

Dokumentation der Studie: Ambulantes Assessment in der Schulstunde Stand: 8.10.2007

Erläuterungen zur Messung der Herzrate, der emotionalen Herzrate, der Herzratenvariabilität und des Hautleitwertes:

Aus dem EKG kann zum einen die Herzrate berechnet werden, das ist die Häufigkeit des Auftretens einer R-Zacke pro Minute. Sie entspricht dem Puls und ist ein Indikator für körperliche und emotionale Beanspruchung.

Es kann aber auch ein Indikator der rein emotionalen Beanspruchung errechnet werden, die sogenannte emotionale Herzrate. Und das funktioniert wie folgt:

In einer Ruhesituation hat jeder eine bestimmte Herzfrequenz, den sogenannten Ruhepuls (in Abb. 1 entspricht er etwa 65 Schlägen pro Minute). Ärgern oder freuen wir uns, dann steigt unsere Herzfrequenz an, z. B. auf 75 (= zweiter Balken). Unsere Herzfrequenz steigt aber auch an bei körperlicher Betätigung, z. B. beim Fahren auf dem Fahrrad. Im Beispieldatensatz liegt der Puls dann bei etwa 95 (= dritter Balken). Wenn wir nun Fahrrad fahren und uns gleichzeitig ärgern oder freuen, dann addieren sich beide Herzfrequenzerhöhungen, so dass der Puls noch höher wird, hier 105 Schläge pro Minute (= vierter Balken).

Eine Freiburger Forschergruppe hat nun eine Methode entwickelt, die Bewegungsaktivität zu messen und die auf diese Aktivität zurückführbare Herzratenerhöhung zu bestimmen, also den karierten Anteil. Ist der karierte Anteil und auch die Grundrate (= quer gestreifter Anteil) bekannt, dann kann die emotionale Herzrate bestimmt werden (siehe Myrtek, Foerster, Brügger, 2001).

Schläge/Minute

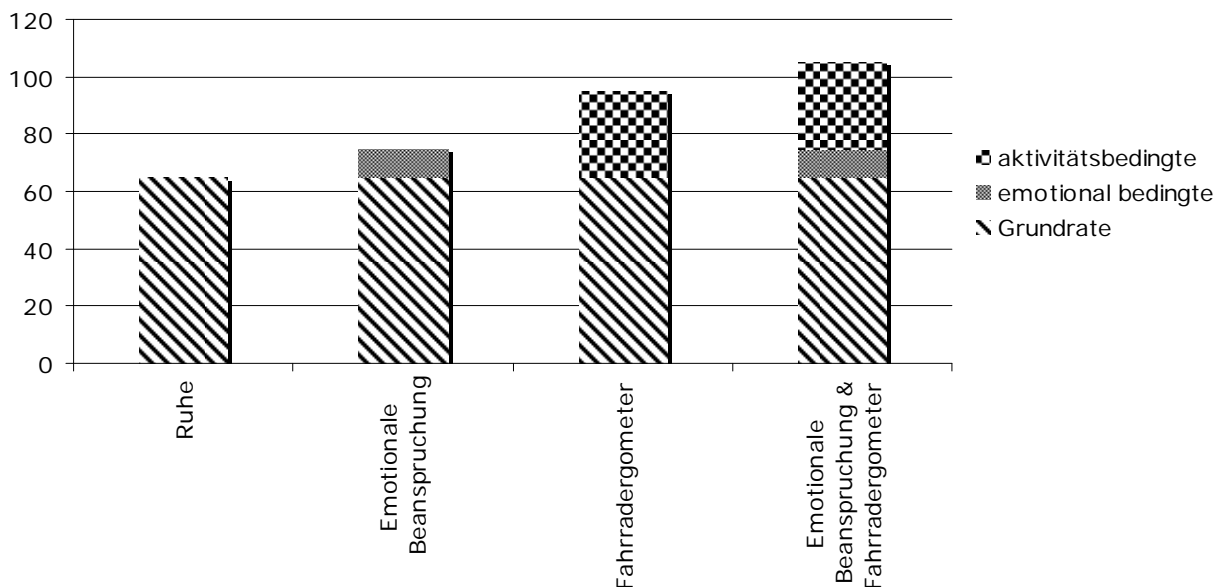


Abb. 1: Additive Herzratenerhöhung.

Die Herzratenvariabilität beschreibt die Fähigkeit des Herzens, den zeitlichen Abstand von einem Herzschlag zum nächsten kontinuierlich und belastungsabhängig zu verändern und sich so flexibel den schnell wechselnden Belastungen anzupassen. D. h. die Abstände zwischen den R-Zacken sind nicht gleich, sondern variabel, also mal kürzer, mal länger.

