

Tagesschläfrigkeit

Hans-Günter Weeß
Pfalzkrinikum, Klingenmünster

1 Einleitung

Tagesschläfrigkeit und daraus resultierend Einschränkungen am Arbeitsplatz, bei der Fahr-tüchtigkeit oder in anderen sozialen Anforderungssituationen stellen ein wesentliches Symptom vieler Schlafstörungen und Erkrankungen dar. Ein mit 31 % nicht unwesentlicher Teil der Bevölkerung über 16 Jahren gibt unspezifisch an manchmal oder häufig an Schläfrigkeit zu leiden [42]. 6,7 % der Patienten in Allgemeinarztpraxen geben ebenfalls unspezifisch Müdigkeit als Ursache für den Arztbesuch an [12]. In einem schon fast literarischen Beispiel wird in einer Studie des HUK-Verbandes berichtet, dass ca. 25 % aller tödlichen Unfälle auf baye-rischen Autobahnen auf Schläfrigkeit am Steuer zurückgeführt werden können. Zahlreiche Katastrophen, wie der Untergang der Exxon Valdez, der Absturz der Challenger Raumfähre, oder industrielle Unfälle, wie Tschernobyl, Three Mile Island und Bophal werden auf erhöhte Tagesschläfrigkeit zurückgeführt. Schätzungen gehen davon aus, dass durch Verkehrsunfälle infolge Tagesschläfrigkeit ein jährlicher Schaden in Höhe von 10 Mio Euro alleine in Deutschland entsteht.

2 Definitionen

Das wissenschaftliche Interesse an der Tagesschläfrigkeit nimmt in den letzten Jahren deut-lich zu. Trotzdem stellt die Tagesschläfrigkeit einen jungen Forschungsgegenstand mit noch geringem Erkenntnisstand dar. Eine einheitliche wissenschaftliche Definition und Begriffsbe-stimmung der Tagesschläfrigkeit ist derzeit noch nicht gegeben. Auch eine Abgrenzung ge-genüber dem im Englischen als *fatigue* bezeichneten verwandten Phänomen der Müdigkeit ist bislang nicht eindeutig erfolgt.

Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes kann unter Tagesschläfrigkeit eine verminderte Wachheit oder eine Reduktion der zentralnervösen Aktivierung verstanden werden [62,63]. Variationen der zentralnervösen Aktivierung stellen eine universelle menschliche Erfahrung dar und sind im circadianen Rhythmus physiologisch. Kennzeichen einer reduzierten zentralnervösen Aktivierung oder einer erhöhten Tagesschläfrigkeit können Aufmerksamkeitsstörungen, Monotonieintoleranz, Einschlafneigung, Sekundenschlaf und imperative Einschlafattacken sein. Diese stehen in direktem Zusammenhang zum Leistungsvermögen in sozialen Anforderungssituationen wie sie z.B. am Arbeitsplatz oder im Straßenverkehr gegeben sind.

In der Schlafmedizin steht der nicht erholsame Schlaf als Ursache der Tagesschläfrigkeit im Mittelpunkt der diagnostischen und therapeutischen Bemühungen. Aus differentialdiagnostischen Gründen gilt es neben Schlafstörungen, körperliche Erkrankungen, situative Faktoren als auch die circadiane Phasenlage (siehe 3.1 – 3.3) als potentielle Ursachen der Tagesschläfrigkeit in die diagnostischen und therapeutischen Bemühungen zu integrieren.

Ein theoretisches Zusammenhangsmodell zwischen nicht-erholsamen Schlaf [17] und dem Leistungsvermögen zugrundeliegenden aufmerksamkeitsbezogenen Prozessen wird nachfol-gend dargestellt. In diesem neuropsychologischen Modell, welches hinsichtlich der auf-merksamkeitsbezogenen Komponenten auf Posner & Rafal [45] zurückgeführt werden kann und im Rahmen zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen Bestätigung fand [z.B. 61],

werden fünf aufmerksamkeits- bzw. schläfrigkeitsbezogene Aspekte, die der Leistungsfähigkeit zugrunde liegen, unterschieden [53].

Abb. 1 stellt den Zusammenhang zwischen Schlafstörungen, Grad der Wachheit (zentralnervöse Aktivierung) und aufmerksamkeitsbezogenen Funktionen dar.

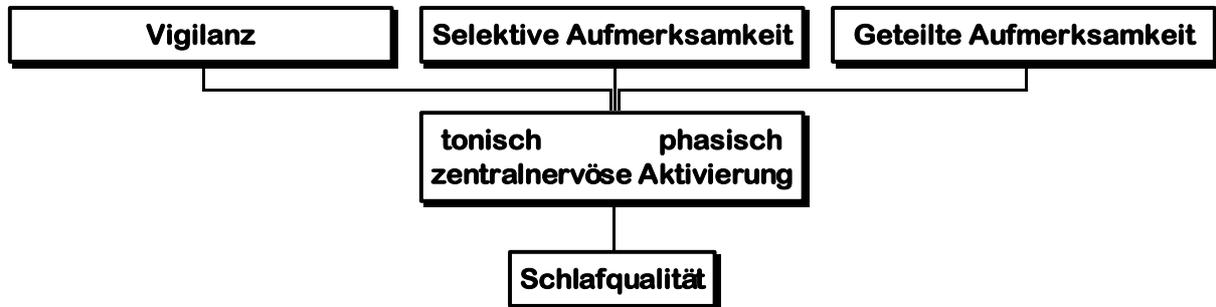


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Schlafqualität und schläfrigkeitsbezogenen Einschränkungen am Tage: Die bei Schlafstörungen verminderte Schlafqualität [17], z.B. infolge SWS- oder REM-Suppression, hat eine Verminderung der nicht der bewußten Kontrolle unterliegende tonischen und phasischen zentralnervösen Aktivierung (Tagesschläfrigkeit) zur Folge. Diese reduziert wiederum die der bewußten Kontrolle unterliegende Vigilanz, die geteilte und selektive Aufmerksamkeit. Weitere Erklärungen im Text.

Das Modell beinhaltet die nicht der bewußten Kontrolle unterliegende tonische und phasische zentralnervöse Aktivierung. Unter der tonischen Komponente versteht man den allgemeinen Grad der Wachheit, welcher circadianen Schwankungen unterliegt. Die phasische Komponente beinhaltet die Fähigkeit, das tonische Aktivitätsniveau auf eine Anforderung, einen kritischen Reiz hin zu erhöhen. Das neuronale Substrat der Wachheit oder auch des zentralnervösen Aktivierungsniveaus wird in der Formatio reticularis des Hirnstamms angenommen. Dessen Aktivitätsniveau spiegelt sich u.a. im Frequenzbild der elektrischen Hirnaktivität, in der Herzfrequenz, im Hautwiderstand und der Pupillenweite wider.

Die Aktivierung geht den bewußten Anteilen der Aufmerksamkeit, der Vigilanz, der geteilten und selektiven Aufmerksamkeit voraus.

Unter Vigilanz wird in der neuropsychologischen Terminologie die Fähigkeit verstanden, die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum auf einem höheren oder hohen Niveau zu halten. Auf selten und zufällig auftretende Reize wird eine adäquate Reaktion gefordert. Hohe Anforderungen an die Vigilanz stellen z.B. Steuerungs- oder Überwachungsaufgaben in Kraftwerksanlagen oder längere Autobahnfahrten dar. Wichtig ist an dieser Stelle zu betonen, dass diese Vigilanzdefinition nicht mit physiologischen Definitionen in Übereinstimmung steht. Dort wird der Begriff Vigilanz im Sinne der zentralnervösen Aktivierung (Grad der Wachheit) verwandt.

Geteilte Aufmerksamkeit beschreibt als neuropsychologischer Terminus die Fähigkeit zur schnellen, automatisierten und kontrollierten Informationsverarbeitung einschließlich der Fähigkeit zu serieller und paralleler Handlungsbereitschaft, wie beispielsweise beim Autofahren in unübersichtlichen, verkehrsreichen Situationen. So muss z.B. bei der Anfahrt an eine Kreuzung der PKW-Führer sich bewegende und stehende Fahrzeuge wahrnehmen, muß Beschilderungen, Ampelanlagen, Fußgänger usw. beachten und gleichzeitig motorische Handlungen wie Lenken, Blinken, Kuppeln und Bremsen koordiniert durchführen.

Unter selektiver Aufmerksamkeit wird die Fähigkeit verstanden, aus der Summe aller auf das Individuum einströmender Reize eine (selektive) Auswahl relevanter Stimuli zu treffen. Ein schon literarisches Beispiel ist der Bankbeamte kurz vor Schalterschluss, der seinen Kassensurz unter hohem zeitlichen Druck exakt durchzuführen hat. Er hat sich (selektiv) auf seine Aufgabe, das Geld zu zählen, zu konzentrieren und Störungen (Interferenzen) auszublenden, die durch das hektische Treiben in der Schalterhalle kurz vor Geschäftsschluss gegeben sind.

Tab. 1: Definition der Schläfrigkeit und assoziierter Aufmerksamkeitsprozesse

Aufmerksamkeitskomponente	Merkmale
Aktivierung, tonisch	<ul style="list-style-type: none"> • Circadianer Aspekt des allgemeinen Erregungsniveaus, der Wachheit • Unterliegt nicht der bewußten Kontrolle • Der Vigilanz, der selektiven und geteilten Aufmerksamkeit vorausgehend
Aktivierung, phasisch	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, das tonische Aktivierungsniveau auf einen kritischen Stimulus hin zu erhöhen
Selektive Aufmerksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, unter hohem Tempo, die Aufmerksamkeit über längere Zeiträume für eine bestimmte Aufgabe aufrecht zu erhalten • Fähigkeit Störreize, Interferenzen und Ablenkungen „auszublenden“
Geteilte Aufmerksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung • Fähigkeit zu geteilter und paralleler Informationsverarbeitung • Fähigkeit zu automatisierter und kontrollierter Verarbeitung
Vigilanz	<ul style="list-style-type: none"> • Unspezifische organismische Reaktionsbereitschaft, über lange Zeiträume auf seltene und zufällig auftretende Reize zu reagieren • Unterliegt der bewußten Kontrolle

Tagesschläfrigkeit wird durch eine Vielzahl von intrinsischen und extrinsischen Bedingungen wie z.B. Lärmeinfluss, Temperatur, Aktivität, Körperhaltung, Tageszeit, Motivationslage, Einschlaffähigkeit, psychophysiologisches Arousal, Einnahme von sedierenden oder aktivitätssteigernden Substanzen beeinflusst (siehe auch 5.2.1.). Diese gilt es in der Untersuchungssituation zu beachten und zu kontrollieren. Für eine ausführliche Darstellung der Einflußgrößen siehe Weeß et al. [62].

Ein mit der Tagesschläfrigkeit verwandtes und häufig verwechseltes Phänomen stellt die Müdigkeit dar. Schläfrigkeit kann mit Müdigkeit assoziiert sein, ist jedoch von Müdigkeit abzugrenzen [14]. Für das diagnostische und therapeutische Vorgehen ist eine Unterscheidung zwischen Müdigkeit und Schläfrigkeit unabdingbar. Die Differentialdiagnose beider Symptomkomplexe in einem frühen Stadium des diagnostischen Prozesses kann erhebliche diagnostische Aufwandseinsparungen und eine qualitativ hochstehende Behandlung begünstigen.

Der Begriff *Müdigkeit*, aus dem englischen „fatigue“, findet in der Literatur keine einheitliche Definition [54]. Im wissenschaftlichen Kontext unterscheiden einige Autoren, wie z.B. Shapiro und Alapin verschiedene Formen der Müdigkeit. Auf eine explizite Darstellung der aktu-

ellen wissenschaftlichen Diskussion zur Müdigkeit kann aus pragmatischen Gründen an dieser Stelle verzichtet werden.

Für die klinische Praxis erscheint die von Shapiro [54] definierte *allgemeine Müdigkeit*, im Sinne eines eher psychischen Geschehens, von Bedeutung:

Demnach ist Müdigkeit mit dem subjektiven Gefühl und Erleben von Erschöpfung und Mattigkeit charakterisiert [54]. Ruggles & Hausman (2003) verstehen unter Müdigkeit ebenfalls einen unspezifischen und vagen psychischen Zustand. Subjektiv wird eine verminderte Leistungsfähigkeit bei körperlichen und kognitiven Aufgaben beobachtet [1]. Nicht selten kann ein reduzierter Antrieb und Interessenlosigkeit festgestellt werden. Ausgeprägtere Formen von Müdigkeit, auch als Ausdruck einer Neurasthenie [54], können im Rahmen von psychischen Störungen und Belastungen (z.B. Streß, Reaktionen auf Lebenskrisen) und psychischen Erkrankungen (z.B. depressiven Störungsbildern, Angsterkrankungen) auftreten. Schwächezustände infolge vermehrter körperlicher oder kognitiver Anstrengungen werden nicht unter dem Begriff Müdigkeit subsummiert.

Aufgrund der Ähnlichkeit des klinischen Bildes der Schläfrigkeit und der Müdigkeit werden sie nachfolgend gegenübergestellt und ihre grundsätzlichen Unterschiede herausgestellt (Tab. 2).

Tab. 2: Grundlegende klinische Merkmale von Müdigkeit und Schläfrigkeit [63]

Müdigkeit	Schläfrigkeit
Subj. Gefühl und Erleben von verminderter Leitungsfähigkeit bei körperlichen und kognitiven Aufgaben Intrapsychische Gebundenheit der Müdigkeit: Mattigkeit, Gefühl der Überforderung, unter Streßerleben verstärkt auftretend	Reduktion der zentralnervösen Aktivierung; Einschlafdrang; kein intrapsychisches Korrelat; unter Streßerleben Reduktion der Schläfrigkeit
In Situationen, wo Schlaf möglich oder erwünscht ist, tritt Schlaf nicht auf; Keine Tagesschlafepisoden	In Situationen, wo Schlaf möglich oder erwünscht ist, tritt Schlaf auf; Tagesschlafepisoden
Keine Monotonie-Intoleranz	Monotonie-Intoleranz
Keine ausgeprägte circadiane Rhythmik	Circadiane Rhythmik
Monotone Situationen kein Schlafstimulus,	Monotone Situationen als Schlafstimulus;
Schlafmenge in der Nacht eher reduziert	Schlafmenge in der Nacht adäquat oder erhöht ggf. Schlafragmentierung
Einschlaflatenz am Tage und in der Nacht unauffällig bis verlängert	Einschlaflatenz am Tage und in der Nacht unauffällig bis verkürzt
Schlafmenge am Wochenende oder im Urlaub eher unverändert	Schlafmenge am Wochenende oder im Urlaub eher verlängert

Müdigkeit wird durch ein Gefühl der Erschöpfung, des ausgelaugt Seins charakterisiert. Häufig klagten Patienten über starke Belastungen (Streß) und über das subjektive Gefühl der Überforderung. Auf subjektiver Ebene fühlen sich die Patienten vermindert leistungsfähig, dies insbesondere bei kognitiven Anforderungen, aber auch bei körperlichen Belastungen. Typischerweise tritt im Gegensatz zur Tagesschläfrigkeit, in Situationen in denen Schlaf möglich ist, kein Schlaf auf. Tagesschlafepisoden sind, trotz eventueller Bemühungen seitens der Pati-

enten, nicht beobachtbar. Im Gegensatz zur Schläfrigkeit besteht keine Monotonieintoleranz in wenig stimulierenden und langweiligen Situationen, wie z.B. Fernsehen, Lesen, Besprechungen. Auch kann eine circadiane Rhythmik der Beschwerden nicht festgestellt werden, viel eher stehen die Beschwerden im zeitlichen Zusammenhang zu psychischen Belastungssituationen. Die Schlafmenge ist in der Nacht, aber auch am Wochenende oder während des Urlaubes unauffällig bis eher reduziert. Die Einschlaf latenz in der Nacht als auch am Tage stellt sich eher verlängert dar.

