

## Untersuchungsprotokoll

### - Austestung der Elektrosensibilität -

<b>Testperson:</b>	Marcel Bolli Wiechserstr. 9 CH-8243 Altdorf (SH)
<b>Datum der Testung:</b> <b>Testparameter:</b>	12. Juni 2010 (WLA und DECT) Herzratenvariabilität (HRV), aktive Hautpotenziale (HP), Mikrozirkulation (Mikro)
<b>Testablauf:</b>	Kontrolle - Exposition – Kontrolle (jeweils 9 min)
<b>Expositionsquelle:</b>	WLAN: ca. 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ DECT : Immission unbekannt; Emittent unmittelbar im Oberschenkelbereich
<b>Auswertung:</b>	HRV-Bestimmung über die Oberwellencharakteristik in der FFT (Fast - Fourier - Transformation) sowie über die Bandbreite der Herzaktionen (arithmetischer Mittelwert)  Veränderungen der Hautpotenziale und der Mikrozirkulation über Zeitreihenanalysen

Das Protokoll umfasst 14 Seiten

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Anlass der Testung</b>	<b>3</b>
<b>2. Allgemeines</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Was ist Elektrosensibilität ?</i>	3
2.2 <i>Das vegetative Nervensystem als objektivierbarer Parameter</i>	4
<b>3. Testverfahren</b>	<b>4</b>
<b>4. Grundsätzliches zur Auswertung</b>	<b>5</b>
4.1 <i>Variabilität der Herzrate (HRV)</i>	5
4.2 <i>Mikrozirkulation (Mikro)</i>	7
4.3 <i>Aktive Hautpotenziale (HP)</i>	7
<b>5. Untersuchungsergebnisse</b>	<b>8</b>
5.1 <i>EKG-Ableitung (ICR-4 rechtsparasternal/unterer Rippenbogen links)</i>	8
5.2 <i>Variabilität der Herzrate (HRV)</i>	8
5.3 <i>Aktive Hautpotenziale (HP)</i>	8
5.4 <i>Mikrozirkulation (Mikro)</i>	9
<b>6. Abschließende Bewertung</b>	<b>9</b>

## **1. Anlass der Testung**

Herr Marcel Bolli unterzog sich am 12.06.2010 einer Testung der Bioregulationskapazität (Anpassungsfähigkeit des Biosystems auf Umweltfaktoren), wobei speziell die Empfindlichkeit auf gepulste elektromagnetische Felder untersucht wurde, welche eine Aussage zur Elektrosensibilität liefert.

Anlass der Testung ist eine extreme Empfindsamkeit gegenüber technisch erzeugten elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern.

Es war der Wunsch von Herrn Bolli, dass sowohl WLAN als auch (nach Erholung) DECT als Expositionsquelle eingesetzt wurden. Wunschgemäß befand sich die DECT-Quelle im Oberschenkelbereich.

## **2. Allgemeines**

### **2.1 Was ist Elektrosensibilität ?**

Immer häufiger sieht sich der Mediziner mit dem Problem der Elektrosensibilität konfrontiert, soweit er diese Diagnose überhaupt stellen kann. Nicht selten wird auf Grund des Krankheitsbildes unklarer Genese eine psychotherapeutische Behandlung empfohlen oder durchgeführt, die nach dem derzeitigen Stand der umweltmedizinischen Erkenntnisse nicht selten unter der Rubrik "Kunstfehler" einzuordnen ist, wenn die Therapie mit Hilfe von Psychopharmaka und somit letztlich eine Psychiatisierung erfolgt. Elektrosensible sind keineswegs psychisch krank, sondern leiden darunter, dass deren biologisches Regelsystem durch äußere elektrische, magnetische oder/und elektromagnetische Felder aus dem Gleichgewicht geraten ist. Andererseits ist es ausgesprochen schwierig, diese Erkrankung eindeutig zu diagnostizieren. Das klassische Wirkungsmodell für diesen Krankheitsverlauf existiert nicht, vielmehr führt die Anamnese zu einer multikausalen Verkettung, zu denen z.B. chemische Belastungen, Nahrungsmittelunverträglichkeiten oder auch allergische Reaktionen gehören.

Mehrjährige Forschungen zu diesem Thema haben ergeben, dass bestimmte physiologische Parameter zwar eine sehr gute Korrelation zur Elektrosensibilität aufzeigen, jedoch nicht die von der Statistik geforderte strenge Kausalität zulassen. Somit können derzeit nur die vielen Erfahrungen berücksichtigt werden, die sich in einer Beschreibung zahlreicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen widerspiegelt. Andererseits hat sich gezeigt, dass das vegetative Nervensystem in seinen Reaktionen einen guten Indikator darstellt.

## **2.2 Das vegetative Nervensystem als objektivierbarer Parameter**

Für die Bewertung einer Sensibilität gegenüber elektrischen, magnetischen bzw. elektromagnetischen Feldern stellt das vegetative Nervensystem einen objektiven Parameter dar. An Testpersonen konnte gezeigt werden, dass z.B. das Muster der Hirnströme (EEG) bei Expositionen im getakteten elektromagnetischen Feld, wie es beim GSM-Standard des Mobilfunks oder auch beim schnurlosen DECT-Telefon benutzt wird, verändert wird. Hier zeigte sich deutlich, dass das biologische Regulationssystem bei Immissionswerten von weniger als 1 Promille des offiziellen Grenzwerts reagiert. Neben den Veränderungen im EEG reagiert auch die *Mikrozirkulation* (kapillare Hautdurchblutung) und die *Variabilität der Herzrate* (Variabilität in der Aufeinanderfolge der einzelnen Herzaktionen).

