

(Elektrookulografie oder kurz: EOG, vgl. Schandry, 1996, S. 274 ff.). Signalabschnitte mit gleichzeitigen Augenbewegungen werden aus der Frequenzanalyse (EEG) oder dem Mittelungsverfahren (EP) herausgenommen bzw. mittels statistisch-mathematischer Verfahren korrigiert.

! Indikativ für zentralnervöse Aktivität sind elektrophysiologische Veränderungen am Gehirn. Die ZNS-Aktivität wird mit Elektroden gemessen, die an der Schädeldecke angeordnet werden (EEG: Elektroenzephalogramm). Man unterscheidet Spontan-EEG und evozierte Potenziale (EP).

Psychologische Korrelate

Das Spontan-EEG eignet sich insbesondere für die Abbildung von allgemeiner Aktivierung oder Wachheit. Die Schlafforschung ist deshalb ein wichtiges Anwendungsgebiet der Elektroenzephalografie (z. B. Birbaumer & Schmidt, 1999, S. 537 ff.; Knab, 1990). Die einzelnen Schlafstadien sind durch Dominanz unterschiedlicher Frequenzbänder definiert (■ Tab. 4.16). Eine Sonderstellung nimmt die sog. **REM-Schlafphase** ein (**REM: »Rapid Eye Movement«**). In dieser Phase herrschen niederamplitudige Thetawellen vor, verbunden mit schnellen Augenbewegungen und kurzen phasischen Muskelaktivitäten bei gleichzeitig niedrigem bis fehlendem Hintergrundtonus der Skelettmuskulatur (Atonie). Die REM-Phasen scheinen mit Traumphasen einherzugehen.

Weitere Anwendungsfelder für Spontan-EEG und EP sind die Neuropsychologie bzw. Neurologie (zur Diagnostik neurologischer Störungen s. Schenck, 1992, S. 261 ff.) sowie die Pharmakopsychologie (zur Untersuchung von sedierenden oder stimulierenden Substanzen s. Herrmann & Schäfer, 1987). In der Kognitionspsychologie werden evozierte Potenziale zur Differenzierung verschiedener Verarbeitungsstadien und der Informationsverarbeitungskapazität eingesetzt. Speziell die N100- und P300-Komponenten im visuellen und akustischen EP erwiesen sich als sensitive Indikatoren (Kramer & Spinks, 1991). Weitere Anwendungsbereiche sind die Quantifizierung von Aufmerksamkeit (Graham & Hackley, 1991) und von Gedächtnisprozessen (Donchin & Fabiani, 1991). Neuere Arbeiten beschäftigen sich z. B. mit der N400-Komponente, einer Negativierung mit einer mittleren Latenz von 400 ms, die durch verbale Stimuli hervorgerufen wird, die einer

»semantischen Erwartung« widersprechen. Die N400-Komponente gilt somit als Maß für die erlebte Passungsdivergenz eines Begriffs bezüglich eines semantischen Kontextes (► auch Gazzaniga, 1995).

Evozierte Potenziale werden auch vermehrt in der Persönlichkeitsforschung eingesetzt. Im Zusammenhang mit Impulsivität und Stimulationssuche werden erhöhte Potenzialdifferenzen zwischen der N100- und P100- bzw. P200-Komponente im visuellen und akustischen EP (»augmenting«) diskutiert (z. B. Barratt, 1987; Zuckerman, 1991, S. 249 ff.). Auch langsame negative Potenzialverschiebungen bei der Vorbereitung einer motorischen Reaktion (»contingent negative variation« = CNV) wurden untersucht. Bei hoch impulsiven Personen konnte im Gegensatz zu niedrig impulsiven keine oder lediglich eine minimale Negativierung gefunden werden (Barratt & Patton, 1983, S. 100 f.).

Neurochemische Indikatoren

Neben elektrophysiologischen Maßen werden auch neurochemische Indikatoren (Neurotransmitter, Enzyme und deren Stoffwechselprodukte) herangezogen, um die zentralnervöse Aktivität zu beschreiben. Nahezu alle psychiatrischen Erkrankungen werden mit Störungen bzw. Imbalancen der zentralen Neurotransmittersysteme in Zusammenhang gebracht (Fritze, 1989; Köhler, 1999). Diese Erkenntnisse sind u. a. die Grundlage für die Weiterentwicklung vieler Psychopharmaka.

Auch die biopsychologische Grundlagenforschung befasst sich zunehmend mit Indikatoren zentraler neurochemischer Aktivität. Im Zusammenhang mit positiven Emotionen steht vor allem das (mesolimbische) Dopaminsystem im Mittelpunkt (z. B. Willner & Scheel-Krüger, 1991). Das Serotoninsystem wird mit Aggressivität, Impulsivität und Stimulationssuche in Zusammenhang gebracht. Die Ergebnisse legen nahe, dass negative Korrelationen zwischen diesen Persönlichkeitskonstrukten und der Serotoninaktivität bestehen (Zuckerman, 1991, S. 195 ff.).

Neben den Neurotransmittern beeinflussen auch andere ZNS-wirksame neurochemische Stoffe Erleben und Verhalten. Diese Stoffe sind Peptide, die modulierend auf die Neurotransmitterwirkung Einfluss nehmen. Sie werden Neuromodulatoren genannt. Bekannteste Stoffe dieser Art sind die endogenen Opiate, d. h. körpereigene Stoffe mit opiatähnlicher Wirkung (vgl. Snyder, 1988).

