
Psychophysiologische Messmethoden

Andreas Fahr & Matthias Hofer

Abstract Physiologische Messmethoden erlauben eine zeitsensitive Erfassung emotionaler und kognitiver Prozesse während der Medienrezeption. Im folgenden Beitrag werden Messverfahren vorgestellt, die zur Erhebung und Analyse von Medienwirkungen (insbesondere von Rezeptionsprozessen) herangezogen werden können. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Beobachtung peripherphysiologischer Indikatoren psychischen Geschehens. Neben physiologischen Grundlagen, Anwendung, Parametrisierung und der Bedeutung der hier vorgestellten Verfahren wird jeweils auch auf die Grenzen der Methoden sowie ihr Potenzial für die Beantwortung kommunikationswissenschaftlicher Fragestellungen eingegangen.

Schlagwörter Elektrodermale Aktivität (EDA), Kardiovaskuläre Aktivität (KVA), Elektroenzephalographie (EEG), Muskelaktivität, Gehirnaktivität

1 Einführung

Psychophysiologische Messungen stellen für die psychologisch orientierte Medienwirkungsforschung ein besonders geeignetes Instrumentarium zur Verfügung, denn sie erlauben eine zeitsensitive Erfassung psychischen Geschehens während der Rezeption und sind zudem weniger anfällig für Verzerrungen, wie sie bei Post-hoc-Befragungen vorkommen – etwa durch sozial erwünschte Antworten oder durch Erinnerungslücken (vgl. den Beitrag von Möhring & Schlütz im vorliegenden Band). Die Verfahren erheben vor allem peripherphysiologische Merkmale in Abhängigkeit des emotionalen Gehalts und/oder der kognitiven Anforderungen innerer oder äusserer Stimuli (Kempter & Bente 2005). Bei der Messung und anschließenden Interpretation physiologischer Daten müssen daher nicht nur die Rezipientin bzw. der Rezipient, sondern auch Stimuluseigenschaften im Blick behalten werden.

Der vorliegende Beitrag stellt verschiedene Verfahren vor, die dazu geeignet sind, Rezeptions- und Wirkungsprozesse zu messen. Die physiologischen Grundlagen der jeweiligen Maße, die Erhebungs- und Auswertungsmöglichkeiten sowie das Indikatorpotential werden aus jener Perspektive dargestellt, die der Leserin und dem Leser eine Abschätzung ihrer Bedeutung und Interpretation erlauben dürfte. Der Beitrag soll aber auch, soweit dies in der Kürze der Darstellung möglich ist, praktische bzw. anwendungsorientierte Hinweise geben. Für tiefer gehende Erläuterungen sei auf die psychophysiologische Standardliteratur verwiesen, die einen guten Einblick in die biologische und neurologische Basis der Verfahren bietet. Im deutschsprachigen Bereich sind vor allem die Übersichtswerke von Vossel und Zimmer (1998) und Schandry (1998) zu erwähnen. Als internationale Standardwerke können das *Handbook of Psychophysiology* (Cacioppo, Tassinary & Berntson 2007) sowie der Band von Potter und Bolls (2012), der speziell auf den Einsatz psychophysiologischer Verfahren im Kontext der Medienwirkungsforschung ausgerichtet ist, gelten. Hinzu kommen einige weitere gute Übersichten (Andreassi 2007; Hugdahl 1995; Kempfer & Bente 2005; Lang, Potter & Bolls 2009; Ravaja, 2004). Des Weiteren sind internationale Fachzeitschriften zu nennen, deren Fokus auf theoretischen, empirischen und methodischen Entwicklungen im Bereich physiologischer Forschung liegt: ‚Psychophysiology‘, das ‚Journal of Psychophysiology‘ und das ‚International Journal of Psychophysiology‘. Zusätzlich existieren zu den hier vorgestellten Verfahren Leitlinien für den konkreten Forschungs- und Publikationsprozess (Fowles, Christie, Edelberg & Venables 1981; Fridlund & Cacioppo 1986; Jennings et al. 1981; Pivik et al. 1993; van Boxtel 2001)

Im folgenden Beitrag werden nacheinander die für die Kommunikationswissenschaft zentralen psychophysiologischen Reaktionssysteme – elektrodermale, kardiovaskuläre, Muskel- und hirnelektrische Aktivität – vorgestellt. Nach einem kurzen Überblick über physiologische Grundlagen werden in einem zweiten Schritt Messung und Parametrisierung zusammengefasst und schließlich das Indikatorpotential der verschiedenen Maße diskutiert (Abschnitte 2–5). Ins sechste Kapitel fallen eine Zusammenfassung und das Fazit.

2 Elektrodermale Aktivität

Elektrodermale¹ Aktivität (EDA) ist das sicherlich am häufigsten eingesetzte physische Reaktionssystem im Rahmen psychophysiologischer und damit auch kommunikationswissenschaftlicher Studien. Der Grund hierfür liegt vor allem in ihrer relativ einfachen Messbarkeit, den geringen Kosten sowie der vergleichsweise eindeutigen Korrelation mit einigen zentralen psychologischen Phänomenen. Hierzu gehören vor allem Aktivierung, Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitung und emotionale Reaktionen

1 Elektrodermal leitet sich vom altgriechischen Wort für Haut (=derma) ab.

(Dawson, Schell & Filion 2007). Unter EDA versteht man im Allgemeinen die Änderungen der bioelektrischen Eigenschaften der Haut. Für kommunikationswissenschaftliche und medienpsychologische Fragestellungen ist vor allem die Hautleitfähigkeit von besonderem Interesse.

2.1 Physiologische Grundlagen

Die menschliche Haut dient als selektive Barriere des Körpers gegenüber Umwelteinflüssen. Sie ist damit eines der für das Immunsystem, aber auch für die Hydro- und Thermoregulation wichtigsten Organe des Menschen (Potter & Bolls 2012). Auf der Haut² finden sich zwei unterschiedliche Arten von Schweißdrüsen: *ekkrine* und *apokrine*³; die für die EDA wesentlichen Strukturen sind die ekkrinen Schweißdrüsen. Sie reagieren sensibel auf psychische Reize unterschiedlichster Art. Ihre höchste Dichte findet sich an den Hand- und Fußinnenflächen. Ihre Funktion wird ausschließlich vom sympathischen Teil des autonomen Nervensystems (ANS) gesteuert (Dawson et al. 2007). Der Sympathikus hat eine *ergotrope*⁴ Wirkung. Das heißt, er erhöht die nach außen gerichtete Handlungsbereitschaft – der Organismus ist bereit zu handeln bzw. zu reagieren.