Bei hochgradig elektrosensiblen Personen liegt durchweg eine Vorschädigung vor, z.B. durch Chemikalien (MCS); diese zeigen auch ohne Feldexposition eine eingengte *Variabilität der Herzrate (HRV)*, sowie eine gestörte Dynamik in der Regulation der *Mikrozirkulation*. Einen weiteren physiologischen Messparameter stellen die *aktiven elektrischen Hautpotenziale (HP)* dar. Über diese Daten können Stress-Situationen nachgewiesen werden (z.B. bei Belastung durch Umweltfaktoren chemischer oder elektrischer Natur) aber auch Störungen in der elektrischen Signalfortleitung.

## **3. Testverfahren**

Ziel dieser Testung ist es, eine Aussage über den *Zustand des Biosystems* (Herzratenvariabilität) und über die *aktuelle Bioregulation* (Mikrozirkulation, aktive Hautpotenziale) treffen zu können.

Zur Bestimmung der Herzratenvariabilität werden die einzelnen Herzaktionen (Abfolge der EKG-R-Zacken) mittels Thorax-EKG abgeleitet, simultan erfolgt die Registrierung der aktiven elektrischen Hautpotenziale über einen Hautsensor (Elektrodenmatrix), welcher auf dem Unterarm aufgesetzt wird. Diese elektrischen Potenziale werden ohne Hilfsstrom registriert und sind deshalb *nicht* vergleichbar mit der so genannten Hautwiderstandsmessung. Die Dynamik der Blutflussregulation im Kapillarbett (Mikrozirkulation) wird mittels Laser-Doppler-Verfahren am Ohrläppchen erfasst.

Die Datenaufzeichnung (EKG, Mikrozirkulation, Hautpotenziale) erfolgt kontinuierlich während Ruhe-, Expositions- und Erholungsphase. Als Reizgeber dient ein WLAN-Router (WLAN = wireless local area network), der als Dauersender ein gepulstes elektromagnetisches Feld emittiert. Die Leistungsflussdichte am Immissionsort wurde auf ca. 10  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  festgelegt. Für die Testperson waren Beginn/Ende der Exposition nicht

bekannt (Einfach-Blind-Test). In einem weiteren Versuch wurde ein DECT-Telefon in Körpfernähe eingesetzt

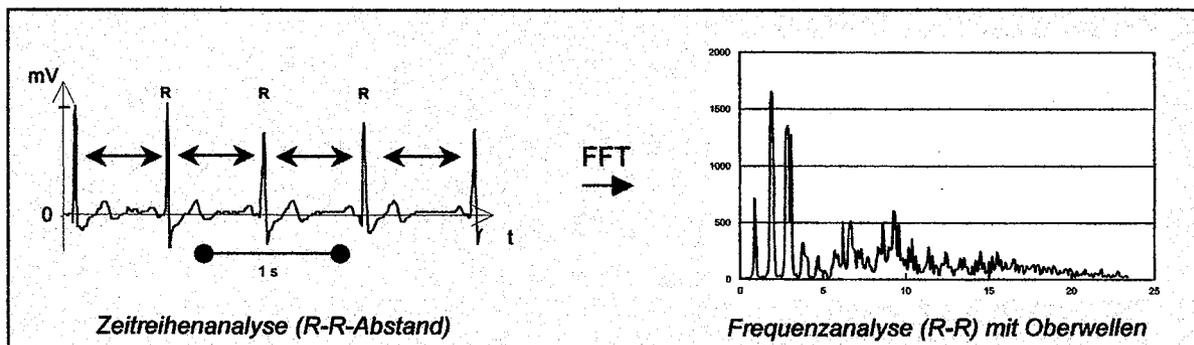
Die Testung erfolgt unter definierten Bedingungen, d.h. der Untersuchungsraum ist frei von zusätzlichen hochfrequenten und niederfrequenten Feldeinflüssen. Dies wird über die geschirmte Elektroinstallation des Hauses und den Verzicht auf den Einsatz hausinterner funktechnischer Anlagen realisiert. Hochfrequenzimmissionen durch Mobilfunk, Radar u.s.w. liegen nicht vor.

#### 4. Grundsätzliches zur Auswertung

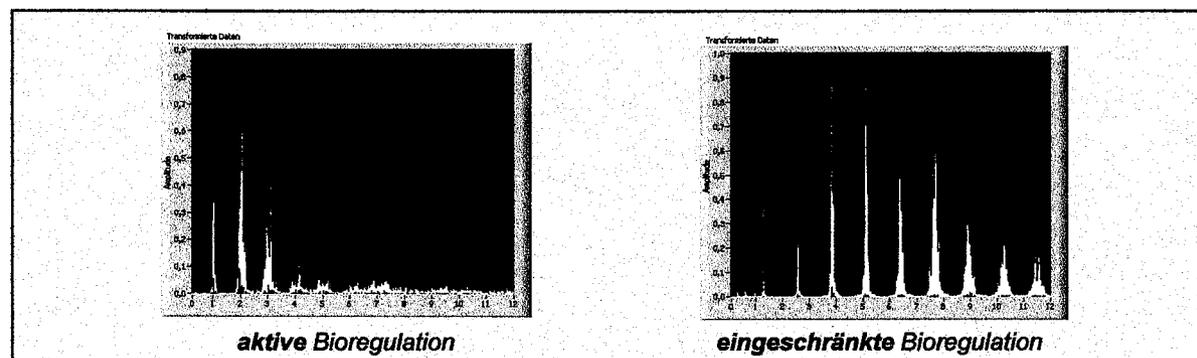
##### 4.1 Variabilität der Herzrate (HRV)

##### 4.1.1 Leistungsspektren / Oberwellencharakteristik der FFT

Die Variabilität der Herzaktionen wird über eine Frequenzanalyse (FFT) des Grundsignals (Abstand der einzelnen R-Zacken im EKG) und deren Oberwellen ermittelt.



