

Experimentelle Validierung eines Sensor-Armbandes zur mobilen Messung physiologischer Stress- Reaktionen

Papastefanou, Georgios

Veröffentlichungsversion / Published Version

Forschungsbericht / research report

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

GESIS - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Papastefanou, G. (2013). *Experimentelle Validierung eines Sensor-Armbandes zur mobilen Messung physiologischer Stress- Reaktionen*. (GESIS-Technical Reports, 2013/07). Mannheim: GESIS - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-339493>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Experimentelle Validierung eines Sensor-Armbandes zur mobilen Messung physiologischer Stress- Reaktionen

Georgios Papastefanou

GESIS-Technical Reports 2013|07

Experimentelle Validierung eines Sensor-Armbandes zur mobilen Messung physiologischer Stress-Reaktionen

Georgios Papastefanou

GESIS-Technical Reports

GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Postfach 12 21 55

68072 Mannheim

Telefon: (0621) 1246 - 553

Telefax: (0621) 1246 - 100

E-Mail: georgios.papastefanou@gesis.org

ISSN: 1868-9051 (Online)

Herausgeber,

Druck und Vertrieb:

GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften
Unter Sachsenhausen 6-8, 50667 Köln

1 Einleitung

Bei der Messung von emotionalen Reaktionen stellt sich die neu formulierte Forderung nach Echtzeitmessung in den Sozial- und Verhaltenswissenschaften (Schwarz 2010) mit besonderer Prägnanz. Die methodische Ausrichtung des Ambulatorischen Assessment bietet als Lösung hierfür ein spezifisches Instrumentarium, mit dem die Erfassung von subjektiven, skeleto-motorischen und physiologischen Komponenten emotionaler Reaktionen in situ, also in dem Moment, in dem sie stattfinden (siehe Wilhelm/Grossman 2010, Bussmann et al. 2009, Stone et al. 2007). Hier spielen die physiologischen Komponenten eine wichtige Rolle, weil sie einen unmittelbaren und quasi-kontinuierlichen Zugang zu spontanen und unwillkürlich ablaufenden Reaktionen erlauben. Allerdings stellt ihre Erfassung dann eine besondere Herausforderung dar, wenn es darum geht, diese Phänomene in Echtzeit und unter natürlichen Lebensbedingungen zu messen. Gerade für die Empirische Sozialforschung, die sich verstärkt emotionalen Aspekten wie Ärger und Angst bzw. Stress unter der Perspektive der sozialen Ungleichheit zuwendet (Rackow et al. 2012) verspricht die Echtzeit-Messung von Emotionen die Überwindung von Verzerrungsproblemen durch Selbst-Berichte (Papastefanou 2009).

Eine Lösung könnte in den gut gesicherten Ergebnissen der psychophysiologischen Forschung, wonach emotionale Reaktionen als Folge von automatisch ablaufenden, kognitiv-affektiven Bewertungsprozessen (appraisal) im Gehirn immer auch mit der Veränderung spezifischer physiologischer Funktionen einhergehen (Birbaumer/Schmidt 2010, Bender et al. 2007, Kreibig 2010), und zwar vermittelt über die Aktivierung des autonomen Nervensystems (ANS). Dabei sind negative Emotionen mit stärkeren Reaktionen verbunden sind als positive Emotionen (Taylor 1991). Die Aktivierung des ANS führt über Nervenbahnen des Sympathikus und Parasympathikus zu spezifischen körperlichen Funktionsveränderungen, wie erhöhter Schweißdrüsenaktivität, einer Verengung der Arteriolen, sowie verstärkter oder reduzierter Herz- und Atmungsaktivität.