Die Schläfrigkeit wird durch eine Reduktion der zentralnervösen Aktivierung einhergehend mit einem erhöhtem Einschlafdrang ohne intrapsychische Gebundenheit charakterisiert. Schläfrigkeit wird unter psychischer Belastung und Anspannung (Streß) eher vermindert erlebt. In Situationen, welche Schlaf erlauben, tritt Schlaf typischerweise, auch am Tage, auf. In monotonen und wenig stimulierenden Situationen tritt Schläfrigkeit stärker auf. Die circadiane Rhythmik der Leistungsfähigkeit wird durch Schläfrigkeit eher verstärkt. Die Schlafmenge in der Nacht, am Wochenende oder im Urlaub ist unauffällig bis erhöht. Die Einschlaf latenz, auch am Tage, ist in der Regel eher vermindert.

3 Ursachen von Tagesschläfrigkeit

Als Ursache von Tagesschläfrigkeit werden körperliche Erkrankungen, Schlafstörungen, situative Einflussgrößen und die circadiane Phasenlage verantwortlich gemacht. Sie gilt es im diagnostischen Prozedere zu erfassen. Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Tagesschläfrigkeit häufig ein multifaktorielles Bedingungsgefüge zugrunde liegt und nicht immer notwendigerweise von monokausalen Beziehungen ausgegangen werden kann. Insbesondere beim älteren Patienten können sowohl Schlafstörungen als auch körperliche Erkrankungen oder situative Faktoren in Form von z.B. Medikamentennebenwirkungen in Kombination als Ursache für die Schläfrigkeit am Tage auftreten.

3.1 Körperliche Erkrankungen und Schlafstörungen

Die verschiedenen Schlafstörungen und körperlichen Erkrankungen, welche der Tagesschläfrigkeit zugrunde liegen werden in diesem Buch an anderer Stelle ausführlich dargestellt. Aus Gründen der Vollständigkeit werden sie an dieser Stelle nochmals kurz zusammenfassend erwähnt.

Tagesschläfrigkeit ist das Leitsymptom einer Vielzahl von Schlafstörungen, wie den schlafbezogenen Atmungsstörungen, den periodischen Bewegungsstörungen im Schlaf, der Narkolepsie, dem Schlafmangelsyndrom, dem Kleine-Levin-Syndrom, der psychophysiologischen Hypersomnie, der posttraumatischen Hypersomnie, medikamentös bedingten Hypersomnien, der umweltbedingten Hypersomnie, der Hypersomnie bei Schlaf-Wach-Rhythmus Störungen (z.B. Schichtarbeit).

Tagesschläfrigkeit tritt aber auch bei chronischen Infektionskrankheiten, endokrinen Störungen (z.B. Schilddrüsenfunktionsstörungen, Cushing Syndrom), Hepatitis, Alkohol- oder Drogenmißbrauch, multipler Sklerose, Morbus Parkinson, Epilepsie, Herzinsuffizienz, Refluxerkrankungen, Lungenfibrose, COPD, rheumatoider Arthritis, postoperativen Zuständen, arterieller Hypotonie, Tumorerkrankungen, Anämie (in der leichten Form umstritten als Ursache von Schläfrigkeit) und fragmentarischem Myoklonus chronisch oder vorübergehend auf. Auch können toxische Umwelteinflüsse Schläfrigkeit neben anderen jeweils eher unspezifischen Symptomen induzieren.

3.2 Situative Einflussgrößen

Grundlegende situative Einflußgrößen auf die zentralnervöse Aktivierung und damit auch auf die Tagesschläfrigkeit stellen die Art und Dauer der vorausgehenden Schlafperiode dar. Eine

Tiefschlafverminderung, Schlaffragmentierung, unregelmäßige Schlafzeiten und vor allem eine verkürzte Schlafdauer (Prozeß S, Zwei Prozeß Modell nach Borbély & Achermann, 1992 [6]; [14]) führen zu einer Erhöhung des Schlafdruckes und damit zu einer Erhöhung der Schläfrigkeit am Tage. Lärm, verminderte oder erhöhte Umgebungstemperaturen aber auch Missbrauch von Substanzen oder eine medikamentöse Therapie können indirekt über einen gestörten Nachtschlaf oder direkt am Tage die Schläfrigkeit beeinflussen bzw. hervorrufen [31].

3.3 Circadiane Phasenlage

Die zentralnervöse Aktivierung oder der Grad der Wachheit unterliegt einer 24 h Zyklus (Prozeß C; [6]). Am Vormittag zwischen ca. 7.00 Uhr und ca. 11.00 Uhr und am späten Nachmittag zwischen ca. 16.00 Uhr und ca. 20.00 Uhr werden Phasen von geringer Schläfrigkeit (zentralnervöser Aktivierung) beschrieben. Hohe Schläfrigkeit besteht zwischen ca. 13.00 Uhr und ca. 15.00 Uhr und zwischen ca. 3.00 Uhr und ca. 6.00 Uhr in den frühen Morgenstunden (Prozeß C, [6]). Die Angaben unterliegen individuellen Schwankungen.

Die Berücksichtigung circadianer Effekte ist insbesondere beim diagnostischen Prozess und bei der Therapieevaluation erforderlich. Es ist strikt darauf zu achten, dass die entsprechenden Untersuchungen zu dem Tageszeitpunkt stattfinden, zu dem auch Normwerte vorliegen. Ebenfalls ist bei der Therapieevaluation auf identische Prä- / Post-Untersuchungszeitpunkte zu achten.

4 Ursachen von Müdigkeit

Nach vorliegender Definition wird Müdigkeit als ein psychogenes Geschehen verstanden (siehe 2.0). Müdigkeit findet sich häufig bei subklinischen, psychischen Alterationen, sowie psychogenen und psychiatrischen Störungsbildern. Müdigkeit ist ein typischer Ausdruck von insomnischen Störungsbildern, insbesondere der psychophysiologischen Insomnie.

Bei der Diagnostik der Müdigkeit steht die Anamneseerhebung (psychiatrisch, sozialmedizinisch) an erster Stelle. Die quantitative und qualitative Ausprägung des Beschwerdebildes kann anhand standardisierter und normierter Fragebogen weiter objektiviert werden (Tab. 3)

Tab. 3: Fragebogen zur Erfassung psychogener Merkmale der Müdigkeit

Untersuchungsverfahren	Indikation	Normierungsniveau
State Trait Anxiety Inventory (STAI)	Chronisch erhöhtes Anspannungsniveau, innere Unruhe, Ängstlichkeit	Wissenschaftlich gebildete Normen, Alter und Geschlecht berücksichtigt
Beck-Depressions-Inventar(BDI)	Selbstbeurteilungsinstrument zur Beurteilung der Schwere einer Depression, chronisch erhöhtes Anspannungsniveau	Wissenschaftlich gebildete Normen
Befindlichkeitsskalen (BfS)	Allgemeines Befinden, depressive Gestimmtheit	Wissenschaftlich gebildete Normen
Streßverarbeitungsfragebogen (SVE)	Erhebung von Streßverarbeitungsmechanismen, chronisch erhöhtes Anspannungsniveau	Wissenschaftlich gebildete Normen
Fragebogen zur Erfassung allgemeiner und spezifischer Persönlichkeitsmerkmale Schlafgestörter (FEPS)	Allgemeine und spezifische psychische Bedingungen von Schlafstörungen, chronisch erhöhtes Anspannungsniveau	Wissenschaftlich gebildete Normen

Das State-Trait Anxiety Inventory (STAI, Spielberger et al., 1970 [54], deutsche Version: Laux et al., 1981 [31]) dient der quantitativen Erfassung von Ängstlichkeit, Anspannung und innerer Unruhe, wie sie häufig bei insomnischen Störungen mit Müdigkeit beobachtet werden können. Müdigkeit tritt häufig in Begleitung von depressivem und subdepressivem Erleben auf. Das Beck-Depressions-Inventar (BDI, [3]; [20]) als Selbstbeurteilungsskala dient der Einschätzung der Intensität einer depressiven Symptomatik [35]. Der Befindlichkeitsfragebogen nach von Zerssen [60] ist ein Selbstbeurteilungsverfahren zur Erhebung des augenblicklichen allgemeinen Befindens und eignet sich ebenfalls zur Erfassung kurzzeitiger Veränderungen depressiver Gemüthsstimmungen. [58].

Streßbelastungen, auch chronischer Art, lassen sich häufig als Ursache von Müdigkeit eruieren. Der Streßverarbeitungsfragebogen [24] gibt auf standardisierte Art und Weise Auskunft über Streßerleben und Streßverarbeitungsmechanismen.

Insomnien haben als typisches Begleitsymptom die Müdigkeit. Der Fragebogen zur Erfassung allgemeiner [23]. Persönlichkeitsmerkmale Schlafgestörter dient in erster Linie der Diagnostik insomnischer Störungen. Während der FEPS-II zur Differentialdiagnose von Schlafstörungen konzipiert wurde, eignet sich der FEPS-I zur Erfassung subjektiver Schlafqualität und von Persönlichkeitsmerkmalen, die für Schlafstörungen relevant sind.

Eine detaillierte Beschreibung der Testverfahren und deren Gütekriterien findet sich bei Weeß et al. (2000) [63].

Achtung: Treten bei einem Patienten sowohl Müdigkeit als auch Tagesschläfrigkeit auf, kann die Tagesschläfrigkeit durch die mit der Müdigkeit einhergehenden erhöhten Anspannung maskiert werden. Leidet beispielsweise ein Patient sowohl an einer schweren SBAS mit Schläfrigkeit am Tage als auch an einer insomnischen Störungen, so muß er trotz des Vorliegens von Tagesschläfrigkeit in entsprechenden Untersuchungsverfahren zur Tagesschläfrigkeit (z.B. MSLT, PST) nicht notwendigerweise Einschränkungen aufweisen.

5 Diagnostik der Tagesschläfrigkeit

Der Diagnostik der Tagesschläfrigkeit oder zentralnervösen Aktivierung kommt in der Schlafmedizin eine zentrale Bedeutung zu. Schläfrigkeit am Tage wird einerseits als ein bedeutsames Symptom des unerholsamen Schlafes verstanden, andererseits wird auch anhand der Ausprägung der Tagesschläfrigkeit auf die Schwere der schlafmedizinischen Erkrankung geschlossen. In der Konsequenz stellt die diagnostische Beurteilung der Tagesschläfrigkeit auch bei der Therapieevaluation ein wichtiges Kriterium dar.

5.1 Die Anamnese der Tagesschläfrigkeit

Mittels der schläfrigkeitsbezogenen Anamnese kann eine erste Abschätzung der Tagesschläfrigkeit hinsichtlich Schweregrad und sozialmedizinischem Risiko, als auch die Differentialdiagnose zur Müdigkeit (siehe auch 2.0) erfolgen. Unterstützt werden kann die Anamneseerhebung durch den Einsatz orientierender Verfahren.

Die schläfrigkeitsbezogene Anamnese erfasst Monotonieintoleranz, Einschlafneigung und Mikroschlafepisoden in Art und Häufigkeit am Arbeitsplatz, bei der aktiven Teilnahme am Straßenverkehr und anderen sozialen Situationen. Ebenso sind (soziale) Rückzugstendenzen infolge erhöhter Tagesschläfrigkeit aktiv zu erfragen.

Die Epworth Sleepiness Scale (siehe 5.2.4.2.) dient der standardisierten Erfassung der Schwere der Tagesschläfrigkeit. Allgemein spricht ein Testscore > 10 in der Epworth Sleepiness Scale für das Vorliegen einer pathologischen Tagesschläfrigkeit. Ergeben sich Hinweise auf ein deutlich erhöhtes Risikoprofil infolge Tagesschläfrigkeit ist auch bei negativer, rascher weiterführender Diagnostik eine unmittelbare Untersuchung im Schlaflabor anzustre-

ben. Die Stanford Sleepiness Scale (5.2.4.1.) ist geeignet circadiane Schwankungen der Tagesschläfrigkeit zu erfassen und mittels eines Schlaftagebuches können Schwere und Beziehung zum Nachtschlaf beurteilt werden.

Ergibt sich aus den Fragebogendaten oder der Anamneseerhebung (klinische Symptomatik) der begründete Verdacht auf das Vorliegen von pathologischer Tagesschläfrigkeit, kommen objektive Untersuchungsverfahren (siehe 5.2) zur Anwendung:

Bei der umfassenden objektiven Erfassung von Tagesschläfrigkeit kommt jeweils mindestens ein Untersuchungsverfahren zu den nachfolgenden schläfrigkeitsbezogenen Funktionen (Tab. 4; zur Definition siehe 2.0) zum Einsatz. Diese werden im Abschnitt 5.2. einzeln ausführlich vorgestellt.

Tab. 4: Schläfrigkeitsbezogene Funktionen

• Zentralnervöse Aktivierung
• Vigilanz
• Selektive Aufmerksamkeit
• Geteilte Aufmerksamkeit

Ergibt sich aus der Anamneseerhebung der Verdacht auf das Vorliegen von Müdigkeit kommen aufgrund mangelnder Sensitivität (siehe auch 2.0) keine objektiven Verfahren zur Erfassung der Tagesschläfrigkeit in Betracht. Vielmehr wird die Diagnosestellung Müdigkeit ggf. durch den Einsatz entsprechender standardisierter psychologischer Fragebogenverfahren (Tab. 3) weiter gesichert.

