

## Psychophysiologische Ansätze

Die Geschichte der Entwicklung psychophysiologischer Theorien von Gefühlen ist von zwei gegensätzlichen Befunden geprägt: a) James (1890) hat in der Nachfolge Langes (1885) betont, daß vollausgebildete Gefühle einer *Rückmeldung der* peripheren Gefühlsäußerungen (aus Muskeln und inneren Organen) ins ZNS (Zentralnervensystem) bedürfen („wir sind traurig, weil wir weinen“), während b) Cannon (1931) und andere Neurophysiologen in dessen Nachfolge den ausschließlich zentralnervösen Ursprung von Gefühlen betonten. Beide Gruppen berichten eine Reihe von experimentellen Befunden, die ihre jeweilige Position stützen (s.u.). Innerhalb der *zentralnervösen* Positionen bildeten sich nach 1949, dem Jahr der Entdeckung der Funktion der Retikulärformation durch Moruzzi und Magoun, zwei Positionen heraus: Lindsley (1951), Duffy (1962) u. a. betonen den *energetischen Aspekt* von Gefühlen, der durch die Aktivität der Retikulärformation vermittelt wird (*Intensität und Aktivierung*) und gehen davon aus, daß die *Richtung* und *Qualität* eines Gefühls von kortikalen („kognitiven“) Bewertungsprozessen der sozialen Situation (à la Schachter; --> *Attributionstheoretische Ansätze*) bestimmt wird. Andere (Papez 1937, Pribram 1971) wiederum zeigten, daß Reizung des limbischen Systems zu klar unterscheidbaren Gefühlen in Abhängigkeit vom Ort der Reizung führten. Wie wir heute wissen, besitzt jedes dieser Modelle unterstützende Fakten, die einander nicht ausschließen. Eine Integration der verschiedenen peripher-zentralistischen Positionen findet sich bei Birbaumer (1975).

### Psychophysiologische Differenzierbarkeit von Gefühlen

*Auf zentralnervöser Ebene.* Die Versuche, unterschiedliche Gefühle mit zentralnervösen Maßen (Elektroenzephalogramm (EEG), biochemische Maße, Hirndurchblutung) zu differenzieren, sind erst in den letzten Jahren erfolgreich gewesen (→ *Vegetatives Nervensystem und Emotionen*). Bereits früh konnten aber Penfield und Jasper (1954) während operativer Eingriffe ins Gehirn, die bei Bewußtsein erfolgten, durch Reizung kortikaler, limbischer und subkortikaler Regionen unmittelbare, spontane Gefühlsreaktionen (Lachen, Weinen, Wut, etc.) und Erinnerungen an Gefühle auslösen. Besonders wirksam waren Reizungen im Temporalbereich, der eng mit Amygdala und Hippocampus verbunden ist und von dort über den Thalamus zum Frontalkortex projiziert. Delgado (1970) führte radio-telemetrische Stimulation limbischer Regionen bei psychiatrischen Patienten und Patienten mit unstillbaren Schmerzen durch: „Reine“ Lustgefühle und Freude konnte von verschiedenen limbischen und extrapyramidalen Systemen zuverlässig ausgelöst werden. Die Existenz eines ausgedehnten catecholaminerger, „Freude-(+reinforcement)-Zentrums“ konnte im Tierversuch von Olds (1977) bestätigt werden (→ *Limbisches System und Emotionen*).

*Split-brain-Versuche*, [Durchtrennung des Balkens (Corpus callosum), der die beiden Hirnhemisphären verbindet] am Menschen legten die Vermutung nahe, daß die linke Hirnhemisphäre eher positiv (hell, analytisch), die rechte eher negativ (dunkel, ganzheitlich) getönte Gefühle vermittelt. Dies schlägt sich sowohl in EEG-Maßen als auch in einer Lateralisierung des Gesichtsausdrucks bei vorgestellten Gefühlen nieder: Die rechte Gesichtshälfte zeigt stärkere Muskelaktionspotential-(EMG)-Amplituden bei negativen Gefühlen (Meuer 1982). Depression geht mit einer deutlichen Reduktion der Variabilität des Spontan-EEGs und geringer Amplitude der mittleren integrierten Amplitude (MIA) der dominanten Hemisphäre im Vergleich zur Subdominanten (meist rechten) Hirnhemisphäre einher (Perris 1980).