Methodik: Bestimmung der HRV



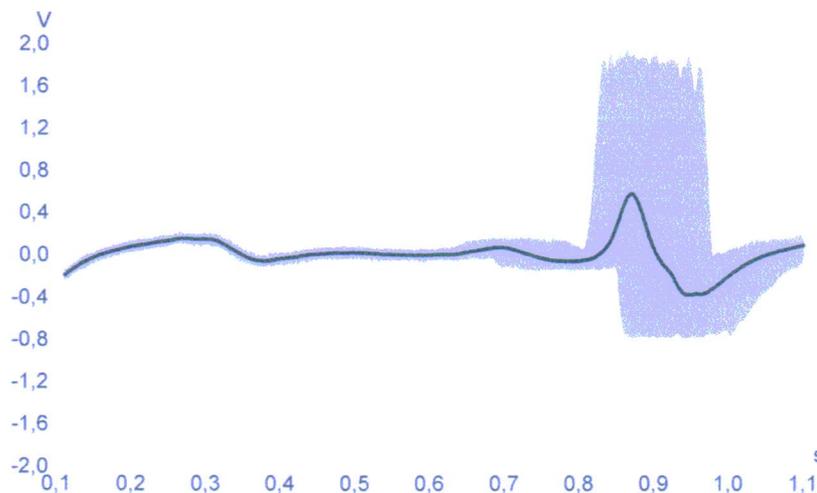
Beispiel von EKG-Leistungsspektren, Grundfrequenz des EKG (–) und Oberwellen

Ruhe- und Stimulationsphase (Exposition) werden separat ausgewertet, um Aussagen über Vorschädigungen des Biosystems treffen zu können.

Eine geringe Variabilität der Herzaktionen stellt sich als schmales Frequenzband der Oberwellen dar; die Bandbreite ist das Maß der Variabilität. Ist diese Variabilität eingeeengt oder nicht mehr vorhanden (Starrheit des Systems), so ist dieses mit den weiteren Lebensfunktionen *nicht* vereinbar.

#### 4.1.2 Bandbreite der Herzaktionen (arithmetische Mittelwertbildung)

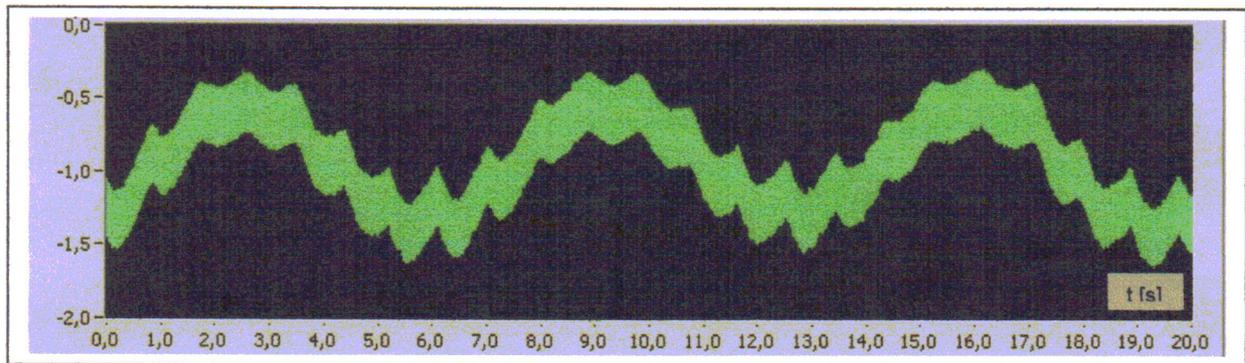
Mittels R-Zacken-Triggerung wird über einen Zeitabschnitt von 1,1 s das nachfolgende EKG-Signal gespeichert und über einen etwa dreiminütigen Zeitraum überlappend dargestellt. Die Schattierung (hellblau) gibt die einzelnen Ereignisse wieder; die durchgezogene Linie (dunkelblau) entspricht dem gemittelten Summensignal, dessen Maximum den Schwerpunkt der auftretenden R-Zacken nach dem Trigger entspricht: je höher dieser gemittelte Maximalwert in Relation zum Einzelwert desto enger ist die Bandbreite der Herzratenvariabilität.



Darstellung des arithmetischen Mittelwerts der Herzaktionen im Vergleich zu den Einzelaktionen

## 4.2 Mikrozirkulation (Mikro)

Änderungen der kapillaren Gefäßdurchblutung werden als Zeitfunktion analysiert. Da die Mikrozirkulation vom vegetativen Nervensystem gesteuert wird, geben diese Daten vor, während und nach Exposition Auskunft über die Aktivität der Bioregulation. Diese Signale im Sekundenbereich der einzelnen Herzaktionen sind überlagert von der typischen biologischen Regulationsperiodik von ca. 0,15 Hz (eine Periode in ca. 7 s).