Sinkt die Herzratenvariabilität, die Herzschläge werden also gleichmäßiger, so vermuten einige Forscher, ist das ein Indikator für vermehrte mentale/kognitive Verarbeitung (Meshkat, 1988; Strasser, 1982; Wilson, 1988). Zur Berechnung der Herzratenvariabilität können verschiedene Maße herangezogen werden, in der vorliegenden Arbeit wurde das mittlere Quadrat sukzessiver Differenzen (=mqsd) berechnet.

Der gemessene Hautleitwert setzt sich aus zwei Komponenten zusammen:

1. dem tonischen Hautleitwert: Das ist der langsame Trend, also zum Beispiel eine langsam fortschreitende Zunahme des Hautleitwertes von 7 auf etwa 9 μ Siemens oder ein langsames Absinken des Hautleitwertes von 2 auf 1 μ Siemens.

2. die unspezifischen Hautleitwertreaktionen: Dies sind kleine Positivierungen, die nicht von äußeren Reizen hervorgerufen werden. Ängstliche oder aufgeregte Personen zeigen mehr unspezifische Hautleitwertreaktionen pro Minute als ruhige und entspannte Personen.

Beide Komponenten dienen als Indikatoren für Angst, Aufregung und neue Reize. Wenn also der tonische Hautleitwert langsam ansteigt und/oder wenn die Anzahl der unspezifischen Hautleitwertreaktionen zunimmt, dann zeigt die Person Angst oder Aufregung.

Versuchspersonen

Wir untersuchten zwei Schüler der 6. Klasse einer Realschule in Stuttgart. Beide Schüler waren männlich und zwölf Jahre alt.

Geräte und Materialien

Die ambulante Aufzeichnung der physiologischen Daten erfolgte auf zwei Varioportgeräten der Firma Becker Meditec.

Die Herzelektroden (Kendall, Arbo, EKG- Elektroden H92SG) wurden an folgenden Punkten des Oberkörpers befestigt:

- gelbe Elektrode: zwei fingerbreit unter dem Schlüsselbein
- rote Elektrode: unter der linken Herzspitze (V4)
- blaue Elektrode: unter dem linkem Arm (V5)
- weiße Elektrode: unter der „rechten Herzspitze“
- schwarze Elektrode: Sternum

Die schwarze Elektrode ist die Erde. Die gelbe und die rote Elektrode sind bipolar verschaltet zur Messung der Herzfrequenz. Die blaue und die weiße Elektrode sind ebenfalls bipolar verschaltet zur genauen Messung der ST-Strecke (in Anlehnung an die Vorgaben von Myrtek, Foerster und Brüchner, 2001).

Die Elektroden zur Messung der Körperlage wurden an folgenden Punkten befestigt:

Die 3D-Elektrode wurde unter die schwarze Herzelektrode geklebt. Die 1D-Elektrode wurde seitlich an der Mitte des rechten Oberschenkels angebracht.

Die Hautleitwertelektroden (Durchmesser: 1cm, gefüllt mit isotonischer TD-246-Elektrodenpaste) wurden am jeweils rechten Fuß der Schüler befestigt. Ableitort war die Fußinnenseite über dem Musculus abductor hallucis (Strecker der Großzehe im Grundgelenk), und zwar medial angrenzend an die Fußsohle, etwa in der Mitte zwischen der proximalen Phalanx der Großzehe und einem Punkt unterhalb des Knöchels (vgl. Boucsein, 1992, Fig. 28).

Das ambulante Monitorgerät wurde mit Hilfe von Gurten mittig, wenige Zentimeter unter dem Sternum befestigt.

Die Datenaufzeichnung, -kontrolle und -vorverarbeitung erledigte die Vitagraph-Software der Firma Becker Meditec.

Aufzeichnung

Die Schüler kamen an drei aufeinander folgenden Freitagen morgens um 7.00 Uhr zur Schule. Von 7.00 bis 7.40 Uhr legten wir die Elektroden an und nahmen zehn Lagetests vor. Dazu wurden die Schüler gebeten sich für jeweils 20 Sekunden auf den Rücken/die linke/die rechte Seite zu legen, aufrecht/nach vorn gebeugt/nach hinten gebeugt zu sitzen, zu stehen, zu gehen, eine Treppe hoch und runter zu laufen.

Um 7.45 Uhr begann der Schulunterricht. An den ersten beiden Untersuchungstagen wurde der experimentell variierte Unterricht von 9.30 bis 10.10 Uhr (3. Schulstunde) gehalten, am letzten Untersuchungstag fand er aus organisatorischen Gründen von 10.30 bis 11.10 Uhr (4. Schulstunde) statt.