Der Zusammenhang dieser physiologischen Reaktionen mit Basisemotionen wie Ärger, Furcht und Ekel ist in zahlreichen Studien immer wieder bestätigt worden (für eine Übersicht der einschlägigen Forschungsarbeiten siehe Kreibig 2010). Die unter Laborsettings induzierten negativen Basisemotionen können als stresshafte Belastungen verstanden werden, und zwar in dem Maße wie Stresserfahrungen durch Überforderung, soziale Angriffe und Konflikte, Misserfolg und negative Erwartungen im Kern (Schulz et al. 2005) als Ärger- und Furcht-Reaktionen als Folge einer unwillkürlichen Bewertung des Bedrohungs- bzw. Risikopotentials wahrgenommener Stimuli verstanden werden können (Bolger/Zuckerman 1995). So erwies sich beispielsweise die schon die Erwartung eines aversiven Ereignisses (z. B. einer als „mild“ beschriebenen Stromreizung) als wirkungsvoller Stressoren, der sich in einer erhöhten Schweißproduktion und damit einem Anstieg der Hautleitfähigkeit niederschlug (Nomikos et al. 1968).

In der Durchsicht der Forschungsliteratur von (Kreibig 2010) wird gezeigt, dass vor allem Hautleitfähigkeits- bzw. Hautwiderstandsreaktionen (diese beiden elektrischen Phänomene stehen in einem reziproken Verhältnis zueinander und sind deshalb als Begriffe austauschbar) stehen in als verlässliche Indikatoren für die Wirksamkeit von emotionalen Stress-Stimuli verwendet worden sind (Boucsein 1992). Aber auch die periphere Körpertemperatur, wie sie an den Fingern oder an der Stirn gemessen werden kann, erwies sich als guter Indikator der Stresswirkung. Die Hauttemperatur wird hauptsächlich durch die Blutmenge in den Gefäßen beeinflusst, die wiederum vom Gefäßquerschnitt bedingt wird. Indem der Gefäßquerschnitt durch die von Sympathikus-Bahnen ernervte glatte Muskulatur der Arteriolen verändert wird (Drummond/Lance 1987), ergibt sich ein Folgezusammenhang zwischen Stressreaktion und Sympathikus-Aktivierung einerseits und sinkender

Hauttemperatur andererseits. Mit der Sympathikus-Aktivierung wird indirekt das Blutvolumen reduziert und die Temperatur der Hautoberfläche sinkt. Wenn die Sympathikus-Aktivierung hingegen reduziert wird, steigt die Temperatur an der Hautoberfläche (Sparks, 1978).

Dieser Zusammenhang zeigt sich auch an Veränderung der Fingertemperatur, die z. B. bei angstinduzierenden im Vergleich zu neutralen Bildern sinkt (Hirota/Hirai 1990). Andererseits konnte nachgewiesen werden, dass die Hauttemperatur an der Hand bei Filmausschnitten, die auf eine positive Stimmung gerichtet sind, steigt und bei bedrohlichen persönlichen Fragen sinkt (Rimm-Kaufman/Kagan 1996). Boudewyns' (1976) Studie schließlich bestätigt diesen Zusammenhang mit dem Befund, dass die Hauttemperatur in stressigen oder bedrohlichen Situationen absinkt.

Mit der elektrischen Leitfähigkeit der Haut und der Hauttemperatur an den Extremitäten sind also zwei physiologische Indikatoren emotionaler Vorgänge gegeben, die an der Peripherie des Körpers abgeleitet werden können. Sie eröffnen damit die Möglichkeit, auch außerhalb des Labors unter normalen Lebensbedingungen, Emotionsreaktionen in situ abzubilden. Hierzu bedarf es allerdings eines Instrumentes, mit dem die Messfühler bzw. Elektroden leicht angebracht und ohne Störung alltäglicher Handlungen über längere Zeit getragen werden können. In einem Pilotprojekt von GESIS zeigte sich, dass ein textiles Armband, in dem Sensoren bzw. Elektroden und Mess-Elektronik integriert sind, eine praktikable Lösung darstellt (Papastefanou 2009).

Es stellt sich nun die Frage, ob mit dieser Vorrichtung, die die Messung von Hautwiderstand bzw. Hauttemperatur auch außerhalb eines Laborsettings erlaubt, aus Laboruntersuchungen bekannte Ergebnisse repliziert werden können. Dieser Frage wird in folgender Studie nachgegangen, indem untersucht wird, ob bekannte, stress-induzierende Stimuli, die sie sich in der psychophysiologischen Labor-Forschung als Stressoren bewährt haben, in Veränderungen des am Handgelenk abgeleiteten Hautwiderstandes bzw. der Hauttemperatur niederschlagen.