Zeitreihendarstellung der Mikrozirkulation

## 4.3 Aktive Hautpotenziale (HP)

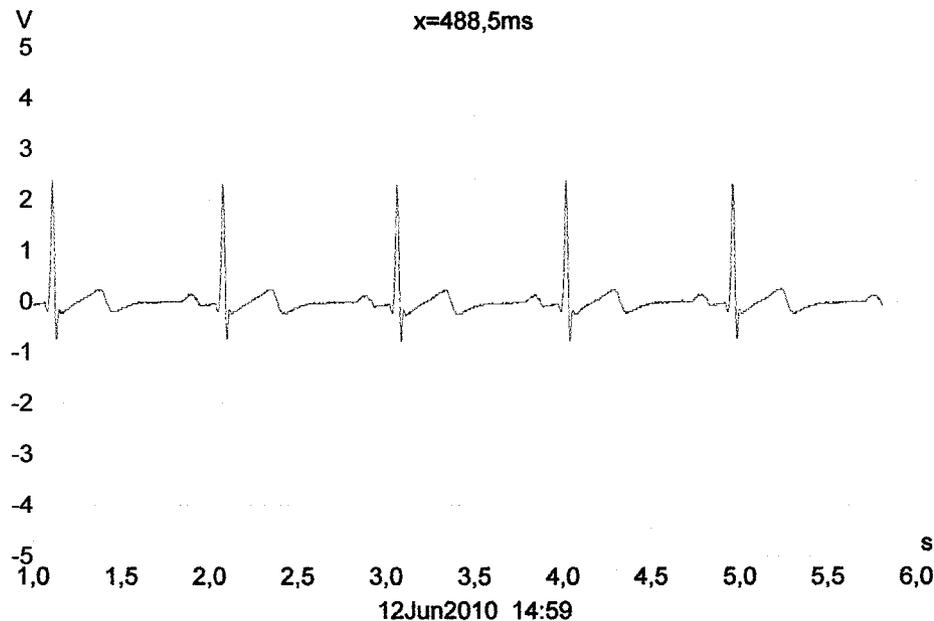
Die Bewertung der Hautpotenziale erfolgt ebenfalls anhand der Darstellung der zeitlichen Abfolge der Signale während der unterschiedlichen Testbedingungen.

Diese Daten stellen ein Maß für Stresszustände dar. In stressfreien Situationen korrelieren die Potenzialänderungen mit denen des EKG. Unter Stress erfolgt eine Blockade dieser Signalfortleitung, d.h. es bildet sich u. U. ein Nullsignal aus.

Die Bewertung dieser drei Parameter erlaubt eine Bewertung der Bioregulationskapazität. Der zeitliche Verlauf lässt Aussagen zur Elektrosensibilität zu.

## 5. Untersuchungsergebnisse

### 5.1 EKG-Ableitung (ICR-4 rechtsparasternal/unterer Rippenbogen links)



Das EKG zeigt ohne Belastung keine Auffälligkeiten

### 5.2 Variabilität der Herzrate (HRV)

#### Versuchsreihe DECT

Aus der Frequenzanalyse der HRV lässt sich kein Einfluss durch Exposition darstellen (Abb. 1).

Dagegen stellt sich in der Zeitreihenanalyse ein zeitverzögerter Einfluss sowohl am Ende der Exposition als auch in der Kontrollmessung nach Exposition (Abb. 2 d) als Stresssituation dar (Abb. 2 f).

#### Versuchsreihe WLAN

In der Zeitreihenanalyse konnte keine Reaktion auf Feldexposition nachgewiesen werden. Die FFT konnte auf Grund von kurzzeitigen Artefakten nicht ausgewertet werden.

### 5.3 Aktive Hautpotenziale (HP)

#### Versuchsreihe DECT und WLAN

Keine Änderungen der Signale auf Exposition.

#### **5.4 Mikrozirkulation (Mikro)**

##### *Versuchsreihe DECT und WLAN*

Die Mikrozirkulation ist insgesamt schwach ausgeprägt.

#### **6. Abschließende Bewertung**

Die HRV über FFT weist nicht auf eine relevante Vorbelastung des Vegetativums hin, dagegen jedoch die Dynamik der Mikrozirkulation. Hier ist die für eine optimale Regulation typische Grundfrequenz von ca. 0,15 Hz nicht messbar, ein Hinweis darauf, dass im Gegensatz zu der Interpretation der HRV-Daten eine Störung vorliegt, die sich auf die Regulationskapazität auswirkt. Diese Situation stellt sich als Sensibilität gegenüber die auf das Vegetativum wirkenden Störfaktoren dar.

Insgesamt ergibt sich somit folgende Situation:

Herr Bolli reagiert nicht auf Belastungen durch NF-gepulste elektromagnetische Felder; dieses wurde auch nach den jeweiligen Testungen bei der Befragung so bestätigt.

Lediglich während und nach WLAN-Exposition konnte bei der Zeitreihenanalyse der HRV eine Stress-Reaktion dargestellt werden, die aber nur temporär auftrat und nicht unbedingt mit der Exposition korreliert werden kann.

Andererseits deutet die schon eingeschränkte Mikrozirkulation auf eine durchaus relevante Vorbelastung hin.