*Kontingenzverlust (→ Hilflosigkeit)* in aversiven Situationen führt zu einer starken Negativierung des Gleichspannungs-EEGs in parietalen Regionen. Bei psychiatrischen Patienten und Personen mit erhöhtem Risiko für Psychopathologie tritt diese als postimperative Negativierung (PINV) bezeichnete EEG-Reaktion auch in Situationen auf, wo (noch) Kontrolle über den negativen Verstärker besteht (Rockstroh, Elbert, Birbaumer & Lutzenberger 1982).

Aber auch in primären (bis 80 msec) und sekundären (bis 1 sec) evozierten Potentialkomponenten lassen sich Gefühle differenzieren. Shevrin und Fritzer (1968) fanden unterschiedliche primäre Potentialformen auf subliminale, tachistoskopisch dargebotene aversive und positive Gefühlsreize. Keiner der Reize wurde bewußt, hatte aber klare Auswirkungen auf die informationsverarbeitenden Prozesse, die sich in den evozierten Potentialen darstellen lassen.

*Auf somatisch-muskulärer Ebene.* Auch wenn der Gesichtsausdruck bei verschiedenen Gefühlen mit visuellen Mitteln (Video, Film) nicht mehr differenzierbar ist,

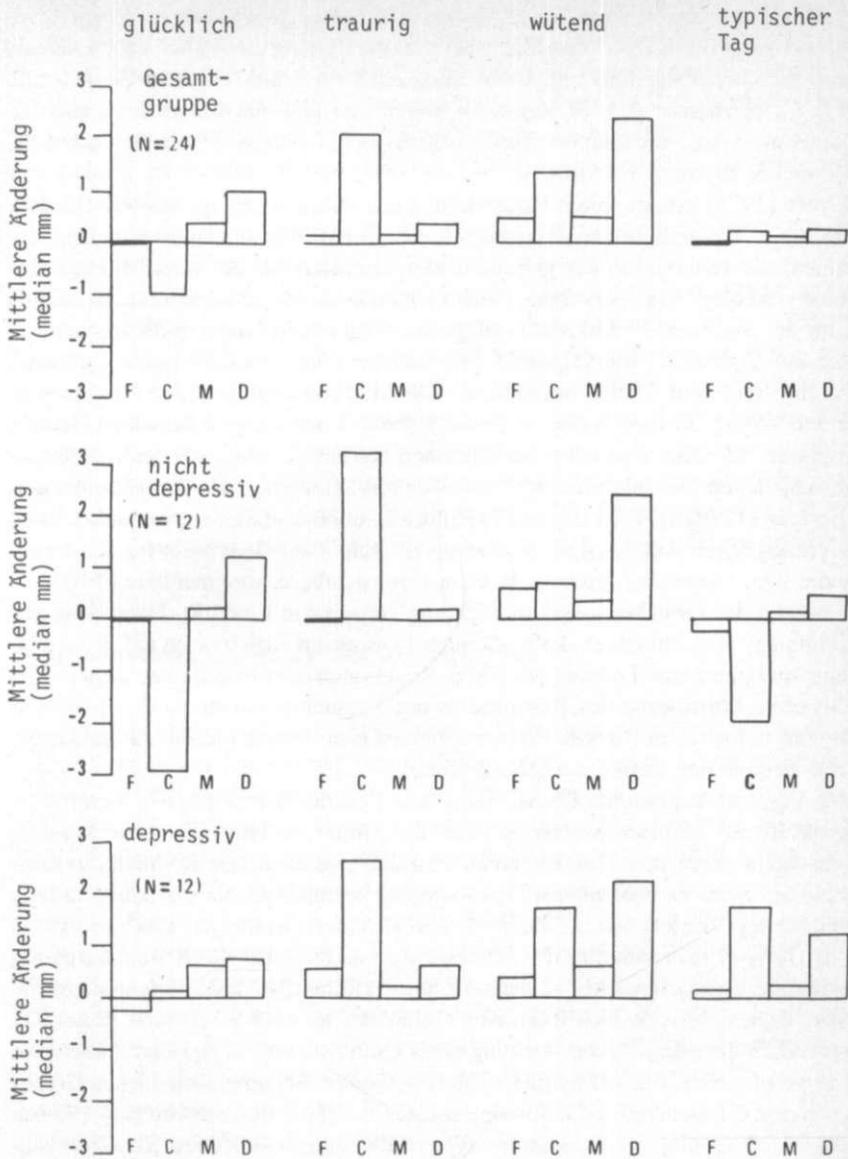


Abb. 1. Mittlere integrierte EMG-Amplitudenänderungen bei der Vorstellung eines glücklichen (HAPPY), traurigen (SAD) und ärgerlichen (ANGRY) Gefühls und eines typischen Tages (TYPICAL DAY) in vier verschiedenen Muskelgruppen des Gesichts: F.: M. frontalis, C: M. corrugator, M: M. masseter, D: M. depressor anguli oris.