2 Daten und Methode

Stichprobe

Grundlage der Studie sind insgesamt 97 Teilnehmer aus Deutschland, Kroatien und China, die überwiegend aus Studenten rekrutiert worden sind. Das Durchschnittsalter der Probanden (61 Prozent waren weiblich) betrug 24 Jahre. Die Teilnehmer wurden zu Einzelterminen in die normalen Seminar- und Büroräumen der Universität bzw. eines Forschungsinstituts eingeladen. Die Videoclips zur Induktion verschiedener Stresseemotionen wurden auf einem Laptop am Tisch gezeigt. Den Teilnehmer wurde als Thema der Untersuchung Wahrnehmung und Bewertung von Videoaufnahmen genannt, wobei ihre Aufgabe darin bestünde, sich eine Reihe von Videoclips anzuschauen und dann jeweils ein Urteil mittels verschiedener Fragebögen zu geben. Nach Einrichtung des Testsettings (Anbringen und Einschalten des Sensor-Armbandes und Instruktionen zur Vorgehensweise) verließ der Versuchsleiter den Raum und der Versuchsteilnehmer blieb allein. Die Probanden wurden gebeten, nach Beendigung des letzten Fragebogens den Versuchsleiter, der außerhalb des Raumes wartete, zu benachrichtigen.

Emotionale Induktion

Zur Induktion von emotionalem Stress wurden folgende Maßnahmen gewählt:

- a) Die Probanden erhielten vom Versuchsleiter einen Luftballon mit der Bitte, ihn bis zum Platzen aufzublasen. Die Teilnehmer führten diese Aufgabe bei Anwesenheit des Versuchsleiters aus, der diese Aufgabe jeweils nach 25 Sekunden. Diese Induktionsmethode hat sich in mehreren Studien als eine wirksame Maßnahme zur Erzeugung von Stressreaktionen erwiesen, wie es sich in einem Anstieg der Hautleitfähigkeit bzw. Sinken des Hautwiderstandes zeigte (Lykken/Venables 1971, Lykken et al. 1968, Berman/Johnson 1985, Picard/Scheirer 2001).
- b) Die Probanden betrachteten ein medizinisches Video mit der detaillierten Darstellung der Amputation eines Unterschenkels. Die zeitliche Länge des Filmausschnitts betrug 65 Sekunden (Video B)
- c) Ein neutraler bzw. unspezifischer emotionaler Wahrnehmungskontext wurde mit Filmausschnitten hergestellt, in denen einerseits ein einfacher Wellenschlag an einem Meeres Strand gezeigt wird und andererseits Möwen, die sich auf einem Meeresstrand mit einfachem Wellenschlag bewegen (Videos A und C).

Diese Filmausschnitte für die neutrale bzw. Stress-Induktion wurden von der öffentlich zur Verfügung gestellten Webseite des Psychophysiological Laboratory der Stanford University/Kalifornien heruntergeladen (<http://spl.stanford.edu/resources.html>, siehe auch Gross/Levenson 1995).

Ablauf einer Test-Sitzung

Der Ablauf einer Sitzung mit jeweils einem Teilnehmer lief folgendermaßen ab:

1. Begrüßung durch Versuchsleiter
2. Ausrichten der Webcam
3. Start der Webcam-Aufzeichnung (für den Probanden nicht mehr sichtbar)
4. Anbringen und Einschalten des Sensor-Armbands

