

Arousal

Innere (Un)Ruhe

Biomarker Workshop GTSG, 2020

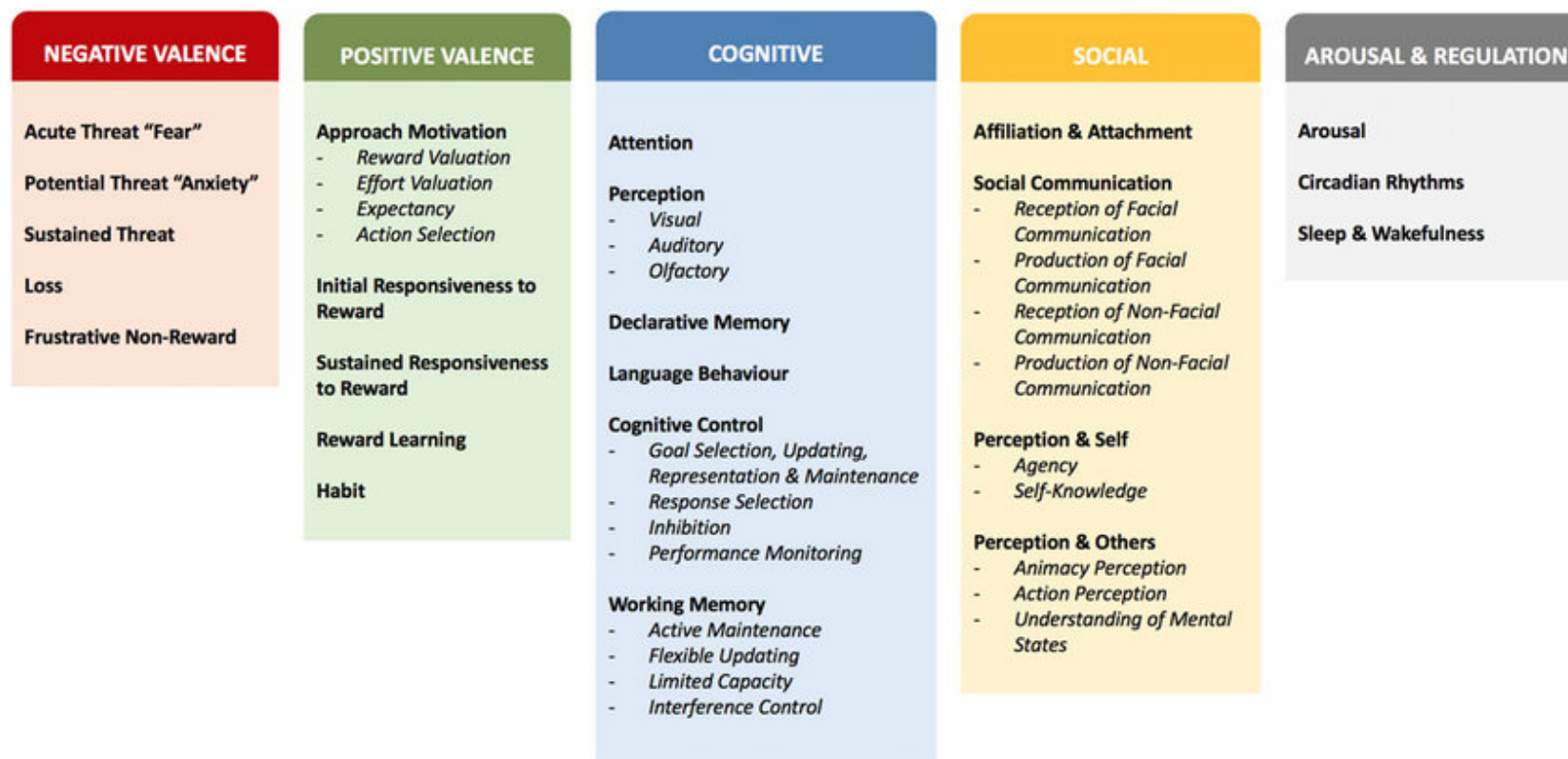
Arousal

- Definition
- Neurophysiologie
- Psychologische Modelle
- Methoden zur Quantifizierung von Arousal
- Arousal bei affektiven Störungen

Definition

RDoC (Research Domain Criteria)

- RDoC des NIHs (National Institute of Health - NIH)



Arousal

- Arousal is the general underlying force required for any physiological or emotional processing

Arousal (Erregung) ist die zugrunde liegende Kraft, die für jede physiologische oder emotionale Verarbeitung erforderlich ist.

- “An animal or human with higher generalized CNS arousal (i) shows greater responsiveness to stimuli in all sensory modalities; (ii) emits more voluntary motor activity, and (iii) is more reactive emotionally.”

“Ein Tier oder ein Mensch mit einem erhöhten, generellen ZNS Arousal (i) zeigt eine stärkere Reaktion auf Reize aller sensorischen Modalitäten; (ii) äussert mehr bewusste Bewegungen, und ist (iii) emotional reaktiver.”

Arousal Grundzustände

- Koma, Anästhesie, Schädel-Hirn-Trauma
- Schlaf (NREM, REM)
- Wachheit
 - entspannt
 - aufgeweckt, aktiv, alert
 - Aggression, Angst, Sex

