

## Abschlussbericht 8/2005 bis 10/2006

IGGMB – Forschungsinstitut für Grund- und Grenzfragen der Medizin und Biotechnologie am St. Johannis-Spital der Salzburger Landeskliniken (SALK) und Universitätsklinik für Anästhesiologie, Perioperative Medizin und Allgemeine Intensivtherapie, St. Johannis-Spital, SALK und Paracelsus Medizinische Privatuniversität (PMU) Salzburg

# Wirkungen von GSM-Sendeanlagen auf den Menschen

*Wissenschaftliches Forschungsprojekt,  
gefördert von der Fachabteilung Hochschulen,  
Wissenschaft und Zukunftsfragen des  
Landes Salzburg*

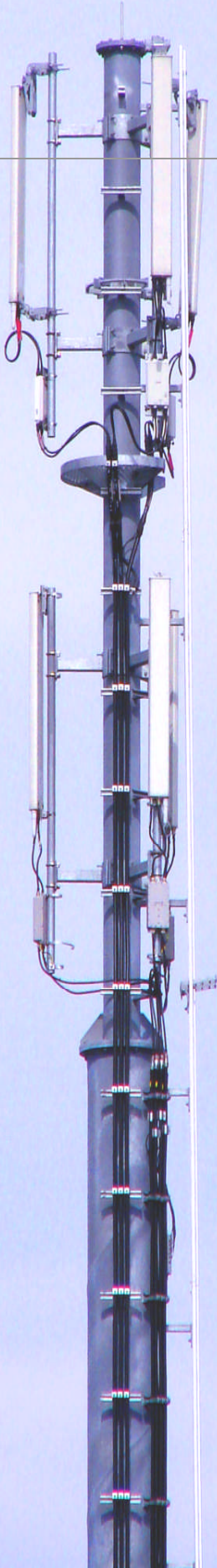
Für die Studiengruppe:

Univ.-Prof. Dr. Gerhard W. HACKER

und

Univ.-Prof. Dr. Gernot PAUSER

3. November 2006



## Inhaltsverzeichnis

1. Wesentliche Vorbemerkungen und Zusammenfassung
2. Projektgruppe
  - 2.1. Studienleitung
  - 2.2. Weitere Projekt-Hauptmitarbeiter
  - 2.3. Konsultationen erfolgten mit
3. Ziele und Einleitung
  - 3.1. Studienziele Physiologie
  - 3.2. Studienziele Physikalische Stressmessung & Komplementärmedizin
  - 3.3. Studienziele Psychologie
  - 3.4. Hintergründe für die vorliegende Studie
  - 3.5. Gesetzliche Grenzwert-Regelungen
  - 3.6. Untersuchte Expositionslagen und Dauer der Expositionsphasen
  - 3.7. Kurze Einleitung Physikalische Stressmessung & Komplementärmedizin
  - 3.8. Kurze Einleitung Psychologie
4. Test-Design, Probandinnen und Probanden, Datensicherheit und Versuchsablauf
  - 4.1. Probandinnen und Probanden
  - 4.2. Test-Design
  - 4.3. Datenverschlüsselung
  - 4.4. Chronobiologie
  - 4.5. Ausschlusskriterien, medizinische und sachliche Prärequisiten
  - 4.6. Versuchs-Ablauf
    - 4.6.1. Expositions-Schemata und Randomisierung
    - 4.6.2. Zeitlicher Verlauf der einzelnen Messungen
    - 4.6.3. Tabellarische Darstellung des zeitlichen Ablaufs eines „Messvormittags“
5. Medizinische, biochemische/immunologische, physikalische und psychologische Parameter und Methoden
  - 5.1. Speichel-Analytik
    - 5.1.1. Cortisol
    - 5.1.2.  $\alpha$ -Amylase
    - 5.1.3. Immunglobulin A (IgA)
    - 5.1.4. Substanz P
    - 5.1.5. Tumor-Nekrosefaktor alpha (TNF- $\alpha$ )
  - 5.2. Biochemische und immunchemische Analysemethoden
    - 5.2.1. Speichelsammlung und Probenvorbereitung
    - 5.2.2. Bestimmung des Gesamtproteingehaltes
    - 5.2.3. Cortisol-ELISA
    - 5.2.4. Amylase-Assay
    - 5.2.5. IgA-ELISA
    - 5.2.6. Substanz P-LIA
    - 5.2.7. TNF- $\alpha$ -LIA
    - 5.2.8. Data Handling
  - 5.3. Gas-Discharge-Visualization (GDV)

- 5.4. Psychologische Datenermittlung
  - 5.4.1. Questionnaires
  - 5.4.2. Erhebungen vor den Testphasen
  - 5.4.3. Erhebungen während der Testphasen
- 5.5. Medizinische Komplementärmedizinische Zusatzaufzeichnungen
  - 5.5.1. Blutdruck
  - 5.5.2. Hautwiderstand
  - 5.5.3. Hauttemperatur
  - 5.5.4. Lufttemperatur
- 5.6. Statistische Methoden
- 6. Feld-Messlabor – Lokation und Abschirmmaßnahmen
  - 6.1. Sendeanlagen in der Umgebung des Messpunktes
  - 6.2. Beispiele für Ergebnisse physikalischer Messungen im Testraum
  - 6.3. Feldstärken/Leistungsflussdichten im Feldlabor am Messpunkt
    - 6.3.1. „Maximal-Exposition“ – Abschirmvorhänge zum „Tor“ hin geöffnet
    - 6.3.2. „Mittlere Exposition“ – „Innenvorhang“ geschlossen, „Wandabschirmung“ offen
    - 6.3.3. „Minimal-Exposition“ – „Innenvorhang“ und Wandabschirmung“ geschlossen
    - 6.3.4. Messunsicherheit
  - 6.4. Messergebnisse für weitere physikalisch-erfassbare Grundparameter am Messplatz
    - 6.4.1. Magnetische Gleichfelder
    - 6.4.2. Niederfrequente elektrische Wechselfelder
    - 6.4.3. Niederfrequente magnetische Wechselfelder
  - 6.5. Verwendete kalibrierte Messgeräte und Messunsicherheiten
  - 6.6. Weitere Überwachung und Aufzeichnung von HF-Signalen
  - 6.7. Häufigkeitsverteilungen der gemessenen Feldstärken-Mediane
  - 6.8. Mittelwerte für GSM-900 und GSM-1800 während der Expositionsphasen
- 7. Verwendete biomedizinische Messgeräte
- 8. Ergebnisse
  - 8.1. Randomisierungstest
  - 8.2. Ergebnisse Speichelparameter
    - 8.2.1. Auswertung bezüglich Ausgangssituation (Minimal-Exposition)
    - 8.2.2. Weitere Auswertung bezüglich Expositionsschema 3
    - 8.2.3. Beispiele bemerkenswerter individueller Verlaufskurven
  - 8.3. Ergebnisse der Bioelektrographischen Elektrophenen-Stressanalyse unter Verwendung der Gas-Discharge-Visualization (GDV) Technik
    - 8.3.1. Statistische Analyse und qualitative Beschreibung der Gesamt-Verlaufskurven
    - 8.3.2. Beispiele bemerkenswerter individueller GDV-Area-of-Glow-Verlaufskurven
  - 8.4. Ergebnisse Psychologie
    - 8.4.1. Befindlichkeit: Vor der Testung/während den verschiedenen Expositionen
    - 8.4.2. Befindlichkeit während der Maximalexposition
    - 8.4.3. Weitere Einflussfaktoren auf die Befindlichkeit
    - 8.4.4. Folgerungen der Befindlichkeitsbefragung
    - 8.4.5. Elektrosensitivität und EMF-Gesundheitsbesorgnis – erhoben vor der Testung
    - 8.4.6. Deskriptiv: Beschwerden und EMF-Gesundheitsbesorgnis – erhoben vor der Testung
    - 8.4.7. Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF emittierender Quellen: Ein Vergleich

8.4.8. Beispiele für bemerkenswerte individuelle Befindlichkeits-Verlaufskurven

8.5. Weitere untersuchte, ergänzende Parameter

9. Schlussfolgerungen und kurze Diskussion

9.1. Physiologische Parameter/Speicheluntersuchungen

9.2. GDV – Gas Discharge Visualization

9.3. Schlussfolgerungen Psychologie

9.4. Non-Responder und Responder?

9.5. Wirksamkeit der getroffenen Abschirmmaßnahmen

10. Danksagung

11. Literatur

# 1. WESENTLICHE VORBEMERKUNGEN UND ZUSAMMENFASSUNG

Mit der vorliegenden Studie sollte im Rahmen der technischen Möglichkeiten unserer Einrichtungen, der in der Stadt Salzburg vorhandenen möglichen Feld-Messlabors, des vom Land Salzburg vorgeschlagenen Studienbudgets und der für eine Studie dieser Größenordnung recht kurz angesetzten Studiendauer untersucht werden, ob bei zeitlich begrenzter Einwirkung elektromagnetischer Felder (EMF) aus GSM-Mobilfunk-Sendeanlagen (3 Expositionslagen zwischen ca.  $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$  und ca.  $10 \text{ mW}/\text{m}^2$ ) bei Versuchspersonen messbare Unterschiede bestimmter medizinphysiologischer Parameter auftreten würden. Mit dem erhaltenen Neuwissen sollte auch ein Beitrag zur „Grenzwertediskussion“ erzielt werden.

Es ist uns wichtig, anzumerken, dass die in diesem Bericht erläuterten Studienergebnisse keinen Anspruch auf „erweiterte Allgemeingültigkeit“ erheben können, sondern sich ausschließlich auf das verwendete Testdesign und die angewandten Messmethoden und Untersuchungsparameter beziehen.

Obwohl sich aus den Ergebnissen einige Schlüsse ergeben, die von allgemeinem Interesse sein dürften, ist es wichtig zu erwähnen, dass es sich um eine Kurzzeitstudie handelt, deren Design nach publizierten und behaupteten möglichen Wirkungen und Verlaufskurven zusammengestellt wurde. Einige der darauf basierend angenommenen Prämissen zeigten bereits während des Studienverlaufs, dass gerade bei Kurzzeitanalysen eine Verallgemeinerung der Faktoren „Reaktionsgeschwindigkeit“ und „Reaktionsstärke“ innerhalb des getesteten GSM-Feldstärkenbereiches und der getesteten Zeitperioden kaum möglich ist, da sich viel größere individuelle Reaktionsschwankungsbreiten ergaben, als man nach heutigem Literatur-Wissensstand annehmen würde.

## Zusammenfassung des Studienablaufes und der Ergebnisse

Mögliche Auswirkungen definierter Expositionslagen (ausgedrückt als Leistungsflussdichten in einem Bereich zwischen etwa  $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$  bis  $10 \text{ mW}/\text{m}^2$  als durchschnittliche Strahlungsdichte je Expositionsphase von 50 Minuten) aus GSM-Mobilfunk-Basisstationen auf den Menschen wurden in einer randomisierten, nicht-klinischen Doppelblind-Kurzzeit-Kohortenstudie untersucht. Als „Feldlabor“ diente eine in der Stadt Salzburg gelegene, speziell für die Studie adaptierte Räumlichkeit, in der im Rahmen vorhandener gesetzlicher Vorgaben für Salzburg typische Befeldungsverhältnisse vorlagen, wie sie in relativer Nähe zu Sendestationen oftmals aufgefunden werden. Zur Anwendung kamen sensitive, ausschließlich nicht-invasive biophysikalische, bioelektrographische, biochemische und medizinische Mess- und Analysemethoden sowie psychologische Ansätze. Zusätzlich zur Aufnahme von Anamnesedaten und der laufenden Erfassung bestimmter medizinischer und physikalischer Grund-Werte (z.B. Blutdruck, Puls, Hauttemperatur, Lufttemperatur) wurden immunbiologische Laborverfahren (v.a. modifizierte ELISA-Techniken) verwendet, um bestimmte immunologisch / neuronal / endokrin relevante Parameter (Cortisol, Amylase, IgA, Substanz P) im Speichel zu messen. Als physikalische und komplementärmedizinische Methode kam die evozierte Bioelektrolumineszenz (Gasentladungs-Visualisierung, GDV) zur Anwendung, um zu testen, ob sich mit dieser sensitiven Methode etwaige Effekte extrinsischer Noxen auf das Stressgeschehen anzeigen lassen. Standardisierte und

zusätzlich auch auf den Studienzweck angepasste Fragebögen dienten dazu, herauszufinden, ob eine kurzzeitige Exposition in den getesteten Bereichen von den Probanden „gespürt“ werden kann und zur Beantwortung einer Reihe weiterer psychologischer Grundfragen in Bezug auf GSM-Befeldung. Alle Versuchspersonen wurden zuvor eingehend über Inhalt, Ziele, Messmethoden und mögliche Risiken unterrichtet und haben in einem Informed-Consent-Verfahren schriftlich ihr Einverständnis zur Teilnahme abgegeben. Alle Messergebnisse wurden detailliert biostatistisch überprüft und medizinisch beurteilt. Die im Feldlabor vorhandenen EMF-Verhältnisse wurden durch eine dafür nach DIN EN ISO/IEC 17025 von der DAP (Deutschen Akkreditierungssystem Prüfwesen) akkreditierte, unabhängige Gesellschaft in Deutschland überprüft und begutachtet. Während der Experimente wurden die vorhandenen Leistungsflussdichten und etwaige unvorhersehbar auftretende Feldveränderungen ständig überwacht und aufgezeichnet. Am Messplatz lag prädominant eine Befeldung im Frequenzbereich GSM 900 vor, während die vorhandenen Pegel von GSM 1800 ca. 35-40 dB unter den GSM 900-Werten lagen. Folgende mittlere Leistungsflussdichten (Mittelwert der Mediane) im Bereich GSM 900 wurden während der Testphasen konstant eingehalten: „Minimal-Exposition“ = 0,013 mW/m<sup>2</sup> (13 µW/m<sup>2</sup>); „Mittlere Exposition“ = 0,54 mW/m<sup>2</sup> (540 µW/m<sup>2</sup>); „Maximal-Exposition“ = 3000 µW/m<sup>2</sup> (3 mW/m<sup>2</sup>).

Es stellte sich heraus, dass die Zeitspanne, nach der ab Einsetzen der Befeldung eine mögliche Reaktion verschiedener Parameter eintritt, individuell unterschiedlich lang ist. Nichtsdestotrotz ergeben sich aus unserer Studie eine Reihe möglicherweise wertvoller Erkenntnisse, die auch als Basis für künftige Analysen dienen können und denen eine gewisse gesundheitliche Relevanz nicht abzusprechen ist. Es zeigten sich grundsätzlich zwei Haupt-Ergebnisse: Eine (infolge der zu geringen Stichprobenzahl und der hohen individuellen Variabilität (noch) nicht statistisch signifikante) Tendenz „in Richtung einer leichten Immunsuppression“, und eine signifikante ( $p < 0,0004$ ) Änderung des Cortisolspiegels, wenn die Versuchspersonen zuvor eine lange Periode der „Niedrigstbefeldung“ (4 Perioden á 50 Minuten im Bereich ca. 13 µW/m<sup>2</sup>) hinter sich haben und daraufhin eine Periode der „Maximalbefeldung“ (50 Minuten im Bereich von durchschnittlich 3 mW/m<sup>2</sup>) durchmachen. Ob diese hier zwar deutlich und auch statistisch signifikant angezeigte Cortisolspiegelveränderung auch tatsächlich von pathophysiologischer Relevanz ist, müssen weiterführende Studien mit deutlich höherer ProbandInnenanzahl zu klären versuchen. Ebenso erscheint nicht hundertprozentig geklärt, ob nicht auch andere Faktoren diese signifikante Cortisolspiegelveränderung mitbeeinflusst oder sogar ursächlich hervorgerufen haben könnten. Die Wahrscheinlichkeit und der Vergleich zu anderen hier erhobenen Daten sprechen aber sehr viel eher für eine tatsächlich ursächliche Beeinflussung durch die hier untersuchte „Maximalbefeldung“. Die anderen untersuchten verwertbaren Speichelparameter (IgA, Amylase) zeigten spezifische Kurvenverläufe, die für eine mögliche Beeinflussung des Immunsystems bereits ab einer relativ niedriger Befeldung (Mittlere Exposition und Maximalexposition *versus* Minimalexposition) sprechen.

Es scheint gerechtfertigt, auch die nichtsignifikanten, aber tendenziell zu beobachtenden relativen Verlaufsunterschiede der drei untersuchten Expositionsschemata in den Phasen der Minimal-Exposition einer näheren Betrachtung zu unterziehen. Diese würden zusammengefasst auf eine mögliche relative Erhöhung der Amylase-Aktivität und des Cortisolspiegels bei gleichzeitiger Abnahme des IgA-Spiegels hindeuten. Obwohl diese

Interpretation statistisch bislang nicht hinreichend untermauert ist, könnte zumindest die Tatsache, dass die beobachteten Tendenzen in sich kohärent auf eine zunehmende Erhöhung des Stress-Levels mit einhergehender Immunsuppression hinweisen würden, eine solche Interpretation stützen.

Im Fall von Substanz P zeigt sich lediglich bei einigen wenigen einzelnen Versuchspersonen eine mögliche Reaktion auf Feldveränderungen, deren Relevanz jedoch wegen wahrscheinlich überlagerter zirkadianer Rhythmen derzeit nicht absehbar ist. Das Cytokin Tumor-Nekrosefaktor alpha (TNF- $\alpha$ ), das zwar auch untersucht worden war, erwies sich als für derartige Studien nicht verwertbarer (weil in den meisten Fällen beim Erwachsenen nicht nachweisbarer) Parameter.

Die Untersuchungen mit dem GDV-Stressmessungssystem zeigten unter den gewählten Experimental-Bedingungen insgesamt gesehen keine statistische Relevanz. Nur in Einzelfällen war mit dieser Methode ein (möglicherweise auch zufälliger) Zusammenhang zwischen Expositionslage und Höhe einer möglichen Stressreaktion zu beobachten.

Die psychologischen Erhebungen durch Befindlichkeitsfragebögen ergaben über die gesamte Stichprobe gesehen keine statistisch signifikanten Veränderungen im subjektiven Befinden, die unmittelbar mit einer Expositionshöhe in Verbindung gebracht werden könnten. Das Befinden während der Untersuchung steht in negativen Zusammenhang mit Variablen, die auf die Erfassung psychischer und physischer Belastungen abzielen. Die grundsätzliche (also von den durchgeführten Experimenten unabhängig erhobene) Besorgnis, selber Symptome aufgrund des Einflusses von EMF zu erleiden, korreliert signifikant positiv mit mehreren psychischen Belastungsparametern: Besorgte scheinen EMF-Quellen eher zu vermeiden.

Aus den vorliegenden Auswertungen lassen sich derzeit noch kaum abgesicherte Rückschlüsse auf Auswirkungen von Kurzzeitbefeldung aus GSM-Sendeanlagen auf die untersuchten physiologischen und psychologischen Parameter ziehen, wobei festzuhalten bleibt, dass sich sämtliche statistisch dargestellten Befunde auf die Mittelwerte aller Probanden einer Expositionsgruppe ohne Bewertung der individuellen Verläufe oder anderer Zuordnungen wie Alter, Geschlecht, täglicher Exposition gegenüber GSM-Feldern oder psychologischer Erwartungshaltungen beziehen. Es erscheint jedoch vermessen und wissenschaftlich falsch, aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie schließen zu wollen, dass man „Entwarnung“ geben dürfte. Im Gegenteil, die hier beobachteten Ergebnisse sprechen sehr dafür, dass Vorsicht angebracht ist und dass die Diskussion noch lange nicht abreißen wird können, da individuell große Unterschiede feststellbar sind:

Anhand der Sichtung der bisherigen Daten sind nämlich deutlich ausgeprägte individuelle Reaktionen durchaus zu beobachten, deren potentielle Relevanz für die dargestellte Hypothese jedoch erst durch entsprechende vertiefte Analysen zu ermitteln sein wird. Abschließend bleibt festzustellen, dass eine endgültige Klärung dieser Fragestellung aus statistischen Gründen erst durch weiterführende Studien mit einer erheblich erhöhten Anzahl von Probanden und weitaus höherem finanziellen Budget- und Zeitaufwand wissenschaftlich einwandfrei möglich sein wird.

## 2. PROJEKTGRUPPE

### 2.1. Studienleitung

- Univ.-Prof. Dr. Gerhard W. HACKER, Institutsvorstand des IGGMB - Forschungsinstitut für Grund- und Grenzfragen der Medizin und Biotechnologie am St. Johannis-Spital der Salzburger Landeskliniken (SALK), Salzburg, Österreich.  
Internet: [www.med-grenzfragen.at](http://www.med-grenzfragen.at)  
e-Mail: [g.hacker@salk.at](mailto:g.hacker@salk.at)
- Univ.-Prof. Prim. Dr. Gernot PAUSER, Vorstand der Universitätsklinik für Anästhesiologie, Perioperative Medizin and Allgemeine Intensivtherapie, St. Johannis-Spital, SALK und Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Salzburg.  
Internet: <http://www.anaesthesie-salzburg.at/>  
e-Mail: [g.pauser@salk.at](mailto:g.pauser@salk.at)

### 2.2. Weitere Projekt-Hauptmitarbeiter

- Mag. Christoph AUGNER  
Psychologe und zertifizierter Arbeitspsychologe, zuständig für:  
Messleitung, Fragebögen, psychologische Betreuung der ProbandInnen, Auswertung psychologischer Studienergebnisse, psychologische Statistik, Medizinstatistik
- Mag. Matthias FLORIAN  
Biologe, zuständig für:  
Messleitung, Betreuung der ProbandInnen, Betreuung der medizinbiologischen und physikalischen Messinstrumente vor Ort, randomisierte Abschirmmaßnahmen, GDV-Messungen und Analysen
- Dr. Günter SCHWAMBERGER  
Biochemiker & Immunologe, Universität Salzburg, zuständig für:  
Entwicklung, Etablierung, Durchführung, Qualitätssicherung und Auswertung der verwendeten immunologisch-biochemischen Testverfahren für die Speichelanalysen, Datenextraktionen und Vorberechnungen, Vorbereitung eingehender medizinstatistischer Analysen
- Dr. MMag. Wolfgang HITZL  
Statistiker, Forschungsbüro der Paracelsus Medizinische Privatuniversität (PMU) Salzburg, zuständig für: Randomisierungstabelle; eingehende statistische Analysen des gesamten Datenmaterials

sowie externe Experten, u.a.:

- ANBUS ANALYTIK GmbH – Gesellschaft für Gebäuediagnostik, Umweltanalytik und Umweltkommunikation, Fürth / Bayern: Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH für Immissionen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder (EMVU) akkreditierte Gesellschaft: Zuständig für die Erstellung von Gutachten über die Messung von Hochfrequenz-Immissionen im Frequenzbereich 30 kHz bis 3 GHz im Testraum des Feld-Messlabors (Testraum im Dachgeschoß der KOKO-Kinderbetreuungseinrichtung, Vogelweiderstraße 19, Salzburg Stadt) und begleitende Überprüfungen der Immissions-Situation im Messraum.

### 2.3. Konsultationen erfolgten mit

- TOAR Ing. Hermann JELL (Magistrat der Stadt Salzburg):  
Von Studienbeginn bis März/April 2006 zuständig für: Auffinden eines geeigneten Feldlabor-Messraumes, begleitende HF- und NF-Feldstärkemessungen, akustische und Vibrationsmessungen, Besorgung erster Abschirmvorrichtungen, Verhandlungen mit den betr. Gebäudeeigentümern bzw. Mietern / Pächtern. Beendigung der Zusammenarbeit aufgrund der Tatsache, dass Herr Ing. Jell wegen zahlreicher anderer dienstlicher Projekte nicht über genügend Zeitressourcen verfügte, das vorliegende Projekt eingehend genug technisch betreuen zu können.
- Univ.-Prof. Dr. Norbert LEITGEB (Universität Graz) (fallweise):  
Besprechung des geplanten Projektdesigns vor Beginn der Studie; Herr Professor Leitgeb hat uns freundlicherweise seine Version des Anamnese-Fragebogens zur Verfügung gestellt, die wir dann für unsere Studie entsprechend angepasst und modifiziert haben.
- Dr. med. Gerd OBERFELD (Gesundheitsabteilung des Landes Salzburg):  
Seit März 2006: Fachkundige Beratung bezüglich der Adaptation des Feldlabor-Messraumes. Herr Dr. Oberfeld hat unser Projekt technisch mit-betreut, indem er uns während des gesamten Mess-Verlaufes kostenlos eine Reihe kalibrierter physikalischer Messinstrumente seiner Abteilung zur Verfügung stellte.

Weitere Konsultationen erfolgten mit Fachkollegen aus Universitäten in England, der Schweiz und Deutschland.

### 3. ZIELE UND EINLEITUNG

Die Ziele der vorliegenden Studie waren im Projektantrag an das Land Salzburg wie folgt definiert worden:

„Das Hauptziel des angesuchten Forschungsprojekts ist die **Schaffung wissenschaftlich verbesserter Daten**, die zu einer **Objektivierung behaupteter oder tatsächlicher Auswirkungen** elektromagnetischer Hochfrequenzfelder von GSM 900-MHz- und GSM 1800-MHz-Basisstationen auf den **menschlichen Organismus** beitragen können. Dabei sollen in einer **kontrollierten Feldstudie** unter Verwendung sensitiver biomedizinischer Nachweismethoden mögliche Auswirkungen unterschiedlicher Leistungsflussdichten auf den Menschen miteinander verglichen werden. Die Ergebnisse sollen „peer-reviewed“ **wissenschaftlich publiziert** werden.“

Die untersuchten Fragestellungen lassen sich wie folgt präzisieren:

#### 3.1. Studienziele Physiologie

- Kann eine Kurzzeitbefeldung mit GSM-Strahlung, wie sie um Umfeld von Mobilfunkanlagen auftritt, möglicherweise bereits eine detektierbare Veränderung eines oder mehrerer der untersuchten physiologischen Parameter (Cortisol, Amylase, IgG, Substanz P) hervorrufen?
- Gibt es fassbare Unterschiede, wenn der Befeldung eine längere Periode (ca. 4 Stunden) der „Erholung“ (Minimal erreichbare Befeldung) vorausgeht?
- Wenn Unterschiede feststellbar sind: Was würden diese möglicherweise (patho)-physiologisch bedeuten?

#### 3.2. Studienziele Physikalische Stressmessung & Komplementärmedizin

- Test einer möglichen Messbarkeit bestimmter Stressphänomene mit der GDV-Technik (Visualisierung von Elektrophotonen-Gasentladungen an Fingerkuppen und deren Computer-Bildanalyse) als physikalisch-komplementärmedizinischer Parameter: Haben kurzzeitig wirkende elektromagnetische Felder in der Nähe von GSM-Mobilfunk-Basisstationen im Bereich zwischen etwa  $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$  und  $10 \text{mW}/\text{m}^2$  einen detektierbaren Einfluss auf die GDV-Glow-Image-Area?
- Lassen die weiteren in der Studie ergänzend aufgenommenen Basisparameter (Blutdruck, Puls, Hauttemperatur, Hautwiderstand, Raumtemperatur) etwaige Veränderungen durch GSM-Befeldung erkennen bzw. können diese als mögliche Reaktionen mitbeeinflussende Faktoren erkannt werden?

#### 3.3. Studienziele Psychologie

- *Ergänzung zu physiologischen Mess-Verfahren*: Erfassung der Befindlichkeit während der Untersuchung. Möglichkeit der Feststellung von kurzfristigen Befindlichkeits-Veränderungen

- *Stichprobenbeschreibung*: Erfassung wichtiger psychischer Grund-Parameter der Probanden und damit Möglichkeit der besseren Einordnung von Ergebnissen
- *Beitrag zu psychologischen Fragestellungen im EMF-Bereich*: Risikowahrnehmung (Besorgnis), Elektrosensitivität

### 3.4. Hintergründe für die vorliegende Studie

Der Ausbau des Mobilfunknetzes und zahlreiche Berichte über Befindlichkeitsstörungen, mögliche Auswirkungen auf das Nervensystem, das Immunsystem und andere Bereiche des Organismus im Zusammenhang mit der Nutzung von Mobilfunk-Geräten haben in den letzten Jahren zu einer vehementen öffentlichen Diskussion über potenzielle negative Auswirkungen der Mobilfunk-Technologie auf die Gesundheit des Menschen Anlass gegeben. Bis heute liegt der Schwerpunkt der diesbezüglichen Forschung vor allem auf der Nutzung der Endgeräte (Mobiltelefone, „Handys“). Über mögliche Wirkungen von GSM-Sendeanlagen auf den Menschen ist erst seit einigen wenigen Jahren eine höhere Anzahl von Studienberichten zu verzeichnen [1-26] (REFS).

Verschiedene Befunde legen den Schluss nahe, dass es unter bestimmten Voraussetzungen zu einer unmittelbaren und oft auch belastenden Wechselwirkung von elektromagnetischen Wellen aus GSM-Mobiltelefonen und möglicherweise auch aus GSM-Basisstationen mit biologischen Strukturen kommen kann, deren mögliche praktische Konsequenzen für die Gesundheit des Menschen zur Vorsicht warnen, während andere Arbeiten widersprüchliche Ergebnisse berichten [6,10,13,15,17-20,23-25,27-60]. Aus der Vielfalt der vorhandenen experimentellen Arbeiten fallen den Autoren dieses Berichtes vor allem jene „mit unangenehmem Gefühl“ auf, in denen über schädigende Effekte hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf die Erbsubstanz berichtet wird, über die in einer immer größer werdenden Zahl von experimentellen Untersuchungen (*in vitro* und *in vivo*) berichtet wird [5,31,32,35,61-82]. Alarmierend erscheint hierbei, dass es dabei auch zu DNA-Doppelstrangbrüchen kommen kann. Die dafür verwendete Haupt-Technik, der Comet-Assay, ist in der Pharmakologie eine gängige Technik, um neu entwickelte Kandidaten für Pharmaka bereits in der Vorphase ausscheiden zu können, wenn sie diesen Test nicht bestehen. Der Hauptgrund dafür ist, dass es nach heutigem Wissensstand keinen natürlichen Mechanismus gibt, derart geschädigte, „zerbrochene“ DNA innerhalb der Zelle wieder komplett zu reparieren. Obwohl die betreffenden Studien in Zellkulturen durchgeführt worden waren, legen sie also damit verbundene „unangenehme“ Folgen für den Organismus nahe: „Überleben“ leicht oder sogar massiv DNA-geschädigte Zellen, werden sie also vom körpereigenen Abwehrsystem nicht als geschädigt erkannt und eliminiert, erhöht sich das Risiko, dass sich in solchen Zellklonen durch eine Kette von „Hits“ maligne Transformation anbahnt. Der Anzeige möglicher immunsupprimierender Wirkungen elektromagnetischer Strahlung kommt daher besondere Bedeutung zu.

Auch epidemiologische Untersuchungen geben mittlerweile deutliche Hinweise für möglicherweise ernste gesundheitliche Auswirkungen von GSM-Strahlung auf den Menschen, wobei aufgrund der zurzeit in Relation recht kurzen Beobachtungszeiträume und der bislang wenigen vorliegenden Untersuchungen erst erste wissenschaftlich haltbare Rückschlüsse auf mögliche gesundheitliche Auswirkungen einer Langzeit-Exposition getroffen werden können. (Die folgende Literatur-aufstellung wurde sehr weitläufig erstellt: [1,6,14,18,20,25,28,29,32,37,40,42,45,46,57,58,75,83-95]). Die Schweizer Bundesbehörde BUWAL [96] stellte nach Sichtung der vorliegenden Publikationen 2003 fest, dass bei Handynutzern ein erhöhtes Risiko für bestimmte maligne Tumoren möglich ist und dass beim Mobiltelefonieren auch bestimmte körperliche oder auch psychische Symptome (z.B. Kopfschmerzen, Schlafstörungen), auch bei Sendeanlagen-Nähe möglich sind. In Österreich, Deutschland und der Schweiz formieren sich immer wieder Ärzte-Initiativen, die in

Stellungnahmen zu einem restriktiven Umgang mit Mobiltelefonen und mehr Vorsorge bei der Errichtung von Mobilfunk-Basisstationen raten.

Angesichts der vorherrschenden wissenschaftlich nicht zweifelsfrei geklärten Situation einerseits ist die zu beobachtende Verunsicherung der Bevölkerung durchaus verständlich, was u.a. in Salzburg zu einer Diskussion über „Immissionsgrenzwerte zum vorsorgenden Gesundheitsschutz“ von GSM-Sendeanlagen beigetragen hat.

Das vorliegende Forschungsprojekt sollte einerseits den Sorgen der Bevölkerung Rechnung tragen und andererseits auf Basis der Messung empfindlicher biomedizinischer Parameter innerhalb einer **"Feldstudie" unter realistischen Expositionsbedingungen in der Nähe von GSM-Sendeanlagen (GSM-Basisstationen, „Handy-Masten“)**, in deren Rahmen auch mögliche Unterschiede der individuellen Sensibilität gegenüber GSM-Feldern erfasst werden sollten, zu einer sinnvollen Grenzwertdiskussion in Stadt und Land Salzburg beitragen. Es sollte eine Art „Feldstudie“ als randomisierte nicht-klinische Doppelblindstudie durchgeführt werden. Das ausgewählte Design hat gegenüber Laborstudien den großen Vorteil, dass tatsächlich vorhandene **Bedingungen „aus dem täglichen Leben“** in einer speziell dafür ausgesuchten Räumlichkeit mit in der Nähe von Mobilfunk-Basisstationen typischerweise vorhandenen Feldstärken zugrunde gelegt werden können.

### 3.5. Gesetzliche Grenzwert-Regelungen

Der Schutz der Gesundheit und des Lebens von Personen beim Betrieb von Funkanlagen ist in Österreich im *Telekommunikationsgesetz (TKG, BGBl. 70/2003)* ohne nähere Spezifizierung verankert.

Vom Rat der Europäischen Union wurde die *„Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)“* im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 30.7.1999, L199, Seiten 59–70, veröffentlicht. Die darin festgelegten Werte beziehen sich auf Vorschläge der *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)* in deren *Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)*, veröffentlicht in *Health Physics*, Vol. 74 (4), 494-522, 1998.

Die derzeitigen ICNIRP-Empfehlungen für Expositionsgrenzwerte bei Mobilfunkfrequenzen betragen ca. 4,5 W/m<sup>2</sup> bei 900 MHz und 9 W/m<sup>2</sup> bei 1800 MHz. Die folgenden Europäischen Länder orientieren sich an den ICNIRP-Grenzwert-Empfehlungen (sind gleich oder direkt vergleichbar): **Österreich**, Schweden, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Niederlande, Norwegen, Portugal, Spanien, Tschechien.

In *Belgien, Italien, Luxemburg, Schweiz, Russland und Polen* gelten zum Teil bis um den Faktor 100 niedrigere Grenzwertregulative.

Von den politischen Entscheidungsträgern des **Landes Salzburg** und der **Stadt Salzburg** wurde basierend auf den Empfehlungen der Landessanitätsdirektion Salzburg und der Internationalen Salzburger Konferenz zu Mobilfunksendeanlagen im Juni 2000 zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung vor durch die von Mobilfunksendeanlagen ausgehenden Mikrowellenstrahlungen ein zusätzlicher **Vorsorgewert von 1 mW/m<sup>2</sup>** gefordert. Auf der Basis empirischer Erkenntnisse bzw. nunmehr auch von ersten epidemiologischen Untersuchungen wird von der Landessanitätsdirektion Salzburg ein **Zielwert von 1 µW/m<sup>2</sup> im Innenraum** empfohlen.

### **3.6. Untersuchte Expositionslagen und Dauer der Expositionsphasen**

In der vorliegenden Studie speziell sollte der in der Praxis relevante Expositions-Bereich zwischen etwa  $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$  und  $10 \text{mW}/\text{m}^2$  untersucht werden. Es sollten mögliche Effekte infolge von Kurzzeitexpositionen innerhalb dreier unterschiedlicher Leistungsflussdichtebereiche auf bestimmte immunologische Schlüsselparameter analysiert werden, die eine mögliche Beeinflussung der Physiologie des menschlichen Körpers anzeigen könnten. Zusätzlich wurde die Gelegenheit genützt, gleichzeitig mit der Erfassung biochemischer / physiologischer Parameter auch psychologische Untersuchungen vorzunehmen.

War ursprünglich geplant gewesen, die Zeitdauer der Expositionsphasen auf nur 30 Minuten je Phase zu beschränken, haben wir uns aufgrund chronobiologischer Überlegungen dazu entschlossen, die Dauer der Exposition je Phase auf 50 Minuten zu erhöhen, wobei auch dies noch ein (aus verschiedenen Gründen notwendiger) Kompromiss ist. Eine längere Verweildauer würde die geforderte Randomisierung über 5 aufeinander folgende Expositionsphasen fast unmöglich machen, da es sich schon jetzt als enorm schwierig erwies, die nötige Anzahl an Versuchspersonen zu finden, die dazu bereit waren, für eine Zeitdauer von insgesamt rund  $5 \frac{1}{2}$  Stunden als ProbandInnen zur Verfügung zu stehen. Eine längere Phasendauer würde es erfordern, die Untersuchungen auf 2 Vormittage aufzuteilen, was wiederum die Aussagekraft der Ergebnisse vermindern würde, da diese dann aus verschiedensten wissenschaftlichen Gründen nur noch sehr schwer vergleichbar gewesen wären. Der gefundene Kompromiss erwies sich daher als ein gangbarer und wissenschaftlich zu bevorzugender Untersuchungsablauf.

