

Schlaf und psychische Resilienz

Ein erholsamer Schlaf ist wichtig für Wohlbefinden und psychische Gesundheit. Die neurobiologische Forschung hat Hypothesen entwickelt, die die physiologische Hirnaktivität im Schlaf mit essenziellen homöostatischen Prozessen in Verbindung bringen. Daraus lassen sich auch Erklärungen ableiten, warum Schlafstörungen psychische Funktionen beeinträchtigen.



Thorsten Mikoteit



Martin Hatzinger

von Thorsten Mikoteit
und Martin Hatzinger

Einleitung

Ein Drittel der Lebenszeit verbringt der Mensch im Schlaf. Obwohl der Schlaf so viel Raum einnimmt, sind seine physiologischen Funktionen bisher nur wenig verstanden. Schon Aristoteles vermutete, dass der Schlaf wichtig sei für die Erholung des Gehirns. Aber erst mit Erfindung der Elektroenzephalographie (EEG) durch Hans Berger 1929 und der Beschreibung der Schlaf-EEG-Stadien 1937 durch Alfred L. Loomis begann man, die Gehirnaktivität im Schlaf eingehender zu erforschen. Im Gegensatz zur Annahme, dass das Gehirn im Schlaf in einem inaktiven Ruhezustand sei, lässt sich anhand des Schlaf-EEG nachweisen, dass das Gehirn phasenweise ähnlich dem Wachzustand hoch aktiv ist (Kasten 1). Die funktionelle Bedeutung des Schlafs ist nach wie vor rätselhaft. In den letzten Jahren wurden aber verschiedene Hypothesen entwickelt, die bereits durch zahlreiche Studien unterstützt werden.

Schlaf und Neuroplastizität

Tononi und Cirelli formulierten 2006 die synaptische Homöostasehypothese (1), nach der Schlaf der Preis sei für die Neuroplastizität des Gehirns. Konkret bedeutet es, dass durch Lernprozesse im Wachzustand Stärke und Zahl der Synapsen stetig anwachsen bis zu einem Sättigungspunkt, und im darauffolgenden Schlaf kommt es dann zu einer Herunterregulierung der Synapsen. Dadurch werden schwache Synapsen wieder aufgelöst und Energie und Platz geschaffen für neue Synapsenbildungen am nächsten Tag. Durch diesen nächtlichen Säuberungsprozess werden auch Lernvorgänge unterstützt, indem durch ein verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis relevante Netzwerke unterstützt werden und irrelevante verschwinden.

Lernen im Schlaf

Zahlreiche Studien belegen die aktive Gedächtniskonsolidierung im Schlaf (2). Das bedeutet, dass explizite Lerninhalte, die am Tag gelernt wurden, im Schlaf verstärkt werden, sodass der Abruf des Gelernten nach dem Schlaf besser ist als unmittelbar nach dem Einprägen. Diese Gedächtniskonsolidierung findet vor allem im Tiefschlaf statt, wobei durch eine Reaktivierung temporärer hippocampaler Netzwerke im Schlaf Gedächtnisspuren in stabile kortikale Netzwerke übertragen werden (Kasten 2): Für diesen Prozess sind die günstigen Offline-Bedingungen des Tiefschlafs entscheidend, wo minimale Acetylcholin- und Kortisolkonzentrationen hippocampale Netzwerke enthemmen und neuroplastische Prozesse im Neokortex durch ein synchrones Zusammenspiel von Slow Oscillations, Sharp Wave/Ripple-Events und thalamokortikalen Spindeln unterstützt werden. Die Bedeutung des Tiefschlafs für das deklarative Gedächtnis konnte zum Beispiel in einer Studie nachgewiesen werden, als visuell-räumliche Stimuli beim Lernen mit einem Geruch gekoppelt wurden und dieser Geruch im Tiefschlaf erneut dargeboten wurde. Dadurch konnte eine spezifische, tiefschlafassoziierte Gedächtniskonsolidierung mit Hippocampusaktivierung beobachtet werden. Am nächsten Tag war der Abruf der Gedächtnisinhalte tatsächlich besser als ohne spezifische Geruchsexposition (4).