Modelle

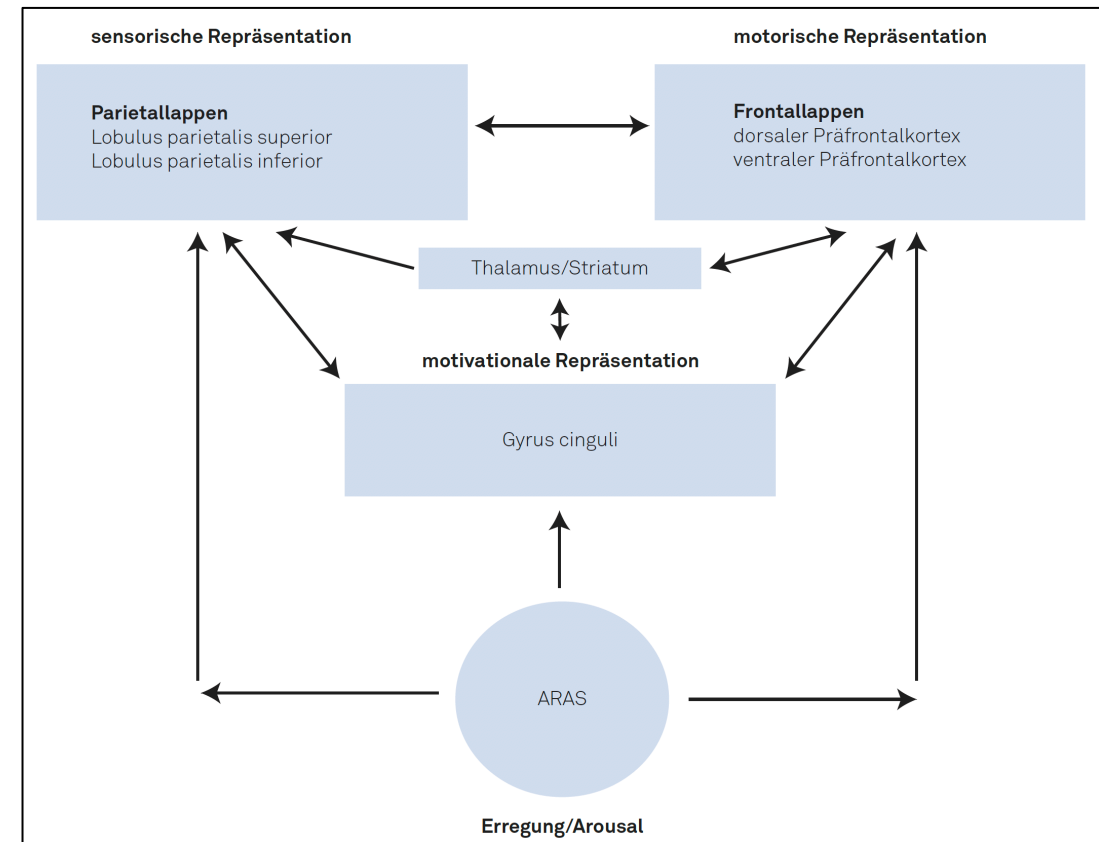
Modelle Arousal und **Aufmerksamkeit**

- Mesulam 1981
- Posner 1980

Modelle Arousal und **Aufmerksamkeit**

Mesulam 1981

- Klinische Arbeit
(Patient*innen mit Hirnschäden)
- Arousal: Bereitstellung der
grundsätzlichen Aktivierung



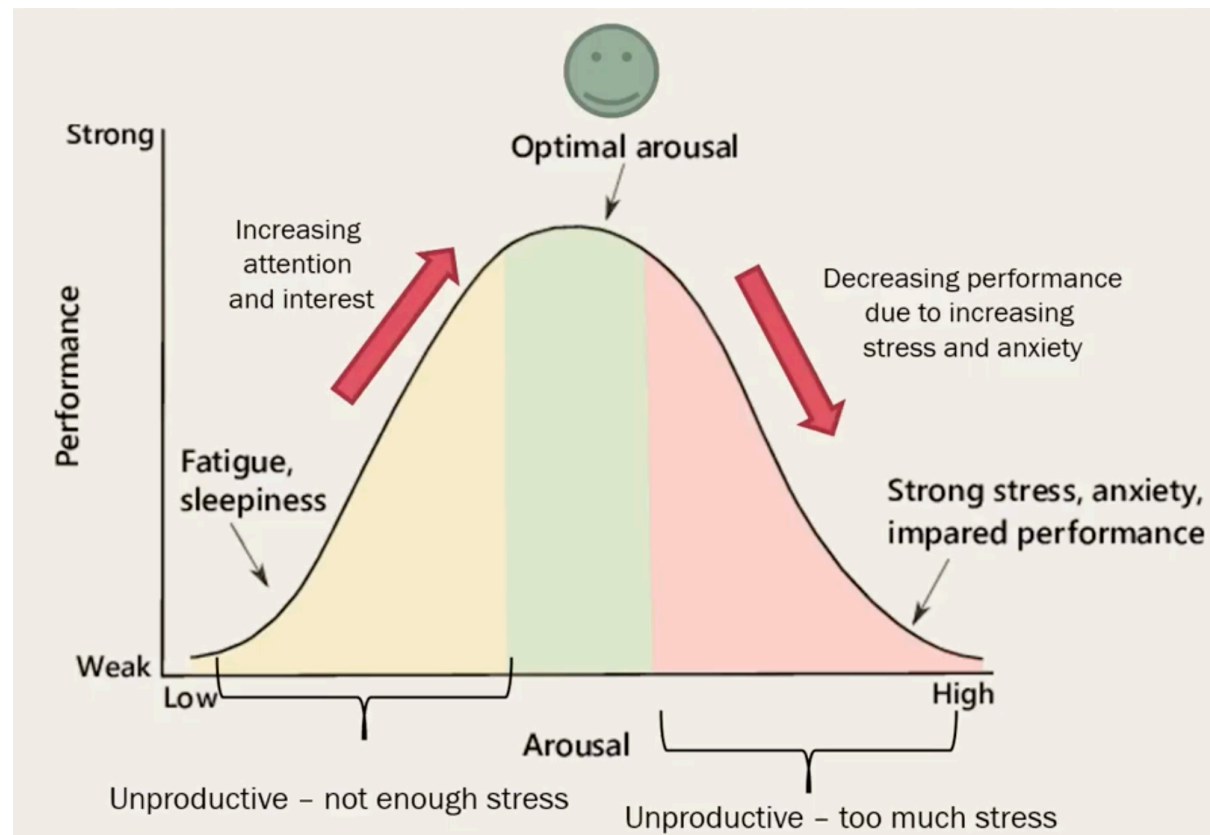
Modelle Arousal und **Aufmerksamkeit**

Posner 1980

- Experimentelle Arbeiten (Posner Paradigma)

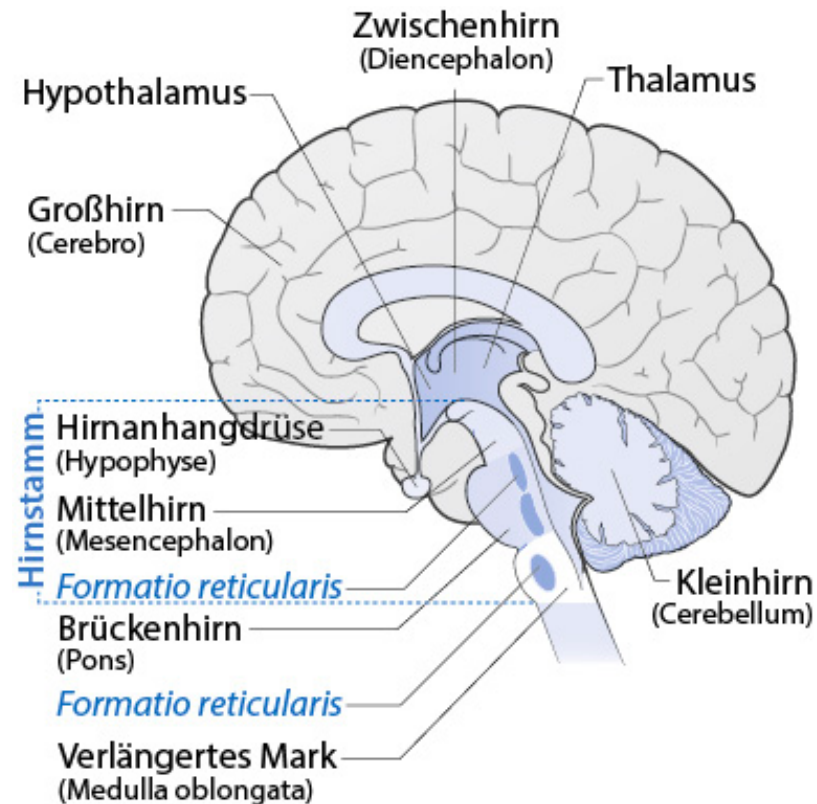
Aufmerksamkeitsnetzwerk	Funktion	Neuroanatomie
Orientierungsnetzwerk	Orientierung zum Reiz Anbindung an, Hinwendung zum und Loslassen vom Reiz	Temporal und Parietallappen
Vigilanz/Alertness-Netzwerk	Aufrechterhaltung eines aktivierten und alerten Zustands	Rechtes frontoparietales Netzwerk
Exekutives Netzwerk	Bereitstellung und Kontrolle von Willenshandlungen	Lateraler Präfrontalkortey, Basalganglien und Thalamus