In der großen Pause (von 10.15 bis 10.25 Uhr) nahmen wir jeweils zwei Baselinemessungen vor. Die Schüler sollten fünf Minuten lang ruhig sitzen und fünf Minuten lang Zahlen aufschreiben (beginnend bei 1 aufsteigend).

Inhaltlich wurde an allen drei Untersuchungstagen im Fach Deutsch mit dem Schwerpunkt Syntax unterrichtet. Am ersten Untersuchungstag (10.11.06) war die Lehrerin instruiert lehrerzentriert zu unterrichten, dabei war sie ständig im Frage-Antwort-Gespräch mit den Schülern. Am zweiten Untersuchungstag (17.11.06) arbeiteten sich die Schüler durch verschiedene Aufgaben ihres Aufgabenheftes, Zwischenergebnisse wurden mehrfach abgefragt. In den letzten fünf Minuten dieser Stunde arbeiteten die Schüler paarweise zusammen. Am dritten Untersuchungstag (24.11.06) hatte die Lehrerin eine Gruppenarbeit vorbereitet. Die Tische wurden zu Gruppen á fünf Kindern zusammengestellt und die Schüler konstruierten gemeinsam aus Wortschnipseln einen Text.

Am dritten Untersuchungstag wurde zusätzlich in der Zeit von 9.30 bis 10.00 Uhr der Konzentrations-Leistungs-Test in der revidierten Form von Mayrhofer, Lukesch, Düker und Lienert durchgeführt.

In den experimentell variierten Unterrichtsstunden wurde das Unterrichtsgeschehen auf Video aufgezeichnet.

Datenanalyse

Die Datenverarbeitung erfolgte mit dem Programm BIO29/30, sowie einem SAS-Makro von Friedrich Foerster aus Freiburg (siehe Myrtek, Foerster, Brügger, 2001).

Statistik

Folgende sechs Parameter wurden pro Schüler und Zeiteinheit aus den Bibliotheksdateien zur weiteren Analyse ausgelesen:

hr_ff = Herzrate (Schläge pro Minute)

emo_hr = Emotionale Herzrate (Einheiten pro Minute)

mqsd = Herzfrequenzvariabilität (MQSD: Einheiten pro Minute)

eda_t = Tonischer Hautleitwert (μ Siemens)

scr_fr = Unspezifische Hautleitwertreaktionen (Anzahl pro Minute)

act_f = Bewegungsaktivität (Einheiten pro Minute)

Aus der Gesamtaufzeichnungszeit wurden für beide Schüler folgende Zeitfenster ausgewählt und kodiert:

1. Untersuchungstag: lehrerzentrierter Unterricht
 Baselinemessung Ruhebedingung: 10.17-10.20 Uhr
 Schulstunde: 9.30 – 10.09 Uhr

2. Untersuchungstag: Arbeiten mit dem Arbeitsheft
 Baselinemessung Ruhebedingung: 10.16-10.19 Uhr
 Schulstunde: 9.30-10.09 Uhr

3. Untersuchungstag: Gruppenarbeit
 Baselinemessung Ruhebedingung: 10.14-10.17 Uhr
 Schulstunde: 10.34-11.13 Uhr
 Bearbeiten des KLTs: 9.30-10.00 Uhr

Die Auswertung erfolgte in einminütigen Zeitfenstern.

Ergebnisse

1. Mittelwertvergleiche

Vergleich von Ruhebedingung, Unterricht und Konzentrations-Leistungs-Test

Die folgenden Tabellen zeigen die Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern) für alle sechs physiologischen Parameter. Die Berechnung der Mittelwerte basiert - falls nicht anders angegeben - auf den Rohwerten. Die Messwerte der Herzratenvariabilität wurden um die Kovariate Herzfrequenz korrigiert.

Herzrate (hr_ff)	VP1+VP2	VP1	VP2
Ruhebedingung	74,03 (11,9)	82,81 (7,97)	65,23 (8,06)
Unterricht	81,2 (9,7)	88,13 (4,34)	74,27 (8,46)
KLT	78,44 (6,8)	83,52 (4,20)	73,35 (4,80)

Emotionale Herzrate (emo_hr)	VP1+VP2	VP1	VP2
Ruhebedingung	0,42 (2,04)	0,83 (2,89)	0 (0)
Unterricht	1,92 (4,81)	2,13 (5,21)	1,71 (4,37)
KLT	5,33 (14,73)	7,17 (19,42)	3,5 (7,56)