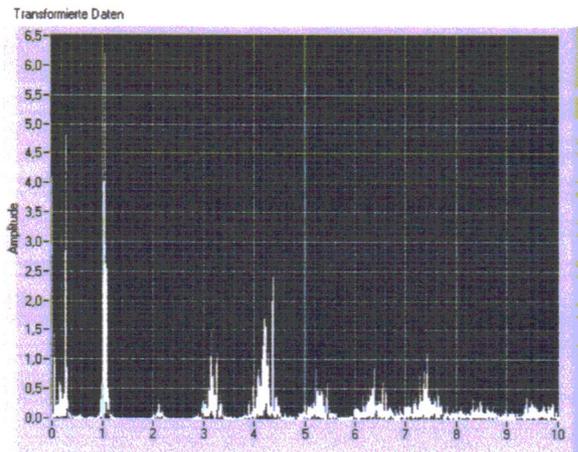
Die Primärursache für die von Herrn Bolli beschriebene Empfindlichkeit auf Expositionen in elektromagnetischen Feldern sollte in anderen Belastungsquellen gesucht werden. Hier ist insbesondere das häusliche Umfeld auf Belastungen durch Chemikalien (Holzschutzmittel, Duftstoffe aus Reinigungschemikalien, u.a.), aber auch auf Mikroorganismen (z.B. Schimmel) analysiert werden. Ebenfalls könnten technische Felder der hauseigenen Energieversorgung, insbesondere im Schlafbereich die primäre Ursache sein. Zur Abklärung wird eine fachgerechte Hausuntersuchung angeraten.

Stockelsdorf, den 21.07.2010

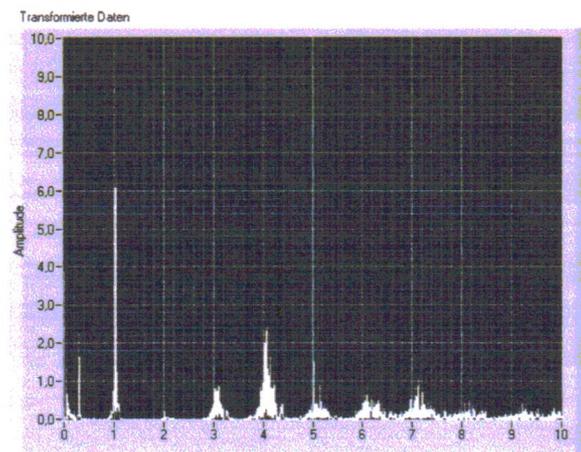


Dr. L. von Klitzing

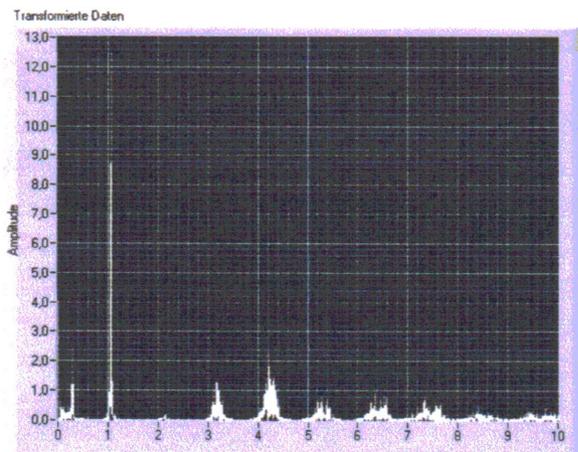
FREQUENZANALYSE



1a Kontrolle vor Exposition



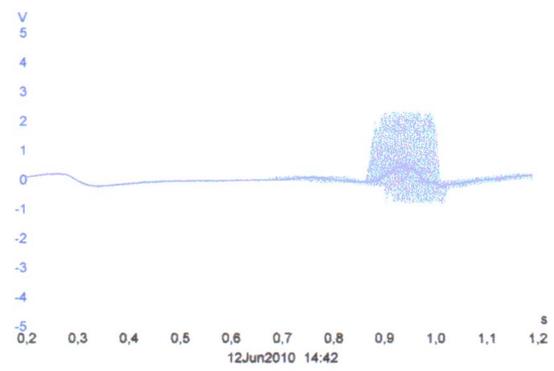
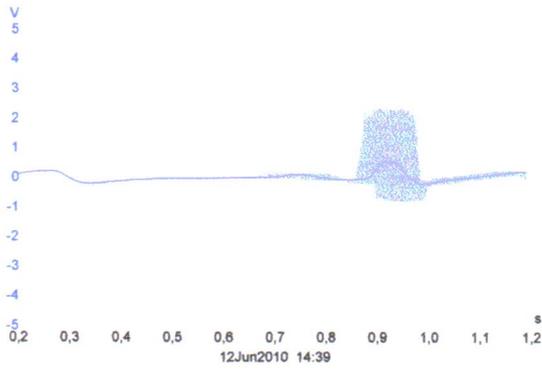
1 b Exposition



1 c Kontrolle nach Exposition

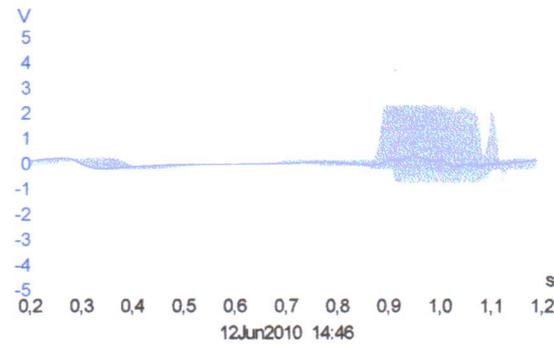
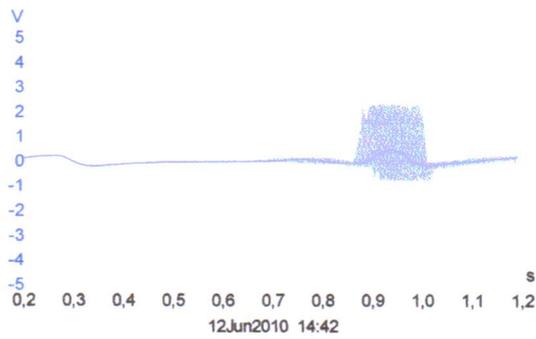
Abb. 1 (a-c) Frequenzanalyse (FFT) der HRV

