

Biofeedback in der Behandlung chronischer
Schmerzen
Pörtschach, 25.6.2024

Wolfgang Pipam
Zentrum für Interdisziplinäre
Schmerztherapie, Onkologie und
Palliativmedizin
Klinikum Klagenfurt / Wörthersee

KABEG
KLINIKUM KLAGENFURT
AM WÖRTHERSEE

Übersicht

- Zum Stellenwert von Biofeedback in der Behandlung von Schmerzen
- Was ist Biofeedback ?
- Welche Funktionen sind durch Biofeedback beeinflussbar?
- Anwendungsmöglichkeiten von Biofeedback am Beispiel Rückenschmerz / Kopfschmerz

Historischer Überblick

Beginn der **wissenschaftlich** fundierten **Biofeedback-Forschung**
1960er

- instrumentelle Konditionierung zur Veränderung der **Vasomotorik** (UdSSR)
- operante Konditionierung von Ratten zur Veränderung der **Herzfrequenz** (USA)

Biofeedback ist eine seit Jahrzehnten wissenschaftlich erforschte und bestätigte Behandlungsmethode!

Biofeedback in der Schmerztherapie

■ Definition:

- Bei der Behandlung mittels Biofeedback werden (üblicherweise) unwillkürlich ablaufende bzw. schwer wahrnehmbare Körperfunktionen kontinuierlich erfasst und dem Patienten optisch oder akustisch zurückgemeldet. Positive Änderungen dieser Funktionen werden systematisch verstärkt, sodass die Patienten lernen können, diese Funktionen zu beeinflussen.

Wahrnehmung ↔ Veränderung

ÜBERSICHT

- Grundlagen Biofeedback
- Parameter HAUTLEITFÄHIGKEIT
- Parameter PULS
- Parameter TEMPERATUR
- Parameter MUSKELSPANNUNG
- Parameter ATMUNG

Autonome unspezifische Stressreaktion

- Erhöhung der **Pulsfrequenz**
- Erhöhung der **Muskelspannung**
- Zunahme der **Atemfrequenz**
- Verflachung der **Atemkurve**
- Erhöhung des **Hautleitwertes**
- Verflachung der **Pulsamplitude**
- Reduktion der peripheren **Temperatur**

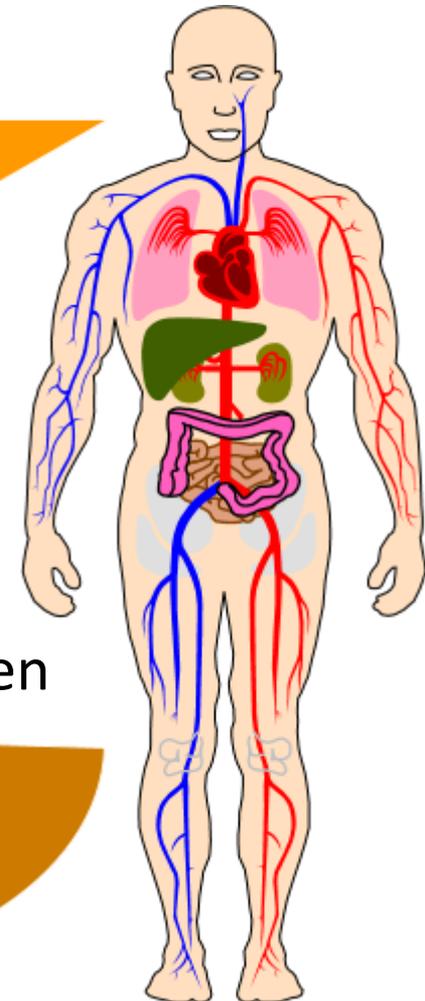
Das Biofeedback - Prinzip

Rückmeldung
= Feedback



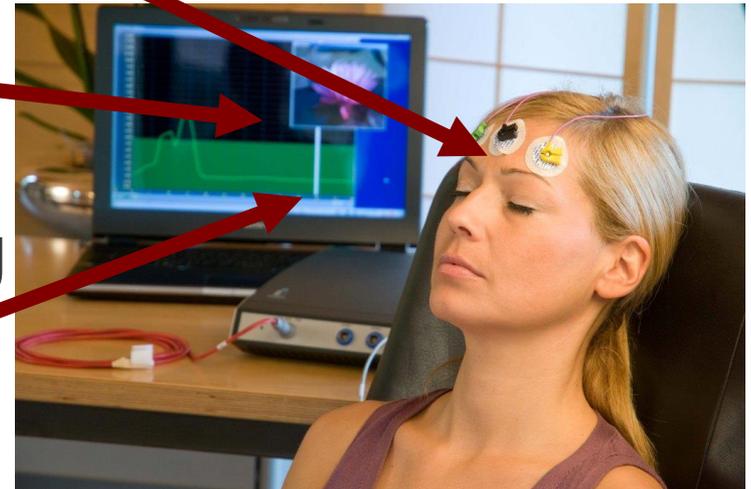
PC

Sensoren



Das Biofeedback-Prinzip

- Messen von unbewußten Körperreaktionen (z.B. Muskelverspannungen)
- Rückmeldung am PC
- Beeinflussung in Richtung Therapieziel



MULTISENSOR



Hautleitwert

Pulsfrequenz

Durchblutung

Hauttemperatur

**reagieren bei vegetativer
Belastung sofort**

System-Komponenten

- dienen der **Umwandlung** vorerst unbewusster und oft abstrakter Körperfunktionen (z.B. Durchblutungsrate der Schläfenarterie)
- in ein **vertrautes System** (z.B. optisch als variabler Ringdurchmesser, akustisch als sich verändernde Tonlage)
- und machen sie damit **leichter wahrnehmbar!**

Biofeedback- Das Prinzip

- Messen und Wahrnehmen von nicht bewussten - bzw. nicht kontrollierbaren - Körperfunktionen.
- Beeinflussen dieser Körperfunktionen in Richtung eines Therapieziels.
- Aufbau einer Fertigkeit, die im Alltag vorhanden bleibt.

Fallbeispiel

Pat. 49 J., männlich.

Anamnese:

Fahrradunfall 2015, leichtes SHT,
Bandscheibenvorfall HW 5/6 bei
konsekutiver Spinalkanalstenose

Torticollis nach links gedreht

Therapie:

Tens-Therapie, Osteopathie, Infiltrationen

CT Blockaden, Botox

(Sirdalud, Norgesic, Capsaicin – Gel)

Multimodale Schmerztherapie

Biofeedback



Die MESSPARAMETER

Hautleitwert:

Elektrische Leitfähigkeit der Haut; wird durch
Schweißdrüsenaktivität verändert
Ist Maß für Sympathikusaktivität

Abkürzungen: SCL (Skin Conductance Level)

EDG (Elektro-Dermo-Grafie)

EDA (Elektro-Dermale Aktivität)

Puls:

Pulsamplitude: relatives Maß für Durchblutung (kurzfristig)

Pulsfrequenz: ist gleich Herzfrequenz

Pulskurve: Sensorsignal=Blutvolumenpuls

Abkürzung: PPG (Puls Plethysmo Grafie)

Hauttemperatur

relatives Maß für Durchblutung (langfristig)

Muskelspannung

EMG Elektromyogramm

ATEM

Atemamplitude:

relatives Maß der Atemtiefe

Atemfrequenz:

in Atemzügen/Minute (bpm=breaths per minute)

