

## Messung von Tagesschläfrigkeit

Holger Hein

Schläfrigkeit ist eine Form der Aufmerksamkeits Einschränkung mit Verminderung der Reaktionsfähigkeit, der Vigilanz. Vigilanz und kognitive Leistungsfähigkeit sind komplexe Prozesse. Die Vigilanz ist abhängig von der Tageszeit, der Schlafqualität und der Sauerstoffversorgung des Gehirns. Ist der Schlaf fragmentiert, verliert er seine regenerierende Funktion und es treten Vigilanz- und Kognitionsstörungen auf.

Schlafbezogene Atmungsstörungen entstehen durch wiederholte Verengungen des Rachenbereiches oder durch zentrale Störungen der Atemregulation.<sup>1</sup> Beim der obstruktiven Schlafapnoe treten aufgrund der Verengung im Rachenbereich Apnoen, Phasen zu flacher (Hypopnoen) oder erheblicher erschwelter Atmung (Flußlimitation) mit nachfolgendem Abfall der Sauerstoffsättigung oder einer zentralnervösen Aktivierungsreaktion, einem Arousal auf. Eine behandlungsbedürftige obstruktive Schlafapnoe wird bei etwa 2% der Frauen und 4% der Männer im Alter zwischen 30 und 60 Jahren beschrieben.<sup>2</sup> Bei der primären zentralen Schlafapnoe fehlt der Atmungsantrieb. Ursachen können u.a. Störungen der Atemzentren sein. Bei Herzinsuffizienz treten zentrale Apnoen als im Sinne der Cheyne-Stoke Atmung auf. Bei den Schlaf-Hypoventilationssyndromen führen primäre Störungen der Atemregulation, Erkrankungen der Lunge, des Brustkorbes oder der Atmungsmuskulatur zu langdauernden nächtlichen Phasen abgeflachter Atmung. Dadurch fällt die Sauerstoffsättigung ab und der Kohlendioxidwert steigt um mehr als 10 mmHg verglichen mit den Werten liegend im Wachzustand an. Nach dem Modell von Bebee D et al. führen die respiratorischen Ereignisse einerseits zu Abfällen der Sauerstoffsättigung bzw. einer Hyperkapnie, andererseits durch die Arousals zu einer Schlaffragmentation. Der REM- und Tiefschlafanteil des Schlafes vermindert sich, der Schlaf verliert seine regenerative Funktion, kognitive Prozesse und Vigilanzfunktionen werden gestört.<sup>3,4</sup> Dadurch entstehen Tagesschläfrigkeit<sup>5</sup> oder Schlaflosigkeit<sup>6</sup> und Vigilanzstörungen. Diese Leitsymptome haben einen zentralen Stellenwert zur Diagnostik und zur Schweregradbeurteilung von schlafbezogenen Atmungsstörungen und sollen daher exakt gemessen und beschrieben werden. Interessanterweise gibt aber nur etwa ein Viertel aller Betroffenen die Schläfrigkeit als Leitsympton an, fast die Hälfte leidet hauptsächlich an Energiemangel und Antriebslosigkeit, etwa ein Viertel an Erschöpfung.<sup>7</sup> Da die Symptome sich allmählich und progredient entwickeln, empfinden einige Patienten die oben geschilderten Störungen kaum. Tagesschläfrigkeit kann zu einer erheblichen Einschränkung der Verkehrstüchtigkeit führen. Verglichen mit Kontrollkollektiven haben Personen mit