Oben die gesamte Versuchsgruppe, in der Mitte nichtdepressive Vpn, unten depressive Vpn. Die EMG-Muster sind für die verschiedenen Gefühlsqualitäten klar unterscheidbar und für die beiden Grundstimmungen (depressiv, nicht-depressiv) auch verschieden (aus Schwartz et al., 1976, S. 489).

## II. Emotionstheorien

erlaubt das Elektromyogramm (EMG) eine Unterscheidung einiger Basisgefühle. Abb. 1 zeigt die EMG-Reaktionen bei der Vorstellung eines glücklichen, traurigen, ärgerlichen Gefühls und Vorstellung eines typischen Tages im *M. frontalis* (F), *M. corrugator* (C), *M. depressor anguli oris* (D) und *M. masseter* (M) bei depressiven und nichtdepressiven Versuchspersonen (aus Schwartz, Fair, Salt, Mandel & Klerman 1976).

Clynes (1975) konnte durch Registrierung der Mikroausschläge des Mittelfingers die sechs Basisemotionen Ekman differenzieren, was eine funktionell unterschiedliche Innervation der gesamten Körpermuskulatur bei verschiedenen Gefühlen nahelegt. Die Versuchspersonen legten ihren Mittelfinger auf eine Anordnung zur Messung der Mikroausschläge des Fingers und erhielten die Instruktion, sich auf Tonsignale die verschiedenen Basisgefühle (Freude, Trauer, Interesse, Furcht, Wut und Ekel) vorzustellen. Die Mikrobewegungen des Fingers nach jedem Tonsignal wurden über viele wiederholte Vorstellungen desselben Gefühls gemittelt. Die Kurvenformen der einzelnen Gefühlsausschläge ließen sich für die verschiedenen Gefühle unterscheiden. Sowohl Schwartz, Fair, Salt, Mandel und Klerman (1976) als auch Clynes (1975) belohnten in anderen Experimenten diese physiologischen Änderungen, bevor irgendwelche Gefühle bewußt für die Person bemerkbar waren. So wurden z. B. kleinste, unsichtbare, aber meßbare EMG-Änderungen der Gesichtsmuskeln in Richtung Depression verstärkt. Nach längerem „Training“ trat schließlich das Gefühl der Depression auch bewußt auf. Rückmeldung und operantes Training der EMG-Reaktionen oder Fingerausschläge führen also ohne Mitwirkung des Bewußtseins der Versuchspersonen zu den jeweils in der physiologischen Reaktion repräsentierten Emotionen, was die *James-Lange-Theorie* der Gefühlsentstehung stützt.

*Auf vegetativ-autonomer Ebene.* John und Beatrice Lacey (1970) wiesen eine *unspezifische Aktivierungstheorie* von Emotionen bereits vor den Arbeiten Schachters durch ihre Untersuchungen zurück und ersetzten sie durch die Konzepte der *richtungsgebundenen Fraktionierung* peripher-autonomer Maße und das gleichzeitige Bestehen von *Situations- und Reaktionsstereotypie*. Lindsley (1951) und Duffy (1962) sahen in der aufsteigenden Aktivierung des Kortex durch das retikuläre System (ARAS = aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem) die Grundlage unterschiedlich intensiver Gefühle. Das ARAS bestimmt in der Tat wesentlich die energetische Wirkung eines Gefühlsreizes, unklar bleibt aber, wie und wo unterschiedliche Gefühle entstehen können. Bei unterschiedlichen Gefühlen treten differenzierbare autonome Muster auf (Situationsstereotypie), die den individuell stabilen Reaktionsstereotypen überlagert sind. Unter Reaktionsstereotypie versteht man die Tatsache, daß ein oder mehrere Organsysteme gegenüber anderen maximal reagieren und diese Tendenz über Jahre stabil bleibt. Diese Systeme stellen dann auch häufig „Angriffspunkte“ für somatische Leiden dar (→ *Krankheit und Emotion*). Die Laceys konnten auch zeigen, daß richtungsgebundene Fraktionierung innerhalb eines Organsystems zu unterscheidbaren Verhaltens-effekten führt: Herzratenreduktion auf externe oder interne Reize geht mit *information intake* (Offensein für Information), Herzratenanstieg mit *information re-*