Schlaf ist wichtig für Emotionsverarbeitung

Für das emotionale Gedächtnis scheint der REM-Schlaf von besonderer Bedeutung zu sein (5). Durch Aktivierung von Netzwerken emotionaler Gedächtnisinhalte im REM-Schlaf können bei gleichzeitiger Hemmung der Amygdala emotionale Gedächtnisinhalte als deklaratives Gedächtnis abgespeichert werden, während das dazugehörige emotionale Arousal durch die besondere Hemmung der Amygdala im REM-Schlaf langsam

verblasst. Es findet quasi eine emotionale «Entmantelung» des Gedächtnisses statt, was besonders für traumatische Erinnerungen von besonderer, quasi therapeutischer Bedeutung ist (6).

Schlaf wirkt neuroprotektiv

Schliesslich wird dem Schlaf auch eine gewebereinigende Wirkung nachgesagt (7). Im Schlaf nehmen glymphatische Konvektionsströme durch den interstitiellen Raum des Gehirns zu und schwemmen damit Metabolite und Abfallprodukte aus dem Gehirn aus. Dies trifft auch für Amyloidproteine zu, wie sie bei der Entstehung der Alzheimer-Demenz von Bedeutung sind (8). In diesem Zusammenhang wird vermutet, dass eine chronische Insomnie die Selbstreinigung des Gehirns relevant beeinträchtigt und damit auch die Hirnalterung begünstigt (9).

Schlaf ist wichtig für die kindliche Entwicklung

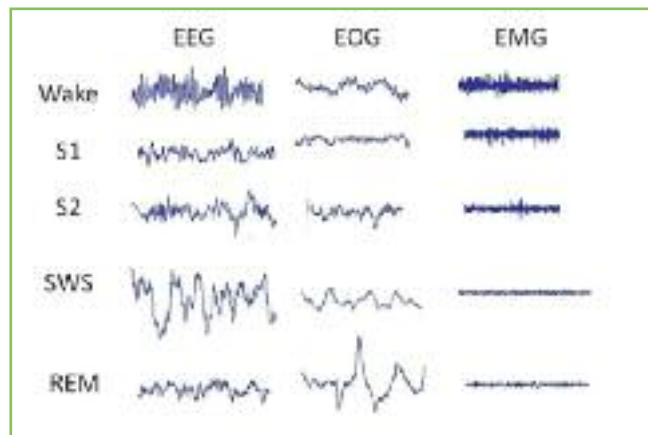
Für die kindliche Hirnreifung scheint Schlaf eine besondere Bedeutung zu haben. So ist der Zusammenhang zwischen gutem Schlaf und Emotionen und Verhalten bei Kindern und Adoleszenten besonders ausgeprägt (10, 11). In einer Kohortenstudie an Kindergartenkindern konnte gezeigt werden, dass dieser Zusammenhang auch prädiktiv ist für die spätere emotionale Resilienz und mentale Stärke (12, 13). Daher darf der Schlaf auch als Quelle von Biomarkern mentaler Gesundheit angesehen werden. Es konnte beispielsweise gezeigt werden, dass Schlafspindeln bei Fünfjährigen, welche Indikatoren für eine gute Konnektivität sind, mit funktionellerem Stresscoping und prosozialem Verhalten korrelieren und auch longitudinal positives emotionales Verhalten vorhersagen können (14, 15).

Schlaf dient der Stressverarbeitung

Stressbelastungen jeglicher Art können den Schlaf stören. Der Schlaf hat andererseits aber eine stressverarbeitende oder puffernde Wirkung. In Studien an Gesunden konnte gezeigt werden, dass ein guter Schlaf davor schützt, dass Stressbelastungen am folgenden Tage zu negativem Affekt führen (16, 17). Eine weitere therapeutische Wirkung des Schlafes ist eine Verbesserung der Impulskontrolle (18, 19). Auch die kognitive Flexibilität, wie sie in der Acceptance & Commitment-Therapie (ACT) gestärkt wird, scheint von gesundem Schlaf zu profitieren (20).