2.2 Messung und Parametrisierung

Bei der Messung elektrodermalen Aktivität (üblicherweise mit einer Frequenz von 8–20 Hz, Potter & Bolls 2012) werden zwei Verfahren unterschieden. Beim *endosomatischen* Verfahren wird das Potenzial der Haut selbst gemessen, während beim *exosomatischen* Verfahren eine Fremdspannung angelegt wird, wodurch der Hautwiderstand (in μOhm) bzw. die Hautleitfähigkeit (in μOhm^{-1})⁵ erhoben werden kann. In Wirkungsstudien werden Silber/Silber-Chlorid-Elektroden (Ag/AgCl) in der Regel an einer Handinnenfläche oder den Fingern appliziert, da sich dort eine hohe Dichte an ekkrinen Schweißdrüsen findet. An die Elektroden wird eine schwache, ungefährliche Gleichspannung angelegt (ca. 0,5 V). Bei höherer Schweißproduktion ändert sich nun der

-
- 2 Genauer gesagt gehen Schweißdrüsen durch drei Hautschichten: die Subdermis, die Dermis und die Epidermis. Der Schweiß, der nach der Epidermis auf die Hautoberfläche tritt, wird in der Subdermis produziert (Dawson et al. 2007; Potter & Bolls 2012)
 - 3 Apokrine Schweißdrüsen wird in der Regel eine olfaktorische Signalfunktion zugesprochen (Dawson et al., 2007).
 - 4 Von der ergotropen unterscheiden wir die *trophotrope* Wirkung, die in der Regel mit der Aktivität des Parasympathikus, also mit der Regeneration des Organismus und dem Aufbau von Energiereserven, in Verbindung gebracht wird (Vossel & Zimmer 1998).
 - 5 Häufig findet man in der Literatur auch die Bezeichnung μMho oder $\mu\text{Siemens}$. Vor allem diese Größe wird heute in (medien-)psychologischen Studien erhoben, da diese mit erhöhter Aktivität der Schweißdrüsen *linear* ansteigt (vgl. Fowles et al. 1981).

elektrische Widerstand der Haut, was sich als Kehrwert in der Änderung der Hautleitfähigkeit manifestiert. Für Untersuchungen wird empfohlen, die Randbedingungen der Erhebung möglichst konstant zu halten (Umgebungstemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Kontrolle der Handbewegungen wegen möglicher Bewegungsartefakte). Insbesondere die zuletzt genannten Bewegungsartefakte spielen bei physiologischen Messungen mit Elektroden generell eine sehr störende Rolle, da sie zu Messwerten führen, die meist nicht mit dem Stimulus in Verbindung stehen. Hier findet sich die Forscherin bzw. der Forscher im klassischen Konflikt zwischen interner (Versuchsperson darf sich nicht bewegen) und externer Validität (Versuchsperson reagiert unnatürlich auf das präsentierte Material auf Grund der Bewegungseinschränkung). Technische Innovationen führen aber zu einer zunehmend höheren Robustheit der Elektroden gegenüber Artefakten.

Eine große Anzahl elektrischer Hautphänomene wird unterschieden (vgl. Boucsein 2012). Die für die Wirkungsforschung wichtigsten sind das Niveau der Hautleitfähigkeit und seine Änderungen (SCL = *Skin Conductance Level*) sowie die sog. *Skin Conductance Responses* (SCR). Die typische Hautleitfähigkeitskurve besteht aus einem Grundniveau, das sich im Laufe der Medienrezeption erhöhen und verringern kann (das SCL). Diese Grundlinie wird moduliert durch SCRs, die bei neuen, unerwarteten, bedeutsamen oder aversiven Stimuli auftreten. Sie sind also *reizbezogen* und zeichnen sich durch eine Latenzzeit zwischen ein und drei Sekunden nach einem Ereignis aus. Ein wichtiger Parameter der SCR ist neben der Frequenz ihres Auftretens die Amplitude. Sie steht im Wesentlichen für die *Intensität* der Aktivierung infolge eines spezifischen Ereignisses und indiziert auch Habituationseffekte. Die sog. Spontanfluktuationen – *nonspecific SCRs* (NS-SCRs) (vgl. Boucsein 2012; Dawson et al. 2007) – zeigen die gleiche Form wie die SCR, haben jedoch eine geringere Amplitude und eine höhere Frequenz. Allerdings ist eine Abgrenzung zwischen SCRs und NS-SCRs nur schwer vorzunehmen. Leiner, Fahr und Früh (2012) schlagen daher einen vergleichsweise einfach zu berechnenden und dennoch ausreichend validen Parameter – *EDA Positive Change* (EPC) – vor, der nicht zwischen NS-SCRs und SCRs unterscheidet und der für kommunikationswissenschaftliche Studien hinreichendes Indikatorpotenzial für medienvermittelte allgemeine Aktivierung haben dürfte.

Schliesslich gilt es, interindividuelle Unterschiede in der Leitfähigkeit der Haut wie auch statistische Verteilungseigenschaften zu beachten und ggf. zu normalisieren (i. e. logarithmieren, vor allem SCRs) (Ben-Shakar 1985; Boucsein 2012; Hopkins & Fletcher 1994).

2.3 Indikatorpotential

Als besonderer Vorteil der EDA gegenüber anderen physiologischen Maßen ist hervorzuheben, dass die Hautleitfähigkeit, bzw. die Aktivität der ekkrinen Schweißdrüsen, vergleichsweise valide die Aktivität des sympathischen Nervensystems (SNS) anzeigt.

So indizieren die verschiedenen Parameter der EDA einige kognitive und emotionale Teilprozesse der Medienwirkung. Argumentiert wird vor allem damit, dass Hirnareale, die mit emotionalen Prozessen in Verbindung gebracht werden, auch die Drüsenaktivität ekkriner Schweißdrüsen steuern. Das SCL – und auch die NS-SCRs⁶ – können für *unspezifische allgemeine Aktivierung* (engl. *arousal*), *kognitive Anforderungen* oder *emotionale Aktivierung* indikativ sein. Die SCR stehen demgegenüber für die *Intensität* der Aktivierung sowie für *Habituationseffekte*. Des Weiteren wurden SCR als Indikator für sog. *Orienting Responses* (OR), also automatische Aufmerksamkeitsreaktionen auf einen unerwarteten Stimulus verwendet (Potter & Bolls 2012). Gleichzeitig steht eine Erhöhung von SCL und SCR für eine Reaktion auf emotional relevante, vor allem negative (mediale) Stimuli (Lang, Newhagen & Reeves 1996). Allerdings zeigte eine Studie von Codispoti, Surcinelli und Baldaro (2008), dass positive und negative Filmstimuli zu gleichartigen SCLs führen. Die Valenz der emotionalen Reaktion scheint also für die EDA keine Rolle zu spielen, weshalb sie unabhängig von der Valenz mit emotionaler Erregung (engl. *emotional arousal*) in Verbindung gebracht wird (Potter & Bolls 2012). Aus Perspektive der Informationsverarbeitung kann eine Erhöhung der EDA als *Resourcenallokation* für die Verarbeitung von vom Organismus als relevant betrachteten Stimuli interpretiert werden (Lang 2009). Man spricht in diesem Zusammenhang auch von *motivierter Aufmerksamkeit* (Lang, Bradley & Cuthbert 1997). Schließlich kann das SCL – wie die SCR – auch als Indikator für *Habituation* und *Sensitivierung* verwendet werden (Potter & Bolls 2012). Damit wird deutlich, dass eine eindeutige Zuordnung einer phasischen oder tonischen elektrodermalen Reaktion zu einem bestimmten psychologischen Konstrukt schwierig ist. Daher muss die jeweilige elektrodermale Reaktion immer in Bezug auf den jeweiligen Stimulus bzw. das jeweilige experimentelle Design interpretiert werden (Ravaja 2004). Die Messung der EDA eignet sich also nur bedingt für explorative Designs.