5. Instruktion über Abfolge von Videoclip und Fragebögen, sowie Skalenbenutzung
6. Ausfüllen des Fragebogens A (Angaben zu seiner momentanen Gefühlslage).
7. Video A (Meereswellen am Strand)
8. Ausfüllen des Fragebogens B (Angaben zur momentanen Gefühlslage und zur emotionalen Stimmung im Bezug auf den soeben gesehenen Filmausschnitt)
9. Video B (medizinischen Beinamputation)
10. Ausfüllen des Fragebogens C (Angaben zur momentanen Gefühlslage und zur emotionalen Stimmung im Bezug auf den soeben gesehenen Filmausschnitt)
11. Video C (Möwen und Wellen am Strand)
12. Ausfüllen des Fragebogens D (Angaben zur momentanen Gefühlslage und zur emotionalen Stimmung im Bezug auf den soeben gesehenen Filmausschnitt)
13. Ausfüllen des Fragebogens E (Umgang mit Gefühlen, Fragen zur Emotionsregulation nach Gross/John (2003)).
14. Benachrichtigung des Versuchsleiters: Der Versuchsleiter, der sich vor dem Raum aufhielt, wurde benachrichtigt, dass der Proband den Durchgang durch Videos und Fragebögen beendet hat. Versuchsleiter und Probanden gingen gemeinsam in den Raum zurück.
15. Versuchsleiter übergab dem Probanden einen Luftballon und bat ihn, diesen aufzublasen bis er platzt.
16. Versuchsleiter unterbricht das Luftballonaufblasen nach 30 Sekunden.
17. De-Briefing: der Proband wurde darüber aufgeklärt, dass es sich hier um eine Studie zur Stress-Reaktionsmessung handelte.

Bei einem Teil der Stichprobe, Studenten der Universität Wuhan, wurde die Abfolge der Stress-Induktionsepisoden variiert. In einer Gruppe wurde die Luftballonaufgabe vor Beginn der Fragebogen-/Video-Sequenz gestellt, in der anderen Gruppe am Ende der gesamten Test-Sequenz, also nachdem der Teilnehmer den letzten Fragebogen durchgearbeitet hatte. Die Zuordnung zu diesen Reihenfolge-Gruppen geschah zufällig. Bei der Untersuchung in Wuhan wurde der Versuchsleiter von einem Studenten begleitet, der als Dolmetscher fungierte.

Erfassung physiologischer Parameter mit einem Sensor-Armband

Die physiologischen Messungen wurden mit Hilfe eines Sensor-Armbandes¹ durchgeführt, mit dem die Elektroden zur Ableitung des Hautwiderstandes, sowie der Temperatursensor an die Innenseite des linken Handgelenks fixiert wurden.

Zur Ableitung des Hautwiderstandes wurden trockene Metallelektroden aus zinkfreier Weiß-Bronze mit einem Durchmesser von 12 mm im Abstand von 30 mm in Längsrichtung des Armes eingesetzt. Mit diesem Sensor-Armband wurde die Methode des exosomatischen, quasi-konstanten Stroms zur

¹ Mit dem Sensor-Armband wurden auch akzelerometrische Daten, sowie der Puls am Handgelenk erfasst. Diese Daten wurden in der vorliegenden Analyse nicht berücksichtigt.

Messung des Hautwiderstandes mittels eines Spannungsteilers und einem Referenzwiderstand von 4.7 Megaohm ausgeführt. Die Hauttemperatur wurde mittels eines hochempfindlichen, schnell reagierenden medizinischen Temperaturfühlers abgeleitet. Die Aufzeichnungsrate bei den Studenten in Wuhan betrug 100 Hz, bei allen anderen betrug Aufzeichnungsrate 50 Hz.

Das Sensor-Armband wurde vom Versuchsleiter am linken Handgelenk der Probanden angebracht.

Aufbereitung der physiologischen Messdaten

Die aufgezeichneten Daten wurden nach der Messung auf Ein-Sekunden-Intervalle durch Mittelwertbildung pro Sekunde aggregiert.

Die zeitliche Lage der einzelnen Induktions-Phasen und Befragungsepisoden im Verlauf der Untersuchung wurden auf Grundlage von Webcam-Aufzeichnungen von Probanden erstellt. Damit konnten die physiologischen Daten den einzelnen Induktionsphasen zeitlich genau zugeordnet werden.