Zentral wirksame Peptid-Hormone wie ACTH und Vasopressin fördern über unterschiedliche Mechanismen Gedächtnisleistungen. Humanuntersuchungen zu diesem Thema sind jedoch sehr selten und beschränken sich in der Regel auf nichtexperimentelle Fragestellungen. (Eine Übersicht zu ZNS-wirksamen neurochemischen Stoffen und Emotionen geben Erdmann et al., 1999.)

Bildgebende Verfahren

Bildgebende Verfahren ermöglichen eine bessere Lokalisation elektrophysiologischer Hirnaktivitäten als das EEG und gewinnen deswegen zunehmend an Bedeutung. Bei bildgebenden Verfahren wird die elektrophysiologische ZNS-Aktivität mit mehreren EEG-Elektroden registriert, um so räumliche EEG-Analysen (»Brain-Mapping«) zur topografischen Verteilung der hirnelektrischen Aktivität durchführen zu können (Schandry, 1996, S. 250 ff.). Mit diesem Verfahren werden getrennt nach den einzelnen Frequenzbändern EEG-Karten erstellt, auf denen üblicherweise durch abgestufte Graurasterung oder unterschiedliche Farben die relative Verteilung der EEG-Aktivität über den gesamten Cortex grafisch dargestellt wird (Schandry, 1996, S. 252).

Seit einiger Zeit wird auch die zerebrale Stoffwechselaktivität mit bildgebenden Verfahren veranschaulicht. Dazu wird z. B. die **Positronemissionstomografie (PET)** eingesetzt (Birbaumer & Schmidt, 1999, S. 505 f.), bei der man dem Probanden radioaktiv markierte Substanzen, z. B. radioaktive Kohlen- oder Stickstoffisotope, injiziert, die mit Hilfe der PET-Technik die lokale Stoffwechselaktivität im Gehirn sichtbar machen.

Mit der **funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRT, fMRI)** wird ausgenutzt, dass die magnetischen Eigenschaften des sauerstoffbindenden Hämoglobins im Blut sich von denen des sauerstoffarmen Blutes unterscheiden. Da neuronale Aktivität zu einer Erhöhung der lokalen zerebralen Durchblutung führt, wird vermehrt arterielles Blut in die aktiven ZNS-Regionen geleitet. Dies führt auch zu einer Erhöhung der Sauerstoffkonzentration im venösen Blut, da der lokale Sauerstoffverbrauch in der Regel niedriger ist als die zusätzliche Zufuhr. Bei Anlegen eines starken pulsierenden Magnetfeldes kann diese lokale Erhöhung der Sauerstoffkonzentration während neuronaler Aktivität mittels Hochfrequenzempfängern sichtbar gemacht werden (BOLD-Effekt: Blood Oxygenation Level Dependence). Die zeitliche und anatomische

Auflösung liegt beim fMRT deutlich höher als bei der PET, sodass auch wechselnde Aktivitäten anatomischer Strukturen während psychischer Prozesse sichtbar gemacht werden können. Genauere Informationen über diese bildgebenden Verfahren können Birbaumer und Schmidt (1999, S. 502 ff.) entnommen werden.

4.6.4 Indikatoren endokriner Systeme und des Immunsystems

Eine wichtige Rolle bei der Regulation von Emotion, Motivation und Verhalten spielen chemische Botenstoffe oder Hormone. Klassische Hormonsysteme in der biopsychologischen Stressforschung sind das Sympathikus-Nebennierenmark-System mit den Hormonen Adrenalin und Noradrenalin sowie das Hypophyse-Nebennierenrindensystem mit den Hormonen Cortisol und Aldosteron. Heute weiß man, dass neben somatischen auch psychische Faktoren wie Belastung und Erholung die Aktivität des Immunsystems beeinflussen und dass umgekehrt das Immunsystem wiederum das Verhalten (z. B. Schlafverhalten, Appetit) steuert (Hennig, 1994, S. 3 ff.). Im Laufe der vergangenen 30 Jahre hat sich eine interdisziplinäre Forschungsrichtung etabliert, die sich mit diesen Wechselwirkungen zwischen Immunsystem sowie psychischen und somatischen Prozessen beschäftigt: die Psychoneuroimmunologie (zusammenfassend Ader et al., 1991). Die folgenden Abschnitte behandeln Indikatoren der endokrinen Systeme und des Immunsystems.

Aktivität endokriner Systeme

Über die psychologischen Wirkungen von Hormonen existieren im Alltagsverständnis diverse Theorien – sei es im Zusammenhang mit Pubertierenden oder mit sog. »Frühlingsgefühlen«.

Physiologische Grundlagen

Das endokrine oder Hormonsystem ist funktionell eng mit dem vegetativen Nervensystem (► S. 280) verknüpft. Es regelt die Kommunikation zwischen zum Teil weit voneinander entfernt liegenden Organen, indem Botenstoffe (Hormone) in das umliegende Gewebe bzw. in das Blut abgegeben werden, die über spezifische Rezeptoren die Aktivität des Zielorgans beeinflussen (Birbaumer & Schmidt, 1999, S. 64 ff.).