jection (Informationsabwehr) einher. Der physiologische Mechanismus dieser Fraktionierung wurde von Lacey als Aktivierung der Barorezeptoren bei Herzraten- und Blutdruckanstieg beschrieben, die über die Barorezeptorenzentren im Hirnstamm eine Blockierung der Informationsaufnahme im ZNS bewirken. Untersuchungen von Sandman und Mitarbeitern (s. Larbig 1982) und Dworkin, Filewich, Miller, Craiguryle und Pickering (1979) bestätigten diese *viszero-kortikale Interaktion*.

Eine gewisse Spezifität emotionaler Reaktionen bei autonomen Maßen konnte von Ax (1953, zitiert nach Lang 1977) und Funkenstein, Greenblatt, Solomon (1951, zitiert nach Lang 1977) und Funkenstein, King und Drolette (1954, zitiert nach Lang 1977) nachgewiesen und auch in natürlichen Situationen von Frankenhäuser (1975) bestätigt werden: *Angst und Unsicherheit* führen zu deutlichem Anstieg der Adrenalinausschüttung aus dem Nebennierenmark, lang anhaltende Unsicherheit und Hilflosigkeit (subjektiver oder objektiver *Kontrollverlust* über negative Verstärker) zu Anstieg des Hypophysen-ACTH-Nebennierenrinden-Kortikoidsystems. Die Differenzierung der wesentlichen Basisgefühle mit peripher-autonomen Maßen allein (z.B. Herzrate (HR), Hautleitfähigkeit (SCR), Blutdruck, Hauttemperatur, etc.) bereitet dagegen nach wie vor Schwierigkeiten.

## Psychophysiologie gefühlvoller Vorstellungen

Lang, Levin, Miller und Kozak (1982) entwickelten aus einer Reihe gut kontrollierter Studien zur Vorstellung von Gefühlen eine „*Informationsverarbeitungstheorie* gefühlvoller Vorstellungen“. Sie konnten zeigen, daß unterschiedliche emotionale Vorstellungen differenzierbare autonome Muster in HR-, SCR- und EMG-Maßen auslösten, die *spezifisch* für den vorgestellten Inhalt waren. Drei Dimensionen des Vorstellungsinhalts determinierten die physiologischen Reaktionen: *Reiz-Propositionen* (z. B. „eine große Schlange bewegt sich langsam auf mich zu“), *Reaktionspropositionen* (z. B. „mein Herz schlägt, ich fürchte mich“) und *Bedeutungs-Propositionen* (z. B. „Schlangen sind gefährlich“). Für einzelne Gefühle gibt es gespeicherte Prototypen eines konzeptuellen Netzwerks (←\* *Kognitionstheoretische Ansätze*), wo die Information in diesen drei Propositionen kodiert ist, wobei die einzelnen Elemente der Propositionen assoziativ zu einem funktionellen sensomotorischen Programm miteinander verknüpft sind. *A b b . 2* gibt einen solchen Furchtprototypen wieder: Die Enge der assoziativen Verknüpfung ist z. B. bei Phobien sehr stark und der „Furchtprototyp“ ist daher schneller und intensiver auslösbar.

Die Gefühlsprototypen werden durch Instruktion, Medien und sensorischen Input ausgelöst, wenn der aktuelle Input auf das gespeicherte Netzwerk „paßt“, d. h. es müssen eine bestimmte Anzahl kritischer Elemente des Vorstellungsnetzwerkes vorhanden sein, um die physiologischen, subjektiven und motorischen Komponenten des Gefühls auszulösen. Die Verbindung der Propositionen ist entweder

