

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

kommiss. Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. Sieglinde Schwarze

**Screening des Schlafapnoesyndroms bei
Berufskraftfahrern-
eine Herausforderung in der arbeitsmedizinischen
Prävention**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Dorothee Knauf-Hübel

2007

**Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

Gez.:

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Bernd Nürnberg

Referentin: Univ.-Prof. Dr. med. Elisabeth Borsch-Galetke

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. med. Matthias Schneider

**Für
Michael, Nils und Jan**

die, jeder auf seine Weise, zum Entstehen dieser Arbeit beigetragen
haben.

Screening des Schlafapnoesyndroms bei Berufskraftfahrern - eine Herausforderung in der arbeitsmedizinischen Prävention

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	8
2.	HINTERGRUND	10
2.1.	Das Schlafapnoesyndrom (SAS)	10
2.1.1.	Definition	10
2.1.2.	Epidemiologie	11
2.1.3.	Pathogenese und Ätiologie	13
2.1.4.	Symptome und Erkrankungen in Folge eines SAS	16
2.1.5.	Diagnostik	21
2.1.6.	Therapiemöglichkeiten	23
2.1.7.	Verlauf und Prognose	27
2.2.	Das Schlafapnoesyndrom in der Arbeitsmedizin	28
2.2.1.	Allgemeine Bedeutung	28
2.2.2.	Bedeutung im Hinblick auf die Verkehrssicherheit	30
2.2.3.	Bestimmungen zur arbeitsmedizinischen Untersuchung von Berufsfahrern in der Bundesrepublik Deutschland und dem Großherzogtum Luxemburg	38
2.2.3.1.	Bundesrepublik Deutschland	38
2.2.3.2.	Großherzogtum Luxemburg	43
2.3.	Fragestellung und Ziel der Arbeit	47

3.	METHODIK	48
3.1.	Arbeitsmedizinische Betreuung in Luxemburg	48
3.1.1.	Service de Santé au Travail Multisectoriel (STM)	48
3.1.2.	Untersuchte Berufskraftfahrer im STM	50
3.2.	Untersuchungs- und Studienablauf	52
3.2.1.	Standarduntersuchungen im Rahmen der arbeits- medizinischen Beurteilung von Berufskraftfahrern (LKW-und Busfahrer)	52
3.2.1.1.	Optometrie	52
3.2.1.2.	Audiometrie	52
3.2.2.	Untersuchungen im Rahmen der Studie	52
3.2.2.1.	Anamnese und körperliche Untersuchung	53
3.2.2.2.	Epworth Sleepiness Scale (ESS)	54
3.2.2.2.1.	Grundlegende nationale und internationale Studien	54
3.2.2.2.2.	Eigenes Vorgehen	56
3.2.2.3.	Vigilanztest	56
3.2.2.3.1.	Grundlegende nationale und internationale Studien	56
3.2.2.3.2.	Eigenes Vorgehen	60
3.2.2.4.	Ambulante Schlafüberwachung mit mobilen Geräten für eine Nacht	60
3.2.2.4.1.	Grundlegende nationale und internationale Studien	60
3.2.2.4.2.	Eigenes Vorgehen	62
3.3.	Auswahl der Probanden	65
3.4.	Diagnostische Kriterien	66

4.	ERGEBNISSE	67
4.1.	Medizinische Untersuchungen	67
4.1.1.	Das Untersuchungskollektiv	67
4.1.1.1.	Größe, Gewicht, Geschlecht und Alter	67
4.1.1.2.	Charakteristische Merkmale der untersuchten Personen	68
4.1.2.	Berufsanamnese und Arbeitsbedingungen	71
4.1.3.	Schlafanamnese	73
4.2.	Epworth Sleepiness Scale (ESS)	75
4.3.	Vigilanztest	77
4.4.	Ambulante Schlafüberwachung mit mobilen Geräten	79
4.5.	Zusammenhänge zwischen den Parametern	81
4.5.1.	Vergleich der Ergebnisse Anamnese und körperliche Untersuchung untereinander und im Vergleich mit Epworth Sleepiness Scale, Vigilanztest und mobilen Geräten	81
4.5.2.	Zusammenfassung der Ergebnisse der vier untersuchten Screeningmethoden	88
5.	DISKUSSION	92
5.1.	Anamnese/Untersuchung	95
5.2.	Epworth Sleepiness Scale (ESS)	100
5.3.	Vigilanztest	103
5.4.	Geräte zur ambulanten Schlafüberwachung	107