obstruktivem Schlafapnoesyndrom eine nach einer Metanalyse eine 2,52-fach erhöhte Unfallrate.<sup>8</sup> Interessanterweise haben Frauen mit schlafbezogenen Atmungsstörungen ein geringeres Verkehrsunfallrisiko als Männer mit der Erkrankung. Die Anzahl nächtlicher Atmungsstörungen, die als Apnoe-Hypopnoe-Index ausgedrückt wird und die durchschnittliche Zahl nächtlicher Atmungsstörungen pro Stunde Schlaf angibt, sagt aber nichts über das Ausmaß der Schläfrigkeit<sup>3</sup> oder die Unfallhäufigkeit aus.<sup>9</sup> Aus diesem Grund erlaubt der alleinige Nachweis einer schlafbezogenen Atmungsstörung nicht eine Einschätzung der Minderung der Verkehrstüchtigkeit. Patienten mit schlafbezogenen Atmungsstörungen haben aber auch aufgrund des fragmentierten Schlafes eine verminderte Lebensqualität. Bei schwergradigen schlafbezogenen Atmungsstörungen zeigen Messungen mit Lebensqualitätsskalen eine signifikante Verminderung der Items Vitalität, physical functioning, general health und social functioning.<sup>10</sup> Auch sind bei Patienten mit schlafbezogenen Atmungsstörungen verglichen mit Kontrollen Abnahmen der grauen Hirnsubstanz<sup>11</sup> und kognitive Leistungsstörungen nachweisbar.<sup>4</sup>

Schläfrigkeit wird von Betroffenen in der Regel selbst bemerkt. Gähnen, Schweregefühl der Augenlider (Ptosis), Lethargie, Konzentrationsstörungen und verzögerte Reaktion auf Reize sind typische Zeichen. Schlafqualitätsfragebögen können daher gute Hinweise auf einen nicht-erholsamen Schlaf geben. Die standardisierten Bögen des SF-A / SF-B, Pittsburgh Sleep Quality Index, FEPS I / II und der Sleep Apnea Quality of Life Index (SAQLI) enthalten entsprechende Items.<sup>12,13</sup> Bei der klinischen Bewertung von Schläfrigkeit fallen bei Patienten mit schlafbezogenen Atmungsstörungen zwei Punkte auf: die Schlafstörung ist chronisch und bessert sich nur unwesentlich durch eine längere Schlafzeit.

Standardisierte fragebogenbasierte Schläfrigkeitsskalen können bei guter Mitarbeit Schläfrigkeit zuverlässig abbilden. Als Maß der augenblicklichen Schläfrigkeit hat sich die 7-stufige Stanford-Schläfrigkeitsskala bewährt.<sup>14</sup>

#### Stanford Schläfrigkeitsskala (nach <sup>14</sup>):

*Kreuzen Sie bitte nur eine der untenstehenden sieben Aussagen an, die am besten den Grad Ihrer momentanen Schläfrigkeit bzw. Wachheit beschreibt.*

- 1 Aktiv und munter; aufmerksam; hellwach.*
- 2 Leistungsfähig auf hohem, aber nicht höchstem Niveau; sich zu konzentrieren.*
- 3 Entspannt; wach; nicht vollkommen aufmerksam; aufnahmefähig.*
- 4 Ein wenig matt; nicht auf der Höhe; nachlassend.*
- 5 Mattigkeit; das Interesse wachzubleiben beginnt verlorenzugehen; verlangsamt.*
- 6 Schläfrigkeit; ziehe es vor mich hinzulegen; gegen den Schlaf ankämpfend; dösig.*
- 7 Fast schon träumend; kurz vor Schlafbeginn; Ringen um's Wachbleiben verloren.*

(Skala braucht nicht übersetzt zu werden, die offizielle Version lautet:

**An Introspective Measure of Sleepiness  
The Stanford Sleepiness Scale (SSS)**

Degree of Sleepiness	Scale Rating
Feeling active, vital, alert, or wide awake	1
Functioning at high levels, but not at peak; able to concentrate	2
Awake, but relaxed; responsive but not fully alert	3
Somewhat foggy, let down	4
Foggy; losing interest in remaining awake; slowed down	5
Sleepy, woozy, fighting sleep; prefer to lie down	6
No longer fighting sleep, sleep onset soon; having dream-like thoughts	7
Asleep	X

)

Für die Stanford-Schläfrigkeitsskala liegen Referenzwerte von Normalpersonen vor.<sup>15</sup>

Als Maß der Wachbleibefähigkeit bzw. Einschlafneigung in typischen Alltagssituationen während der letzten vier Wochen wird oft die Epworth-Schläfrigkeitsskala eingesetzt:<sup>16</sup>