Herzratenvariabilität (mqsd): Adj. MW Kovariate HR_FF	VP1+VP2	VP1	VP2
Ruhebedingung	5,10 (1,80)	4,29 (0,35)	5,91 (0,59)
Unterricht	5,32 (1,55)	4,22 (0,11)	6,42 (0,23)
KLT	5,72 (2,15)	4,2 (0,13)	7,24 (0,20)

Tonischer Hautleitwert (eda_tp)	VP1+VP2	VP1	VP2
Ruhebedingung	6,07 (2,68)	8,56 (0,72)	3,58 (0,97)
Unterricht	6,58 (4,34)	10,61 (1,90)	2,55 (1,21)
KLT	7,78 (3,34)	10,75 (1,72)	4,81 (1,21)

Unspezifische Hautleitwert- reaktionen (scr_fr)	VP1+VP2	VP1	VP2
Ruhebedingung	0,27 (0,57)	0,54 (0,72)	0 (0)
Unterricht	1,8 (2,45)	3,5 (2,46)	0,11 (0,43)
KLT	1,49 (2,26)	2,72 (2,57)	0,27 (0,83)

Aktivität (act_f)	VP1+VP2	VP1	VP2
Ruhebedingung	7,50 (7,73)	11,96 (8,51)	3,05 (3,03)
Unterricht	20,57 (13,74)	25,76 (13,20)	15,38 (12,26)
KLT	17,36 (11,89)	22,13 (13,60)	12,59 (7,46)

Ein Vergleich der verschiedenen Beobachtungssituationen (Baseline, Unterricht, KLT) zeigt: Während der Baselinemessung „Ruhe“ waren viele Marker für Entspannung auch tatsächlich sehr niedrig (HR_FF, EMO_HR, SCR_FR und ACT_F).

Während der Bearbeitung des KLT sind EMO_HR und EDA_TP beider Schüler sehr viel höher als während des Unterrichts oder der Ruhemessung. Dieses Reaktionsprofil deutet auf die Emotion Angst hin.

Nach Cacioppo und Tassinary (1990) wird der Hautleitwert nur sympathisch innerviert (im Gegensatz zur Herzrate, die sympathisch und parasympathisch innerviert wird). Der Hautleitwert steigt bei Angst, Bestrafung und Frustration (behavioral inhibition system; bis). Die Herzrate hingegen steigt auch bei Belohnung und Freude (behavioral activation system; bas). Zeigt sich nun nur eine Erhöhung der Herzrate ohne Erhöhung des Hautleitwertes deutet das auf eine

positive Emotion hin. Erhöhen sich Herzrate und Hautleitwert in gleichem Maße spricht das eher für eine negative Emotion/Aufregung.

Ein statistischer Vergleich (über nur 2 ! Versuchspersonen) zeigt für keine der abhängigen Variablen ein signifikantes Ergebnis.

Vergleich der drei Unterrichtsformen

Die folgenden Tabellen zeigen die Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern) für alle sechs physiologischen Parameter. Die Berechnung der Mittelwerte basiert - falls nicht anders angegeben - auf den Rohwerten. Die Messwerte der Herzratenvariabilität wurden um die Kovariante Herzfrequenz korrigiert. Die Tabelleneinträge für den tonischen Hautleitwert und die unspezifischen Hautleitwertreaktionen zeigen die Differenzen „Unterricht minus Ruhebedingung“.

Herzrate (hr_ff)	VP1+VP2	VP1	VP2
Lehrerzentrierter Unterricht	78,16 (12,03)	89,59 (4,29)	66,73 (2,54)
Arbeiten mit dem Arbeitsheft	79,28 (8,45)	86,84 (3,41)	71,73 (4,00)
Gruppenarbeit	86,16 (5,32)	87,97 (4,86)	84,35 (5,20)

Emotionale Herzrate (emo_hr)	VP1+VP2	VP1	VP2
Lehrerzentrierter Unterricht	1,44 (3,99)	1,5 (4,27)	1,38 (3,75)
Arbeiten mit dem Arbeitsheft	2,5 (5,74)	2,63 (6,50)	2,38 (4,93)
Gruppenarbeit	1,81 (4,52)	2,25 (4,66)	1,38 (4,38)

Herzratenvariabilität (mqsd): Adj. MW Kovariante hr_ff	VP1+VP2	VP1	VP2
Lehrerzentrierter Unterricht	5,3 (1,48)	4,3 (0,11)	6,39 (0,23)
Arbeiten mit dem Arbeitsheft	5,08 (2,18)	3,54 (0,11)	6,61 (0,18)
Gruppenarbeit	5,53 (1,00)	4,82 (0,11)	6,24 (0,28)