5.2 Diagnostische Instrumentarien Tagesschläfrigkeit

Für die Erfassung schläfrigkeitsbedingter Einschränkungen stehen eine Reihe von diagnostischen Methoden zur Verfügung, welche unter 5.2.2. ausführlich dargestellt werden (siehe auch Weeß et al. (2000) [63]; Tab. 5).

Die Untersuchungsverfahren erfassen jeweils Teilaspekte der Tagesschläfrigkeit (Tab. 4; [62]) auf verschiedenen physiologischen, kognitiven und subjektiven Funktionsebenen. Sie unterliegen in sehr unterschiedlichem Ausmaß der bewußten Kontrolle. Es ist charakteristisch, dass die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsmethoden, wenn sie unterschiedliche Funktions- oder Leistungsbereiche erfassen, meist nur geringe Korrelationen aufweisen.

Es ist aufgrund der genannten Unterschiede bisher nicht gelungen, ein einzelnes Verfahren zu etablieren, das als Standard für die Validierung von anderen Methoden dienen kann.

Grundsätzlich scheinen PC-gestützte, neuropsychologische Verfahren (z.B. Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, Zimmermann & Fimm 1993 [70]), hinsichtlich des Vorliegens einer wissenschaftlichen Normierung elektrophysiologischer Methoden (z.B. MSLT) eher überlegen zu sein. In Einzelfällen liegen hier sogar alters- und intelligenzbereinigte Werte vor. Der Pupillographische Schläfrigkeits-Test (PST) weist als einzige physiologische Messmethode eine wissenschaftliche Normierung auf [69].

Schläfrigkeit kann mit chronisch erhöhter vegetativer, motorischer oder kognitiver Anspannung einhergehen. Der erhöhten Anspannung kann sowohl subklinische als auch klinische Bedeutung, wie z.B. im Rahmen einer depressiven Störung, zukommen. In beiden Fällen kann ein chronisch erhöhtes Anspannungsniveau Tagesschläfrigkeit, insbesondere bei diagnostischen Verfahren, welchen die Einschlafneigung zugrundeliegen, maskieren. Zur diagnostischen Erfassung der erhöhten Anspannung siehe 4.0 und Tab. 3.

In Tab. 5 werden die wesentlichen diagnostischen Instrumentarien zur Erfassung schläfrigkeitsbezogener Einschränkungen im Überblick dargestellt.

Tab. 5: Wesentliche diagnostische Verfahren zur Erfassung schläfrigkeitsbedingter Einschränkungen im Leistungsvermögen

<ul style="list-style-type: none"> • MSLT (Multipler-Schlaflatenz-Test) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tonisches Aktivierungsniveau (Grad der Wachheit)
<ul style="list-style-type: none"> • MWT (Maintenance of Wakefulness Test) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tonisches Aktivierungsniveau (Grad der Wachheit)
<ul style="list-style-type: none"> • Pupillographie 	<ul style="list-style-type: none"> • Tonisches Aktivierungsniveau (Grad der Wachheit)
<ul style="list-style-type: none"> • Computergestützte neuropsychologische Tests zur Leistungserfassung 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilanz, selektive und geteilte Aufmerksamkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Subjektive Einschätzung schläfrigkeitsbezogener Einschränkungen (Fragebogenverfahren) 	<ul style="list-style-type: none"> • unspezifisch

5.2.1 Rahmenbedingungen bei der Diagnostik der Tagesschläfrigkeit

Die einzelnen Komponenten der Tagesschläfrigkeit (zentralnervöse Aktivierung, selektive und geteilte Aufmerksamkeit, Vigilanz) stehen in Abhängigkeit zu zahlreichen beeinflussenden Faktoren, die es im diagnostischen Prozedere zu berücksichtigen bzw. zu kontrollieren gilt [62]: Dem Untersuchungstag sollte ein ungestörter und normaler Nachtschlaf, kontrolliert unter polysomnographischen Bedingungen, vorausgehen. Es ist darauf zu achten, dass es sich dabei nicht um die Adaptationsnacht (first night-effect) im Schlaflabor handelt. Weiterhin sollte eine Medikamenten- und Suchtmittelanamnese erfolgen um Schläfrigkeit verstärkende oder reduzierende Medikamente und Substanzen erfassen zu können. Dazu kann insbesondere bei gutachterlichen Fragestellungen ein Urinscreening indiziert sein. In der Untersuchungssituation darf nicht geraucht werden und das Rauchen sollte zumindest 30 Minuten vor der jeweiligen Untersuchung eingestellt werden. Grundsätzlich nehmen die Patienten am Untersuchungstag keinen Alkohol oder andere stimulierende Substanzen zu sich. Entgegen anderslautenden Empfehlungen in der Literatur sollte bei gewohnheitsmäßigem regelmäßigem Konsum von Koffein, dieses nicht vollständig vermieden werden. Vielmehr sollte es am Untersuchungstag im üblichen Maße konsumiert werden. Der Untersuchungsraum sollte wohltemperiert, geräuschisoliert und im Falle von Untersuchungsverfahren, welche die Einschlafatenz als Zielgröße beinhalten, abdunkelbar sein. Übermäßige körperliche Aktivitäten oder emotionale Belastungen, insbesondere vor der jeweiligen Untersuchung, sind zu meiden.

Eine wesentliche Bedingung, die kontrolliert werden muß, ist die Tageszeit der Untersuchung, da es im Tagesverlauf zu ausgeprägten, zirkadian und homöostatisch (Prozess „C“ und „S“, Borbely & Achermann, 1992 [6, 69, 29, 15]) bedingten Schwankungen der Schläfrigkeit (zentralnervösen Aktivierung) kommt.

In diesem Zusammenhang sollte auch erwähnt werden, dass die Mitteilung des medizinischen Untersuchungsbefundes oder die tägliche Visite eine emotionale Anspannung beim Patienten und in der Folge ein verändertes Untersuchungsergebnis hervorrufen können.

5.2.2 Diagnostische Verfahren zentralnervöse Aktivierung

Für die meisten Verfahren zur zentralnervösen Aktivierung, mit Ausnahme des PST, liegen entweder nur unzureichende Normdaten vor, oder aber es zeigt sich bei Gesunden eine derart breite Streuung der Ergebnisse, dass eine diagnostische Trennung zwischen normalen und

pathologischen Werten für den Einzelnen nur in extremen Fällen gelingt. Für eine diagnostische Beurteilung ist daher i. d. Regel die Synopsis von mehreren Verfahren erforderlich, die unterschiedliche Meßebenen erfassen. Dabei muß bei den meisten Verfahren die Motivationslage des Probanden in Rechnung gestellt werden.

Zu den klinisch-diagnostischen Verfahren der zentralnervösen Aktivierung gehören der MSLT, der MWT und der PST. Weitere Verfahren, wie beispielsweise die Evozierten Potentiale oder das LZ-EEG finden eher bei wissenschaftlichen Fragestellungen Anwendung. Sie werden aus pragmatischen Gründen nicht an dieser Stelle besprochen, der interessierte Leser kann sich diesbezüglich bei Weeß et al. (2000) [63] informieren.

5.2.2.1 Der Multiple Schlaf-Latenz-Test (MSLT)

Der MSLT beruht auf der Annahme, dass sich die Einschlaf latenz mit zunehmender Schläfrigkeit verkürzt darstellt. [11]. Er wurde erstmals 1977 von M. Carskadon und W.C. Dement als Verfahren zur Messung der Tagesschläfrigkeit vorgeschlagen [8]. Er hat sich seitdem weltweit als Standardverfahren in der Schlafmedizin etabliert.

Die Durchführung des MSLT erfolgt unter polysomnographischen Bedingungen in zweistündigen Intervallen 1,5 bis 3 h nach dem morgendlichen Erwachen zu 4 - 6 Meßzeitpunkten am Tage. Die Standard-Elektrodenmontage beruht auf den Empfehlungen von Rechtschaffen & Kales [46]. Für die exakte Lokalisation der Ableitorte, die Art der Elektroden, Verstärkereinstellungen etc. siehe Rechtschaffen & Kales [46] bzw. Penzel et al. [43]. Für die Untersuchung legt sich der Patient in bequemer Straßenkleidung ins Bett. Zwischen den Ableitungen verläßt der Patient das Bett und schläft nicht. Patienten mit nächtlicher Beatmung sollten auch während des MSLT ihre Beatmungstherapie durchführen. Eine Videoüberwachung des Patienten während der Aufzeichnung ist zu empfehlen. Bei Patienten mit schlafbezogenen Atmungsstörungen können respiratorische Parameter zur Bestimmung des Einflusses atmungsbezogener Ereignisse auf die Einschlaf latenz hilfreich sein. Der Patient wird bei jedem Test unmittelbar vor "Licht aus" standardisiert aufgefordert: „Bitte liegen Sie ruhig und entspannt, schließen Sie die Augen und versuchen Sie einzuschlafen“. Der „Standard-MSLT“ wird nach 20 Minuten beendet, insofern kein Schlaf aufgetreten ist.

Bei der Auswertung sind die Einschlaf- und REM-Latenzen die Zielvariablen. Zur Erfassung des aktuellen Aktivierungsniveaus ist insbesondere die Einschlaf latenz beim Standard-MSLT, definiert über die Zeitspanne von „Licht aus“ bis zum ersten Auftreten von Schlafstadium 1 von Interesse [47]. Variationen in der Auswertung ergeben sich beim „experimentellen“ MSLT dahingehend, dass die Einschlaf latenz vom Zeitpunkt „Licht aus“ bis zum ersten Auftreten von S1 über 3 Epochen oder dem Auftreten eines anderen Schlafstadiums, z.B. S2, bestimmt werden kann. Bei der Narkolepsiediagnostik ist die „klinische“ Version des MSLT zur Bestimmung von Sleep-Onset REM (SOREM) von Bedeutung. Hier wird der Test 15 Minuten nach dem ersten Auftreten von Schlaf beendet. Die Untersuchungsdauer kann in diesem Fall bis zu 35 Minuten betragen. Für die Diagnostik der Narkolepsie werden von 5 durchgeführten MSLT 2 mit SOREM gefordert (z.B. [38]).

Richardson [47] verbindet mit Einschlaf latenzen kleiner 5 Minuten eine pathologische Tagesschläfrigkeit. Gesunde erwachsene Schläfer besitzen nach Carskadon [11] Einschlaf latenzen zwischen 10 und 20 Minuten, so dass sich für auffällige, aber nicht sicher pathologische Einschlaf latenzen bei Werten zwischen 5 und 10 Minuten ergeben.

Die American Sleep Disorders Association (ASDA) hat Anfang der 90er Jahre angesichts der zunehmenden Bedeutung der Tagesschläfrigkeit und deren sozialmedizinischen Risiken eine fragwürdige Zuordnung zwischen Einschlaf latenzen im MSLT und der Schwere der Tagesschläfrigkeit getroffen. Demnach entsprechen Einschlaf latenzen zwischen 10 und 15 min einer leichten, zwischen 5 und 10 Minuten einer moderaten und zwischen 0 und 5 Minuten einer schweren Tagesschläfrigkeit.

Bei den dargestellten Grenzwerten handelt es sich im eigentlichen Sinne nicht um experimentell gewonnene Normwerte, da den Studien keine ausreichende Fallzahlen zugrunde liegen [48], sie auf Erfahrungswissen beruhen und bei der Interpretation der Gruppenmittelwerte die hohe Streuung der Einzelwerte unberücksichtigt blieb.

Hinsichtlich weiterer testtheoretischer Gütekriterien des MSLT ist anzumerken, dass die Durchführungsobjektivität stark von den Umgebungsbedingungen, wie Geräusentwicklung, Lichtverhältnisse, Temperatur, Verhalten vor der Untersuchung und der standardisierten Instruktion abhängt (siehe auch 5.2.1.). Die Ermittlung der Zielvariablen erfolgt durch die visuelle Auswertung eines Schlafspezialisten und stellt sich damit deutlich vom Auswerter abhängig dar (Auswertungsobjektivität). Es ist davon auszugehen, dass sich mit zunehmendem Kenntnisstand der Auswerter die Objektivität des Verfahrens erhöht. In einer Untersuchung zur Inter-Rater-Reliabilität des MSLT [4] wurde als Fazit angegeben, dass die Bestimmung der Schlaflatenz zwischen verschiedenen Auswertern eines Zentrums hoch konsistent war ($r = .85$), während die Bewertung, ob REM-Schlaf auftrat oder nicht, keine befriedigende Übereinstimmung aufwies ($r = .51 - .56$).

Bei regelmäßigem Schlaf-Wach Rhythmus und Vermeiden bzw. Kontrolle beeinflussender Variablen (s.o.; [62]) gilt die Reliabilität des Verfahrens als hoch [51]; [40]. Die Test-Retest-Stabilität des MSLT wird bei gesunden Probanden als sehr hoch bewertet [71]. Die Ergebnisse im MSLT unterliegen einer gewissen Manipulierbarkeit. Der Proband kann sich entgegen den Instruktionen bewußt wach halten und damit die Einschlaflatenz erhöhen.

Bei der Narkolepsie ist die diagnostische Validität des MSLT unbestritten. SOREM ist als Leitsymptom überzufällig häufig erfaßbar. Einschränkend fanden sich jedoch auch bei Gesunden vereinzelt SOREM-Phasen [5; 19, 18].

Die Validität des MSLT als diagnostische Methode zur Beurteilung pathologischer Schläfrigkeit wird durch einige neuere Untersuchungen stark in Zweifel gezogen. Bei gesunden Kontrollpersonen fand sich ein relativ hoher Anteil von Personen mit einer sehr kurzen Einschlaflatenz von weniger als 5 Minuten [5; 19, 18]. Bei gesunden Männern im Alter zwischen 30 und 50 Jahren liegt die Einschlaflatenz im MSLT im Mittel bei etwa 8,5 Minuten [18]. Die genannten Untersuchungen verdeutlichen, dass gesunde, nicht schläfrige Personen durchaus Einschlaflatenzen aufweisen können, die sowohl im pathologischen Bereich (< 5 Minuten) oder im diagnostischen Graubereich ($5 \text{ Minuten} < x < 10 \text{ Minuten}$) liegen. Die Fähigkeit, rasch einzuschlafen, stellt offensichtlich nicht notwendigerweise ein pathologisches Phänomen dar; sie könnte vielmehr auch ein adaptives physiologisches Verhalten sein, das es dem Individuum erlaubt, sehr rasch von Aktivität auf Ruhe „umzuschalten“. Der MSLT sollte deshalb zur Einschätzung der Tagesschläfrigkeit allenfalls als eines von mehreren Kriterien herangezogen werden.