Epworth-Schläfrigkeitsskala (nach<sup>16</sup>):

*Wie wahrscheinlich ist es, daß Sie in einer der folgenden Situationen einnicken oder einschlafen, sich also nicht nur müde fühlen? Dies bezieht sich auf Ihren Alltag in der letzten Zeit. Selbst wenn Sie einige Situationen in letzter Zeit nicht erlebt haben, versuchen Sie bitte sich vorzustellen, wie diese auf Sie gewirkt hätten.*

*Benutzen Sie die folgende Skala, um die am besten passende Zahl für jede Situation zu wählen.*

- 0 = würde niemals einnicken*
- 1 = geringe Wahrscheinlichkeit einzunicken*
- 2 = mittlere Wahrscheinlichkeit einzunicken*
- 3 = hohe Wahrscheinlichkeit einzunicken*

*Beispiel: im Sitzen Lesen     2*  
*Fernsehen                     3*

*Wahrscheinlichkeit des Einnickens*

*im Sitzen Lesen* \_\_\_\_\_  
*Fernsehen* \_\_\_\_\_  
*ruhiges Sitzen an einem öffentlichen Ort (z.B. Theater, Versammlung)* \_\_\_\_\_

*als Mitfahrer in einem Auto während einer Stunde Fahrt ohne Pause  
 sich nachmittags zum Ausruhen hinlegen, wenn es die Umstände erlauben  
 mit jemandem zusammensitzen und sich unterhalten  
 ruhiges Sitzen nach einem Mittagessen ohne Alkohol  
 in einem Auto, während man für einige Minuten im Verkehr anhält*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(Skala braucht nicht übersetzt zu werden, die offizielle Version lautet:

How likely are you to doze off or fall asleep in the following situations, in contrast to feeling just tired? This refers to your usual way of life in recent times. Even if you have not done some of these things recently try to work out how they would have affected you. Use the following scale to choose the most appropriate number for each situation:

0 = no chance of dozing
1 = slight chance of dozing
2 = moderate chance of dozing
3 = high chance of dozing

SITUATION	CHANCE OF DOZING
Sitting and reading	_____
Watching TV	_____
Sitting inactive in a public place (e.g a theater or a meeting)	_____
As a passenger in a car for an hour without a break	_____
Lying down to rest in the afternoon when circumstances permit	_____
Sitting and talking to someone	_____
Sitting quietly after a lunch without alcohol	_____

In a car, while stopped for a few minutes in traffic

To check your sleepiness score, total the points . Check your total score to see how sleepy you are. )

Für die Epworth-Skala liegen Referenzwerte von Normalpersonen vor:  $5,9 \pm 2,2$ <sup>16</sup> bzw.  $6 \pm 3$ <sup>17</sup> Punkte.

Visuell-analoge Skalen bestehen aus einer Selbsteinschätzung der Schläfrigkeit innerhalb einer 10 cm langen Skala. Gemessen wird die Länge der selbst gesetzten Markierung vom Ausgangspunkt an, in Zentimetern. Referenzwerte liegen nicht vor. Dieser Skalentyp ist aber gut für Verlaufsuntersuchungen und der Ermittlung von Änderungen der Schläfrigkeit geeignet.

Bei der Bewertung dieser Skalen ist zu bedenken, daß subjektive Verfahren leicht manipulierbar sind. Es sollten daher immer mittels weiterer Untersuchungen Daten zur Schläfrigkeit erhoben werden.

Klassische psychophysiologischen Verfahren messen die Dauer des Lösens von Konzentrationsaufgaben, wie zum Beispiel dem abwechselnden Verbinden von aufsteigenden Zahlen und einer alphabetischen Reihe von Buchstaben. Bewährt hat sich der Trail-Making-Test, für den gut validierte Referenzwerte vorliegen (66-85 Sekunden).<sup>18</sup>