Tonischer Hautleitwert (eda_tp): Differenz Unterricht- Ruhe	VP1+VP2	VP1	VP2
Lehrerzentrierter Unterricht	0,47 (3,16)	3,19 (2,19)	-2,24 (0,53)
Arbeiten mit dem Arbeitsheft	-0,02 (1,95)	1,42 (1,86)	-1,46 (0,11)
Gruppenarbeit	1,07 (0,92)	1,55 (0,77)	0,58 (0,79)

Unspezifische Hautleitwertreaktionen (scr_fr): Differenz Unterricht-Ruhe	VP1+VP2	VP1	VP2
Lehrerzentrierter Unterricht	1,68 (2,35)	3,33 (2,37)	0,03 (0,16)
Arbeiten mit dem Arbeitsheft	0,70 (1,71)	1,4 (2,22)	0 (0)
Gruppenarbeit	2,23 (2,65)	4,15 (2,47)	0,3 (0,69)

Aktivität (act_f)	VP1+VP2	VP1	VP2
Lehrerzentrierter Unterricht	15,48 (11,09)	22,61 (10,68)	8,35 (5,57)
Arbeiten mit dem Arbeitsheft	14,12 (10,67)	19,39 (11,85)	8,84 (5,76)
Gruppenarbeit	32,11 (11,44)	35,27 (11,54)	28,94 (10,55)

Beide Schüler haben die höchste EMO_HR und die niedrigste Anzahl SCR_FR am zweiten Untersuchungstag. Dieses Profil deutet auf „positive Emotionen“ hin. Man könnte vermuten, dass es den Kindern Spaß gemacht hat, mit dem Arbeitsheft zu arbeiten.

Ein statistischer Vergleich (über nur 2 ! Versuchspersonen) zeigt für keine der abhängigen Variablen ein signifikantes Ergebnis.

2. Vergleich mit den Videos

Folgende sechs Parameter wurden pro Schüler und Zeiteinheit aus den Bibliotheksdateien zur weiteren Analyse ausgelesen:

hr_ff = Herzrate (Schläge pro Minute)
emo_hr = Emotionale Herzrate (Einheiten pro Minute)
mqsd = Herzfrequenzvariabilität (MQSD: Einheiten pro Minute)
eda_tp = Tonischer Hautleitwert (μ Siemens)
scr_fr = Unspezifische Hautleitwertreaktionen (Anzahl pro Minute)
act_f = Bewegungsaktivität (Einheiten pro Minute)

Aus der Gesamtaufzeichnungszeit wurden für die Schüler folgende Zeitfenster ausgewählt und kodiert:

VP 1:

1. Untersuchungstag (10.11.06): lehrerzentrierter Unterricht
Schulstunde: 9.30 – 10.13 Uhr

2. Untersuchungstag (17.11.06): Arbeiten mit dem Arbeitsheft
Schulstunde: 9.28-10.09 Uhr

3. Untersuchungstag (24.11.06): Gruppenarbeit

Schulstunde: 10.33-11.15 Uhr

VP 2:

1. Untersuchungstag (10.11.06): lehrerzentrierter Unterricht

Schulstunde: 9.30 – 10.13 Uhr

2. Untersuchungstag (17.11.06): Arbeiten mit dem Arbeitsheft

Schulstunde: 9.28-10.08 Uhr

3. Untersuchungstag (24.11.06): Gruppenarbeit

Schulstunde: 10.34-11.13 Uhr

Die Auswertung erfolgte in einminütigen Zeitfenstern.

In den hinten angefügten querformatigen Tabellen sind die physiologischen Parameter, die kodierten Emotionen und die Verhaltensbeobachtungen zusammengestellt.

Es wurden Chi-Quadrat-Tests zum Vergleich von beobachteten mit erwarteten (=erwartet aufgrund der Randhäufigkeiten) Häufigkeitsverteilungen berechnet.

Dazu wurden für alle Parameter (mit Ausnahme der emotionalen Herzrate) je drei Kategorien gebildet:

- Messwerte oberhalb $MW+1s$
- Messwerte unterhalb $MW+1s$ und oberhalb $MW-1s$
- Messwerte unterhalb $MW-1s$

Für den Parameter emotionale Herzrate wurden nur zwei Kategorien gebildet:

- emotionale Herzratenerhöhung vorhanden
- emotionale Herzratenerhöhung nicht vorhanden

Herzrate (hr_ff):