Die Messdaten der Hautleitfähigkeit und Hauttemperatur wurden von Artefakten bereinigt, indem sekundenweise Veränderungswerte der Hautleitfähigkeit bzw. Hauttemperatur, die außerhalb des neunten Perzentils lagen, als Artefakt-Werte definiert wurden. Die so entstandene, mit Lücken behaftete individuelle Signalreihe wurde mittels einer lokal-polynomialen Gleichung dritten Grades geglättet, d.h. die Datenlücken wurden durch Interpolation der Nachbarwerte geschlossen. Die resultierenden Werte wurden dann auf den jeweils individuellen Wertebereich (von minimalem bis maximalem Veränderungswert) der Probanden normiert (Lykken/Venables 1971). Diese normierten Werte der Hautwiderstandsveränderung (phasischer Response) werden im Folgenden als Testwerte verwendet. Wir folgen damit der Argumentation von Benedek/Kaernbach (2010), wonach die momentanen (hier bezogen auf Ein-Sekunden-Intervalle) Veränderungen der Hautleitfähigkeit (die in der einschlägigen Forschung etablierte Bezeichnung lautet skin conductance response SCR) der adäquate Indikator für die hinter der Schweißdrüsenproduktion stehende Aktivität des sympathischen Nervensystems darstellt. Im Sinne dieses Argumentes betrachten wir die SCR als Indikator für die Sympathikus-Aktivität.

Für den Wirkungs-Vergleich der verschiedenen Treatment-Phasen wurden zwei Indikatoren gebildet werden: a) die mittlere normierte SCR-Amplitude und b) die mittlere Anzahl von SCR, die über einen Schwellenwert der normierten Veränderungsamplitude lagen. Als Schwellenwert wurde pro Person jener Wert gewählt, der 2 Prozent des maximalen Veränderungswertes betrug.

Da die Video- und Fragebogenepisoden unterschiedlich lang waren, wurden die entsprechenden Werte auf die Länge der Episoden normiert. Die Gruppen- bzw. Episodenunterschiede wurden mittels eines t-Tests bei Messwiederholung auf Signifikanz geprüft. Zur vergleichenden Darstellung der Wirkungsstärke der Stressoren wurde die Effektstärke mit Cohen's d (Cohen 1988) berechnet.

3 Ergebnisse

Hautleitfähigkeitsreaktionen

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse bezüglich der Veränderungen des Hautleitwiderstandes (SCR) dargestellt. Man sieht in der zweiten Spalte, dass sich für die Differenzen der mittleren SCR-Amplituden beim Luftballonaufblasens und den Vergleichs-Episoden der neutralen Videoclips jeweils große Effektstärken ($d \geq 0.8$) ergeben. Für die Stressepisode, in der sich die Probanden einen Filmausschnitt einer medizinischen Beinamputation ansahen, ergeben sich ebenfalls signifikante, aber weniger starke Unterschiede der mittleren SCR-Amplituden.

Tabelle 1: Effektstärken der Stressepisoden gegenüber verschiedenen Vergleichsepisoden hinsichtlich der mittleren Amplitude der Hautleitfähigkeitsreaktionen

Vergleichsepisode	Stress-Episode	
	Luftballon aufblasen	Amputationsvideo
Meereswellen	1.11* (62)**	0.64* (52)
Meereswellen / Möwen	0.86* (63)	0.79* (53)

Anmerkungen: *: $p < 0.05$

**Die Zahl in den Klammern gibt die Anzahl der Personen an

Vergleicht man die Effekt-Stärke der Stressinduktionen hinsichtlich der mittleren Zahl von Hautleitfähigkeitsreaktionen (Tabelle 2), dann ergibt sich insgesamt ein ähnliches Bild wie bezüglich der Hautleitfähigkeitsreaktionen: beim Aufblasen des Luftballons. Beim Ausführen der Aufgabe, einen Ballon zum Platzen zu bringen, wurden mehr Hautleitfähigkeitsreaktionen gezeigt als beim Anschauen von neutralen Videoclips. Das Betrachten des Amputationsvideos erzeugt weniger Hautleitfähigkeitsreaktionen als die Luftballonaufgabe. Allerdings zeigen sich die physiologischen Stresseffekte, die durch das Amputationsvideo induziert wurden, in der Reaktionshäufigkeit jedoch weniger deutlich als in der Reaktionsstärke.