Auswirkungen von schlechtem Schlaf

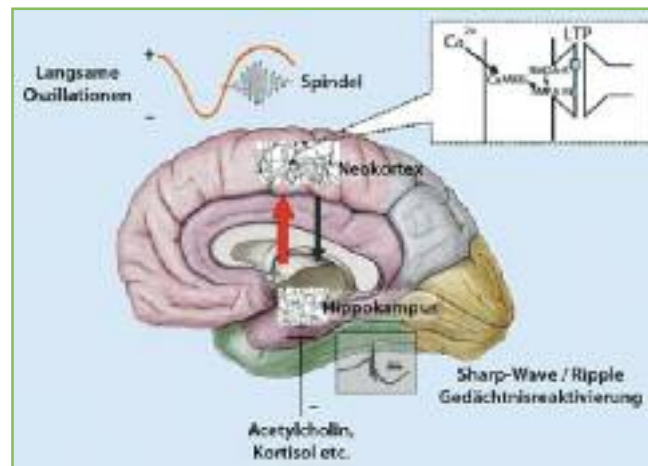
Schlafentzug oder eine chronische Insomnie führen in der Regel zu einem negativen Bias von Kognitionen und Evaluationen (21, 22). Personen mit einem Schlafdefizit gewichten neutrale und positive Stimuli geringer, während sie negative Stimuli gleich werten wie ausgeschlafene Personen (23). Dadurch gibt es eine Verzerrung hin zu negativen Wertungen. Die Auswirkungen von schlechtem Schlaf auf die Emotionsregulation haben Palmer et al. in einer integrativen Übersichtsarbeit differenziert dargestellt (24): Menschen mit Insomnie nehmen weniger oft an positiven Aktivitäten teil, sodass sie eher unter einem Verstärkerdefizit leiden. Insomnie beeinträchtigt die Möglichkeiten, positiv auf Situationen einzuwirken, da die Entscheidungsfähigkeit, die Impuls-



Kasten 1: Spezifische Schlafstadien

Mittels Schlaf-EEG, bestehend aus Elektroenzephalogramm (EEG), Elektromyogramm (EMG) und Elektrookulogramm (EOG) lassen sich vier spezifische Schlafstadien identifizieren (siehe links): Für den Rapid Eye Movement-(REM-)Schlaf sind die maximale Muskelatonie und die raschen Augenbewegungen charakteristisch. Der Non-REM-Schlaf wird in oberflächlichen S1-Schlaf, stabilen S2-Schlaf und niedrig-frequenten (Slow Wave Sleep) Tiefschlaf (früher S3 und S4) eingeteilt.

Quelle: Pan, Shing-Tai & Kuo, Chih-En & Zeng, Jian-Hong & Liang, Sheng-Fu. (2012). A transition-constrained discrete hidden Markov model for automatic sleep staging. Biomedical engineering online. 11. 52. doi: 10.1186/1475-925X-11-52.



Kasten 2: Das Konzept der Gedächtniskonsolidierung im Schlaf

Im Tiefschlaf werden unter Off-line-Bedingungen und minimalen Acetylcholin- und Kortisolspiegeln Gedächtnisspuren temporärer hippocampaler Netzwerke reaktiviert und in dauerhafte kortikale Netzwerke übertragen. Die dazu notwendigen neuroplastischen Veränderungen im Neokortex werden durch Langzeitpotenzierung (LTP) induziert. Diese hängen von hippocampalen Sharp-Wave/Ripple-events und thalamokortikalen Spindeln ab, welche durch kortikale langsame Oszillationen synchronisiert auftreten (nach [3]).