Atemkurve:

direkte Darstellung der Atmung/Atembewegung

Physiosystem

Multisensor

- Hautleitwert
- Pulsfrequenz
- Durchblutung
- Temperatur

Atemsensor

- Atemkurve
- Atemtiefe
- Atemfrequenz

EMG-Sensor

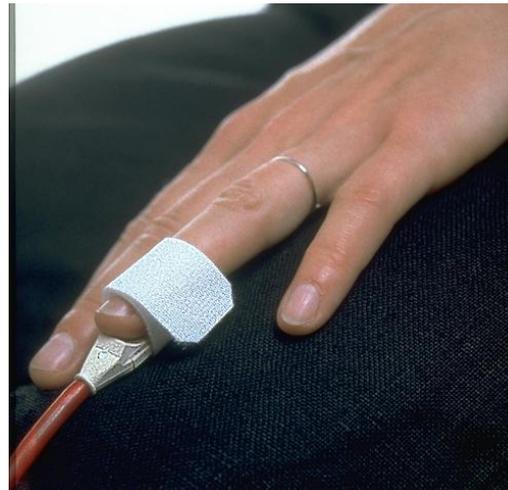
Vasosensor



Multisensor

misst an einem Finger

- Hautleitwert
- Pulsfrequenz
- Durchblutung
- Temperatur



EMG Sensor misst Muskelspannung



Vasosensor

misst Durchblutung
(Migränetherapie)



Atemsensor

misst Atembewegung
mittels Infrarot

berührungslose
Messung

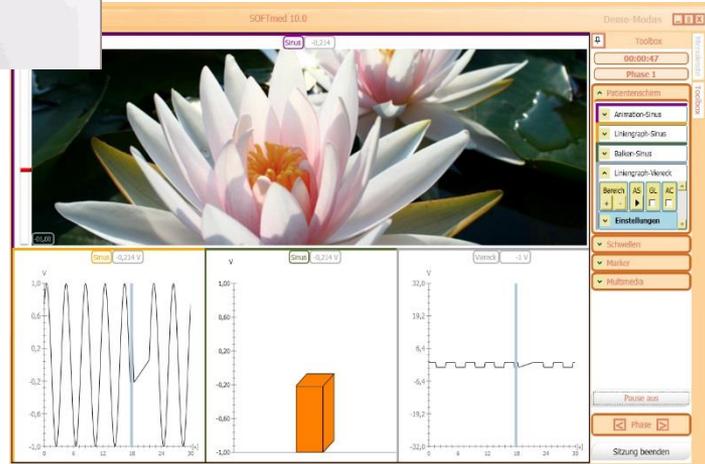
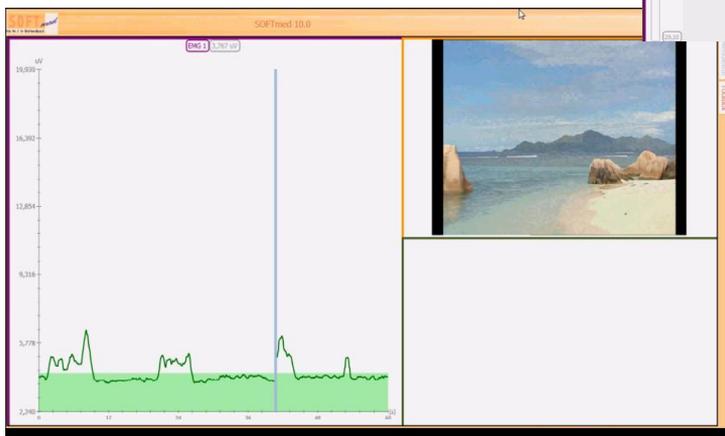
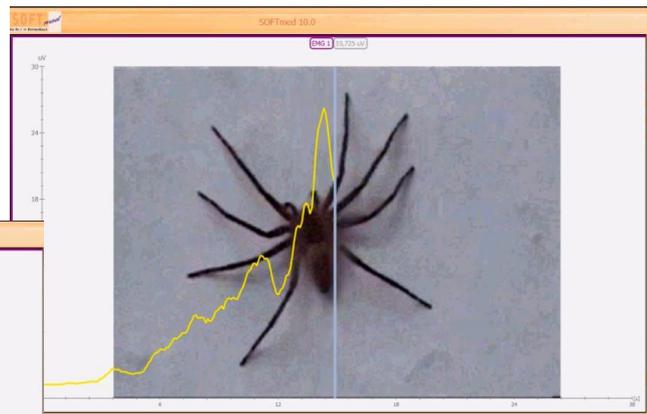
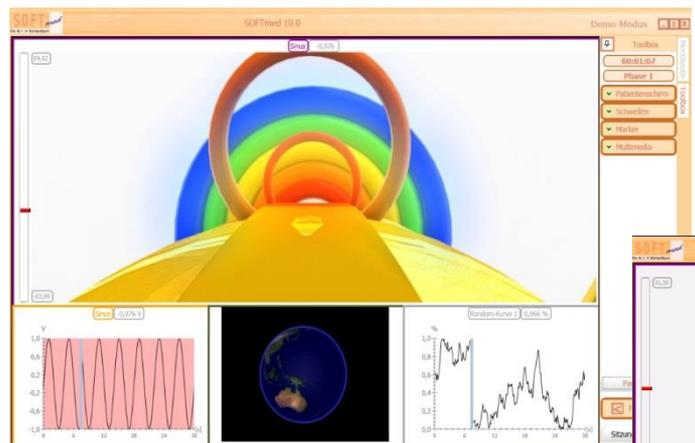


Biofeedback-SOFTWARE

KABEG

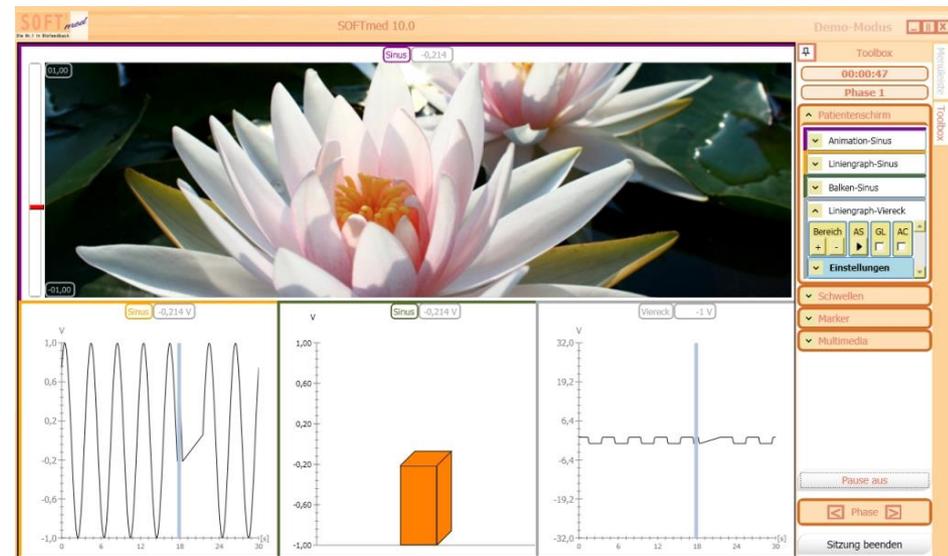
KLINIKUM KLAGENFURT
AM WÖRTHESSEE

Beispiele für Bildschirme



Die Therapiebibliotheken

- Angstbehandlung und Phobien
- Atemschule mit Atempacing
- Diagnostik
- Entspannungstraining
- Herz- Kreislauftraining
- Kinder
- Schlafstörungen
- Schmerzbehandlung
- Muskelaufbau
- Muskuläre Störungen
- Sucht
- Essstörungen
- Burnout