Ein weiterer Nachteil der EDA ist ihre vergleichsweise langsame Reaktionszeit. Geht es um schnell aufeinanderfolgende, unterschiedliche Stimuli, mit denen man es oft in multimedialen Umgebungen zu tun hat, dürfte das Indikatorpotenzial der EDA-Messung an seine Grenzen stoßen. Dies gilt z. B. für Computerspiele, Videoclips, manche Werbung oder andere schnell geschnittene audiovisuelle Inhalte. Zumindest ist eine Zuordnung von „Stimulus“ und Reaktion hier nicht mehr sinnvoll möglich, da die Aktivierung bis zu einer gewissen Schwelle kumuliert. Schließlich zeigt die Hautleitfähigkeit nur eine vergleichsweise geringe Spezifität für ein *bestimmtes* psychisches Geschehen. Wie oben bereits angesprochen, reagiert die Schweißdrüsenaktivität auf Aktivierung, Aufmerksamkeit/Beachtung und affektive Intensität eines Stimulus gleichermaßen. Sind diese Merkmale im Material konfundiert, lässt sich nicht mehr ohne erheblichen experimentellen Aufwand klären, worauf die EDA genau reagiert hat.

6 SCL-Werte und NS-SCRs weisen einen gemeinsamen Varianzanteil von 40–60 Prozent auf (Vossel & Zimmer 1998).

3 Kardiovaskuläre Aktivität

Unter kardiovaskulärer (v. lat. *cardio* = Herz und *vasculum* = kleines Gefäß) Aktivität (KVA) versteht man alle körperlichen Reaktionssysteme, die mit dem Herz-Kreislaufsystem in Verbindung stehen (Brownley, Hurwitz & Schneiderman 2007). Die KVA gehört neben der EDA zu den am häufigsten herangezogenen Reaktionssystemen in der Psychophysiologie und auch in der kommunikationswissenschaftlichen Forschung. Dies hängt einerseits mit der vergleichsweise einfachen Messung der zentralen Parameter zusammen; andererseits ist die Beziehung zwischen physischen Merkmalen des Systems und psychischen Phänomenen meistens schon rein intuitiv leicht zugänglich. So ‚schlägt uns das Herz bis zum Hals‘ (Aufregung) oder es ‚fällt uns in die Hose‘ (Angst, Furcht), uns wird ‚warm ums Herz‘ (Zuneigung) oder wir haben ein ‚kaltes‘ oder ‚gar kein Herz‘ (mitleidslos, unbarmherzig, herzlos, gefühllos sein) usw. Das kardiovaskuläre System zeigt offensichtlich ausgeprägte Reaktionen im Zusammenhang mit psychischen Prozessen wie Aktivierung, Aufmerksamkeit, Habituation, Stress oder Emotionen. Die wichtigsten Messverfahren bzw. Parameter der KVA sind die *Herzschlagfrequenz* (die sog. *Heart Rate*, HR, angegeben in Schlägen pro Minute, engl. *beats per minute*, bpm), die *periphere Durchblutung* bzw. das *periphere Blutvolumen* (PBV) sowie der *Blutdruck*. Wir konzentrieren uns im Folgenden auf die HR und das PBV, da diese Verfahren einerseits häufig in der Wirkungsforschung eingesetzt werden bzw. vielversprechende Anwendung finden können. Andererseits sind einige Messverfahren (z. B. viele Blutdruckmessungen) für Fragestellung der Rezeptionsforschung entweder zu reaktiv, zeitlich zu gering auflösend oder aber zu unspezifisch.

3.1 Physiologische Grundlagen

Wesentliche Funktion der KVA ist die Versorgung des Körpers mit Sauerstoff und Nährstoffen über Arterien sowie der Abtransport von Stoffwechselprodukten über das venöse System. Die KVA ist an der Temperaturregulation, der Immunabwehr und der hormonellen Steuerung beteiligt. Damit sichert das System Homöostase und Reaktionsbereitschaft des Organismus – und dies in der Regel ohne unser Zutun. Man kann es als den eigentlichen Sinn des ANS betrachten, kurzfristige und vielfach vorausseilende Anpassungen des Organismus an aktuelle Ereignisse zu ermöglichen.

Die für diesen Kreislauf nötige Kontraktion des Herzmuskels wird vom ANS gesteuert und zwar vom sog. *Sinusknoten*. Moduliert wird die Herztätigkeit sowohl über den Sympathikus als auch über den Parasympathikus. Die sympathische Innervation führt über die *Nervi Cardiaci* und *Accelerantes* und die parasympathische über den *Nervus Vagus*. Erstere führen zu einer Beschleunigung der Schlagfrequenz, letztere zu einer Verlangsamung (Lang 1994; Vossel & Zimmer 1998). Sympathikus und Parasympathikus sind dabei nicht nur exklusiv reziprok aktiv (i. e. die Zunahme des einen bewirkt eine

Abnahme des anderen), sondern können auch koaktiv sein (d. h. sowohl Sympathikus als auch Parasympathikus sind aktiv).

3.2 Messung und Parametrisierung

Die Messung der KVA erfolgt durch die Ableitung von Messelektroden, wobei verschiedene Ableitorte möglich sind (z. B. Brustwand). Da das *Elektrokardiogramm* (EKG) ein relativ starkes bioelektrisches Signal ist, stellt dessen Erfassung weder hohe Anforderungen an die technische Ausstattung noch an das Know-how der Versuchsleitung. Selbst Laien können nach einer kurzen Einführung selbstständig und zuverlässig EKGs erheben. Darüber hinaus ist die Messung auch für die Probanden weder gefährlich noch belastend. Eine zweite Methode, die KVA zu messen, führt über die Veränderung des PVB. Hierbei handelt es sich um eine (photo-)plethysmographische⁷ Messung, die in der Regel an den Ohrläppchen oder an den Fingerkuppen vorgenommen wird (für weitere Verfahren vgl. etwa Schandry 1998). Unabhängig vom Erhebungsverfahren – für Fragestellungen der Wirkungsforschung genügt in der Regel die Betrachtung des Abstands zwischen den zwei sog. R-Zacken⁸ (RR-Abstand), der als Inter-Beat-Intervall (IBI⁹) bezeichnet wird. Ein weiteres Maß, das von der HR bzw. vom IBI abgeleitet werden kann und dessen Anwendung in der Kommunikationswissenschaft anstelle der HR empfohlen wird (Lang et al. 2009; Ravaja 2004), ist die *Herzratenvariabilität* (HRV), die bei parasympathischer Kontrolle des Herzmuskels zunimmt. Damit lässt sich die parasympathische von der sympathischen Kontrolle trennen. Als eine signifikante Form der HRV kann die *Respiratorische Sinusarrhythmie* (RSA) betrachtet werden, also die Variabilität der HR innerhalb eines Atemzyklus (Berntson et al. 1997).¹⁰

Wie bei der EDA wird auch bei der KVA zwischen tonischen und phasischen Veränderungen unterschieden. Unter phasischen Veränderungen versteht man vor allem kurzfristige Änderungen der HR bzw. des RR-Abstandes infolge eines signifikanten Reizes. Als Latenzzeiten werden bis zu 15 Sekunden angenommen, das heißt, die HR ist wie die EDA ein vergleichsweise träges Reaktionsmaß.

Von Bedeutung für die Rezeptionsforschung ist auch die T-Wellen-Amplitude (TWA). Sie wird in der Psychophysiologie als sensibler und valider Indikator für Sympathikus-Einflüsse angesehen (Palomba, Sarlo, Angrilli, Mini & Stegagno 2000).¹¹

7 Griech. *Plethysmos* = Vergrößerung.

8 Diese recht technische Bezeichnung dürfte jedem Laien bekannt sein: Die R-Zacke ist der signifikante „Ausschlag nach oben“ der Herzlinie, dessen Ausbleiben (gern auch mit einem Ton illustriert) in einschlägigen Krankenhausserien das tragische Ableben des Protagonisten anzeigt.