## II. Emotionstheorien

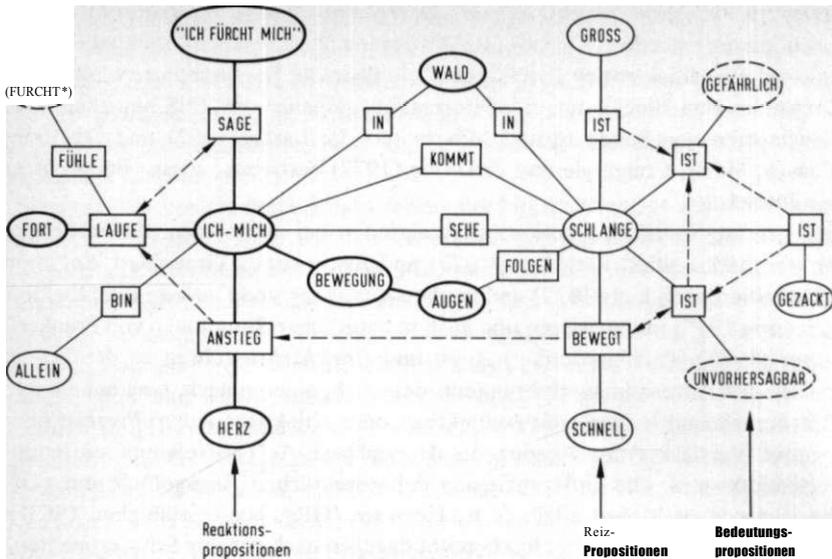


Abb. 2. Ein skizzenhaftes Diagramm eines Prototyps einer Schlangenphobie. Bei diesem Prototyp handelt es sich um ein konzeptuelles Netzwerk, in dem die Information in Propositionen kodiert ist und die einzelnen Informationseinheiten durch Assoziationen miteinander verbunden sind. Dieses konzeptuelle Netzwerk hat die Funktion eines sensomotorischen Programms. Der Prototyp wird als eine ganze Einheit etwa durch Instruktionen, Medien oder den objektiven sensorischen Input aktiviert, der Teilinformationen enthält, die in das Netzwerk passen. Der oben skizzierte Phobie-Prototyp könnte z. B. in einer deskriptiven Form so gelesen werden:

„Ich stehe in einem Wald und sehe eine große Schlange. Sie bewegt sich langsam auf mich zu. Sie hat ein gezacktes Muster am Rücken. Es könnte eine gefährliche Schlange sein. Meine Augen treten ein bißchen aus dem Kopf hervor und folgen den Bewegungen der Schlange. Mein Herz beginnt stark zu schlagen. Schlangen sind unberechenbar. Ich fürchte mich. Ich sage es zwar laut, aber niemand ist hier, der mich hören kann. Ich bin allein und fürchte mich sehr. Jetzt fange ich zu laufen an . . .“

In unserer Notation indizieren die Linien Prädikate und die Ovale ihre Argumente (z.B. bewegt sich, Schlange, schnell). Die punktierten Linien indizieren einige der Verbindungen zwischen den Propositionen, die eine hohe Assoziationswahrscheinlichkeit haben. Es werden nicht alle Propositionen oder möglichen Verbindungen hier aufgezeigt.

angeboren (*prepared*) und/oder über instrumentelles und/oder klassisches Konditionieren erlernt. Dabei können auch die autonomen Komponenten des Netzwerkes neben den motorischen instrumenteil gelernt werden („*biofeedback*“).

Zusammenfassend geht die Psychophysiologie von Emotionen von folgenden Grundannahmen aus:

1. Emotionale Prozesse sind an die Funktionstüchtigkeit zentralnervöser (limbischer und hypothalamischer) *u n d* vegetativ-autonomer Strukturen gebunden.
2. Unterschiedliche Gefühle gehen mit differenzierbaren Mustern zentralnervös-

vegetativ-muskulärer Prozesse einher, die mit psychophysiologischen Maßen identifizierbar sind.

3. Bewußte, kognitive Bewertungsprozesse können Intensität und Qualität von Gefühlen beeinflussen, sind aber *keine* notwendige Voraussetzung für das Zustandekommen von Gefühlen.
4. Die Rückmeldung vegetativer und somatisch-muskulärer Änderungen in zentralnervöse Strukturen ist eine wesentliche Voraussetzung für das Entstehen differenzierbarer Gefühle.
5. „Basisgefühle“ sind angeboren und nicht von Lernprozessen abhängig, sondern werden in genetisch festgelegte physiologische Muster als Reaktion auf einige wenige spezifische Reize ausgelöst (*prepared emotions*).
6. Aktivierung-Desaktivierung, Lust-Unlust und Dominanz-Submission sind Grunddimensionen von Gefühlen ( $\leftrightarrow$  *Emotionsdimensionen*). Über die grundlegende Gleichrangigkeit der Dominanz-Submissionsdimension konnte allerdings keine Einigkeit bisher erzielt werden.
7. Beim Menschen mit abgeschlossener Sprachentwicklung laufen Gefühle stets als Reaktion auf äußere und körper-interne Reize auf drei Ebenen ab: der physiologischen, der motorischen und der subjektiv-verbale. Die lineare Korrelation zwischen diesen drei Ebenen bei einem gegebenen Gefühl ist in der Regel gering. Da sich die drei Ebenen aber wechselseitig beeinflussen, ist die simultane Erfassung aller drei Ebenen beim Studium von Gefühlen notwendig.