Übung - Stresstest

HAUTLEITWERT



Hautleitfähigkeit

- Maß des elektrischen Leitwerts der Haut
- von der Aktivität der Schweißdrüsen in der jeweiligen Hautregion abhängig
- vegetativ sympathisch innerviert
- Ausdruck psychischer Aktivierung
- „Fenster zum Sympathikus“

SOFT[®]med-Multi-Sensor

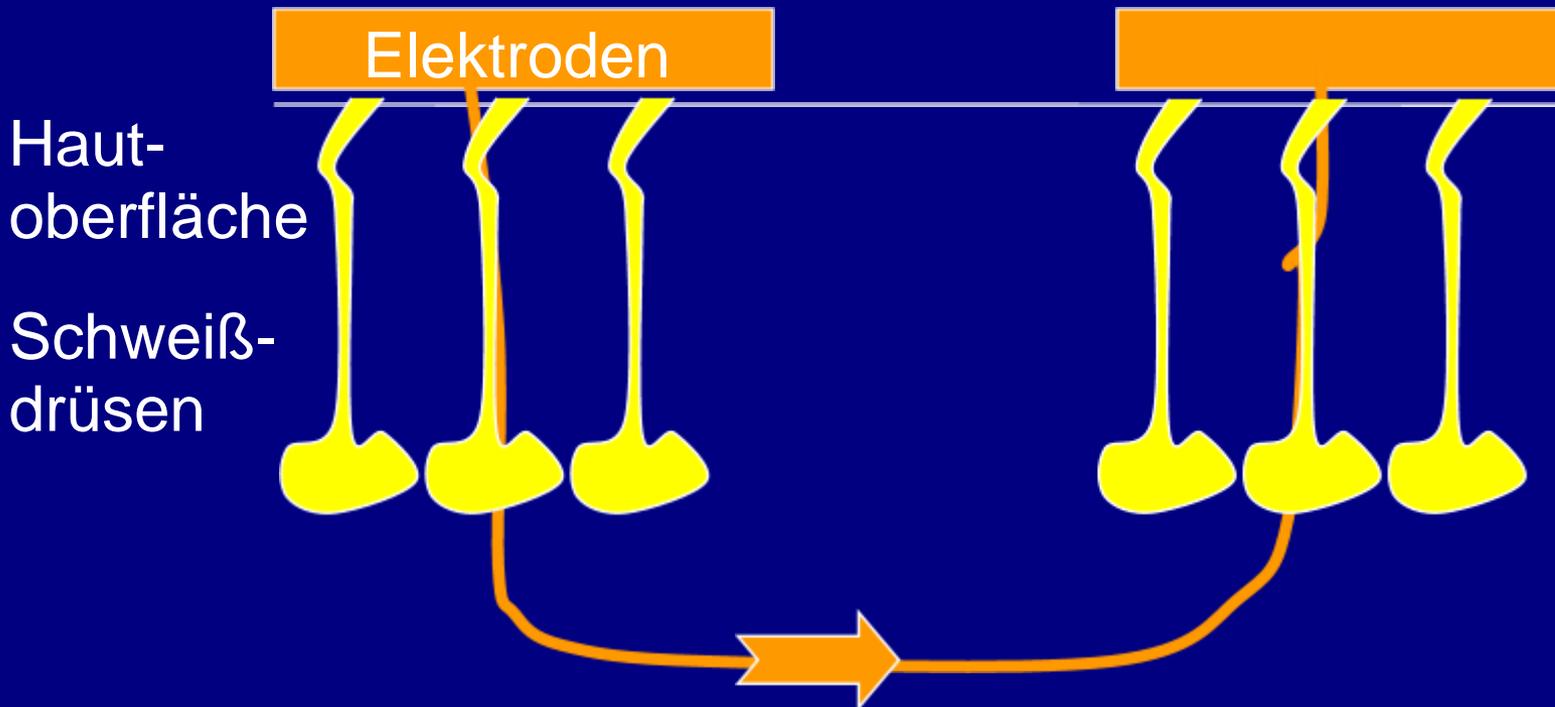
KABEG

KLINIKUM KLAGENFURT
AM WÖRTHSEE

Misst 5
Parameter
an einem
Finger



Wirkmechanismus der Hautleitwertschwankungen



Schweißdrüsen aktiviert - Strom stark - Hautleitwert hoch

Kennwerte der Hautleitfähigkeit

Die *physikalische Einheit* des Hautleitwertniveaus (SCL = Skin Conductance Level) ist das **mikroSiemens (μS)**.

Physiologie und Psychophysiologie

- Der Hautleitwert ist ein direktes Zeichen der **Sympathikusaktivität**.
- Das Hautleitwertniveau hängt von der **Dicke der Hornhaut**, sowie vom **habituellen Ausmaß der Schweißabsonderung** ab.
- Der Hautleitwert **steigt** meist geringfügig **mit der (Außen-)Temperatur**.



Psychophysiologie

- **Häufige spontane Hautleitwertreaktionen (Spontanfluktuationen)** können für starke Erregung bzw. für Ängstlichkeit stehen.
- **Depressive und emotional gehemmte Personen** zeigen meist keine oder nur geringe Hautleitwertaktivität.
- Der **tonische Hautleitwert (Hautleitwertniveau)** variiert zw. **0,25 μ S** (unterster Meßbereich) und **ca. 15 μ S**.
- Jede **emotionale Regung** wird unmittelbar als **Hautleitwertreaktion (phasische Veränderung)** sichtbar.

Review

SOFT med Die Welt in Biofeedback BioLife 1.0

Therapie schliessen

Sitzung Review

Vom: 2010/12/25 15:58:56

SCL 1 (Min: 0,526 Max: 0,576)

Temperatur 1 (Min: 21,422 Max: 24,158) Zeit: 00:01:13, Wert: 24,554

Puls-Frequenz (Min: 65,217 Max: 117,073)

Sympathikoreduktion 00:00:26

Zeitachse verschieben Zoom ein Zoom aus Autoskalieren Zeit Autoskalieren Wert Ansicht... Artefakte... Marker... Epoche...

Statistik Export Drucken

Einstellungen

SCL 1

+ -

Glättung ein/aus FFT ein/aus

Linie ein/aus Tendenz ein/aus

Epoche ein/aus Farbe ändern...

Temperatur 1

+ -

Glättung ein/aus FFT ein/aus

Linie ein/aus Tendenz ein/aus

Epoche ein/aus Farbe ändern...

Puls-Frequenz

+ -

Glättung ein/aus FFT ein/aus

Linie ein/aus Tendenz ein/aus

Epoche ein/aus Farbe ändern...

EMG 1

+ -

Glättung ein/aus FFT ein/aus

Linie ein/aus Tendenz ein/aus

Epoche ein/aus Farbe ändern...