### **3.7. Kurze Einleitung Physikalische Stressmessung & Komplementärmedizin**

Der sensitive Nachweis und die Messung von Biomolekülen im Speichel hat sich zu einer wichtigen Analyseverfahren für eine Reihe von physiologischen Indikatormolekülen entwickelt, die nicht nur in der klinischen Analytik sondern unter anderem auch in der modernen Neuropsychologie zunehmend Anwendung findet [97]. Der Grund hierfür ist neben der nicht-invasiven und damit nicht belastenden Probennahme das durch den Speichelfluss bedingte rasche Ansprechen der Spiegel verschiedener Indikatormoleküle auf physiologische Veränderungen. Dieser Umstand erlaubt somit ein sensibles "Monitoring" möglicher Effekte bestimmter äußerer Einflüsse auf den Gesamtorganismus und bietet sich somit für eine Erfassung unmittelbarer Stress-Effekte von GSM-Strahlung auf den Menschen an.

Die gewählten Speichelparameter sollten sowohl eine Erfassung zeitlich unmittelbar mit der Exposition gegenüber GSM-Strahlung einhergehender physiologischer Stress-Effekte und Befindlichkeits-Störungen wie auch eine Abschätzung von neuro-immunologischen Langzeiteffekten durch chronische Belastungen, wie sie potentiell von GSM-Sendeanlagen ausgehen, ermöglichen.

### **3.8. Kurze Einleitung Psychologie**

In zahlreichen Studien mit EMF-Fragestellungen wird auf psychosomatische bzw. psychologische Ansätze verwiesen, speziell dann wenn Dosis-Wirkungs-Experimente zu negativen Ergebnissen führen. Die Verwendung von psychischen Erklärungen ohne empirische Befunde quasi als Notnagel

mangels Alternativen ist heute weit verbreitet wie wissenschaftlich unzulässig. Die vorliegende Studie befasst sich aus psychologischer Sicht mit drei Bereichen:

Zum ersten geht es darum, dass es Menschen gibt, die über Befindlichkeitsstörungen klagen, wenn sie sich in unmittelbarer Umgebung von EMF-emittierenden technischen Anlagen befinden (sie werden häufig als elektrosensitiv bezeichnet). Diese Beschwerden können laut Literatur sofort oder auch erst Stunden später auftreten und unter Umständen schwerwiegend sein [98-100]. Die hier verwendete Möglichkeit Veränderungen der Befindlichkeit zu erfassen ist, die Person mittels standardisiertem Fragebogen einfach danach zu fragen. Das Verfahren kam zur Anwendung als der jeweilige Proband etwa 45 Minuten in der jeweiligen Expositionslage verweilte. So ist noch am ehesten die Zuordnung einer Veränderung zu einer bestimmten Dosis möglich, wobei hier – entsprechend dem Versuchsdesign – nur kurzfristige Veränderungen erfasst werden können.

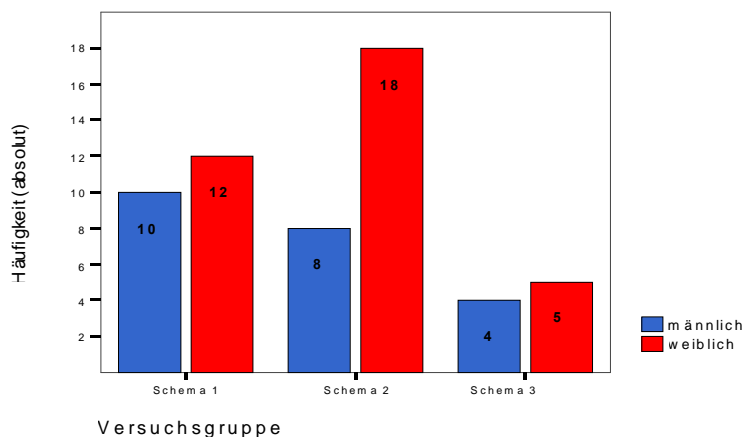
Zum Teil gibt es die Tendenz für bestimmte „Umweltkrankheiten“, deren Ätiologie unklar ist psychische Ursachen verantwortlich zu machen (vgl. dazu [101]). Eine solche Aussage unterstellt, dass im konkreten Fall Elektrosensitivität mit psychischen Faktoren, wie Tendenz zur Somatisierung oder aktueller psychischer Belastung zusammenhängt. In der vorliegenden Studie wurden deshalb Verfahren verwendet, die auf die differenzierte Erfassung von psychischen Belastungen abzielen.

Im letzten Bereich ging es um die Frage, inwieweit Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF in der Stichprobe vorliegt. Dies zum einen aus dem Grund, dass Arbeiten zu Risikowahrnehmung und Besorgnisaspekten im EMF-Bereich Mangelware sind [15]. Auf der anderen Seite liegt der Gedanke nahe, dass Elektrosensitivität aus psychologischer Sicht Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF mit einschließt, sodass hier eine eventuell eine eventuell brauchbarere Erfassungsmöglichkeit vorliegt.

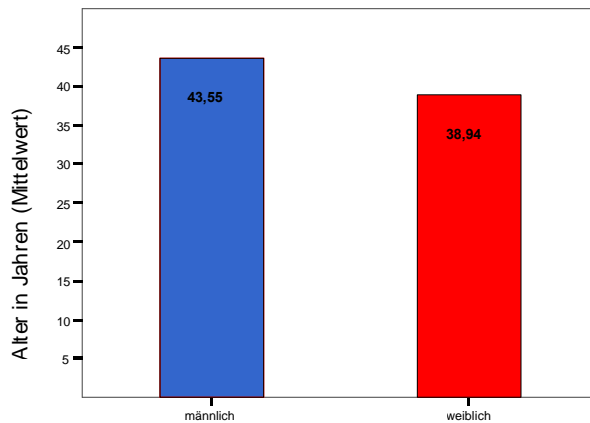
## 4. TEST-DESIGN, PROBANDINNEN UND PROBANDEN, DATENSICHERHEIT UND VERSUCHSABLAUF

### 4.1. Probandinnen und Probanden

*Grafik 1: Anzahl der ProbandInnen in den Versuchsgruppen (männlich vs. weiblich):*



*Grafik 2: Mittleres Alter von männlichen (n=22; 38,6%) und weiblichen Versuchspersonen (n=35; 61,4%):*



Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Altersmittelwerten von Frauen und Männern (Überprüfung mittels t-Test,  $p = .187 > .050$ ). Weiters weicht die Geschlechtsverteilung der Stichprobe nicht überzufällig von der erwarteten Verteilung ab (Überprüfung mittels Binomialtest,  $p = .112 > .050$ )

*Tabelle 1. Zentrale Tendenz: Alter der Stichprobe (Schema=Versuchsgruppe):*

		<b>M</b>	<b>Md</b>	<b>SD</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>n (Anzahl)</b>
MÄNNLICH	Schema 1	41,60	40,00	15,08	24	66	10
	Schema 2	49,75	48,00	9,60	37	67	8
	Schema 3	36,00	32,00	12,25	24	53	4
	<b>Gesamt</b>	<b>43,55</b>	<b>43,67</b>	<b>13,30</b>	<b>24</b>	<b>67</b>	<b>22</b>
WEIBLICH	Schema 1	35,17	36,33	10,01	18	54	12
	Schema 2	40,83	39,00	13,46	18	63	18
	Schema 3	41,20	48,00	12,87	24	53	5
	<b>Gesamt</b>	<b>38,94</b>	<b>37,33</b>	<b>12,25</b>	<b>18</b>	<b>63</b>	<b>35</b>
GESAMT	Schema 1	38,09	37,00	12,68	18	66	22
	Schema 2	43,58	43,00	12,91	18	67	26
	Schema 3	38,89	35,00	12,11	24	53	9
	<b>Gesamt</b>	<b>40,72</b>	<b>39,67</b>	<b>12,75</b>	<b>18</b>	<b>67</b>	<b>57</b>

(Legende: M = Mittelwert; Md = Median; SD = Standardabweichung; Min = Minimum; Max = Maximum)

*Tabelle 2. Häufigkeiten: Ausbildung der ProbandInnen (nach Versuchsgruppen):*

	<b>Schema 1</b>	<b>Schema 2</b>	<b>Schema 3</b>	<b>Gesamt</b>	<b>%</b>
Hauptschule/Polytechnikum	1	5	0	<b>6</b>	<b>10,53</b>
Lehre/BMS/keine Matura	7	9	3	<b>19</b>	<b>33,33</b>
Matura	10	7	3	<b>20</b>	<b>35,09</b>
Abgeschlossenes Studium	4	5	3	<b>12</b>	<b>21,05</b>
<b>Gesamt</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>9</b>	<b>57</b>	<b>100,00</b>

*Tabelle 3. Häufigkeiten: Wohnortgröße der ProbandInnen (nach Versuchsgruppen):*

	Schema 1	Schema 2	Schema 3	Gesamt	%
Über 20.000 Einwohner	13	15	7	<b>35</b>	<b>61,40</b>
Zw. 5.000 und 20.000 Einwohner	5	5	0	<b>10</b>	<b>17,54</b>
Unter 5.000 Einwohner	4	6	2	<b>12</b>	<b>21,05</b>
Gesamt	22	26	9	<b>57</b>	<b>100,00</b>

*Tabelle 4. Häufigkeiten: Familienstand der ProbandInnen (nach Versuchsgruppen):*

	Schema 1	Schema 2	Schema 3	Gesamt	%
Ledig	7	6	4	<b>17</b>	<b>29,82</b>
Verheiratet/feste Partnerschaft	10	13	5	<b>28</b>	<b>49,12</b>
Getrennt lebend/geschieden	5	5	0	<b>10</b>	<b>17,54</b>
Verwitwet	0	2	0	<b>2</b>	<b>3,51</b>
Gesamt	22	26	9	<b>57</b>	<b>100,00</b>

*Tabelle 5. Häufigkeiten: Berufe der ProbandInnen (nach Versuchsgruppen):*

	Schema 1	Schema 2	Schema 3	Gesamt	%
Selbstständige/r	1	4	0	<b>5</b>	<b>8,77</b>
Arbeitslos	1	1	1	<b>3</b>	<b>5,26</b>
Hausfrau/Hausmann	1	1	0	<b>2</b>	<b>3,51</b>
In Ausbildung/Student	3	4	2	<b>9</b>	<b>15,79</b>
Angestellte/r	13	7	6	<b>26</b>	<b>45,61</b>
Beamte/r	1	3	0	<b>4</b>	<b>7,02</b>
Pensioniert	2	5	0	<b>7</b>	<b>12,28</b>
Sonstiges	0	1	0	<b>1</b>	<b>1,75</b>
Gesamt	22	26	9	<b>57</b>	<b>100,00</b>

*Tabelle 6. Häufigkeiten: Anzahl der eigenen Kinder (nach Versuchsgruppen):*

	Schema 1	Schema 2	Schema 3	Gesamt	%
Keine Kinder	12	8	5	<b>25</b>	<b>43,86</b>
1 Kind	0	5	0	<b>5</b>	<b>8,77</b>
2 Kinder	8	7	1	<b>16</b>	<b>28,07</b>
3 Kinder	1	4	1	<b>6</b>	<b>10,53</b>
4 Kinder	1	1	2	<b>4</b>	<b>7,02</b>
Gesamt	22	25	9	<b>56</b>	<b>98,25</b>

**1 Person** gab keine Auskunft (**1,75%**)

*Tabelle 7. Häufigkeiten: Frage: Wie informiert fühlen Sie sich über mögliche Gesundheitsrisiken von elektromagnetischen Feldern? (nach Versuchsgruppen):*

	Schema 1	Schema 2	Schema 3	Gesamt	%
Schlecht	2	6	1	<b>9</b>	<b>15,79</b>
Eher schlecht	5	5	0	<b>10</b>	<b>17,54</b>
Weniger gut	5	7	3	<b>15</b>	<b>26,32</b>
Gut	7	6	5	<b>18</b>	<b>31,58</b>
Sehr gut	3	2	0	<b>5</b>	<b>8,77</b>
Gesamt	22	26	9	<b>57</b>	<b>100,0</b>

## 4.2. Test-Design

Es wurde das Design einer **(teil-)randomisierten, nicht-klinischen Doppelblindstudie** verwendet [102-104]. Ausschließlich nicht-invasive Techniken kamen zur Anwendung. Die gesamte Studie wurde unter penibler Einhaltung der **erweiterten Helsinki-Deklaration** durchgeführt [104]. Alle Probandinnen und ProbandInnen wurden eingehend mündlich und schriftlich über die Ziele, Ablauf der Untersuchungen und verwendete Methoden informiert und gaben in einem **„Informed-Consent“-Verfahren** ihr schriftliches Einverständnis zur Mitwirkung an der Studie.

Vor Beginn der Untersuchung wurden die ProbandInnen eingehend **mündlich** aufgeklärt und offene Fragen erörtert. Ausdrücklich wurde auf das Recht der/s Probandin/en verwiesen, sie/er könne die Untersuchung jederzeit abbrechen. Im Anschluss daran wurde der/m Probandin/en – im Einklang mit den maßgeblichen ethischen Richtlinien – ein **Informed Consent-Letter** („*Probandeninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie*“) vorgelegt, in dem **schriftlich** über den **Sinn** und eventuelle Risiken der Studie, den **Ablauf** sowie **Rechte des Probanden** aufgeklärt wurde. Dieses Papier war vom Probanden im Sinne einer Einverständniserklärung unterschrieben worden.

Die **Medizin-Anamnese** beinhaltete 31 Fragen zu **somatischen Erkrankungen** (z.B. Allergien, akute Infektionen usw.), Einnahme von **Medikamenten, Elektrosensitivität** sowie allgemeine Fragen zum **Gesundheitsverhalten**. Bei letzterem stand vor allem die Thematik rund um Ernährungsweise und Lebensstil im Vordergrund.

Im Bezug auf Elektrosensitivität wurde zunächst nach dem subjektiven Ausmaß der Sensitivität gefragt („überhaupt nicht“ bis „sehr“). In den darauf folgenden Abschnitten ging es um die Art und Eigenschaften der Beschwerden.

Bezogen auf den Tag der Untersuchung wurde nach **Schlafqualität** und **Aufstehzeiten** gefragt, letzteres vor allem deshalb um bei der Auswertung der Speichelparameter auf diesen Zeitpunkt normieren zu können (diurnale Rhythmik).

## 4.3. Datenverschlüsselung

Dem Schutz persönlicher Daten wurde dadurch eingehend Rechnung getragen, dass alle schriftlich niedergelegten persönlichen Daten (z.B. in Anamnesebögen etc.) nur unter Sicherheitsverschluss aufbewahrt wurden, und in allen verwendeten Computerprogrammen ausschließlich als nicht-persuasiver Personencode (z.B. „P1“ = Proband 1...; Zuordnungstabelle unter Verschluss bzw. unter Software-Verschlüsselung) verwendet wurde. In Computersystem wurde dafür auch die Software „Steganos Security Suite“ verwendet, und der Zugang war nur mit persönlichem Kennwort und Code möglich.

## 4.4. Chronobiologie

Die zirkadiane Rhythmik verschiedener Parameter konnte insofern mitberücksichtigt werden, dass die Messungen nur am Vormittag in einem relativ engem Zeitfenster zu relativ genau definierten Zeiten erfolgen, d.h. ab 9 Uhr. Chronobiologische Phänomene sollten sich durch die Statistik und die Randomisierung besser herausfiltern lassen; eine hundertprozentige Abtrennung von chronobiologischen Rhythmen ist jedoch nicht möglich: Bei keinem der untersuchten Speichelparameter sind bis dato die Ausschüttungs-Anstiegsgeschwindigkeiten, -Verzögerungen- bzw. Verläufe tatsächlich bekannt. In der Literatur finden sich nur sehr wenige Hinweise darauf,

und man kann davon ausgehen, dass individuelle Unterschiede in Bezug auf Anstiegszeiten / Rhythmen und –Ansprechstärke auftreten könnten und dass auch sogar je nach Stressor / Noxe durchaus auch Unterschiede feststellbar sind, die bislang keineswegs eingehend genug untersucht worden wären. Lediglich im Fall von Cortison gibt es eine verlässlich erscheinende Kurve des diurnalen Verlaufes, die in den Ergebniskorrekturberechnungen berücksichtigt werden konnte.

## 4.5. Ausschlusskriterien, medizinische und sachliche Prärequisiten

Personen, die unter schweren Erkrankungen litten, insbesondere aber auch unter schweren akuten Infektionen, die bestimmte Arten von Medikamenten zu sich nahmen (Cortison, Psychopharmaka, Betablocker) und Drogensüchtige wurden von der Teilnahme an der Studie bzw. – wenn das erst nachträglich in Erfahrung gebracht werden konnte – von der Auswertung der Studie ausgeschlossen. Alle Versuchspersonen waren auch angewiesen worden, am Tag / Abend vor den Untersuchungen kein üppiges Mahl zu sich zu nehmen, keinen Alkohol zu konsumieren und am Morgen des Messtages keinen oder nur sehr kleine Mengen an Kaffee bzw. Schwarz- oder Grüntee zu sich zu nehmen. Alle Versuchspersonen und Messleiter mussten ihr Mobiltelefon während des Versuchsablaufs ausgeschaltet haben.

## 4.6. Versuchs-Ablauf

### 4.6.1. Expositions-Schemata und Randomisierung

Vom Studientypus her handelte es sich um eine Kurzzeit-Kohorten-Feldstudie: Es wurden mögliche Kurzzeiteffekte elektromagnetischer Felder von „GSM-Sendeanlagen“ untersucht. Jede/r Proband/in wurde 5 aufeinander folgenden Phasen á 50 Minuten randomisiert wechselnden Expositionslagen ausgesetzt. Vor und zwischen den Expositionsphasen waren jeweils 5 Minuten Pause angesetzt, in denen die Versuchspersonen angewiesen wurden, 1 Glas Leitungswasser zu trinken und falls nötig die Toilette zu benutzen. Zwei Haupt-Expositionsschemata (Schema 1 und Schema 2) enthielten jeweils 3 Phasen mit „Minimal-Exposition“, 1 Phase „Mittlere Exposition“ und 1 Phase „Maximal-Exposition“. Mittels Randomisierungstabellen wurden die ProbandInnen jeweils einem dieser beiden Schemen zugeordnet.

Aufgrund von Zwischenergebnissen wurde im Anschluss daran eine kleinere Stichprobe an ProbandInnen einem dritten Expositionsschema (Schema 3) zugeordnet, das grundsätzlich gleich aufgebaut war wie Schemata 1 und 2, nur dass hier 4 Phasen „Minimal-Exposition“ direkt aufeinander folgten und als 5. Phase einmal „Maximal-Exposition“ getestet wurde.

Insgesamt 57 Probandinnen und Probanden wurden so jeweils 5 aufeinander folgenden Expositions-Messphasen zugeführt. Anfänglich war davon ausgegangen worden, dass 2 Randomisierungsgruppen / Expositionsreihenfolge-Schemen genügen würden, die wie folgt aufgebaut waren; die Zuordnung erfolgte mittels einer computergenerierten Randomisierungstabelle. Jeweils 22 bzw. 26 Versuchspersonen wurden dabei folgendem Untersuchungsschemen unterzogen:

#### **Schema 1 (n=22):**

Zuerst „Niedrigexposition“, dann „Vollexposition“, dann „Niedrigexposition“, dann „Mittlere Exposition“, dann „Niedrigexposition“

#### **Schema 2 (n=26):**

Zuerst „Niedrigexposition“, dann „Mittlere Exposition“, dann „Niedrigexposition“, dann „Vollexposition“, dann „Niedrigexposition“

Waren anfänglich nur diese zwei Expositionsschemata geplant, zeigte sich während der laufend durchgeführten Vor-Analysen, dass es sich als sinnvoll erweisen könnte, zusätzlich noch ein drittes, einer Kontrollgruppe ähnelndes Schema anzufügen, in dem die (aus unveränderbaren Termingründen nur 8 möglichen) ProbandInnen vier mal hintereinander einer „Niedrigexposition“, gefolgt von einer „Vollexpositionsphase“ ausgesetzt waren.

**Schema 3 (n=8):**

Viermal „Niedrigexposition“ gefolgt von einmal „Vollexposition

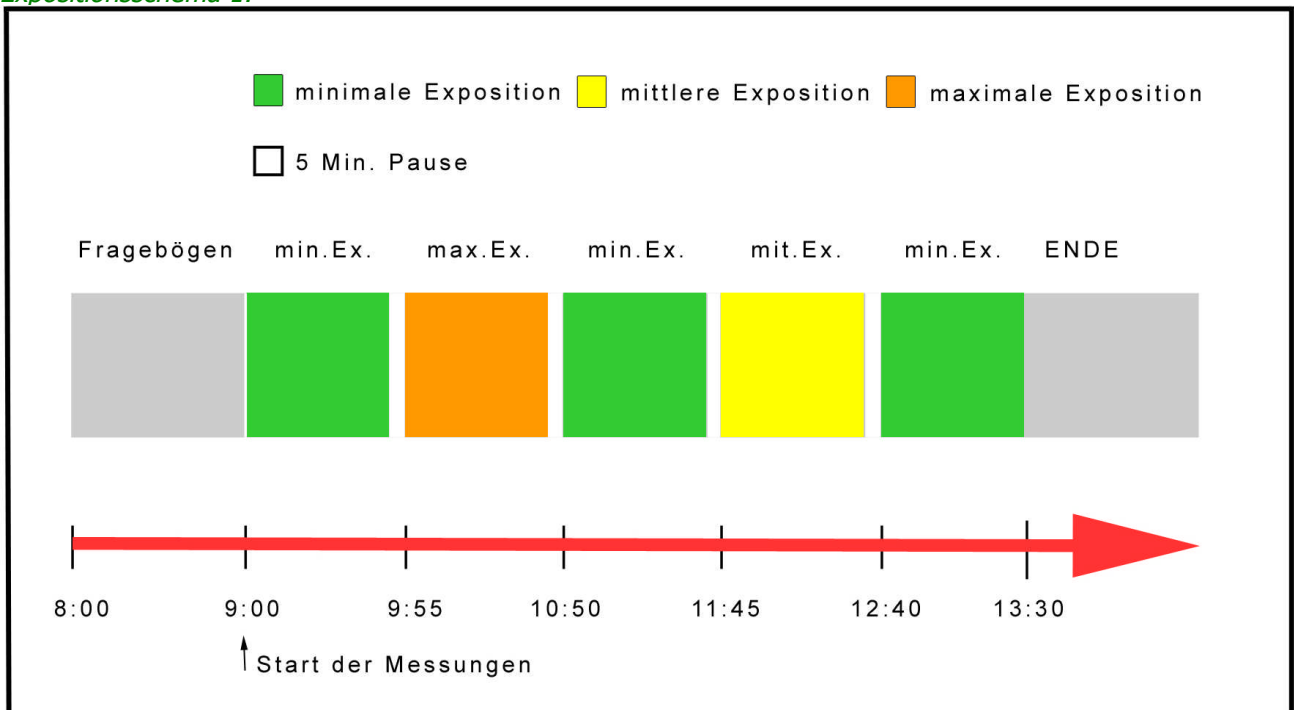
Mit letzterem Testschema sollten nicht nur mögliche diurnale Verläufe oder auch Gewöhnungseffekte getestet werden, sondern wir erhofften uns auch Hinweise dafür zu finden, ob ein längeres (ca. 4-stündiges) Verweilen unter den Bedingungen einer Niedrigexposition möglicherweise eine starke Auslenkung gemessener Parameter auf eine deutlich höhere Expositionslage zur Folge haben würde.

Eine weitere Person wurde kontrollweise in allen 5 Testphasen auf Nierigexpositions-Level gehalten.

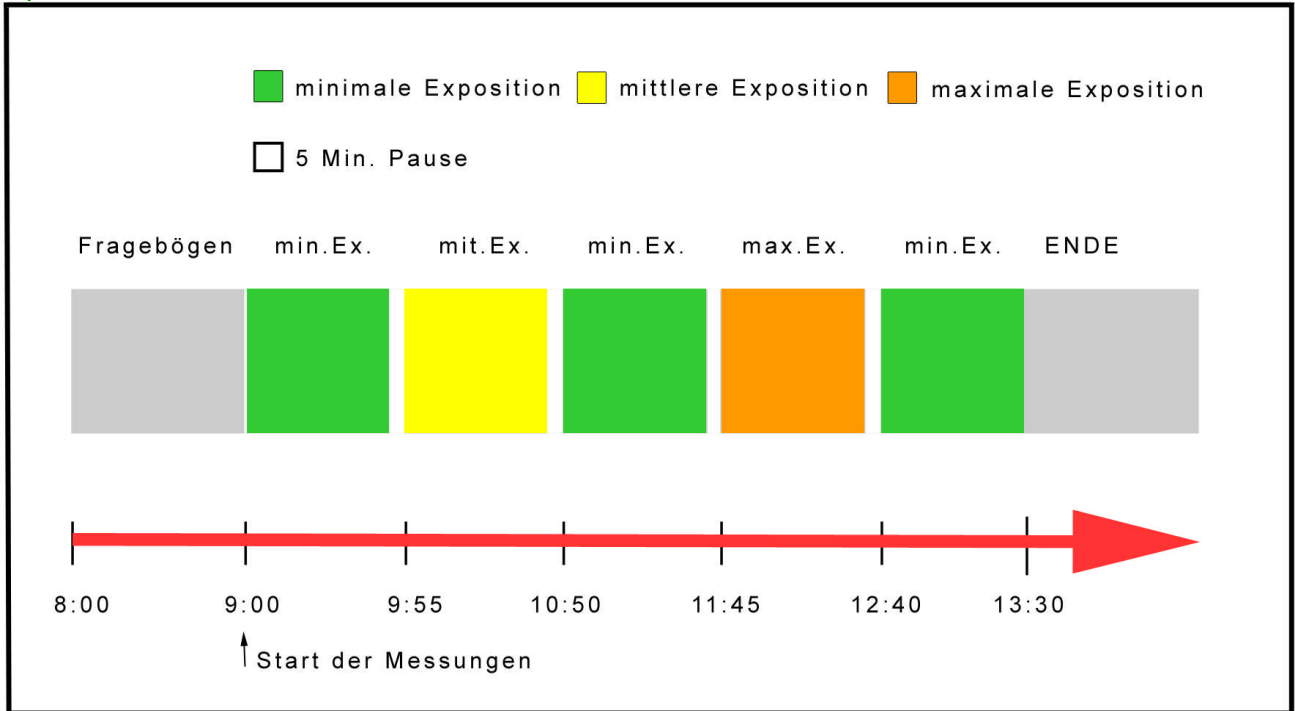
Alle Expositionen wurden komplett „verblindet“ durchgeführt: Die Versuchspersonen wussten nicht und konnten auch nicht wissentlich erkennen, in welcher Expositionslage sie sich im Moment befinden würden. Auch die ProbandInnen des Schema 3 wussten nicht, dass sie möglicherweise ein anderes Expositionsschema erhalten würden, als die in Schema 1 oder 2 verwendeten.

Die folgenden Abbildungen zeigen einen graphisch aufbereiteten Vergleich der drei verwendeten Expositionsschemata:

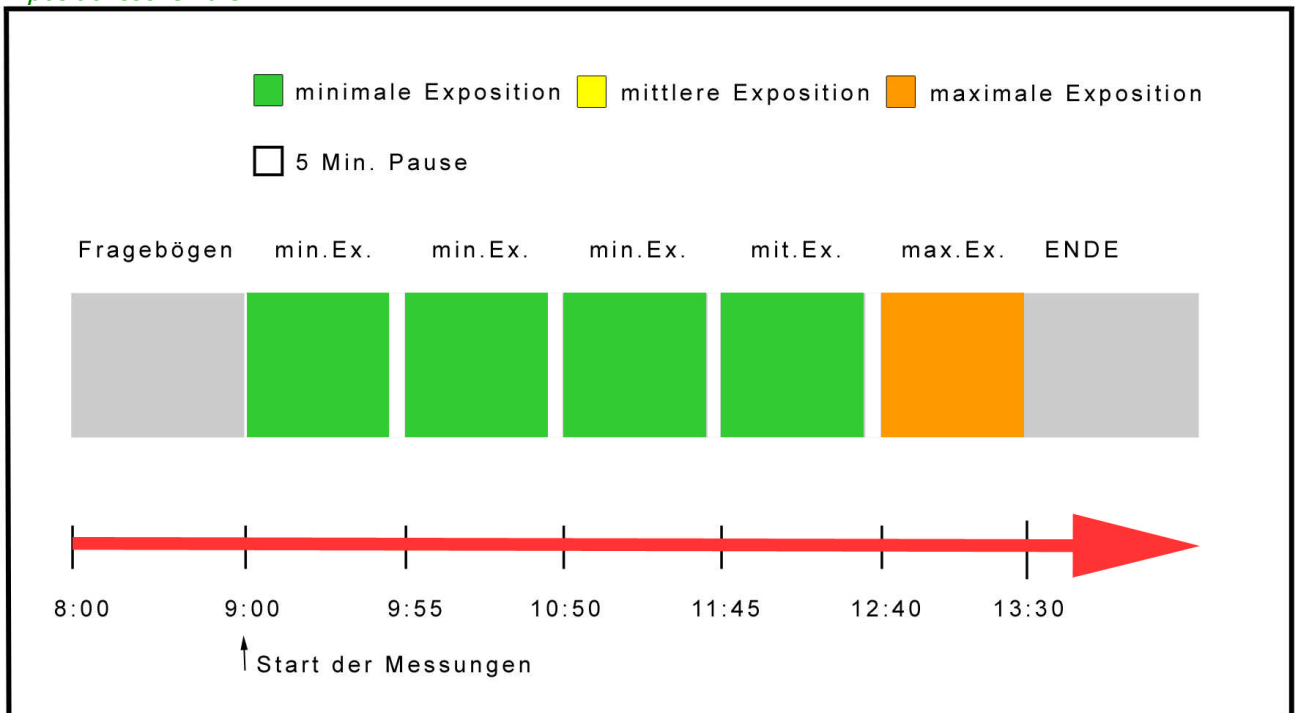
*Expositionsschema 1:*



### Expositionsschema 2:

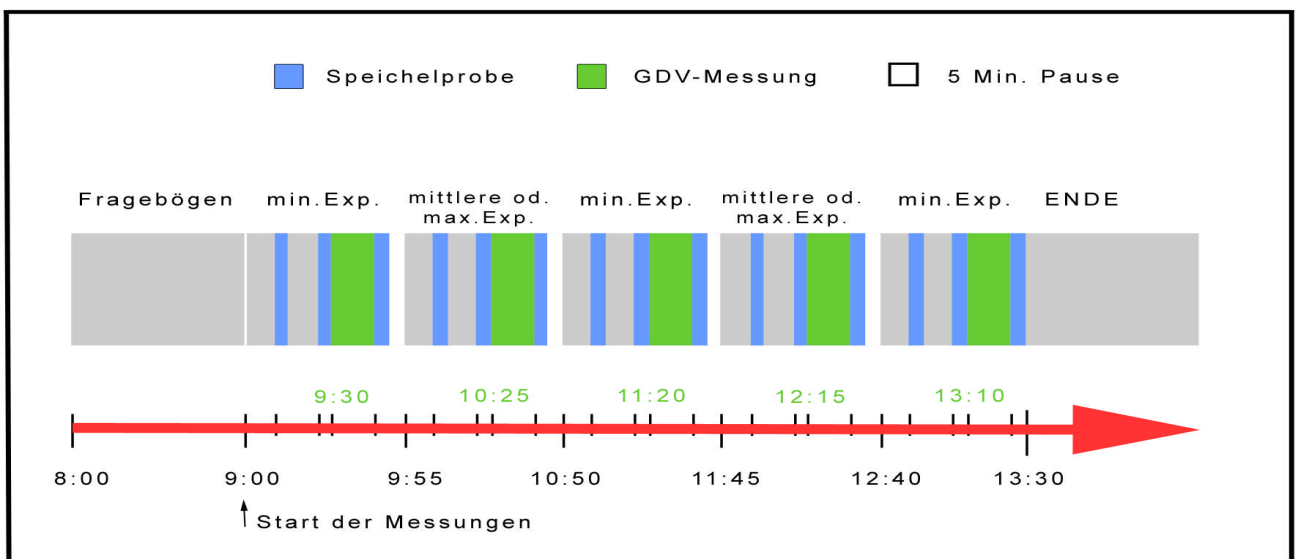
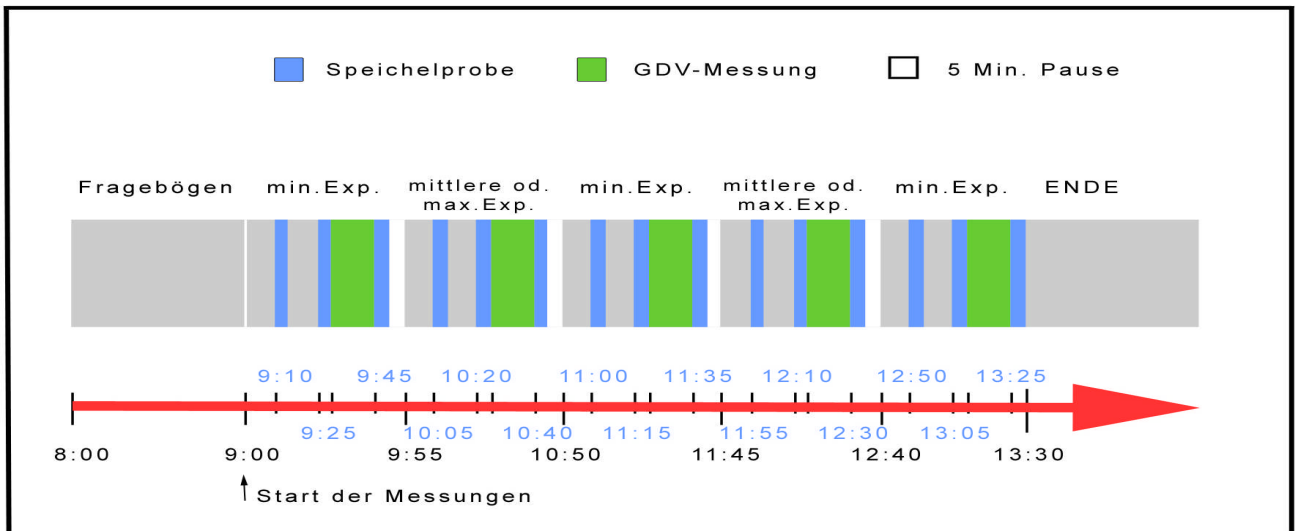


### Expositionsschema 3:

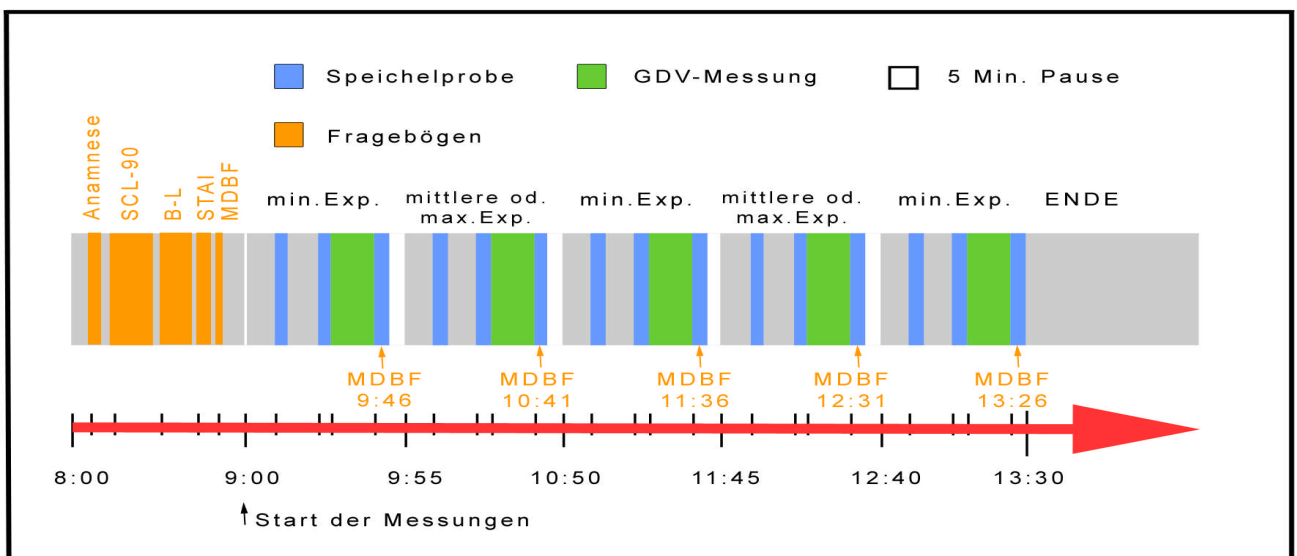


#### 4.6.2. Zeitlicher Verlauf der einzelnen Messungen

Das folgenden beiden Zeitschemen verdeutlicht den Ablauf der randomisierten Messungen innerhalb von Schema 1 und 2. Eingezeichnet sind jeweils auch die Zeitpunkte, an denen Speichelproben entnommen wurden (auf der Zeitlinie in blau; Graphik 1) und Zeiten, in denen GDV-Messungen durchgeführt wurden (auf der Zeitlinie in grün; Graphik 2):



Folgende Graphik zeigt die Versuchsschemen 1 und 2 zusätzlich auch diejenigen Zeitpunkte an, zu denen psychologische Befindlichkeitsuntersuchungen durchgeführt wurden:



#### 4.6.3. Tabellarische Darstellung des zeitlichen Ablaufs eines „Messvormittags“

07:30 – 08:00	GDV einschalten (30 min. Aufwärmphase), Beschriftung der Salivetten und Portionierung des Aprotinin (100 µl/Salivette), Herstellung der minimalen Exposition im Messraum, Aufbereitung der Fragebögen und der Tagesprotokolle (Eintragung der Probandennummer, Datum, Raumtemperatur), Hochfahren der Laptops, Anlegen der Ordner für die Messung der GDV-Daten, GSM-Dauermessdaten (FSH-3), Dosimetermessdaten (Maschek-Mobilfunkdosimeter ESM-140) und der physiologischen Messdaten (Hautwiderstand, Hauttemperatur, Puls mit SOM 8000), GDV kalibrieren
08:00 – 08:55	Proband füllt Fragebögen aus (Anamnese, SCL-90, STAI, BL, MDBF), Erläuterung des Messablaufs durch die Messleiter; Proband muss sich für die GDV-Messung die Hände waschen
08:55 – 09:00	Anbringung der Elektroden für die Messung des Hautwiderstandes, der Hauttemperatur an der rechten Hand-Innenseite und des Pulsclips am rechten Ohrläppchen des Probanden. Beginn der GSM-Dauermessung und der physiologischen Messung
09:00 – 09:05	Start der Dosimetermessung (beginnend mit einem Scan des Gesichtsfeldes, 2 Ebenen (Stirn, Mund) und einer Ebene im Brustbereich), Blutdruckmessung
09:10 – 09:15	Abnahme der Speichelproben (ProbandIn hat einen Salivetten-Tampon 5 Minuten lang im Mund)
09:15 – 09:20	Zentrifugieren der Speichelprobe bei 1000 g (4000 U/min), danach Einkühlen im Eiswasserbad (Thermobox)
09:25 – 09:30	Abnahme der Speichelproben (der Proband hat einen Salivetten-Tampon 5 Minuten lang im Mund)
09:30	Stop der physiologischen Messung, Abhängen der Elektroden und des Pulsclips
09:30 – 09:35	Zentrifugieren der Speichelprobe bei 1000 g (4000 U/min), danach Einkühlen im Eiswasserbad (Thermobox)
09:30 – 09:45	GDV-Messung (Reinigung der Glasplatte, Anbringung der Referenz-Elektrode am Handgelenk der jeweiligen Messhand des Probanden), 5 Messdurchgänge a 10 Finger (dazwischen Reinigung der Glasplatte)
09:45 – 09:50	Abnahme der Speichelproben (der Proband hat einen Salivetten-Tampon 5 Minuten lang im Mund), Ausfüllen des MDBF, Blutdruckmessung
09:50 – 09:55	Zentrifugieren der Speichelprobe bei 1000 g (4000 U/min), danach Einkühlen im Eiswasserbad (Thermobox); Proband hat 5 min. Pause, muß den Messraum in dieser Zeit verlassen; Herstellung einer Expositionsphase (randomisiert, mittlere oder maximale Exposition)
09:55 – 13:30	Die beschriebene Prozedur wiederholt sich insgesamt 5 Mal, wobei die 3. und 5. Phase immer eine mit minimaler Exposition ist
13:30 – 14:00	Zentrifugieren der Speichelprobe bei 1000 g (4000 U/min) für 5 min., danach Einkühlen im Eiswasserbad (Thermobox); Speichern aller Daten, Herunterfahren der Laptops, Aufladen der Akkus, Programmierung des Dosimeters, ev. Programmierung des Klimagerätes
14:00 – 14:30	Überstellung der Eiswasser-gekühlten Speichelproben in das Labor von Dr. Schwamberger an der Naturwissenschaftlichen Universität Salzburg

## 5. MEDIZINISCHE, BIOCHEMISCHE / IMMUNOLOGISCHE, PHYSIKALISCHE UND PSYCHOLOGISCHE PARAMETER UND METHODEN

### 5.1. SPEICHEL-ANALYTIK

Folgende aus dem Speichel gewinnbare, für die Fragestellung physiologisch nahe liegende Substanzen wurden in die Untersuchung einbezogen:

#### 5.1.1. Cortisol

**Physiologische Funktion:** Stress-Hormon mit stark entzündungshemmender und immun-dämpfender Wirkung.

**Relevanz innerhalb der Studie:** Potenziell mögliche Veränderungen des Cortisol-Levels im Speichel infolge einer GSM-Befeldung könnten bestimmte Stress-Effekte direkt anzeigen.