## Literatur

- Birbaumer, N.: *Physiologische Psychologie*. Heidelberg: Springer 1975.
- Cannon, W. B.: Again the James-Lange and the thalamic theories of emotion. *Psychological Review* 38 (1931), 281-295.
- Clynes, M.: Communication and generation of emotion through essentic form. In: Levi, L. (ed.): *Emotions*. New York: Raven 1975, 561-602.
- Delgado, J. M. R.: Modulation of emotions by cerebral radio stimulation. In: Black, P. (ed.): *Physiological correlates of emotion*. New York: Academic Press 1970, 189-204.
- Duffy, E.: *Activation and behavior*. New York: Wiley 1962.
- Dworkin, B. R., Filewich, R. I., Miller, N. E., Craiguryle, N. & Pickering, T. G.: Baroreceptor activation reduces reactivity to noxious stimulation: Implications for hypertension. *Science* 205 (1979), 1299-1301.
- Frankenhäuser, M.: Sympathetic-adrenomedullary activity, behaviour and the psychosocial environment. In: Venables, P. H. & Christie, M. J. (eds.): *Research in psychophysiology*. London: Wiley 1975, 71-94.
- James, W.: *The principles of psychology*. New York: Holt 1890.
- Lacey, J.I. & Lacey, B. C.: Some autonomie-central nervous system interrelationships. In: Black, P. (ed.): *Physiological correlates of emotions*. New York: Academic Press 1970, 205-228.
- Lang, P. J.: Die Anwendung psychophysiologischer Methoden in Psychotherapie und Verhaltensmodifikation. In: Birbaumer, N. (Hg.): *Psychophysiologie der Angst*. München: Urban & Schwarzenberg 1977, 15-84.

## II. Emotionstheorien

- Lang, P. J., Levin, D. N., Miller, G. A. & Kozak, M. J.: Fear behavior, fear imagery, and the psychophysiology of emotion: An information processing approach to affective response integration. Unpublished Manuscript at the University of Wisconsin, Madison, Department of Psychology, Madison, Wisconsin 53706, 1982.
- Lange, C.: Om Sinsbevaegelser. Kopenhagen: Rasmussen 1885. (Translated by Istar A. Haupt for K. Dunlap (ed.): The emotions. Baltimore: Williams and Wilkins 1922).
- Larbig, W.: Schmerz. Stuttgart: Kohlhammer 1982.
- Lindsley, D.B.: Emotion. In: Stevens, S.S. (ed.): Handbook of experimental psychology. New York: Wiley 1951, 473-516.
- Meuer, M.: Cerebral lateralization, physiological and subjective responses to stress: Interactions with cognition and emotion. Dissertation an der Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften, Universität Tübingen, 1982.
- Moruzzi, G. & Magoun, H.W.: Brain stem reticular formation and activation of EEG. Electroenceph. Clinical Neurophysiology 1 (1949), 455-473.
- Olds, J.: Drives and reinforcements. New York: Raven Press 1977.
- Papez, J.W.: A proposed mechanism of emotion. Archives of Neurological Psychiatry 38 (1937), 725-743.
- Penfield, W. & Jasper, H. H.: Epilepsy and the functional anatomy of the human brain. Boston: Little Brown 1954.
- Perris, C: Central measures of depression. In: Praag, H. M., Lader, A. H., Rafaelson, O.J. & Sachar, E. J. (eds.): Handbook of biological psychiatry II, New York, Basel: M. Dekker Inc. 1980, 182-223.
- Pribram, K. H. : Languages of the brain. New Jersey: Prentice Hall 1971.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N. & Lutzenberger, W.: Slow brain potentials and behavior. Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1982.
- Schwartz, G.E., Fair, P.L., Salt, P.S., Mandel, M.R. & Klerman, J.L.: Facial muscle patterning to affective imagery in depressed and non-depressed subjects. Science 192 (1976), 489-491.
- Shevrin, H. & Fritzler, D.E.: Visual evoked response correlated of unconscious mental processes. Science 161 (1968), 295.

*Niels Birbaumer*