5.5.	Andere diagnostische Möglichkeiten	114
5.6.	Resümee und Empfehlung	115
6.	ZUSAMMENFASSUNG	117
7.	LITERATUR	123
8.	ANHANG	137

1. Einleitung

Untersuchungen von schlafbezogenen Atmungsstörungen und den damit einhergehenden Schlafstörungen, die u.a. Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und Sicherheit der Betroffenen im normalen Tagesablauf mit sich bringen, sind seit langer Zeit Gegenstand zahlreicher Studien und Untersuchungen in den verschiedenen Bereichen der Medizin.

Vor allem sind Schlafapnoesyndrome (SAS) seit vielen Jahren untersucht und beschrieben worden. Im Laufe der Jahre wurde zunehmend die Bedeutung und das Ausmaß dieser Erkrankungen bekannt.

Schätzungen gehen heute von einer Prävalenz von mindestens 4% in der männlichen und 2% in der weiblichen Bevölkerung aus (Hein et al. 2001, Godfrey 2003). In der Literatur finden sich aber auch höhere Angaben von 13 bis 39% (Browne et al. 2001). Bei Vorliegen von weiteren Faktoren wie Obesität, Hypertension, Rauchen, Schnarchen und zunehmendem Alter muss jedoch von einer weit höheren Prävalenz ausgegangen werden, so dass bis zu über 50% der untersuchten Personen betroffen sind (Blazejova et al. 2000, Resta et al. 2001, Browne et al. 2001).

Probleme ergeben sich für die Patienten nicht nur durch die sofort auftretenden Beschwerden, die im Zusammenhang mit dem gestörten Schlaf stehen, wie z.B. vermehrte Tagesmüdigkeit mit herabgesetzter Leistungsfähigkeit. Über den Verlust an Lebensqualität hinaus stellt diese Einschränkung auch häufig ein stark erhöhtes Sicherheitsrisiko für den Betroffenen selbst und seine Umwelt dar, etwa wenn gefährliche Arbeiten ausgeführt werden.

Im weiteren Verlauf können Folgeerkrankungen, z.B. im kardiovaskulären Bereich auftreten, mit der Folge lebensbedrohlicher Zustände (Fischer 1992, Pankow et al. 1997, Gracia-Rio et al. 2000, Koehler et al. 2000).

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass der Untersuchung auf das Vorliegen eines Schlafapnoesyndroms bei der Beurteilung der Berufsfähigkeit von

Berufskraftfahrern eine besondere Bedeutung zukommt. Dies bringt in der ambulanten arbeitsmedizinischen Praxis aber eine Reihe von Problemen mit sich.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die verschiedenen Möglichkeiten zur Erfassung eines SAS zu vergleichen, um ein praktikables und effektives Screeningverfahren in der routinemäßigen arbeitsmedizinischen Untersuchung von Berufskraftfahrern einzubringen.

2. Hintergrund

2.1. Das Schlafapnoesyndrom (SAS)

2.1.1. Definition

In der Literatur finden sich verschiedene Einteilungen der schlafbezogenen Atemstörungen.

Eine Klassifizierung geht von dem Vorhandensein oder Fehlen einer Obstruktion aus (Fischer 1992):

Schlafbezogene Atemstörungen mit Obstruktion der oberen Atemwege:

- partiell (Schnarchen, Hypopnoe)
- komplett (Apnoe)

Schlafbezogene Atemstörungen ohne Obstruktion der oberen Atemwege:

- alveoläre Hypoventilation (primär-sekundär)
- zentrale Apnoe
- unkoordinierte Atmung

Kombinationen dieser Störungen sind möglich.

Eine Form der schlafbezogenen Atemstörungen sind die Schlafapnoesyndrome.