Bei schlaf- und atmungsbezogenen Erkrankungen mit erhöhter Tagesschläfrigkeit sind die Zusammenhänge zur Einschlaflatenz nicht eindeutig. Wird der MSLT als reliables und valides Instrument zur Erfassung der Tagesschläfrigkeit angesehen [10], so ergeben sich doch in einer Reihe von Untersuchungen keine oder nur geringe Zusammenhänge mit objektiven Leistungsmaßen [9, 7, 51, 30, 13, 18] oder mit subjektiven Einschätzungen der Tagesschläfrigkeit [49, 61].

Der MSLT trennt auch nicht ausreichend zwischen Patienten mit verschiedenen Formen von Schlafstörungen. Es ergeben sich deutliche Überlappungen zwischen Werten von Schlafgesunden und Patienten mit verschiedenen Schlafstörungen. Demzufolge erscheinen Aussagen am Einzelfall, für den der MSLT geeignet sein soll, nicht möglich [56, 5, 19, 2, 18].

Untersuchungen von Steinberg et al. [56] und Geisler et al. [18] zeigen darüber hinaus, dass Insomniepatienten, trotz dem deutlichen subjektiven Erleben von Müdigkeit, im MSLT keine

geringeren Einschlafzeiten besitzen als schlafgesunde Kontrollen. Dies macht deutlich, dass der MSLT gegenüber Müdigkeit keine Sensitivität besitzt.

Ebenfalls lassen sich nicht immer signifikante Beziehungen zu polysomnographischen Kennwerten des Nachtschlafes herstellen [13]. So fand sich z.B. bei $n = 54$ Patienten mit Obstruktivem Schlaf-Apnoe Syndrom kein Zusammenhang zwischen der Einschlafzeit im MSLT und dem Ausmaß der polysomnographisch objektivierten schlafabhängigen Atmungsstörung (RDI) [56, 61]. Hingegen konnte nach nCPAP-Therapie eine deutliche Verlängerung der Einschlafzeit auf $8,2 \pm 7,8$ Minuten beobachtet werden, die sich trotz der hohen Streuung hochsignifikant darstellte [61]. Die Einschlafzeiten bewegten sich jedoch trotz suffizienter Therapie noch im diagnostisch auffälligen Bereich und waren von Schlafgesunden signifikant zu unterscheiden [61].

Zusammenfassend wird von einigen Autoren diskutiert, ob mit dem MSLT überhaupt Tagesschläfrigkeit gemessen wird [27] oder ob nicht hauptsächlich eine von der Schläfrigkeit zu differenzierende Fähigkeit "Abzuschalten und Einzuschlafen" erfaßt wird. Denkbar ist auch, dass die Tagesschläfrigkeit, die Fähigkeit "Abzuschalten" und andere Einflußgrößen [96] auf die Einschlafzeit im MSLT wirken [7, 61]. Für letztere Hypothese scheinen insbesondere die Ergebnisse bei Insomniepatienten zu sprechen.

Der MSLT besitzt aufgrund seines Testaufbaus und seiner Durchführungsmodalitäten einen hohen Zeit- und Personalbedarf. Demgegenüber steht die fragliche Validität und die nicht ausreichende Normierung. Für Aussagen am Einzelfall, insbesondere zur Arbeitsfähigkeit oder Fahrtauglichkeit ist seine Aussagefähigkeit stark eingeschränkt. Bei der Narkolepsiediagnostik gilt die Validität des Verfahrens als unbestritten.

5.2.2.2 Der Maintenance of Wakefulness Test (MWT) oder Multiple Wachbleibe-Test

Der MWT entwickelte sich aus dem MSLT und stellt eine Abwandlung desselben dar. Ihm liegt die Annahme zugrunde, dass in der Schlafmedizin, insbesondere bei Hypersomnien, weniger die Fähigkeit einzuschlafen als vielmehr die Fähigkeit wach zu bleiben interessiert. Aus diesem Grunde wird die Untersuchung in Abwandlung zum MSLT im Sitzen durchgeführt und der Patient instruiert wach zu bleiben. Grundsätzlich unterliegt der MWT denselben beeinflussenden Faktoren wie der MSLT (s.o.).

Der MWT wird nach einer vorausgegangenen nächtlichen Polysomnographie durchgeführt. Der Test wird, wie der MSLT, unter polysomnographischen Bedingungen frühestens 2 h nach dem morgendlichen Erwachen in 2 Stunden Intervallen zu 4 bis 5 Meßzeitpunkten am Tage angewandt. Für die Durchführungsdauer liegen Empfehlungen zwischen 20 und 40 Minuten vor. [41]. Während der Untersuchung sitzt der Patient in einem bequemen Lehnstuhl (z.B. EEG-Stuhl) oder einem entsprechend verstellbaren Bett in einem abgedunkelten, geräuschisolierten und klimatisierten Raum. Besondere Manipulationen bzw. Stimulationen während der Untersuchungsphase, wie z.B. Kneifen, Singen, etc. sind untersagt, der Stuhl darf nicht verlassen werden.

Bei der Auswertung sind die Einschlaf- und REM-Latenz die Zielvariablen. Zur Erfassung des aktuellen Aktivierungsniveaus ist insbesondere die Einschlafzeit (Zeit von „Licht aus“ bis zum ersten Auftreten von S1) von Interesse. Bei der Narkolepsie stellt das Auftreten von Sleep-Onset REM ein wichtiges diagnostisches Kriterium dar. Die REM-Latenz wird als Zeitspanne zwischen dem ersten Auftreten von S1 und dem ersten Auftreten von Stadium REM berechnet. Werte kleiner 10 bzw. 5 Minuten (z.B. [38]) gelten als Sleep-Onset REM.

Die Beendigung des Untersuchungsverfahrens gestaltet sich variabel, je nach Vorliegen einer der folgenden Bedingungen:

- (a) Bei fehlendem Schlafeintritt nach der vorgesehenen Testdauer (je nach Version 20, 30 bzw. 40 Minuten).

- (b) Nach 3 Epochen zusammenhängendem Schlaf (NREM Stadien 1 bis 4).
- (c) handelt es sich um diagnostische Fragestellungen im Zusammenhang mit einer Narkolepsie wird der Test nach dem ersten Auftreten eines Schlafstadiums (zumeist S1) 15 Minuten fortgeführt, um ein mögliches Sleep-Onset REM feststellen zu können.

Die Objektivität des Verfahrens hängt u.a. von der visuellen Auswertung eines Schlafspezialisten ab und stellt sich damit deutlich vom Auswerter abhängig dar. Es ist davon auszugehen, dass sich mit zunehmendem Kenntnisstand der Auswerter die Objektivität des Verfahrens erhöht. Die Objektivität dürfte mit der des MSLT vergleichbar sein.

Bei regelmäßigem Schlaf-Wach Rhythmus und Vermeiden bzw. Kontrolle beeinflussender Variablen (s.o.) gilt die Reliabilität des Verfahrens als hoch [51, 40]. Empirische Reliabilitätsprüfungen mit der Angabe von Reliabilitätskoeffizienten sind dem Autor nicht bekannt.

Thorpy [59] stellt aufgrund einer Literaturübersicht eine hohe Sensibilität des MWT gegenüber der Einnahme von Stimulantien dar. Bei einer faktorenanalytischen Untersuchung von Sangal, Thomas und Mitler [50] lädt der MWT hoch auf einem Faktor Alertness, während der MSLT eher hoch auf einem Faktor Sleepiness lädt. Diese Befunde führten zu der Annahme zweier unterschiedlicher Störungsbilder [50]: Auffällige Werte im MSLT werden auf eine Schläfrigkeitsstörung und auffällige Werte im MWT auf eine Wachheitsstörung zurückgeführt. Inwieweit sich dieser methodischen Differenzierung tatsächlich unterschiedliche pathophysiologische Prozesse zuordnen lassen werden, bleibt abzuwarten.

In der Regel finden sich geringe Korrelationen zwischen subjektiven Schläfrigkeitsmaßen, Leistungsdaten und der Einschlafzeit im MWT, was auf unterschiedliche Messebenen und Untersuchungsgegenstände zurückgeführt werden kann. Der Schweregrad einer Schlafstörung bzw. die Qualität des Nachtschlafes stehen entgegen der Erwartung in nur geringer Beziehung zur Einschlafzeit im MWT.

Eine wissenschaftlichen Kriterien standhaltende Normierung des MWT existiert nicht. Die nachfolgend dargestellten Untersuchungsergebnisse besitzen eher heuristischen Charakter und können im eigentlichen Sinne nicht als Bezugsgröße für die Einordnung individueller Untersuchungsergebnisse von Patienten herangezogen werden.

Poceta et al. [44] untersuchten 322 OSAS-Patienten mit einer 40 minütigen Version des MWT's. Der Mittelwert von 4 Durchgängen für alle Patienten (Alter: $53,8 \pm 12,7$ Jahre) betrug $26 \pm 11,8$ min. Bei einer aus dieser Gruppe extrahierten Teilstichprobe ($n = 24$), welche einer nächtlichen Ventilationstherapie unterzogen wurde, fanden sich vor Therapie durchschnittliche Einschlafzeiten von $18 \pm 12,3$ Minuten und unter Therapie mittlere Einschlafzeiten von $31,9 \pm 10,4$ Minuten.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Meurice, Marc & Sériès [39] in einer Untersuchung zu den Therapieeffekten von zwei verschiedenen nCPAP-Systemen an 16 SAS-Patienten (Alter 54 ± 11 Jahre). Beide Gruppen zeigten unter Behandlung mit Auto-CPAP oder Constant-CPAP signifikante Zunahmen der Latenzen im MWT. Unter Auto-CPAP verbesserte sich der Mittelwert des MWT von $18,2 \pm 11,2$ Minuten auf $26,9 \pm 12,09$ Minuten, bei Constant-nCPAP von $19,0 \pm 13,9$ Minuten auf $26,1 \pm 14,6$ Minuten.

In einer Untersuchung von Martin, Deary & Douglas [34] zu den Folgen experimenteller Schlaffragmentierung bei 16 gesunden Vpn (Alter 24 ± 3 Jahre) verkürzte sich die Schlafzeit im MWT signifikant von anfänglich 34 ± 8 Minuten auf 24 ± 10 Minuten.

Sangal et al. [52] untersuchten im Rahmen der US Modafinil Narcolepsy Study Group 530 Narcolepsie-Patienten anhand des MWT. Ohne Medikation ergab sich eine durchschnittliche Einschlafzeit von $6,1 \pm 4,8$ Minuten. Die Ergebnisse des MWT als auch des durchgeführten MSLT korrelierten nur schwach mit subjektiven Müdigkeitsmaßen, wie z.B. der Epworth Sleepiness Scale.

Von Doghramji, Mitler & Sangal [16] liegen Werte von 59 schlafgesunden Probanden (34w, 25m) mit einem Durchschnittsalter von $47,7 \pm 11,6$ Jahren vor. In dieser Gruppe findet sich bei einer 40 minütigen Testdauer eine mittlere Einschlafzeit von $35 \pm 8,1$ Minuten.

Mayer [36, 37] schlägt auf Basis der Daten von Doghramji et al. und unter Zugrundelegung von 2 Standardabweichungen nach unten vom Mittelwert Gesunder pathologische Grenzwerte bei 10,9 Minuten für 20 Minuten Tests vor. Dies erscheint aus pragmatischen Gründen praktikabel, wenn auch die wissenschaftliche Absicherung dieser Grenzwerte statistischen und nicht inhaltlichen Überlegungen entspringt.

Der MWT stellt eine wichtige Alternative im diagnostischen Prozedere der zentralnervösen Aktivierung dar. Er bietet im Gegensatz zum MSLT eine höhere Augenscheinvalidität, da in der Schlafmedizin häufiger die Fähigkeit wach zu bleiben, als einzuschlafen, interessiert. Ähnlich, wie der MSLT, stellt der MWT ein personal- und zeitintensives Verfahren dar. Empirisch gewonnene Norm- bzw. Grenzwerte liegen nur sehr eingeschränkt vor. Aussagen am Einzelfall erscheinen, wie beim MSLT nicht unproblematisch und bedürfen zumindest der Bestätigung durch andere Verfahren zum Merkmalsbereich.

5.2.2.3 Der Pupillographische Schläfrigkeitstest (PST)

Dem PST liegt die Messung der spontanen Pupillenmotorik in Dunkelheit zu Grunde. Bei nachlassendem zentralen Sympathikustonus nehmen die Schwankungen des Pupillendurchmessers zu. Der PST gibt Auskunft über den Grad der unbewußt kontrollierten, zentralnervösen Aktivierung. Eine stabile Pupillenweite zeigt ein hohes Aktivierungsniveau an, dagegen drückt Instabilität der Pupillenweite Schläfrigkeit aus.

Blickt eine gesunde, wache Person ins Dunkle, erweitert sich die Pupille unmittelbar. Im wachen Zustand bleibt die Pupillenweite unter Ausschluß von Lichteinfluß für lange Zeit stabil. Bei starker Tagesschläfrigkeit treten dagegen bereits nach wenigen Minuten starke Schwankungen der Pupillenweite auf. Diese Wellenphänomene wurden von ihrem Erstbeschreiber Löwenstein „fatigue-waves“ genannt [33]. Die niederfrequenten Pupillenoszillationen nehmen mit dem Ausmaß der Schläfrigkeit stark zu, dabei steigt ihre Amplitude bis zu mehreren Millimetern an. Dadurch ist über einen Zeitraum von 11 Minuten eine Abnahme der mittleren Pupillenweite im Dunkeln zu beobachten.

Bei der Durchführung sitzt der Patient in einem bequemen Stuhl am Meßtisch, der Kopf ruht auf einer kombinierten Kinn-/Stirnstütze. Die Augen sind mit einer weichen, lichtdichten Brille (Infrarotgläser) vor Lichteinfluß geschützt. Das typische schläfrigkeitsbezogene Verhalten der Pupille wird beim Pupillographischen Schläfrigkeitstest mittels infrarot-empfindlicher Videokamera und anschließender PC-gestützter Auswertung erfaßt [65].

Abb. 2: Pupillographischer Schläfrigkeitstest



Zielvariablen sind der Pupillenunruheindex (PUI) in mm pro Minute als auch das Amplitudenspektrum $\leq 0,8$ Hz als Maß für die Schwankungen der Pupillenweite.

Die Reliabilität des Verfahrens wurde an 38 männlichen Normalpersonen (35-60 Jahren) geprüft. Die Probanden wurden im Abstand von 4 Monaten jeweils vormittags einer PST-Messung unterzogen und schätzten sich anhand der Stanford Sleepiness Scale subjektiv ein. Hierbei ergab sich eine hoch-

signifikante ($p < .0001$) Korrelation (Pearson Rangkorrelationskoeffizient $r = .64$) zwischen Erst- und Wiederholungsmessung. Bei einem PUI-Grenzwert von 10 mm/min wurden 36 der 38 Probanden (95%) bei beiden Messungen gleich beurteilt.