Modelle Arousal und Leistung



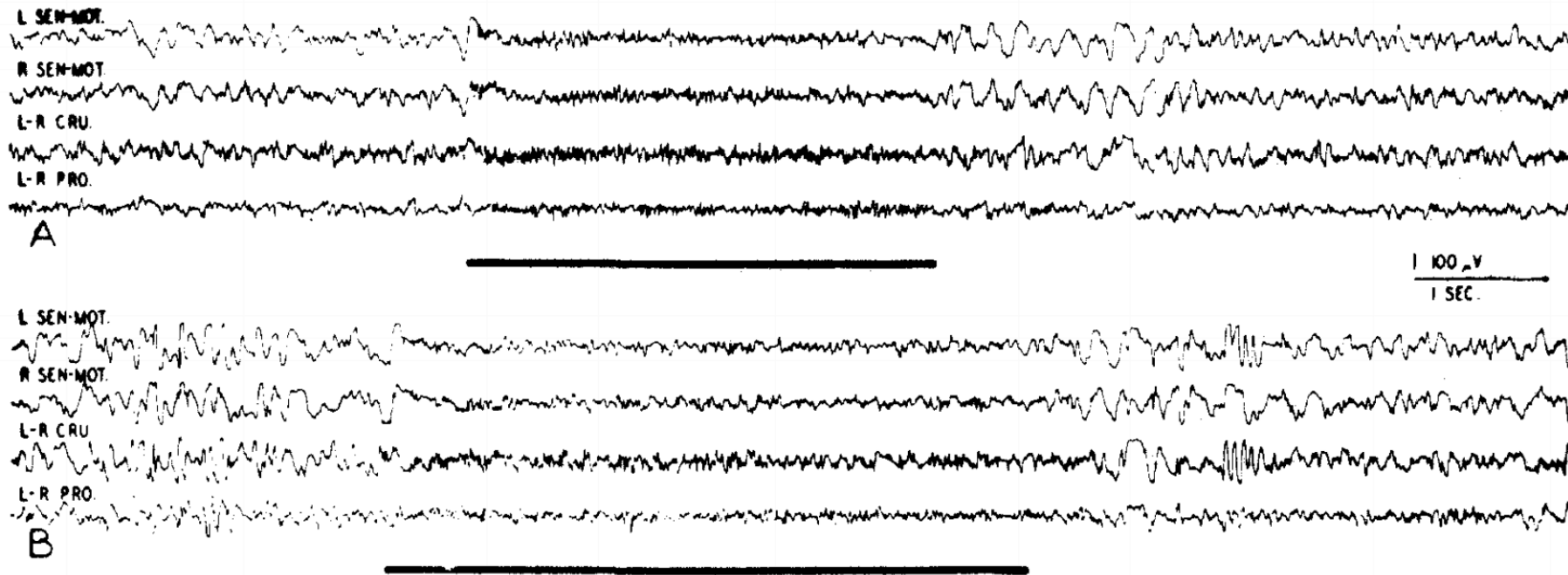
Neurophysiologie und -anatomie

Formatio reticularis und Thalamus



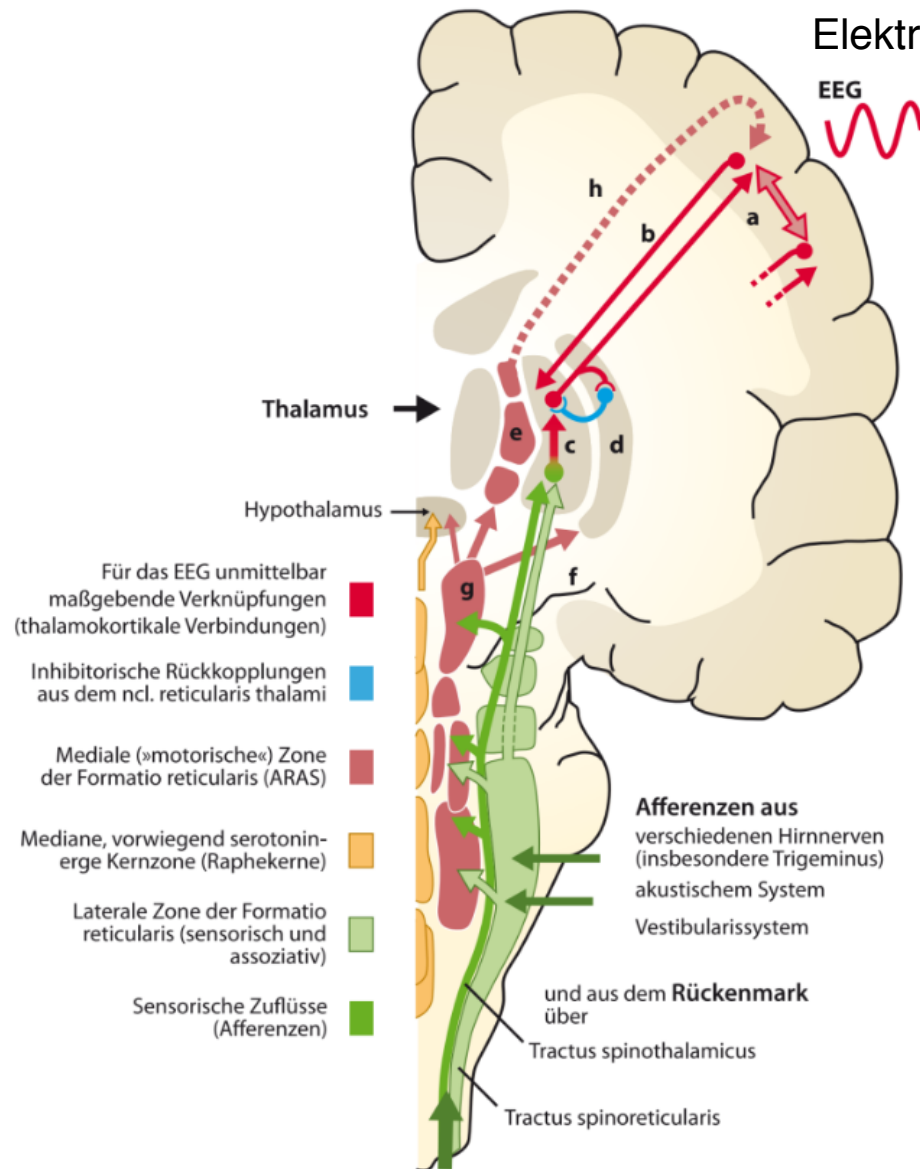
Formatio reticularis und Thalamus

- G. Moruzzi und H. W. Magoun, 1949



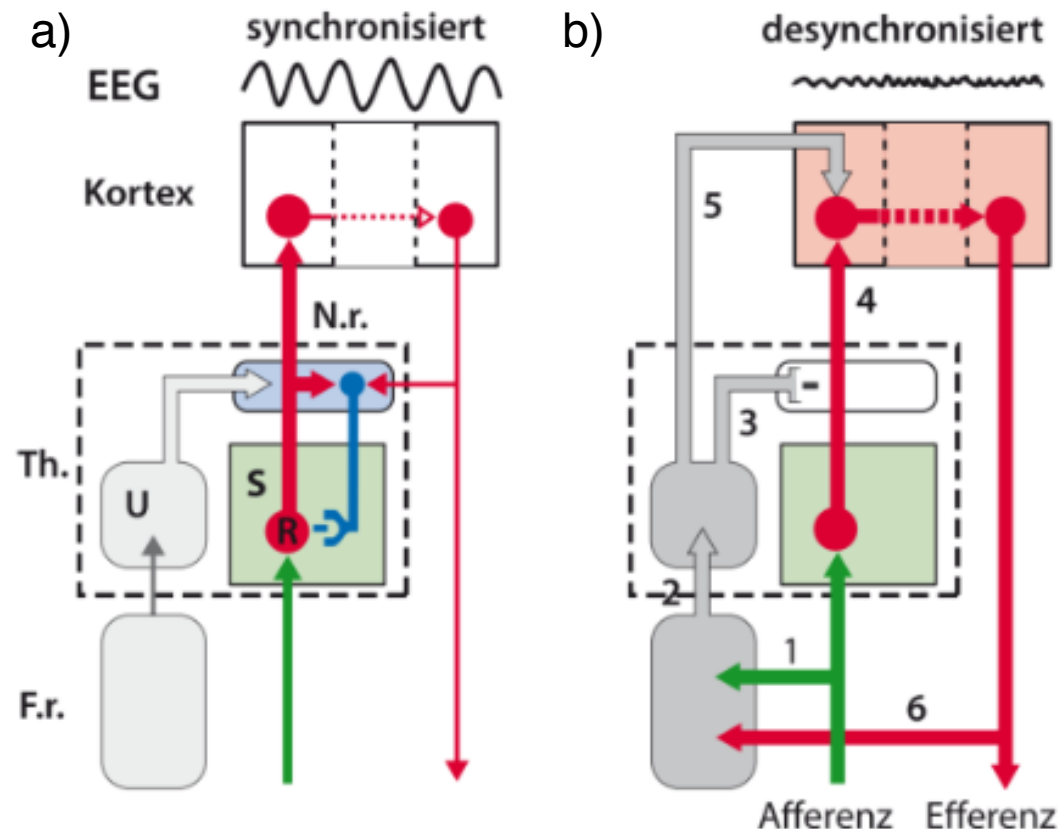
Elektroenzephalographie

Formatio reticularis und Thalamus



- **Formatio reticularis**
 - Sensorische Integration
 - ARAS (Aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem)