Tabelle 2: Effektstärken der Stressepisoden gegenüber verschiedenen Vergleichsepisoden hinsichtlich der mittleren Häufigkeit von Hautleitfähigkeitsreaktionen

Vergleichsepisode	Stress-Episode	
	Luftballon aufblasen	Amputationsvideo
Meereswellen	0.91* (79)**	0.21* (79)
Meereswellen / Möwen	0.93* (80)	0.22* (80)

Anmerkungen: *: $p < 0.05$

**Die Zahl in den Klammern gibt die Anzahl der Personen an

Hauttemperatur-Reaktionen

Die Stressmaßnahmen bewirkten auch eine Verringerung der Hauttemperatur am Handgelenk, wobei die Luftballonaufgabe zu stärkerem Temperaturabfall führte als das Amputationsvideo (siehe Tabelle 3). Dementsprechend sind die Veränderungen durch die Luftballonaufgabe signifikant stärker als jene durch das Ansehen des Amputationsvideos.

Tabelle 3: Effektstärken der Stressepisoden gegenüber verschiedenen Vergleichsepisoden hinsichtlich der mittleren Amplitude von Hauttemperaturreaktionen

Vergleichsepisode	Stress-Episode	
	Luftballon aufblasen	Amputationsvideo
Meereswellen	0.69* (42)**	0.37* (39)
Meereswellen / Möwen	0.81* (48)	0.57* (44)

Anmerkungen: *: $p < 0.05$

**Die Zahl in den Klammern gibt die Anzahl der Personen an

Auch bei der Häufigkeit von Hauttemperaturveränderungen zeigen sich Stresseffekte (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Effektstärken der Stressepisoden gegenüber verschiedenen Vergleichsepisoden hinsichtlich der mittleren Häufigkeit von Hauttemperaturreaktionen

Vergleichsepisode	Stress-Episode	
	Luftballon aufblasen	Amputationsvideo
Meereswellen	0.91* (79)**	0.12* (79)
Meereswellen / Möwen	0.67* (80)	0.13* (80)

Anmerkungen: *: $p < 0.05$, normierte Werte auf 1 Sekunde

**Die Zahl in den Klammern gibt die Anzahl der Personen an

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass sich die Hautleitfähigkeits- und Hauttemperaturreaktionen in den Stressepisoden von den Reaktionen in den stressfreien Episoden signifikant unterscheiden. Dies gilt vor allem für die Stressepisode des Luftballonaufblasens, für die besonders große Effektstärken festgestellt wurden. Für die Stressepisode des Amputationsvideos sind die Effekte im Vergleich zu den stressfreien Episoden geringer und teilweise nicht signifikant. Auch durch den Vergleich der beiden Stressepisoden zeigt sich, dass der Stressor „Luftballonaufgabe“ sich signifikant stärker auf die Veränderungen der Hautleitfähigkeit und Hauttemperatur auswirkt als der Stressor „Amputationsvideo“. Die großen Effektstärken bestätigen diesen Befund.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der in der Forschungsliteratur bekannte Befund, dass die Hautleitfähigkeitswerte in Stressepisoden ansteigen und die Hauttemperaturwerte sinken (Kreibig 2010), konnte mit dieser Untersuchung bestätigt werden. In den beiden Stressepisoden des Luftballonaufblasens und des Amputationsvideos sind die Veränderungen der Hautleitfähigkeit und Hauttemperatur signifikant größer als in stressfreien Vergleichsepisoden wie den Meereswellen- oder Möwen-und-Wellen-Videos oder in neutralen Episoden wie dem Ausfüllen eines Fragebogens.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass die Luftballonaufgabe stärkere Effekte bei Hautleitfähigkeits- und Temperaturveränderungen aufwies als das Amputationsvideo. Dies steht in Einklang mit Untersuchungen von Lykken/Venables, die zeigen, dass die Luftballonaufgabe die Hautleitfähigkeitswerte der Probanden zu einem individuellen Maximum brachten (Lykken/Venables 1971).