Im Schlafentzugsversuch nehmen PUI und Amplitudenspektrum im PST im Quadrat zur durchwachten Nachtzeit zu [66]. Bei gesunden Normalpersonen zeigt sich ein leichter Zusammenhang zwischen subjektiver Selbsteinschätzung (SSS) und objektiven Pupillenparametern (Spearman Rangkoeffizient 0.31, $p < .001$, $n = 142$) [28]. Hypersomniker unterscheiden sich von gesunden Vergleichspersonen durch massive Erhöhung im Amplitudenspektrum langsamer Pupillenoszillationen sowie einen signifikant (t-Test, $p < .05$) höheren Pupillenruheindex [67]. Bei Patienten mit Schlafapnoe-Syndrom ist unter nCPAP-Therapie bereits nach zwei Nächten eine signifikante Verbesserung (t-Test, $p < .0001$) der Vormittagswerte im pupillographischen Schläfrigkeitstest nachweisbar [68]. Patienten mit hohem RDI (Median = 55/h) bzw. hohen ESS-Werten (Median = 12) haben signifikant höhere Werte (t-Test, $p = .007$) im PST als solche mit niedrigeren RDI- bzw. ESS-Werten. Die Werte des Amplitudenspektrums korrelieren bei Patienten mit OSAS signifikant mit dem Ergebnis der Epworth Sleepiness Scale (Spearman Rangkoeffizient .31, $p = .0045$) [68].

In einem Normkollektiv ($n = 349$) zwischen 20 und 60 Jahren fand sich ein Mittelwert für den \ln PUI von $1,50 \pm 0,39$ mm/min. Der Normwertbereich ist in Tab. 6 dargestellt. Damit ergeben sich auffällige Werte ab einem \ln PUI $> 1,89$ und pathologische Werte ab einem \ln PUI $> 2,28$. Diese kritische Grenzwertbestimmung entspricht statistischen Konventionen und resultiert weniger aus inhaltlichen Überlegungen.

Wertebereich	MW-2SD	MW-SD	MW	MW+SD	MW+2SD
<i>\ln PUI [mm/min]</i>	0,73	1,11	1,50	1,89	2,28
Perzentilen	2,3%	15,9%	50%	84,1%	97,7%
PUI [mm/min]	2,07	3,05	4,50	6,64	9,80

Tabelle 6: Perzentile des Normwertbereichs für \ln PUI und PUI [69]

Gegenüber den klassischen Verfahren der Schlafmedizin, wie dem MSLT und dem MWT besitzt der PST eine deutlich höhere Ökonomie. Unter Berücksichtigung der kurzen Entwicklungsdauer des Verfahrens liegt bereits eine umfangreiche Prüfung testtheoretischer Gütekriterien vor.

5.2.3 Neuropsychologische Tests zur Erfassung von Schläfrigkeit

Neuropsychologische Untersuchungsverfahren kommen häufig im spezialisierten Schlafzentrum zur Beurteilung der Fahrtauglichkeit, der Arbeitsfähigkeit oder bei gutachterlichen Fragestellungen zum Einsatz. Aufgrund der sich daraus ergebenden eher geringen Anwendungshäufigkeit werden sie an dieser Stelle verkürzt dargestellt. Der interessierte Leser findet eine ausführlichere Beschreibung bei Weeß et al. (2000) [63] oder Steinberg et al. (2000) [57].

Neuropsychologische Verfahren beziehen sich in erster Linie auf schläfrigkeitsbezogene kognitive Prozesse (siehe Abschnitt 2.0), die der bewussten Kontrolle unterliegen. Zu ihnen werden die Vigilanz, die selektive und die geteilte Aufmerksamkeit gezählt. Sie besitzen gegenüber den klassischen elektrophysiologischen Verfahren der Schlafmedizin den Vorteil einer hohen Ökonomie und einer häufig besseren testtheoretische Absicherung.

Für die zu beachtenden Randbedingungen in der Untersuchungssituation siehe 5.1.1.

5.2.3.1 Vigilanz

Unter Vigilanz wird als neuropsychologischer Terminus die Fähigkeit verstanden in langandauernden und monotonen Situationen auf seltene und zufällig auftretende Reize rasch und adäquat zu reagieren (siehe Abschnitt 2.0). Für eine ausführliche Beschreibung dieses Aspekts siehe Weeß et al. (1998) [62].

Grundsätzlich sei angemerkt, dass sich einige Untersuchungsverfahren auf dem Markt befinden, deren Reizdichte so hoch ist, dass sie weniger eine Vigilanz als vielmehr eine Daueraufmerksamkeitsaufgabe darstellen. Auch ist auf die Aufgabendauer streng zu achten. Methoden, deren Aufgabendauer bedeutsam unter 30 min liegt können häufig, vermutlich aufgrund motivationaler Einflüsse, nicht zwischen Gesunden und Schlafgestörten unterscheiden bzw. maskieren die Vigilanzeinschränkungen bei Kranken.

5.2.3.1.1 Vigilanztest nach Quatember und Maly

Das computerunterstützte Testverfahren "Vigilanz" aus dem Wiener Testsystem basiert auf dem "Clocktest", der 1950 von Mackworth zur Messung der Vigilanz bei amerikanischen Soldaten entwickelt wurde.



Abb. 4: Proband bei der Bearbeitung des Vigilanztests.

Der Proband hat einen springenden Lichtpunkt entlang einer Kreisperipherie am Computer-Bildschirm zu beobachten. Immer dann, wenn der Lichtpunkt einen doppelt weiten Sprung macht hat der Proband rasch mit einer Reaktionstaste zu reagieren.

Es liegen drei verschiedene Testversionen vor, die sich im Aufbau, in der Gesamtdauer, der Anzahl der kritischen Reize, der Schrittdauer, der Anzahl der Teilzeiten, der Schritte und Sprünge unterscheiden. Die Testdauer bei V.a. Einschränkungen der Vigilanz, z.B. bei schlafbezogenen Atmungsstörungen, sollte zwischen 60 und 90 Minuten betragen.

In einer eigenen Untersuchung bei 16 SAS-Patienten und 15 Kontrollen wiesen die Patienten eine signifikant höhere Fehlerhäufigkeit in diesem Vigilanztest (Version Müggenburg) auf. Patienten mit leichtem oder schwerem SAS zeigten in ihrer Vigilanzleistung über 66 Minuten allerdings keinen signifikanten Unterschied.

5.2.3.1.2 Untertest *Vigilanz* der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung

Zur Bearbeitung der Vigilanzaufgabe sitzt der Proband vor einem Bildschirm. Vier Aufgaben mit verschiedenen Reizen (optisch, akustisch, optisch / akustisch) stehen zur Verfügung. Alle Verfahren können mit hoher oder niedriger Reizdichte durchgeführt werden. Bei der akustischen Vigilanztestung werden ein hoher und ein tiefer Ton (1000 Hz und 440 Hz) alternierend dargeboten. Eine Antwort ist zu geben, wenn der gleiche Ton zweimal hintereinander zu hören ist. Der optische Test wird in zwei Versionen als springendes Quadrat oder als vertikal bewegter Balken angeboten. Entdeckt werden soll eine Unregelmäßigkeit im alternierenden Muster der Quadrate oder ein deutlich größerer Ausschlag des pendelnden Balkens. Die bei der Erfassung der Vigilanz insbesondere zu berücksichtigende Dauer der Untersuchung kann bis zu 60 Minuten variiert werden. Die Auswertung erfolgt standardisiert und automatisch. Es werden die richtigen, die falschen und ausgelassene Reaktionen sowie die jeweiligen Reaktionszeiten ausgedruckt.

5.2.3.1.3 Vigimar

Bei dem Vigimar (Firma Simtest) handelt es sich um ein von der Marburger Arbeitsgruppe entwickeltes computergestütztes Verfahren zur Vigilanzdiagnostik.

Der Proband hat die Aufgabe, nach Verschwinden von einer von vier Rauten am Bildschirm durch Druck auf die korrespondierende Taste einer Vierertastatur in seiner Hand diese Raute „zurückzuholen“. Ort und Interstimulusintervall (20 - 40 s) sind randomisiert, so dass der Proband keinen Aufgabenrhythmus erlernen kann. Falls 10 s nach Verschwinden der Raute keine Reaktion erfolgt ist, ertönt ein akustisches Signal, um den Probanden wieder zu wecken. Der Vigilanztest kann in drei Testkonfigurationen über 30, 60 und 90 Minuten durchgeführt werden. Es besteht die Möglichkeit den Test mit einer EEG-Aufzeichnung zu koppeln.

Erfasst und ausgewertet werden die Reaktionszeiten und der Anteil der ausgelassenen oder versäumten Reaktionen. Den Autoren zufolge werden Beeinträchtigungen der Vigilanz über (a) durchschnittliche Reaktionszeiten von mehr als 1,5 s, (b) über zunehmende Reaktionszeiten von mehr als etwa 1,5 s im letzten Testdrittel, (c) einem Anteil von ausgelassenen Reaktionen über 2 % oder (d) einer deutlichen Zunahme der ausgelassenen Reaktionen im letzten Testdrittel dargestellt.

Eine testtheoretische Überprüfung des Verfahrens fand nicht statt. Reliabilitätsprüfungen und Validierungsstudien sind nicht bekannt. Der Test besitzt jedoch eine hohe Augenscheinvalidität. Die vom Hersteller genannten Normen bzw. Grenzwerte basieren nicht auf einer empirischen Datenbasis. Normdaten von gesunden Probanden zur Beurteilung pathologischer Vigilanzleistungen liegen nicht vor. Positiv für die Beurteilung der Vigilanzleistung ist die Kombinationsmöglichkeit mit EEG-Daten, da Simulationstendenzen besser aufgedeckt werden können.

5.2.3.2 Selektive Aufmerksamkeit

Die selektive Aufmerksamkeit beinhaltet die Fähigkeit eines Individuums, aus der Summe aller auf das Individuum einströmenden Reize eine (selektive) Auswahl relevanter Reize zu treffen (Abschnitt 2.0). Die Reize können unterschiedlichen Modalitäten entspringen. Für eine ausführliche Beschreibung dieses Aspekts siehe Weeß et al. (1998)[62].

5.2.3.2.1 Arbeitsleistungsserie „Pauli-Test“ Version 3.00 des Wiener Testsystems

Bei der Arbeitsleistungsserie des „Wiener Testsystems“ handelt es sich um ein computergestütztes Verfahren zur Erfassung der selektiven Aufmerksamkeit. Es beruht auf einem von Kraepelin und Oehrn entwickelten Verfahren zur Arbeitserprobung, welches in einer Papier-Bleistift Version unter dem Namen "Pauli-Test" bekannt wurde.

Die Probanden haben je nach Schwierigkeitsstufe unterschiedliche Rechenaufgaben zu lösen, je nach Testversion stehen ihnen 10 bis zu 20 Minuten zur Verfügung. Es können auch Aufgaben für das Kurzzeitgedächtnis ausgewählt werden, wodurch sich jedoch die Dimensionalität des Verfahrens erhöht. Der Test gilt als intelligenzunabhängig. Kategorial handelt es sich um einen Speed-Test. Jeder Aufgabe geht eine Übungsversion voraus.

5.2.3.2.2 Go/Nogo der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung

Die selektive Aufmerksamkeit kann mit dem Subtest Go/Nogo der TAP geprüft werden. Dieser überprüft die Fähigkeit zur Unterdrückung nicht adäquater Reaktionen. Für diesen Test werden zwei Durchführungsvarianten angeboten, wobei die 2. Variante die selektive Aufmerksamkeit speziell misst. 5 Quadrate mit unterschiedlichem Füllmuster werden auf einem Bildschirm dargeboten. Der Patient hat dann zu reagieren, wenn eines der 5 Quadrate mit den 2 vorgegebenen Quadraten, den kritischen Reizen übereinstimmt

5.2.3.3 Geteilte Aufmerksamkeit

Situationen, in denen geteilte Aufmerksamkeit gefordert wird, sind eher die Regel als die Ausnahme. Prüfbar ist die geteilte Aufmerksamkeit mittels sogenannter *dual-task* Aufgaben, bei denen Probanden gleichzeitig zwei Reizdarbietungen, z.T. unterschiedlicher Modalität beachten müssen (Abschnitt 2.0). Für eine ausführliche Beschreibung siehe Weeß et al. 1998 [62].

5.2.3.3.1 Test Geteilte Aufmerksamkeit der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung

Der Proband sitzt vor einem Computerbildschirm und hat zu reagieren, wenn sich aus einer Reihe sich in ihrer Position rasch verändernder Kreuze ein Quadrat ergibt. Gleichzeitig wird als akustische Aufgabe die Überprüfung einer monotonen Tonabfolge gestellt. Es kann zwischen vier verschiedenen Reizfolgen (Serie 1-4) gewählt werden, um u.a. Lerneffekte bei der Testwiederholung zu vermeiden.

5.2.3.3.2 Wiener Determinationsgerät (WDG)

Das computergestützte "Wiener Determinationsgerät" (Wiener Testsystem) bietet ein Verfahren zur Messung sensorisch-motorischer Funktionen im Wahlreaktionsverhalten. Es eignet sich zur Erfassung reaktiver Belastbarkeit und zur Aufdeckung von Störungen der geteilten Aufmerksamkeit. Es wird zur Leistungs- und Eignungsdiagnostik, bei Fragen der Verkehrs- und Sportpsychologie, in der Pharmakologie und der Neuropsychologie angewendet.

Optische Reize mit Lämpchen in fünf verschiedenen Farben sind durch Drücken ihnen zugeordneter Tasten zu beantworten. Das Aufleuchten zweier zusätzlicher weißer Lämpchen muss mit linkem und rechtem Fußpedal erwidert werden. Zwei akustische Reize, ein hoher und ein tiefer Ton, erfordern das Drücken einer jeweils eigenen Taste. Bis zu vier Reize können gleichzeitig angeboten werden. Die Bearbeitungsart kann in freier ("Modus Aktion"), fester ("Modus Reaktion") oder variabler ("Modus Adaptiv") Bearbeitungszeit erfolgen. Es besteht die Möglichkeit eines Feed-Backs durch Aufleuchten einer Fehlerlampe. Das Testsystem kann eigenen Anforderungen entsprechend programmiert werden, es kann auch auf Standardprogramme und z.T. normierte Parameterblöcke zurückgegriffen werden.