- **Thalamus**
 - Aktivierung des Kortex
 - Reziproke Hemmung (thalamische Rückkoppelung)

Synchronisierung/Desynchronisierung



a) Augen geschlossen

- Wenige sensorische Afferenzen
- Alpha Grundaktivität

b) Augen offen

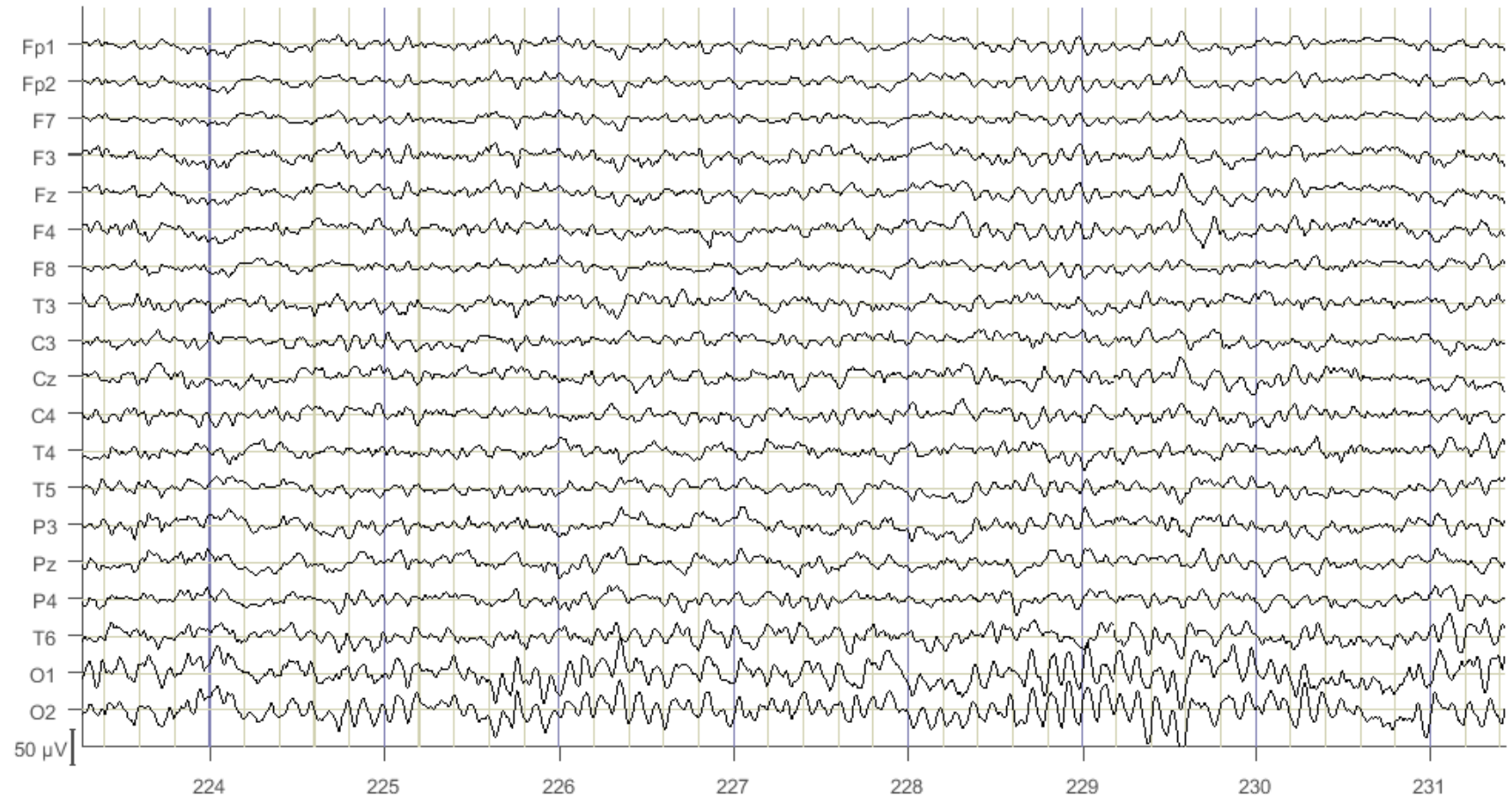
- Erhöhte sensorische Afferenzen
- Aktivierung Formatio reticularis
- Disinhibition Thalamus
- Erhöhte Übertragung zum Kortex
- Beschleunigung und «Desynchronisation»