kontrolle, die Produktivität, die Kreativität und die Frustrationstoleranz geschwächt sind. Insomnie führt zu einer negativen Verschiebung der Aufmerksamkeit mit dem besagten Bias. Schliesslich kommt es häufiger zur Beeinträchtigung der kognitiven Leistungsfähigkeit. Diese nachteilige Entwicklung von Schlafstörungen auf die emotionale und kognitive Leistungsfähigkeit erhöht das Risiko, eine Depression zu entwickeln. Nicht zuletzt wirken sich diese Störungen auch auf zwischenmenschliche Beziehungen negativ aus. Als Beispiel sei die verzögerte Entwicklung der postpartalen Mutter-

Kind-Bindung schlafdeprivierter postpartaler Mütter genannt (25).

Zusammenfassung

Der Schlaf scheint für das psychische Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit von essenzieller Bedeutung zu sein. Schlaf dient der Psychohygiene, der Bereitstellung notwendiger Ressourcen, verbessert die Stressbewältigung und unterstützt wichtige Lern- und Anpassungsprozesse. Er dient der Emotionsverarbeitung und hat damit auch therapeutische Wirkungen. In klinischen Zusammenhängen sollte Schlaf als wichtige Ressource berücksichtigt werden und die Förderung oder Wiederherstellung von gesundem Schlaf eine hohe Priorität haben.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Thorsten Mikoteit

Psychiatrische Dienste Solothurn

Kliniken für Psychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik

Weissensteinstrasse 102

4503 Solothurn

E-Mail: thorsten.mikoteit@spital.so.ch

Interessenkonflikte: keine.

Literatur:

1. Tononi G, Cirelli C: Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep Med Rev* 2006; 10: 49–62.
2. Rasch B, Born J: About sleep's role in memory. *Physiol Rev* 2013; 93: 681–766.
3. Göder R, Nissen C, Rasch B: Schlaf, Lernen und Gedächtnis: Relevanz für Psychiatrie und Psychotherapie. *Nervenarzt* 2014; 85: 50–56.
4. Rasch B, Büchel C, Gais S, Born J: Odor cues during slow-wave sleep prompt declarative memory consolidation. *Science* 2007; 315: 1426–1429.
5. Van der Helm, Walker MP: Sleep and emotional memory processing. *Sleep Med Clin* 2011; 6: 31–43.

Merkmale:

- Schlaf dient der Homöostase und Regeneration des Gehirns.
- Lernprozesse werden durch den Schlaf unterstützt.
- Schlaf ist wichtig für die Emotions- und Stressverarbeitung.
- Erholsamer Schlaf ist eine wichtige Ressource und sollte in der klinischen Praxis unbedingt gefördert werden.