Ermittelt wird die Art der Reaktionen (falsch, richtig, ausgelassen, verspätet) sowie die mittlere Reaktionszeit und deren Streuungen für jedes Intervall und für jeden Subtest. Bei nicht fester Bearbeitungszeit wird die erreichte Geschwindigkeit erfaßt.

5.2.4 Subjektive Verfahren zur Beurteilung schläfrigkeitsbezogener Prozesse

Selbstbeurteilungsverfahren werden zur qualitativen wie quantitativen Erfassung des subjektiven Leidensdruckes der Patienten mit schläfrigkeits- und müdigkeitsbezogenen Störungen eingesetzt. In wissenschaftlichen Untersuchungen finden sich häufig nur geringe Beziehungen zwischen subjektiven und objektiven Maßen. Dies gilt insbesondere für den MSLT und den MWT, aber auch für neuropsychologische Untersuchungsverfahren. Hintergrund dürfte sein, dass subjektive Verfahren unsystematisch sowohl bei Schläfrigkeit als auch Müdigkeit zur Anwendung kommen. Weiterhin werden mit objektiven Verfahren in der Regel Aspekte der Schläfrigkeit erfasst, wohingegen subjektive Verfahren eher auf das subjektiv belastende Phänomen Schläfrigkeit in seiner Gesamtheit abzielen. Weiterhin könnte die Abhängigkeit subjektiver Fragebogendaten von der Introspektionsfähigkeit der Patienten als weitere Ursache diskutiert werden.

Grundsätzlich sollten subjektive Angaben und Beschwerden auch bei unauffälligen objektiven Befunden nicht vernachlässigt werden, zumal einige in der Schlafmedizin eingesetzte objektive Verfahren testtheoretischen Gütekriterien kaum genügen. Im Einzelfall kann die Diffe-

renzierung zwischen einem erlebten Symptom, z.B. bei einer neurotischen Störung oder einer tendenziellen Darstellung sehr schwierig sein. Bei gutachterlichen Fragestellungen ist natürlich auch auf die Verfälschbarkeit der Ergebnisse (Simulation oder Dissimulation) bei Fragebogendaten zu achten.

Nachfolgend werden 3 Fragebogenverfahren zur Erfassung der subjektiven Schläfrigkeit vorgestellt. Fragebogen zur Erfassung der Müdigkeit existieren in deutscher Sprache derzeit (noch) nicht. Allerdings lässt sich mit dem LISST über die Skalen Insomnie und Tagesschläfrigkeit indirekt auf das Vorliegen von Müdigkeit bzw. Schläfrigkeit gut zurück schließen.

5.2.4.1 Die Stanford Sleepiness Scale

Die Stanford-Schläfrigkeits-Skala (SSS) wird in der klinischen Routine und bei wissenschaftlichen Untersuchungen angewendet. Patienten schätzen in regelmäßigen Zeitabständen, z.B. auch vor jeder Durchführung des MSLT, den Grad ihrer Wachheit mit einer siebenstufigen Skala ein. Untersuchungen zur Sensitivität ergaben, dass bereits Ratings in 15 Minuten-Intervallen diskrete Veränderungen des Grades der Wachheit wiedergeben [21]. Aus den Punktwerten für jedes Zeitintervall wird ein Summenwert gebildet. Nach Hoddes et al. [22] ist die Reliabilität der SSS gering, was auch auf die Variabilität des Untersuchungsgegenstandes zurückgeführt werden könnte. Validitätsprüfungen im eigentlichen Sinne sind dem Autor nicht bekannt. Johns [25] fand keine signifikanten Korrelationen zur Einschlafzeit im MSLT. Aufgrund der fraglichen Validität des MSLTs dürfen derartige Ergebnisse jedoch nicht überbewertet werden.

Die SSS ist ein gutes, weitverbreitetes Fragebogenverfahren zur Erfassung des individuellen circadianen Verlaufs von Störungen. Da aber immer noch eine Normierung aussteht, ist eine interindividuelle Bewertung der Ergebnisse nur eingeschränkt möglich.

5.2.4.2 Die Epworth Sleepiness Scale

Die Epworth-Schläfrigkeits-Skala (ESS) stellt ein einfaches Verfahren zur Quantifizierung der Einschlafneigung in Alltagssituationen dar. Aufgrund verhaltensnaher Items ist von einer ausreichenden interindividuellen Vergleichbarkeit auszugehen. Die Patienten werden nach der Wahrscheinlichkeit ihres Einschlafens in acht typischen Alltagssituationen befragt. Die Wahrscheinlichkeit kann gestuft von 0 = *gar nicht* bis 3 = *hoch* eingeschätzt werden. Die Einzelergebnisse werden zu einem Gesamtscore zwischen 0 und 24 summiert. Die Ergebnisse müssen allerdings dann zurückhaltend interpretiert werden, wenn Patienten gewisse abgefragte Alltagssituationen gar nicht erleben, z.B. Theaterbesuche, Beifahrer im Auto etc., da die dann niedrigeren Scores der ESS das eigentliche Ausmass der Störung verschleiern würden.

Test-Retest Untersuchungen ergaben eine hohe Reliabilität [26]. Validitätsprüfungen und Normierungsstudien im eigentlichen Sinne liegen nicht vor. Die Abfrage verhaltensnaher Situationen bei klarer Fragestellung dürfte eine eher höhere Validität erwarten lassen.

Aufgrund einiger klinischer Studien wird ein Punktwert größer als 10 als pathologisch betrachtet.

5.2.4.3 Das Landecker Inventar für Schlafstörungen (LISST)

Bei dem LISST handelt es sich um ein faktoren- und clusteranalytisch entwickeltes Screening-Verfahren zur validen differentialdiagnostischen Erfassung von Schlafstörungen.

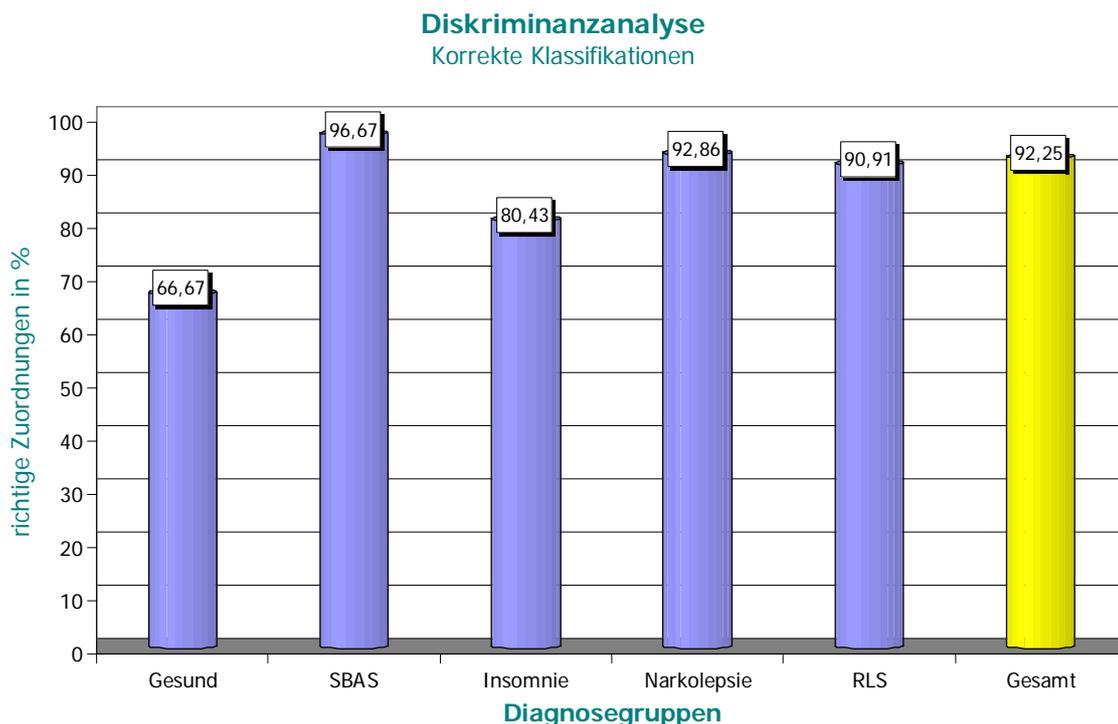
Zum Ausfüllen des Fragebogens werden, je nach Patient, zwischen 5 und 15 Minuten benötigt. Der Fragebogen besteht aus insgesamt 75 Items. 50 Items beziehen sich auf charakteristische Merkmale verschiedener Schlafstörungen (Schlafbezogenen Atmungsstörungen, Insomnischen Störungen, Narkolepsien, Restless-Legs-Syndrome, Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus), 13 Items auf das Vorhandensein von körperlichen Erkrankungen und 12 Items auf

die Einnahme von Medikamenten, Alkohol und Drogen. 2 Skalen geben Auskunft über den Grad der subjektiven Tagesschläfrigkeit und der subjektiven Schlafqualität.

Die testtheoretische Absicherung des LISST wurde unter Beteiligung mehrerer DGSM-akkreditierter Schlafzentren an insgesamt 433 Patienten vorgenommen. Die Reliabilitätswerte aller Skalen liegen bei $r = .70$ oder höher. Die Skala *Subjektive Schläfrigkeit / Leistungsvermögen am Tage* des LISST korreliert ($r = .64, p = .00$) in hohem Maße mit der Epworth Sleepiness Scale (ESS), was auf eine gute Validität dieser Skala hindeutet.

Der sehr hohe Grad an Übereinstimmung zwischen LISST und im Schlaflabor polysomnographisch begründeten Diagnosestellungen konnte anhand einer Diskriminanzanalyse (Wilk's Lambda = .044; $F = 3,54$; $p = .000$) nachgewiesen werden (Abb. 4). Patienten mit der polysomnographisch begründeten Diagnose *Schlafbezogene Atmungsstörung* wurden anhand des LISST zu 96,7% der Fälle richtig klassifiziert. Patienten mit *Narkolepsie* wurden zu 92,9%, Patienten mit *Restless-Legs Syndrom* zu 90,9% und Patienten mit *insomnischen Störungen* zu 80,4% vom LISST richtig erkannt. Lediglich für Patienten mit der polysomnographisch begründeten Diagnose *Ausschluß Schlafstörung* wurde ein Grad der Übereinstimmung von 66,6% ermittelt. Diese verminderte Übereinstimmung in dieser "Patientengruppe" dürfte auf objektiv wahrnehmbare schlafbezogene Symptome durch den Patienten selbst als auch den Diagnostiker im Schlaflabor zurückzuführen sein. Letzlich war auch der Diagnostiker im Schlaflabor ohne Polysomnographie nicht in der Lage eine Schlafstörung auszuschließen.

Abb 4: Diskriminanzanalyse: Grad der Übereinstimmung zwischen LISST und polysomnographisch begründeten Diagnosen



Das LISST unterscheidet die häufigsten Schlafstörungen, gibt Hinweise auf das Vorliegen von sekundären Schlafstörungen und Parasomnien und evaluiert die Auswirkungen von nicht erholsamen Schlaf, wie Tagesschläfrigkeit und Schlafqualität. Es stellt ein reliables und valides Meßinstrument sowohl für die Diagnostik als auch die Verlaufsbeobachtung von Schlafstörungen dar. Im ambulanten Rahmen ist es aufgrund seiner hohen diagnostischen Validität als Screeningverfahren einsetzbar. Aufgrund seiner Standardisierung ist es für wissenschaftliche Anwendungen ebenso geeignet.

5.3 Gutachterliche Aspekte bei Schlafstörungen

Die Begutachtung von Schlafstörungen gewinnt wegen des allgemein anwachsenden Wissens um das Risiko vieler Schlaf-Wachstörungen an Bedeutung. Tagesschläfrigkeit ist mit einer erhöhten Monotonintoleranz gepaart. Vor allem Patienten mit monotonen Tätigkeiten, z.B. Beschäftigungen in Überwachungsfunktionen oder als Berufskraftfahrer, sind einem erhöhten Unfallrisiko ausgesetzt (siehe auch Tab. 7).

Vorsichtige Schätzungen lassen annehmen, dass jährlich 17.000 an die gesetzliche Unfallversicherung gemeldete Arbeitsunfälle auf das obstruktive Schlaf-Apnoe-Syndrom zurückzuführen sind.

Gutachterliche Fragen treten vor allem im Rentenrecht, im sozialen Entschädigungsrecht, im Krankenversicherungsrecht, in der gesetzlichen Unfallversicherung und in der Schwerbehindertengesetzgebung auf. Für die schlafbezogenen Atmungsstörungen und die Narkolepsie, deren dominierende Symptomatik die erhöhte Tagesschläfrigkeit ist, wurden von der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie (DGP) Begutachtungsgrundsätze entwickelt. Auch in den „Anhaltspunkten für die ärztliche Gutachtertätigkeit“ des sozialen Entschädigungsrechts und im Schwerbehindertengesetz werden das obstruktive Schlaf-Apnoe-Syndrom und die Narkolepsie gesondert aufgeführt.

Risikopatienten bei erhöhter Tagesschläfrigkeit mit Einschlafneigung
<ul style="list-style-type: none">• LKW- Bus-Fahrer• PKW-Fahrer mit höherer Kilometerzahl• Zug-Führer• Piloten• Kran- und Baggerführer• Bedienstete mit Überwachungstätigkeiten• Bedienstete an gefährlichen Maschinen• Arbeiter mit Absturzgefahr• Andere Bedienstete mit hohen Anforderungen an die Monotonieintoleranz

Tab. 7: Risiko-Berufsgruppen bei Patienten mit erhöhter Tagesschläfrigkeit, nach Rühle et al. 1998

5.3.1 Rentenrecht

Im § 43 SGB VI ist die Berufsunfähigkeit (BU), im § 44 SGB VI ist die Erwerbsunfähigkeit (EU) gesetzlich geregelt.

„Berufsunfähig sind Versicherte, deren Erwerbsfähigkeit wegen Krankheit oder Behinderung auf weniger als die Hälfte derjenigen von körperlich, geistig und seelisch gesunden Versicherten mit ähnlicher Ausbildung und gleichwertigen Kenntnissen und Fähigkeiten gesunken ist .