Beobachtete - Erwartete Häufigkeiten					
Chi-Quadrat = 24,63514 FG = 20 p < ,215758					
	Emotion	beob. hr_ff	erwartet hr_ff	B - E	(B-E)**2
	Angst>MW+1s	0,0000	1,9938	-1,99383	1,99383
	Unsicherheit>MW+1s	0,0000	0,2099	-0,20988	0,20988
	Langeweile>MW+1s	4,0000	3,7778	0,22222	0,01307
	Ärger>MW+1s	2,0000	0,8395	1,16049	1,60421
	Freude>MW+1s	1,0000	0,8395	0,16049	0,03068
	Interesse>MW+1s	0,0000	1,8889	-1,88889	1,88889
	keine Emotion>MW+1s	10,0000	7,4506	2,54938	0,87232
	Angst<MW+1s >MW-1s	14,0000	15,4815	-1,48148	0,14177
	Unsicherheit<MW+1s >MW-1s	2,0000	1,6296	0,37037	0,08418
	Langeweile<MW+1s >MW-1s	26,0000	29,3333	-3,33333	0,37879
	Ärger<MW+1s >MW-1s	6,0000	6,5185	-0,51852	0,04125
	Freude<MW+1s >MW-1s	7,0000	6,5185	0,48148	0,03556
	Interesse<MW+1s >MW-1s	18,0000	14,6667	3,33333	0,75758
	keine Emotion<MW+1s >MW-1s	59,0000	57,8519	1,14815	0,02279
	Angst<MW-1s	5,0000	1,5247	3,47531	7,92145
	Unsicherheit<MW-1s	0,0000	0,1605	-0,16049	0,16049
	Langeweile<MW-1s	6,0000	2,8889	3,11111	3,35043
	Ärger<MW-1s	0,0000	0,6420	-0,64198	0,64198
	Freude<MW-1s	0,0000	0,6420	-0,64198	0,64198
	Interesse<MW-1s	0,0000	1,4444	-1,44444	1,44444
	keine Emotion<MW-1s	2,0000	5,6975	-3,69753	2,39959
Summe		162,0000	162,0000	0,00000	24,63514

Emotionale Herzratenerhöhungen (emo_hr):

Beobachtete - Erwartete Häufigkeiten					
Chi-Quadrat = 12,53690 FG = 13 p < ,484187					
	Emotion	beob. emo_hr	erwartet emo_hr	B - E	(B- E)**2
	Angst: emo_hr vorhanden	1,0000	3,2840	-2,28395	1,58846
	Unsicherheit: emo_hr vorhanden	1,0000	0,3457	0,65432	1,23854
	Langeweile: emo_hr vorhanden	9,0000	6,2222	2,77778	1,24008
	Ärger: emo_hr vorhanden	3,0000	1,3827	1,61728	1,89164
	Freude: emo_hr vorhanden	3,0000	1,5556	1,44444	1,34127
	Interesse: emo_hr vorhanden	0,0000	2,9383	-2,93827	2,93827
	keine Emotion: emo_hr vorhanden	11,0000	12,2716	-1,27160	0,13177
	Angst: keine emo_hr	18,0000	15,7160	2,28395	0,33192
	Unsicherheit: keine emo_hr	1,0000	1,6543	-0,65432	0,25880
	Langeweile: keine emo_hr	27,0000	29,7778	-2,77778	0,25912
	Ärger: keine emo_hr	5,0000	6,6173	-1,61728	0,39527
	Freude: keine emo_hr	6,0000	7,4444	-1,44444	0,28027
	Interesse: keine emo_hr	17,0000	14,0617	2,93827	0,61397
	keine Emotion: keine emo_hr	60,0000	58,7284	1,27160	0,02753
Summe		162,0000	162,0000	0,00000	12,53690

Herzratenvariabilität (mqsd):