6. Van der Helm E, Yao J, Dutt S et al.: REM sleep depotentiates amygdala activity to previous emotional experiences. *Curr Biol* 2011; 21: 2029–2032.
7. Xie L, Kang H, Xu Q, Chen MJ, Liao Y, Thiyagarajan M, O'Donnell J, Christensen DJ, Nicholson C, Iliff JJ, Takano T, Deane R, Nedergaard M: Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *Science* 2013; 342: 373–377.
8. Lucey BP, Bateman RJ: Amyloid- β diurnal pattern: possible role of sleep in Alzheimer's disease pathogenesis. *Neurobiol Aging* 2014; 35 Suppl 2: S29–34.
9. Liu DX, He X, Wu D, Zhang Q, Yang C, Liang FY, He XF, Dai GY, Pei Z, Lan Y, Xu GQ: Continuous theta burst stimulation facilitates the clearance efficiency of the glymphatic pathway in a mouse model of sleep deprivation. *Neurosci Lett* 2017; 653: 189–194.
10. Hatzinger M, Brand S, Perren S, Stadelmann S, von Wyl A, von Klitzing K, Holsboer-Trachsler E: Electroencephalographic sleep profiles and hypothalamic-pituitary-adrenocortical (HPA)-activity in kindergarten children: early indication of poor sleep quality associated with increased cortisol secretion. *J Psychiatr Res* 2008; 42: 532–543.
11. Brand S, Gerber M, Kalak N, Kirov R, Lemola S, Clough PJ, Pühse U, Holsboer-Trachsler E: «Sleep well, our tough heroes!» – in adolescence, greater mental toughness is related to better sleep schedules. *Behav Sleep Med* 2014; 12: 444–454.
12. Hatzinger M, Brand S, Perren S, Von Wyl A, Stadelmann S, von Klitzing K, Holsboer-Trachsler E: In pre-school children, sleep objectively assessed via sleep-EEGs remains stable over 12 months and is related to psychological functioning, but not to cortisol secretion. *J Psychiatr Res* 2013; 47: 1809–1814.
13. Brand S, Hatzinger M, Stadler C, Bolten M, von Wyl A, Perren S, von Klitzing K, Stadelmann S, Holsboer-Trachsler E: Does objectively assessed sleep at five years predict sleep and psychological functioning at 14 years? – Hmm, yes and no! *J Psychiatr Res* 2015; 60: 148–155.
14. Mikoteit T, Brand S, Beck J, Perren S, von Wyl A, von Klitzing K, Holsboer-Trachsler E, Hatzinger M: Visually detected NREM Stage 2 sleep spindles in kindergarten children are associated with stress challenge and coping strategies. *World J Biol Psychiatry* 2012; 13: 259–268.
15. Mikoteit T, Brand S, Beck J, Perren S, Von Wyl A, Von Klitzing K, Holsboer-Trachsler E, Hatzinger M: Visually detected NREM Stage 2 sleep spindles in kindergarten children are associated with current and future emotional and behavioural characteristics. *J Sleep Res* 2013; 22: 129–136.
16. Kalmbach DA, Pillai V, Roth T, Drake CL: The interplay between daily affect and sleep: a 2-week study of young women. *J Sleep Res* 2014; 23: 636–645.
17. Flueckiger L, Lieb R, Meyer AH, Wittbauer C, Mata J: The importance of physical activity and sleep for affect on stressful days: Two intensive longitudinal studies. *Emotion* 2016; 16: 488–497.
18. Van Veen MM, Karsten J, Lancel M: Poor Sleep and Its Relation to Impulsivity in Patients with Antisocial or Borderline Personality Disorders. *Behav Med* 2017; 43: 218–226.
19. Tashjian SM, Goldenberg D, Galván A: Neural connectivity moderates the association between sleep and impulsivity in adolescents. *Dev Cogn Neurosci* 2017; 27: 35–44.
20. Daly-Eichenhardt A, Scott W, Howard-Jones M, Nicolaou T, McCracken LM: Changes in Sleep Problems and Psychological Flexibility following Interdisciplinary Acceptance and Commitment Therapy for Chronic Pain: An Observational Cohort Study. *Front Psychol* 2016 Aug 31; 7: 1326.
21. Brand S, Kirov R, Kalak N, Gerber M, Schmidt NB, Lemola S, Correll CU, Holsboer-Trachsler E: Poor Sleep Is Related to Lower Emotional Competence Among Adolescents. *Behav Sleep Med* 2016; 14: 602–614.
22. Baglioni C, Spiegelhalter K, Lombardo C, Riemann D: Sleep and emotions: a focus on insomnia. *Sleep Med Rev* 2010; 14: 227–238.
23. Tempesta D, De Gennaro L, Natale V, Ferrara M: Emotional memory processing is influenced by sleep quality. *Sleep Med* 2015; 16: 862–870.
24. Palmer CA, Alfano CA: Sleep and emotion regulation: An organizing, integrative review. *Sleep Med Rev* 2017; 31: 6–16.
25. Tikotzky L: Postpartum Maternal Sleep, Maternal Depressive Symptoms and Self-Perceived Mother-Infant Emotional Relationship. *Behav Sleep Med* 2016; 14: 5–22.