EEG Grundlagen

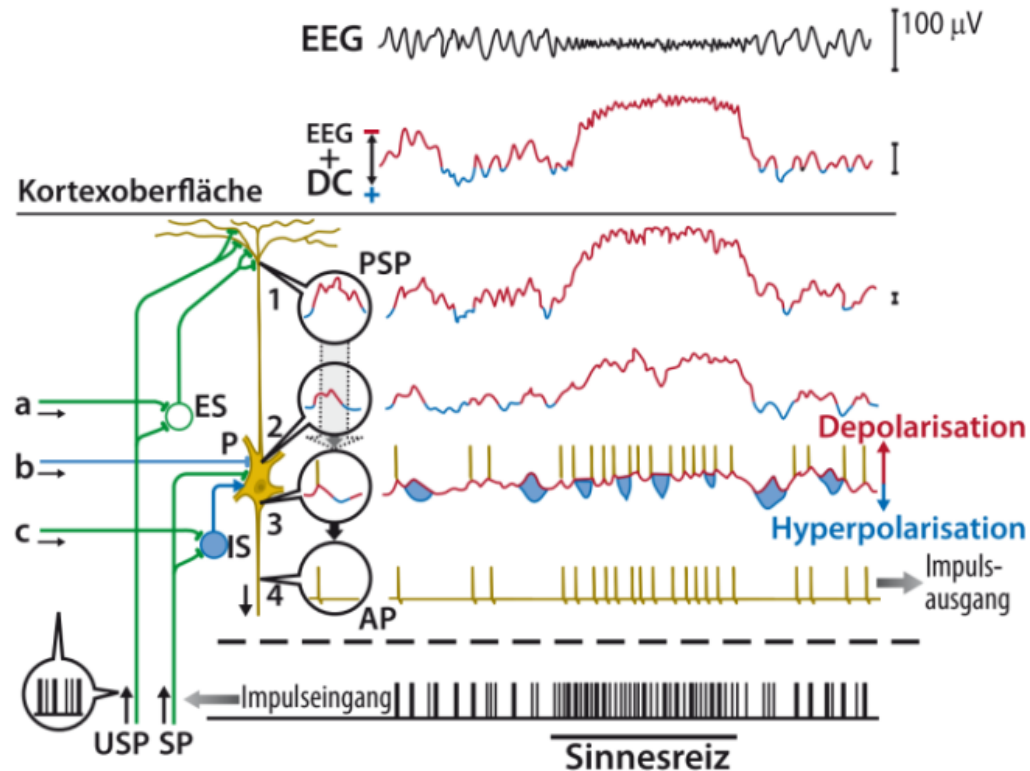
Rohdaten EEG



<http://neuowerk-shop.de/EEG-Kopfhaube-MEDCAP, 15.10.20>

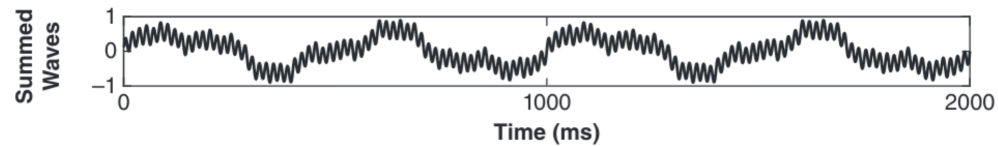


Was messen wir mit EEG?

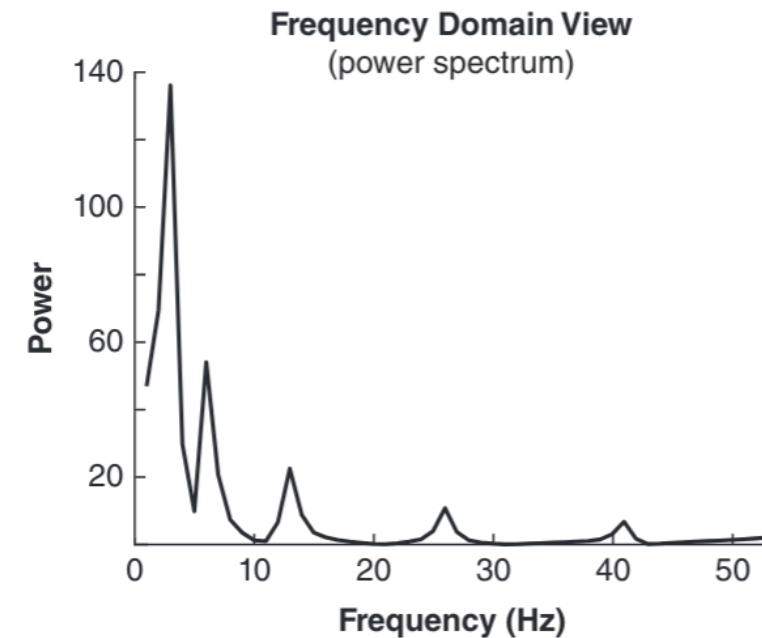
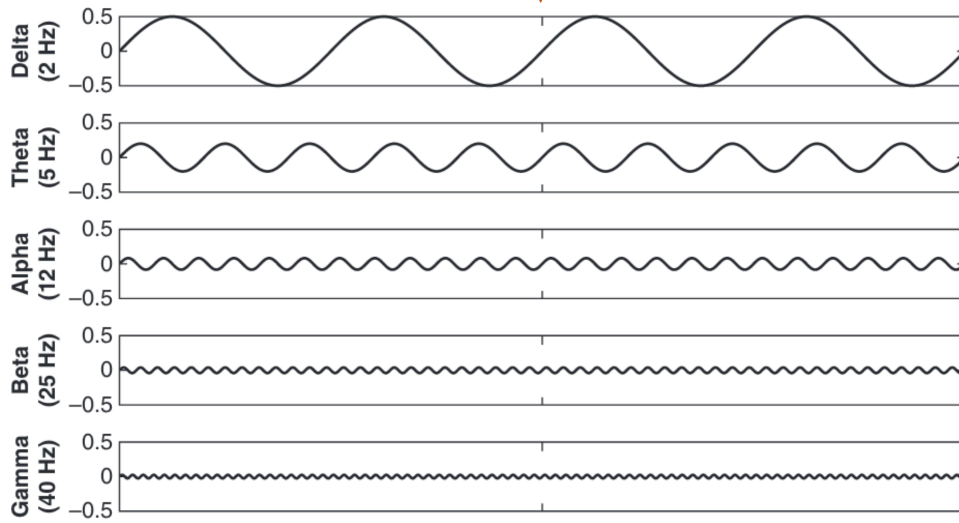


- Summierte Aktivität mehrerer Neuronen (Epiphänomen)
 - Frequenz
 - Amplitude
 - Lokalisation
 - Zeitliches Verhalten
 - Reaktivität
 - Morphologie

Spektraldaten EEG



FFT



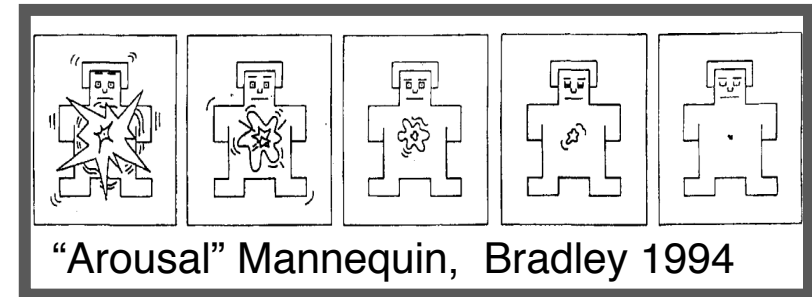
Spektraldaten EEG

Frequenzband	Frequenzbereich	Funktion
Delta	< 4 Hz	Tiefe Schlafphasen, im Wachzustand oft pathologisch, ...
Theta	4-7 Hz	Müdigkeit (generell), Konzentration (frontal), ...
Alpha	8-14 Hz	Ruherhythmus, Aufmerksamkeitsfunktionen, ...
Beta	15-30 Hz	Kognitive Aktivität, emotionale Erregung, ...
Gamma	> 30 Hz	Bewusstsein und Wahrnehmung, ...