#### 5.1.2. $\alpha$ -Amylase

**Physiologische Funktion:** Enzymatischer Abbau von Stärke in der Nahrung.

**Relevanz innerhalb der Studie:** Marker für die Adrenalin/Noradrenalin-Balance: Eine enge Korrelation zwischen  $\alpha$ -Amylase und Noradrenalin-Spiegel ist bekannt [105]. Noradrenalin (NA) bzw. Adrenalin (A) sind im Speichel direkt nicht sinnvoll messbar. Aus diesem Grund wurde die  $\alpha$ -Amylase als Ersatz-Parameter verwendet. Niedrige  $\alpha$ -Amylase-Werte weisen auf ein hohes Adrenalin/Noradrenalin-Verhältnis hin. Adrenalin gilt im Allgemeinen als Marker für „Anspannung“. Das adrenerge/noradrenerge System zeichnet sich im Allgemeinen durch eine sehr schnelle Ansprechbarkeit aus und eignet sich daher besonders gut für die Untersuchung der zugrunde liegenden Fragestellung.

#### 5.1.3. Immunglobulin A (IgA)

**Physiologische Funktion:** Sekretorischer Antikörper; Inaktivierung von Krankheitserregern in der Mundhöhle

**Relevanz innerhalb der Studie:** Marker für den Immunstatus in der Mundhöhle, Korrelation mit mentalem Stress und emotionaler Stimmung (z.B. [106,107]). Gegenregulation durch Cortisol.

#### 5.1.4. Substanz P

**Physiologische Funktion:** Stress-induziertes, sensorisches Neuropeptid mit zahlreichen Funktionen in der Schmerz-Wahrnehmung, Neuro-Immun-Modulation und anderen physiologischen Prozessen [108-110]. Beteiligung an Befindlichkeits-Störungen (Spannungs-Kopfschmerz, Migräne) [111], chronischen neurologischen Erkrankungen (Depressionen) [112] und allergischen Erkrankungen [113].

**Relevanz innerhalb der Studie:** Potentieller Marker für stress-bedingte Befindlichkeits-Störungen und neurogene Schmerz-Syndrome [114].

### **5.1.5. Tumor-Nekrosefaktor alpha (TNF- $\alpha$ )**

**Physiologische Funktion:** Wichtiger Botenstoff (Cytokin) des Immunsystems, Marker für lokales Entzündungsgeschehen, Schlüsselfaktor für die Entstehung und Entwicklung von Tumoren [115].

**Relevanz innerhalb der Studie:** Es gibt bis dato keinerlei Literatur über TNF- $\alpha$  in Bezug auf GSM-Strahlung. Veränderungen im TNF-Spiegel reflektieren den Status der Immunbalance im Organismus sowie des Gewebsumilieus bezüglich einer möglichen Tumorentwicklung. Regulation durch Substanz P, Gegenregulation durch Cortisol.

## **5.2. BIOCHEMISCHE UND IMMUNCHEMISCHE ANALYSEMETHODEN**

Für die Analytik der untersuchten Speichelparameter wurden ein speziell angepasster Amylase-Assay, *Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assays* (ELISAs) und *Luminescent-Immuno-Assays* (LIAs) verwendet. Alle Chemikalien und Biochemika für die Speichelanalysen wurden von Sigma-Aldrich (Taufkirchen, Deutschland) bezogen, außer jenen, bei denen anderes vermerkt ist. 96-well-Mikrotiterplatten stammten von Greiner BioOne (Nürtingen, Deutschland). Absorptionsmessungen wurden mit einem *Sunrise* Mikroplatten Photometer (TECAN, Grödig, Österreich) durchgeführt, Chemolumineszenzmessungen unter Verwendung eines *Lucy-2* Mikroplatten Luminometers (Anthos, Wals, Österreich). Die Wasch-Schritte der ELISA- und LIA-Platten wurden mittels eines *Wellwash-4* Mikroplatten Wascheräts (Thermo Electron, Waltham, MA, USA) ausgeführt. Für die Datenkalkulationen wurde *Deltasoft* Software (Biometallics, Princeton, NJ, USA) verwendet.

### **5.2.1. Speichelsammlung und Probenvorbereitung**

Zur Gewinnung der Speichelproben dienten spezielle Speichelsammel-Vorrichtungen des Typs *Salivette* (Sarstedt, Nürnberg, Deutschland). Mit diesem System war es möglich, auf einfache Weise ausreichende Mengen an Speichelvolumina zu erhalten, aus denen dann anschließend biochemische bzw. immunchemische Analysen durchgeführt werden konnten.

Zur Speichelsammlung wurden die in den Salivetten enthaltenen Tampons jeweils nach 10, 25 und 50 Minuten von den Versuchspersonen selber in deren Mund eingeführt und unter Verwendung eines sterilen Plastikröhrchens und ohne Fingerberührung auf die Zunge gekippt. Die Probanden waren angewiesen worden, den Tampon gut einzuspeicheln („wie ein Zuckerl zu behandeln“) und 5 Minuten lang im Mund zu belassen. Nach dieser Zeit gaben die Versuchspersonen den Tampon mit der Zunge (d.h., wieder ohne Fingerberührung) in die Plastikröhrchen zurück. Daran anschließend wurde das Gefäß von einem der beiden Messleiter verschlossen. Sofort danach wurden die Speichelproben in 100  $\mu$ l vorgelegten 100 mM HEPES Puffer pH 7.0, dem 1 mg/ml bovines Aprotinin zwecks Vermeidung proteolytischer Degradation von Substanz P zugesetzt worden war, 5 min bei 1000 x g zentrifugiert. (Die Zentrifuge stand dafür in einem anderen Raum, um mögliche Reaktionen der Versuchspersonen auf den dabei auftretenden Lärm und mögliche zusätzliche elektromagnetische Felder nicht zu beeinflussen). Unmittelbar danach wurden alle Speichelproben jeweils bis zum Abschluss der Messperioden der gerade untersuchten Versuchsperson gekühlt in einem Eiswasserbad gelagert, dann per PKW in die Abteilung für Allergie und Immunologie des Fachbereiches Molekulare Biologie der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg

gefahren, dort aliquotiert und bei -20 °C gefroren bis zur Analyse aufbewahrt. Aliquotierte Proben wurden jeweils nur einmal verwendet; das Restmaterial des jeweiligen Aliquots wurde dann fachgerecht entsorgt und autoklaviert.

### **5.2.2. Bestimmung des Gesamtproteingehaltes**

Der Gesamtproteingehalt der Speichelproben wurde nach der Methode von Bradford [116] bestimmt, wobei BSA (bovine serum albumin) als Vergleichsstandard verwendet wurde.

### **5.2.3. Cortisol-ELISA**

Die in den Speichelproben enthaltenen Cortisol-Konzentrationen wurden mittels eines kompetitiven ELISAs auf mit Goat-anti-Rabbit-IgG beschichteten Mikrotiterplatten mittels Rabbit Anti-Cortisol-Antiserum (Fitzgerald, Concord, MA, USA) und einem Cortisol-3-O-Adipinsäure-Dihydrazil-Meerrettich-Peroxidase (HRP) Konjugat als spezifischem Kompetitor bestimmt. Dieses Konjugat war nach den Beschreibungen von Basu et al [117] synthetisiert worden. Die Aktivität der HRP wurde mittels 0.1 mg/ml Tetramethyl-Benzidin und 0,01 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in 0,1 M Natriumazetat pH 6,0 als Substrat bei Raumtemperatur bestimmt und bei 450 nm (Referenz 595 nm) gemessen. Kurz vor Beginn der individuellen Assays wurden die Speichelproben jeweils in PBS verdünnt. Alle Proben wurden wiederum als Triplikat gemessen. Die Ermittlung der Cortisol-Konzentrationen erfolgte im Vergleich zu den entsprechenden Standardkonzentrationen von Cortisol (Hydrocortison), die auf jeder Platte mitgeführt wurden, unter Verwendung einer 4-Parameter-Regressions-Funktion. Der Detektionsbereich lag zwischen 0,05 und 20 ng Cortisol/ml (10 versus 90 % B/B<sub>0</sub>).

### **5.2.4. Amylase-Assay**

Zur Bestimmung der Speichel- $\alpha$ -Amylase (1,4  $\alpha$ -D-glucanohydrolase, EC 3.2.1.1) wurde eine Modifikation des Assays nach Gillard et al. verwendet [118]. 1 mM p-Nitrophenyl  $\alpha$ -Maltoside diente als Substrat, und der Assay wurde auf das Mikrotiterplatten-Format angepasst. Kurz zusammengefasst, wurden jeweils 10  $\mu$ l der aus dem Speichel gewonnenen Proben mit 100  $\mu$ l von 11 mM p-Nitrophenyl  $\alpha$ -Maltosid in 11 mM HEPES Puffer pH 7.0 verdünnt, der auf 37 °C vorgewärmt worden war. Gleich danach wurde die Absorption bei 405 nm (Referenz 595 nm) gemessen und die Platten dann 4 Stunden lang bei 37 °C weiter inkubiert. In Fällen sehr niedriger Aktivität wurde die Inkubation über Nacht fortgesetzt. Am Ende der Inkubationszeit wurde die Absorption wieder gemessen und dieser Wert jeweils von den respektiven Zero-Time-Point-Werten subtrahiert. Daraus wurde der jeweilige spezifische Absorptions-Anstieg pro Stunde berechnet. Jeder Assay wurde dreifach ausgeführt. Die Enzymaktivitäten wurden in Bezug auf den molaren Extinktionskoeffizienten von p-Nitrophenol als mU/ml ausgedrückt, wobei 1 mU als die Substratkonversion von 1 nmol/min in 1 ml definiert ist.

### **5.2.5. IgA-ELISA**

Die Konzentration des im Speichel enthaltenen Immunglobulin-A (IgA) wurde mittels eines Sandwich-ELISAs ermittelt. Eingesetzt wurde dafür ein zusammenpassendes Paar von monoklonalen anti-human-IgA Antikörpern: G18-1 für die spezifische Bindung des zu messenden IgA, und mit alkalischer Phosphatase-markierter G20-359 für die Detektion. Beide Antikörperreagenzien stammten von Pharmingen (Becton-Dickinson, Wien). Für den Assay wurden die Speichelproben kurz

vor Assay-Beginn in Phosphate-buffered Saline (PBS: 10 mM Phosphat-Puffer, 0.14 M NaCl, pH 7.4) verdünnt. Die Aktivität der alkalischen Phosphatase wurde mit 10 nM 4-Nitrophenyl-Phosphat in 0.1 M Diethanolamin-HCl, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, pH 9,5 als Substrat bei Raumtemperatur bestimmt, die Detektion erfolgte hierfür bei 405 nm (Referenz 595 nm). Alle Proben wurden jeweils als Triplikate gemessen, und die IgA-Konzentrationen im Verhältnis zu entsprechenden Standard-Eichreihen von IgA bestimmt, die auf jeder Mikrotiterplatte gleichzeitig mitgeführt worden waren. Der lineare Detektionsbereich lag zwischen 25 und 500 ng IgA/ml.

### **5.2.6. Substanz P-LIA**

Die in den Speichelproben enthaltenen Substanz P-Konzentrationen wurden mittels eines kompetitiven Lumineszenz-Immuno-Assays (LIA) auf mit Goat-anti-Rabbit-IgG beschichteten schwarzen Mikrotiterplatten mittels einem Kaninchen-Anti-Substanz P-Antiserum und einem Substanz P-Biotin-Konjugat als spezifischen Kompetitor bestimmt. Letzteres war aus Substanz P mit N-hydroxy-succinimidyl-Biotin synthetisiert worden. Gebundenes Substanz-P-Biotin wurde mit Extravidin-HRP-Konjugat detektiert. Die Aktivität der Meerrettich-Peroxidase wurde mittels Enhanced Chemoluminescence (ECL) und einem kommerziell erhältlichen ECL-Substrat (Roche Diagnostics, Mannheim, Deutschland) gemessen. Kurz vor Beginn des Assays wurden die Speichelproben in PBS vorverdünnt, und alle Proben als Triplikate bestimmt. Die enthaltenen Substanz P-Konzentrationen wurden jeweils in Bezug zu entsprechenden Standardkonzentrationen von Substanz P, die auf jeder Platte mitgeführt worden waren, unter Verwendung einer 4-Parameter-Regressions-Funktion berechnet. Der Detektionsbereich lag zwischen 0.01 und 2 ng Substanz P/ml (10 versus 90 % B/B<sub>0</sub>).

### **5.2.7. TNF- $\alpha$ -LIA**

Für die Bestimmung der im Speichel enthaltenen Konzentrationen an Tumor-Nekrose-Faktor Alpha (TNF- $\alpha$ ) wurde ein kommerziell erhältlicher ELISA-Kit (Pharmingen BD 555212) eingesetzt, der für erhöhte Sensitivität modifiziert worden war. Die Detektion erfolgte wie schon zuvor beim Substanz P-LIA beschrieben mittels ECL. Auch hier wurden wieder Triplikate der Proben bestimmt, und die TNF- $\alpha$ -Konzentrationen unter Vergleich mit auf den gleichen Mikrotiterplatten mitgeführten Standardkonzentrationen von TNF- $\alpha$  berechnet. Der lineare Detektionsbereich lag hier zwischen 1.5 und 50 pg TNF- $\alpha$ /ml.

### **5.2.8. Data Handling**

Die von den individuellen Versuchspersonen erhaltenen Messwerte der verschiedenen untersuchten Parameter wurden allesamt bezüglich der Verdünnung mit den Aprotinin-Puffer-Additiven korrigiert und auf die Mittelwerte der ersten Testphase (= Minimaexposition) normalisiert, um die natürliche Variabilität der individuell erhaltenen Parameter-Konzentrationen zu kompensieren und dadurch besser vergleichbar zu machen.

Im Falle von Cortisol wurde jede Probe zusätzlich auch noch bezüglich der natürlicherweise vorhandenen diurnalen Drift korrigiert, wobei die individuellen Aufwachzeiten der Probanden berücksichtigt wurden. Dafür kam eine Polynomial-Gleichung 3. Grades zur Anwendung, die auf Vergleichsdaten aus den von Westermann et al. [119] beschriebenen Cortisol-Verlaufskurven der diurnalen Drifts der morgentlichen Cortisolkonzentrationen von 110 gesunden Testpersonen basiert. Daraus ergab sich jeweils eine gerade Basislinie mit weniger als 5 % mittlerer Abweichung der individuellen Zeitwerte.

### 5.3. GAS-DISCHARGE-VISUALIZATION (GDV)

Die GDV-Technik ist ausführlich in der Literatur beschrieben [120-128] und wurde in den letzten Jahren so weit verfeinert, dass sie nun wissenschaftlich anerkannt und verlässlich dazu verwendet werden kann, um bestimmte Arten von Stressreaktionen des menschlichen Körpers mit höchster Sensitivität unmittelbar anzuzeigen. GDV basiert auf evozierten elektrophotonischen Emissionen aus den Fingerkuppen der Testpersonen, sogen. Corona-Entladungen, die als direkte Messparameter für den durchschnittlichen Stresslevel des Probanden dienen können. Verminderungen der so genannten GDV-Glow-Area weisen auf erhöhten individuellen Stress hin, Vergrößerungen dieser Image-Daten auf Stressminderung. Die Ergebnisse jedes Probanden werden dabei softwaremäßig intern mit Daten verglichen, die an hunderttausenden anderer Testpersonen ermittelt worden waren. Bei jeder/m einzelnen Probanden/in wurden pro Test-Subperiode 50 Einzelmessungen á 0,5 Sekunden durchgeführt, insgesamt also 250 Messungen pro Versuchsperson. In Summe ergibt dies für die vorliegende Studie rund 14.000 Einzelmessungen, die direkt in die statistische Auswertung einbezogen werden konnten.

Für die Messungen wurde die neueste CE-Version der „Pro GDV Camera“ (Prof. Konstantin Korotkov, St. Petersburg, Russland) in Kombination mit der Software „GDV Capture“ (Version 1.9.9.), „GDV Diagram“ (1.9.9.), „GDV Meridian Analysis“ (1.9.9.), „GDV Scientific Laboratory“ (SciLab; Version 1.1.5.) verwendet, für die Computer-Bildanalysen (Glow Image Analysis) und diesbezügliche statistische Vor-Auswertungen v.a. das GDV-SciLab-Programm und Microsoft Excel 2003 mit Statistik-Sonderfunktionen. Die gewonnenen Daten wurden dann weiteren, eingehenden statistischen Analysen unter Verwendung der Softwarepakete „SPSS 10“ und „Statistika“ zugeführt.

Zusätzlich zum biophysikalisch/schulmedizinisch mittlerweile breiter anerkannten Parameter der **GDV-Glow-Image-Area** (einem Maß für bestimmte Stressreaktionen des Körpers auf extrinische Noxen) liefert das GDV-System auch ergänzende komplementärmedizinische Daten, die jedoch ob der enormen Datenfülle erst in den kommenden >6 Monaten genauer analysiert werden können. Dazu zählen die „**Fractality**“, **Beogramme/ Coronadiagramme** und **Coronaprojektionen**. Diese erlauben indirekte sensitive Rückschlüsse auf eine Beeinflussung verschiedener Organsysteme durch mögliche Stressoren, wie z.B. auf das Immunsystem, den Magen-Darm-Trakt oder das Herz-Kreislauf-System. Mit der enthaltenen Software ist ein Vergleich der ermittelten Einzelfinger-Beogramme mit Daten aus der Traditionellen Chinesischen Medizin (TCP) und Meridian-Vergleichen (Energy Emission Analysis nach Mandel, Su-Jok-System der Akupunktur) ([129-132]) möglich.

Die folgende Abbildungsserie zeigt anschaulich, mit abgenommener und aufgesetzter Abdeckung gegen Tageslichteintritt, wie der Finger einer Testperson messtechnisch richtig auf der Glasplatte der GDV-Camera positioniert wird. Die grüne Klemme am Handgelenk der jeweils zu untersuchenden Hand bildet den elektrischen Gegenpol zu der zweiten Elektrode, die auf der anderen Seite der Glasplatte, optisch voll-transparent aufgebracht ist. Zwischen diesen beiden Elektroden wird jeweils pro Finger während einer Evotionsdauer von einer halbe Sekunde eine gepulste Spannung von 10.000 Volt niedrigster Stromstärke angeschlossen, wodurch elektrophotonische Entladungen (UV-Licht und sichtbares Licht niedrigster Intensität) an der Fingerkuppe induziert werden, die von einer höchst sensitiven linearen CCD-Camera aufgezeichnet werden. Die Dauer der jeweiligen Spannungsimpulse beträgt jeweils nur 10 Millisekunden, es wird eine Frequenz von 1024 Hz verwendet. Aufgezeichnet wird die Summe der Entladungen, die in 0,5 sec auftreten; mittels computerbildanalytischen Methoden und entsprechender Ermittlung von Häufigkeitsverteilungen und statistischer Kennwerte wird daraus der mittlere Glow-Image-Area-Wert ermittelt.



Abb. links: Richtige Positionierung des zu messenden Fingerkuppenareals auf der Glasplatte der GDV-Camera (zur besseren Anschaulichkeit ohne Abdeckung gezeigt). Abb. rechts: Wie links, jedoch mit angebrachter Lichtschutz-Abdeckung.

Die beiden folgenden Abbildungen zeigen eine schematische Repräsentation der grundsätzlichen Funktionsweise der GDV-Camera (Copyright: Hacker, Salzburg) und eine Ausschnittsaufnahme einer kleinen Serie von Blitzentladungen (Copyright: Geowave-Research, Salzburg):

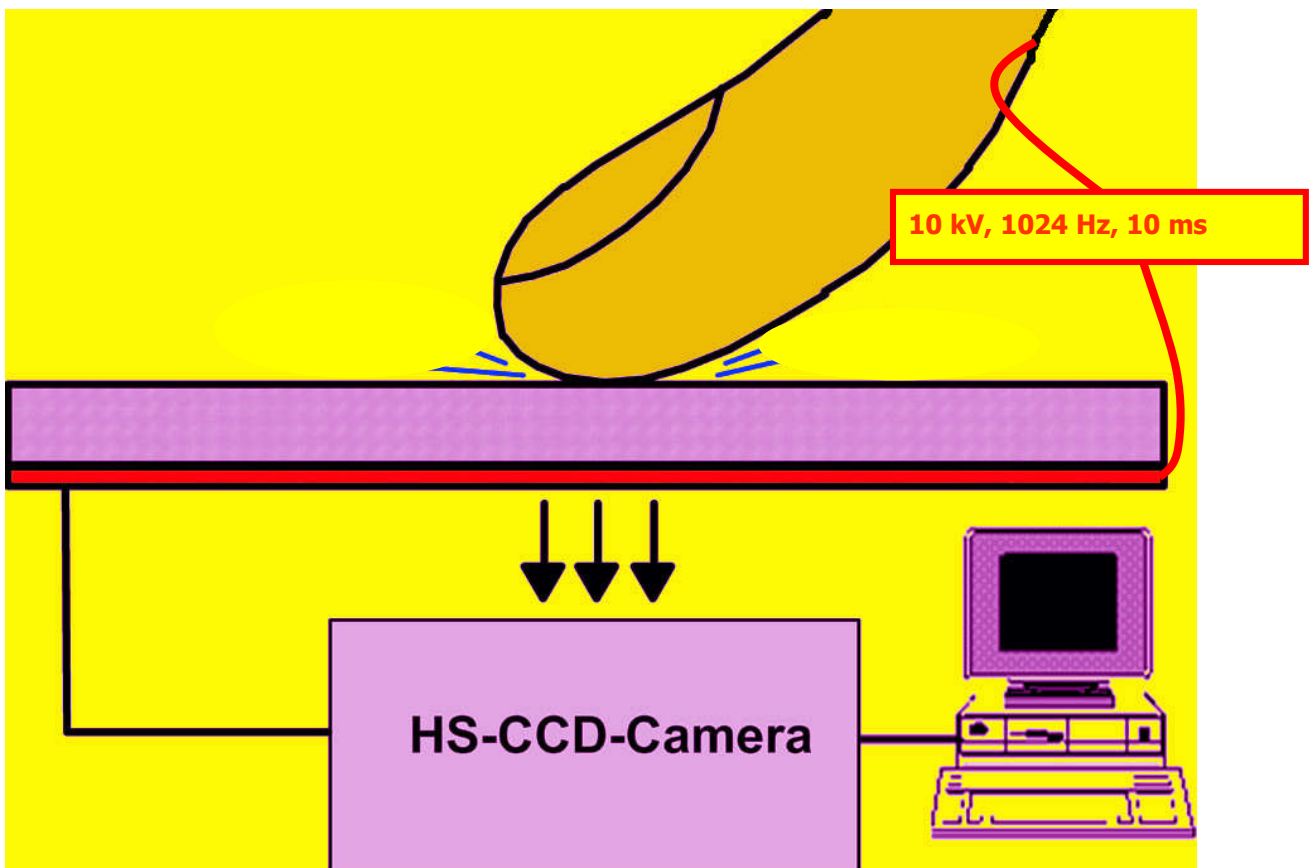


Abb.: Schematische Repräsentation der grundsätzlichen Funktionsweise der GDV-Camera (Copyright: Dr. Gerhard W. Hacker, Salzburg)



Abb.: HS-Ausschnittsaufnahme einer kleinen Serie von GDV-Corona-Blitzentladungen (Copyright: Geowave-Research, Salzburg).

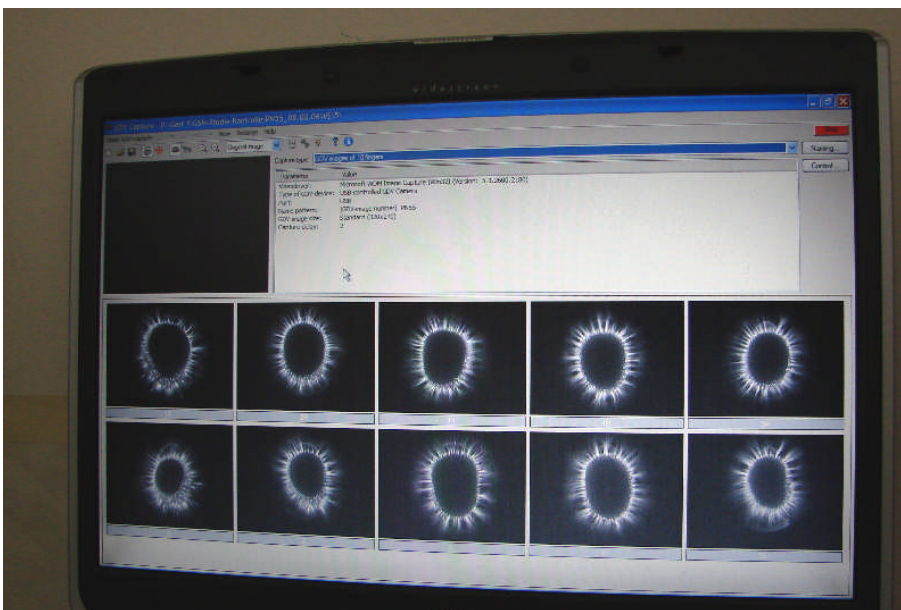


Abb.: Beispiel einer Serie evozierter Coronaentladungen, wie sie während dieser Studie von den 10 Fingerkuppen einer Versuchsperson ermittelt wurden.

## 5.4. PSYCHOLOGISCHE DATENERMITTLUNG

### 5.4.1. Questionnaires

Fragebögen fanden aus zwei Gründen Verwendung:

- Zur medizinischen und gesundheitspsychologischen Anamnese sowie
- zur Klärung psychologischer Fragestellungen, die sich auf Befindlichkeit während Exposition, Elektrosensitivität und EMF-Gesundheitsbesorgnis/Risikowahrnehmung beziehen.

Eine Übersicht über die verwendeten Verfahren bietet die folgende Tabelle:

*Table: Übersicht über verwendete Questionnaires:*

Fragebogen	Skalen	Item+Antwortkateg.(Bsp.)	Bearbeitungsdauer
<b>Medizinische Anamnese</b>	keine	Leiden Sie derzeit an Infekten? („ja“/„nein“)	Etwa 5 Minuten
<b>EMF-Gesundheitsbesorgnis</b>	Gesundheitsbesorgnis bzgl. EMF-Quellen und Symptome	Wie stark machen Sie sich Sorgen, an folgenden Symptomen zu erkranken? Kopfschmerzen, ... (5 Kategorien von „gar nicht“ bis „sehr stark“)	Etwa 5 Minuten
<b>SCL-90-R</b>	9; z.B. Somatisierung, Depressivität	Wie sehr litten Sie in den letzten sieben Tagen unter ... 27. Kreuzschmerzen? (5 Kategorien von „überhaupt nicht“ bis „sehr stark“)	10 bis 15 Minuten
<b>B-L</b>	1; 24 Items	Ich leide unter folgenden Beschwerden: 8. Übelkeit (4 Kategorien von „gar nicht“ bis „stark“)	Etwa 2 Minuten
<b>STAI</b>	Zustandsangst	Bezug zum augenblicklichen Gefühlszustand: 1. Ich bin ruhig (4 Kategorien von „überhaupt nicht“ bis „sehr“)	3 bis 6 Minuten
<b>MDBF</b>	3; Gute vs. schlechte Stimmung, Wachheit vs. Müdigkeit, Ruhe vs. Unruhe	Im Moment fühle ich mich... 1.zufrieden (5 Kategorien von „überhaupt nicht“ bis „sehr“)	Etwa 4 Minuten, 6 Erhebungs-Zeitpunkte

Der medizinische Anamnese-Fragebogen („**Medizin-Anamnese**“) beinhaltet neben Fragen zu somatischen Erkrankungen (z.B. Allergien, Infekten etc.), Medikamenteneinnahme, auch psychologisch orientierte Fragen zur „Elektrosensitivität“ sowie allgemeine Fragen zum Gesundheitsverhalten (z.B. Ernährungsweise).

Der Fragebogen „**EMF-Gesundheitsbesorgnis**“ unterteilt sich neben soziodemographischen Fragen in drei größere Bereiche:

- Die Probanden wurden gefragt, ob und wie stark sie vorgegebenen EMF-Quellen im Alltag ausgesetzt sind.
- Unter der Überschrift „Einstellungen zu *Elektrosmog*“ war die EMF-Gesundheitsbesorgnis bezüglich verschiedener Geräte und technischer Anlagen auf einer fünfstufigen Antwortskala zu beurteilen („Wie stark machen Sie sich Sorgen um Ihre Gesundheit wegen Elektrosmog von... z.B. Handymasten?“).
- Personen mit Wohnnähe zu einem Mobilfunksender („Handymast“) wurden nach ihrer EMF-Gesundheitsbesorgnis bezüglich verschiedener (häufig in Verbindung mit „Elektrosensitivität“ genannter) Symptome gefragt. Die übrigen Probanden erhielten vor der Beurteilung dieses Teils die Instruktion, sich ein Szenario vorzustellen, in dem sie längere Zeit neben einem „Handymasten“ wohnen.

Zudem fanden eine Reihe von **standardisierten** und in Forschung und Praxis bewährten **psychologischen Selbstbeurteilungsfragebögen** Anwendung:

Mit den 90 Items der **Symptomcheckliste von Derogatis („SCL-90-R“)** wurde die *aktuelle psychische Befindlichkeit* der Probanden [133] erfasst. Die Fragen beziehen sich auf den Zeitraum der letzten sieben Tage und decken ein breites Spektrum psychopathologisch relevanter

Phänomene ab (9 Skalen, drei globale Kennwerte). Das verwendete Verfahren ist an unterschiedlichen Stichproben Gesunder und Kranker evaluiert worden.

Zur Abklärung der **subjektiven Beeinträchtigung** durch körperliche und psychische Allgemeinbeschwerden diente die Beschwerdenliste („**B-L**“) von Zerssen [134]. Es handelt sich um ein reliablen und häufig angewendetes Verfahren mit Fragen zur subjektiven Beeinträchtigung durch Allgemeinbeschwerden.

**Situative Ängstlichkeit bzw. Nervosität** eines Probanden kann einen nicht unerheblichen Einfluss auf Verhalten in einem Experiment haben, speziell wenn es um Stress-Messungen geht. Weiters ist es nicht unwahrscheinlich, dass Personen, die glauben, EMF würden sie gesundheitlich schädigen, ängstlicher in eine solche Untersuchung gehen. Hier fand die **State-Version des State-Trait-Angstinventars** („**STAI**“) ([135]) Anwendung: Dieses Inventar definiert die hier relevante Zustandsangst als einen emotionalen Zustand der Anspannung, Besorgtheit, Nervosität, und der Furcht vor zukünftigen Ereignissen, die mit einer erhöhten Aktivität des vegetativen Nervensystems einhergehen.

**Kurz vor Beginn der ersten Phase und am Ende jeder Test-Phase wurde die jeweilige aktuelle Befindlichkeit** des Probanden mit Hilfe eines **Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens** („**MDBF**“) ([136]) erfasst. Hier handelt es sich um ein Verfahren, dem eine erlebnisbezogene Konzeption zugrunde liegt, d.h. konkret: Der Proband hatte 24 Eigenschaftswörter danach zu beurteilen, inwieweit sie zu seiner aktuell erlebten Befindlichkeit passten. Dabei differenziert das Instrument zwischen Gute vs. Schlechter Stimmung, Wachheit vs. Müdigkeit sowie Ruhe vs. Unruhe.

#### 5.4.2. Erhebungen vor den Testphasen

Ein Teil der ProbandInnen bekam die **schriftliche Einverständniserklärung (Informed Consent)**, den medizinischen Anamnesebogen sowie den Fragebogen „EMF-Gesundheitsbesorgnis“ (s. Tabelle 1) zu einem vereinbarten Termin einige Tage vor dem eigentlichen Experiment vorgelegt. Der Rest der Teilnehmer füllte diese Vorerhebungen auf eigenen Wunsch am Tag der Untersuchung zusammen mit den psychologischen Questionnaires aus und wurde zu diesem Zweck geringfügig früher in das (zu diesem Zeitpunkt maximal abgeschirmte) Feldlabor gebeten.

Die **psychologischen Selbstbeurteilungsfragebögen** wurden zwischen 8 und 9 Uhr morgens am jeweiligen Messtag ausgefüllt. Je nach individueller Geschwindigkeit des ProbandInnen dauerte dieses Prozedere insgesamt zwischen 25 und 50 Minuten, der Proband saß dabei an einem kleinen Schreibtisch im Messraum. Die Fragebögen wurden jeweils einzeln an die ProbandInnen übergeben. Es erfolgte eine kurze mündliche Instruktion, die einen Verweis auf die schriftliche Erklärung zu jedem Testverfahren beinhaltete.