Menüleiste

Patient: Test, Testerin

Patient

Therapie

Optionen

Anleitungsvideo

Hilfe

Logoff

© 2007 Insight Instruments - Software patentrechtlich geschützt

Therapeutische Ziele des Hautleitwertfeedbacks

- **Demonstration psychophysiologischer Zusammenhänge** (Einstieg ins Biofeedback)
- **Diagnostik & Evaluation** des unmittelbaren sympathischen Erregungsniveaus
- **Kontrolle über die eigene sympathische Erregung aufbauen** (vegetative Entspannung mittels verschiedener kognitiver Entspannungstechniken, Monitoring/Kontrolle bei Entspannungsübungen z.B. bei AT)

Indikationsbereiche

- Erregungskontrolle, Entspannungstraining - Mentaltraining
- Stressmanagement
- Stressdiagnostik
- Angsttherapie
- Aktivierungstraining

PPG- Pulsplethysmografie

Pulskurve
Pulsfrequenz
Pulsamplitude

Kennwerte beim Puls - Feedback

- **Pulsfrequenz** → Schläge pro Minute (bpm)
- **Pulsamplitude** → Höhe der Pulsmaxima, relativer Wert;
- **Rohsignal „Pulskurve“** → rel. Maß für Durchblutung im Gewebe unter dem Sensor

Messtechnik I

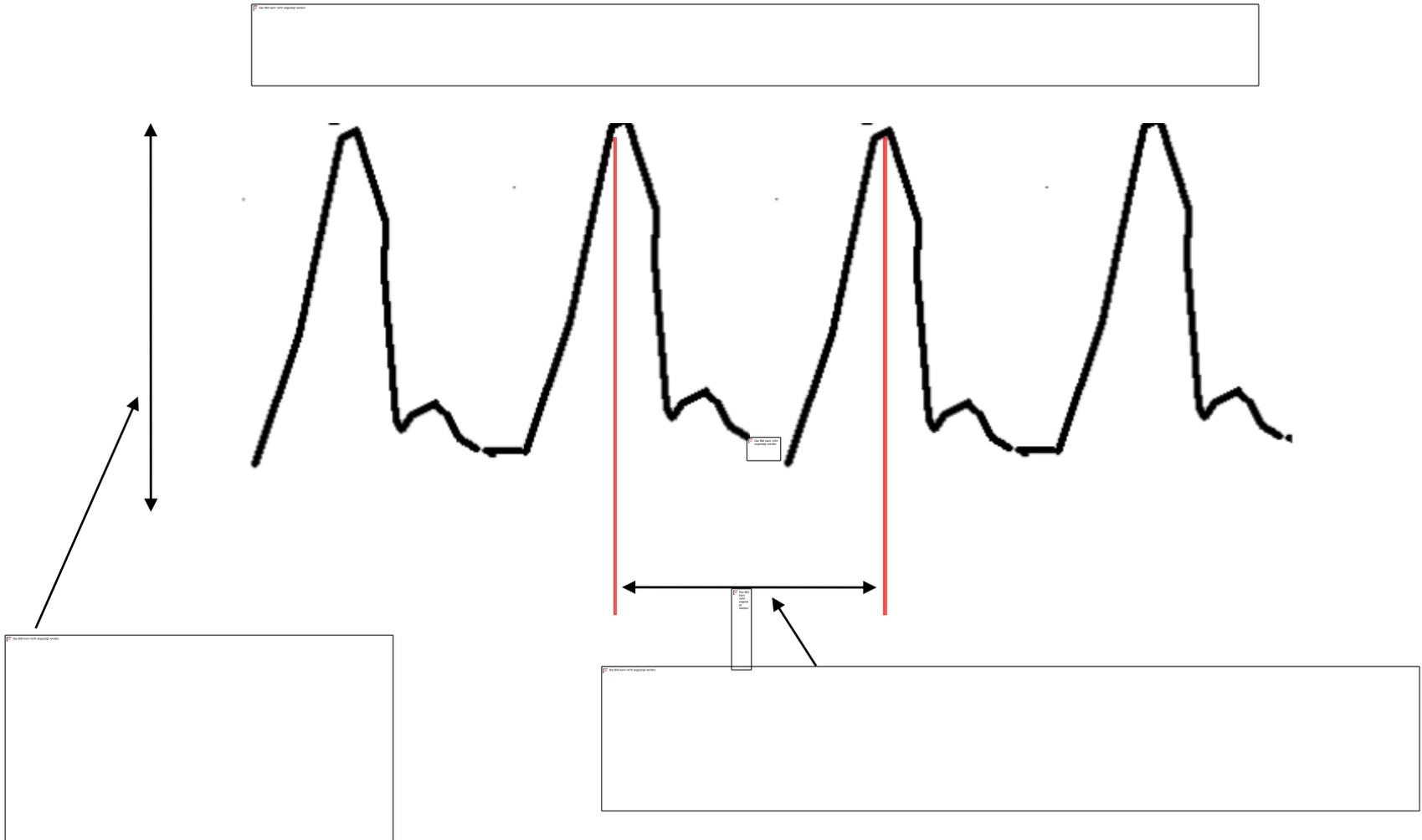
Photoplethysmo-
graphisch mit dem
SOFT[®]med-
Multiminiatursensor
an der Fingerkuppe
des nicht dominanten
Ringfingers.



Messtechnik II

- Bei der **photoplethysmographischen Messung** wird die **Pulskurve** optisch über die Reflexion der Blutplättchen erfaßt.
- **Pulsfrequenz und –amplitude** werden aus der Pulskurve Schlag für Schlag **errechnet** (wenn die Pulskurve nicht klar ist, sind Frequenz und Amplitude nicht korrekt darzustellen bzw. zu interpretieren).

Kennwerte beim Puls - Feedback



PPG-Pulsfrequenz- Feedback

Therapeutische Ziele des Pulsfrequenz-Feedbacks

- **Reduktion** der Pulsfrequenz
(Richtwert 60 - 80 bpm in Ruhe)
- **Stabilisierung** der Pulsfrequenz,
Reduktion funktioneller Arrhythmien
- **Ausbau** der respiratorischen
Sinusarrhythmie (RSA), bzw.
Herzfrequenzvariabilität (HRV)



Pulsfrequenz od. Herzrate

- **Abnahme der Pulsfrequenz** bei Entspannung, Orientierung und Aufmerksamkeitsprozessen (mit Informationsaufnahme).
- **Anstieg der Pulsfrequenz** bei Schmerz- und Angstreizen, sowie physischen Belastungen.



Psychophysiologische Grundlagen

- **Atmung** als deutlicher Einflussfaktor der Herzfrequenz (**respiratorische Sinusarrhythmie - RSA**), v.a. unter Entspannung sichtbar.
- **Stressoren** oder psychische Aktivität (u.a. Schmerz) erhöhen die Frequenz, **Entspannung** reduziert sie und verbessert die RSA.
- **Kognitive Faktoren** als deutlicher Einflussfaktor der Herzfrequenz (Abnahme bei Informations-aufnahme, Zunahme bei Erwartung einer Aktivität).

PPG-Pulsamplituden- Feedback

Vaso-Sensor

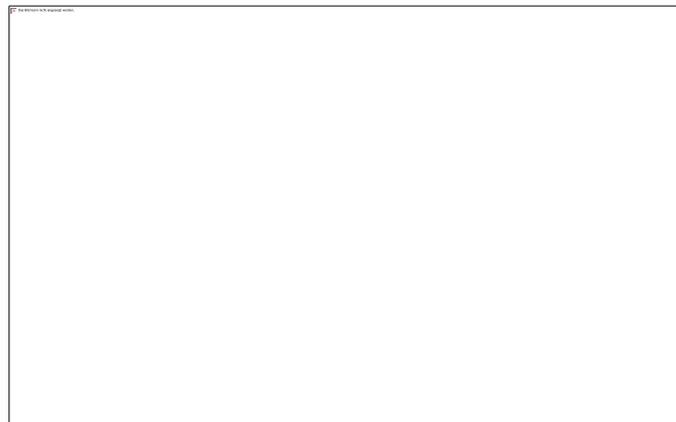
SOFT® - Vasosensor

an der A.
temporalis
superficialis
(Vasokonstriktions-
training bei
Migräne)





