbst und in die eigenen Fähigkeiten | | |
| Vermehrter Speichelfluss | | | Schuldgefühle | | |
| Trockener Mund | | | Angst vor plötzlichem Tod, unheilbarer Krankheit | | |
| Appetitlosigkeit, Völlegefühl | | | Angst vor dem Erröten | | |
| Übelkeit, Aufstoßen, Brechreiz | | | Angstzustände ohne Anlass | | |
| Erbrechen | | | Angst beim Alleinsein, im Dunkeln, bei Gewitter, vor Verfolgern | | |
| Magendruck, Magenschmerzen | | | Angstzustände in Räumen, auf der Straße, auf Brücken, in Verkehrsmitteln, auf Plätzen | | |
| Gallenbeschwerden | | | Grübeleien, Zweifel | | |
| Sodbrennen | | | Zwang zum Kontrollieren eigener Handlungen | | |
| Schmerzen im rechten Unterbauch | | | Sonstige zwanghafte Gedanken, Vorstellungen und Handlungen | | |
| Verstopfungen, Blähungen, Darmkrämpfe | | | | | |
| Durchfall | | | | | |
| Blutiger Stuhl | | | | | |

| 2. Fortsetzung der Beschwerdenliste | ja | nein | | ja | nein |
|---|-----------|-------------|--|-----------|-------------|
| Nur für Männer: | | | Nur für Frauen: | | |
| Häufiger Harndrang | | | Häufiger Harndrang | | |
| Schmerzen beim Wasserlassen | | | Schmerzen beim Wasserlassen | | |
| Erschwertes Wasserlassen | | | Schmerzen im Unterleib | | |
| Hemmungen beim Wasserlassen | | | Menstruationsbeschwerden, Unregelmäßigkeiten der Periodenblutung | | |
| Ausfluss | | | Blutung zwischen den Menstruationen | | |
| Schmerzen oder Schwellungen an Hoden oder Glied | | | Ausfluss | | |
| Sexuelle Schwierigkeiten | | | Schmerzen, Knoten in der Brust | | |
| | | | Sexuelle Schwierigkeiten | | |

4. Fragen zu paranoiden und wesensfremden Erlebnisinhalten

„Bitte kreuzen Sie bei den nachfolgenden Aussagen diejenige Antwort an, die in den zurückliegenden 3 – 4 Wochen am besten Ihrem Befinden entsprochen hat.“

| | | | |
|------------|---|-----------------------------|--------------------------|
| Antworten: | 0 | selten oder überhaupt nicht | (bis zu 1 Mal pro Woche) |
| | 1 | manchmal | (1 – 2 Mal pro Woche) |
| | 2 | öfters | (3 – 4 Mal pro Woche) |
| | 3 | meistens, die ganze Zeit | (5 – 7 Mal pro Woche) |

| Während der letzten 3 - 4 Wochen ... | nie/selten 0 | manchmal 1 | öfters 2 | meistens 3 |
|---|-----------------|---------------|-------------|---------------|
| 16. ... hatte ich das Gefühl, dass andere an den meisten meiner Schwierigkeiten Schuld sind. 17. ... hatte ich das Gefühl, dass ich den meisten Menschen nicht trauen kann. 18. ... hatte ich Ideen oder Anschauungen, die andere nicht mit mir teilen können. 19. ... hatte ich das Gefühl, dass andere mich beobachten und über mich reden. 20. ...litt ich unter der mangelnden Anerkennung meiner Leistungen. 21. ...hatte ich das Gefühl, dass mich die Leute sofort ausnutzen würden, sobald ich es zuließe. | | | | |
| 22. ... sind mir Menschen oder Dinge fremd geworden. 23. ... hatte ich das Gefühl, dass jemand meine Gedanken beeinflussen könnte. 24. ... hatte ich die Vermutung, dass man sich gegen mich verschworen hat. 25. ... hatte ich das Gefühl, dass ich zum Werkzeug einer höheren Macht geworden bin. 26. ... bin ich mir selbst fremd geworden. | | | | |

Die Fragen 16 – 21 entstammen der Skala „Paranoides Denken“ der SCL-90-R: Die Symptom-Checkliste von DEROGATIS (in der Bearbeitung von G. H. FRANKE, 1995)

Die Fragen 22 – 26 sind der Skala „akzentuierte Persönlichkeitsmerkmale“ des BVND entnommen (HÄNSGEN, 1981)