Der Symptomcheckliste (SCL-90-R) folgten – inhaltlich sinnvoll – Beschwerdenliste (B-L), das State-Trait-Angstinventar (STAI) sowie der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF). Nach der Beendigung der Questionnaires folgte noch eine mündliche Zusammenfassung des Versuchablaufs. Die Testperson wurde dann gebeten, im Mess-Sessel Platz zu nehmen. Um 9 Uhr begann schließlich die erste Testphase.

#### 5.4.3. Erhebungen während der Testphasen

Für die Verlaufsuntersuchung der Befindlichkeit war es notwendig, den MDBF nicht nur vor den Test-Phasen, sondern auch am Ende jeder einzelnen Phase erneut zu verwenden.

Messwiederholungen sind bei Fragebogenverfahren nicht unumstritten, allerdings wird der MDBF bei derartigen Verlaufsmessungen als geeignet angesehen. Folgt man der Darstellung von Stieglitz et al. (2001), dann sind die hier gesetzten Messintervalle von etwa 50 Minuten beim MDBF als absolut ausreichend zu bewerten.

Die fünf Verlaufsmessungen des MDBF wurden immer kurz nach Verabreichung der Salivetten für die dritte und letzte Speichelprobe der jeweiligen Phase – unmittelbar nach der Messung des Blutdrucks – um 9:45, 10:40, 11:35, 12:30 und 13:25 durchgeführt. Die Testperson blieb dabei im Mess-Sessel (und damit in der jeweiligen Expositionslage) sitzen und wurde darauf aufmerksam gemacht, dass sich die jeweilige Befragung auf den aktuellen Zustand beziehen würde und in keinem Zusammenhang zu Angaben bei vorhergegangenen Messungen stehe.

## 5.5. MEDIZINISCHE UND KOMPLEMENTÄRMEDIZINISCHE ZUSATZAUFZEICHNUNGEN

Medizinische und komplementärmedizinische Zusatzaufzeichnungen beinhalteten **kardiovaskuläre Aktivität** (Blutdruck und Puls) sowie Messmethoden aus der **elektrophysiologischen Diagnostik** (Hautwiderstand und Hauttemperatur). Eine Übersicht über die zur Anwendung gekommenen Verfahren bietet die folgende Tabelle:

*Tabelle: Übersicht medizinische und komplementärmedizinische Zusatzaufzeichnungen:*

Variable	Einheit	Methode	Messung	Anzahl/Dauer
<b>Blutdruck (Systole)</b>	mm Hg	Blutdruckmessgerät, nicht invasiv	Status	10 mal, jeweils am Beginn und Ende jeder Phase
<b>Blutdruck (Diastole)</b>	mm Hg	Blutdruckmessgerät, nicht invasiv	Status	10 mal, jeweils am Beginn und Ende jeder Phase
<b>Puls</b>	Herzschläge pro Minute	Blutdruckmessgerät; Biofeedbackgerät	Status; Verlauf	10 mal, jeweils am Beginn und Ende jeder Phase; Minute 0 bis 30 in jeder Phase
<b>Hautwiderstand</b>	kilo-Ohm	Biofeedbackgerät	Verlauf	Minute 0 bis 30 in jeder Phase
<b>Hauttemperatur</b>	Grad Celsius	Biofeedbackgerät	Verlauf	Minute 0 bis 30 in jeder Phase
<b>Lufttemperatur</b>	Grad Celsius	Funkuhr	Verlauf	Protokollaufzeichnung

### 5.5.1. Blutdruck

Zur Erfassung des **systolischen** und des **diastolischen Blutdrucks** sowie der **Herzfrequenz (Puls)** wurden jeweils am Beginn und am Ende jeder Expositionsphase eine nicht-invasive Blutdruckmessung (oszillometrische Methode) unter Verwendung des automatischen Blutdruckmessgeräts „BOSO TM-2430“ durchgeführt. Dabei bekamen die Probanden – wie üblich – eine Manschette um den linken Oberarm gelegt, per Knopfdruck wurde vom Messleiter elektronisch die Messung ausgelöst. Die Probanden blieben während dieses Prozederes ruhig in ihrem Sessel sitzen. Diese insgesamt 10 Messungen sollten auf der einen Seite Aufschluss darüber geben, inwieweit etwaige Hypertonie bzw. Hypotonie vorlag. Auf der anderen Seite gibt es Hinweise dafür,

dass der Blutdruck auch für die Auswirkungen bestimmter Expositionshöhen von Interesse ist: So spricht einiges dafür, dass Stress zu einer Erhöhung des Blutdrucks führen kann. Weiters geht jeder psychische oder physische Stimulus mit unmittelbaren Puls-Änderungen einher. Dabei kommt es bei Angst oder Stress zu einem Anstieg, Entspannung und Aufmerksamkeit bedeuten Abnahme der Herzfrequenz. Neben den zehn Status-Messungen wurde der Puls laufend in den ersten dreißig Minuten jeder Phase mittels Biofeedbackgerät „SOM Biofeedback 8000 M“ gemessen.

### 5.5.2. Hautwiderstand

**Stress-Situationen** oder emotionale Reaktionen sind mit Erhöhungen der Hautleitfähigkeit verbunden (also mit einem **Sinken des Hautwiderstandes**). Dieses Phänomen wird auf eine durch den Sympathikus gesteuerte Aktivierung vor allem der Schweißdrüsen der Handinnenflächen zurückgeführt. Die Messung des Hautwiderstandes erfolgte in einer Verlaufsmessung während jeder Phase bis zum Beginn der GDV-Messung (nach 30 Minuten) unter Verwendung des Biofeedbackgeräts „SOM Biofeedback 8000 M“. Dabei wurden den ProbandInnen an der Innenseite der rechten Hand zwei Elektroden aufgeklebt, an die eine niedrige, nicht spürbare Spannung angelegt war. Aus dem Verhältnis der Spannung zur Stärke des zwischen den Elektroden fließenden minimalen Stroms lässt sich der Widerstand der Haut berechnen.

### 5.5.3. Hauttemperatur

Ebenfalls mittels Biofeedbackgerät erfolgte die Messung der Hauttemperatur während der ersten dreißig Minuten jeder Phase (parallel mit dem Hautwiderstand). Dafür wurde an der Unterseite des rechten Unterarms eine Temperatursonde mit Klebestreifen befestigt.

### 5.5.4. Lufttemperatur

Die Temperatur im Feldlabor wurde mitprotokolliert und an sehr heißen Tagen bei einigen ProbandInnen unter Verwendung des Klimageräts „Zibro P125“ auf ein erträgliches Maß reguliert.

## 5.6. STATISTISCHE METHODEN

Die stetig und metrisch ausgeprägten Messwerte wurden mit einer ANOVA mit Messwiederholungen und einem fixen Faktor (Kontrollgruppe und 2 Expositionsgruppen) ausgewertet. Bei Signifikanz eines Faktors, wurden die verschiedenen Faktorstufen mittels eines Post-hoc Tests ausgewertet. Ein p-Wert kleiner als 5% gilt als statistisch signifikant. Zur graphischen Darstellung wurden Whiskerplots mit 95% Konfidenzintervallen für die Mittelwerte berechnet. Die Auswertungen wurden mit STATISTICA 6.0 durchgeführt.

## 6. FELD-MESSLABOR - Lokation und Abschirmmaßnahmen

Das für die Untersuchungen herangezogene „Feld-Labor“ befand sich im Dachgeschoß des Hauses Vogelweiderstraße 19 und ist als Eckraum zu den Straßen Vogelweiderstraße und Sterneckstraße gelegen. Von Herrn TOAR Ing. Hermann JELL (Stadt Salzburg) durchgeführte Messungen auf vorhandene elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder sowie auf mögliche akustische Belastungen zeigten, dass dieser (nach monatelangem Suchen gefundene) Raum für die Studie als Feldlabor-Standort grundsätzlich tauglich war. Prädominant lagen GSM 900-Felder vor, in deutlich kleineren Feldstärken auch GSM 1800-Felder. Weitere Quellen hochfrequenter (UMTS, W-LAN, DECT, Tonrundfunk, Fernsehen etc.) und auch niederfrequenter Felder (elektrische Energieversorgung) traten jedoch nur in für die Studie vernachlässigbar niedriger Leistungsflussdichte bzw. Feldstärke auf.

Erst die entsprechend fachkundige Beratung durch Herrn Dr. med. Gerd OBERFELD führte letztendlich dazu, in diesem Raum jedoch tatsächlich belegbar „definiert steuerbare“ Abschirmverhältnisse zu erreichen, um damit einen möglichst standardisierten und reproduzierbaren Ablauf der Probandenmessungen zu ermöglichen. In Zusammenarbeit mit der für die entsprechenden Messverfahren akkreditierten ANBUS Analytik Gesellschaft für Gebäuediagnostik, Umweltanalytik und Umweltkommunikation (Fürth/Bayern), der ESAG Österreich (Swiss-Shield-Abschirmvorhänge) und Y-SHIELD Abschirmtechnik (Pocking, Deutschland) (Graphit-Abschirmfarbe) wurde letztendlich in sehr kurzer Zeit die Möglichkeit geschaffen, 3 eng gesteckte, gut definierte Expositionslagen verblindet (also für die ProbandInnen unsichtbar) erzeugen zu können.

Die Adaptation des Raumes für die Untersuchungen beinhaltete zunächst den Anstrich mit Y-Shield-HF-Abschirmfarbe für den Innenbereich (HSF53) unter Freilassung eines kleinen „Fensters“/„Tores“ in der zur Kreuzung Vogelweiderstraße-Sterneckstraße weisenden Zimmer-Ecke, die später als „steuerbare Einstrahlungsöffnung“ diente. Diese lösungsmittelfreie graphithältige Farbe führt, als Unteranstrich, zu einer großflächigen Abschirmung hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung (HF) und niederfrequenter elektrischer Felder (NF). Die Schirmwirkung beträgt nach Herstellerangaben und einem Gutachten von Prof. Pauli (Universität der Bundeswehr in München) bis zu 40 dB. Nach entsprechender Erdung aus Gründen des Personen- und Sachschutzes sowie zur Erreichung der Abschirmwirkung elektrischer Felder im Niederfrequenzbereich wurde dieser Anstrich mit einem weiteren Anstrich aus weißer Dispersionsfarbe überdeckt, um damit wieder eine farbenpsychologisch neutrale Farbgebung zu erreichen.



Abb.: Ein Teil des Raumes ist hier bereits mit Y-Shield-Graphit-Abschirmfarbe gestrichen worden. Das hinten links sichtbare Eck wurde (kleiner als hier im Foto gezeigt) von Anstrich freigelassen, um dort die Möglichkeit einer relativ definierten und gut mit veränderbaren Abschirmeinrichtungen überziehbaren „HF-Einstrahl-Tores“ zu schaffen.

Nachdem die Wandanstrich-Endsituation geschaffen war (alle in Richtung der prädominant vorhandenen Sendeanlagen weisenden Wände waren mit der erwähnten Abschirmfarbe gestrichen, geerdet und dann nochmals weiß überstrichen worden), wurden sämtliche noch frei gewesenen Kabelkanäle, Fensteröffnungen etc. unter Verwendung von Swiss-Shield Abschirmvorhängen (ESAG Österreich) zusätzlich abgeschirmt, sodaß nur noch das bereits erwähnte „HF-Einstrahltor“ frei war. Die folgende Abbildung zeigt dieses „Tor“ wiederum in der Ecke links hinten. Die auf dem Boden liegenden Holzplatten waren nach unten hin ebenfalls mit Y-Shield-Graphit-Abschirmfarbe überzogen worden, darunter lagen 2 Schichten von Abschirmvorhang-Gewebe (auf dem Foto nicht erkennbar). Das Ziel war eine möglichst lückenlose Abschirmung nach außen, mit Ausnahme des „Einstrahl-Tores“.



*Abb.: Verwendung von Swiss-Shield Abschirmvorhängen und graphitfarbebeschichteten Holzplatten zur Schaffung der beschriebenen „HF-Einstrahl-Tor“-Situation.*

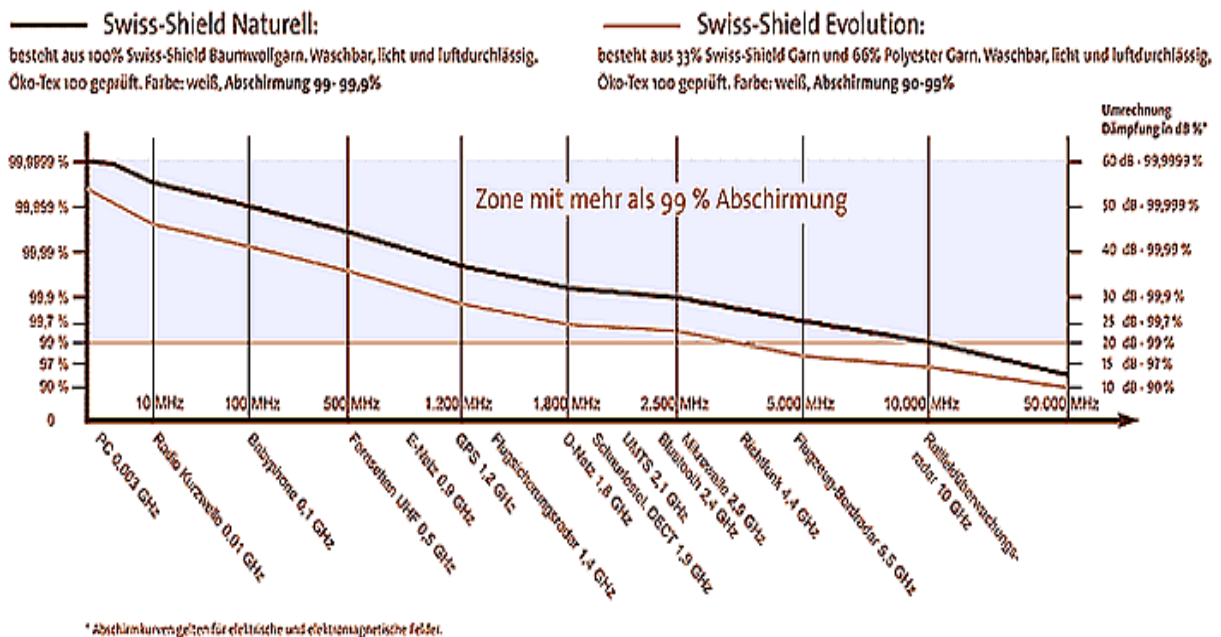
Dieses „Tor“ war nun als gut definierte Einstrahlöffnung fertig zur Verwendung. Die Untersuchungen der akkreditierten ANBUS Analytik-GmbH vom 3./4. April und vom 5. Mai 2006 belegten die Effizienz der getroffenen Abschirmmaßnahmen. Durch ein genau ausgetüfteltes System variabler Abschirmmöglichkeiten und die Verwendung bauartgleicher „Placebo-Vorhänge“ konnte keine der getesteten Versuchspersonen wissen, welche Exposition tatsächlich jeweils vorlag. Der Wechsel der Vorhangeinstellungen (mit jeweiliger Überprüfung) erfolgte, ebenfalls unsichtbar für die Versuchspersonen, jeweils in einer 5-minütigen Pause, in der die ProbandInnen in einem anderen Raum jeweils 1 Glas Wasser zu sich nahmen und bei Bedarf auch die Toilette benutzen konnten.

Als Probandensessel diente ein bequemer, fast völlig metallfreier Holz-Stuhl, der in einem in Richtung zur „HF-Einstrahl-Tor-Ecke“ offenen Swiss-Shield-Abschirmvorhangs-Baldachin (ebenfalls plus Placebovorhang) aufgestellt war; am Baldachin wurden während der Probandentests jedoch keine Veränderungen vorgenommen.

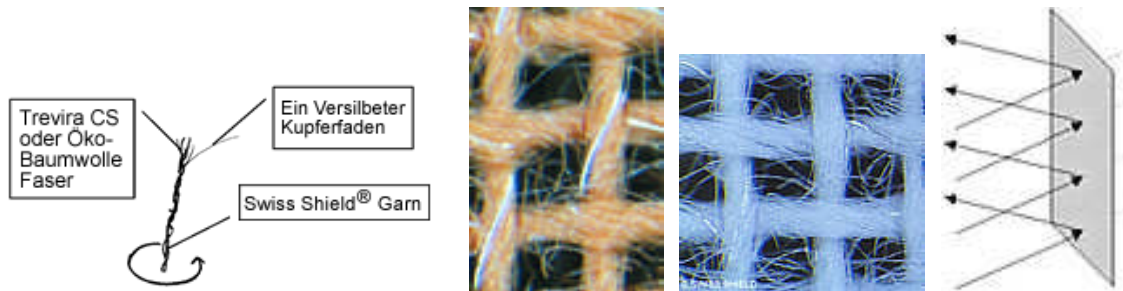


Abb.: Lage des Probandensessels im verwendeten „Swiss-Shield-Baldachin“, der uns freundlicherweise leihweise kostenfrei von ESAG-Österreich zur Verfügung gestellt worden war. Daneben (im Bild links) erkennt man einen Teil des GDV-Mess-Systems, mit dem mögliche Stessreaktionen der Versuchsperson überprüft worden waren.

Die folgende Graphik (Quelle: ESAG Österreich, [www.esag.at](http://www.esag.at)), zeigt die frequenzabhängige Schirmdämpfung der beiden verfügbaren Typen von Swiss-Shield-Vorhängen, „Swiss-Shield Naturell“ und „Swiss-Shield Evolution“. In der vorliegenden Studie wurde der Typ „Swiss-Shield Naturell“ mit der höheren Schirmdämpfung (obere Kurve) verwendet:



Aufbau und Wirkung der Swiss-Shield-Abschirm-Vorhänge gehen aus folgenden Abbildungen (Quelle: [www.esag.at](http://www.esag.at)) hervor:



Für die Erzeugung der drei für die Untersuchungen notwendigen Expositionslagen konnte der Dremel („HF-Einstrahlungs-Tor“) mit den textilen Abschirmgeweben aus „Swiss-Shield naturell“ geöffnet oder geschlossen werden. Etwa 2 m davor wurde ein ebenfalls veränderbarer, beweglicher Abschirmvorhang (Innenvorhang) an einem Schienensystem von der Decke abgehängt, der zusätzlich zur veränderbaren Lücke der Wandabschirmung ebenfalls gut definiert geöffnet oder geschlossen werden konnte:



Abb.: Schienensystem für die Verschiebung der „Abschirmvorhänge“ und der davor angebrachten „Placebo-Vorhänge“

Die Abmessungen des „Einstrahltores“ betragen: Breite links von der Ecke, Seite Sterneckstrasse: 62,0 cm; Breite rechts von der Ecke, Seite Vogelweiderstrasse: 56,5 cm; Höhe (Boden bis Unterkante Abschirmung): 125,5 cm.

Immissionen von extern gelegenen Sendestationen gelangten ungedämpft nur aus dieser „Tor“-Ecke Vogelweiderstraße / Sterneckstraße in den Testraum und an den Ort des Probandensessels. Der Probandensessel war so positioniert, dass sich die Vorderseite der Rückenlehne in Kopfhöhe lateral mittig über dem Messpunkt für die akkreditierten EMF-Messungen befand. Der Messpunkt lag dabei in 5,15 m Abstand zur Außenwand Vogelweiderstraße und 3,21 m zur Außenwand Sterneckstraße.

Insgesamt ergaben sich drei verschiedene Test- und Messzustände, die auf unterschiedliche Kombinationen der Abschirmmöglichkeiten beruhten:

- **Zustand 1 (Ausgangszustand, „Voll-Exposition“):** Innenvorhang offen, Wandabschirmung (beim „Tor“) ebenfalls offen.
- **Zustand 2 („Mittlere Exposition“):** Innenvorhang geschlossen, Wandabschirmung offen.
- **Zustand 3 („Minimal-Exposition“):** Innenvorhang geschlossen, Wandabschirmung ebenfalls geschlossen.

Für die laufende Überwachung der Untersuchungen wurde eine Reihe von Messgeräten verwendet, zu denen auch ein sogen. „Mobilfunk-Dosimeter“ gehörte (Maschek-Systeme, BRD, s.u.) (REF). Es wurden zu Beginn jeder Sitzung jeweils die Verteilungen von HF-Dosimeterwerten in Kopfhöhe, in Halshöhe und in Brusthöhe erhoben, danach wurde das Dosimeter für die gesamte Dauer der Sitzung unweit des Kopfes, jedoch in Kopfhöhe fix am Mess-Sessel montiert – die Lage des Dosimeters war dabei für jede Versuchsperson gleich.



*Abb. links: Versuchsperson (gestelltes Foto) auf dem Untersuchungs-Sessel sitzend, links im Bild unweit des Kopfes an der Lehne des Messsessels montiert, ist das Maschek-Mobilfunk-Dosimeter zu erkennen, daneben das Erfassungsgerät für Hautwiderstand, Puls usw., noch weiter links die Messeinheit des GDV-Systems. Ansicht vom „HF-Einstrahlungs-Messtor“ aus gesehen. Abb. rechts: Ansicht aus der Sicht hinter dem Probanden in Richtung des „Tores“, hier wiederum mit geöffnetem Wand-Abschirmvorhang gezeigt.*



*Abb.: Waren der Placebovorhang und möglicherweise dahinter auch ein oder zwei Abschirmvorhänge geschlossen, sah die Versuchsperson trotzdem immer die hier ausschnittsweise dargestellte Situation: Es konnte dadurch für ProbandInnen nicht wissentlich erkannt werden, welche Expositionsanlage gerade vorhanden war.*

## **6.1. Sendeanlagen in der Umgebung des Testraumes**

In der Umgebung des Testraumes befand sich eine Reihe von teils weithin sichtbaren Mobilfunk-Basisstationen. Die nächstgelegenen waren drei Mikrozellen-Anlagen. Eine davon war unmittelbar an der Außenwand des Feldlabors an der Ecke Vogelweiderstraße / Sterneckstraße montiert und lieferte die dominierenden Immissionen im Frequenzbereich GSM 900. Zwei weitere Mikrozellenanlagen befanden sich an einem gegenüberliegenden Haus auf der anderen Seite der Sterneckstraße.



*Abb.: GSM 900-Mikrozellen-Antenne direkt in der äußeren Ecke der an den Testraum angrenzenden Außenmauer. Diese Anlage lieferte das im Testraum prädominante GSM 900-Feld.*



*Abb.: Weitere Mikrozellen-Antenne am in der Sterneckstraße dem Testraum gegenüberliegenden Haus – dort waren insgesamt 2 derartige Mikrozellen-Antennen montiert.*

Weitere, unweit des Testraumes befindliche Sendeanlagen zeigen die folgenden Abbildungen:



*Abb.: Geschätzt etwa 100 m vom Testraum entfernt (in etwa Richtung Hauptbahnhof) fand sich die hier abgebildete Sendeanlage.*



*Abb.: Die hier abgebildete Sendeanlage befand sich in einer geschätzten Entfernung von etwa 300 m vom Testraum in Richtung Gaisberg.*

## 6.2. Beispiele für Ergebnisse physikalischer Messungen im Testraum

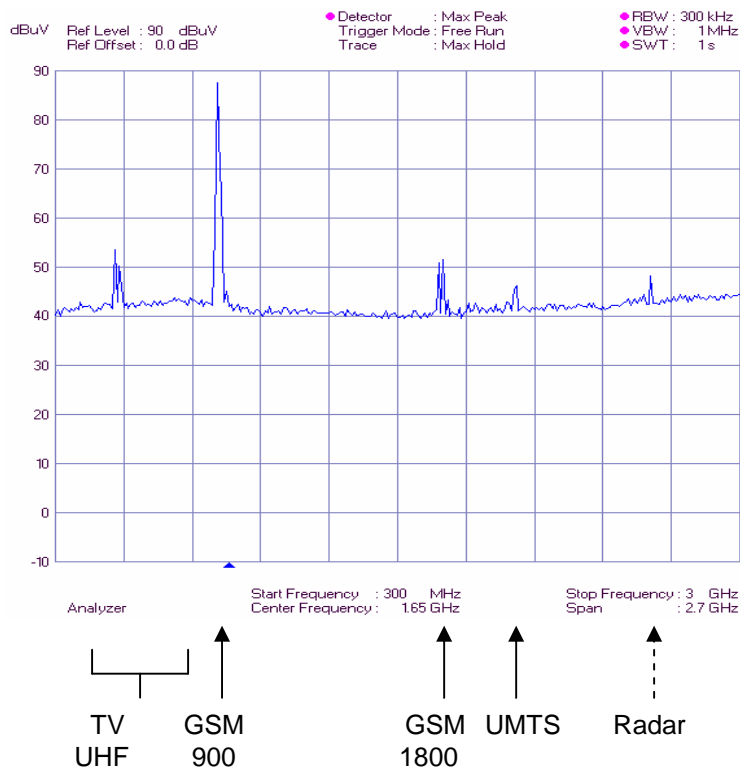
Aus den Gutachten der ANBUS Analytik GmbH und den von Herrn Dr.-Ing. Martin VIRNICH durchgeführten Messungen stammen die folgenden Ergebnisse aus den beiden HF-Hauptmessungen vor Ort im Feldlabor-Messraum (erstellt mittels Messstativ an exakt der Stelle, wo sonst der Probanden-Messsessel stand, in Kopfhöhe der Versuchspersonen), die uns freundlicherweise für den Bericht zur Verfügung gestellt wurden.

*Achtung: Es besteht ein Copyright auf alle folgenden Abbildungen der ANBUS GmbH!*

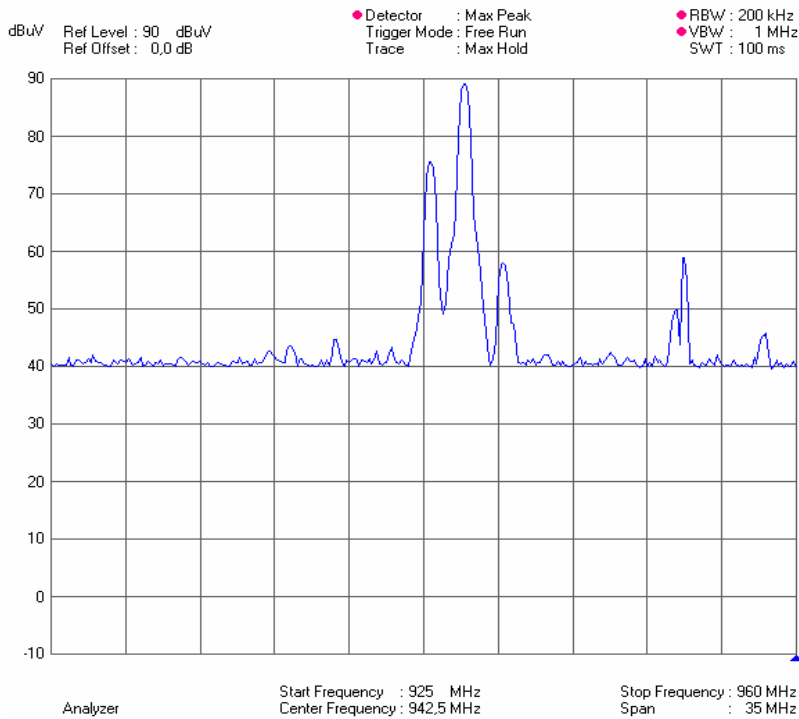
### Spektraldiagramme aus den Messungen im Testraum vom 5. Mai 2006

Die hier dargestellten Diagramme zeigen die Immissionssituation im Zustand 1 (Ausgangszustand, „Maximal-Exposition“): innenvorhang offen, Wandabschirmung (beim „Tor“) ebenfalls offen.

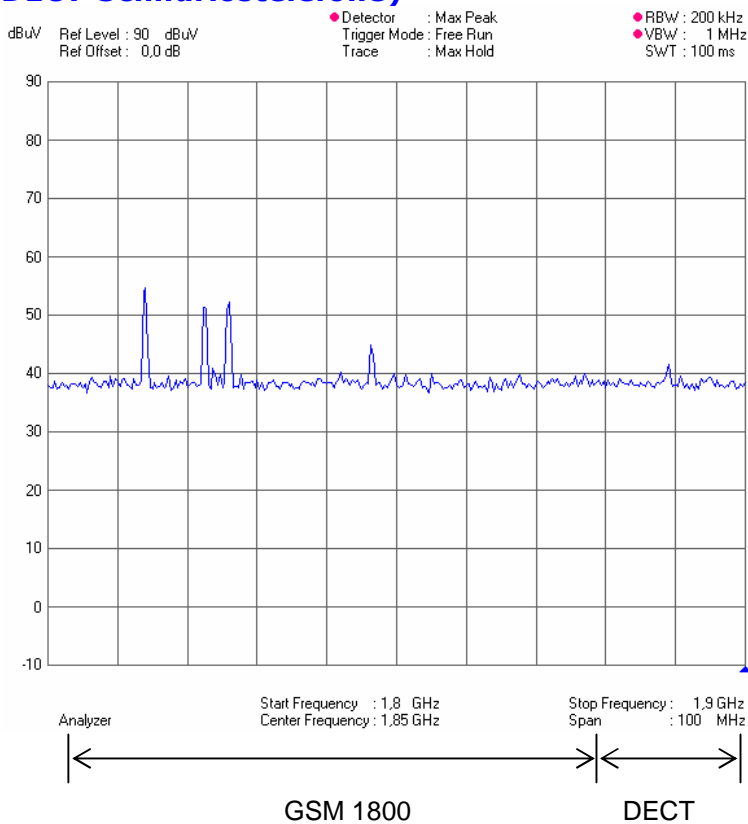
#### Spektraldiagramm 1: Übersichtsspektrum 300 MHz bis 3 GHz



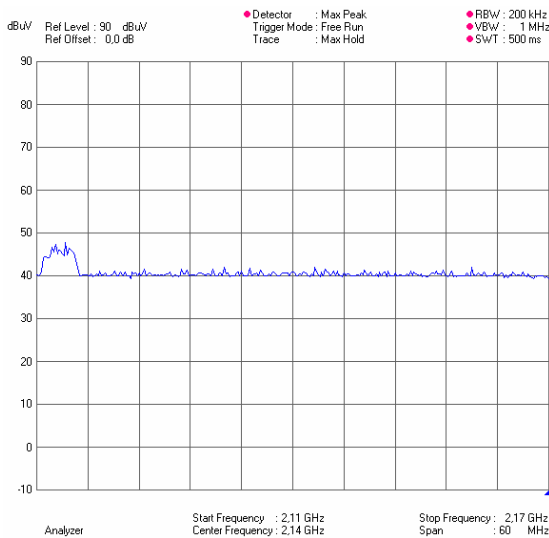
## Spektraldiagramm 2: Spektrum 925 bis 960 MHz (Mobilfunk-Basisstationen GSM 900, inkl. GSM-E)



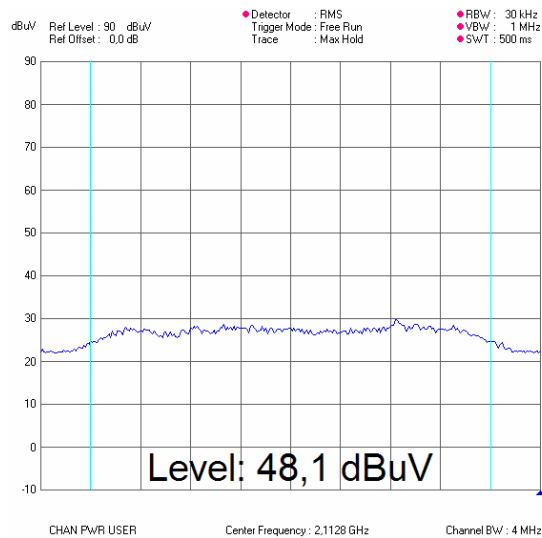
## Spektrum 1.800 bis 1.900 MHz (Mobilfunk-Basisstationen GSM 1800 und DECT-Schnurlostelefone)



## Spektrum 2.110 bis 2.170 MHz (Mobilfunk-Basisstationen UMTS)



Spektraldiagramm 2.110 bis 2.170 MHz



Channel Power Messung des Frequenzblocks bei 2.112 MHz

## 6.3. Feldstärken / Leistungsflussdichten im Feldlabor am Messpunkt

Am Messpunkt – das ist exakt die Stelle, an der sich während der biomedizinischen Messungen der Kopf der Versuchspersonen befand – lag prädominant eine Befeldung im Bereich von GSM 900 vor. Der Pegel im Bereich von GSM 900 lag dominant ca. 35-40 dB über den Pegeln der übrigen Funkdienste. Im Frequenzbereich GSM 900 waren in allen aufgenommenen Spektren beim weitaus stärksten Immittenten maximal zwei Frequenzkanäle zu erkennen (Organisationskanal plus ein lastabhängiger Verkehrskanal). Für die Hochrechnung der Maximalimmission bei voller Anlagenauslastung wurden daher zwei Frequenzkanäle zugrunde gelegt.

### 6.3.1. „Maximal-Exposition“ – Abschirmvorhänge zum „Tor“ hin geöffnet

Tabelle zu Spektraldiagramm 2: Spektrum 925 bis 960 MHz (GSM 900 incl. GSM-E) (Copyright: ANBUS-GmbH):

Funkdienst	Frequenz MHz	Pegel ohne Korrektur dB $\mu$ V	Pegel mit Korrektur dB $\mu$ V/m	Elektr. Feldstärke mV/m	Leistungs- fluss- dichte $\mu$ W/m <sup>2</sup>
GSM 900 OK*	944,40	89,20	120,54	1.064,14	3.003,71
GSM 900 OK	942,80	75,70	107,04	224,91	134,17
GSM 900	954,60	59,10	90,44	33,27	2,94
GSM 900 OK	946,20	58,10	89,44	29,65	2,33
Summe GSM 900				1.088,56	3.143,15
Min. Auslastung GSM 900 / 1 Kanal				1.088,05	3.140,22
Max. Auslastung GSM 900 / 2 Kanäle				1.538,74	6.280,43

\* OK: Organisationskanal

Reproduzierbarkeit (Abschirmvorhänge zwischen den Messungen hin und her bewegt):

Messung Nr.	Pegel ohne Korrektur bei 944,40 MHz
1	89,20 dB $\mu$ V
2	91,40 dB $\mu$ V
3	92,20 dB $\mu$ V
4	90,10 dB $\mu$ V
5	91,70 dB $\mu$ V
Mittelwert = 90,92 dB $\mu$ V (Min – Max)/2 = 1,50 dB $\mu$ V	

Die am Messpunkt vorhandene GSM 900-Gesamtfeldstärke lag also im Bereich von etwa 1100 mV/m, die zugehörige Leistungsflussdichte bei etwa 3,1 mW/m<sup>2</sup>, wenn nur der dominierende Organisationskanal aktiv war. Bei maximaler Auslastung des dominierenden Immittenten (2 Frequenzkanäle mit voller Leistung aktiv) erhöhten sich die Werte auf etwa 1500 mV/m, entsprechend etwa 6,2 mW/m<sup>2</sup>. Die Reproduzierbarkeit (Abschirmvorhänge zwischen mehreren Messungen hin und her bewegt) lag bei ± 1,50 dB (exakte Werte: Siehe oben stehende Tabelle).

Die Messungen für den Bereich GSM 1800 ergaben zum Messzeitpunkt eine Summenfeldstärke von etwa 58 mV/m, entsprechend einer Leistungsflussdichte von ca. 9 µW/µm<sup>2</sup>. Bei maximaler Auslastung mit zwei aktiven Frequenzkanälen erhöhen sich die Immissionen auf etwa 70 mV/m bzw. 13 µW/µm<sup>2</sup>.

Die Immissionen von DECT-Schnurlostelefonen lagen bei 8,5 mV/m bzw. 0,2 µW/µm<sup>2</sup>.

Von UMTS-Basisstationen war eine Feldstärke von ca. 21 mV/m bzw. eine Leistungsflussdichte von 1,14 µW/µm<sup>2</sup> messbar, bei Hochrechnung auf maximale Anlagenauslastung unter worst-case-Bedingungen erhöhen sich die Werte auf etwa 52 mV/m bzw. 7,2 µW/m<sup>2</sup>. Gemessen wurde hier der Effektivwert (RMS). Der Spitzenwert (Pos. Peak) liegt typischerweise 10 dB höher (d.h. 10-fache Leistungsflussdichte bzw. 3,16-fache Feldstärke).

### **6.3.2. „Mittlere Exposition“ – „Innenvorhang“ geschlossen, „Wandabschirmung“ offen**

Auch hier lag der Pegel im Bereich GSM 900 dominant ca. 35-40 dB oberhalb der Pegel der übrigen Funkdienste.

Die am Messpunkt vorhandene GSM 900-Gesamtfeldstärke lag jetzt im Bereich von etwa 450 mV/m, die zugehörige Leistungsflussdichte bei etwa 540 µW/m<sup>2</sup>, wenn nur der dominierende Organisationskanal aktiv war. Die Spitzenwerte lagen nun bei etwa 640 mV/m, entsprechend etwa 1076 µW/m<sup>2</sup>. Die Reproduzierbarkeit (Abschirmvorhänge zwischen mehreren Messungen hin und her bewegt) lag bei ± 1,75 dB.

Die Messungen für den Bereich GSM 1800 ergaben zum Messzeitpunkt eine Summenfeldstärke von etwa 25 mV/m, entsprechend einer Leistungsflussdichte von ca. 1,7 µW/µm<sup>2</sup>. Bei maximaler Auslastung mit zwei aktiven Frequenzkanälen erhöhen sich die Immissionen auf etwa 32 mV/m bzw. 2,8 µW/µm<sup>2</sup>.