Andere Verfahren ermitteln elektronisch die Reaktionszeit auf monotone zufällig präsentierte Reize. Beim Psychomotor Vigilance Task werden über 4 Minuten vielfach die Reaktionszeiten auf das plötzliche Erscheinen einer aufwärts zählenden Zahlenreihe gemessen. Ermittelt werden die 10% langsamsten und schnellsten Reaktionen sowie die Anzahl aller nicht innerhalb von 500 msec erkannten Ereignisse. Referenzwerte liegen vor und sind publiziert.<sup>19</sup> Weitere wissenschaftlich geprüft und klinisch bewährte Testungen sind die Mackworth-Uhr bzw. abgewandelt der Test nach Quatember und Maly sowie das Wiener Testsystem.<sup>20</sup> Computerbasierte Fahrsimulationsteste wie z.B. Steer-Clear<sup>21</sup> messen die Häufigkeit von Spurfehlern. Die Fehlerrate dieser off-road-events korreliert zwar mit der Anzahl von Verkehrsunfällen der Untersuchten, aber nur schwach mit einer Odds-Ratio von 1,004. Es lassen sich Patienten ohne Unfall gut zu identifizieren, Patienten mit Unfällen werden aber nur zu 10% erkannt.<sup>22</sup> Messungen in „richtigen“ Fahrsimulationen fordern das Zusammenspiel komplexer Handlungen, es werden nicht nur Einzelaspekte der Vigilanz ermittelt. Sie zeigen gute Korrelationen zur Häufigkeit tatsächlicher Verkehrsunfälle, auch Vigilanzänderungen unter Therapie lassen sich gut dokumentieren.<sup>23</sup> Der Aufwand und die Kosten für die Meßapparatur sind jedoch sehr hoch, dieses Meßverfahren ist für die klinische Praxis kaum geeignet. Großes Interesse hat in den letzten Jahren die Messung der Pupillenweite in der Dunkelheit erhalten. Bei

Schläfrigkeit ändert sich der Pupillendurchmesser während des Meßzeitraumes von 11 Minuten erheblich, während bei wachen Personen der Durchmesser in Dunkelheit konstant bei etwa 7 mm liegt. Der abgeleitete Pupillomotorische Unruheindex korreliert gut mit anderen Schläfrigkeitsmaßen. Signifikant aussagekräftig im Sinn einer Diskreminierung zwischen Wachheit und Schläfrigkeit sind aber nur die am Vormittag ermittelten Werte.<sup>24</sup> (*Pupil measurements in complete darkness and quiet have been recorded continuously over 11-minute periods with infrared video pupillography at 25 Hz. The data are analyzed to yield three parameters describing pupil behavior; the power of diameter variation at frequencies below 0.8 Hz (slow changes in pupil size), the pupillary unrest index, and the average pupil size. While in the alert normal, pupil remains dilated during the measurement in darkness and oscillates with an amplitude below 0.3 mm and a frequency about 1 Hz, there are characteristic changes in fatigue: (1) low-frequency components dominate the spontaneous pupillary oscillations, with an amplitude reaching several millimeters, and (2) pupil diameter decreases with time.*)

Der Goldstandard, auch für gutachterliche Untersuchungen ist die Bestimmung der Schlaflatenz mittels elektrophysiologischer Kurven der Hirnaktivität. Die Ableitung von EEG's in der Position C3 / C4 erlaubt die exakte Bestimmung von Einschlafzeitpunkten. Unter standardisierten Bedingungen im reizarmen Milieu werden zwei Meßverfahren eingesetzt: der Multiple Sleep Latency Test (MSLT)<sup>25</sup> bzw. der Maintenance of Wakefulness Test (MWT).<sup>26</sup> Beim MSLT wird die Schnelligkeit des Einschlafens vier- bis fünfmal am Tag alle 2 Stunden über jeweils 20 Minuten im verdunkelten Raum im Bett liegend gemessen. Die Instruktion für die Probanden ist, daß sie versuchen sollen einzuschlafen. Da jedoch tagsüber die Wachbleibefähigkeit im Vordergrund steht, wurde als genaue Umkehrung der MWT entwickelt. Hier ist der Proband gefordert, im dunklen Raum in einem bequemen Sessel sitzend über 40 Minuten möglichst lange wachzubleiben. Die Messungen erfolgen viermal am Tag im Abstand von jeweils 2 Stunden. Auch hier wird die Schlaflatenz elektrophysiologisch nach den Kriterien von Rechtschaffen und Kales bestimmt.<sup>27</sup> Die Messungen müssen kontinuierlich überwacht werden, um den Einfluß von Hilfsmitteln wie z.B. Licht, Lesen, Musikhören etc. auszuschalten. Für beide Testungen liegen aus Metaanalysen abgeleitete Referenzwerte vor, die altersabhängig zwischen 9 und 12 Minuten (MSLT) bzw. 29 – 38 Minuten (MWT) liegen.<sup>28</sup> Der Nachteil ist die Abhängigkeit von einem Labor, der Meß- und Überwachungsaufwand und die Notwendigkeit, einem ganzen Tag zu messen. Die Ergebnisse sind aber objektiv und auch für Gutachten anerkannt.<sup>29</sup>