Beobachtete - Erwartete Häufigkeiten					
Chi-Quadrat = 22,19324 FG = 20 p < ,330125					
	Emotion	beob. mqsd	erwartet mqsd	B - E	(B-E)**2
	Angst>MW+1s	4,0000	2,6975	1,30247	0,62888
	Unsicherheit>MW+1s	2,0000	0,2840	1,71605	10,37091
	Langeweile>MW+1s	4,0000	4,9691	-0,96914	0,18901
	Ärger>MW+1s	1,0000	1,2778	-0,27778	0,06039
	Freude>MW+1s	2,0000	1,2778	0,72222	0,40821
	Interesse>MW+1s	0,0000	2,4136	-2,41358	2,41358
	keine Emotion>MW+1s	10,0000	10,0802	-0,08025	0,00064
	Angst<MW+1s >MW-1s	11,0000	14,3086	-3,30864	0,76507
	Unsicherheit<MW+1s >MW-1s	0,0000	1,5062	-1,50617	1,50617
	Langeweile<MW+1s >MW-1s	28,0000	26,3580	1,64198	0,10229
	Ärger<MW+1s >MW-1s	6,0000	6,7778	-0,77778	0,08925
	Freude<MW+1s >MW-1s	7,0000	6,7778	0,22222	0,00729
	Interesse<MW+1s >MW-1s	16,0000	12,8025	3,19753	0,79861
	keine Emotion<MW+1s >MW-1s	54,0000	53,4691	0,53086	0,00527
	Angst<MW-1s	4,0000	1,9938	2,00617	2,01859
	Unsicherheit<MW-1s	0,0000	0,2099	-0,20988	0,20988
	Langeweile<MW-1s	3,0000	3,6728	-0,67284	0,12326
	Ärger<MW-1s	2,0000	0,9444	1,05556	1,17974
	Freude<MW-1s	0,0000	0,9444	-0,94444	0,94444
	Interesse<MW-1s	1,0000	1,7840	-0,78395	0,34450
	keine Emotion<MW-1s	7,0000	7,4506	-0,45062	0,02725
Summe		162,0000	162,0000	0,00000	22,19324

Tonischer Hautleitwert (eda_tp):

Beobachtete - Erwartete Häufigkeiten					
Chi-Quadrat = 16,68212 FG = 20 p < ,673506					
	Emotion	beob.eda_tp	erwartet eda_tp	B - E	(B-E)**2
	Angst>MW+1s	4,0000	3,2840	0,71605	0,15613
	Unsicherheit>MW+1s	0,0000	0,3457	-0,34568	0,34568
	Langeweile>MW+1s	2,0000	6,2222	-4,22222	2,86508
	Ärger>MW+1s	1,0000	1,3827	-0,38272	0,10593
	Freude>MW+1s	5,0000	1,5556	3,44444	7,62698
	Interesse>MW+1s	2,0000	2,9383	-0,93827	0,29962
	keine Emotion>MW+1s	14,0000	12,2716	1,72840	0,24344
	Angst<MW+1s >MW-1s	14,0000	13,1358	0,86420	0,05686
	Unsicherheit<MW+1s >MW-1s	2,0000	1,3827	0,61728	0,27557
	Langeweile<MW+1s >MW-1s	27,0000	24,8889	2,11111	0,17907
	Ärger<MW+1s >MW-1s	6,0000	5,5309	0,46914	0,03979
	Freude<MW+1s >MW-1s	4,0000	6,2222	-2,22222	0,79365
	Interesse<MW+1s >MW-1s	12,0000	11,7531	0,24691	0,00519
	keine Emotion<MW+1s >MW-1s	47,0000	49,0864	-2,08642	0,08868
	Angst<MW-1s	1,0000	2,5802	-1,58025	0,96781
	Unsicherheit<MW-1s	0,0000	0,2716	-0,27160	0,27160
	Langeweile<MW-1s	7,0000	4,8889	2,11111	0,91162
	Ärger<MW-1s	1,0000	1,0864	-0,08642	0,00687
	Freude<MW-1s	0,0000	1,2222	-1,22222	1,22222
	Interesse<MW-1s	3,0000	2,3086	0,69136	0,20704
	keine Emotion<MW-1s	10,0000	9,6420	0,35802	0,01329
Summe		162,0000	162,0000	0,00000	16,68212

Unspezifische Hautleitwertreaktionen (scr_fr):

Beobachtete - Erwartete Häufigkeiten					
Chi-Quadrat = 7,274124 FG = 20 p < ,995684					
	Emotion	beob. scr_fr	erwartet scr_fr	B - E	(B-E)**2
	Angst>MW+1s	0,0000	1,5738	-1,57377	1,573770
	Unsicherheit>MW+1s	0,0000	0,1311	-0,13115	0,131148
	Langeweile>MW+1s	2,0000	3,2787	-1,27869	0,498689
	Ärger>MW+1s	1,0000	0,9180	0,08197	0,007319
	Freude>MW+1s	2,0000	1,1803	0,81967	0,569217
	Interesse>MW+1s	2,0000	2,2295	-0,22951	0,023626
	keine Emotion>MW+1s	9,0000	6,6885	2,31148	0,798819
	Angst<MW+1s >MW-1s	10,0000	8,6557	1,34426	0,208768
	Unsicherheit<MW+1s >MW-1s	1,0000	0,7213	0,27869	0,107675
	Langeweile<MW+1s >MW-1s	20,0000	18,0328	1,96721	0,214605
	Ärger<MW+1s >MW-1s	4,0000	5,0492	-1,04918	0,218011
	Freude<MW+1s >MW-1s	7,0000	6,4918	0,50820	0,039783
	Interesse<MW+1s >MW-1s	12,0000	12,2623	-0,26230	0,005611
	keine Emotion<MW+1s >MW-1s	34,0000	36,7869	-2,78689	0,211128
	Angst<MW-1s	2,0000	1,7705	0,22951	0,029751
	Unsicherheit<MW-1s	0,0000	0,1475	-0,14754	0,147541
	Langeweile<MW-1s	3,0000	3,6885	-0,68852	0,128525
	Ärger<MW-1s	2,0000	1,0328	0,96721	0,905803
	Freude<MW-1s	0,0000	1,3279	-1,32787	1,327869
	Interesse<MW-1s	3,0000	2,5082	0,49180	0,096432
	keine Emotion<MW-1s	8,0000	7,5246	0,47541	0,030037
Summe		122,0000	122,0000	0,00000	7,274124