9 Die HR (Schläge pro Minute) lässt sich aus dem IBI (in msec) mit folgender Formel berechnen: $60\,000 / \text{IBI} = \text{HR}$. Diese Umrechnung stellt allerdings eine non-lineare Transformation dar.

10 Beim Einatmen erhöht sich die HR und beim Ausatmen nimmt sie ab.

11 Die TWA nimmt mit der Zunahme des sympathischen Einflusses ab.

3.3 Indikatorpotential

Die dominante parasympathische Kontrolle der HR über den Nervus Vagus, die zu deren *Verlangsamung* führt, wird mit *Informationsaufnahme, phasischer Aufmerksamkeit* und *Zuwendungsverhalten* in Verbindung gebracht (Ravaja 2004) und erfolgt im Rahmen von zwei bis fünf R-Zacken (vgl. Thorson & Lang 1992). Sympathische Innervation, die zu einer HR-*Zunahme* führt, wird mit emotionalem Stress, Handlungsvorbereitung und Ressourcenmobilisierung assoziiert (Ravaja 2004). Im Gegensatz zur Orientierungsreaktion erfolgt eine Defensivreaktion oder Abwendungsreaktion vor allem dann, wenn der jeweilige Stimulus zu intensiv ist. Sie führt zu einer phasischen Herzschlag-erhöhung (Kempster & Bente 2005).¹²

HR-Veränderungen können auch als Indikator für *tonische Aufmerksamkeit* herangezogen werden (Lacey & Lacey 1974; Lang et al. 1996; Ravaja 2004). Generell führt eine längerfristige Aufmerksamkeit gegenüber externen Stimuli zu einer Abnahme der HR, aber nur dann, wenn keine Handlungsanforderungen (z. B. das Lösen von Rechenaufgaben) bestehen, wie es typischerweise bei Medienrezeptionssituationen der Fall ist (vgl. Bolls et al. 2001). Man geht dabei von parasympathischer Kontrolle der HR aus. Wenn die Situation jedoch aktives Handeln erfordert (z. B. Abwehrreaktionen), schaltet sich der Sympathikus ein und die HR nimmt nicht ab, sondern steigt sogar an. Dabei kommt das Konzept der *environmental rejection* (d. h. für die jeweilige Aufgabe nicht-relevante Informationen werden herausgefiltert bzw. nicht beachtet; Lacey & Lacey 1974) zum Tragen. Denkbar wäre eine solche Situation bei der Rezeption eines besonders schrecklichen Horrorfilms.

Anders als bei der EDA, fällt es bei der HR schwer, sie als eindeutigen Indikator für emotionale Erregung heranzuziehen, da sie sowohl sympathisch als auch parasympathisch gesteuert ist. Einzelne Studien deuten zwar darauf hin, dass negativ valenzierte Medienstimuli eher mit einer niedrigeren HR einhergehen (z. B. Simons, Detenber, Roedema & Reiss 1999). Meist wird hier aufmerksamkeits-theoretisch bzw. evolutionsbiologisch argumentiert: negativ valenzierten Medienbotschaften wird eine höhere Aufmerksamkeit entgegengebracht, weil negative Informationen generell eine höhere Handlungsbereitschaft (Angriff oder Flucht, Vermeidung oder Appetenz) erfordern (Grabe, Lang, Zhou & Bolls 2000). Für kommunikationswissenschaftliche Fragestellungen reicht diese simple Indikation allerdings oft nicht aus. Vielmehr besteht hier häufig das Interesse, zwischen verschiedenen diskreten Emotionen unterscheiden zu können. Angst führt beispielsweise zu einer Erhöhung der HR, während bei Trauer eine Abnahme erfolgt (Palomba et al. 2000). Konzeptuelle Verbindungen zwischen diskreten Emotionen, Kognition und physiologischen Reaktionen können am besten über die Unterscheidung zwischen dem *Behavioral Activation/Approach System* (BAS), das mit

12 Zusätzlich wird noch die sog. *Schreckreaktion* (engl. *startle response*) unterschieden, die ebenfalls mit einer phasisch erhöhten HR einhergeht und die vor allem bei sehr plötzlichen aversiven Reizen eintritt.

Zuwendung, Belohnungssuche und aktiver Vermeidung in Verbindung gebracht wird und mit positivem Affekt korreliert, und dem *Behavioral Inhibition System* (BIS), das bei Bedrohung, passiver Vermeidung und Furcht aktiv und mit negativem Affekt korreliert ist, erklärt werden (vgl. Lang & Bradley 2008). So konnten etwa Lee und Lang (2009) zeigen, dass sich diskrete Emotionen (Freude, Wut, Traurigkeit und Angst) tatsächlich bezüglich der Aktivität des BIS und BAS unterscheiden. Insgesamt sollten aber bei der Interpretation physiologischer Parameter (HR und EDA) als Indikatoren emotionaler Erregung auch immer die Valenz der emotionalen Reaktion miteinbezogen werden. Diese lässt sich beispielsweise recht einfach über die Messung der Gesichtsmuskelaktivität erfassen (Lee & Lang 2009).

4 Muskelaktivität

Nicht nur, um den Körper in die eine oder andere Richtung bewegen zu können, sondern auch für den kommunikativen Austausch ist die Muskulatur unerlässlich. Der kommunikative Austausch erfolgt über die Körperhaltung, die Gestik und vor allem die Mimik. Entsprechend stellt einen für kommunikationswissenschaftliche und (medien)psychologische Fragestellungen wichtigen Spezialfall von Muskelaktivität die Beobachtung und/oder Messung typischer Veränderungen der Gesichtsmuskulatur dar (Ravaja 2004). Es handelt sich hier um Reaktionsmuster einzelner Muskelgruppen, die vergleichsweise valide und reliabel die Identifikation der Valenz emotionaler Reaktionen erlauben.¹³

4.1 Physiologische Grundlagen

Die physiologische Grundlage bilden die *Muskelaktionspotentiale*, die sich über den jeweiligen Muskel ausbreiten und zu dessen Kontraktion führt. Dabei unterliegen die Innervationswege der quergestreiften Muskulatur dem *somatischen Nervensystem* (Vossel & Zimmer 1998). Daher ist dieses Reaktionssystem in den meisten Fällen auch unserer bewussten Steuerung zugänglich. Wir können etwa willkürlich etwas mit den

13 Neben elektrophysiologischen Messungen der Gesichtsmuskulatur existiert noch eine zweite Art der Erfassung emotionaler Ausdrücke: das *Facial Action Coding System* (FACS) bzw. die speziell für emotionalen Ausdruck entwickelte Kurzform *Emotional Facial Action Coding System* (EMFACS) (Ekman & Rosenberg 1997). Dabei wird das Gesicht in sog. *Action Units* eingeteilt, deren Kontraktion oder Entspannung von ausgebildeten Codierenden im Zeitverlauf erfasst wird. Sie werden zu *action descriptors* (AD) zusammengefasst, die dann jeweils eine inhaltliche Bedeutung haben. Mit Hilfe des EMFACS lassen sich diskrete Emotionen wie Wut, Freude oder Angst erfassen und nicht „nur“ die Valenz. Der Vorteil elektromyographischer Messungen gegenüber EMFACS-Codierungen besteht mittlerweile in der weitaus grösseren Sensitivität (Tassinari & Cacioppo 2007).