In Bezug auf die eingangs gestellte Frage, ob die mittels eines Sensor-Armbandes an der Innenseite des Handgelenks abgeleiteten Veränderungen der Hautleitfähigkeit und Hauttemperatur valide Ergebnisse erbringen, sind die Ergebnisse dieser Studie positiv. Auch unter normalen Bedingungen eines Büros konnten mit der einfachen Apparatur eines Armbandes unter Verwendung von Metall-Elektroden Ergebnisse repliziert werden, die aus Laborergebnissen bekannt sind. Dieser Befund ist konsistent mit den Ergebnissen der Studie von Poh et al. (2010), die die Hautleitfähigkeit ebenfalls an der Innenseite des Handgelenks mit trockenen Ag/AgCl-Elektroden abgeleitet haben. Die Ergebnisse zeigen, dass die während der Induktion des physischen, kognitiven und emotionalen Stresses erhöhten Hautleitfähigkeitswerte eine hohe Korrelation mit den Messwerten zeigen, die gleichzeitig mittels Standard-Laborgerätes abgeleitet und gespeichert wurden.

Kritisch ist zu betrachten, dass in dieser Studie nur bei den studentischen Teilnehmern in Wuhan die Reihenfolge der Experimentalbedingungen variiert wurde. Demnach wurden die Probanden in Kaiserslautern und Zagreb immer erst nach den einzelnen Videos und nach dem Ausfüllen der Fragebögen gebeten, die Luftballonaufgabe durchzuführen. Diese Reihenfolge des experimentellen Ablaufs könnte bewirkt haben, dass der Stresseffekt des Luftballons insgesamt größer war als der Stresseffekt des Amputationsvideos, weil die Probanden schon vorher unter Stress gesetzt worden waren.

Abschließend soll darauf hingewiesen werden, dass die vorliegende Analyse ein komparativ-statistisches Maß zur Bestimmung der Induktionseffekte verwendet hat. Eine Stressreaktion ist jedoch dynamischer Prozess, bei dem auch Aspekte der Emotionsregulation eine Rolle spielen können. In diesem Sinne wäre es sinnvoll, Indikatoren zu entwickeln, die die Signatur einer emotionalen Reaktion abbilden.

Literaturverzeichnis

- Bender, A., Spada, H., Seitz, S., Swoboda, H., & Traber, S. (2007): Anger and Rank in Tonga and Germany: Cognition, Emotion, and Context. *ETHOS*, 35, Issue 2, 196–234.
- Benedek, M., & Kaernbach, C. (2010): Decomposition of skin conductance data by means of nonnegative deconvolution. *Psychophysiology*, 47, 647–658.
- Berman, P. S. & Johnson, H. J. (1985): A Psychophysiological Assessment Battery. *Biofeedback and Self-Regulation*, 10(3).
- Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (2010): *Biologische Psychologie*. Berlin: Springer.
- Bolger, N., & Zuckerman, A. (1995): A framework for studying personality in the stress process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69, 890–902.
- Boucsein, W. (1992): *Electrodermal Activity*. New York: Plenum.
- Boudewyns, P. A. (1976): A comparison of the effects of stress vs. relaxation instruction on the finger temperature response. *Behaviour Therapy*, 7, 54–67.
- Busmann, J. B. J., Ebner-Priemer, U. W., & Fahrenberg, J. (2009): Ambulatory Behavior Monitoring: Progress in Measurement of Activity, Posture, and Specific Motion Patterns in Daily Life. *European Psychologist*, 14, 142–152.
- Cohen, J. (1988): *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2. Aufl. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates
- Drummond, P. D., & Lance, J. W. (1987): Facial flushing and sweating mediated by the sympathetic nervous system. *Brain*, 110, 793–803.
- Ebner-Priemer, U. W., & Kubiak, T. (2007): Psychological and psychophysiological ambulatory monitoring: A review on hardware and software solutions. *European Journal of Psychological Assessment*, 23, 214–226.
- Gross, J. J., & Levenson, R. W. (1995): Emotion Elicitation Using Films. *Cognition and Emotion*, 1995, 9 (1), 87–108.
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003): Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 348–362.
- Hirota, A., & Hirai, H. (1990): Effects of relaxation–response- or arousal–response-oriented training on psychological responses during fear imagery. *Japanese Psychological Research*, 32, 26–35.
- Kreibig, S. D. (2010): Autonomic Nervous System Activity in Emotion: A Review. *Biological Psychology*, 84, Issue 3, 474–487.
- Lazarus, R. S. (1966): *Psychological stress and the coping process*. New York: McGraw Hill.
- Lazarus, R. S., & Opton Jr., E. M., (1966): The study of psychological stress: A summary of theoretical formulations and experimental findings. In: C. D. Spielberger (Hrsg.): *Anxiety and behavior*, 225–262. New York: Academic Pres
- Lykken, D. T., Miller, R. D., & Strahan, R. F. (1968): Some Properties of Skin Conductance and Potential. *Psychophysiology*, 5(3), 253–268.