Methoden zur Quantifizierung

Methoden zur Quantifizierung von Arousal

- Subjektives Empfinden
- Elektrodermale Aktivität (EDA, SCL)
- Pupillometrie
- Elektrokardiogramm, Herzratenvariabilität
- EEG
 - Frequenzband Power (alpha, beta or theta)
 - Theta/Beta Ratio
 - VIGALL (Vigilanz)
 - ...



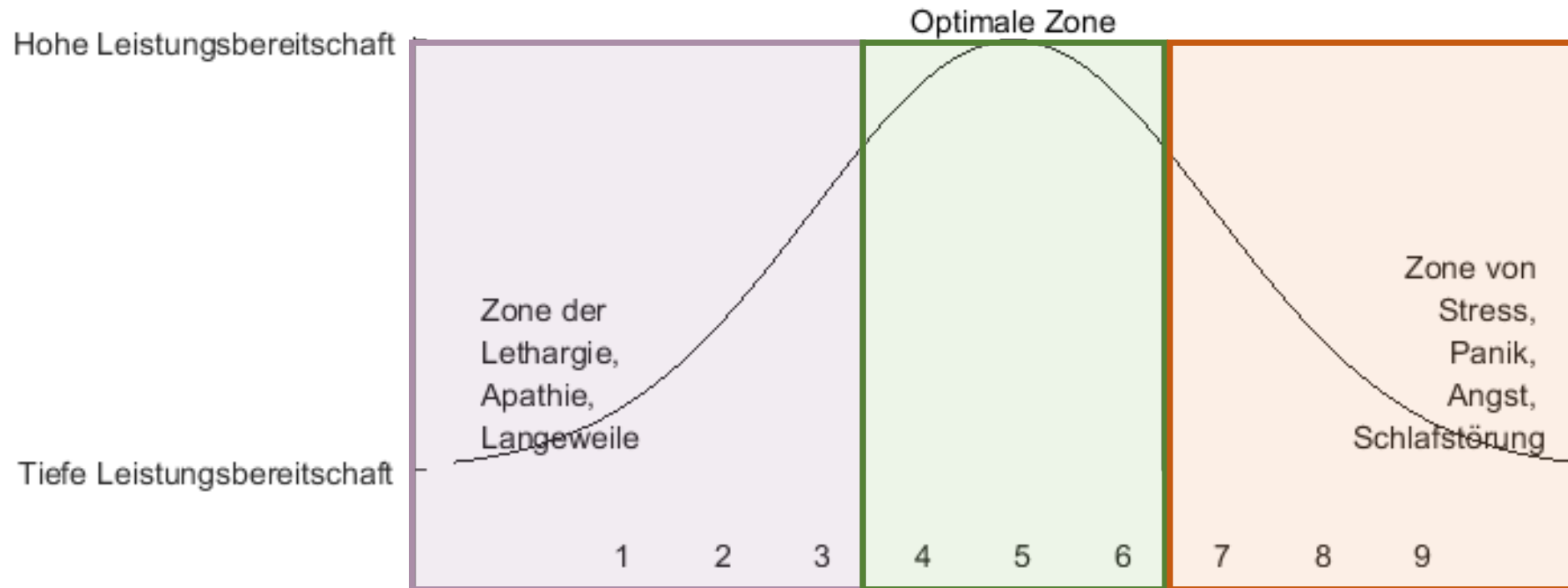
Arousal Index GTSG

- Klinische Entwicklung und Herleitung
- Zusammenfassung zu einem Index
- "relativ" zur Referenzdatenbank

Arousal Index GTSG

- Alpha
 - Grundaktivität
 - Verstärkt bei geschlossenen Augen
 - “top-down”
- Gamma
 - Aktivität
 - ARAS (Aufsteigendes retikuläres Aktivierungs-System)
 - “bottom-up”

Arousal Index GTSG



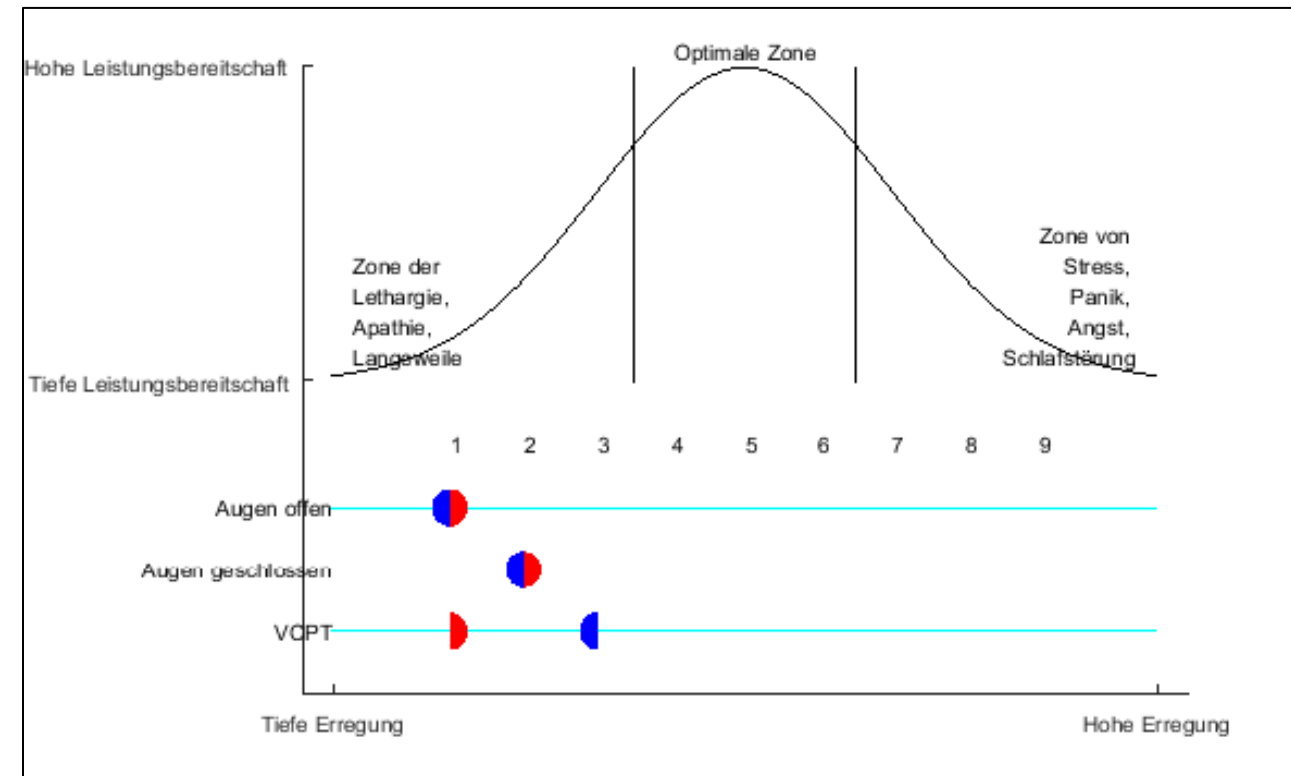
Arousal bei affektiven Störungen

Arousal bei ADHS

- Hypoarousal
 - tiefe elektrodermale Aktivität *Barry et al. 2005*
 - viel Alpha *Barry et al. 2007*
- Hyperarousal (Untergruppe)
 - (zu) viel Beta *Clarke et al. 2013*
- Instabile Arousal Regulation
 - VIGALL *Hegerl et al. 2012 and 2014*