# HERZRATENVARIABILITÄT (HRV)



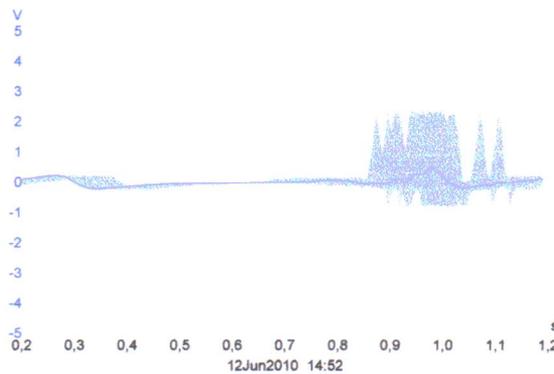
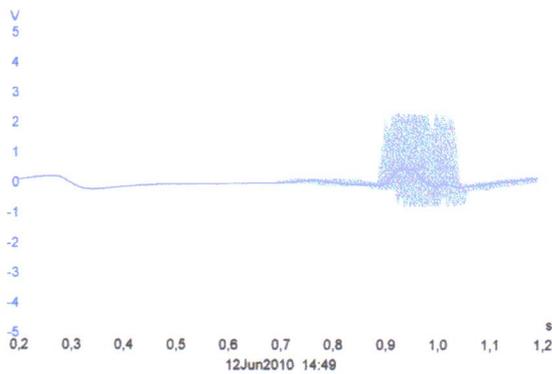
2 a Kontrollmessung (Beginn)

2 b Kontrollmessung (Ende)