- Lykken, D. T., & Venables, P. H. (1971): Direct measurement of skin conductance: A proposal for standardization. *Psychophysiology*, 8(5), 656-672.
- Nomikos, M. S., Opton, E., Averill J. R., & Lazarus R. S. (1968): Surprise versus Suspense in the production of stress reaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 8, 204-208.
- Papastefanou, G. (2009): Ambulatorisches Assessment – Eine Methode (auch) für die Empirische Sozialforschung. In: Weichbold, M., Bacher, J., & Wolf, C. (Hrsgs.): Umfrageforschung. Herausforderung und Grenzen, 443-468. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Picard, R. W., & Scheirer, J. (2001): The Galvactivator: A Glove that Senses and Communicates Skin Conductivity', MIT Media Laboratory, TR 542, <http://affect.media.mit.edu/pdfs/TR-542/TR-542.pdf>
- Poh, M.-Z., Swenson, C., & Picard, R. (2010): A Wearable Sensor for Unobtrusive, Long-Term Assessment of Electrodermal Activity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 57(5).
- Rackow, K., Schupp, J., von Scheve, C., (2012), Angst und Ärger: Zur Relevanz emotionaler Dimensionen sozialer Ungleichheit, *Zeitschrift für Soziologie*, Jg. 41, Heft 5, , S. 392-409
- Rimm-Kaufman, S. E., & Kagan, J. (1996): The Psychological Significance of Changes in Skin Temperature. *Motivation and Emotion*, 1996, 20(1).
- Schulz, P., Jansen, L. J., & Schlotz, W. (2005): Stressreaktivität: Theoretisches Konzept und Messung. *Diagnostica*, 51(3), 124-133.
- Schwarz, N. (2010): Why Researchers Should Think "Real-Time": A Cognitive Rationale. Preliminary draft for Mehl, M. R., & Conner, T. S. (Hrsgs.): *Handbook of Research Methods for Studying Daily Life*. New York: Guilford.
- Sparks, H. V. (1978): Skin and muscle. In: Johnson, P.C. (Hrsg.): *Peripheral circulation*, 193-230. New York: Wiley.
- Stone, A. A., Shiffman, S., Atienza, A. A., & Nebeling, L. (2007): The Science of Real-Time Data Capture: Self-Reports in Health Research, 117-135. New York: Oxford University Press.
- Taylor, S. E. (1991): Asymmetrical effects of positive and negative events: the mobilization-minimalization hypothesis. *Psychological Bulletin*, 110, 67-85.
- Tsai, J. L., Levenson, R. W., & Carstensen, L. L. (2000): Autonomic, expressive, and subjective responses to emotional films in older and younger Chinese American and European American adults. *Psychology and Aging*, 15, 684-693.
- Wilhelm, F. H., & Grossman, P. (2010): Emotions beyond the laboratory: Theoretical fundamentals, study design, and analytic strategies for advanced ambulatory assessment. *Biological Psychology*, 84, 552-56.