Erwerbsunfähig sind Versicherte, die wegen Krankheit und Behinderung auf nicht absehbare Zeit ausserstande sind, eine Erwerbstätigkeit in gewisser Regelmässigkeit auszuüben oder Arbeitsentgelt oder Arbeitseinkommen zu erzielen, das ein Siebtel der monatlichen Bezugsgrösse übersteigt...“

Von einer BU ist beim obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndrom dann auszugehen, wenn unter adäquater Therapie, z.B. nächtlicher Ventilationstherapie, die Erwerbsfähigkeit im erlernten Beruf aufgrund von vigilanzbedingten Einschränkungen, z.B. der Einschlafneigung am Tage, auf weniger als die Hälfte vergleichbarer Gesunder herabgesunken ist. Eine EU ist beim obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndrom aber eher die Ausnahme, da geeignete therapeutische Maß-

nahmen zur Verfügung stehen, die zumindest eine Teilremission der Erkrankung erwarten lassen. Mit Umgestaltung der Arbeitsbedingungen oder Umschulungsmaßnahmen kann meist auch ein geeigneter Arbeitsplatz geschaffen werden. Eine EU wird beim obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndrom in der Regel nur dann auftreten, wenn weitere schwerwiegende Begleiterkrankungen, z.B. des Herz-Kreislauf Systems auftreten.

Eine BU bei Patienten mit Narkolespie liegt dann vor, wenn unter anerkannten Therapiemethoden täglich mehrfach imperative Einschlafattacken und Tagschlaf-Episoden während der Berufsausübung auftreten. Kataplexien sind ebenso gutachterlich relevant, wenn sie sich in einer Häufigkeit ereignen, die eine Ausübung des erlernten Berufes wegen der Gefährdung des Betroffenen oder Dritter nicht zulässt. Bei der Narkolepsie ist dann von einer EU auszugehen, wenn unter adäquater Therapie imperative Einschlafattacken und Kataplexien unabhängig von der Arbeitssituation auftreten, so dass auch keine regelmäßige Arbeitsleistung erbracht werden kann. Eine EU kann aber erst nach Verweis auf andere Beschäftigungen oder Umschulungen ausgesprochen werden, was eher selten geschieht.

5.3.2 Soziales Entschädigungsrecht

Das soziale Entschädigungsrecht bzw. das Schwerbehindertengesetz stellt eine Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) oder einen Grad der Behinderung (GdB) fest. Sie werden nach den Auswirkungen von Funktionsbeeinträchtigungen als Schädigungsfolge bzw. Behinderung in allen Lebensbereichen bestimmt. Der GdB wird unabhängig von der Leistungsfähigkeit im Beruf beurteilt und steht nicht in direkter Beziehung zur Erwerbsfähigkeit der gesetzlichen Rentenversicherung.

Die für das obstruktive Schlaf-Apnoe-Syndrom geltende MdE bzw. GdB sind in Tabelle 5 aufgeführt. Folge- oder Begleiterkrankungen (z.B. Herz-Kreislaufkrankungen, neuropsychologische Schädigungen) werden zusätzlich berücksichtigt.

Tab. 8: MdE / GdB für das obstruktive / gemischte Schlaf-Apnoe Syndrom

Obstruktives bzw. gemischtes Schlaf-Apnoe-Syndrom (polysomnographisch diagnostiziert)	
Schwere- bzw. Remissionsgrad	MdE/GdB-Grad in %
Ohne Notwendigkeit einer kontinuierlichen nasalen Überdruckbeatmung	0-10
Mit Notwendigkeit einer kontinuierlichen nasalen Überdruckbeatmung	20
Bei nicht durchführbarer nasaler Überdruckbeatmung	mindestens 50

Nach den „Anhaltspunkten der ärztlichen Gutachtertätigkeit“ kann bei der Narkolespie je nach Häufigkeit, Ausprägung und Kombination der Hauptsymptome Tagesschläfrigkeit, imperative Einschlafattacken, Kataplexien und der Nebensymptome Schlafstörung, Schlafplähmung, hypnagoge Halluzinationen ein GdB zwischen 50 % und 80 % vorliegen. Tab. 9 führt die empfohlenen GdB bzw. MdE im Überblick auf. Die Reversibilität der Symptome sollte unter anerkannten therapeutischen Methoden geprüft werden.

Tab. 9: MdE / GdB für die Narkolepsie

Narkolepsie (im Schlaflabor diagnostiziert)	
Schwere- bzw. Remissionsgrad	MdE/GdB-Grad in %
Persistierende leichte Beeinträchtigung der Wachheit mit Nebensymptomen	< 40 %
Persistierende mittelgradige Beeinträchtigung der Wachheit mit mindestens täglichem Einschlafen, Kataplexien und Nebensymptomen	< 50 %
Trotz adäquater Therapie persistierende schwergradige Beeinträchtigungen der Wachheit und Kataplexien	> 50 %

5.3.3 Verkehrssicherheit

Patienten mit obstruktivem Schlaf-Apnoe-Syndrom oder Narkolepsie und ausgeprägter Beeinträchtigung der Wachheit sollten nicht als Fahrzeugführer am Straßenverkehr teilnehmen. Gleiches gilt für Lokomotivführer, Piloten, Soldaten und in der Seefahrt. Die Patienten müssen über die Risiken aufgeklärt und informiert werden. Die schriftliche Dokumentation der Aufklärung ist geboten .

Eine Meldepflicht an die zuständigen Behörden besteht allerdings nicht, es sei denn, es wird in gutachterlichem Auftrag gehandelt. Im Einzelfall, insbesondere bei Risikogruppen (siehe Tab. 7) kann die Abwägung zwischen Schweigepflicht und Schutz der Allgemeinheit jedoch notwendig sein. Bei Berufskraftfahren und anderen Personenbeförderern besteht bis zum Zeitpunkt des Greifens der Therapie Arbeitsunfähigkeit.

Interessant in diesem Zusammenhang erscheint ein Urteil des Landgerichts Hannover (ADAJUR Dok.-Nr.19004) „Ist Sekundenschlaf aufgrund von Schlafapnoe Unfallursache, muss die Kasko nicht zahlen. Diese Krankheit verursacht chronische Tagesschläfrigkeit.“ Das Einnicken wurde von dem Gericht als Bewusstseinsstörung gewertet.

Andererseits entschied das OLG Frankfurt (ADAJUR Dok.-Nr. 31673): Schläft ein Autofahrer kurzzeitig am Steuer ein und baut einen Unfall, handelt es sich nur dann um eine grobe Fahrlässigkeit, wenn er vorher bewusst eindeutige Anzeichen von Müdigkeit hätte bemerken müssen und wenn er sich bewusst darüber hinweggesetzt hat.

Beim obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndrom mit ausgeprägten schläfrigkeitsbezogenen Einschränkungen sollte mangelnde Verkehrstauglichkeit bis 6 Wochen nach suffizienter Therapie angenommen werden oder eine umfassende Verkehrstauglichkeitsdiagnostik im spezialisierten Schlafzentrum die Verkehrstauglichkeit nachweisen. In einigen Untersuchungen fand sich aber auch nach 6 Wochen eine nicht vollständige Remission aller schläfrigkeitsbezogenen Einschränkungen. Daher sollte bei Berufskraftfahrern stets vor Aufnahme der Berufstätigkeit eine ausführliche Untersuchung schläfrigkeitsbezogener Einschränkungen stattfinden. Dies gilt auch für andere Risikogruppen (Tab. 7).

Die Begutachtung sollte auf jeden Fall eine ausführliche Evaluation der therapeutischen Maßnahmen mit Polysomnographie, MSLT (MWT) und neuropsychologischen Untersuchungen erfolgen. Die Beurteilung der Fahrtauglichkeit auf der Basis nur eines einzigen Untersuchungsverfahrens (z.B. MSLT) ist aufgrund der Fülle und der Komplexität der an der Fahrtauglichkeit beteiligten Komponenten nicht möglich.

Für die Narkolepsie gibt es aufgrund der mangelnden Vorhersagbarkeit der Wirkung einzelner therapeutischer Maßnahmen keine einheitlichen zeitlichen Empfehlungen. Auch hier gilt, dass bis zum Erreichen weitgehender Remission Fahrtauglichkeit besteht. Die Fahrtauglichkeit sollte unter suffizienter Therapie mit neuropsychologischer Untersuchung, Schlaftagebuch (Häufigkeit von Kataplexien und imperativen Einschlafattacken) und ggf. Fremdbeobachtung

evaluiert werden. Veränderungen der Zahl und Frequenz von SOREM im MSLT sind auch bei eindeutigem klinischem Therapieerfolg nicht unbedingt zu erwarten.

5.3.4 Methodik zur Beurteilung von BU/EU, GdB/MdE und Fahrtauglichkeit

Die Komplexität der auf Tagesschläfrigkeit zu beziehenden Einschränkungen lässt Aussagen über die Arbeitsfähigkeit oder Verkehrstauglichkeit auf der Basis eines einzelnen Untersuchungsverfahrens nicht zu. Die Arbeitsfähigkeit richtet sich auch nach den speziellen Anforderungen eines Arbeitsplatzes und die erforderliche kontinuierliche Wachheit. Diese Anforderungen müssen individuell für jeden Patienten bestimmt werden und entsprechende Untersuchungsinstrumente herangezogen werden. Die Arbeitsfähigkeit eines Berufskraftfahrers setzt sich beispielsweise aus anderen Merkmalskombinationen zusammen, als diejenige einer Schreibkraft. Die Verkehrstauglichkeit setzt Fähigkeiten voraus, welche hohe Anforderungen an die Monotonieintoleranz (Vigilanz), die geteilte und die selektive Aufmerksamkeit, die Reaktionsfähigkeit u.a. stellt. In Einzelfällen kann die Durchführung einer Fahrprobe notwendig werden. Schreiben nach Diktat ist dagegen mit kontinuierlicher Reizvariation verbunden, Schläfrigkeit und Monotonieintoleranz wären außerdem weder für den Betroffenen noch seine Umgebung direkt gefährdend.

Von der „Arbeitsgruppe Vigilanz“ der DGSM wurden Standards für die schläfrigkeitsbezogene Diagnostik entwickelt [63]. Grundsätzlich bleibt anzumerken, dass nur Untersuchungsmethoden verwendet werden sollten, die testtheoretischen Gütekriterien genügen und eine entsprechende Normierung aufweisen. Nur sie erlauben objektive Aussagen zur Leistungseinschränkung eines Patienten in einzelnen Merkmalsbereichen und bieten die Möglichkeit der Therapieevaluation. Untersuchungsmethoden ohne wissenschaftliche Normierung besitzen keine Aussagekraft hinsichtlich des Leistungsniveaus vor und unter Therapie.

Grundsätzlich sollten bei der Interpretation der Befunde Persönlichkeitsaspekte, z.B. die Motivation in der Untersuchungssituation, mit berücksichtigt werden. Insbesondere bei der Beurteilung der Arbeitsfähigkeit, der Verkehrstauglichkeit oder bei Fragestellungen zu einer möglichen Berentung sollte auf Simulations- oder Dissimulationstendenzen ein besonderes Augenmerk gerichtet sein.

Zur besseren Zuordnung möglicher Befunde empfiehlt es sich, die Therapieevaluation im Schlaflabor unter polysomnographischer Kontrolle durchzuführen. Derartige Untersuchungen sollten aufgrund des einheitlichen qualitativen Standards nur in DGSM-akkreditierten Schlaflaboratorien erfolgen. Die Testuntersuchung und die Interpretation der Ergebnisse sollte nach Möglichkeit unter Mitwirkung von Fachpersonal, d.h. Psychologen oder Neuropsychologen durchgeführt werden.

In Tab. 10 werden die Methoden und Untersuchungsverfahren zur Diagnostik schläfrigkeitsbedingter und müdigkeitsbezogener Störungen dargestellt und Merkmalsbereichen zugeordnet. Es ist darauf zu achten, dass für eine differenzierte Diagnosestellung mindestens ein Verfahren aus dem jeweiligen Merkmalsbereich durchgeführt wird.

Tab. 10: Methoden zur Beurteilung schläfrigkeit- und müdigkeitsbedingter Störungen.

Erfassung der subjektiven Schläfrigkeit
Schlafanamnese und spezifische schläfrigkeit- und müdigkeitsbezogene Anamnese
Standardisierte Fragebogen: LISST, STAI, ESS, SSS (circadiane Aspekte subjektiver Schläfrigkeit / Müdigkeit)
Neuropsychologische Untersuchungsverfahren zur Beurteilung schläfrigkeitbezogener Einschränkungen
Zentralnervöses Aktivierungsniveau (Grad der Wachheit): Reaktionszeittests mit und ohne Warnreiz, Flimmerverschmelzungsfrequenz,
Selektive Aufmerksamkeit: Wiener Testsystem (Pauli-Test), TAP Go / Nogo (Test zur geteilten Aufmerksamkeit)
Geteilte Aufmerksamkeit: Wiener Testsystem (Determinationsgerät), TAP (Test zur geteilten Aufmerksamkeit)
Vigilanz: Wiener Testsystem (Vigilanztest nach Quatember und Maly oder Version Mügenburg), TAP (Test zur geteilten Aufmerksamkeit, akustischer oder visueller Vigilanztest)
Neuro- und elektrophysiologische Methoden zur Beurteilung schläfrigkeitbezogener Einschränkungen
Zentralnervöses Aktivierungsniveau (Grad der Wachheit): MSLT, MWT, Pupillographie, Evozierte Potentiale, LZ-EEG.