Die Immissionen von DECT-Schnurlostelefonen lagen bei 8,5 mV/m bzw. 0,2 µW/µm<sup>2</sup>.

Im Rahmen der Empfindlichkeit der Messeinrichtung waren UMTS-Immissionen nunmehr nicht mehr nachweisbar. Die untere Nachweisgrenze für UMTS-Signale lag bei 8,2 mV/m bzw. 0,18 µW/m<sup>2</sup>.

### **6.3.3. „Minimal-Exposition“ – „Innenvorhang“ und „Wandabschirmung“ geschlossen**

Der Pegel im Bereich GSM 900 lag nunmehr dominant ca. 15-20 dB über den Pegeln der übrigen Funkdienste.

Die am Messpunkt vorhandene GSM 900-Gesamtfeldstärke lag jetzt im Bereich von etwa 70 mV/m, die zugehörige Leistungsflussdichte bei etwa  $13 \mu\text{W}/\text{m}^2$ , wenn nur der dominierende Organisationskanal aktiv war. Bei maximaler Auslastung des dominierenden Immittenten erhöhten sich die Werte auf 97 mV/m, entsprechend etwa  $25 \mu\text{W}/\text{m}^2$ . Die Reproduzierbarkeit (Abschirmvorhänge zwischen mehreren Messungen hin und her bewegt) lag bei  $\pm 2,60$  dB.

Die Messungen für den Bereich GSM 1800 ergaben zum Messzeitpunkt eine Summenfeldstärke von etwa 18 mV/m, entsprechend einer Leistungsflussdichte von ca.  $0,9 \mu\text{W}/\text{m}^2$ . Bei maximaler Auslastung mit zwei aktiven Frequenzkanälen erhöhen sich die Immissionen auf etwa 26 mV/m bzw.  $1,8 \mu\text{W}/\text{m}^2$ .

Die Immissionen von DECT-Schnurlostelefonen lagen bei 8,5 mV/m bzw.  $0,2 \mu\text{W}/\text{m}^2$ .

Im Rahmen der Empfindlichkeit der Messeinrichtung waren UMTS-Immissionen nunmehr nicht mehr nachweisbar. Die untere Nachweisgrenze für UMTS-Signale lag bei 8,2 mV/m bzw.  $0,18 \mu\text{W}/\text{m}^2$ .

### **6.3.4. Messunsicherheit**

Bezüglich der bei derartigen Messungen vorhandenen Messunsicherheit verweisen wir auf die „Messempfehlung Mobilfunk-Basisstationen (GSM)“ des ehemaligen Schweizer BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, seit 2006 umbenannt in BAFU: Bundesamt für Umwelt) und METAS (Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung), die von der akkreditierten Messgesellschaft Anbus GmbH uneingeschränkt Anwendung fanden.

Der zulässige Wert für die gesamten erweiterten Messunsicherheiten von 3,23 dB wird von der verwendeten Messeinrichtung (Spektrumanalysator, Messantennen und Antennenkabel) in allen untersuchten Frequenzbereichen unterschritten (vgl. unter Kapitel 6,5)

## **6.4. Messergebnisse für weitere physikalisch erfassbare Grundparameter am Messplatz**

Für die folgenden zusätzlich gemessenen physikalischen Grundparameter am Messplatz wurde, der Einfachheit halber, eine Kurzform der Präsentation gewählt. Folgende Messergebnisse wurden akkreditiert festgestellt:

### **6.4.1. Magnetische Gleichfelder**

Der Messwert betrug bei Mehrfach-Messungen während einer Stunde in 10 Minuten-Intervallen am 3.4.2006 einheitlich  $45,7 \mu\text{T}$ .

### **6.4.2. Niederfrequente elektrische Wechselfelder**

Die Immissionen niederfrequenter elektrischer Wechselfelder lagen unter 1 V/m. Die elektrische Feldstärke erhöhte sich am Messpunkt durch Einschalten der Deckenbeleuchtung nicht. Bei Betrieb der für die Experimente zu verwendenden biomedizinischen bzw. biophysikalischen Messgeräte (GDV, SOM, Notebooks) im Abstand von 1 m vom Messpunkt erhöhte sich die elektrische Feldstärke nicht signifikant. Auch blieb die elektrische Feldstärke unter 1 V/m.

### **6.4.3. Niederfrequente magnetische Wechselfelder**

Die Immissionen niederfrequenter magnetischer Wechselfelder lagen im Messzeitraum (3.4.06, 12:34 – 14:15 Uhr) bei durchschnittlich 42 nT, der Maximalwert betrug 57 nT. Die magnetische Flussdichte erhöhte sich am Messpunkt durch Einschalten der Deckenbeleuchtung nicht. Der Betrieb der für die Experimente zu verwendenden biomedizinischen bzw. biophysikalischen Messgeräte (GDV, SOM, Notebooks) im Abstand von 1 m vom Messpunkt erhöhte die magnetische Feldstärke nicht.

## **6.5. Verwendete kalibrierte Messgeräte und Messunsicherheiten**

Für Hochfrequenzmessungen:

Spektrumanalysatoren:

Rohde & Schwarz FSH 3 (100 kHz bis 3 GHz), SNr. 100551

Anritsu MS2651 B, SNr. MT42988 (9 kHz bis 3 GHz)

Messantenne 1: Schwarzbeck SBA 9113 (500 MHz bis 3 GHz), SNr. 161

Messantenne 2: Schwarzbeck EFS 9218 (9 kHz bis 300 MHz), SNr. 106

Messkabel: Schwarzbeck AK 9513, 5 m, SNr. 95175

Messunsicherheiten gemäß BUWAL-Empfehlung (2002) in Anlehnung an den „IEC Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (First Edition 1995) als „gesamte erweiterte Unsicherheiten“:

Bereich 30 kHz bis 300 MHz: 3,1 dB; Bereich 500 MHz bis 3 GHz: 2,7 dB.

Für magnetische Gleichfelder: Vector Magnetometer Meda FM 300A  
(Messtoleranz 20 nT, entsprechend  $\pm 0,5\%$ )

Für niederfrequente elektrische Wechselfelder:

Narda Safety Test Solutions (Wandel & Goltermann) E/M-Feldanalysatorsystem EFA-3, 5 Hz bis 30 kHz, SNr. E-0063

Narda Safety Test Solutions (Wandel & Goltermann) 3D-E-Feld-Sonde zu EFA-3, 5 Hz bis 30 kHz, SNr. G-0023

Toleranz bei Kalibrierung:  $< 1\%$  (Kalibrierungsunsicherheit:  $1\%$ ).

Für niederfrequente magnetische Wechselfelder:

Narda Safety Test Solutions (Wandel & Goltermann) E/M-Feldanalysatorsystem EFA-3, 5 Hz bis 30 kHz, SNr. E-0063

Narda Safety Test Solutions (Wandel & Goltermann) Präzisions-B-Feldsonde BN 2245/90.10 zu EFA-3, SNr. E-0017

Toleranz bei Kalibrierung:  $< 1\%$  (Kalibrierungsunsicherheit:  $1\%$ ).

## **6.6. Weitere Überwachung und Aufzeichnung von HF-Signalen**

Während, vor und nach sämtlichen Phasen, in denen Versuchspersonen auf mögliche Einflüsse von GSM-Strahlung getestet wurden, wurden die relevanten Hochfrequenz-Feldstärken mit folgenden Geräten überwacht und aufgezeichnet:

Ein Spectrum Analyzer (Rohde & Schwarz FSH 3, 100 kHz-3 GHz), SNr. 100497 war ständig in Betrieb und diente zur Überwachung eventuell auftretender für die Studienergebnisse maßgeblicher Feldveränderungen.

Für die Abschätzung der während der Untersuchungsphasen auftretenden mittleren Feldstärken, der jeweiligen Maxima und Verläufe diente ein MASCHEK Mobilfunkdosimeter ESM-140, SNr. 10151 [14]. Dieses Gerät wurde folgendermaßen verwendet: a) Am Beginn jeder Testphase wurde jeweils mit dem Dosimeter eine langsame Bewegung des Dosimeters in Form eines „Halbkreises“ mit dabei perpendicular gerichteter Empfangseinheit ausgeführt (ca. 10 sec je Bereich; von links nach rechts bewegend): In kleinem Abstand zur Stirn (etwas oberhalb der Augenbrauen), zum mittleren Bereich des Gesichtes (Nase/Mund) und zum Brustbereich (Herz) der Versuchsperson. Damit sollte erreicht werden, ungefähre Befeldungsmaxima in den entsprechenden Körperbereichen besser abschätzen zu können. Anschließend wurde das Mobilfunkdosimeter etwa 20 cm schräg oberhalb des Kopfes der Versuchsperson entfernt, mit seiner Empfangseinheit in Richtung „Einstrahltor“ weisend, fix montiert und dort während der gesamten Expositionsphase belassen. Entsprechende Daten wurden laufen aufgezeichnet, und die jeweiligen Messzeitpunkte mit händisch gesetzten Markern zuordenbar gemacht. In vorliegenden Bericht werden ausschließlich die Daten aus der durchschnittlichen Exposition je Phase dargelegt; weiterführende Analysen werden für die noch geplanten Publikationen durchgeführt.

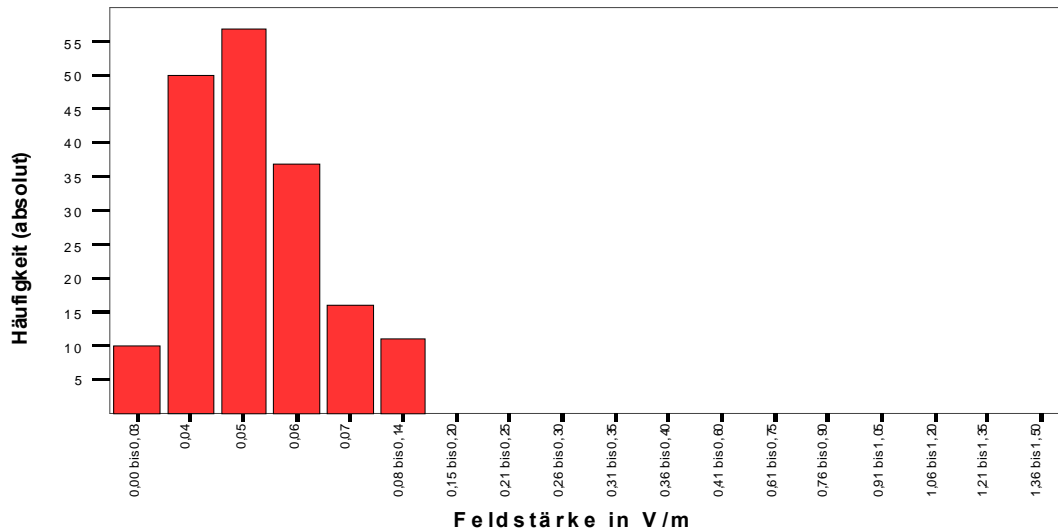
Aus den so ermittelten Daten wurden statistische Kennwerte berechnet. Zusätzlich wurden die Mediane der jeweiligen Testphasen aller Probanden, getrennt für GSM 900 und GSM 1800, in Berechnungen von Häufigkeitsverteilungen der gemessenen Feldstärken einbezogen. Wie die folgenden Histogramme zeigen, ergaben sich, insgesamt gesehen, nur relativ unwesentliche Schwankungen innerhalb der 3 Expositonsschemata. Dies konnte auch in getrennt gerechneten statistischen Analysen belegt werden, in denen z.B. die 3 „Minimalexpositionsphasen“ eines Vormittags und zwischen allen ProbandInnen hinsichtlich der gemessenen Feldstärken miteinander verglichen wurden.

Für orientierende Schnell-Überprüfungen und Abschätzungen möglicher Feldveränderungen wurde täglich mehrfach auch ein HF-Analyzer von Gigahertz Solutions Typ HF 58B-r verwendet.

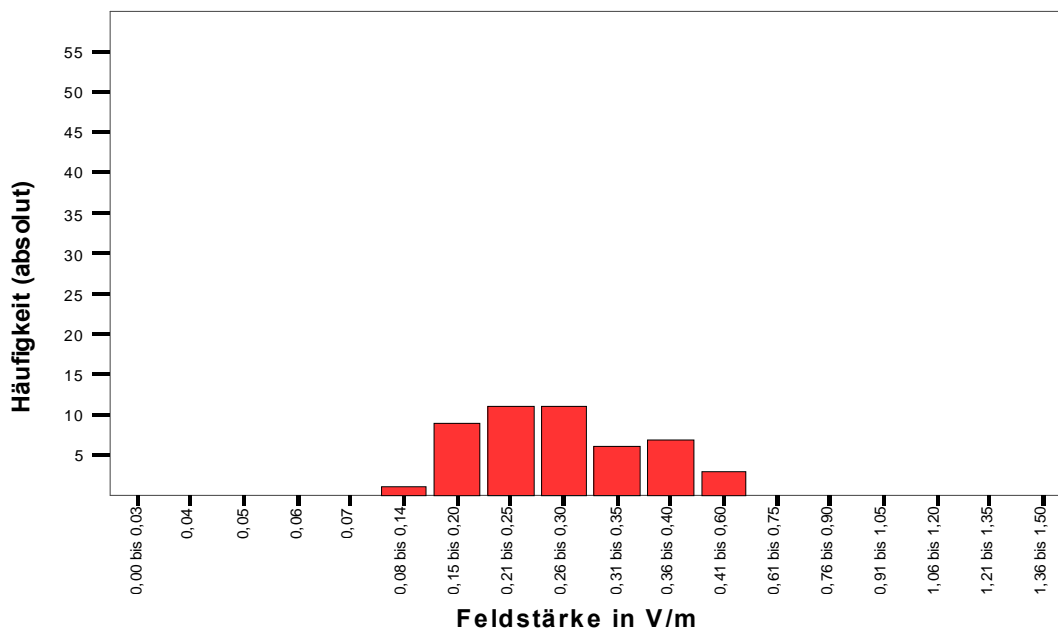
## 6.7. Häufigkeitsverteilungen der gemessenen Feldstärken-Mediane

Folgende drei Histogramme stellen Häufigkeitsverteilungen der mittels **Mobilfunk-Dosimeter** gemessenen durchschnittlichen Feldstärken-Mediane der drei verwendeten Expositionslagen für den GSM 900-Bereich dar:

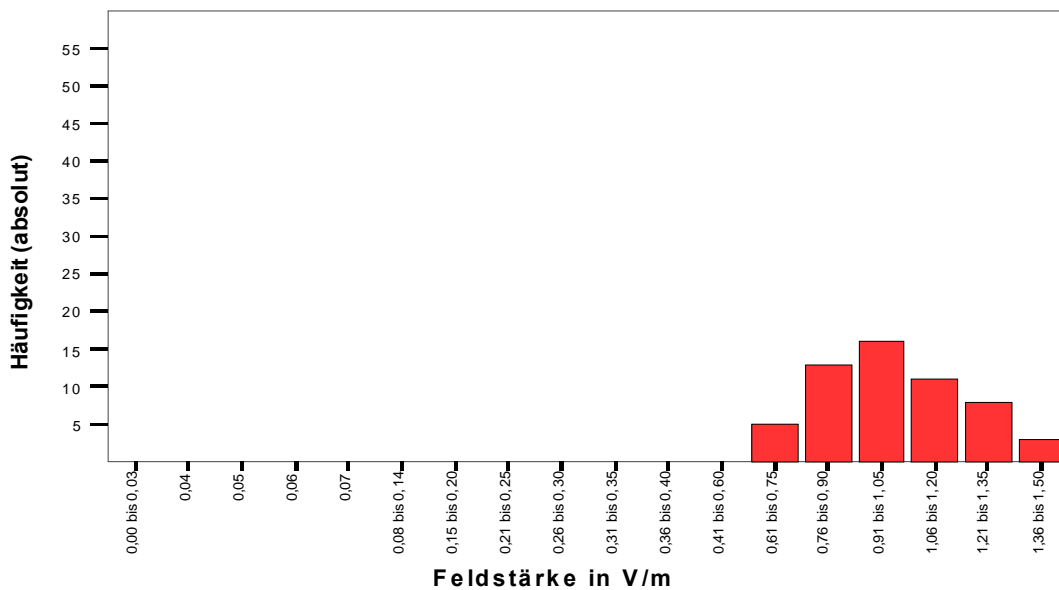
*Histogramm 1: GSM 900: Häufigkeitsverteilung der Feldstärkenmediane für **Minimalexposition***



*Histogramm 2: Häufigkeitsverteilung der Feldstärkenmediane für **Mittlere Exposition***



Histogramm 3: Häufigkeitsverteilung der Feldstärkenmediane für **Maximalexposition**:



### 6.8. Mittelwerte für GSM 900 und GSM 1800 während der Expositionsphasen

Für den prädominanten **Bereich GSM 900** wurden folgende mittlere Leistungsflussdichten der jeweiligen Expositionsphasen errechnet – wobei anzumerken ist, dass sich diese zwangsläufig etwas von den anstelle des Kopfes der Versuchspersonen von der ANBUS-GmbH / Herrn Dr. Virnich unterschieden, da das Mobilfunkdosimeter während der Expositionsphasen etwa 20 cm schräg oberhalb des Kopfes der jeweiligen Versuchsperson entfernt befand. Für die Beurteilung eventueller Leistungsflussdichteschwankungen während der Expositionsphasen aller ProbandInnen kann dieser Unterschied jedoch in Kauf genommen werden:

- Mittelwert aller Mediane aus allen „Niedrig-Expositions-Phasen“:  $6,63 \mu\text{W}/\text{m}^2$  (Maximalwert:  $38 \mu\text{W}/\text{m}^2$ )
- Mittelwert aller Mediane aus allen „Mittleren Expositions“-Phasen:  $207,96 \mu\text{W}/\text{m}^2$  (Maximalwert:  $923,34 \mu\text{W}/\text{m}^2$ )
- Mittelwert aller Mediane aus allen „Maximal-Expositions-Phasen“:  $2,44 \text{ mW}/\text{m}^2$  (Maximalwert:  $7,67 \text{ mW}/\text{m}^2$ )

Für den Bereich GSM 1800 ergaben sich folgende mittlere Leistungsflussdichten der jeweiligen Expositionsphasen:

- Mittelwert aller Mediane aus allen „Niedrig-Expositions-Phasen“:  $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$  (Maximalwert:  $2,39 \mu\text{W}/\text{m}^2$ )
- Mittelwert aller Mediane aus allen „Mittleren Expositions“-Phasen:  $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$  (Maximalwert:  $4,24 \mu\text{W}/\text{m}^2$ )
- Mittelwert aller Mediane aus allen „Maximal-Expositions-Phasen“:  $1,06 \mu\text{W}/\text{m}^2$  (Maximalwert:  $21,49 \mu\text{W}/\text{m}^2$ )

## **7. VERWENDETE BIOMEDIZINISCHE MESSGERÄTE**

- Blutdruckmessgerät: BOSO TM-2430, Bosch & Sohn GmbH u. Co, Jungingen (D)
- Biofeedbackgerät: SOM Biofeedback 8000 M (zur Aufzeichnung einiger komplementärmedizinischer Daten, s.o.)
- Gas Discharge Visualization: GDV Compact CE, KTI Latina SL
- Labor-Tischzentrifuge: Hettich „Universal 2S“, Tuttlingen (D)
- 2 Laptops (Hewlett-Packard Pavilion)

## 8. ERGEBNISSE und BEWERTUNG

### 8.1. RANDOMISIERUNGSTEST

Vorangestellt sei, dass zum Vergleich, ob zwischen den beiden Randomisierungsgruppen (Schemata 1 und 2) Unterschiede zu finden wären, der *Wald-Wolfowitz Runs Test auf Verteilungsgleichheit* durchgeführt wurde. Zwischen den Randomisierungsgruppen 1 und 2 konnte kein Unterschied nachgewiesen werden ( $p > 0.05$ ). Damit ist statistisch belegt, dass die Randomisierung gut funktioniert hat und als valide gelten kann.

### 8.2. ERGEBNISSE SPEICHELPARAMETER

Insgesamt wurden (ohne Pilotphase) 840 Speichelproben entnommen. Inklusive der nötigen Standards und Kontrollmessungen ergab dies ca. 180 gemessene Mikrotiterplatten und rund 17.000 Datenpunkte. Um diese unübersichtlich großen Massen an Einzelergebniswerten in einen überschaubaren Rahmen zu bringen, wurden die im Rahmen der Studie gemessenen individuellen Werte der Speichelparameter von jeweils 3 Entnahmezeitpunkten pro Expositions-Testphase für die unten dargestellte Auswertung für jede Expositionsphase gemittelt und auf den jeweiligen Mittelwert der ersten Phase (Minimal-Exposition) normiert, um eine bessere Vergleichbarkeit der relativen Veränderungen mit den einzelnen Expositionsphasen zu ermöglichen.

Während der Verlauf des Parameters Substanz P nur bei einem Teil der Probanden erfasst werden konnte (die Messwerte erwiesen sich teilweise als zu niedrig für eine brauchbare Quantifizierung), war die Erhebung der Parameter Amylase, Cortisol und IgA durchgängig möglich.

Die weitere Messung von TNF- $\alpha$  wurde nach Abschluss der Pilotphase eingestellt, da selbst mit dem gewählten extrem empfindlichen Nachweisverfahren (Nachweisgrenze 1,5 pg/ml!) in keiner einzigen Messprobe TNF- $\alpha$ -Konzentrationen über dieser Nachweisgrenze festgestellt werden konnten.

Als Kontrollparameter wurden zudem die Gesamtproteinkonzentration sämtlicher Proben gemessen sowie das Volumen der einzelnen Speichelproben gravimetrisch erhoben, um allfällige Effekte der Expositionsphasen auf das Volumen der Speichelsekretion zu erfassen.

#### 8.2.1. Auswertung bezüglich Ausgangssituation (Minimal-Exposition)

Bezogen auf die jeweiligen Ausgangsspiegel in der anfänglichen Phase der Minimal-Exposition zeigen die dargestellten Werte der **Expositionsschemata 1 und 2** für den Gesamtproteinspiegel, Amylase, IgA und Substanz P über den gesamten Zeit- und Expositionsverlauf keine statistisch signifikante Abweichung vom jeweiligen Ausgangsspiegel (Abb ....).

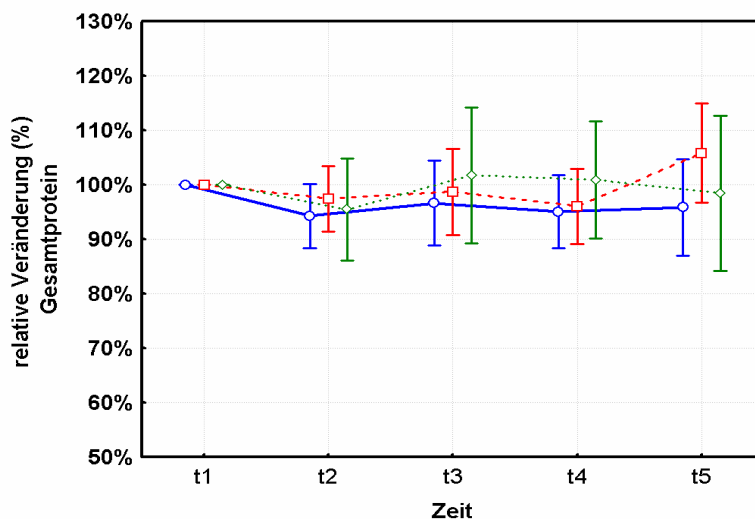


Abb.: Die Verlaufskurven der Gesamtproteingehalte ergab keinen Hinweis auf wesentliche Veränderungen im Speichel im Verlauf des Testzeitraums. Rot = Schema 1, blau = Schema 2, grün = Schema 3.

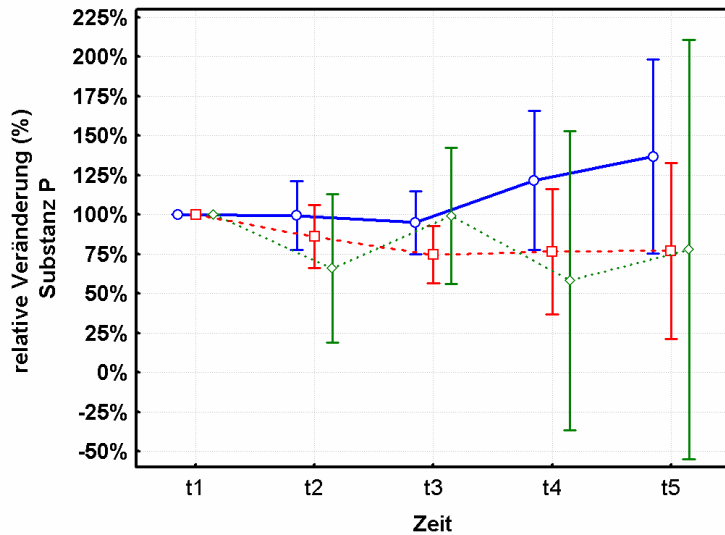


Abb.: Die Verlaufskurven der Substanz P-Gehalte der ProbandInnen von Schema 1 (rot), Schema 2 (blau) und Schema 3 (grün) ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede der Verlaufskurven über den Testzeitraum. Auffallend erscheint jedoch eine möglicherweise vorhandene überlagerte diurnale Rhythmik, die sich im Verlauf der grünen Kurve von Schema 3 auszudrücken scheint. Mögliche diurnale Rhythmen von Substanz P im Speichel wurden in der wiss. Literatur bis dato nicht berichtet, die Möglichkeit einer physiologischen diurnalen Rhythmik von Substanz P wird jedoch immer wieder diskutiert. Eine separate Kontrollstudie über mögliche Ausschüttungsrhythmen von Substanz P könnte solche Effekte klären.

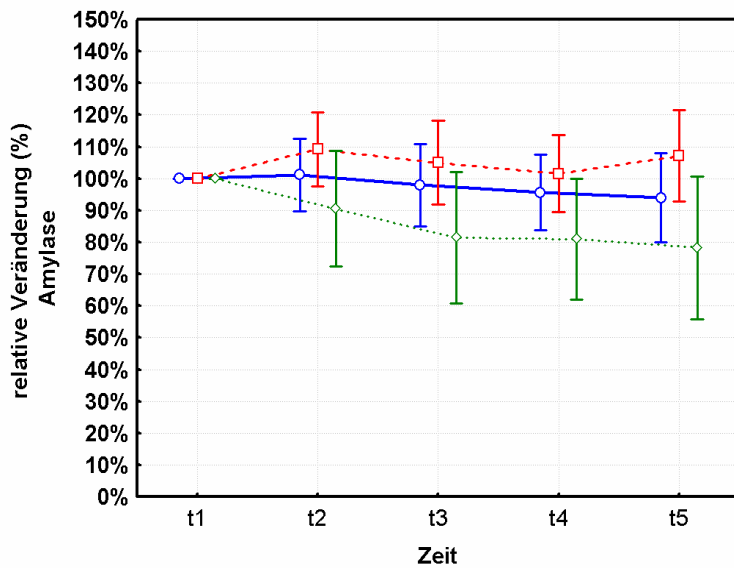


Abb.: Die statistische Auswertung der 3 Verlaufskurven der  $\alpha$ -Amylase-Gehalte aller ProbandInnen (Schemata 1, 2 und 3) ergab keine statistisch signifikanten Veränderungen der Ausschüttungslevels während des Testzeitraums. Dem Betrachter fällt jedoch eine möglicherweise physiologisch relevante Tendenz zu einer „Begradigung“ des Verlaufes der beiden Schemata 1 und 2 im Vergleich zum Schema 3 auf, während bei Schema 3 eher ein (auch in der Literatur beschriebener) diurnaler **Abfall** der Amylase-Gehalte vorhanden zu sein scheint. Rot = Schema 1, blau = Schema 2, grün = Schema 3.

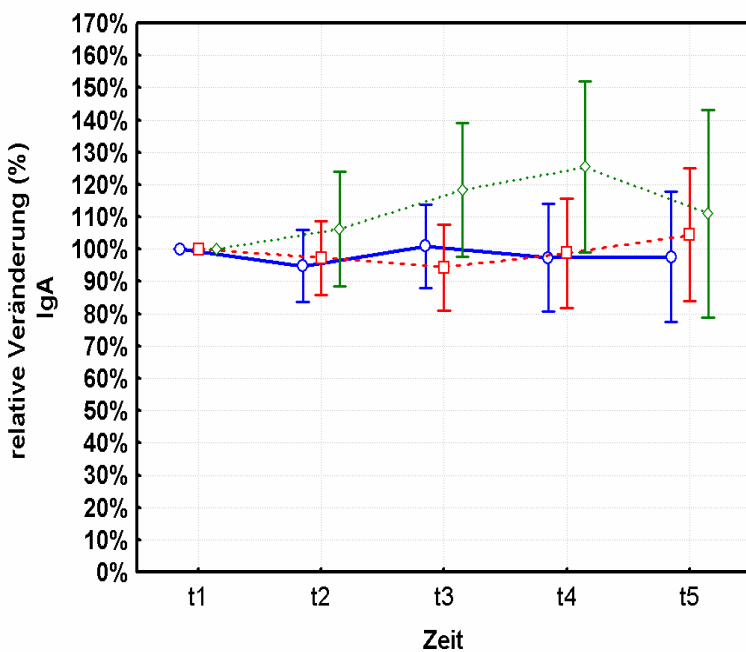


Abb.: Die statistische Auswertung der 3 Verlaufskurven der IgA-Gehalte aller ProbandInnen (Schemata 1, 2 und 3) ergab keine statistisch signifikanten Veränderungen der Ausschüttungslevels während des Testzeitraums. Dem Betrachter fällt jedoch auch hier eine möglicherweise physiologisch relevante Tendenz zu einer „Begradigung“ des Verlaufes der beiden Schemata 1 und 2 im Vergleich zum Schema 3 auf, während bei Schema 3 eher ein (auch in der Literatur beschriebener) diurnaler **Anstieg** der IgA-Gehalte vorhanden zu sein scheint. Im Vergleich zu den Amylase-Kurven (s.o.) verläuft bei IgA die grüne Kurve relativ gesehen „umgekehrt“, mit einem zusätzlich deutlich erkennbaren „Knick“ zwischen den Zeitpunkten t4 und t5 (Übergang von „Niedrig-Exposition“ auf „Voll-Exposition“), wie er sich auch, mit umgekehrtem Vorzeichen beim Cortisol-Verlauf zeigt (dort jedoch statistisch signifikant!). Rot = Schema 1, blau = Schema 2, grün = Schema 3.

Der Kurvenverlauf innerhalb von **Schema 3** (4 Phasen „Minimal-Exposition“, gefolgt von einer Phase „Maximal-Exposition“) zeigt, wie in den grünen Kurven der vorangegangenen 3 Abbildungen gezeigt, bei den beobachteten Probanden eine **abfallende Tendenz für Amylase, eine ansteigende Tendenz für IgA mit Knick in Phase 5 (am Übergang von der Minimal- zur Maximal-Exposition)**, und eine scheinbar **rhythmische Fluktuation des Substanz P-Spiegels** über den Zeitverlauf. Eine statistische Signifikanz der Abweichungen der jeweiligen Werte vom Ausgangsniveau konnte nicht nachgewiesen werden, würde aber bei höheren Probandenzahlen in Schema 3 möglicherweise zu erwarten sein.

Die **Verlaufskurven für Cortisol** aller Expositionsguppen zeigen, nach Korrektur hinsichtlich des diurnalen Drifts, eine tendenziell leichte **Zunahme des Cortisolspiegels relativ zum Ausgangsniveau, die für die ProbandInnen aller drei Expositionsschemata 1, 2 und 3 zum Zeitpunkt t5 (entsprechend der letzten der jeweils 5 Expositonsphasen je Expositionsschema) statistisch signifikant ist** ( $p < 003$ ,  $p < 0.004$  und  $p < 0.003$ ). Dieser Anstieg fällt bei Schema 3 (4 Phasen „Minimal-Exposition“, gefolgt von einer Phase „Maximal-Exposition“) **signifikant und deutlich höher aus als in Schema 2** ( $p < 0.0001$ ).

**Auffallend und statistisch signifikant ist die relative Erhöhung des Cortisolspiegels innerhalb Schema 3 von Phase 4 (Minimal-Exposition) auf Phase 5 (Maximal-Exposition)** ( $p < 0.0002$ ) sowohl in Bezug auf das Ausgangsniveau als auch auf den Mittelwert des vorangehenden Verlaufs (Minimalexposition). Alle beobachteten relativen Veränderungen liegen zwar innerhalb der normalen physiologischen Bandbreite, sind jedoch innerhalb dieser statistisch signifikant und vom physiologischen Basiswissen her gesehen beachtenswert.

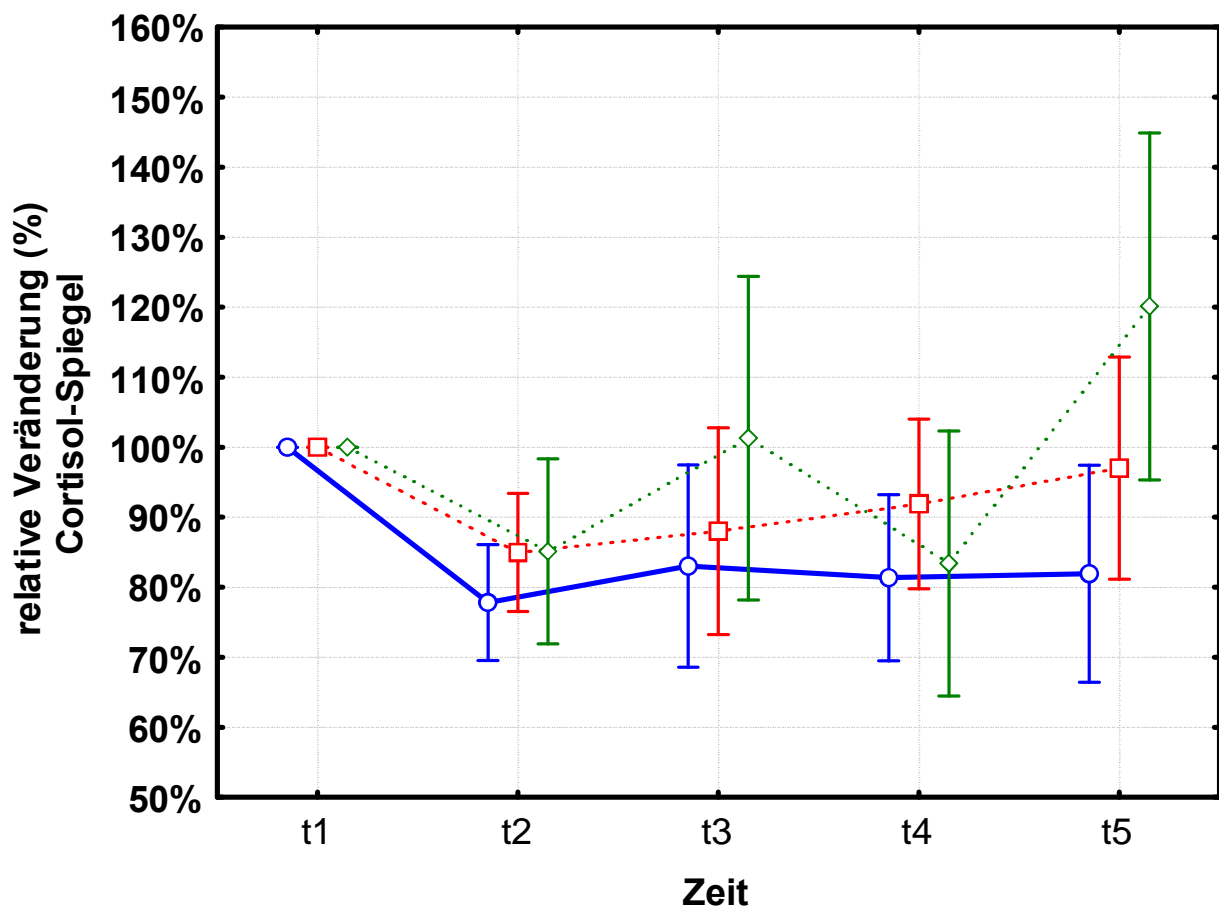


Abb.: Die statistische Auswertung der 3 **Verlaufskurven der Cortisol-Gehalte** im Speichel, ohne Korrektur nach publizierten Kurven der diurnalen Rhythmik, ergibt 2 wesentliche, möglicherweise (patho)physiologisch bedeutsame Signifikanzen: Die grüne Kurve (Schema 3) zeigt eine signifikante Änderung von Zeitpunkt t4 aus Zeitpunkt t5. Ebenso gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen t5 in Schema 2 und t5 in Schema 3. Rot = Schema 1, blau = Schema 2, grün = Schema 3.