Als ob ein zu enger Helm
den Kopf zusammen drückt



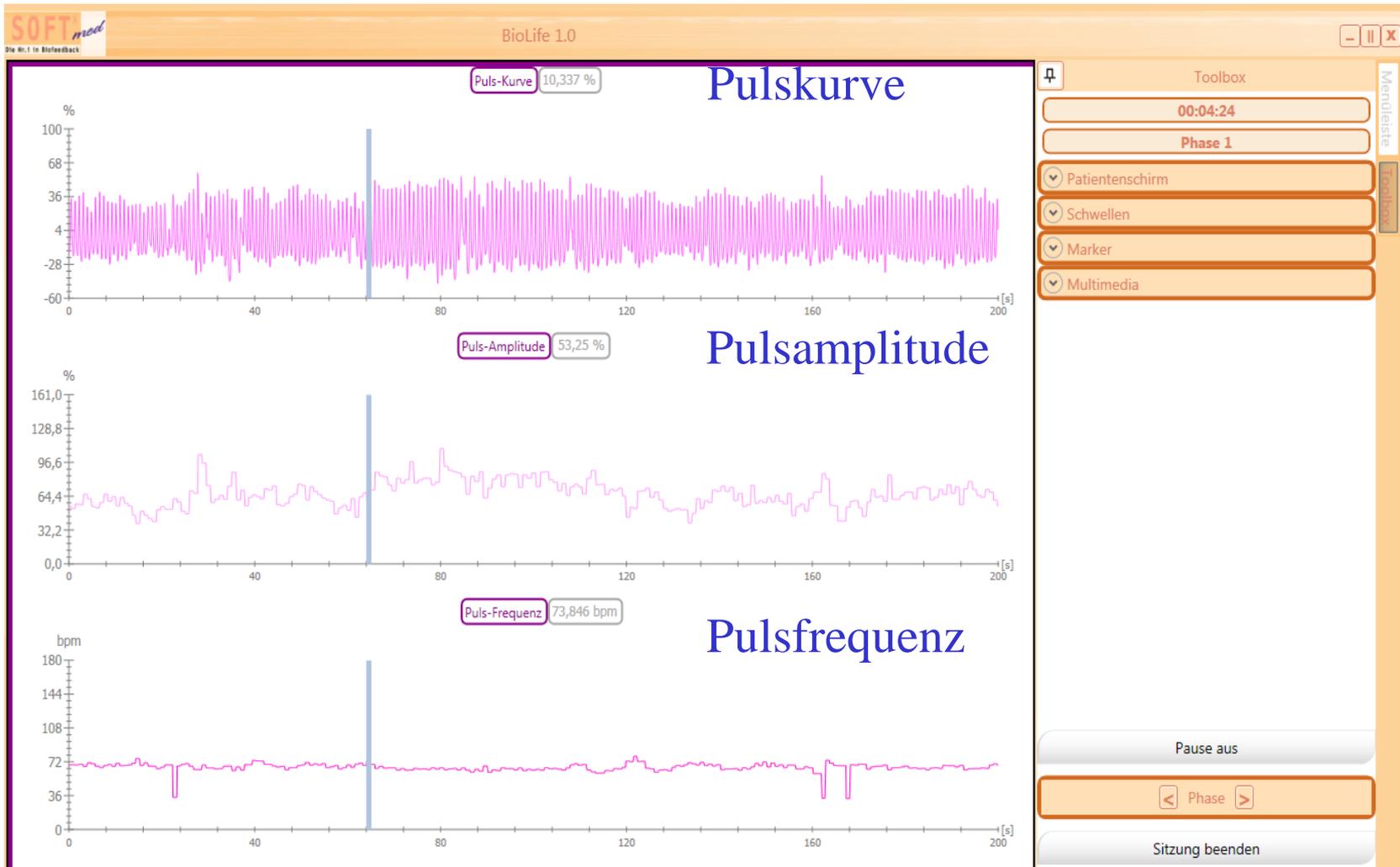
Therapeutische Ziele des Pulsamplituden-Feedbacks

- **Erhöhung** der peripheren Durchblutung
- **Reduktion** der Durchblutung im Kopfbereich (Vasokonstriktionstraining)
- Zielwert ist (stabile) Veränderung in **Relation zum jeweiligen Ausgangswert!**
(keine Normwerte – relative Veränderungen)