Sind die Ergebnisse verschiedener Testungen different, bleibt als generelle Bewertungsmöglichkeit der sogenannte Praxistest. Soll zum Beispiel beurteilt werden, ob eine signifikante Einschränkung der Kraftfahrtauglichkeit aufgrund einer möglicherweise zu exzessiver Tagesschläfrigkeit führenden Erkrankung besteht, kann ein Fahrtstest im

Straßenverkehr Klarheit über vermutete Aufmerksamkeitsdefizite bringen. Dieser Test setzt aber aus Sicherheitsgründen den Einsatz eines Fahrschulfahrzeuges mit Eingriffsmöglichkeit des Überwachers voraus.

Zusammenfassend sollte die Prüfung von Schläfrigkeit mehrere Untersuchungen umfassen:

- Subjektive Selbsteinschätzung mittels standardisierter Fragebögen (z.B. Epworth-Skala, ggf. Stanford-Skala),
- Ermittlung von Reaktionszeiten bzw. der Dauer des Lösens standardisierter Aufgaben (z.B. Trail-Making-Test, Mackworth-Clock, Quatember-Maly, Wiener Testsystem),
- EEG-basierte Messungen der Schlaflatenz bzw. Wachbleibefähigkeit unter normierten Bedingungen (MSLT, MWT)

## Literatur

---

- <sup>1</sup> American Academy of Sleep Medicine. International Classification of Sleep Disorders. 2<sup>nd</sup> ed.: Diagnostic and coding manual. Westchester, Illinois: American Academy of Sleep Medicine, 2005.
- <sup>2</sup> Young T, Palta M, Dempsey J, Skatrud J, Weber S, Badr S: The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *New Engl J Med* 1993;328:1230-1235
- <sup>3</sup> Colt, H.G., H. Haas, G.B. Rich: Hypoxemia vs. sleep fragmentation as cause of excessive daytime sleepiness in OSA. *Chest* 1991;100:1542-1548.
- <sup>4</sup> Beebe DW, Gozal D: Obstructive sleep apnea and the prefrontal cortex: towards a comprehensive model linking nocturnal upper airway obstruction to daytime cognitive and behavioral deficits. *J Sleep Res* 2002;11:1-16
- <sup>5</sup> Barbé, F., J. Pericás, A. Munoz, L. Findley, J.M. Anto, A.G.N. Agusti: Automobile accidents in patients with sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:18-22
- <sup>6</sup> Guilleminault; C., F.L. Elridge, W.C. Dement: Insomnia with sleep apnea: a new syndrome. *Science* 1973; 181: 856-858
- <sup>7</sup> Chervin RD: Sleepiness, fatigue, tiredness, and lack of energy in obstructive sleep apnea. *Chest* 2000; 118:372-379
- <sup>8</sup> Sassani A, Findley LJ, Kryger M, Goldlust E, George C, Davidson TM: Reducing motor-vehicle collisions, costs, and fatalities by treating obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep*. 2004;27:453-8.
- <sup>9</sup> Young T, Blustein J, Finn L, Palta M: Sleep-disordered breathing and motor vehicle accidents in a population-based sample of employed adults. *Sleep*. 1997;20:608-13
- <sup>10</sup> Baldwin CM, Griffith KA, Nieto FJ, O'Connor GT, Walsleben JA, Redline S: The association of sleep-disordered breathing and sleep symptoms with quality of life in the sleep