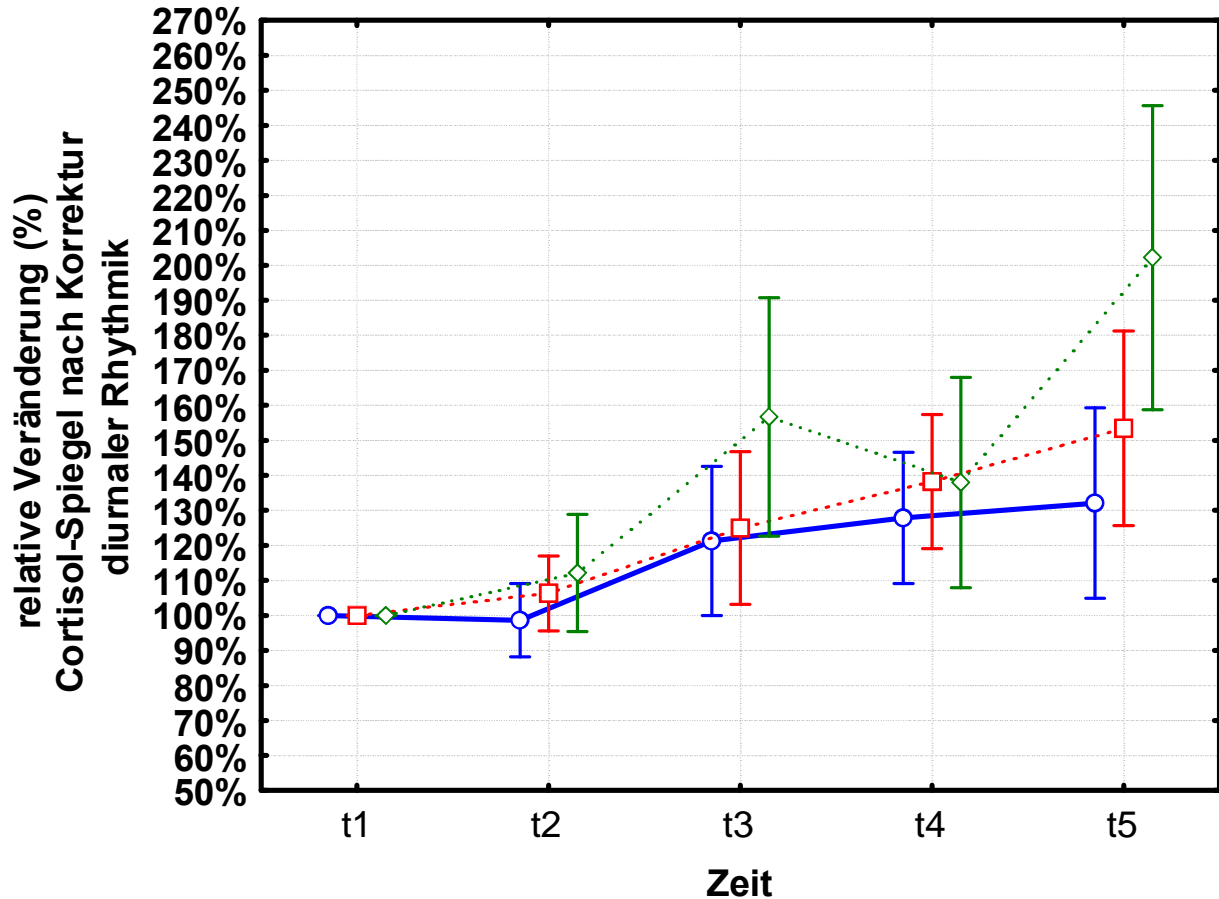


Abb.: Diese Abbildung zeigt die 3 **Verlaufskurven der Cortisol-Gehalte im Speichel nach diurnaler Rhythmik-Korrektur**. Auch hier ergeben sich 2 wesentliche, möglicherweise (patho)physiologisch bedeutsame signifikante Unterschiede: Die grüne Kurve (Schema 3) zeigt eine signifikante Änderung von Zeitpunkt t4 aus Zeitpunkt t5. Ebenso gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen t5 in Schema 2 und t5 in Schema 3. Rot = Schema 1, blau = Schema 2, grün = Schema 3.

### 8.2.2. Weitere Auswertung bezüglich Expositionsschema 3

(Der folgenden Textabschnitt verweist nochmals die entsprechenden Verlaufsdiagramme der vorhergehenden Seiten:) Da sich die Kurvenverläufe der Expositionsschemata 1 und 2 in nahezu allen Parametern zumindest tendenziell von den Verläufen in Expositionsschema 3 (4 Phasen „Minimal-Exposition“, gefolgt von einer Phase „Maximal-Exposition“) unterscheiden, wurden auch relative, auf die jeweiligen Zeitfenster bezogene und auf die jeweiligen Werte der Expositionsgruppe 4 normierte Auswertungen erstellt, die das relative Maß der zeitbezogenen Abweichung der ProbandInnen in den Expositionsschemata 1 und 2 von der nur minimal exponierten Probandengruppe in Expositionsschema 3 darstellen. Diese Art der Auswertung ergibt eine **relative Zunahme der Amylase-Aktivität** sowie eine **Abnahme des IgA-Spiegels** mit dem zeitlichen Expositionsverlauf bei den beobachteten Probanden, wobei der relative Effekt in beiden Fällen für Expositionsgruppe 1 geringfügig stärker und länger andauernd erscheint. Die dargestellten relativen Unterschiede sind jedoch in keinem Fall statistisch signifikant nachgewiesen.

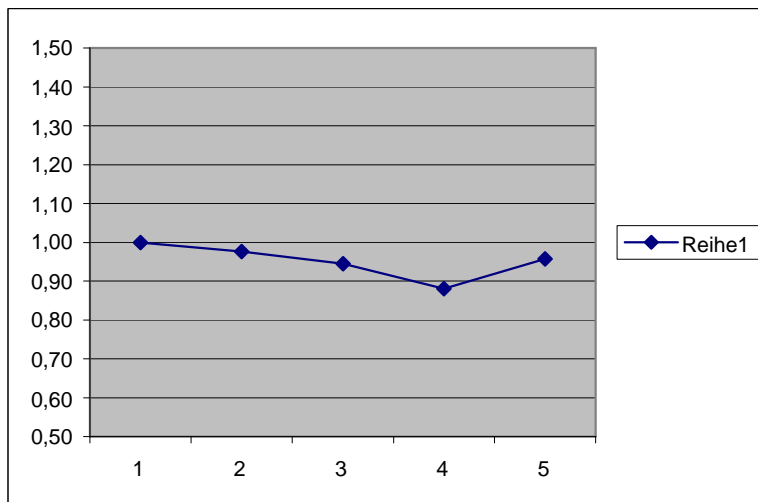
Hingegen zeigen sowohl die ProbandInnen der Expositionsschemata 1 wie auch 2 eine, ebenfalls statistisch nicht signifikante, **relative Reduktion des Cortisolspiegels gegenüber der ProbandInnengruppe aus Schema 3.**

Eine vergleichbare Auswertung für Substanz P erscheint aufgrund der in diesem Fall geringen Stichprobenanzahl (n=3) für Gruppe 4 nicht mehr sinnvoll.

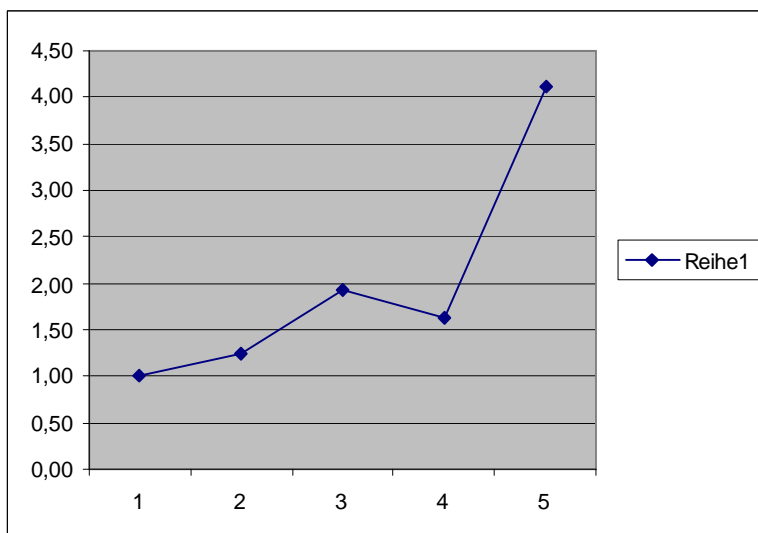
### 8.2.3. Beispiele bemerkenswerter individueller Speichelparameter-Verlaufskurven

Wie bereits angeführt, ist nicht nur die statistische Auswertung von Interesse: Da sich immer wieder auffällige individuelle Besonderheiten bei einzelnen oder auch mehreren ProbandInnen zeigen, dürfen auch diese nicht verschwiegen werden. In den folgenden Seiten soll dies durch einige Beispiele von Speichelparameter-Verlaufskurven verdeutlicht werden.

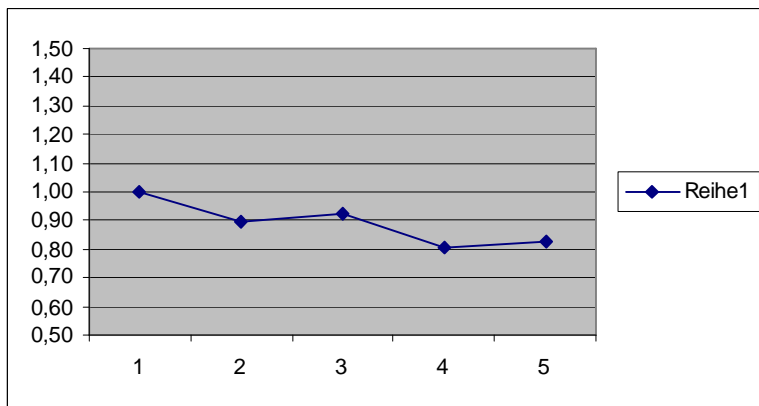
Beispiel der **Amylase-Verlaufskurve** (Schema 2) eines männlichen Probanden, in der keine erkennbare Reaktion auf Expositionen vorhanden zu sein scheint (Schwankungsbreite lediglich 12 %):



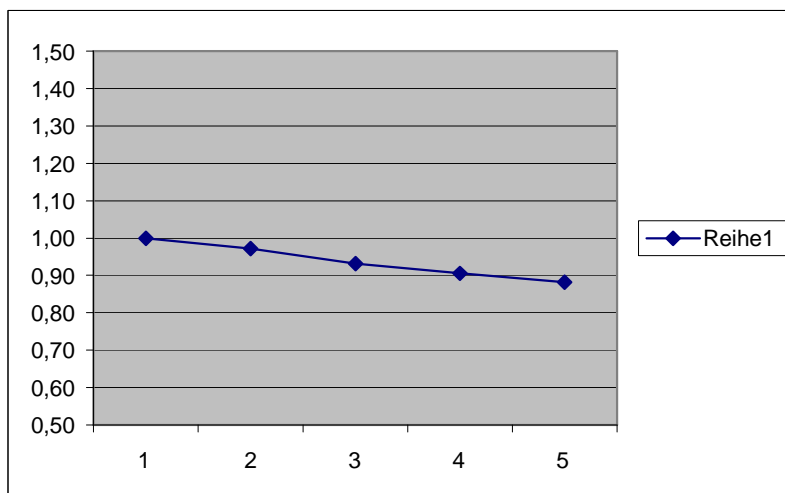
Die **Cortisol-Verlaufskurve** des gleichen Probanden zeigt jedoch eine **deutliche Reaktion** in Richtung einer verzögerten, jedoch enorm starken Stressreaktion bei t5 nach Maximal-Exposition zum Zeitpunkt t4 (Anstieg des normierten Cortisonlevels von 100 % auf über 400 %! (Verzögerte, nach Vollexposition exponential hohe Reaktion eines als „Responder“ einstuftbaren Mannes):



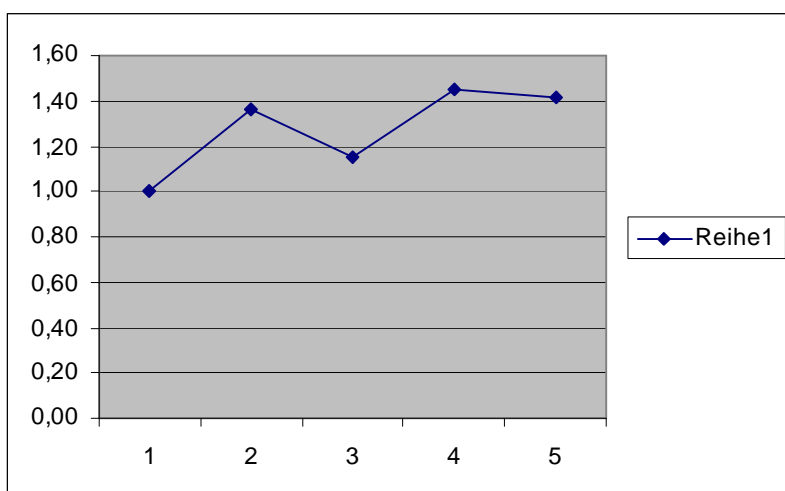
Die **Cortisol-Verlaufskurve** einer jungen Frau (Expositionsschema 2), zeigt dagegen einen völlig unterschiedlichen Verlauf: Hier entsteht eher ein Beruhigungseffekt im Sinne eines „Non-Responders“ – die Kurve verläuft nach unten, wie das auch üblicherweise am Vormittag passiert, während dies bei davor beispielhaft gezeigten Probanden offensichtlich nicht der Fall ist:



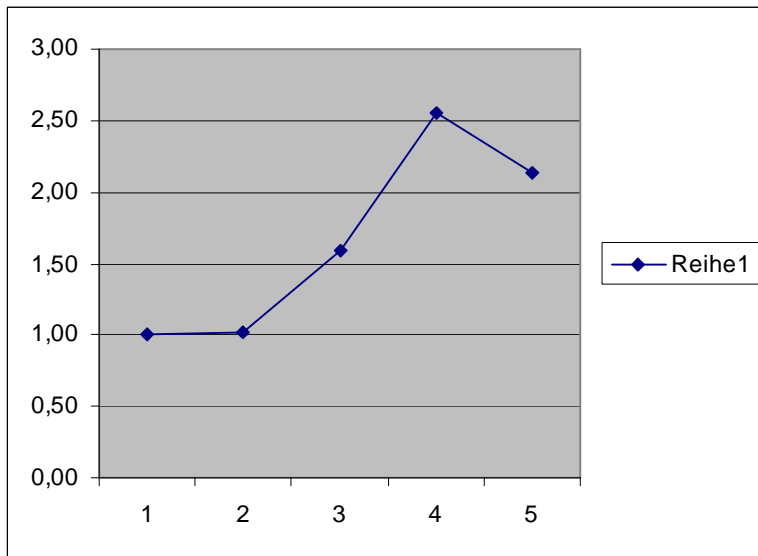
Beispiel für ein konstantes, leichtes Absinken einer **Amylase-Verlaufskurve** („Non-Responder“; Schema 2):



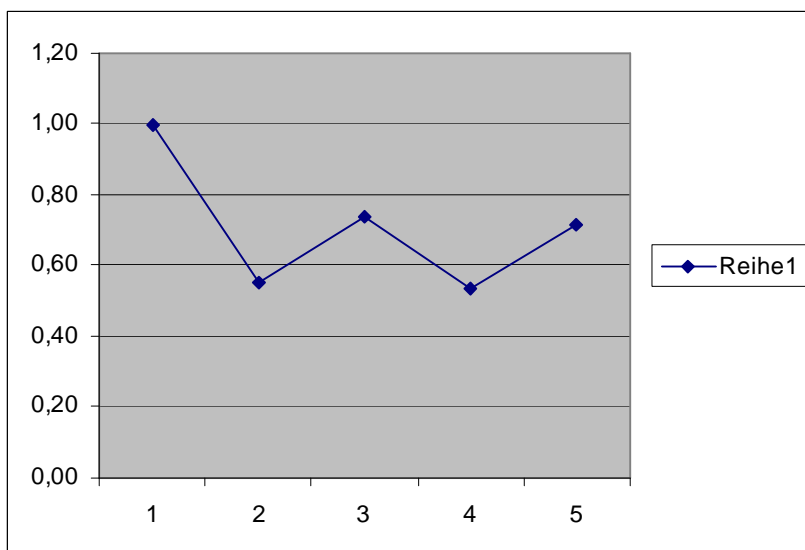
**Amylase-Verlaufskurve** einer Frau, die man als „Responder“ werten könnte (Schema 2):



**IgA-Verlaufskurve** in eines Probanden aus Expositionsschema 3 (4 x Minimaexposition, gefolgt von 1 x Maximaexposition): Es ist ein **deutlicher „Knick“** in der Kurve von t4 auf t5 zu erkennen, die Maximaexposition scheint die IgA-Produktion zu hemmen:



**IgA-Verlaufskurve** in Schema 2: Sowohl Mittlere Exposition (t2) als auch Maximal-Exposition (t4) scheinen die IgA-Ausschüttung negativ zu beeinflussen, während in den folgenden Minimaexpositionen (t3 und t4) jeweils eine gewisse Entspannung eintritt:



## 8.3. ERGEBNISSE DER BIOELEKTROGRAPHISCHEN ELEKTROPHOTONEN-STRESSANALYSE UNTER VERWENDUNG DER GAS-DISCHARGE-VISUALIZATION (GDV) TECHNIK

### 8.3.1. Statistische Analyse und qualitative Beschreibung der Gesamt-Verlaufskurven

Die **Gas-Discharge-Visualization-Technik (GDV)** kann dazu verwendet werden, bestimmte Arten unmittelbarer **Stressreaktionen** des menschlichen Körpers mit hoher Sensitivität anzuzeigen. In der vorliegenden Studie sollte auch ermittelt werden, ob diese Technik für die Detektion möglicher Reaktionen auf Kurzzeitbefeldung von ProbandInnen im Rahmen des Studiendesigns verwendet werden kann.

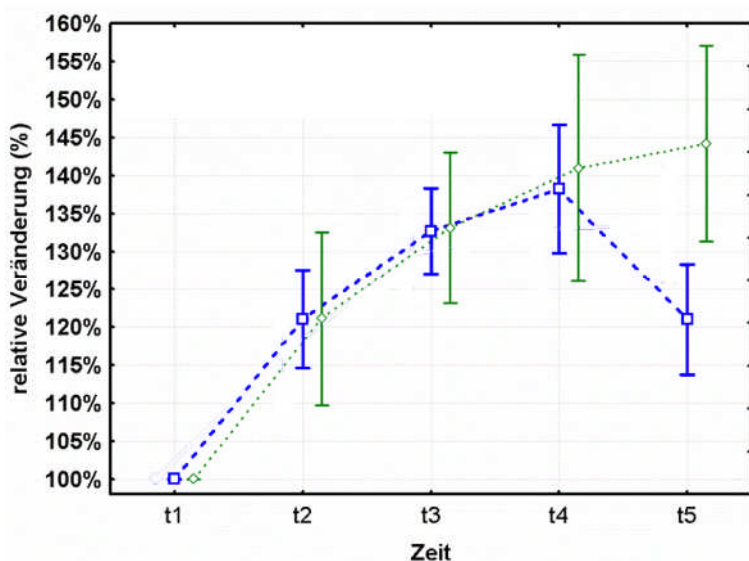
Den folgenden Auswertungen liegen jeweils mindestens **250 GDV-Einzelmessungen pro Versuchsperson** zugrunde. **Jeweils zwischen Minute 40 und 45 jeder Testphase** wurden 50 Messungen durchgeführt. Insgesamt fließen in diese Statistik daher rund 14.000 GDV-Einzelmessungen so genannter statischer GDV-Images ein (10 kV, 1024 Hz, je 10 ms; 1 GDV-Image entspricht der Summe aller Coronaentladungen je Fingerkuppe über eine Zeitspanne von 0,5 s). Die Voranalyse und Computer-Bildanalyse wurde mit den Softwarepaketen „**GDV Image Capture**“ und „**GDV SciLab**“ durchgeführt. Von jeder Messperiode wurden statistische Grundkennwerte (Mittelwert, Median, Minimum, Maximum, SD, SEM, Häufigkeitsverteilungen, Prüfung auf Gaußschen Kurvenverlauf) durchgeführt.

Alle folgenden Statistiken wurden mit Hilfe der Software **STATISTICA 6.1** berechnet bzw. analysiert, Zeitreihendarstellungen wurden auch mittels **SPSS 10** durchgeführt. Die Area-of-Glow-Mittelwerte und/oder Mediane wurden mittels **Friedmann ANOVA** (Varianzanalyse) mit Messwiederholungen und einem fixen Faktor (*repeated measures ANOVA with one fixed factor*) ausgewertet, die einzelnen Faktorstufen mittels **Post-hoc Tests** verglichen. Zum Vergleich der einzelnen abhängigen Messzeitpunkte wurden **Wilcoxon-Matched-Pairs-Tests** durchgeführt. Insgesamt wurden auch hier p-Werte von kleiner als 5% als statistisch signifikant angesehen. Es wurde sowohl mit reell erhaltenen GDV-Glow-Image-Datengrößen, als auch mit Methoden der Level-Normierung gerechnet.

Beim Vergleich der verschiedenen Messzeitpunkte mit den normierten Rohdaten (Anfangs-Wert auf 100 %) zeigten sich einige signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Testphasen:

- Im *Schema 2* zeigen sich bei den Vergleichen jeder Phase mit der jeweils darauf folgenden Phase **signifikante Unterschiede**.
- Im *Schema 1* zeigt sich ein **signifikanter Unterschied** beim Vergleich zwischen Niedrig-Exposition und Voll-Exposition

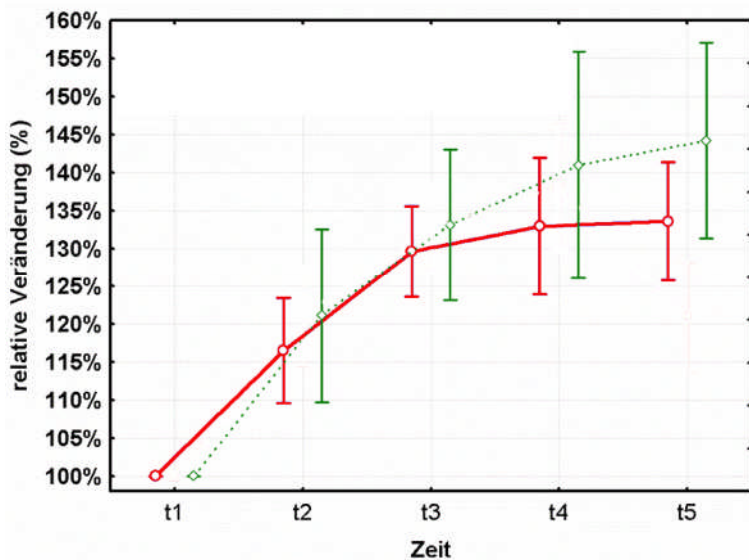
Die folgenden Graphiken zeigen Vergleiche der GDV-Zeitreihe-Messwerte der 3 Experimentalschemen, jeweils normiert auf 100 %:



Die obere Graphik zeigt einen **Vergleich der zeitlichen GDV-Glow-Image-Area-Veränderungen zwischen den Expositionsschemata 2 (blau) und 3 (grün)**: Augenfällig in der blauen Kurve (Schema 2) ist ein (im Vergleich zu Schema 3 (grün)) statistisch signifikanter „Knick“ in Richtung erhöhtem Stress bei der blauen Kurve, der möglicherweise eine verzögerten Reaktion auf die Maximalexposition zum Zeitpunkt t4 anzeigen könnte.

Die Reaktion von t4 auf t5 bei der ProbandInnengruppe aus Schema 3 in genau entgegengesetzter als erwarteter Richtung ist uns derzeit

noch nicht schlüssig erklärbar; wenn die Hypothese einer verzögerten Reaktion jedoch stimmen sollte, wäre ein „Knick nach unten“ auch hier erst nach einer weiteren Stunde Untersuchungsdauer festzustellen gewesen (Für die Probanden wäre eine weitere Verlängerung der Tests jedoch nicht mehr zumutbar gewesen.)



Die Graphik links zeigt einen **Vergleich der zeitlichen GDV-Glow-Image-Area-Veränderungen zwischen den Expositionsschemata 1 (rot) und 3 (grün)**: Insgesamt ist auch hier wieder gut zu erkennen, dass die Verlaufskurven bei beiden Experimentalschemata 1 und 2 im Vergleich zum Schema 3 (Niedrigexpositions-„Kontrolle“ mit abschließender Vollexposition) zu eher niedrigeren GDV-Werten tendieren.

Aus den beiden Diagrammen ist auch zu ersehen, dass die Probanden allesamt eine Art **„Lern- und Gewöhnungsphase“** durchmachen

dürften, die in Summe erst nach Stunden zu einer Art Plateau führen dürfte. Dieses Plateau liegt im untersuchten Zeitrahmen bei den ProbandInnen aus Schema 1 (rote Kurve) deutlich niedriger (= erhöhter Stress) als bei jenen aus Schema 3. Der „Anfangsstress“ (erster GDV-Wert) könnte unter Umständen auch abhängig davon sein, was die Probanden auf dem Weg von der eigenen Wohnung zum Feldlabor erlebt haben (z.B. „Stau“ versus „staufreie Anreise“ etc.) von einer Reihe anderer denkbarer Faktoren. Es liegt in der Natur der Sache, dass sich diese Aspekte jedoch nur relativ lückenhaft eruieren lassen.

An den in den beiden GDV-Verlaufsgraphiken gezeigten Kurvenverläufen ist auch deutlich zu erkennen, dass eine eventuell anfänglich vorhandene „Untersuchungsangst“ mit der Zeit zu weichen scheint, was sich in einer mit der Zeit zunehmenden Erhöhung des GDV-Area-of-Glow-Parameters äußert, die als eine Form von Entspannung der ProbandInnen in allen Experimentalgruppen gedeutet werden kann. Es findet sicherlich eine Art Gewöhnung an die Versuchsbedingungen (das Vorhandensein vieler Messgeräte, des EMF-Dosimeters, die Speichelentnahmen, die relative räumliche Enge im Feldlabor, die vielen Filter- und Placebovorhänge etc.) statt. Es ist auch der Schluss denkbar, dass sich im Kurvenverlauf – vielleicht überlagert - diurnale Verläufe widerspiegeln. Im Falle von GDV gibt es jedoch bis heute keine Literatur über etwaige rhythmische chronobiologische Verläufe des Area-of-Glow-Parameters, und auch wir konnten dies bis heute nicht lückenlos klären, da dafür wiederum eine eigene systematische Testreihe an zumindest 100 ProbandInnen ohne Beeinflussung durch externe Noxen durchgeführt werden müsste.

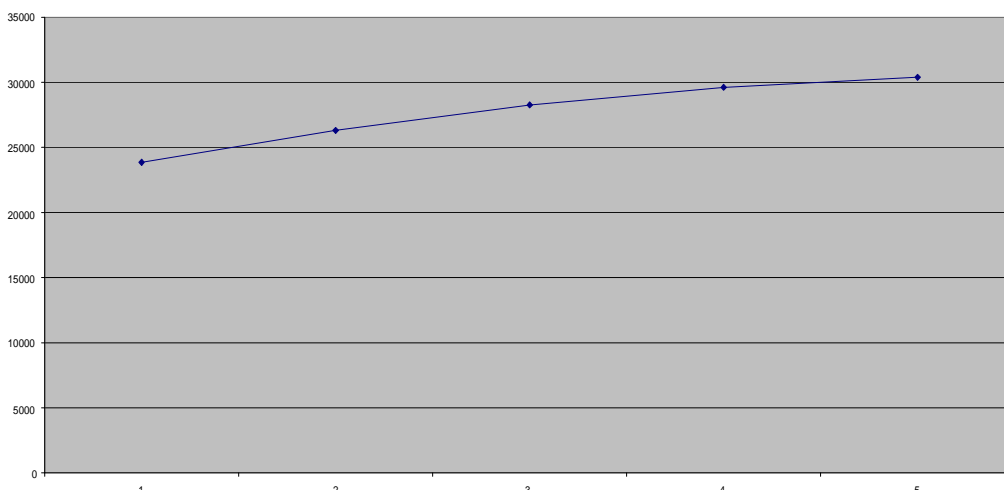
Unterschiede einzelner Individuen in Bezug auf „physiologisches Coping“ und individuelle psychosomatische Wesensmerkmale dürften ebenfalls eine Rolle spielen.

### 8.3.2. Beispiele bemerkenswerter individueller GDV-Area-of-Glow-Verlaufskurven

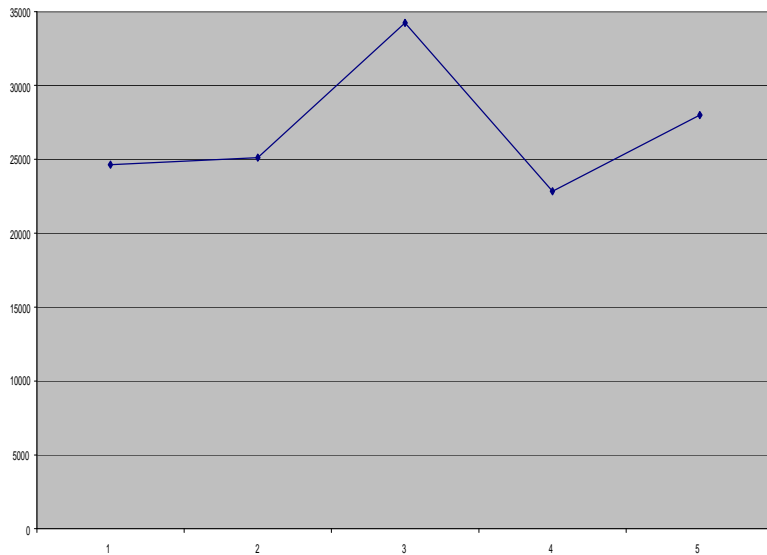
Wie schon bei den untersuchten Speichelparametern existieren auch hier immer wieder **deutlich sichtbare individuelle Unterschiede**, aus denen man auf das mögliche Vorhandensein von „Respondern“ und „Non-Respondern“ in Bezug auf die untersuchten Parameter schließen könnte:

Die Einzel-Analyse von Verlaufskurven des Area-of-Glow-Parameters in Bezug auf die jeweilige EMF-Exposition zeigt bei einigen Probanden mehr oder minder deutliche Zuordenbarkeiten der Area-of-Glow-Werte zu den verschiedenen Expositionsphasen; bei anderen Probanden ist das überhaupt nicht oder manchmal auch nur undeutlich nicht der Fall. Im Vergleich zu anderen Studien, die von uns mit GDV über geopathische Störzonen schon früher durchgeführt worden sind [127], ist die interindividuelle Variabilität einer durch GDV möglicherweise angezeigten „Stressreaktion“ bei den gewählten GSM-Feldstärken und Versuchsbedingungen augenscheinlich sehr viel größer als angenommen.

*Folgende Beispielkurve zeigt den zeitlichen Verlauf einer GDV-Area-of-Glow Kurve eines – auf diesen Parameter bezogenen – „Non-Responders“:*

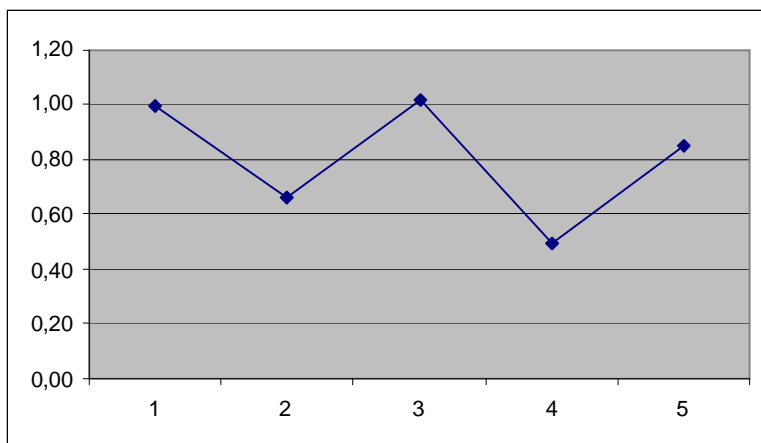
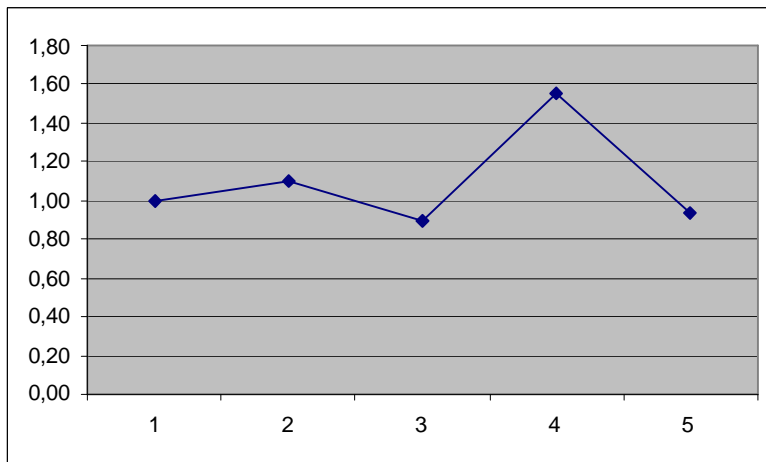


Die folgenden 3 Verlaufsdiagramme stammen von ein und derselben Patientin und geben den zeitlichen Verlauf der Parameter GDV, Cortisol und Substanz-P wieder. Die Patientin fiel insbesondere durch ihr hohes Übergewicht (MBI=44) auf und könnte in Bezug auf die gewählten Bedingungen und Testparameter als eine ausgeprägte „Responderin“ gewertet werden:



**GDV-Verlaufskurve** einer in Hinblick auf die untersuchten Parameter unter den gewählten Versuchsbedingungen als „Responderin“ gewerteten Probandin.

Das folgenden beiden Diagramme zeigen zum direkten Vergleich zu GDV (oben) die dazu gegenläufig verlaufende Cortisol-Verlaufs-Kurve (mittleres Diagramm) und die Substanz-P-Kurve (unteres Diagramm) derselben Versuchsperson. (Substanz P sollte jedoch wegen der dabei sehr wahrscheinlich stark überlagerten chronobiologisch nicht im Detail bekannten) diurnalen Rhythmik mit Vorbehalt behandelt werden).



Wie bei dieser Probandin möglicherweise angezeigt, könnten bestimmte Lebensstilfaktoren eine Rolle dabei spielen, ab welcher Exposition eine Person als „Responder“ oder als „Non-Responder“ reagiert.

## 8.4. ERGEBNISSE PSYCHOLOGIE

Zahlreiche Studien im EMF-Bereich verweisen auf psychosomatische und psychologische Erklärungsansätze, ohne allerdings auf entsprechende Daten zurückgreifen zu können. In dieser Studie wurde versucht diesem Defizit Rechnung zu tragen. Folgende Fragen standen im Vordergrund:

- Gibt es Auswirkungen der jeweiligen Expositions-Stärke auf die Befindlichkeit (am Ende jeder Phase durch den MDBF, ein entsprechendes Fragebogenverfahren erhoben)?
- Welche Aussagen lassen sich im Bezug auf Elektrosensitivität machen? Gibt es Zusammenhänge zwischen dem Merkmal Elektrosensitivität und psychischen Parametern?
- Risikowahrnehmung: Gibt es Zusammenhänge zwischen der Intensität der EMF-Gesundheitsbesorgnis und psychischer Befindlichkeit, Nutzung des Mobiltelefons, Beschwerdescore, situativer Ängstlichkeit? Auf welche EMF-Quellen beziehen sich etwaige Befürchtungen am stärksten?

### 8.4.1 Befindlichkeit: Vor der Testung/während den verschiedenen Expositionen

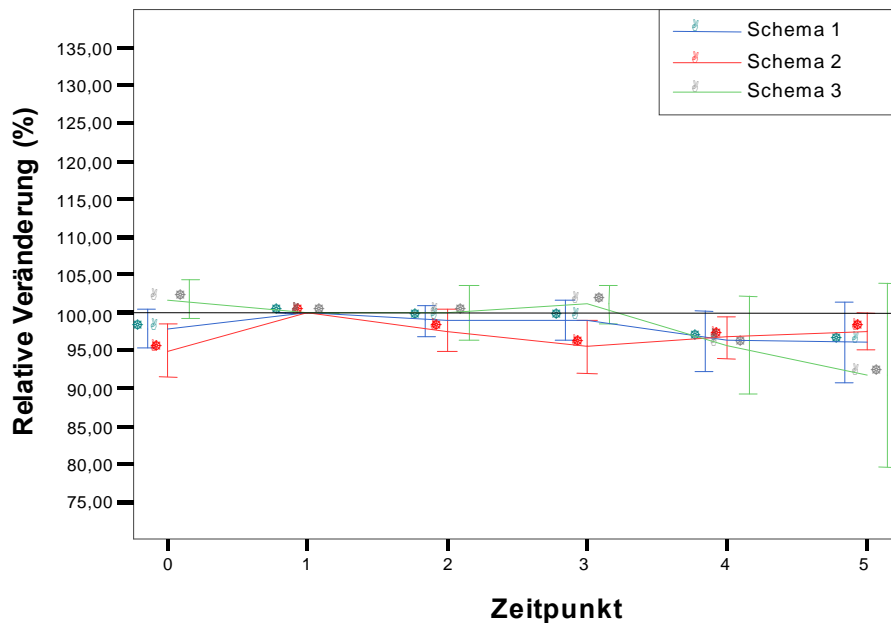
Der psychologische Parameter „Befindlichkeit“ wurde mittels Mehrdimensionalem Befindlichkeitsfragebogen erfasst (MDBF), der drei Skalen mit jeweils zwei Polen beinhaltet: (1) Gute vs. Schlechte Stimmung, (2) Wachheit vs. Müdigkeit, (3) Ruhe vs. Unruhe.