6 Literatur

- [1] *Alapin I., C.S. Fichten, E. Libman, L. Creti, S. Bailes, J. Wright*: How good and poor sleep in older adults and college students related to daytime sleepiness, fatigue, and ability to concentrate? *Journal of Psychosomatic Research*, 49, 381- 390, (2000).
- [2] *Aldrich M.S., R.D. Chervin, B.A. Malow*: Value of the multiple sleep latency test (MSLT) for the diagnosis of narcolepsy. *Sleep*, 20(8): 620-629, (1997).
- [3] *Beck A.T., C.H. Ward, M. Mendelson, J.E. Mock, J.K. Erbaugh*: An inventory for measuring depression. *Archives of General Psychiatry*, 4:561-571, (1961).
- [4] *Benbadis S.R., M. Perry, B R. Wolgamuth, J. Turnbull, W. B Mendelson*: Mean versus median for the multiple sleep latency test. *Sleep* 18(5): 342-345, (1995).
- [5] *Bishop C., L. Rosenthal, H. Todd, T. Roehrs, T. Roth*: The frequency of multiple sleep onset REM periods among subjects with no excessive daytime sleepiness. *Sleep* 19: 727-730, (1996).
- [6] *Borbély A.A., P. Achermann*: Concepts and models of sleep regulation, an overview. *Journal of Sleep Research* 1, 63-79, (1992).
- [7] *Broughton J.R., R.D. Ogilvie*: *Sleep, Arousal and Performance*, Birkhäuser, Boston, (1992).
- [8] *Carskadon M.A., W.C. Dement*: Sleep tendency: an objective measure of sleep loss. *Sleep Res* 6: 200, (1977).
- [9] *Carskadon M.A., K. Harvey, W.C. Dement*: Sleep loss in young adolescents. *Sleep* 4: 299-312, (1981).
- [10] *Carskadon M.A., W.C. Dement, M.M. Mitler, T. Roth, P.R. Westbrook., S. Keenan*: Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT): a standard measure of sleepiness. *Sleep* 9(4): 519-524, (1986).
- [11] *Carskadon M.A.*: Guidelines for the Multiple Sleep Latency Test (MSLT): A Standard Measure of Sleepiness. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC (Hrsg.): *Principles and Practice of Sleep Medicine*. WB Saunders Company, Philadelphia, pp 962-966, (1994).
- [12] *Cathébras P.J., J.M. Robbins, L.J. Kirmayer, B.C. Hayton*: Fatigue in primary care: Prevalence, Psychiatric Comorbidity, Illness Behavior and Outcome. *J Gen Int Med* (7), 276-286, (1992).
- [13] *Chervin R.D., M.S. Aldrich, R. Pickett, C. Guilleminault*: Comparison of the results of the Epworth Sleepiness Scale and the Multiple Sleep Latency Test. *J Psychosom Res* 42(2): 145-155, (1997).
- [14] *Cluydts R., E. de Valck, E. Verstraeten, P. Theys*: Daytime sleepiness and its evaluation. *Sleep Medicine Reviews*, Vol. 6, No. 2, 83- 96, (2002).
- [15] *Danker-Hopfe H., S. Kraemer, H. Dorn, A. Schmidt, I. Ehlert, W. Herrmann*: Time of day variations in different measures of sleepiness (MSLT, pupillography, and SSS) and their interrelations. *Psychophysiology* 38: 828-835, (2001).
- [16] *Doghramji .K, M. Mitler, R.B. Sangal, C. Shapiro, S. Taylor, J. Walsleben, and the MWT Normative Study Group* : A Normative Study of the Maintenance Of Wakefulness Test (MWT). *Journal of Sleep Research* Vol. 5 (Suppl. 1): 103, (1996).
- [17] *Fischer J., G. Mayer, J.H. Peter, D. Riemann, H. Sitter*. Leitlinie "S2" der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM), *Supplement* 3, (2001).
- [18] *Geisler P., T. Crönlein, F. Tracik, J. Zulley*: MSLT: Sleep latency in normals is age and sex related. 14th Congress of the European Sleep Research Society, (1998).

- [19] 30 *Harrison Y., V. Bright, J.A. Horne*: Can normal subjects be motivated to fall asleep faster?. *Physiol Behav* 60(2): 681-684, (1996).
- [20] *Hautzinger M., M. Bailer, H. Worall, F. Keller*: Beck-Depressions-Inventar (BDI). Testhandbuch. Verlag Hans Huber, Bern, (1995).
- [21] 32 *Hoddes E., W.C. Dement, V. Zarcone*: The development and use of the Stanford Sleepiness Scale (SSS). *Psychophysiology* 10: 431-436, (1973).
- [22] 33 *Hoddes E., V. Zarcone, H. Smythe, R. Philipps, W.C. Dement*: Stanford Schläfrigkeitsskala. In: Collegium Internationale Psychiatriae Salarum (Hrsg.): Internationale Scalen für Psychiatrie. 4. Auflage, Beltz, Göttingen, pp 137-139, (1996).
- [23] *Hoffmann R., T. Rasch, G. Schneider*: Fragebogen zur Erfassung allgemeiner und spezifischer Persönlichkeitsmerkmale Schlafgestörter. Hogrefe, Göttingen, (1996).
- [24] *Janke W., G. Erdmann, W. Kallus*: Stressverarbeitungsfragebogen (SVF) mit SVF 120. Göttingen: Hogrefe, (1997).
- [25] 37 *Johns M.W.*: A new method for measuring daytime sleepiness: The Epworth Sleepiness Scale. *Sleep* 14(6): 540-545, (1991).
- [26] 38 *Johns M.W.*: Reliability and factor analysis of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep* 15(4): 376-381, (1992).
- [27] 40 *Johnson L.C., C.R. Freeman, C.L. Spinweber*: Subjective and objective measures of sleepiness: effects of benzodiazepines and caffeine on their relationship. *Psychophysiology*, 28, 65, (1991).
- [28] 41 *Körner A., B. Wilhelm, H. Lüdtke, H. Wilhelm*: Pupillographic sleepiness test in normals. *Sleep* 21 (suppl): 53, (1998).
- [29] *Kraemer S., H. Danker-Hopfe, H. Dorn, A. Schmidt, I. Ehlert, W. Herrmann*: Time-of-day variations of indicators of attention: performance, physiologic parameters and self-assessment of sleepiness. *Biolo Psychiatry* 48: 1069-1080, (2000).
- [30] 44 *Kronholm E., M.T. Hyypä, E. Alanen, J.P. Halonen, M. Partinen*: What does the multiple sleep latency test measure in a community sample? *Sleep* 18(10): 827-835, (1995).
- [31] *Landwehr R., H.-G. Weeß, R. Steinberg*: Antiemetika. In: H. Schulz: Kompendium Schlafmedizin. Ecomed, (1998).
- [32] *Laux L., P. Glanzmann, P. Schaffner, C. D. Spielberger*: Das State – Trait – Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung. Beltz Test, (1981).
- [33] 48 *Löwenstein O., R. Feinberg, I.E. Loewenfeld*: Pupillary movements during acute and chronic fatigue. *Invest Ophthalmol* 2: 138-157, (1963).
- [34] 52 *Martin S.E., H.E. Engleman, I.J. Deary, N.J. Douglas*: The Effect of Sleep Fragmentation on Daytime Function. *Am J Respir Crit Care Med* 153: 1328-1332, (1996).
- [35] *Masur H.*: Skalen und Scores in der Neurologie. Stuttgart: Georg Thieme, (1995).
- [36] *Mayer G.*: Multipler Schlaflatenz – Test (MSLT). In: Schulz H.: Kompendium Schlafmedizin. Ecomed, (2001).
- [37] *Mayer G.*: Multipler Wachbleibe – Test (MST). In: Schulz H.: Kompendium Schlafmedizin. Ecomed, (2001).
- [38] 55 *Meier-Ewert K.*: Abnorme Tagesschläfrigkeit-Ansätze zu einer Typologie. *Therapeutische Umschau* 48(11): 746-750, (1991).
- [39] 56 *Meurice J.C., I. Marc, F. Series*: Efficacy of Auto-CPAP in the Treatment of Obstructive Sleep Apnea/Hypopnea Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 153: 794-798, (1996).
- [40] 58 *Mitler M.M.*: Evaluation of Treatment With Stimulants in Narcolepsy. *Sleep* 17 (Suppl.): 103-106, (1994).

- [41] 57 *Mitler M.M.*: Daytime Sleepiness and Cognitive Functioning in Sleep Apnea. *Sleep 16 (Suppl.)*: 68-70, (1993).
- [42] *Noelle-Neumann E., R. Köcher*: Allensbacher Jahrbuch der Demoskopie 1993-1997. Verlag für Demoskopie, Allensbach, (1997).
- [43] 63 *Penzel T., G. Hajak, R.M. Hoffman, R. Lund, T. Podzus, T. Pollmächer, T. Schäfer, H. Schulz, W. Sonnenschein, I. Spieweg*: Empfehlungen zur Durchführung und Auswertung polygraphischer Ableitungen im diagnostischen Schlaflabor. *Zeitschrift für EEG - EMG 24*: 65-70, (1993).
- [44] 64 *Poceta J.S., R.M. Timms, D.U. Jeong, S. Ho, M.K. Erman, M.M. Mitler*: Maintenance of Wakefulness Test in Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Chest 101(4)*: 893-897, (1992).
- [45] 65 *Posner M., R. Rafal*: Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits. In: Meier M, Benton A, Diller L (Hrsg.): *Neuropsychological Rehabilitation*. Churchill Livingstone, Edinburgh, pp 182-201, (1987).
- [46] 68 *Rechtschaffen A., A. Kales*: A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects, Public Health Service, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., (1968).
- [47] 69 *Richardson G.S., M.A. Carskadon, W. Flagg, J. van den Hoed, W.C. Dement, M.M. Mitler*: Excessive Daytime Sleepiness in man: Multiple Sleep Latency Measurement in narcoleptic and control subjects. *Electroencephalographie in Clinical Neurophysiology 45*: 621-627, (1978).
- [48] 72 *Roehrs T., F. Zorick, R. Wittig, W. Conway, T. Roth*: Predictors of Objective Level of Daytime Sleepiness in Patients with Sleep-Related Breathing Disorders. *Chest 95 (6)*: 1202-1206, (1989).
- [49] 71 *Roehrs T., M. Merrion, B. Pedrosi, E. Stepanski, F. Zwick, T. Roth*: Neuropsychological Function in Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS) compared to Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). *Sleep 18*: 382-388, (1990).
- [50] 75 *Sangal R.B., L. Thomas, M.M. Mitler*: Maintenance of Wakefulness Test Versus Multiple Sleep Latency Test: A Factor Analytic Approach. *Sleep Research 20*: 321, (1991).
- [51] 76 *Sangal R.B., L. Thomas, M.M. Mitler*: Maintenance of wakefulness test and multiple sleep latency test. Measurement of different abilities in patients with sleep disorders [see comments]. *Chest 101(4)*: 898-902, (1992).
- [52] 78 *Sangal R.B., M.M. Mitler, J.M. Sangal, US-Modafinil in Narcolepsy Multicenter Study Group*: MSLT, MWT and ESS: indices of sleepiness in 522 drug-free patients with narcolepsy, Apss-Meeting, San Francisco, (1997).
- [53] 84 *Schulz H., J. Wilde-Frenz*: The disturbance of cognitive processes in narcolepsy. *J Sleep Res 4*: 10-14, (1995).
- [54] *Shapiro C. M., M. Flanigan, J. A. E. Fleming, R. Morehouse, A. Moscovitch, J. Plamondon, R. Reinish, G. M. Devins*: Development of an adjective checklist to measure five FACES of fatigue and sleepiness. Data from a national survey of insomniacs. *Journal of Psychosomatic Research*, 52, 467- 473, (2002).
- [55] *Spielberger C.D., R. Gorsuch, R.E. Lushene*: STAI, Manual für the State-Trait-Anxiety Inventory, Beltz, Palo Alto, (1970).
- [56] 88 *Steinberg R., H.-G. Weeß, T. Schürmann, B. Wanka-Adam, C. Schönberg*: Moderierende Faktoren der Einschlaf latenz im MSLT. *Somnologie 2 (Suppl. 1)*: 43, (1998).
- [57] *Steinberg R., H.-G. Weeß, R. Landwehr*: Schlafmedizin- Grundlagen und Praxis. UNI-MED Verlag AG, Bremen, (2000).

- [58] *Stieglitz R.-D.*: Befindlichkeitsskala (Bf-S) (von Zerssen 1976). In Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin, H. Schulz (Hrsg.), Kompendium Schlafmedizin für Ausbildung, Klinik und Praxis (Kap. III-2.2.1.1). Landsberg/Lech: ecomed, (1997).
- [59] 91 *Thorpy M.J.*: Report from the American Sleep Disorders Association. The Clinical Use of the Multiple Sleep Latency Test. *Sleep* 15(3): 268-276, (1992).
- [60] *von Zerssen D.*: Klinisch-psychiatrische Selbstbeurteilungs-Fragebogen. In: Baumann K, Berbalk H, Seidenstücker G: Klinische Psychologie, Trends in Forschung und Praxis. Huber, Bern, (1979).
- [61] 94 *Weeß H.-G.*: Leistungserfassung beim Obstruktiven Schlaf-Apnoe Syndrom. - Aufmerksamkeitsbezogene Einschränkungen und deren Reversibilität, Roderer-Verlag, Regensburg, (1996).
- [62] 96 *Weeß H.-G., R. Lund, C. Gresele, W. Böhning, C. Sauter, R. Steinberg und AG-Vigilanz der DGSM*: Vigilanz, Einschlafneigung, Daueraufmerksamkeit, Müdigkeit, Schläfrigkeit - Die Messung müdigkeitsbezogener Prozesse bei Hypersomnien- Theoretische Grundlagen. *Somnologie* 2 (1): 32-41, (1998).
- [63] *Weeß H.-G., C. Sauter, P. Geisler, W. Böhning, B. Wilhelm, M. Rotte, C. Gresele, C. Schneider, H. Schulz, R. Lund, R. Steinberg und Arbeitsgruppe Vigilanz der DGSM*: Vigilanz, Einschlafneigung, Daueraufmerksamkeit, Müdigkeit, Schläfrigkeit - Diagnostische instrumentarien zur Messung müdigkeits- und schläfrigkeitsbezogener Prozesse und deren Gütekriterien, *Somnologie* 1(4), 20-38, (2000).
- [64] *Weeß H.-G., T. Schürmann, R. Steinberg*. Das Landecker Inventar für Schlafstörungen. In: H. Schulz. Kompendium Schlafmedizin. Ecomed, (2002).
- [65] 98 *Wilhelm B., H. Wilhelm, H. Lüdtke, P. Streicher, M. Adler*: Pupillographie zur objektiven Vigilanzprüfung: Methodische Probleme und Lösungsansätze. *Ophthalmologie* 93: 446-450, (1996).
- [66] 99 *Wilhelm B., H. Wilhelm*: Pupillographic assessment of sleepiness in sleep - deprived healthy subjects. *Sleep* 21 (3): 258-265, (1998).
- [67] 100 *Wilhelm H., H. Lüdtke, B. Wilhelm*: Pupillographic sleepiness test applied in hypersomniacs and normals. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 236 (10): 725-729, (1998).
- [68] *Wilhelm B., K.H. Rühle, D. Widmaier, H. Lüdtke*: Objektivierung von Schweregrad und Therapierfolg beim obstruktiven Schlafapnoe-Syndrom mit dem pupillographischen Schläfrigkeitstest. *Somnologie* 2: 51-57, (1998).
- [69] *Wilhelm B., A. Körner, K. Heldmaier, K. Moll, H. Wilhelm, H. Lüdtke*: Normwerte des pupillographischen Schläfrigkeitstests für Frauen und Männer zwischen 20 und 60 Jahren. *Somnologie* 5; 115 – 120, (2001).
- [70] *Zimmermann P., B. Fimm*: Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). Version 1.0 Schützberg, Psytest, (1993).
- [71] 102 *Zwyghuizen-Doorenbos A., T. Roehrs, M. Schaefer, T. Roth*: Test-retest reliability of the MSLT. *Sleep* 11(6): 562-5, (1988).