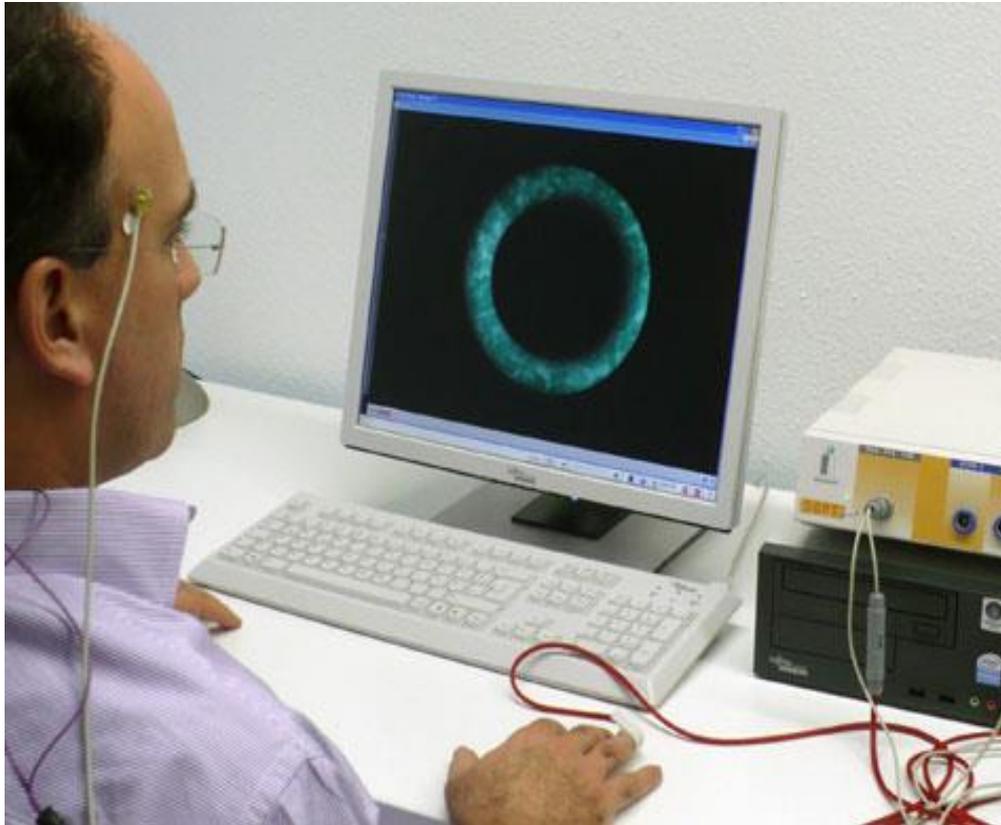
INDIKATIONSBEREICHE

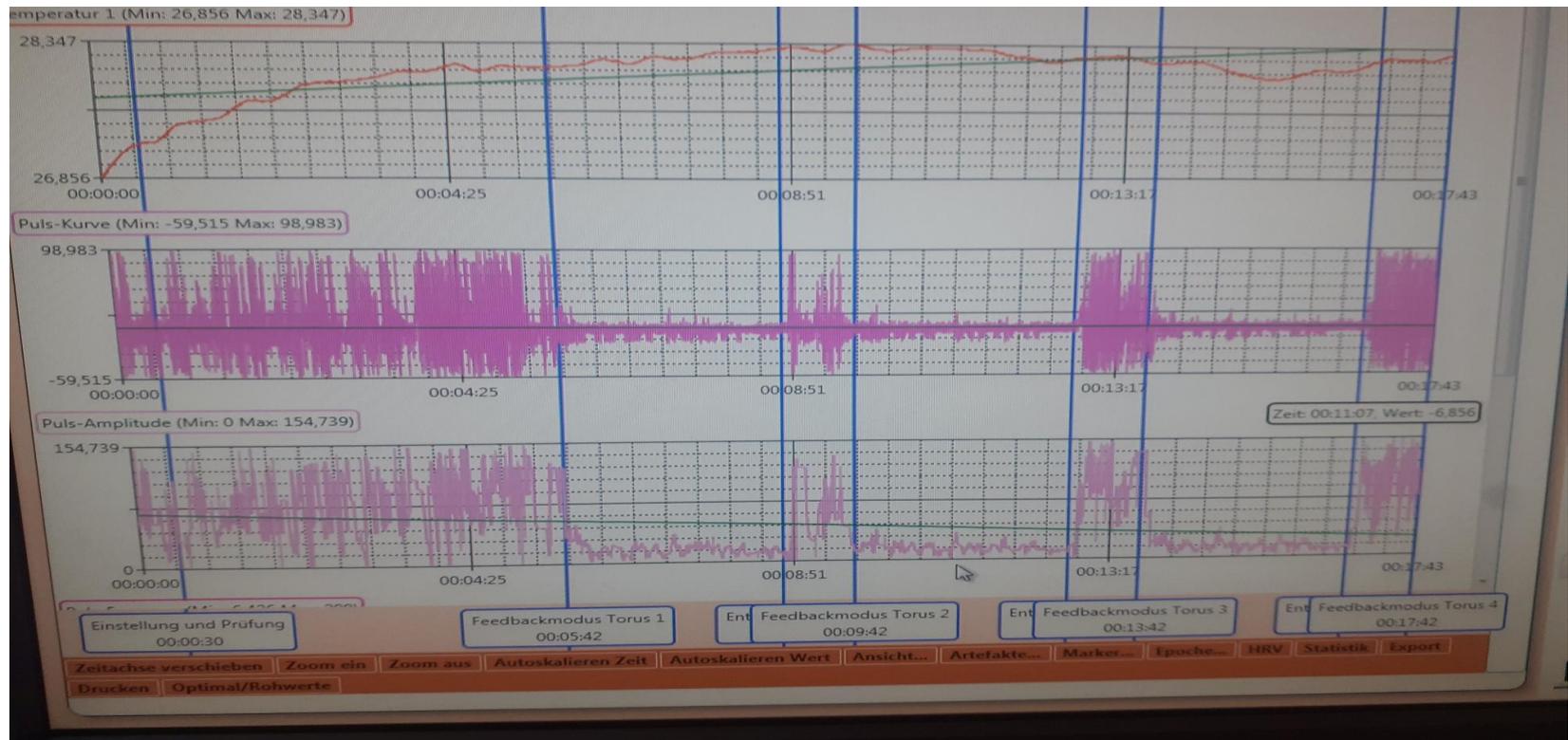
- Behandlung von **Bluthochdruck (RSA)**
- Behandlung von **Panikattacken (PF)**
- Behandlung von **Migräne (PA)**
- **Durchblutungsstörungen (PA)**
- Indikator **kardiovaskulärer Entspantheit (PA, RSA)**



Vasokonstriktionstraining

0





Temperatur- Feedback



Psychophysiologie

Gut verwendbares, **langsames** Maß als PPG
für erhöhte **periphere Durchblutung** in
Richtung Entspannung.



Physiologie

- Die **physikalische Einheit** der peripheren Temperatur ist **Grad Celsius ($^{\circ}$ C)**.
- Die periphere Temperatur hängt vom **Ausmaß der Durchblutung** ab.
- Die Temperatur ist als ein sich **träge** veränderndes **Durchblutungssignal** zu interpretieren (periphere Gefäßerweiterung).
- **Einflussfaktoren** wie Außentemperatur und Haltung sind zu berücksichtigen.

Therapeutische Ziele des Temperatur-Feedbacks

- **Erhöhung** der peripheren Temperatur auf über 30° C.
- Konstantes **Beibehalten** der gewünschten Temperatur.



INDIKATIONSBEREICHE

- Durchblutungsstörungen (Morbus Raynaud)
- Allgemeines Entspannungstraining
- Behandlung von Migräne

EMG

Muskelspannungs-Feedback



Elektromyographie

- Innervation der Muskelfasern über Motoneuron (=motorische Einheit), Neuronen „feuern“, Muskelfasern kontrahieren
- Muskelfasern enden an den Sehnen → Übertragung der Kontraktionskraft auf das Skelett
- Aufzeichnung der elektrischen Aktivität der Muskulatur (=Muskelaktionspotentiale)
- Messung der tonischen und phasischen Oberflächenspannung

Kennwerte der Muskelspannung

Die ***physikalische Einheit*** des EMG
ist das
mikroVolt (μV).



Methodik der Elektromyographie

- Einsatz von Oberflächen-elektroden  Entspannungstraining
Reedukation
- Einsatz von Vaginal- oder Rektalelektroden  Beckenbodentraining
Inkontinenztherapie

Elektrodenplatzierung



- Alle Muskelaktivität, die zwischen und unterhalb der **aktiven Elektroden** erzeugt wird, wird registriert.
- Die **Referenzelektrode** sollte symmetrisch zu den aktiven Elektroden angebracht werden.

Ich kann den Fortschritt sehen

MUSKELSPANNUNG (M. frontalis)