Der kurze Fragebogen wurde von den Probanden vor den Testungen und am Ende jeder Phase (5 Phasen), also insgesamt 6mal bearbeitet. Damit wurde die Befindlichkeit während des gesamten Experiments dokumentiert (Verlaufsmessung). Geht man von **kurzfristigen** Auswirkungen der hier verwendeten EMF-Befeldungen aus, ist durch diese Vorgangsweise auch eine direkte Zuordnung von Befindlichkeitsscores zu einer bestimmten Expositionsphase möglich.

Die Auswertung der Daten wurde sowohl mit den absoluten Zahlenwerten als auch mit normierten Werten (also relative Unterschiede) vorgenommen. Bei letzteren wurde auf die zweite Messung, also die Befragung in der ersten Phase des Experiments normiert. Zu diesem Zeitpunkt haben die Probanden den Fragebogen schon einmal ausgefüllt und gleichzeitig haben sie bei Minimal-Exposition nach einer Stunde die Anfangsnervosität wohl abgelegt.

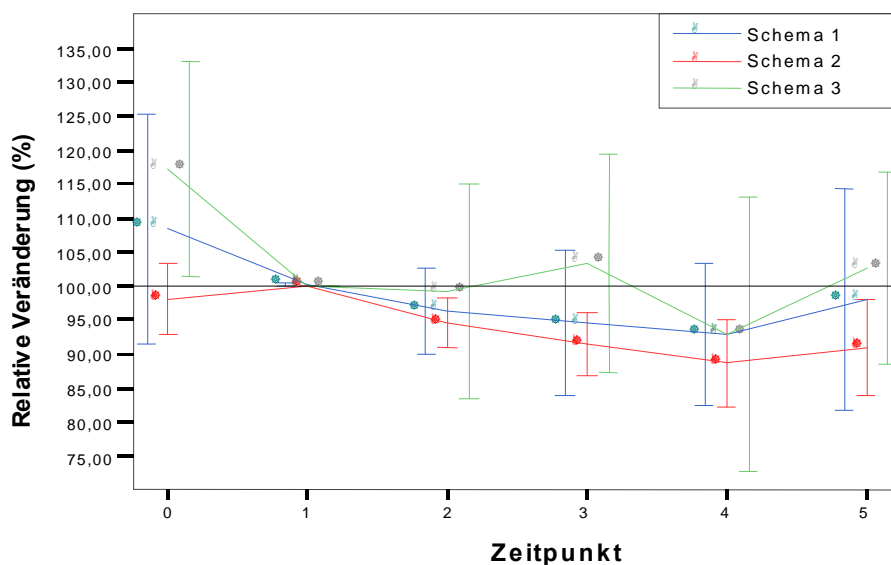
*Gute vs. Schlechte Stimmung:* Die univariate Varianzanalyse ergab keinen signifikanten Einfluss des Zeitfaktors und des Schemas. Wesentlich für die Frage, ob sich die Expositions-Höhe auf die Befindlichkeit auswirkt, wäre eine Interaktion zwischen den beiden Faktoren. Diese ist ebenfalls nicht signifikant.

Grafik 1: Befindlichkeit: Skala GUTE VS. SCHLECHTE STIMMUNG, relative Veränderung zu Phase 1.



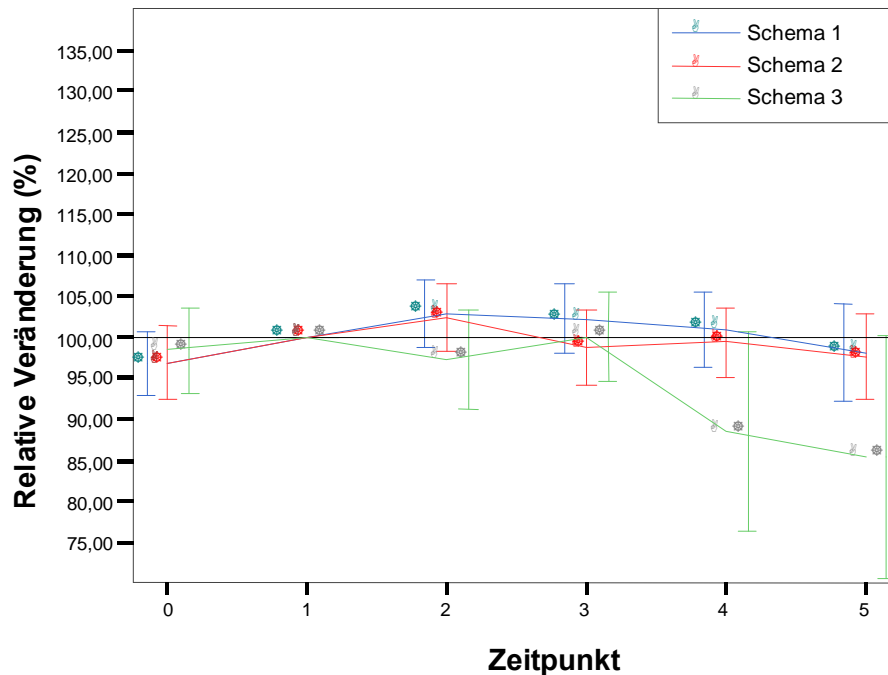
**Wachheit vs. Müdigkeit:** Diese Skala weist einen signifikanten Einfluss des Zeitfaktors ( $p=.002$ ) auf. Die Einzelvergleiche zeigen, dass die Probanden anfangs ausgeruhter sind als gegen Ende hin. Erst in der letzten Phase zeigt die Tendenz wieder ganz leicht nach oben. Geht man von absoluten Punktwerten aus, zeigt sich, dass Probanden aus Schema 2 im Durchschnitt „wacher“ oder ausgeruhter sind als in den beiden anderen Schemata. In der Analyse mit den normierten Daten sieht man allerdings, dass die Verläufe der beiden großen Gruppen (Schema 1 und 2) sehr ähnlich sind.

Grafik 2: Befindlichkeit: Skala WACHHEIT VS. MÜDIGKEIT, relative Veränderung zu Phase 1:



*Ruhe vs. Unruhe:* Lediglich der Zeitfaktor ist mit  $p=.004$  signifikant. Bringt man die Einzelvergleiche auf den Punkt, heißt das: Die Anfangsunruhe wird schrittweise bis zur zweiten Phase abgebaut, steigt aber gegen Ende hin wieder.

*Grafik 3: Befindlichkeit: Skala RUHE VS. UNRUHE, relative Veränderung zu Phase 1*



Die gefundenen Veränderungen lassen sich – über die gesamte Stichprobe gesehen – **nicht** schlüssig auf **bestimmte Expositionshöhen** zurückführen. Weiters wurden für Schema 1, 2, 3 jeweils getrennt Varianzanalysen und Einzelvergleiche durchgeführt. Auch hier können **signifikante Befindlichkeitsveränderungen** zwischen den Messzeitpunkten **nicht** auf bestimmte **Expositionshöhen** zurückgeführt werden. Es zeigt sich auch kein signifikanter korrelativer Zusammenhang zwischen Expositionshöhe und Befindlichkeitsscores.

Die Veränderungen der Befindlichkeit während des Vormittags lassen sich vermutlich zum Großteil mit dem normalen Befindlichkeitsverlauf über einen solchen Zeitraum (mit Rücksicht auf die besondere Umgebung einer solchen Untersuchung) erklären. Zwar sind normierte Verläufe von Fragebogenmessungen in diesem Bereich Mangelware, doch zeigt der Forschungsbericht von Schallberger [137] ein ähnliches Bild. Sein Tagesverlauf der positiven Aktivierung – am ehesten mit guter Stimmung vergleichbar – steigt bis etwas 10 Uhr an, ab 11 sinkt er langsam. Betrachtet man den Gesamtverlauf in der Skala Gute vs. Schlechte Stimmung haben wir die gleichen Trends.

Diesen Analysen zufolge können die Befindlichkeits-Veränderungen **nicht direkt** auf die jeweilige **EMF-Belastung** zurückgeführt werden. Diese Erkenntnisse beziehen sich allerdings auf die **Gesamtstichprobe** (Auswirkungen auf Einzelne können leicht überdeckt worden sein) und auf die Unterstellung **kurzfristiger** Auswirkungen.

## 8.4.2 Befindlichkeit während Maximal-Exposition

In einer Regressionsanalyse wurde untersucht, welche Faktoren für die Vorhersage der **Befindlichkeit während der Maximal-Exposition** am wesentlichsten sind, d.h. welche der ausgewählten Faktoren den engsten Zusammenhang mit der Befindlichkeit des Probanden während der Vollexposition aufweisen. Diese Berechnungen wurden aus zwei Gründen durchgeführt:

**Elektrosensitivität:** Personen, die angeben Beschwerden aufgrund von Mobilfunkstrahlen zu erleiden, sollten während der Vollexposition schlechteres Befinden zeigen. Statistisch wäre in diesem Fall ein negativer Zusammenhang zwischen Elektrosensitivität und Befindlichkeit zu erwarten.

**EMF-Gesundheitsbesorgnis:** Personen mit höherer Besorgnis Symptome aufgrund von Exposition zu generieren, könnten eher schlechtere Befindlichkeit aufweisen (während des gesamten Experiments, das sie ja nicht wissen wann Exposition ist) als Personen mit niedriger Besorgnis. Auch hier müsste sich eine negative Korrelation zwischen EMF Gesundheitsbesorgnis und Befindlichkeitsscore während Maximal-Exposition zeigen.

Beide Vermutungen bestätigen sich – wie **Tabelle 1** zeigt – nicht.

*Tabelle 1. Vereinfachte Darstellung Prädiktoren für Befindlichkeit bei Vollexposition:*

	Gut/Schlecht			Wachheit/Müdigkeit			Ruhe/Unruhe		
	Part-r	t	p	Part-r	t	p	Part-r	t	p
Geschlecht	.062	.372	.712	-.218	-1.338	.189	-.070	-.422	.675
Alter	.067	.406	.687	-.079	-.476	.637	.204	1.250	.219
Schema	-.141	-.855	.398	-.276	-1.725	.093	-.317	-2.008	.052
E-sensitivität	-.060	-.363	.718	.227	1.399	.170	.141	.852	.400
Ängstlichkeit*	-.263	-1.636	.111	-.002	-.015	.988	-.356	-2.284	<b>.028</b>
Beschwerden*	.075	.451	.654	.118	.716	.479	-.045	-.269	.789
Besorgnis EMF*	-.047	-.280	.781	.349	2.234	<b>.032</b>	.140	.849	.402
Psych.Belastung*	-.113	-.684	.498	-.371	-2.394	<b>.022</b>	-.039	-.236	.815
Befindlichkeit Abschirmung (t1)	.421	2.786	<b>.008</b>	.579	4.259	<b>.000</b>	.536	4.084	<b>.000</b>

Anmerkungen: Part-r = Partialkorrelationen (Korrelationsrechnung, bei der der Einfluss dritter Variablen bereinigt wurde); t-Wert = Ergebnis des Signifikanztests; p = Signifikanz, angenommenes Signifikanzniveau ist **p=.05**, alle signifikanten Werte sind **fett** markiert.

\*) Ängstlichkeit = Situative Ängstlichkeit (STAI), Beschwerden = Beschwerdenlisten-Score, Besorgnis EMF = Summenscore EMF-Gesundheitsbesorgnis bezüglich Symptome, Psych.Bel. = Psychische Belastung.

Der einzige Faktor mit Vorhersagewert ( $p=.008$ ) für **gute/schlechte Stimmung** während der Vollexposition ist der Befindlichkeitsscore zum Zeitpunkt der Minimal-Exposition (also während der ersten Phase des Experiments). Dieser Zusammenhang zeigte sich bei den Skalen **Wachheit/Müdigkeit** und **Ruhe/Unruhe** noch ausgeprägter ( $p=.000$ ).

Das bedeutet: je besser die Befindlichkeit zum Zeitpunkt der Minimal-Exposition war (je besser die Stimmung, wacher, ruhiger), desto eher ist auch mit einem höheren Befindlichkeitsscore (= besser, wacher, ruhiger) während der Maximal-Exposition zu rechnen.

Interessanter sind allerdings die drei anderen signifikanten Prädiktoren in den Skalen Wachheit/Müdigkeit und Ruhe/Unruhe:

- Je höher die **psychische Belastung** beim Probanden, desto **müder** war er während der Vollexposition ( $r=-.371$ ,  $p=.022$ ).
- Je höher die **EMF-Gesundheitsbesorgnis**, desto **wacher** war der Proband während der Vollexposition ( $r=.349$ ,  $p=.032$ ), was der oben geäußerten Vermutung eines negativen Zusammenhangs widerspricht! Allerdings: Wachheit bei Besorgteren kann in diesem Kontext auch eine **höhere Wachsamkeit** bedeuten, in Richtung mehr Selbstaufmerksamkeit („Spüre ich etwas?“, „Ist das jetzt die Expositionsphase?“)

Vor der Untersuchung wurde erhoben, wie ängstlich/nervös der Proband vor dem ihm unbekanntem Experiment ist. Diese **situative Ängstlichkeit** (psychologisch: Zustands-Angst) steht in negativen Zusammenhang mit Ruhe/Unruhe während der Vollexposition ( $r=-.356$ ,  $p=.028$ ). D.h. Je ängstlicher der Proband vor der Untersuchung, desto **unruhiger** auch während der Vollexposition.

### 8.4.3 Weitere Einflussfaktoren auf die Befindlichkeit

Es ist bekannt, dass zahlreiche persönliche Dispositionen auf die Befindlichkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt Einfluss nehmen können. Aufgrund unserer umfangreichen Vorerhebungen war es möglich folgende Einflussfaktoren zu untersuchen: **Erkrankung, Medikamente/ Psychopharmaka-Einnahme, Rauchen, Infekte, Temperatur** im Untersuchungsraum.

Zwei dieser Faktoren wirkten sich signifikant auf die Befindlichkeit aus: Erkrankung (je nach Skala zwischen  $p=.01$  bis  $.03$ ) und Medikamenteneinnahme ( $p=.0001$  bis  $.001$ ). D.h. Personen, die eine Erkrankung angaben, wiesen über den gesamten Untersuchungsverlauf eine schlechtere Befindlichkeit auf. Besonders deutlich war der Einfluss bei den Medikamentennutzern. Personen, die angaben regelmäßig Medikamente zu nehmen hatten einen im Durchschnitt um mehr als 3 Punkte niedrigeren Befindlichkeitsscore bei Guter vs. Schlechter Stimmung. Bei Wachheit vs. Müdigkeit differierten die Mittelwerte um 6,6 (!) Punkte.

Rauchen, Infekte und überraschenderweise auch die Zimmertemperatur zeigten keinen signifikanten Einfluss.

Medikamentennutzer und Erkrankte jeweils für sich genommen zeigten ebenfalls keine Befindlichkeits-Veränderungen, die auf eine Expositions-Veränderung rückführbar wären. Bei letzteren stellte sich allerdings das Problem der zu kleinen Stichprobe ( $n=12$ ).

### 8.4.4. Folgerungen der Befindlichkeitsbefragung

Die Befindlichkeitsbefragungen sollte eine Möglichkeit bieten Befindlichkeits-Veränderungen während der Untersuchung (auch) auf unterschiedliche Expositionslagen (Minimal-Exposition, Mittlere Exposition, Maximal-Exposition) zurückführen zu können.

Die bisherigen Analysen haben gezeigt, dass eine **kurzfristige** Veränderung der abgefragten Befindlichkeit aufgrund von EMF-Exposition – über die gesamte Stichprobe gesehen – nicht beobachtet werden konnte. Über längerfristige (einige Stunden, oder bis zum Ende des Tages) Auswirkungen lässt sich aufgrund dieser Untersuchung keine Aussage machen. Die Befindlichkeitsverläufe von einzelnen Probanden zeigen Hinweise darauf, dass sie von einer

Befeldung abhängig sein könnten, allerdings nicht schlüssig genug und empirisch-statistisch nicht evaluierbar.

Die Ergebnisse zeigen weiters, dass die Befindlichkeit des Probanden während des Experiments mit seiner **psychischen Belastung**, von seiner **Gesundheitsbesorgnis** Mobilfunkstrahlen gegenüber und seiner **Ängstlichkeit** vor der Untersuchung (zumindest schwach) zusammenhängen. Weitere Einflussfaktoren sind das Vorliegen einer **Erkrankung** sowie die regelmäßige Einnahme von **Medikamenten**. Selbstangegebene **Elektrosensitivität** dagegen weist keinen signifikanten Zusammenhang mit der Befindlichkeit während der Maximal-Exposition auf.

Bedauerlicherweise gibt es kaum Studien, die subjektive Befindlichkeitsmessungen im hochfrequenten EMF-Bereich durchgeführt haben. Im niederfrequenten Bereich sind vor allem Stimmungs-Messungen sehr viel häufiger zur Anwendung gekommen, vor allem im Bezug auf Kurzzeiteffekte (wahrscheinlich wegen der methodischen Schwierigkeiten bei längerfristigen Veränderungen). Der überwiegende Teil der Resultate war allerdings auch in diesem Bereich **negativ** [138].

#### 8.4.5. Elektrosensitivität und EMF-Gesundheitsbesorgnis - erhoben vor der Testung

Die Erfassung von Elektrosensitivität stellt die Forschung vor gewisse Schwierigkeiten, eine allgemein gültige Definition fehlt bis zum heutigen Tag. Meistens wird unterstellt eine elektrosensitive Person nehme elektromagnetische Felder wahr bzw. generiere Symptome bei Exposition. Diese Symptome können mitunter sehr schwerwiegend sein [99].

Die Analysen zeigen – wie im vorigen Abschnitt dargestellt – keinerlei Zusammenhang der selbstbehaupteten Elektrosensitivität (*Frage: Würden Sie sich selbst als elektrosensitiv bezeichnen? Antwort: 0=„überhaupt nicht“ bis 4=„sehr“; Ergebnis:  $M=0.89$ ,  $SD=1.12$* ) auf Befindlichkeitsscore während der Exposition. Der Versuch einer Objektivierung blieb damit – zumindest bei den hier adressierten Kurzzeiteffekten ergebnislos – was erhebliche Zweifel an der Sinnhaftigkeit dieser Art von Erfassung erregt (die allerdings durchaus üblich ist!).

Aus **psychologischer** Sicht (also unabhängig von der Frage der Objektivierbarkeit) beinhaltet bewusste Elektrosensitivität jedenfalls so etwas wie EMF-Gesundheitsbesorgnis, d.h. die Besorgnis, bestimmte Symptome aufgrund von EMF-Exposition zu erleiden. Aus diesem Grund wurde eine Skala zur Erfassung der EMF-Gesundheitsbesorgnis eingebaut, mit dem Ziel Elektrosensitivität aus psychologischer Sicht besser beschreiben zu können (In Verbindung mit dem Szenario neben einem Handymasten zu leben lautete die *Frage: Wie stark machen Sie sich Sorgen an folgenden Symptome zu erkranken? Auflistung von 22 Symptomen, Antworten von 0=„gar nicht“ bis 4=„sehr stark“; Ergebnis für Skala:  $M=1.27$ ,  $SD=0.96$* ).

Diese Vorgangsweise gründet sich einerseits in der guten theoretischen Absicherung von Risiko/Besorgnismessungen durch das so genannte psychometrische Paradigma. Auf der anderen Seite wird auch der Tatsache Rechnung getragen, dass Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Risiko/Besorgnis in der Bevölkerung bezüglich Mobilfunk zunehmend eingefordert wird (vgl. [15]).

Die folgende **Tabelle 2** zeigt die **Interkorrelationen** dieser **EMF-Gesundheitsbesorgnis**-Skala mit **Elektrosensitivität** und weiteren relevanten **psychischen Faktoren**.

*Tabelle 2. Interkorrelationen: EMF-Gesundheitsbesorgnis, E-sensitivität, psychische Faktoren:*

	Besorgnis (Skala)		Symptome		Elektrosensitivität (Frage)	
	Pearsons r	p	Pearsons r	p	Pearsons r	P
Beschwerden	.217	.109	.016	.906		
Ängstlichkeit	.129	.344	-.205	.129		
Unsicherheit	.288	<b>.032</b>	.009	.950		
Aggressivität	.388	<b>.003</b>	.306	<b>.022</b>		
Paranoides Denken	.333	<b>.023</b>	.131	.335		
GSI-Score	.277	<b>.039</b>	.070	.610		
PST-Score	.343	<b>.010</b>	.060	.658		
Belindex	-.383	<b>.004</b>	-.356	<b>.007</b>		
Nähe Mast	-.066	.704	-.140	.422		
Nutzung Handy	.072	.597	-.297	<b>.026</b>		
Informiertheit	-.149	.272	.051	.707		

*Anmerkungen.* Pearsons r = Korrelationsberechnung. p = Signifikanzniveau, signifikante Korrelationen sind **fett** ( $p < .05$ ). Besorgnis Symptome = Gesundheitsbesorgnis bestimmte Symptome aufgrund von EMF-Exposition zu erleiden (Gesamtscore). Dieser Gesamtscore korreliert mit Elektrosensitivität:  $r = .177$ , n.s. Informiertheit = subjektive Einschätzung des Wissenstandes bezüglich Elektrosmog, elektromagnetische Felder und Gesundheit.

Mit **EMF-Gesundheitsbesorgnis** positiv korrelieren **Unsicherheit** ( $r = .288$ ,  $p = .032$ ) im sozialen Kontakt, **Aggressivität/Feindseligkeit** ( $r = .388$ ,  $p = .003$ ), **paranoides Denken** ( $r = .333$ ,  $p = .023$ ; alles Skalen der SCL 90-R, die ebenfalls vor den Testungen auszufüllen waren) sowie die Summenscores GSI ( $r = .277$ ,  $p = .039$ ) und PST ( $r = .343$ ,  $p = .010$ ), die das Ausmaß der **psychischen Belastung** angeben. Ein negativer Zusammenhang besteht zum **Belindex** ( $r = -.383$ ,  $p = .004$ ), ein Summenwert, der das subjektive Ausmaß der EMF-Exposition im Alltag angibt.

Mit **Elektrosensitivität** korreliert Aggressivität/Feindseligkeit signifikant positiv ( $r = .306$ ,  $p = .022$ ) ein negativer Zusammenhang besteht wieder mit dem **Belindex** ( $r = -.356$ ,  $p = .007$ ) und der selbststangegebenen Häufigkeit der **Nutzung des Mobiltelefons** ( $r = -.297$ ,  $p = .026$ ).

**Folgerungen:** Auch wenn Korrelationsberechnungen nicht unbedingt Kausalzusammenhänge widerspiegeln und das Risiko von Scheinkorrelationen beinhalten, zeigt sich hier die Tendenz, dass **EMF-Gesundheitsbesorgnis** mit einer Reihe psychischer Faktoren in Zusammenhang steht. Zentral scheinen hier:

- **Aggressivität:** bezeichnet hier *Reizbarkeit* und *Unausgeglichenheit* bis hin zu *stark feindseligen Tendenzen*. Hierzu gehören Gefühlsausbrüche gegenüber denen der Betreffende machtlos war, der Drang Dinge und Personen zu beschädigen und zu verletzen oder auch immer wieder in Auseinandersetzungen zu geraten.
- **Paranoides Denken:** Der Bereich geht von Misstrauen und Minderwertigkeitsgefühlen bis hin zu *Gedankenprojektionen* und *wahnhaften Täuschungen*. Dazu gehört auch das Gefühl, dass die anderen an den Problemen des eigenen Lebens schuld sind.
- **Unsicherheit im Sozialkontakt:** Bezeichnet leichte *soziale Unsicherheit* bis hin zum Gefühl *völliger persönlicher Minderwertigkeit*.
- Ausmaß der **psychischen Gesamtbelastung** und subjektive Intensität der **EMF-Belastung im Alltag**.

*Hinweis:* Bei diesen Parametern handelt es sich um psychologische Faktoren, die nicht eins zu eins mit dem (zum Teil wertenden) Verständnis dieser Begriffe im Alltag gleich zu setzen sind.

Beispielsweise beutet „paranoid“ nicht „verrückt“. Eine minimale Ausprägung (könnte z.B. heißen allem und jedem zu vertrauen!) in diesem Bereich wäre genauso bedenklich wie eine maximale. Wichtig: Es geht hier nicht um pathologische Bereiche, sondern um Verhaltenstendenzen.

### 8.4.6. Deskriptiv: Beschwerden und EMF-Gesundheitsbesorgnis - erhoben vor der Testung

Für die Untersuchung war es natürlich wesentlich aktuelle Beschwerden der Probanden **vor der Expositionsmessung** zu erheben (als Bestandteil einer Gesamtbeurteilung des psychischen und physischen Zustandes des Probanden). Weiters wurde mittels einer Symptomliste erhoben, welche Beschwerden von den Menschen am meisten als Auswirkungen von Mobilfunkstrahlen befürchtet werden.

*Tabelle 3. Beschwerden:*

Beschwerden (0 bis 3)	M	SD
1. Rückenschmerzen	.82	.86
2. Nackenschmerzen	.79	.95
3. Grübeleien	.76	.96

*Tabelle 4: Besorgnis:*

Besorgnis (0 bis 4)	M	SD
1. Schlafstörungen	2.16	1.35
2. Kopfschmerzen	2.07	1.40
3. Müdigkeit	1.93	1.39

*Anmerkungen für beide Tabellen: M=Mittelwert, SD=Standardabweichung*

**Tabelle 3** stellt jene drei Beschwerden da, die die **höchsten Mittelwerte** erzielten (Probanden sollten Intensität der Beschwerden von 0 bis 3 beurteilen). Rücken- und Nackenschmerzen sind demnach in der vorliegenden Stichprobe am verbreitetsten. Dies deckt sich durchaus mit anderen Studien über den Gesundheitszustand der Bevölkerung.

**Tabelle 4** zeigt, dass die Probanden von einer längeren Liste vor allem **die häufigen (Alltags-) Symptome** wie Schlafstörungen, Kopfschmerzen und Müdigkeit am meisten als **Auswirkungen von Mobilfunk** befürchten. Die Besorgnis an solchen Symptomen aufgrund von EMF-Exposition selbst zu erleiden, wurde von 0 (keine Besorgnis) bis 4 (sehr starke Besorgnis) beurteilt.

In den meisten Literaturstellen, die sich mit der psychologischen Komponente von Elektrosensitivität auseinandersetzen, werden **unspezifische Symptome** am häufigsten im Zusammenhang mit Elektrosensitivität angegeben (z.B. [98,100]).

### 8.4.7. Gesundheitsbesorgnis bezüglich EMF emittierende Quellen: Ein Vergleich

Die folgenden beiden Tabellen zeigen einen Vergleich zwischen der aktuellen Studie und einer Untersuchung von Siegrist et al. [15] zum Thema Risikowahrnehmung und Mobilfunk.

*Tabelle 5. EMF-Gesundheitsbesorgnis wegen bestimmter Quellen:*

Gesundheitsbesorgnis wegen:			Vergleichsstudie*):	
	M	SD	M	Nr.
1.Mobiltelefon	2.18	1.33	2.93	3.
2.Hochspannungsleitung	2.13	1.22	3.64	1.
3.Handymast	2.04	1.32	3.26	2.
4.Mikrowelle	1.89	1.45	2.56	5.
5.PC	1.63	1.17	-	-
6.Radiowecker	1.38	1.34	-	-
7.Bahnstrom	1.32	1.05	2.65	4.
7.TV	1.32	1.05	2.23	7.
9.Fernsehsender	1.30	1.11	2.38	6.
10.Satellitenanlage	1.07	0.93	-	-
11.Babyphon	0.95	1.25	-	-
12.Discman	0.80	0.86	-	-
13.Radio	0.77	0.76	-	-

Anmerkungen: M=Mittelwert, SD=Standardabweichung; Antwortkategorien von 0=überhaupt nicht bis 4=sehr stark; \*) Siegrist et al. (2005). Wahrgenommenes Risiko auf einer Skala von 1 bis 5.

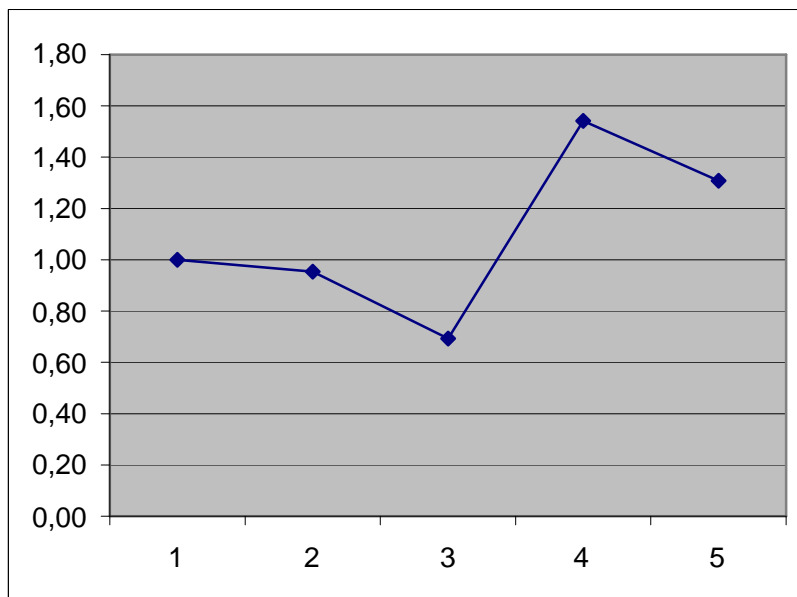
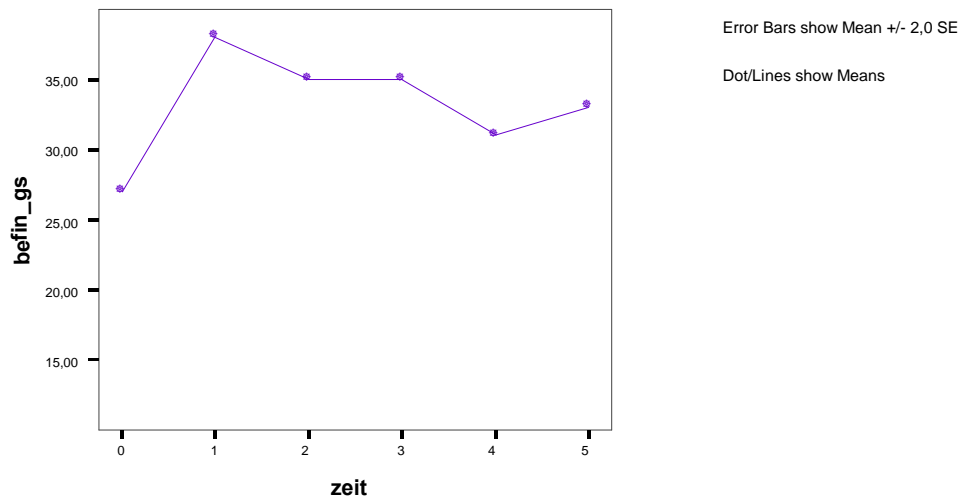
Bei **Mobiltelefon**, **Hochspannungsgleitung** und „**Handymast**“ wird die persönliche Gesundheitsgefährdung am größten gesehen. Dieses Bild zeigt sich auch bei Siegrist et al. [15], wobei nur die Reihenfolge innerhalb dieser drei eine andere ist. Interessant ist, dass in dieser Stichprobe Mobiltelefon als riskanter als Handymast eingeschätzt wird. Im Allgemeinen wird die Nutzung des Mobiltelefons (wohl zu Unrecht) als weniger gefährlich eingeschätzt als ein „Handymast“ (vgl. [139,140]). Dies wird aus psychologischer Sicht meistens damit begründet, dass man bei einer Mobilfunksendeanlage „persönlich unkontrollierbar“ ist, die Nutzung des Telefons aber schon.

Aus den deskriptiven Daten lässt sich folgern, dass Mobiltelefon und Handymast durchaus als Gesundheitsproblem in der Bevölkerung wahrgenommen wird. Dies könnte mit der Medienberichterstattung und der öffentlichen Diskussion zusammenhängen. Wiedemann und Schütz [141] verweisen darauf, dass allein die Art und Weise wie öffentliche Stellen mit dem Thema umgehen zu Veränderungen in der Risikowahrnehmung führen kann.

#### **8.4.8. Beispiele für bemerkenswerte individuelle Befindlichkeits-Verlaufskurven**

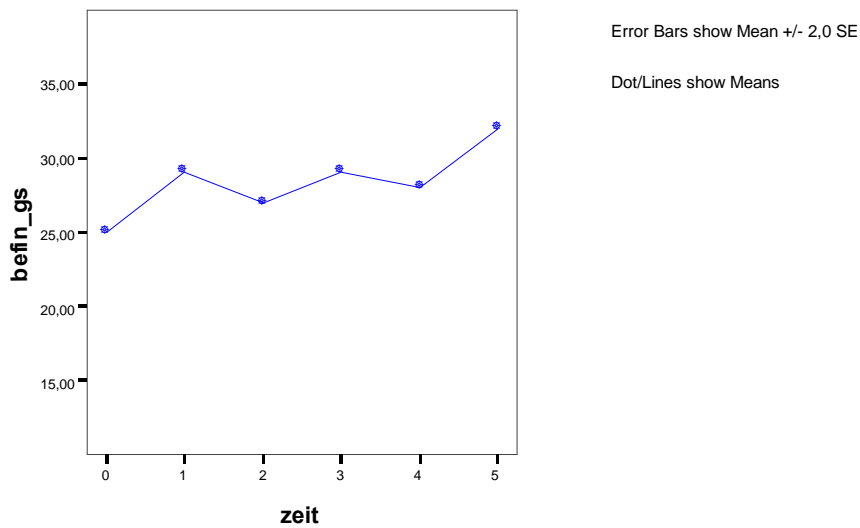
Wie schon bei den anderen erhobenen, physiologischen und biophysikalischen Parametern auffallend vermerkt, gibt es auch in der Zuordenbarkeit der „Befindlichkeit“ (wie im MDBF-Fragebogen erhoben) individuelle Auffälligkeiten bzw. Unterschiede. Einige Beispieldiagramme sollen verdeutlichen, dass es in bestimmten Fällen durchaus möglich ist, Befindlichkeitsveränderungen und Kurzzeitbefeldung einander zuzuordnen, während andere Personen keine augenscheinliche Zuordenbarkeit erkennen lassen.

Das folgende Befindlichkeits-Verlaufs-Diagramm zeigt die **deutlich ablesbare Empfindungsreaktion** einer Probandin, deren Stimmungsaussagen gut zu tatsächlichen Expositionsphasen zugeordnet werden können, und bei der sich gleichzeitig ein gegenläufiges Bild in der Cortisol-Verlaufskurve darstellt (darunter liegende Abbildung; Schema 2: t2 entspricht einer Mittlere Exposition, t4 der Maximalexposition. Letztere wird hier stärker wahrgenommen). (Skala: Gute vs. schlechte Stimmung; gut = hohe Punktzahl).



*(Achtung: Im hier gezeigten Cortisol-Verlaufdiagramm ist der Ausgangswert t1, während im Befindlichkeitsdiagramm davor der Ausgangswert t0 ist – also das Befinden VOR den Messphasen!)*

Das folgende Beispieldiagramm zeigt bei einer „unbewussten Responderin“, dass sich auch in diesem Fall Expositionsphasen „schlechterer Stimmung“ und „Minimalexposition“ einer „verbesserten „Befindlichkeit“ zuordnen lassen (Skala: Gute vs. schlechte Stimmung; gut = hohe Punkteanzahl):



## 8.5. WEITERE UNTERSUCHE, ERGÄNZENDE PARAMETER

Keiner der weiteren messtechnisch aufgezeichneten ergänzenden medizinischen oder physikalischen Parameter (Blutdruck, Puls, Hauttemperatur, Hautwiderstand, Lufttemperatur) zeigte einen statistisch signifikanten, mit den Expositionsphasen in Zusammenhang stehenden Verlauf oder Einfluss auf den Verlauf. Es darf jedoch hier nicht unerwähnt bleiben, dass sowohl beim verwendeten Boso-Blutdruck-Messgerät, als auch beim SOM-Biofeedback-Gerät, das der Aufzeichnung des Hautwiderstandes und der Hauttemperatur dienen sollte, im Nachhinein immer wieder Fehlmessungen auffielen, die einen großen Teil der Messergebnisse unbrauchbar machten. Daher dürfen aus diesen Resultaten keine falschen Schlüsse gezogen werden.

## 9. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KURZE DISKUSSION:

In unseren in einigen Monaten zur Publikation einzureichenden Manuskripten werden wir ausführlichere Diskussionen und Literaturbezüge herstellen. Eine ausführlichere Würdigung der gefundenen Ergebnisse und deren Vergleich mit der bestehenden Fachliteratur würden den Rahmen und Zeitaufwand für die Erstellung dieses internen Berichtes sprengen; es wurde hier daher nur auf bestimmte Schlüsselreferenzen eingegangen, und viele Referenzen wurden unkommentiert in das unten stehende Verzeichnis übernommen. In der PubMed Medline-Medizinliteraturdatenbank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?DB=pubmed>) finden sich derzeit bereits weit über 500 Arbeiten zu den Themenbereichen „mobile phones“, „base stations“, „microwaves“ etc. und können dort samt Publikationszusammenfassungen jederzeit abgerufen werden.