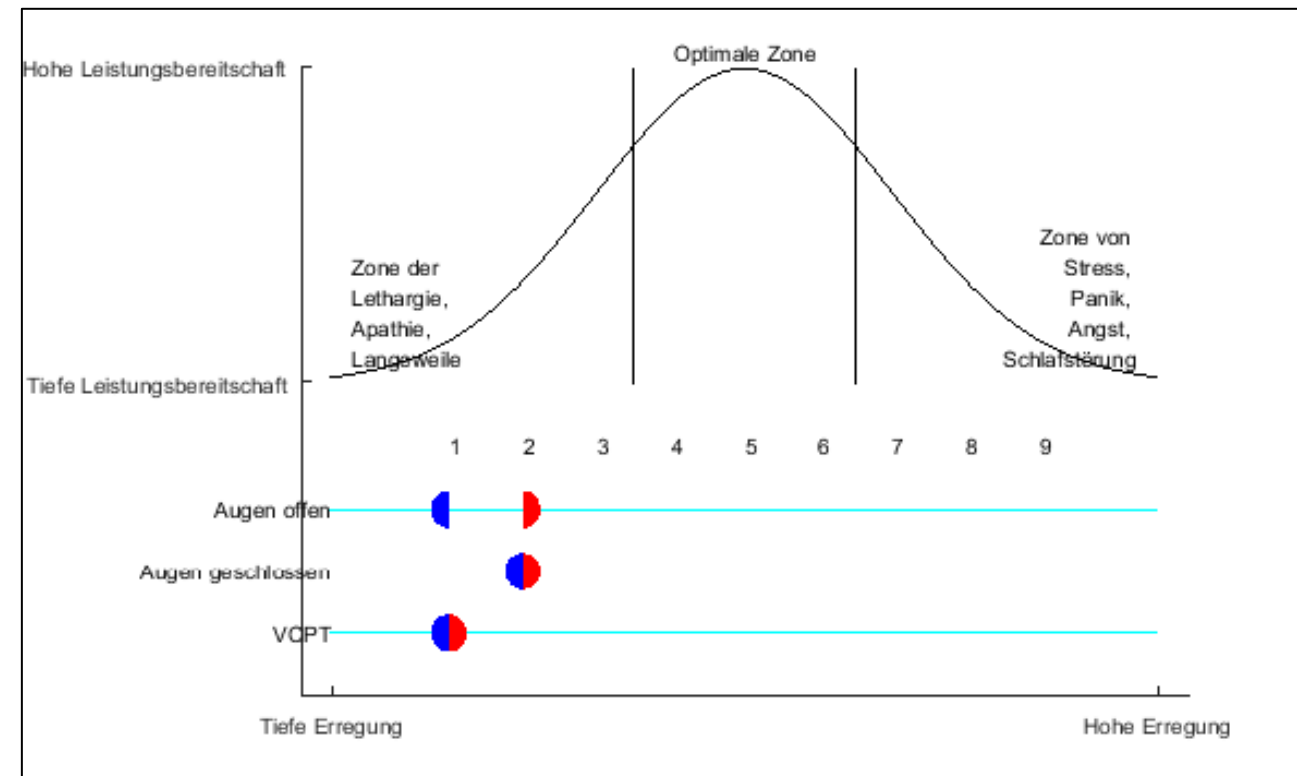
Arousal Index – Beispiel I

- Männlich, 11 Jahre (5. Klasse)
- Problematik
 - gibt sich schnell zufrieden
 - sagt oft er könne oder wisse es nicht
 - wirkt desinteressiert
- Weitere Tests/Fragebogen
 - ADHD Kriterien: nicht erfüllt
 - IQ: 122



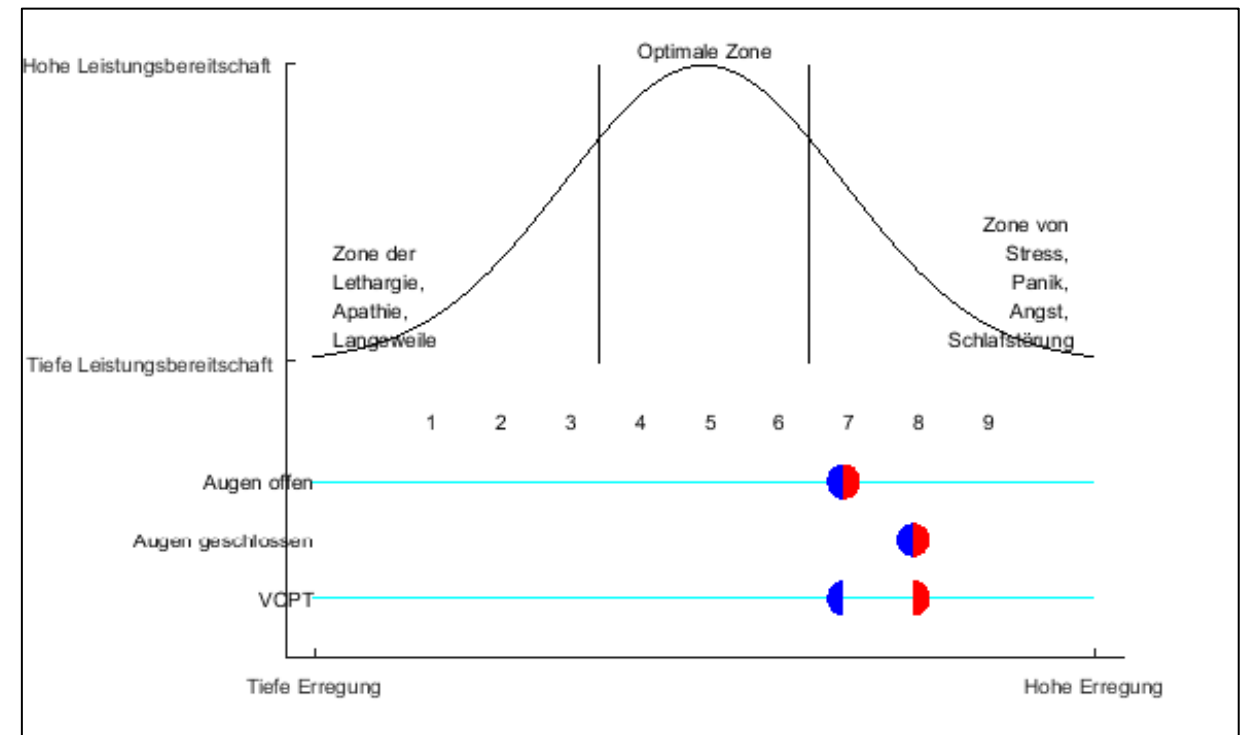
Arousal Index – Beispiel II

- Männlich, 10 Jahre (4. Klasse)
- Problematik
 - Ausgeprägte Impulsivität
 - Motorische Unruhe
 - Mühe mit der Konzentration (Leistungsabfall seit der 3. Klasse)
- Weitere Tests/Fragebogen
 - ADHD Kriterien: kombinierter Typ
 - IQ: 133



Arousal Index – Beispiel III

- Männlich, 10 Jahre (4. Klasse)
- Problematik
 - Schwierigkeiten Ordnung und Organisation
 - Lässt sich schnell ablenken
 - Motorisch unruhig, stört den Unterricht
- Weitere Tests/Fragebogen
 - ADHD Kriterien: kombinierter Typ
 - IQ: 108