2 c Beginn Exposition

2 d nach 8 min Exposition

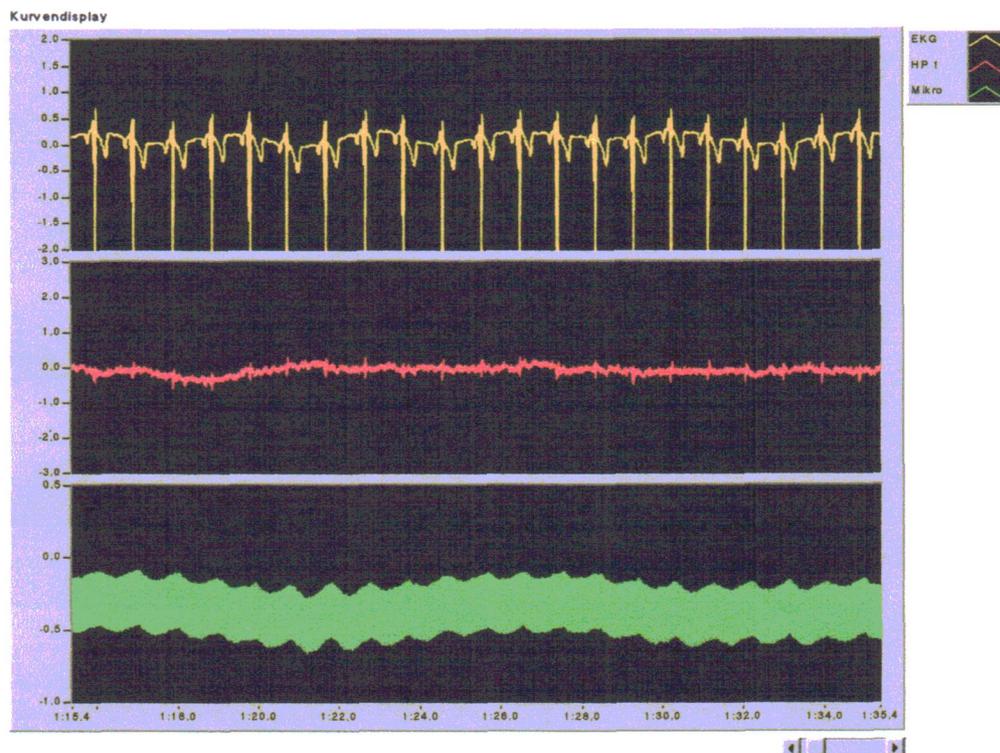


2 e 3 min nach Exposition

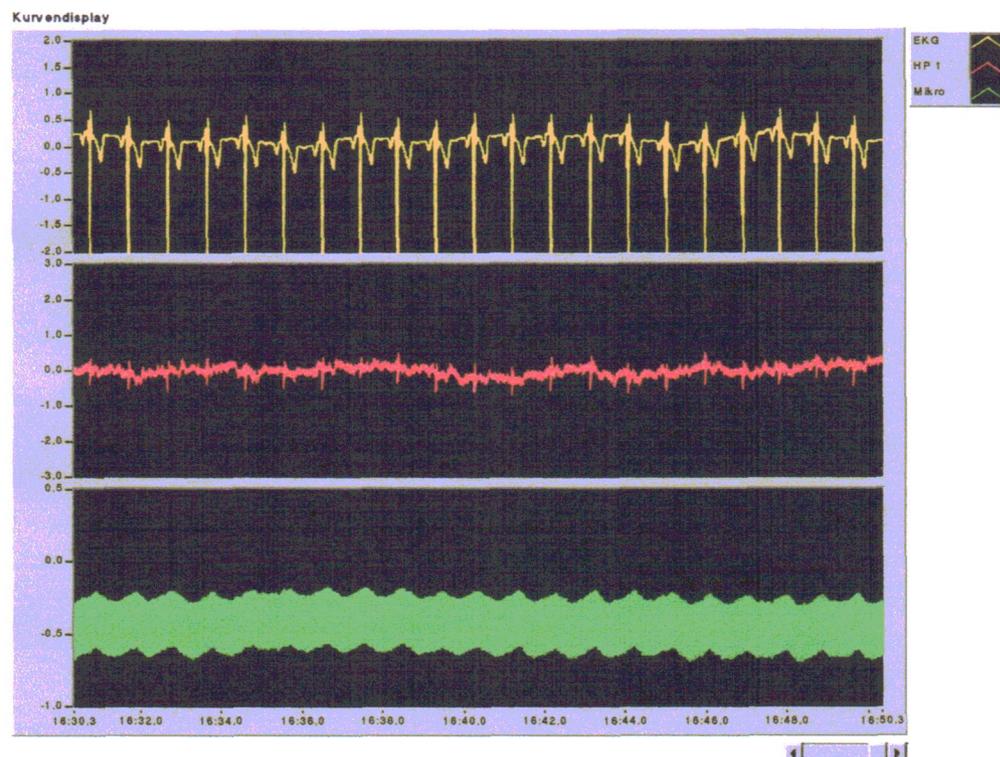
2 f 6 min nach Exposition

Abb. 2 (a-f) Zeitreihenanalyse der Herzaktionen

# REGISTRIERUNG DER PHYSIOLOGISCHEN PARAMETER



3 a Kontrolle vor Exposition



3 b 3 min nach Exposition

gelb: EKG    rot: Hautpotenziale    grün: Mikrozirkulation

Abb. 3 (a + b) Simultane Darstellung der zeitlichen Änderungen physiologischer Messparameter