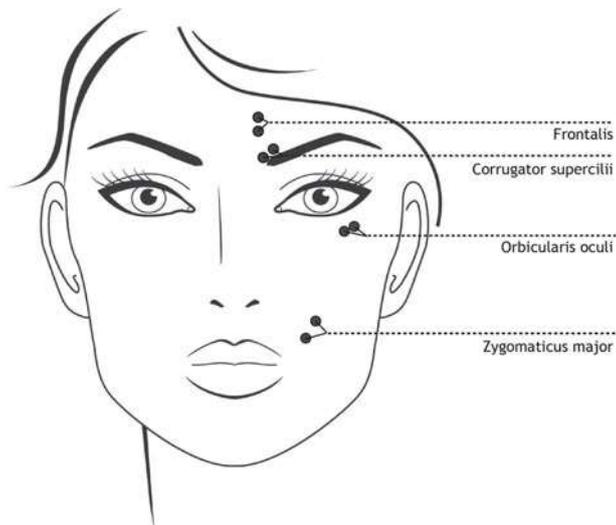
Augen verfolgen, die Extremitäten bewegen, den Kopf ausrichten oder mit den Händen zupacken. Daneben finden sich aber auch unwillkürliche Reaktionen unserer Muskeln, die häufig in Zusammenhang mit emotionalem Erleben und psychischer Belastung stehen. Für kommunikationswissenschaftliche Untersuchungen sind hier vor allem vier Gesichtsmuskeln von Bedeutung: der *Corrugator supercilii*, der *Zygomaticus major*, der *Orbicularis oculi* und der *Frontalis* (siehe Abbildung 1).¹⁴ Der *Orbicularis oculi*, der das Auge umgibt und die Haut von den Wangen und der Stirn zum Augapfel hinzieht wird von der Rindenstruktur kontrolliert, das limbische System nimmt Einfluss auf seine Kontraktion (Damasio 2009), während die Mundwinkel (*Zygomaticus major*) von den motorischen Hirnrindenregionen gesteuert werden. Es spricht einiges dafür, dass bei der Steuerung der (emotionalen) Mimik unter anderem die Inselrinde, der Thalamus und andere subkortikale Strukturen beteiligt sind (vgl. auch Schandry 1998). Die Gesichtsmuskulatur wird also durch subkortikale und auch durch kortikale Regionen des Gehirns kontrolliert, weshalb die Mimik bewusst eingesetzt werden kann (eher kortikale Kontrolle), teilweise aber auch nicht bewusst gesteuert werden kann (eher subkortikale Kontrolle) (Birbauer & Schmidt 2010).

4.2 Messung und Parametrisierung

Die Aktivität der Skelettmuskulatur wird mit Hilfe der Elektromyografie (EMG) registriert, ihr Ergebnis ist das Elektromyogramm (Potter & Bolls 2012). Die EMG ist eine elektrophysiologische Methode der Diagnostik, bei der die elektrische Muskel-Aktivität gemessen wird. Das EMG wird in der Regel mittels zweier Ag/AgCl-Elektroden (und einer Erdung) an der Hautoberfläche abgeleitet. Durch die typische Ausbreitung des Muskelaktionspotenzials bei Kontraktion verändern sich die Spannungsverhältnisse, die sich bei der Messung zwischen den beiden Elektroden in einer charakteristischen Wellenform zeigen. Die Länge der Wellenform steht für die Dauer, die Amplitude für die Intensität der Muskelkontraktion (Vossel & Zimmer 1998). Das EMG-Signal deckt einen Frequenzbereich von wenigen Hertz bis zu 2 kHz ab. Die Amplitude reicht von zwei bis zu mehreren hundert μV , weshalb das EMG-Signal in der Regel verstärkt werden muss (Fridlund & Cacioppo 1986).

Bei der Messung und der Parametrisierung von EMG-Signalen müssen verschiedene Punkte beachtet werden: Zunächst müssen sich die Forschenden bewusst sein, dass es sich bei der Elektromyographie um eine relativ obstrusive Messung handelt, die u. U. zu Reaktivität führen kann (Tassinary & Cacioppo 2007). Die Messung ist zudem relativ anfällig für Bewegungsartefakte. Außerdem gilt es zu beachten, dass bei der Messung trotz genauer Platzierung der Sensoren kaum einzelne Muskeln isoliert gemessen

14 Obwohl im menschlichen Gesicht 26 Muskeln zu finden sind, haben sich elektromyographische Studien fast ausschliesslich auf diese Muskelpaare konzentriert (Potter & Bolls 2012).

Abbildung 1 Elektrodenplatzierungen beim EMG (Eigene Darstellung; Grafik: Vivien Fast)

werden können, sondern immer auch die Aktivität benachbarter Muskeln miterfasst wird; man spricht in diesem Zusammenhang von sog. *Cross-Talk* (Cacioppo, Berntson, Larsen, Poehlmann & Ito 2000). Um ein möglichst reines (d. h. Noise-freies¹⁵) EMG-Signal zu erhalten, müssen die Rohdaten gefiltert werden (Tassinari & Cacioppo 2007).¹⁶ Nach der Filterung wird das biphasische EMG-Signal in der Regel *rektifiziert*, so dass das resultierende Signal nur noch positive Werte enthält. Anschliessend wird das Signal *integriert*¹⁷, d. h. es werden mehrere Datenpunkte im Zeitverlauf zusammengefasst (Fridlund & Cacioppo 2007).

4.3 Indikatorpotential

Während die Messung und Parametrisierung von EMG-Signalen vergleichsweise kompliziert ist, ist die Interpretation bzw. das Indikatorpotential der Daten recht eindeutig. Gesichtsmuskelaktivität wird generell als Indikator für die *Valenz* emotionalen Erlebens betrachtet (Cacioppo et al. 2000; Potter & Bolls 2012; Ravaja 2004). So wird eine Akti-

15 Als Noise werden alle nicht gewollten Daten bezeichnet. Noise-Quellen können etwa Augenliderbewegungen, Herzaktivität oder externe Stromquellen sein (Fridlund & Cacioppo 1986).

16 In der Forschungsliteratur findet man ganz unterschiedliche Angaben dazu, welche Frequenzen herauszufiltern sind. Van Boxtel (2001) empfiehlt einen High-Pass-Filter zwischen 15–25 Hz und einen Low-Pass Filter zwischen 400–500 Hz.

17 Synonym wird auch von *Smoothing* gesprochen (etwa in Potter & Bolls 2012).

vierung des Zygomaticus major (Mundwinkel) mit positiver Valenz in Verbindung gebracht. Allerdings nur, wenn gleichzeitig Aktivität im Orbicularis oculi gemessen wird.¹⁸ Aktivität im Corrugator supercilii (Augenbrauen) wird dagegen mit negativer Valenz assoziiert (Cacioppo et al. 2000). Durch EMG-Messung lässt sich also die Valenz emotionalen Erlebens während der Rezeption eines Medieninhalts (z. B. eines Computerspiels) gut erfassen, selbst wenn die Muskelaktivität nicht als Mimik sichtbar ist (vgl. Ravaja 2004).