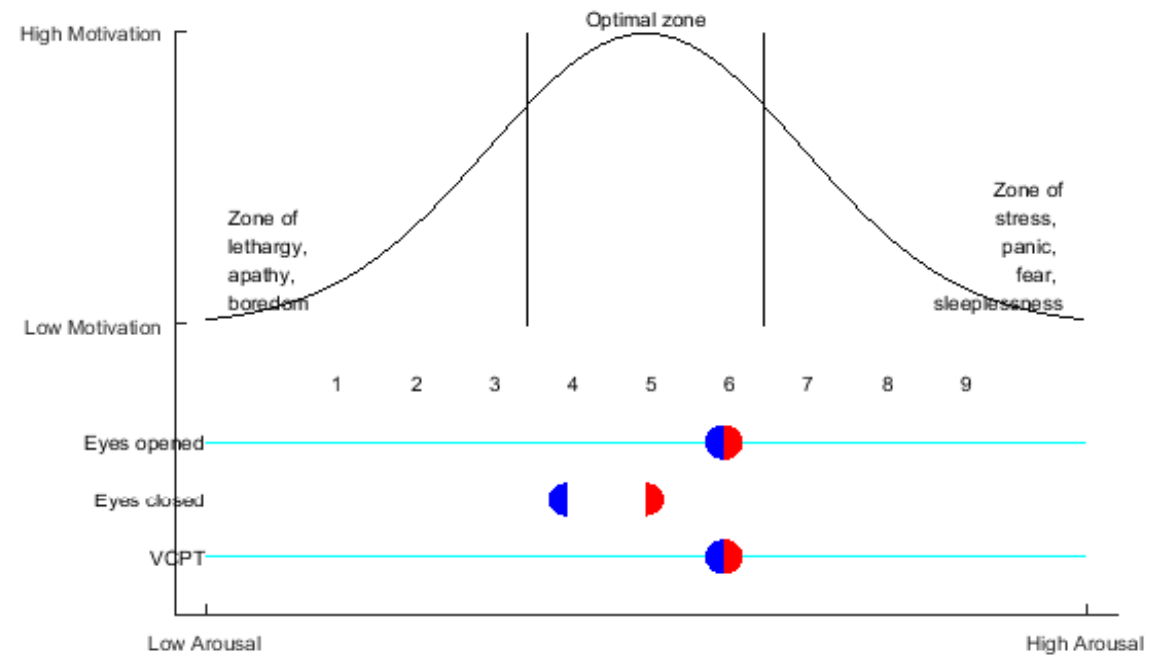
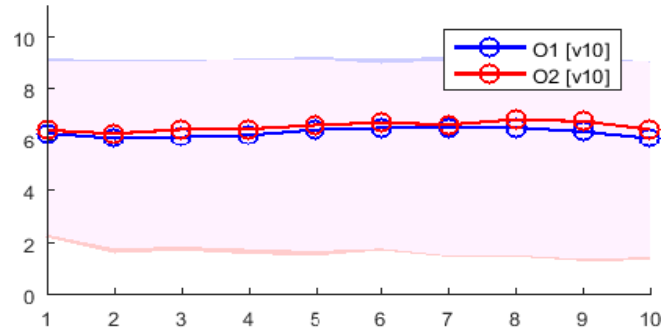


Arousal bei Depression

- Hyperarousal, hohe Stabilität
 - VIGALL *Hegerl et al. 2012, Ulke et al. 2019*

Arousal Index – Beispiel III

- Weiblich, 35 Jahre
- Weitere Tests/Fragebogen
 - BDI: 30
 - IQ: 115



Take-Home Message

- Arousal kann als zugrundeliegende und treibende Kraft aller physiologischen und emotionalen Prozessen konzeptualisiert werden
- Das ARAS (aufsteigendes retikuläres Aktivierungs-System), umfasst unter anderem die Formatio Reticularis und den Thalamus welche die Aktivierung des Kortex modulieren
- Arousal ist Teil mehrerer psychologischer Modelle zu Aufmerksamkeit und Leistung
- Arousal als zentraler Aspekt des Pathomechanismus bei ADHS, Depression und weiteren affektiven Störungen

Literatur

Garcia-Rill, E (2019). *Arousal in Neurological and Psychiatric*. Academic Press.

Jäncke, L. (2017). *Lehrbuch Kognitive Neurowissenschaften*. Hogrefe AG

Pfaff, D. (2018). *How Brain Arousal Mechanisms Work: Paths Toward Consciousness* (Vol. 1). Cambridge University Press.

Pfaff, D. W. (2006). *Brain Arousal and Information Theory: Neural and Genetic Mechanisms*. Harvard University Press.

Zschocke, S. und Hansen H. C. (2011). *Klinische Elektroenzephalographie*. Springer Berlin.

Barry, R. J., Clarke, A. R., Johnstone, S. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2009). Electroencephalogram θ/β Ratio and Arousal in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Evidence of Independent Processes. *Biological Psychiatry*, 66(4), 398–401.

Clarke, A. R., Barry, R. J., Karamacoska, D., & Johnstone, S. J. (2019). The EEG Theta/Beta Ratio: A marker of Arousal or Cognitive Processing Capacity? *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 44(2), 123–129.

Geissler, J., Romanos, M., Hegerl, U., & Hensch, T. (2014). Hyperactivity and sensation seeking as autoregulatory attempts to stabilize brain arousal in ADHD and mania? *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 6(3), 159–173.

Hegerl, U., Wilk, K., Olbrich, S., Schoenknecht, P., & Sander, C. (2012). Hyperstable regulation of vigilance in patients with major depressive disorder. *The World Journal of Biological Psychiatry: The Official Journal of the World Federation of Societies of Biological Psychiatry*, 13(6), 436–446.

Literatur

- Hegerl, U., & Hensch, T. (2014). The vigilance regulation model of affective disorders and ADHD. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 44, 45–57.
- Moruzzi, G., & Magoun, H. W. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. In *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* (Vol. 1, Issues 1-4, pp. 455–473).
- Oken, B. S., Salinsky, M. C., & Elsas, S. M. (2006). Vigilance, alertness, or sustained attention: physiological basis and measurement. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 117(9), 1885–1901.
- Olbrich, S., Van Dinteren, R., & Arns, M. (2016). Personalized Medicine: Review and Perspectives of Promising Baseline EEG Biomarkers in Major Depressive Disorder and Attention Deficit Hyperactivity Disorder. In *Neuropsychobiology* (Vol. 72, Issues 3-4, pp. 229–240).
- Schiff, N. D. (2008). Central thalamic contributions to arousal regulation and neurological disorders of consciousness. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129, 105–118.
- Strauß, M., Ulke, C., Paucke, M., Huang, J., Mauche, N., Sander, C., Stark, T., & Hegerl, U. (2018). Brain arousal regulation in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Psychiatry Research*, 261, 102–108.
- Ulke, C., Tenke, C. E., Kayser, J., Sander, C., Böttger, D., Wong, L. Y. X., Alvarenga, J. E., Fava, M., McGrath, P. J., Deldin, P. J., Mcinnis, M. G., Trivedi, M. H., Weissman, M. M., Pizzagalli, D. A., Hegerl, U., & Bruder, G. E. (2019). Resting EEG Measures of Brain Arousal in a Multisite Study of Major Depression. *Clinical EEG and Neuroscience: Official Journal of the EEG and Clinical Neuroscience Society*, 50(1), 3–12.

Fragen? Ergänzungen?