### 9.1. Physiologische Parameter / Speichel-Untersuchungen:

Die untersuchten Messdaten der immunologisch-biochemischen Speichelinhaltsstoff-Analysen zeigten eine statistisch signifikante Erhöhung des Cortisolspiegels der Probanden des Expositionsschemas 3 beim Übergang von der Phase 4 (Minimalbefeldung) zur Phase 5, also mit Eintritt maximaler Befeldung. Dieser Anstieg steht mit einer parallelen, jedoch nichtsignifikanten Abnahme des IgA Spiegels insofern in Einklang, als Cortisol als negativer Modulator auf verschiedene Immunparameter wirkt [106,119,142,143]. Die Zusammensetzung der ProbandInnen des Expositionsschema 3s unterlag zwar nicht dem Randomisierungsprozedere, zeigte sich aber in den vergleichenden Analysen als in allen geprüften Items mit den ProbandInnen der Expositionsschemate 1 und 2 vergleichbar.

Weiters zeigten sich tendenziell zu beobachtende relative Verlaufsunterschiede der Expositionsschemata 1 und 2 gegenüber der Gruppe aus dem Expositionsschema 3 in den Phasen der Minimal-Exposition. Diese deuten zusammengefasst auf eine mögliche relative Erhöhung der Amylase-Aktivität und des Cortisolspiegels bei gleichzeitiger Abnahme des IgA-Spiegels bei beiden Expositionsgruppen hin, wobei dies in allen Fällen bei der Expositionsgruppe des Schemas 1 stärker und anhaltender ausgeprägt erscheint als bei der Gruppe des Expositionsschemas 2. Letzteres würde für eine mögliche zeitlich verzögerte, länger andauernde Auslenkung der genannten Parameter in Folge einer Befeldung sprechen, wobei das relative Ausmaß der Befeldung nur relativ geringen Einfluss auf das Maß dieser Auslenkung nehmen würde. Dies stünde in Einklang mit den Befunden von Mann et al. [144], welche eine signifikante Verzögerung des nächtlichen Abfalls im Cortisolspiegel nach GSM-Befeldung zeigten, die jedoch durch die Daten von Radon et al. [145] nicht bestätigt werden konnten. Obwohl diese Interpretation statistisch bislang nicht hinreichend untermauert ist, könnte zumindest die Tatsache, dass die beobachteten Tendenzen in sich kohärent auf eine zunehmende Erhöhung des Stress-Levels mit einhergehender Immunsuppression hinweisen, eine solche Interpretation stützen.

Die vorliegenden Ergebnisse sind als vorläufig anzusehen und sind wie bei allen Befunden, die erstmals erhoben wurden weitergehende Untersuchungen und Absicherungen erforderlich.

Wichtig ist die Feststellung, dass sich sämtliche statistisch dargestellten Befunde auf die Mittelwerte aller Probanden einer Expositionsgruppe ohne Bewertung der individuellen Verläufe oder anderer Zuordnungen wie Alter, Geschlecht, täglicher Exposition gegenüber GSM-Feldern oder psychologischer Erwartungshaltungen beziehen.

Anhand der Sichtung der bisherigen Daten sind deutliche, individuell unterschiedlich stark ausgeprägte Reaktionen zu beobachten, deren potentielle Relevanz für die dargestellte Hypothese jedoch erst durch entsprechende Analysen zu ermitteln sein wird. Abschließend bleibt festzustellen,

dass eine bessere Klärung dieser Fragestellung erst durch weiterführende Studien mit modifiziertem Studiendesign wissenschaftlich einwandfrei möglich sein wird.

## 9.2. GDV – Gas Discharge Visualization

Eine direkte Zuordnung der mittleren Area-of-Glow-Werte aller Probanden je Testgruppe zum jeweiligen Expositionsschema in Summe war in der vorliegenden Studie nicht oder nur kaum möglich: Es dürften individuell unterschiedlich ausgeprägte Verzögerungs-Effekte auftreten, die möglicherweise mit dem jeweiligen Hormon-/Neuropeptidstatus und/oder anderen noch genauer zu determinierenden Faktoren zusammenhängen könnten. Ähnliches spiegelt sich auch in den Verlaufskurven der erhobenen Speichelprobenparameter wieder: Auch dort gibt es zum Teil Verzögerungseffekte, und die individuelle Streubreite ist hoch.

Bei den ProbandInnen aus Schema 3 zeigte sich ein bestimmter zeitlicher Verlauf der „Entspannung“ der ProbandInnen: Von Messbeginn an erhöhten sich hier die Area-of-Glow-Messwerte deutlich in Richtung „Ent-Stressung“, um sich schließlich mehr und mehr einem „Plateau“ zu nähern. Im Vergleich dazu scheint bei den beiden anderen Experimentalschemen (Schema 1 und Schema 2) eine gewisse Verzögerung / Hemmung der Entspannung einzutreten: Das Plateau liegt – anscheinend ebenfalls individuell unterschiedlich – mehr in Richtung „niedrigerer Area-of-Glow-Durchschnittswerte“ als in der ProbandInnengruppe aus Schema 3. Im Einklang zu anderen Arbeiten aus der Literatur würde das bedeuten, dass durch GSM-Befeldung insgesamt gesehen eine leichte bis starke Stressung auftreten könnte. Im untersuchten Niedrigdosisbereich (Leistungsflussdichten zwischen etwa  $2 \mu\text{W}/\text{m}^2$  und einigen  $\text{mW}/\text{m}^2$ ) dürfte sich jedoch eine reproduzierbare Dosis-Wirkungs-Kurve nur relativ schwer ermitteln lassen, da die aufgezeigten Unterschiede individuell sehr groß sind, insgesamt gesehen jedoch im Vergleich zu deutlich höheren Leistungsflussdichten (ab  $5$  oder  $10 \text{ mW}/\text{m}^2$ ) relativ niedrig ausfallen. Nichtsdestotrotz könnte eine gewisse physiologische Relevanz vorhanden sein, die sich mit einem größeren ProbandInnenkollektiv abklären ließe. Diese Hypothese wird dadurch gestützt, dass wir im Vorfeld dieser Studie einige wenige ProbandInnen auch auf mögliche Einflüsse höherer GSM-Leistungsflussdichten getestet haben, bei denen teils enorm hohe Auslenkungen einiger Speichelparameter und GDV-Tests feststellbar waren (wegen der kleinen Fallzahl hier undokumentiert).

## 9.3. Schlussfolgerungen Psychologie

Die Ergebnisse können aus psychologischer Sicht wie folgt zusammengefasst werden:

Die Zeitverlaufsmessung der Befindlichkeit der Probanden ergab zwar Änderungen der Befindlichkeit über die Zeit hinweg, diese können aber – über die gesamte Stichprobe gesehen – nicht mit bestimmten Expositionslagen in Verbindung gebracht werden. Alternativerklärungen sind normale zirkadiane Rhythmik der Befindlichkeit, langes Sitzen, anfängliche Nervosität, Hunger gegen Mittag hin oder generell der durch die Untersuchung generierte Stress. Dabei kann es theoretisch auch zu einer Überlagerung der Auswirkungen durch die Exposition gekommen sein.

Relevante Faktoren für die Befindlichkeit während des Experiments (im konkreten Fall während der Vollexposition) sind die psychische Belastung des Probanden, EMF-Gesundheitsbesorgnis und die situative Ängstlichkeit (Nervosität) vor der Untersuchung. Weiters zeigte sich, dass Probanden, die eine Erkrankung angaben oder Arzneimittel einnehmen, eine signifikant niedrigere Befindlichkeit während des gesamten Experiments aufweisen.

Der Fragebogen zur Erfassung der EMF-Gesundheitsbesorgnis hatte den Zweck, eine psychologische Komponente der Elektrosensitivität abzudecken. Während die direkten Angaben zur Elektrosensitivität wenig aussagekräftig waren, zeigte diese Gesundheitsbesorgnis-Skala interessante Zusammenhänge. Je höher die Besorgnis, desto höher aggressive Tendenzen, paranoides Denken, Unsicherheit im Sozialkontakt und psychische (Gesamt)belastung. Letzteres steht im Einklang mit den Schlussfolgerungen von Harlacher und Schahn [98], die bei Patienten mit Elektrosensitivität erhöhte psychische Belastung in Form von Stress zeigten. Gleichzeitig sinkt mit höherer Besorgnis die subjektive Belastung durch EMF im Alltag. Letzteres ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass Besorgtere EMF-Quellen soweit wie möglich vermeiden. Im Speziellen gibt es einen negativen Zusammenhang zwischen Nutzung des Mobiltelefons und Gesundheitsbesorgnis, was auch von Siegrist et al. [15] gefunden wurde.

Elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen und Handymasten werden am ehesten mit Gesundheitsproblemen wie Schlafstörungen oder Kopfschmerzen in Verbindung gebracht. Dies deckt sich mit den Ergebnissen einer aktuell publizierten Befragung von Schweizer Ärzten [25].

Für die richtige Einordnung der psychologischen Ergebnisse muss festgehalten werden, dass korrelative Zusammenhänge noch nicht unbedingt auf Ursache und Wirkung schließen lassen. Weiters kann nicht geschlossen werden, dass EMF-Besorgte aggressiver oder paranoider sind. Erstens weil Korrelationen diesen Schluss nicht zulassen. Zweitens wurden diese psychologischen Merkmale nicht als Persönlichkeitsmerkmale, sondern als aktuelle psychische Befindlichkeiten gemessen. Es konnte aufgezeigt werden, dass im Bereich der Risikowahrnehmung von EMF zusätzliche Forschung nötig wäre, die auch bei der Risikokommunikation praktische Anwendung finden sollte.

## 9.4. Non-Responder und Responder?

In der Analyse von Verlaufskurven individueller ProbandInnen fiel uns auf, dass durchaus die Möglichkeit besteht, dass man bei Wirkungen von Mobilfunk-Basisstationen auf den Menschen „Non-Responder“ und „Responder“ voneinander unterschieden werden könnten. Letztere Gruppe dürfte sogar nochmals unterteilbar sein, in solche, bei denen sofort Reaktionen auftreten, und in weitere, bei denen leicht bis stark verzögert Veränderungen der gemessenen Parameter feststellbar sind. Es muss jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass wir diese Unterscheidung mit äußerster Zurückhaltung und derzeit nur für die speziell hier untersuchte „Kurzzeit-Sondersituation“, d.h. exakt unter den hier verwendeten Versuchsbedingungen getroffen werden könnte. Was dies im Einzelnen pathophysiologisch bedeuten könnte, erscheint derzeit noch völlig unklar. So wäre es zwar denkbar, dass unter bestimmten Umständen Erbschäden (wie z.B. die immer wieder beschriebenen DNA-Veränderungen) zwar auftreten könnten, diese sich aber je nach Individuum unterschiedlich auswirken könnten. Responder könnten durch eine mögliche Suppression ihres Immunsystems in einem solchen Fall stärker von möglichen Wirkungen betroffen sein (hier ist die Wahrscheinlichkeit kleiner, dass das körpereigene Abwehrsystem veränderte Zellen vollends eliminieren kann), als Non-Responder (bei denen das Immunsystem möglicherweise nicht oder nur sehr wenig supprimiert wird).

Die Auswertungen individueller Verlaufskurven ergaben auch Hinweise dafür, dass Lebensstilfaktoren (z.B. Übergewicht) eine Rolle dabei spielen dürften, ob jemand eher in Richtung „Responder“ oder „Non-Responder“ tendiert.

## 9.5. Wirksamkeit der getroffenen Abschirmmaßnahmen

Die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Abschnitt über Methoden genauer beschriebenen Abschirmmaßnahmen (Swiss-Shield-Abschirmvorhänge, Fa. ESAG Austria und Y-Shield-Abschirmfarbe, graphithaltig) erwiesen sich als für den Untersuchungszweck bestens geeignet. Jedoch muss festgestellt werden, dass beides nur unter fachkundiger Anleitung zu Erfolg führen kann. Jede noch so kleine Stelle, durch die Mikrowellen eintreten könnten, erhöht sofort wieder die vorhandenen Leistungsflussdichten und kann über Reflexionen und Interferenzen zu lokalen Maxima führen. Es ist uns daher wichtig festzustellen, dass diese Abschirmmaßnahmen tatsächlich gut funktionieren können und daher für besorgte oder betroffene Menschen, in deren Umgebung eine Mobilfunk-Sendeanlage montiert ist, eine große Hilfe sein können – aber nur dann, wenn sie von Fachleuten installiert werden.

### DANKSAGUNG:

Die Studienleiter danken allen an der Entstehung dieser Untersuchungen und des vorliegenden Berichtes beteiligten Personen auf das Herzlichste: Herrn Mag. Christoph AUGNER und Herrn Mag. Matthias FLORIAN für deren immerwährend freundliche, professionelle Messleitung, die Bedienung der Geräte, das Auslesen der Daten, die Vorverarbeitung von Rohdaten und deren an vielen weiteren Stellen enorm rührige und fachlich einwandfreie Bewertung und Beschreibung der betreffenden Ergebnisse; Herrn Dr. Günter SCHWAMBERGER für seine professionelle Übernahme und Aufbereitung des gesamten Biochemie-Teiles, Herrn Dr. Wolfgang HITZL für die profunde biomedizinische Statistik, Herrn Dr. Gerd OBERFELD für seine äußerst hilfreiche Beratung bei der Adaptierung des Messraumes und der messtechnischen Überwachung und Bewertung, Herrn Dr. Martin VIRNICH für dessen exzellente Vermessung und Gutachtenserstellung über die HF- und NF-Situation im Feldlabor. Wir danken auch den MitarbeiterInnen der KOKO-Kinderbetreuungseinrichtung, in deren Gebäude sich der Feld-Labor-Messraum befand, für deren freundliche Erlaubnis, die monatelangen Messungen in deren Raum im Dachgeschoß Vogelweiderstraße / Sterneckerstraße durchführen zu dürfen und für deren große Unterstützung bei den Adaptierungsarbeiten; insbesondere möchten wir hier Frau FEICHTLBAUER und Frau Barbara KOBER sowie Herrn IBINGER dankend erwähnen. Dr. G.W. Hacker dankt seiner Frau URSULA für deren liebevolle Unterstützung und riesige Geduld während der vielen ungezählten Abende und Wochenenden, die für die Durchführung und Beschreibung dieser Studie auch an wertvoller Privatzeit verloren gingen.

## 10. Literatur

1. Lonn S, Forssen U, Vecchia P, et al.: Output power levels from mobile phones in different geographical areas; implications for exposure assessment. *Occup Environ Med* 2004;61:769-772.
2. Cooper J, Marx B, Buhl J, Hombach V: Determination of safety distance limits for a human near a cellular base station antenna, adopting the IEEE standard or ICNIRP guidelines. *Bioelectromagnetics* 2002;23:429-443.
3. Silvi AM, Zari A, Licitra G: Assessment of the temporal trend of the exposure of people to electromagnetic fields produced by base stations for mobile telephones. *Radiat Prot Dosimetry* 2001;97:387-390.
4. Aniolczyk H: Electromagnetic field pattern in the environment of GSM base stations. *Int J Occup Med Environ Health* 1999;12:47-58.
5. Hirose H, Sakuma N, Kaji N, et al.: Mobile phone base station-emitted radiation does not induce phosphorylation of Hsp27. *Bioelectromagnetics* 2006.
6. Schuz J, Mann S: A discussion of potential exposure metrics for use in epidemiological studies on human exposure to radiowaves from mobile phone base stations. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2000;10:600-605.
7. Regel SJ, Negovetic S, Roosli M, et al.: UMTS base station-like exposure, well-being, and cognitive performance. *Environ Health Perspect* 2006;114:1270-1275.
8. Hillert L, Ahlbom A, Neasham D, et al.: Call-related factors influencing output power from mobile phones. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2006.
9. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M: Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med* 2006;63:307-313.
10. Calcagnini G, Floris M, Censi F, et al.: Electromagnetic interference with infusion pumps from GSM mobile phones. *Health Phys* 2006;90:357-360.
11. Maes A, Van Gorp U, Verschaeve L: Cytogenetic investigation of subjects professionally exposed to radiofrequency radiation. *Mutagenesis* 2006;21:139-142.
12. Ozdemir E, Karacor M: Mobile phone based SCADA for industrial automation. *ISA Trans* 2006;45:67-75.
13. Wilen J, Johansson A, Kalezic N, et al.: Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics* 2006;27:204-214.
14. Radon K, Spegel H, Meyer N, et al.: Personal dosimetry of exposure to mobile telephone base stations? An epidemiologic feasibility study comparing the Maschek dosimeter prototype and the Antennessa SP-090 system. *Bioelectromagnetics* 2006;27:77-81.

15. Siegrist M, Earle TC, Gutscher H, Keller C: Perception of mobile phone and base station risks. *Risk Anal* 2005;25:1253-1264.
16. Henderson SI, Bangay MJ: Survey of RF exposure levels from mobile telephone base stations in Australia. *Bioelectromagnetics* 2006;27:73-76.
17. Dasenbrock C: Animal carcinogenicity studies on radiofrequency fields related to mobile phones and base stations. *Toxicol Appl Pharmacol* 2005;207:342-346.
18. Moulder JE, Foster KR, Erdreich LS, McNamee JP: Mobile phones, mobile phone base stations and cancer: a review. *Int J Radiat Biol* 2005;81:189-203.
19. Ardoino L, Barbieri E, Vecchia P: Determinants of exposure to electromagnetic fields from mobile phones. *Radiat Prot Dosimetry* 2004;111:403-406.
20. Berg G, Schuz J, Samkange-Zeeb F, Blettner M: Assessment of radiofrequency exposure from cellular telephone daily use in an epidemiological study: German Validation study of the international case-control study of cancers of the brain--INTERPHONE-Study. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2005;15:217-224.
21. Santini R, Santini P, Danze JM, et al.: [Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex]. *Pathol Biol (Paris)* 2002;50:369-373.
22. U.K. mobile phone base station study. *Health Phys* 2000;79:442-443.
23. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M: Public perception of risk concerning celltowers and mobile phones. *Soz Praventivmed* 2004;49:62-66.
24. Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, et al.: Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology* 2006.
25. Huss A, Roosli M: Consultations in primary care for symptoms attributed to electromagnetic fields - a survey among general practitioners. *BMC Public Health* 2006;6:267.
26. Rössli M, Moser M, Baldinini Y, et al.: Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure--a questionnaire survey. *Int J Hyg Environ Health* 2004;207:141-150.
27. Braune S, Riedel A, Schulte-Monting J, Raczek J: Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals. *Radiat Res* 2002;158:352-356.
28. Bartsch H, Bartsch C, Seebald E, et al.: Chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) does not stimulate the development of DMBA-induced mammary tumors in rats: results of three consecutive studies. *Radiat Res* 2002;157:183-190.
29. Johansen C: Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. *Scand J Work Environ Health* 2004;30 Suppl 1:1-30.
30. Liesenkotter B: [Analysis of the extent of harm from digitally modulated mobile telephone rays]. *Z Med Phys* 2002;12:198-203.

31. Heikkinen P, Kosma VM, Hongisto T, et al.: Effects of mobile phone radiation on X-ray-induced tumorigenesis in mice. *Radiat Res* 2001;156:775-785.
32. Blettner M, Berg G: Are mobile phones harmful? *Acta Oncol* 2000;39:927-930.
33. Tubiana M: [Conclusions. The precautionary principle: its advantages and risks]. *Bull Acad Natl Med* 2000;184:969-993.
34. Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, et al.: Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect* 2003;111:881-883; discussion A408.
35. Remondini D, Nylund R, Reivinen J, et al.: Gene expression changes in human cells after exposure to mobile phone microwaves. *Proteomics* 2006;6:4745-4754.
36. Mancinelli F, Caraglia M, Abbruzzese A, et al.: Non-thermal effects of electromagnetic fields at mobile phone frequency on the refolding of an intracellular protein: myoglobin. *J Cell Biochem* 2004;93:188-196.
37. Elwood JM: Epidemiological studies of radio frequency exposures and human cancer. *Bioelectromagnetics* 2003;Suppl 6:S63-73.
38. Kundi M: Mobile phone use and risk of glioma in adults: conclusions are questionable. *Bmj* 2006;332:1035-1036.
39. Hardell L, Mild KH, Kundi M: Re: "Long-term mobile phone use and brain tumor risk". *Am J Epidemiol* 2005;162:600-601; author reply 601.
40. Kundi M, Mild K, Hardell L, Mattsson MO: Mobile telephones and cancer--a review of epidemiological evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2004;7:351-384.
41. Kundi M: Mobile phone use and cancer. *Occup Environ Med* 2004;61:560-570, 487.
42. Hansson Mild K, Hardell L, Kundi M, Mattsson MO: Mobile telephones and cancer: is there really no evidence of an association? (review). *Int J Mol Med* 2003;12:67-72.
43. Ahlbom A, Feychting M: [A reply: the principle of precaution and mobile telephones--no reason to limit the use now]. *Lakartidningen* 2000;97:3910.
44. Ahlbom A, Feychting M: [How dangerous are mobile phones?]. *Lakartidningen* 2000;97:3160-3162.
45. Ahlbom A, Green A, Kheifets L, et al.: Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. *Environ Health Perspect* 2004;112:1741-1754.
46. Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L: EMF and health. *Annu Rev Public Health* 2005;26:165-189.
47. Lonn S, Ahlbom A, Christensen HC, et al.: Mobile phone use and risk of parotid gland tumor. *Am J Epidemiol* 2006;164:637-643.
48. Lonn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M: Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* 2004;15:653-659.

49. Lonn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M: Long-term mobile phone use and brain tumor risk. *Am J Epidemiol* 2005;161:526-535.
50. Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Ahlbom A, et al.: Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries. *Br J Cancer* 2005;93:842-848.
51. Munshi A, Jalali R: Cellular phones and their hazards: the current evidence. *Natl Med J India* 2002;15:275-277.
52. Altamura G, Toscano S, Gentilucci G, et al.: Influence of digital and analogue cellular telephones on implanted pacemakers. *Eur Heart J* 1997;18:1632-1641.
53. Barbaro V, Bartolini P, Donato A, et al.: Do European GSM mobile cellular phones pose a potential risk to pacemaker patients? *Pacing Clin Electrophysiol* 1995;18:1218-1224.
54. Lönn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M: Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* 2004;15:653-659.
55. Lonn S, Klæboe L, Hall P, et al.: Incidence trends of adult primary intracerebral tumors in four Nordic countries. *Int J Cancer* 2004;108:450-455.
56. Lorini C, Bonaccorsi G, Mersi A, et al.: [Mobile phone use while driving in Florence health district area]. *Ann Ig* 2006;18:349-356.
57. Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, et al.: Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res* 1997;147:631-640.
58. Sandstrom M, Wilen J, Oftedal G, Hansson Mild K: Mobile phone use and subjective symptoms. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. *Occup Med (Lond)* 2001;51:25-35.
59. van Rongen E, Roubos EW, van Aernsbergen LM, et al.: Mobile phones and children: is precaution warranted? *Bioelectromagnetics* 2004;25:142-144.
60. Mann K, Roschke J: Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. *Neuropsychobiology* 1996;33:41-47.
61. Grigor'ev Iu G: [The international conference on human protection from electromagnetic fields hazard]. *Radiats Biol Radioecol* 1999;39:707.
62. Jajte J, Zmyslony M: [The role of melatonin in the molecular mechanism of weak, static and extremely low frequency (50 Hz) magnetic fields (ELF)]. *Med Pr* 2000;51:51-57.
63. Rosen AC, Graf AH, Hacker GW, Klein M: Prognostic impact of DNA content and a classification system for ploidy (AUER classification) in primary fallopian tube carcinoma (FTC). *Eur J Cancer* 1994;30A:1907-1908.
64. Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, et al.: Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res* 2005;583:178-183.
65. Stronati L, Testa A, Moquet J, et al.: 935 MHz cellular phone radiation. An in vitro study of genotoxicity in human lymphocytes. *Int J Radiat Biol* 2006;82:339-346.

66. Aitken RJ, Bennetts LE, Sawyer D, et al.: Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. *Int J Androl* 2005;28:171-179.
67. Carlo GL, Jenrow RS: Scientific progress - wireless phones and brain cancer: current state of the science. *MedGenMed* 2000;2:E40.
68. Chen P, Yang YQ, Tao HH, Yang HC: [Effects of electromagnetic fields of different frequencies on proliferation and DNA damage of gallbladder cancer cells]. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao* 2006;26:328-330.
69. Cohen MM, Schwartz S, Kunska A, et al.: The effect of tissue culture agar on chromosome breakage, sister-chromatid exchanges and clonogenicity in human cells. *Mutat Res* 1988;208:201-205.
70. Hong R, Zhang Y, Liu Y, Weng EQ: [Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on DNA of testicular cells and sperm chromatin structure in mice]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi* 2005;23:414-417.
71. Koyama S, Nakahara T, Wake K, et al.: Effects of high frequency electromagnetic fields on micronucleus formation in CHO-K1 cells. *Mutat Res* 2003;541:81-89.
72. Pacini S, Ruggiero M, Sardi I, et al.: Exposure to global system for mobile communication (GSM) cellular phone radiofrequency alters gene expression, proliferation, and morphology of human skin fibroblasts. *Oncol Res* 2002;13:19-24.
73. Belyaev IY, Koch CB, Terenius O, et al.: Exposure of rat brain to 915 MHz GSM microwaves induces changes in gene expression but not double stranded DNA breaks or effects on chromatin conformation. *Bioelectromagnetics* 2006;27:295-306.
74. Nylund R, Leszczynski D: Mobile phone radiation causes changes in gene and protein expression in human endothelial cell lines and the response seems to be genome- and proteome-dependent. *Proteomics* 2006;6:4769-4780.
75. Crumpton MJ, Collins AR: Are environmental electromagnetic fields genotoxic? *DNA Repair (Amst)* 2004;3:1385-1387.
76. Lai H, Singh NP: Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 1995;16:207-210.
77. Lai H, Singh NP: Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *Int J Radiat Biol* 1996;69:513-521.
78. Lai H, Singh NP: Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 1997;18:446-454.
79. Malyapa RS, Ahern EW, Bi C, et al.: DNA damage in rat brain cells after in vivo exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation and various methods of euthanasia. *Radiat Res* 1998;149:637-645.
80. Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, et al.: Measurement of DNA damage after exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation. *Radiat Res* 1997;148:608-617.

81. Vijayalaxmi, McNamee JP, Scarfi MR: Comments on: "DNA strand breaks" by Diem et al. [Mutat. Res. 583 (2005) 178-183] and Ivancsits et al. [Mutat. Res. 583 (2005) 184-188]. Mutat Res 2006;603:104-106; author reply 107-109.
82. Winker R, Ivancsits S, Pilger A, et al.: Chromosomal damage in human diploid fibroblasts by intermittent exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields. Mutat Res 2005;585:43-49.
83. Ahlbom A, Feychting M: A Bayesian approach to hazard identification. The case of electromagnetic fields and cancer. Ann N Y Acad Sci 1999;895:27-33.
84. Knave B, Floderus B: Exposure to low-frequency electromagnetic fields--a health hazard? Scand J Work Environ Health 1988;14 Suppl 1:46-48.
85. Markov MS: Biophysical estimation of the environmental importance of electromagnetic fields. Rev Environ Health 1994;10:75-83.
86. Stevens RG, Davis S: The melatonin hypothesis: electric power and breast cancer. Environ Health Perspect 1996;104 Suppl 1:135-140.
87. Caplan LS, Schoenfeld ER, O'Leary ES, Leske MC: Breast cancer and electromagnetic fields--a review. Ann Epidemiol 2000;10:31-44.
88. Salvatore JR, Weitberg AB: Non-ionizing electromagnetic radiation and cancer--is there a relationship? R I Med J 1989;72:15-21.
89. Wolff H, Gamble S, Barkley T, et al.: The design, construction and calibration of a carefully controlled source for exposure of mammalian cells to extremely low-frequency electromagnetic fields. J Radiol Prot 1999;19:231-242.
90. Klein M, Graf AH, Rosen A, Hacker GW: Re: Aziz S, et al. A genetic epidemiological study of carcinoma of the Fallopian tube. Gynecol Oncol 2001;80:341-5. Gynecol Oncol 2001;82:590.
91. Leitgeb N: [Analysis of epidemiologic studies of magnetic field-induced cancer risk]. Biomed Tech (Berl) 1993;38:111-116.
92. Elwood JM: A critical review of epidemiologic studies of radiofrequency exposure and human cancers. Environ Health Perspect 1999;107 Suppl 1:155-168.
93. Ahlbom A, Feychting M, Gustavsson A, et al.: Occupational magnetic field exposure and myocardial infarction incidence. Epidemiology 2004;15:403-408.
94. Oftedal G, Wilen J, Sandstrom M, Mild KH: Symptoms experienced in connection with mobile phone use. Occup Med (Lond) 2000;50:237-245.
95. Seitz H, Stinner D, Eikmann T, et al.: Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication--a literature review published between 2000 and 2004. Sci Total Environ 2005;349:45-55.
96. Roosli M, Rapp R, Braun-Fahrlander C: [Radio and microwave frequency radiation and health--an analysis of the literature]. Gesundheitswesen 2003;65:378-392.
97. Streckfus CF, Bigler LR: Saliva as a diagnostic fluid. Oral Dis 2002;8:69-76.

98. Harlacher U, Schahn J: ""Elektrosensitivität" - ein psychologisches Problem? In E. Kals (Hrsg.), Umwelt und Gesundheit: Die Verbindung ökologischer und gesundheitlicher Ansätze. Weinheim: Psychologie Verlagsunion." 1998.
99. Rubin GJ, Das Munsch J, Wessely S: Electromagnetic Hypersensitivity: A systematic review of provocation studies. *Psychosomatic Medicine* 2005;67:224-232.
100. Rubin GJ, Das Munsch J, Wessely S: A systematic review of treatments for electromagnetic hypersensitivity. *Psychotherapy and Psychosomatics* 2006;75:12-18.
101. Hellbrück J, Fischer M: "Umweltpsychologie. Ein Lehrbuch. Göttingen: Hogrefe." 1999.
102. Altman DG, Schulz KF, Moher D, et al.: The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2001;134:663-694.
103. Moher D, Schulz KF, Altman D: The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomized trials. *Jama* 2001;285:1987-1991.
104. World Medical Association declaration of Helsinki. Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. *Jama* 1997;277:925-926.
105. Chatterton RT, Jr., Vogelsong KM, Lu YC, et al.: Salivary alpha-amylase as a measure of endogenous adrenergic activity. *Clin Physiol* 1996;16:433-448.
106. Hucklebridge F, Clow A, Evans P: The relationship between salivary secretory immunoglobulin A and cortisol: neuroendocrine response to awakening and the diurnal cycle. *Int J Psychophysiol* 1998;31:69-76.
107. Hucklebridge F, Lambert S, Clow A, et al.: Modulation of secretory immunoglobulin A in saliva; response to manipulation of mood. *Biol Psychol* 2000;53:25-35.
108. Black PH: Stress and the inflammatory response: a review of neurogenic inflammation. *Brain Behav Immun* 2002;16:622-653.
109. DeVane CL: Substance P: a new era, a new role. *Pharmacotherapy* 2001;21:1061-1069.
110. O'Connor TM, O'Connell J, O'Brien DI, et al.: The role of substance P in inflammatory disease. *J Cell Physiol* 2004;201:167-180.
111. Limmroth V, Cutrer FM, Moskowitz MA: Neurotransmitters and neuropeptides in headache. *Curr Opin Neurol* 1996;9:206-210.
112. Mantyh PW: Neurobiology of substance P and the NK1 receptor. *J Clin Psychiatry* 2002;63 Suppl 11:6-10.
113. Frieri M: Neuroimmunology and inflammation: implications for therapy of allergic and autoimmune diseases. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2003;90:34-40.
114. Fischer HP, Eich W, Russell IJ: A possible role for saliva as a diagnostic fluid in patients with chronic pain. *Semin Arthritis Rheum* 1998;27:348-359.
115. Balkwill F: Tumor necrosis factor or tumor promoting factor? *Cytokine Growth Factor Rev* 2002;13:135-141.

116. Bradford MM: A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem* 1976;72:248-254.
117. Basu A, Shrivastav TG, Kariya KP: Preparation of enzyme conjugate through adipic acid dihydrazide as linker and its use in immunoassays. *Clin Chem*. 2003;49:1410-1412.
118. Gillard BK, Marksman HC, Feig SA: Direct spectrophotometric determination of alpha-amylase activity in saliva, with p-nitrophenyl alpha-maltoside as substrate. *Clin Chem* 1977;23:2279-2282.
119. Westermann J, Demir A, Herbst V: Determination of cortisol in saliva and serum by a luminescence-enhanced enzyme immunoassay. *Clin Lab*. 2004;50:11-24.
120. Bundzen PV, Zagrantsev VV, Korotkov KG, et al.: Comprehensive bioelectrical analysis of mechanisms of the alternative state of consciousness. *Hum Physiol* 2000;26:558-566.
121. Bundzen PV, Korotkov KG, Unestahl LE: Altered states of consciousness: review of experimental data obtained with a multiple techniques approach. *J Altern Complement Med* 2002;8:153-165.
122. Korotkov K: "Human energy field study with GDV bioelectrography." St. Petersburg: Backbone Publishing Company, 2002.
123. Korotkov KG, Popechitelev EP: [Method for gas-discharge visualization and automation of the system of realizing it in clinical practice]. *Med Tekh* 2002:21-25.
124. Bell IR, Lewis DA, 2nd, Brooks AJ, et al.: Gas discharge visualization evaluation of ultramolecular doses of homeopathic medicines under blinded, controlled conditions. *J Altern Complement Med* 2003;9:25-38.
125. Dobson P, O'Keefe E: Research into the efficacy of the gas discharge visualisation technique as a measure of physical and mental health. <http://www.kirlian.org/gdvresearch/experiments/paul-elena/ref.html> 2004.
126. Korotkov K, Williams B, Wisneski LA: Assessing biophysical energy transfer mechanisms in living systems: the basis of life processes. *J Altern Complement Med* 2004;10:49-57.
127. Hacker GW, Pawlak E, Pauser G, et al.: Biomedical evidence of influence of geopathic zones on the human body: scientifically traceable effects and ways of harmonization. *Forsch Komplementarmed Klass Naturheilkd* 2005;12:315-327.
128. Korotkov KG, Bundzen PV, Bronnikov VM, Lognikova LU: Bioelectrographic correlates of the direct vision phenomenon. *J Altern Complement Med* 2005;11:885-893.
129. Treugut H, Gorner C, Ludtke R, et al.: Reliabilitat der Energetischen Terminalpunktdiagnose (ETD) nach Mandel bei Kranken. *Forsch Komplementarmed* 1998;5:224-229.
130. Mandel P: "Energy emission analysis. New application of Kirlian photography for holistic medicine." Essen, Germany: Synthesis Publishing Co., 1986.
131. Park SJ: *Su Jok*. 1993.
132. Medvedev SN, Mal'tseva AS, Popkova AM, et al.: Possibilities of the use of Korean acupuncture *Su Jok* in the clinical practice. *Klin Med (Mosk)* 1996;74:64.

133. Franke G-H: SCL-90-R - Die Symptomcheckliste von L.R. Derogatis. 2002.
134. Zerssen Dv: "Beschwerden-Liste (B-L). Göttingen: Hogrefe." 1976.
135. Laux L, Glanzmann P, Spielberger CD: Das State-Trait-Angstinventar. Göttingen: Hogrefe. 1970.
136. Steyer R, Schwenkmezger P, Notz P, Eid M: "Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF). Göttingen: Hogrefe." 1997.
137. Schallberger U: Qualität des Erlebens in Arbeit und Freizeit. Untersuchungen mit der Experience Sampling Method. Kurzskaalen zur Erfassung der positiven Aktivierung, Negativen Aktivierung und Valenz in Experience Sampling Studien. In Zürich PIIdU (ed), 2005.
138. NIEHS: Laboratory studies of non-cancer health effects in humans. In: <http://www.niehs.gov/emfrapid/html/WGReport/Chapter46.html>
139. Burgess A: "Cellular phones, public fears, and a culture of precaution." Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
140. Rööfli M, Huss A, Schreier N: Repräsentative Befragung zu Sorgen und gesundheitlichen Beschwerden im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern in der Schweiz. Studie im Auftrag vom BUWAL. In Bern BIFS-uPdU (ed), 2005.
141. Wiedemann PM, Schütz H: The precautionary principle and risk perception: Experimental studies in the EMF area. . Environmental Health Perspectives 2005;113:402-405.
142. Evans P, Bristow M, Hucklebridge F, et al.: Stress, arousal, cortisol and secretory immunoglobulin A in students undergoing assessment. Br J Clin Psychol 1994;33 ( Pt 4):575-576.
143. Kirschbaum C, Steyer R, Eid M, et al.: Cortisol and behavior: 2. Application of a latent state-trait model to salivary cortisol. Psychoneuroendocrinology 1990;15:297-307.
144. Mann K, Wagner P, Brunn G, et al.: Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on the neuroendocrine system. Neuroendocrinology 1998;67:139-144.
145. Radon K, Parera D, Rose DM, et al.: No effects of pulsed radio frequency electromagnetic fields on melatonin, cortisol, and selected markers of the immune system in man. Bioelectromagnetics 2001;22:280-287.