---

heart health study. *Sleep* 2001; 24: 96-105

- <sup>11</sup> Macey PM, Henderson LA, Macey KE, Alger JR, Frysinger RC, Woo MA, Harper RK, Yan-Go FL, Harper RM: Brain morphology associated with obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:1382-1387.
- <sup>12</sup> Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ: The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989;28:193-213
- <sup>13</sup> Flemons WW, Reimer MA. Development of a disease-specific health-related quality of life questionnaire for sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158:494-503
- <sup>14</sup> Hoddes E, Zarcone VP, Smythe H: Quantification of sleepiness: a new approach. *Psychophysiology* 1973; 10: 431-436
- <sup>15</sup> Herscovitch J, Broughton R: Sensitivity of the stanford sleepiness scale to the effects of cumulative partial sleep deprivation and recovery oversleeping. *Sleep.* 1981;4:83-91.
- <sup>16</sup> Johns, M.W.: A new method for measuring daytime sleepiness: the epworth sleepiness scale. *Sleep* 1991; 14: 540-545
- <sup>17</sup> Berg S, Nash S, Cole P, Hoffstein V: Arousals and nocturnal respiration in symptomatic snorers and nonsnorers. *Sleep.* 1997;20:1157-1161.
- <sup>18</sup> Reitan RM: Investigation of relationships between psychometric and biological intelligence. *J Nerv Ment Dis* 1956;123:536-41.
- <sup>19</sup> Dinges DF, Pack F, Williams K, Gillen KA, Powell JW, Ott GE, Aptowicz C, Pack AI: Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night. *Sleep.* 1999;20:267-267
- <sup>20</sup> Wiener Testsystem © Dr. G. Schuhfried GmbH
- <sup>21</sup> Findley L, Unverzagt M, Guchu R, Fabrizio M, Buckner J, Suratt P: Vigilance and automobile accidents in patients with sleep apnea or narcolepsy. *Chest.* 1995;108:619-24
- <sup>22</sup> Turkington PM, Sircar M, Allgar V, Elliott MW. Relationship between obstructive sleep apnoea, driving simulator performance, and risk of road traffic accidents. *Thorax.* 2001;56:800-5.
- <sup>23</sup> Orth M, Leidag M, Kotterba S, Widdig W, de Zeeuw J, Walther JW, Duchna HW, Schafer D, Schlafke ME, Malin JP, Schultze-Werninghaus G, Rasche K: Estimation of accident risk in obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) by driving simulation *Pneumologie* 2002;56: 13-18
- <sup>24</sup> Wilhelm B, Rühle KH, Widmaier D, Lüdtke H, Wilhelm H: Objektivierung von Schweregrad und Therapierfolg beim obstruktiven Schlafapnoesyndrom mit dem pupillographischen Schläfrigkeitstest. *Somnologie* 1998; 2: 51-57.
- <sup>25</sup> Carskadon, M., W.C. Dement, M.M. Mitler, R. Roth, P.R. Westbrook, S. Keenan: Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT): a standard measure of sleepiness. *Sleep* 1986; 9:519-524
- <sup>26</sup> Sangal, R., L. Thomas, M. Mitler: Disorders of excessive sleepiness: treatment improves ability to stay awake but does not reduce sleepiness. *Chest* 1992; 102: 699-703
- <sup>27</sup> Rechtschaffen A, Kales A. A manual of standardized terminology, techniques, and scoring systems for sleep stages of human subjects. Washington DC: US Government Printing Office, 1968.
- <sup>28</sup> Arand D, Bonnet M, Hurwitz T, Mitler M, Rosa R, Sangal RB. The clinical use of the MSLT and MWT. *Sleep.* 2005;28:123-44



---

<sup>29</sup> Rühle KH, Mayer G und die Arbeitsgruppe Apnoe der DGSM sowie die SNAK der DGP:  
Empfehlungen zur Begutachtung von Schlaf-Wachstörungen und Tagesschläfrigkeit.  
Somnologie 1998; 2: 89-95