5 Hirnelektrische Aktivität und Hirnstoffwechsel

In den vorherigen Kapiteln wurden stets peripherphysiologische Parameter vorgestellt. Diese werden alle gesteuert vom zentralen Nervensystem (ZNS). Es liegt also nahe zu versuchen, dessen elektrische Aktivität und Stoffwechsel direkt zu messen. Das Verfahren zur Aufzeichnung hirnelektrischer Aktivität bezeichnet man als Elektroenzephalographie (EEG) (vgl. Vossel & Zimmer 1998). Um Stoffwechselprozesse des Gehirns messen und bildlich darstellen zu können, werden entweder Positronen Emissionstomographie (PET) oder die funktionale Magnetresonanztomographie (fMRT, engl. fMRI) angewandt. Letztere sind auch als *bildgebende Verfahren*, *Brain Mapping*, *Brain Imaging* oder im allgemeinen Sprachgebrauch als ‚Kernspintomographie‘ bekannt.

5.1 Physiologische Grundlagen

Man geht davon aus, dass das EEG die Summe der Aktivität unterschwelliger postsynaptischer Potenziale anzeigt (Vossel & Zimmer 1998). Dazu müssen synchron eine große Anzahl von Neuronen aktiviert oder gehemmt werden. Die rhythmische Aktivität des Kortex wird dabei von einer subkortikalen Region (dem Thalamus und Formatio reticularis) gesteuert (Davidson, Jackson & Larson 2007).

5.2 Messung und Parametrisierung

Mittels EEG wird die elektrische Aktivität in kortikalen Strukturen erhoben (Potter & Bolls 2012). Im *Spontan-EEG*¹⁹ werden Spannungsschwankungen, die sich durch eine bestimmte Frequenz (in Hz) und Amplitude (in μV) auszeichnen, aufgezeichnet

18 Damit kann ein „echtes“ Lächeln von einem sog. *Duchenne-Lächeln* unterschieden werden (Potter & Bolls 2012).

19 Vom Spontan-EEG werden sog. ereignisbezogene Potenziale (engl. *event-related potentials*, ERPs; Fabiani, Gratton & Coles 2007) unterschieden. Diese treten als Reaktion auf signifikante Stimulationen

(Davidson et al. 2007; Vossel & Zimmer 1998). Typischerweise werden vor allem vier verschiedene Frequenzbänder unterschieden (Davidson et al. 2007; Potter & Bolls 2012; Vossel & Zimmer 2007):

- 1) *Alpha-Wellen* (8–13 Hz; 5–100 μV): Kortikale Aktivität in diesem Frequenzbereich wird in der Regel mit wacher Entspannung assoziiert.
- 2) *Beta-Wellen* (18–30 Hz; 2–20 μV): Beta-Wellen treten vor allem dann auf, wenn Personen aus dem entspannten Zustand (Alpha-Wellen) geholt werden (z. B. durch einen Stimulus). Sie sind charakteristisch für erhöhte emotionale und kognitive Aktivität. Man spricht auch von einer „Alpha-Blockade“ (Vossel & Zimmer 1998).
- 3) *Theta-Wellen* (5–7 Hz; 5–100 μV): Diese Wellen haben eine eher niedrige Amplitude und treten vor allem in der Übergangsphase zwischen Schlaf und Wachzustand auf.
- 4) *Delta-Wellen* (0.5–4 Hz; 20–200 μV): Dieser Frequenzbereich wird mit tiefem Schlaf in Verbindung gebracht.

Für die Aufzeichnung werden entweder 32, 64, 128 oder 256 Elektroden in einem festgelegten und normierten Abstand voneinander auf der Schädeldecke platziert (nach dem sog. *10-20 System*; Jasper 1958). Dabei werden kleinste Veränderungen (in $\mu\text{V} = 10^{-6}\text{V}$) gemessen. Daher muss das Signal erheblich (nämlich um den Faktor 10^4 – 10^6) verstärkt werden. Um Artefakte (etwa durch Gesichtsmuskelaktivität oder elektrodermale Aktivität²⁰) kontrollieren zu können, ist es ratsam, parallel ein EMG und ein EKG vorzunehmen. Schließlich werden nicht die aufgezeichneten Zeitreihen analysiert, sondern das *Frequenzspektrum* (bzw. das Leistungsdichtespektrum), weshalb die um Artefakte bereinigten Rohdaten eines interessierenden Zeitfensters einer sog. *Fast Fourier Transformation* (FFT) unterzogen werden. Schliesslich müssen die Daten wegen ihrer schrägen Verteilung normalisiert (i. e. logarithmiert) werden (Davidson et al. 2007).

Wenn in der Literatur empfohlen wird, während der EEG-Messung den Mund zu öffnen oder im Stimulusmaterial zu großen Helligkeitszuwachs zu vermeiden, deutet dies darauf hin, wie wenig geeignet solche Verfahren für die klassische Medienwirkungsforschung sind. Ein weiterer Nachteil des EEG ist seine räumliche Unspezifität.

Um eine bessere räumliche Auflösung zu erreichen wird mittels PET und beim fMRT nicht die elektrische Aktivität, sondern der Stoffwechsel im Gehirn gemessen. Diese Messung basiert auf dem Zusammenhang zwischen dem Blutfluss im Gehirn und der neuronalen Aktivität. Bei der Aktivierung von Nervenzellen wird Sauerstoff verbraucht, ungefähr vier bis sechs Sekunden nach der Aktivierung wird der Sauerstoffverbrauch

im Millisekundenbereich auf. Sie finden aufgrund ihrer Kurzfristigkeit in der Kommunikationswissenschaft kaum Anwendung.

20 Vor allem Bewegungen von Muskelpartien, die für die Bewegung der Augen zuständig sind, werden im Rahmen eines sog. Elektrookulogramms (EOG) aufgezeichnet und anschließend kontrolliert, da diese zu unerwünschten Signalen – zu sog. Augenbewegungsartefakten – bei EEG-Messungen führen (vgl. Davidson et al. 2007).

durch erhöhten Zufluss von sauerstoffreichem Blut wieder ausgeglichen. Da die Hirnaktivität also passiv über den Stoffwechsel gemessen wird, der nur verzögert erfolgt, ist die zeitliche Auflösung dieser Verfahren vergleichsweise gering. Sie eignen sich also vornehmlich für die Untersuchung statischer Stimuli wie Bilder, Logos oder ähnlichem (Davidson et al. 2007). Hinzu kommt, dass der Aufwand von MRT-Studien sehr groß ist, weil die Geräte stationär in Kliniken stehen, die Untersuchung sehr teuer und darüber hinaus belastend für die Probandinnen und Probanden ist, weil z. T. mit radioaktivem Material gearbeitet wird. Andererseits lässt sich beim PET und beim fMRT genau lokalisieren, wo die Aktivität stattgefunden hat. Ein Vorteil des EEG gegenüber bildgebenden Verfahren ist die höhere externe Validität der Messung, die u. a. auch dadurch zustande kommt, dass das EEG im Vergleich zum fMRT und zum PET gegenüber Bewegungsartefakten relativ robust ist (Davidson et al. 2007).

5.3 Indikatorpotential

Den im EEG erfassten Frequenzbändern können bestimmte psychische Zustände zugeordnet werden (Davidson et al. 2007; Potter & Bolls 2012). Vor allem die Alpha- und Beta-Frequenzbereiche sind bezüglich Medienrezeptionssituationen von Interesse (Potter & Bolls 2012). Kortikale Aktivität im Beta-Wellen-Bereich gilt als Indikator für Aufmerksamkeitsprozesse und emotionale Erregung (vgl. Simons, Detenber, Cuthbert, Schwartz & Reiss 2003).