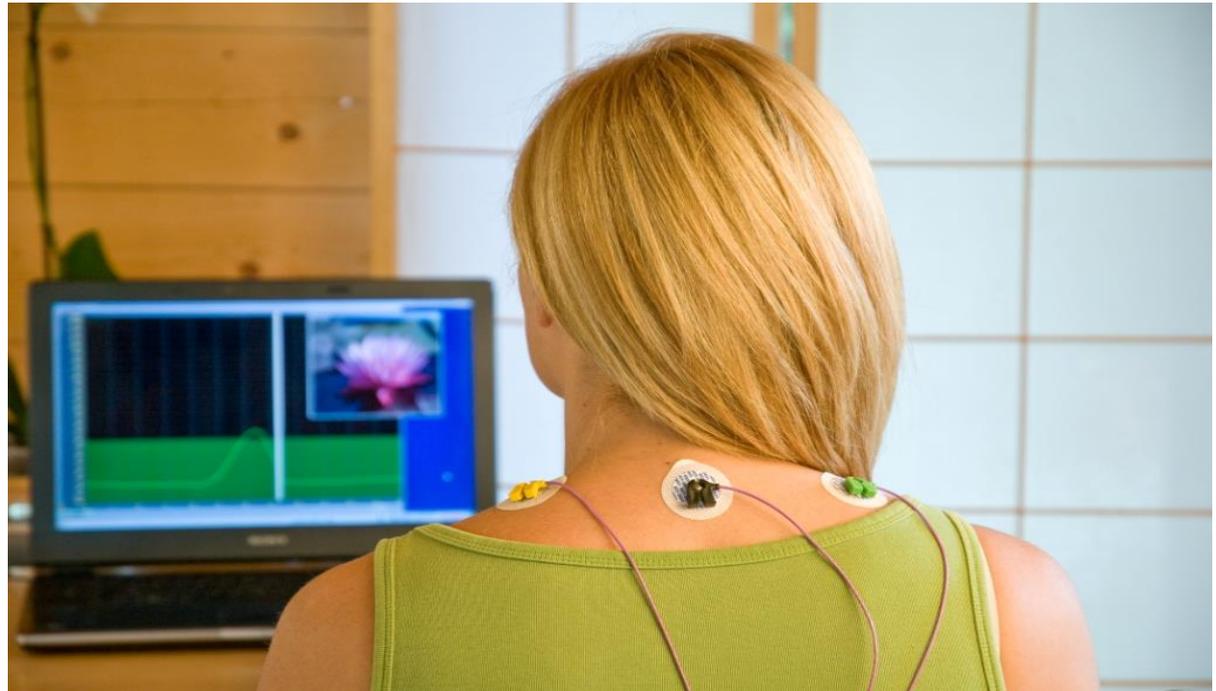
Normwert (Cram, 1990):
ca. 1,9 μV



Ich kann den Fortschritt sehen

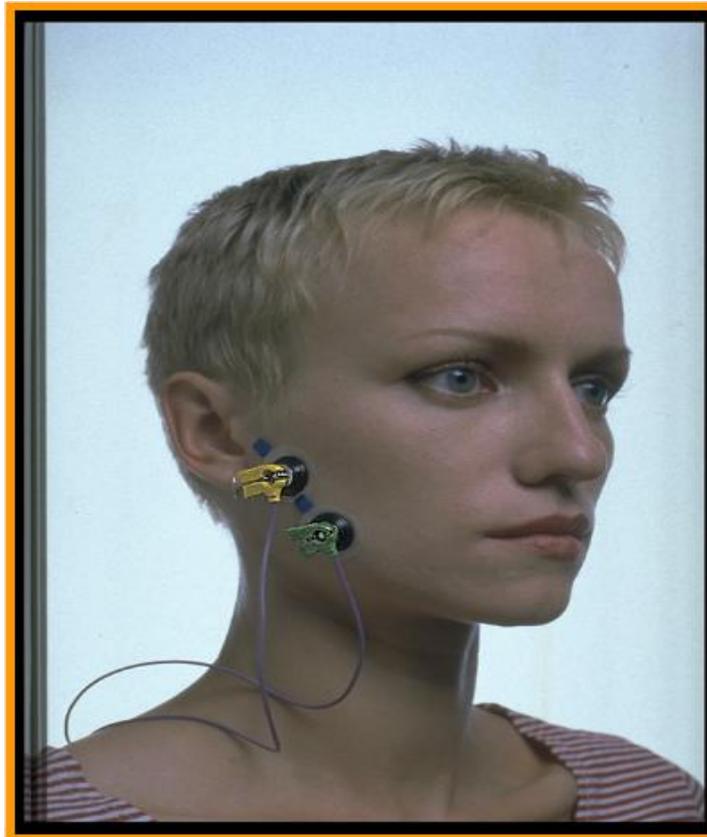
MUSKELSPANNUNG (M. trapezius)

Normwert (Cram, 1990):
ca. 2,2 μV



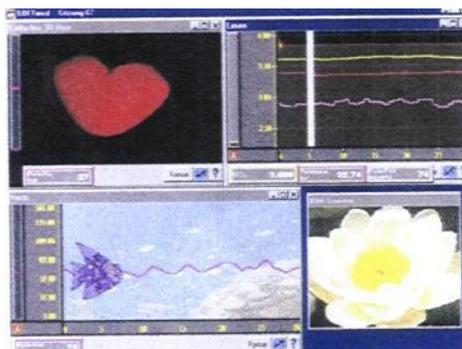
Ich kann den Fortschritt sehen

MUSKELSPANNUNG (M. masseter)

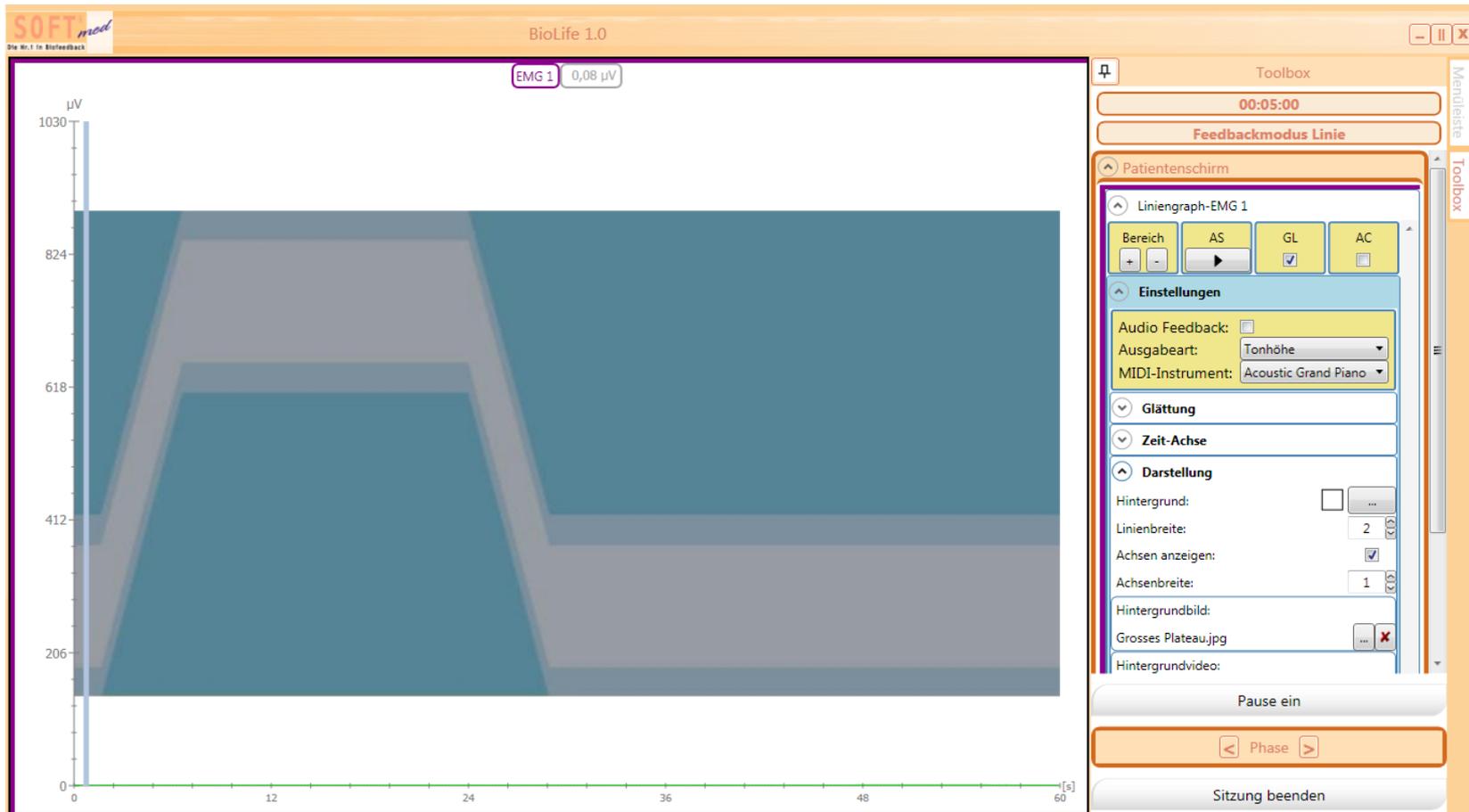


Normwert (Cram, 1990):
ca. 1,7 μ V





BioLife - Muskelaufbautraining



Indikationsbereiche

- Reduktion **muskulärer Fehlbelastung**
- Behandlung **psychovegetativer Störungen**
- **Tranceinduktion**
- als Begleitbehandlung von **Asthma**