# VERSUCHSREIHE WLAN

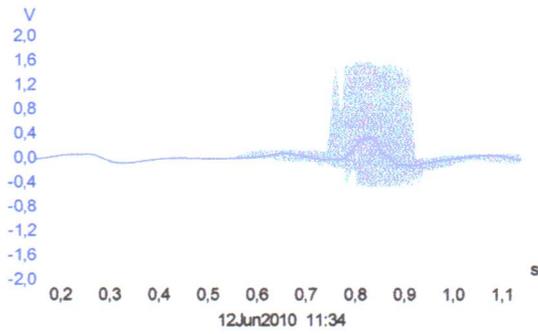


Abb. 4 a

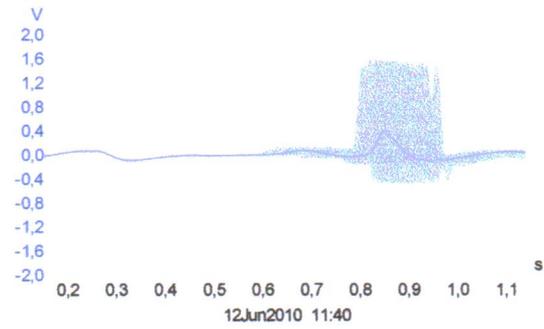


Abb. 4 b

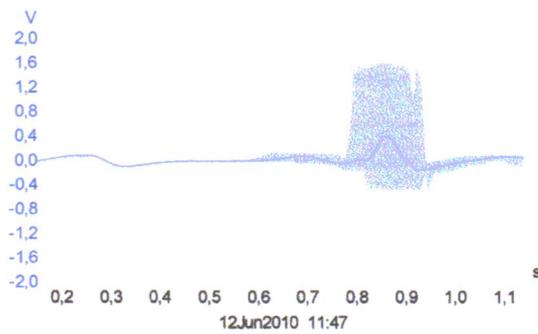


Abb. 4 c

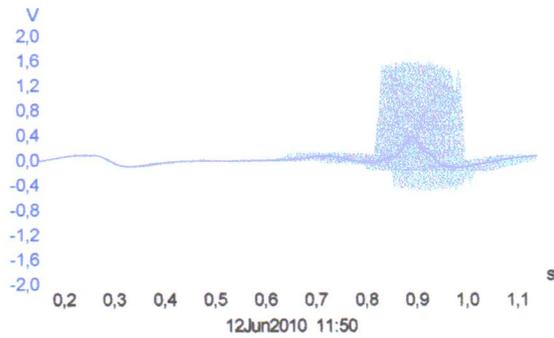


Abb. 4 d

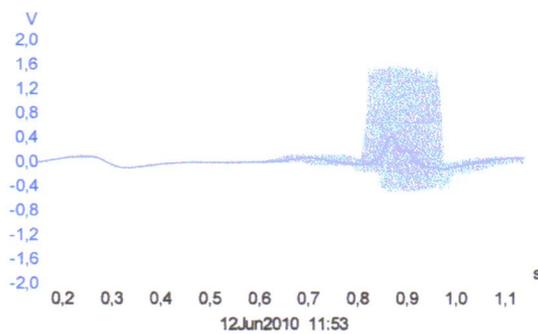


Abb. 4 e

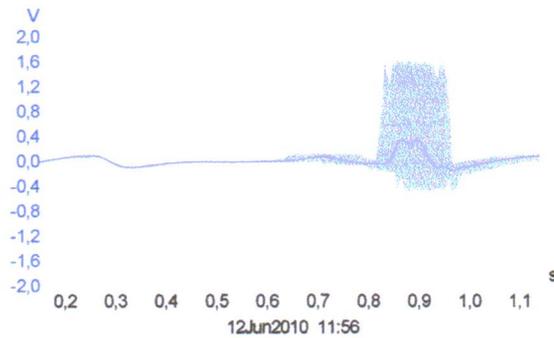
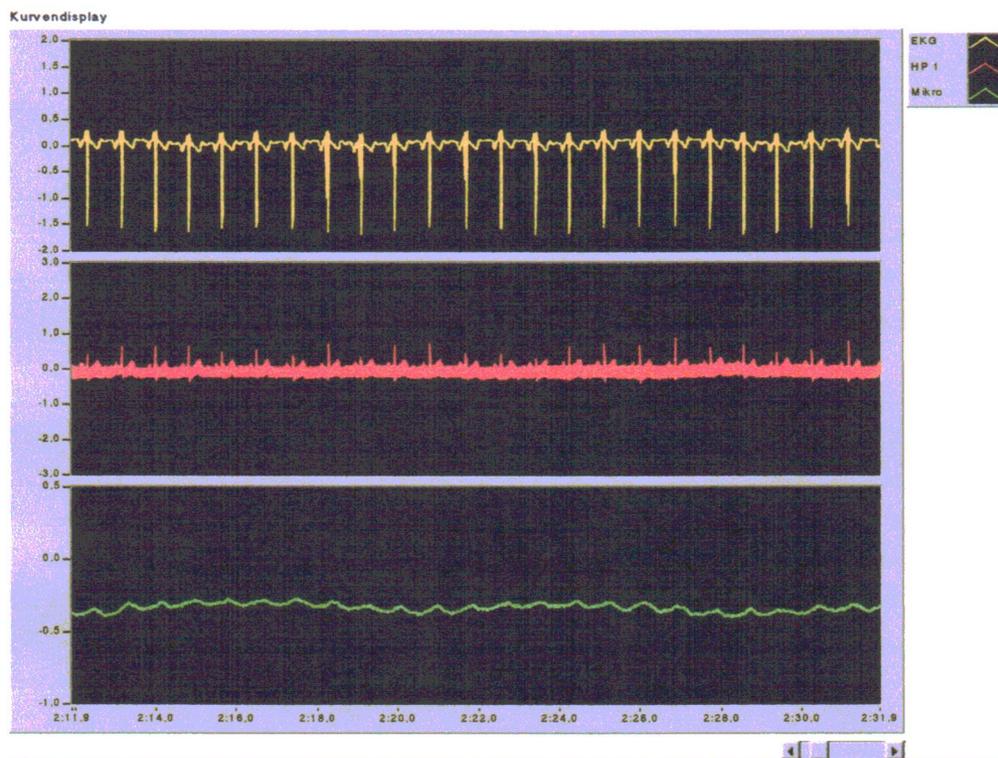


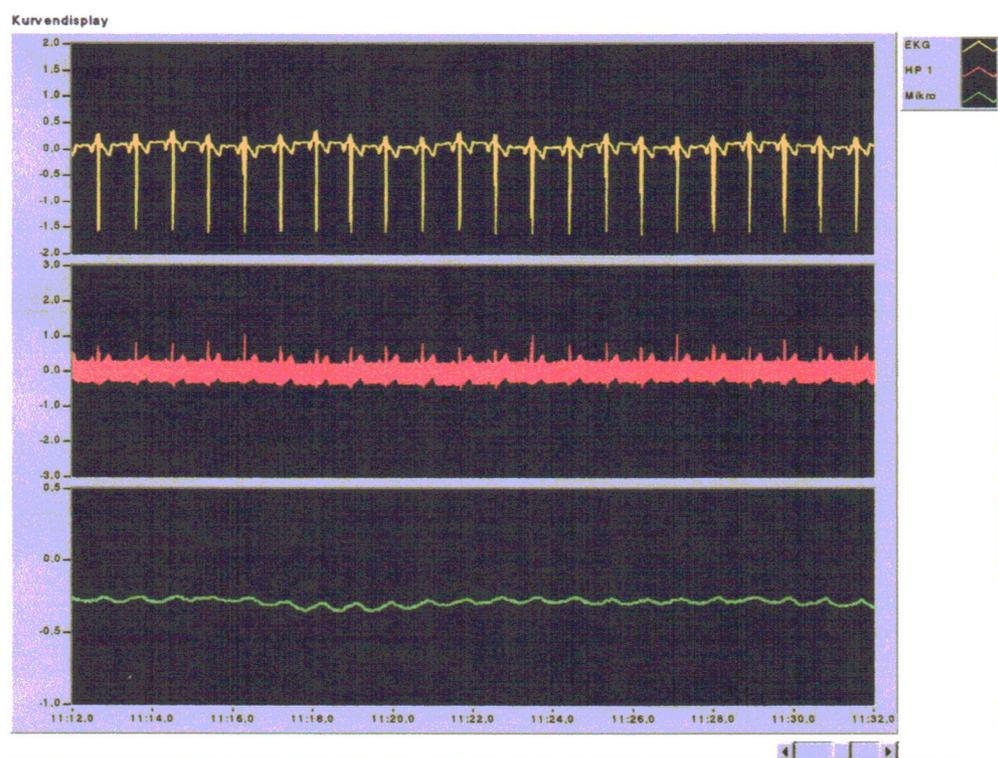
Abb. 4 f

Abb. 4 (a-f) Zeitreihenanalyse der Herzaktionen

# REGISTRIERUNG DER PHYSIOLOGISCHEN PARAMETER



5 a Kontrolle vor Exposition



5 b Kontrolle nach Exposition

gelb: EKG    rot: Hautpotenziale    grün: Mikrozirkulation

Abb. 5 (a + b) Simultane Darstellung der zeitlichen Änderungen physiologischer Messparameter