Als Beispiel für den Einsatz von fMRT für die Bearbeitung kommunikationswissenschaftlicher Fragestellungen sei hier auf Arbeiten von Weber und Kollegen (vgl. Weber, Tamborini, Westcott-Baker & Kantor 2009) hingewiesen. Die Forscher haben fMRT-Messungen für den Nachweis von *Flow-Erleben* herangezogen. Sie argumentieren, dass Flow als synchrone Aktivität aufmerksamkeits- und belohnungsrelevanter Gehirnstrukturen aufgefasst werden kann.

6 Fazit

Das Kapitel hat gezeigt, dass die Aufzeichnung physiologischer Daten ausserordentlich zeit- und ressourcenaufwändig ist und hohe technische und inhaltliche Anforderungen an das bedienende Personal stellt. Es ist daher ratsam, sich im Vorfeld genau zu überlegen, welchen Nutzen man sich von physiologischen Messungen verspricht. Des Weiteren wurde deutlich, dass eine genaue Kenntnis des Stimulusmaterials sowie hypothesengeleitetes und weniger exploratives Vorgehen vonnöten ist. Dieser Mehraufwand wird ergänzt durch die Anforderung, in der Regel nicht nur ein Maß zu erheben, sondern mehrere, um ein möglichst differenziertes Bild der emotionalen und kognitiven Abläufe während der Medienrezeption zu erhalten (vgl. Ravaja 2004).

Zentral ist sicherlich auch das Auswertungs-Know-how der Forschenden, das vielfach Kenntnisse in Mathematik, Statistik und Elektrotechnik erfordert. Die von den meisten apparativen Verfahren gelieferten Daten sind nämlich nicht-parametrisierte Rohdaten, die zunächst aufwändig weiter verarbeitet werden müssen. Aussagekräftige physiologische Reaktionen erhält man nicht auf Knopfdruck. Schließlich ist auch die Interpretation der Parameter meist relativ anspruchsvoll. Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass die Reichhaltigkeit, die physiologische Rezeptionsdaten haben, konzeptuell und phänomenologisch auf deutlich niedrigerem Niveau angesiedelt ist als etwa Daten von Befragungen. Wenn letztere etwa das Konstrukt *Einstellung* gegenüber einer Person oder einem Werbespot detailliert und vielschichtig erheben können, so kann über physiologische Verfahren allenfalls Zustimmung, Ablehnung und ggf. Valenz indiziert werden. Ähnliches gilt für kognitive Prozesse wie etwa Lernen oder Vergessen. Man kann des Weiteren keineswegs von einem isomorphen Verhältnis zwischen psychophysiologischen Maßen und psychologischen Konstrukten ausgehen. Daher ist (angehenden) Forscherinnen und Forschern anzuraten, erstens immer mehrere Parameter zu messen und zweitens sehr genau über den jeweiligen Stimulus Bescheid zu wissen.

Der enorme Aufwand der Verfahren kann aber zweifellos hohen Ertrag liefern. Im Wesentlichen sind drei Vorteile der Verfahren zu benennen: Erstens lassen sich durch einige Messverfahren Prozessdaten erheben. Das heißt, sie sind in der Lage, tatsächlich sehr genau den Verlauf einer Rezeptionsepisode darzustellen und nicht nur ihr konsolidiertes Ergebnis. Damit einher geht die Unmittelbarkeit der Messungen. Medienwirkungen werden direkt in ihrem Entstehungskontext erhoben und können sehr viel genauer mit spezifischen Inhalten der Medienbotschaften in Verbindung gebracht werden. Drittens können physiologische Verfahren aktivierende, kognitive oder affektive Prozesse messen, die den Versuchspersonen nicht bewusst sind. Hier liegt sicherlich ein besonderes Potenzial der diskutierten Verfahren – insbesondere was die Rezeptionsforschung angeht. Gerade sie hat enorm mit Problemen wie Rationalisierungen, Erinnerungsfähigkeit und -willen der Rezipientinnen und Rezipienten sowie sozialer Erwünschtheit zu kämpfen.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass die Erhebung physiologischer Daten forschungsethische Grenzen hat. In kommunikationswissenschaftlichen Studien wird zwar nicht in die physische Unversehrtheit der Teilnehmenden eingegriffen – die hier vorgestellten Techniken sind durchweg nicht-invasiv. Es werden allerdings Informationen erhoben, über deren Preisgabe die Teilnehmenden keine direkte Kontrolle haben. Darüber hinaus können manche Erhebungsverfahren (z. B. Untersuchungen in einem fMRT-Scanner) psychisch und körperlich belastend sein. Neben dem selbstverständlichen Datenschutz, der Gewährleistung von Anonymität und der Erläuterung des Forschungsvorgehens bedeutet forschungsethisches Verhalten nicht nur, eine „informierte Zustimmung“ (informed consent) einzuholen, sondern auch während der Forschung auf die Probandinnen und Probanden einzugehen und ihnen den jederzeitigen Abbruch freizustellen (vgl. den Beitrag von Schlütz & Möhring im vorliegenden Band).

Literaturtipps

Cacioppo, John T., Tassinary, Louis G. & Berntson, Gary G. (Hrsg.). (2007). *Handbook of psychophysiology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Lang, Annie, Potter, Robert F. & Bolls, Paul D. (2009). Where psychophysiology meets the media. In Jennings Bryant & Mary Beth Oliver (Hrsg.), *Communication series. Media effects. Advances in theory and research* (S. 185–206). New York: Routledge.

Potter, Robert F. & Bolls, Paul D. (2012). *Psychophysiological measurement and meaning*. New York: Routledge/Taylor and Francis Group.

Ravaja, Niklas (2004). Contributions of psychophysiology to media research: Review and recommendations. *Media Psychology*, 6, 193–235.

Literatur

Andreassi, John L. (2007). *Psychophysiology: Human behavior and physiological response*. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum.

Ben-Shakhar, Gershon (1985). Standardization within individuals: A simple method to neutralize individual differences in skin conductance. *Psychophysiology*, 22, 292–299.

Berntson, Gary, Bigger, Thomas, JR., Eckberg, Dwain L., Grossmann, Paul, Kaufmann, Peter G., Malik, Marek et al. (1997). Heart rate variability: Origins, methods and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34, 623–648.

Birbauer, Niels & Schmidt, Robert F. (2010). *Biologische Psychologie*. Heidelberg: Springer Medizin.

Boucsein, Wolfram (2012). *Electrodermal activity* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer.

Brownley, Kimberly A., Hurwitz, Barry E. & Schneiderman, Neil (2007). Cardiovascular psychophysiology. In John T. Cacioppo, Louis G. Tassinary & Gary G. Berntson (Hrsg.), *Handbook of psychophysiology* (S. 224–264). Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Cacioppo, John T., Berntson, Gary G., Larsen, Jeff T., Poehlmann, Kirsten M. & Ito, Tiffany A. (2000). The psychophysiology of emotion. In Michael Lewis & Jeanette M. Haviland-Jones (Hrsg.), *Handbook of emotions* (S. 173–191). New York: Guilford Press.

Codispoti Maurizio, Surcinelli, Paola & Baldaro, Bruno (2008). Watching emotional movies: Affective reactions and gender differences. *International Journal of Psychophysiology*, 69, 90–95.