EMG -Indikationsbereiche

- Behandlung von **Spannungskopfschmerz**
- Behandlung von **chronischen Rückenschmerzen**
- **Muskelaufbau** (Inkontinenz, Lähmungen)
- allgemeine **Entspannungsinduktion**
- Behandlung von **Bruxismus**
- Behandlung von **Tortikollis**
- Behandlung von **Inkontinenz**
- Behandlung von **Lähmungen**

A TEM-Feedback

ATEMSENSOR

ATEMFREQUENZ

ATEMTIEFE

ATEMKURVE

**für gezieltes Atemtraining,
Bauchatmung ...**

Atemsensoren

Infrarotsensor

**berührungslose
Messung
der Atmung**



Ca. 15 cm Abstand

Psychophysiologie der Atmung

- **Brustatmung** als Ausdruck von Angst und Abwehr (auch körperliche Belastung!)
- **Bauchatmung** als Ausdruck psychischer und muskulärer Gelöstheit
- Die Atemfrequenz wird in **Cycles per minute** (cpm – Atemzüge/Minute) angegeben.

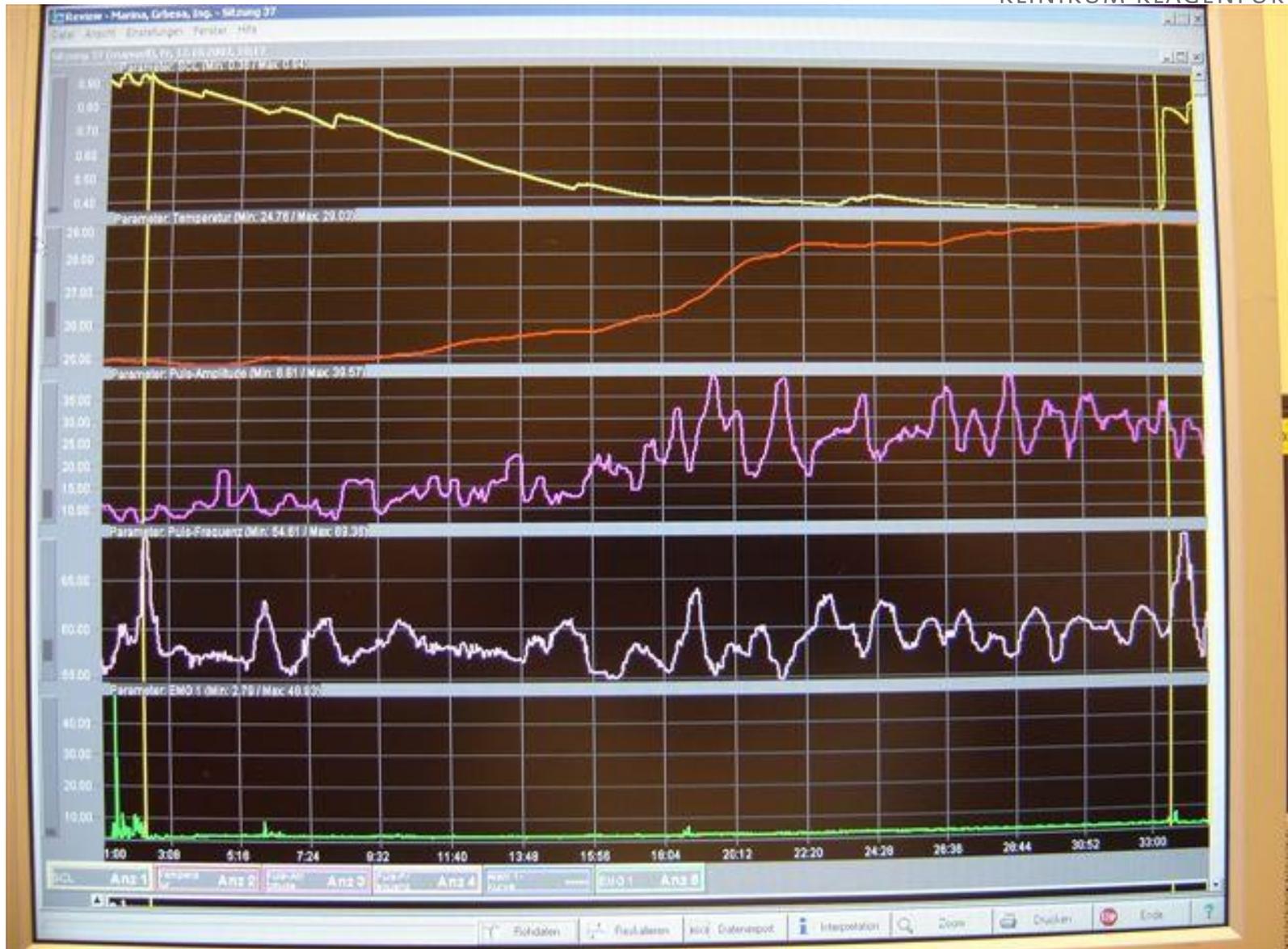
Physiologische Grundlagen

- Inspiratorische Erweiterung der Bronchialmuskulatur wird **sympathisch** gesteuert
- Herzfrequenz steigt
- Expiration (Ausatmung) wird **parasympathisch** gesteuert
- Herzfrequenz sinkt (= RSA)



Indikationsbereiche

- zur Induktion allgemeiner **Tiefenentspannung**
- Verbesserung des **Atemverhaltens**
- Behandlung von **Hyperventilation**
- Behandlung von **Panikattacken**



Biofeedback in der Schmerztherapie und weitere Anwendungsgebiete

Indikationsstellung- Erfolge belegt

- Spannungskopfschmerz
- Migräne
- Rückenschmerzen („low back pain“)
- Morbus Raynaud

Anwendungsbereiche bei Erwachsenen

- Angststörungen
- Posttraumatische Belastungsstörungen
- Essstörungen
- Schlafstörungen
- Tinnitus
- Harninkontinenz
- Substanzabhängigkeit
- Neurofeedback: Epilepsie, ALS

Ist Biofeedback wirksam?

Yucha & Montgomery's (2008)

Level (AAPB)	Indikation
5 = wirksam und spezifisch	Inkontinenz
4 = wirksam	z.B. Angststörungen, Chronischer Rückenschmerz, Spannungskopfschmerz, Migräne, Morbus Raynaud, Temporomandibuläre Störungen, Essentielle Hypertonie, ADHS...
3 = wahrscheinlich wirksam	z.B. Schlafstörungen, Alkoholismus,...
2 = möglicherweise wirksam	z.B. Depression, Post Traumatische Belastungsstörung, Tinnitus, Asthma, Fibromyalgie,...
1 = empirisch noch nicht belegt	z.B. Essstörungen,...

Literaturempfehlungen - Biofeedback-Grundlagen

- **Lehrbuch der Psychophysiologie** R. Schandry, BeltzPVU, 2011
- **Biologische Psychologie** N. Birbaumer, R. Schmidt, Springer, 2010
- **Biofeedback** Hans Zeier, Huber, 1997
- **Biofeedback – A Practitioner’s Guide**
M. S. Schwartz, F. Andrasik, Guilford Press, 2005
- **Biofeedback-Therapie** N. Birbaumer, W. Rief, Schattauer, 2010
- **Wie wirksam ist Biofeedback?** A. Martin, W. Rief, Huber, 2009
- **Biofeedback** E. Weissacher, J. Heuser, Irisiana, 2008



SCHUHFRIED