Aktivität (act_f):

Beobachtete - Erwartete Häufigkeiten					
Chi-Quadrat = 32,11937 FG = 20 p < ,042050					
	Emotion	beob. act_f	erwartet act_f	B - E	(B-E)**2
	Angst>MW+1s	1,0000	2,6975	-1,69753	1,06824
	Unsicherheit>MW+1s	0,0000	0,2840	-0,28395	0,28395
	Langeweile>MW+1s	3,0000	5,1111	-2,11111	0,87198
	Ärger>MW+1s	3,0000	1,1358	1,86420	3,05972
	Freude>MW+1s	5,0000	1,2778	3,72222	10,84300
	Interesse>MW+1s	1,0000	2,4136	-1,41358	0,82790
	keine Emotion>MW+1s	10,0000	10,0802	-0,08025	0,00064
	Angst<MW+1s >MW-1s	10,0000	10,7901	-0,79012	0,05786
	Unsicherheit<MW+1s >MW-1s	2,0000	1,1358	0,86420	0,65754
	Langeweile<MW+1s >MW-1s	18,0000	20,4444	-2,44444	0,29227
	Ärger<MW+1s >MW-1s	5,0000	4,5432	0,45679	0,04593
	Freude<MW+1s >MW-1s	3,0000	5,1111	-2,11111	0,87198
	Interesse<MW+1s >MW-1s	15,0000	9,6543	5,34568	2,95995
	keine Emotion<MW+1s >MW-1s	39,0000	40,3210	-1,32099	0,04328
	Angst<MW-1s	8,0000	5,5123	2,48765	1,12265
	Unsicherheit<MW-1s	0,0000	0,5802	-0,58025	0,58025
	Langeweile<MW-1s	15,0000	10,4444	4,55556	1,98700
	Ärger<MW-1s	0,0000	2,3210	-2,32099	2,32099
	Freude<MW-1s	1,0000	2,6111	-1,61111	0,99409
	Interesse<MW-1s	1,0000	4,9321	-3,93210	3,13485
	keine Emotion<MW-1s	22,0000	20,5988	1,40123	0,09532
Summe		162,0000	162,0000	0,00000	32,11937

Die Ergebnisse liefern nur ein einziges signifikantes Ergebnis:
 Überdurchschnittliche Aktivität (act_f > MW+1s) geht mit der Emotion Freude einher.
 Alle anderen Vergleiche wurden nicht signifikant.

Literatur

- Boucsein, W. (1992). Electrodermal Acitivity. New York: Plenum Press.
- Cacioppo, J. T. & Tassinary, L. G. (1990). Principles of psychophysiology: Physical, social, and inferential elements. New York: Cambridge University Press.
- Mayrhofer, S., Lukesch, H., Düker, H., & Lienert, G. A. (2001). KLT-R. Konzentrations-Leistungs-Test, Revidierte Fassung, Hogrefe-Verlag: Göttingen.
- Myrtek, M., Foerster, F., Brünger, G. (2001). Psychophysologie in Labor und Feld. Peter Lang Verlag: Frankfurt a. M.

Probleme

- Zeitachse zu lang: Innerhalb einer Minute treten zum Teil mehrere Emotionen auf (Angst, Unsicherheit, dann Langeweile)
- Kodierung der Emotion orientiert sich nur an der Mimik (?) und stimmt nicht immer mit dem gezeigten Verhalten bzw. einer Fremdeinschätzung der Emotion überein (Langeweile ≠ meldet sich, falsche Antwort)

Vorschlag

- neues System zur Verhaltensbeschreibung; Cluster bestimmter Verhaltensweisen (z. B. Mitarbeit, Ablenkung, etc.)
- nicht im Minutentakt anschauen, sondern in Echtzeit einzelne Ereignisse mit der Physiologie vergleichen