Damasio, Antonio R. (2009). *Ich fühle, also bin ich: Die Entschlüsselung des Bewusstseins*. München: List.

Davidson, Richard J., Jackson, Daren C. & Larson, Christine L. (2007). Human electroencephalography. In John T. Cacioppo, Louis G. Tassinary & Gary G. Berntson (Hrsg.), *Handbook of psychophysiology* (S. 200–224). Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Dawson, Michael E., Schell, Anne M. & Filion, Diane L. (2007). The Electrodermal System. In John T. Cacioppo, Louis G. Tassinary & Gary G. Berntson (Hrsg.), *Handbook of psychophysiology* (S. 200–224). Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Ekman, Paul & Rosenberg, Erika L. (Hrsg.). (1997). *Series in affective science. What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the facial action coding system (FACS)*. New York, NY: Oxford Univ. Press.

Fabiani, Monica, Gratton, Gabriele & Coles, Michael G. H. (2007). Event-related brain potentials: Methods, theory, and applications. In John T. Cacioppo, Louis G. Tassinary & Gary G. Berntson (Hrsg.), *Handbook of psychophysiology* (S. 53–84). Cambridge: Cambridge Univ. Press; Cambridge University Press.

Fowles, Don C., Christie, Margaret J., Edelberg, Robert, Lykken, David T. & Venables, Peter H. (1981). Publication recommendations for electrodermal measurements. *Psychophysiology*, 18, 232–239.

Fridlund, Alan J. & Cacioppo, John T. (1986). Guidelines for Electromyographic Research. *Psychophysiology*, 23, 567–589.

Grabe, Marie E., Lang, Annie, Zhou, Shuhua & Bolls, Paul D. (2000). Cognitive access to negatively arousing news: An experimental investigation of the knowledge gap. *Communication Research*, 27, 3–26.

Hopkins, Robert & Fletcher, James E. (1994). Electrodermal measurement: Particularly effective for forecasting message influence on sales appeal. In Annie Lang (Hrsg.), *Measuring psychological responses to media messages* (S. 113–132). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hugdahl, Kenneth (1995). *Psychophysiology: The mind-body perspective*. Cambridge, Mass: Harvard Univ. Press.

Jasper, Herbert H. (1958). Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 370–375.

Jennings, J. Richard, Berg, William K., Hutcheson, John S., Obrist, Paul A., Porges, Stephen & Turpin, Gary (1981). Publication guidelines for heart rate studies in man. *Psychophysiology*, 18, 226–231.

Kempter, Guido & Bente, Gary (2005). Psychophysiologische Wirkungsforschung: Grundlagen und Anwendungen. In Roland Mangold, Peter Vorderer & Gary Bente (Hrsg.), *Lehrbuch der Medienpsychologie* (S. 272–295). Göttingen: Hogrefe.

Lacey, Bea C. & Lacey, John I. (1974). Studies of heart rate and other bodily processes in sensorimotor behavior. In Paul A. Obrist, A.H Black, Jasper Brener & Leo V. DiCara (Hrsg.), *Cardiovascular psychophysiology. Current issues in response mechanisms, biofeedback, and methodology* (S. 538–564). Chicago: Aldine.

Lang, Annie (2009). The limited capacity model of motivated mediated message processing. In Robin L. Nabi & Mary B Oliver (Hrsg.), *The SAGE handbook of media processes and effects* (S. 193–221). Los Angeles, Calif: SAGE.

Lang, Annie (1994). What can the heart tell us about thinking. In A. Lang (Hrsg.), *Measuring psychological responses to media messages* (S. 99–113). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Lang, Annie, Potter, Robert F. & Bolls, Paul D. (2009). Where psychophysiology meets the media. In Jennings Bryant & Mary Beth Oliver (Hrsg.), *Communication series. Media effects. Advances in theory and research* (S. 185–206). New York: Routledge.

- Lang, Annie, Newhagen, John & Reeves, Byron (1996). Negative video as structure: emotion, attention, capacity, and memory. *Journal of Broadcasting and Electronic Media*, 40, 460–477.
- Lang, Peter J. & Bradley, Margaret M. (2008). Appetitive and defensive motivation is the substrate of emotion. In Andrew J. Elliot (Hrsg.), *Handbook of approach and avoidance motivation* (S. 51–66). New York: Psychology Press.
- Lang, Peter J., Bradley, Margaret M. & Cuthbert, Bruce N. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. In Peter J. Lang, Robert F. Simons & Marie T. Balaban (Hrsg.), *Attention and orienting. Sensory and motivational processes* (S. 97–135). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lee, Seunjo & Lang, Annie (2009). Discrete emotion and motivation: Relative activation in the appetitive and aversive motivational systems as a function of anger, sadness, fear, and joy during televised information campaigns. *Media Psychology*, 12, 148–170.
- Leiner, Dominik, Fahr, Andreas & Früh, Hannah (2012). EDA positive change: A simple algorithm for electrodermal activity to measure general audience arousal during media exposure. *Communication Methods and Measures*, 6, 237–250.
- Palomba, Daniela, Sarlo, Michela, Angrilli, Alessandro, Mini, Alessio & Stegagno, Luciano (2000). Cardiac responses associated with affective processing of unpleasant film stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 36, 45–57.
- Pivik, Robert T., Broughton, Roger J., Coppola, Richard, Davidson, Richard J., Fox, Nathan & Nuwer, Margreth R. (1993). Guidelines for the recording and quantitative analysis of electroencephalographic activity in research contexts. *Psychophysiology*, 30, 547–558.
- Potter, Robert F. & Bolls, Paul D. (2012). *Psychophysiological measurement and meaning*. New York: Routledge/Taylor and Francis Group.
- Ravaja, Niklas (2004). Contributions of psychophysiology to media research: Review and recommendations. *Media Psychology*, 6, 193–235.
- Schandry, Rainer (1998). *Lehrbuch der Psychophysiologie: Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens*. München: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Simons, Robert F., Detenber, Benjamin H., Cuthbert, Bruce N., Schwartz, David A. & Reiss, Jason E. (2003). Attention to television: Alpha power and its relation to image motion and emotional content. *Media Psychology*, 5, 283–301.
- Simons, Robert F., Detenber, Benjamin H., Roedema, Thomas M. & Reiss, Jason E. (1999). Emotion processing in three systems: The medium and the message. *Psychophysiology*, 36, 619–627.
- Tassinari, Louis G. & Cacioppo, John T. (2007). The skeletomotor system. Surface electromyography. In John T. Cacioppo, Louis G. Tassinari & Gary G. Berntson (Hrsg.), *Handbook of psychophysiology* (S. 163–199). Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Thorson, Esther & Lang, Annie (1992). The effects of television videographics and lecture familiarity on adult cardiac orienting responses and memory. *Communication Research*, 19, 346–369.
- Van Boxtel, Anton (2001). Optimal signal bandwidth for the recording of surface EMG activity of facial, jaw, oral, and neck muscles. *Psychophysiology*, 38, 22–34.
- Vossel, Gerhard & Zimmer, Heinz. (1998). *Psychophysiologie*. Stuttgart: Kohlhammer.

Weber, René, Tamborini, Ron, Westcott-Baker, Amber & Kantor, Benjamin (2009). Theorizing flow and media enjoyment as cognitive synchronization of attentional and reward networks. *Communication Theory*, 19, 397–422.