5. Weitere, in der standardisierten Form verwendete Fragebogeninventare:

- Arbeitsbezogene Verhaltens- und Erlebensmuster (SCHAARSCHMIDT u. FISCHER, 1995)
- FABA – Fragebogen zur Analyse belastungsrelevanter Anforderungsbewältigung (RICHTER, RUDOLF u. SCHMIDT, 1995)
- State-Trait-Angstinventar (STAI)
(in der dt. Bearbeitung von LAUX, GLANZMANN, SCHAFFER u. SPIELBERGER, 1981)
- Kurzfragebogen zur Erfassung der individuellen Lärmempfindlichkeit (ZIMMER u. ELLERMEIER, 1998)
- C.I.-Skala – Ein Selbstbeurteilungsverfahren zur Objektivierung leichter cerebraler Insuffizienzen (WEIDENHAMMER u. FISCHER, 1987)
- Berliner Verfahren zur Neurosendiagnostik (BVND) – Skala AE (HÄNSGEN, 1991)
- Kurzform der Allgemeinen Depressionsskala (ADS) (HAUTZINGER u. BAILER, 1993)

Anhang 4: Beschreibung der Testanforderungen zur Wahrnehmung

1. Testen von Gewichten

„Sie erhalten von mir jeweils zwei Behälter, die ähnlich schwer sind. Bitte prüfen Sie, welche der beiden Proben die schwerere ist.

Sie können dabei die Hände wechseln oder die Proben auch einzeln abwägen. Wie sie es am besten bewerkstelligen können, soll Ihnen dabei überlassen sein.“

2. Kurzzeitbeobachtungsprobe

„Ich werde Ihnen am Monitor eine Reihe von Mustern in einem Raster von 4 x 4 Feldern zeigen, die bis zu fünf der hier gezeigten Zeichen beinhalten können. Das Bild wird aber nur sehr kurz eingeblendet sein. Versuchen Sie, es so genau wie möglich zu erfassen, um es danach in die Vorlage (von ebenfalls 4 x 4 Feldern) übertragen zu können. Wichtig ist, dass das Symbol exakt ins gleiche Feld gesetzt und es in genau der gleichen Form gezeichnet wird. Sollten Sie es nicht mehr ganz genau erinnern, versuchen Sie es trotzdem, denn vielleicht gelingt es Ihnen, den Ort oder die Form eines Zeichens noch genau anzugeben, aber dann doch wenigstens die Anzahl der Zeichen im Muster vervollständigt zu haben.

Zuerst werde ich Ihnen zwei Beispiele zeigen und Sie sollen versuchen, diese so genau wie möglich auf die Vorlage zu übertragen. Achtung, bevor das Muster erscheint, wird ein Signal ertönen. Wenn das Bild wieder gelöscht ist, haben Sie dann genügend Zeit, das Muster einzutragen.“

3. Tapping

„Bitte versuchen Sie, so schnell wie möglich mit dem Griffel auf diese Platte zu tippen. Versuchen Sie dabei, die Geschwindigkeit 30 Sekunden lang durchzuhalten.

Probieren Sie zuerst, wie Ihnen das am besten gelingen kann. Es ist egal, ob sie das Handgelenk auflegen oder die Hand frei halten, auf die Schnelligkeit der Tipp-Bewegung kommt es an.“

4. „Elektromagnetische Störstellensensitivität“

„Bitte versuchen Sie, diese beiden Metallwinkel parallel zueinander vor sich her zu tragen. Halten Sie sie dafür an den kürzeren Schenkeln, an dem diese Hüllen aufgesteckt sind, leicht in der Hand fest. Laufen Sie ganz langsam den Flur entlang, und achten Sie darauf, dass die längeren Schenkel nach vorn zeigen und waagrecht über dem Boden sind, damit sie sich nicht durch ihr eigenes Gewicht verdrehen können.

Sollten sie sich wie von selbst zur Seite drehen, bleiben Sie stehen und warten, bis sie sich wieder beruhigt haben, gehen Sie vielleicht noch einmal ein wenig zurück und richten Sie die Winkel wieder aus. Dann gehen Sie das Stück noch einmal ab. Halten Sie die Winkel nicht extra fest, sondern balancieren Sie sie nur in der angegebenen Weise vor sich her. Es könnte sein, dass sie sich von allein aus der vorgegebenen Richtung bewegen, deshalb sollen Sie sicher sein, dass Sie das nicht durch ein Wackeln oder durch Ihre eigene Bewegung verursacht haben könnten.“

5. Autokinetischer Lichttest

„Sie werden jetzt in der absoluten Dunkelheit vor sich einen Lichtpunkt sehen, dem Sie ganz gelassen zusehen sollen. Vielleicht wird er bald anfangen, sich fortzubewegen, wieder inne zu halten und dann weiter zu ziehen. Bitte fahren Sie diese Bewegung, die der Lichtpunkt vollführt, mit Hilfe des Griffels wie mit dem Finger nach. Sollte die Bewegung so ausladend sein, dass Sie an den Rand dieses Tablettts stoßen, so ziehen sie den Griffel, ohne ihn abzuheben, wieder zur Mitte hin zurück.

Sie werden 10 Minuten allein in diesem abgedunkelten Raum sein. Sollten Sie ein Unbehagen empfinden, so rufen Sie laut nach mir. Ich bin vor der Tür und kann jederzeit den Test abbrechen.“