Die Differenzierung der Schlafapnoesyndrome erfolgt nach Fischer in drei verschiedene Arten (Fischer 1992):

➤ obstruktive Form

Bei dieser häufigsten Form kommt es zum Erschlaffen der Pharynxmuskulatur, was ein Verlegen der oberen Luftwege zur Folge hat. Die Atembewegungen von Thorax und Abdomen bleiben erhalten.

➤ zentrale Form

Bei dieser selten vorkommenden Form des SAS liegt eine Innervationsstörung der Atemmuskulatur vor. Die Atembewegungen von Thorax und Abdomen sistieren während der Apnoe.

➤ gemischte Form

Bei der gemischten Form handelt es sich um eine Kombination aus obstruktiver und zentraler Schlafapnoe.

Herold (2003) unterscheidet nur noch zwei Formen:

➤ SAS mit Obstruktion der oberen Atemwege (OSAS, > 90%)

➤ SAS ohne Obstruktion der oberen Atemwege (< 10%).

Das Schlafapnoesyndrom ist definiert als das kurzzeitige Sistieren des Atemflusses an Mund und Nase. Besonders häufig kommen diese Apnoen in den Einschlafstadien eins und zwei, sowie im REM-Schlaf vor. Auch bei Gesunden beobachtet man dieses Sistieren der Atemtätigkeit. Von einer pathologischen Apnoe spricht man, wenn diese länger als 10 Sekunden dauert. Zur Diagnose eines SAS wird der Apnoe-Index (AI) bestimmt (Guilleminault 1978). Dieser ist definiert als Anzahl der Apnoen pro Stunde Schlaf. Ein AI von mehr als fünf/Stunde Schlaf wird als erhöhte Apnoe-Aktivität bezeichnet (manche Autoren sehen diesen Wert bereits als pathologisch an). Sicher pathologisch ist ein AI von mehr als 10/Stunde Schlaf. Eine andere Definition geht von der Betrachtung der Gesamtzahl der Apnoen aus: Über 30 Apnoephasen während sieben Stunden Schlaf werden als pathologisch angesehen und sprechen für das Vorliegen eines SAS (Fischer 1992, Herold 2003).

2.1.2. Epidemiologie

Allgemein wird heute in der Literatur die durchschnittliche Prävalenz des SAS für Frauen mit 2%, für Männer mit mindestens 4% angegeben. Diese Werte können

jedoch noch unter der tatsächlichen Häufigkeit liegen, da die Erkrankung bei Patienten und z.T. auch Ärzten noch relativ unbekannt ist und dadurch lange Zeit oder überhaupt nicht diagnostiziert wird (Godfrey 2003). Differenziert man verschiedene Altersgruppen, so erhält man Werte, die teilweise über diesen Schätzungen liegen. So geht man bei den 30- bis 39-Jährigen von 5% bei den Frauen und 12% bei den Männern aus, bei den 65- bis 100-Jährigen Männern steigt der Wert sogar bis auf 24% an. In den älteren Patientengruppen kommt es auch vermehrt zu der zentralen Form des SAS, die bei jüngeren Patienten selten zu finden ist (Browne et al. 2001).

Auffällig ist die überwiegende Anzahl von Männern in allen Altersgruppen. Schon 1987 vermuteten Ehlenz et al., dass Testosteron beim Mann und die fehlende protektive Wirkung der weiblichen Sexualhormone als Grund dieser Häufung angesehen werden können. Für diese Hypothese spricht auch der Anstieg des Frauenanteils beim SAS nach der Menopause. Aber nicht nur die Zahl der betroffenen Männer ist erhöht, meist ist bei ihnen auch die Ausprägung des SAS stärker. So fanden van Boxem und de Groot 1999 in ihrer Untersuchung bei übergewichtigen Männern einen signifikant höheren AI mit höherer O₂-Desaturation und niedrigerer mittlerer O₂-Sättigung als bei vergleichbaren Frauen.

Interessant ist auch die Untersuchung von Martikainen et al. 1992, in der Frauen sich subjektiv am Tage müder fühlten, die Männer objektiv aber vermehrt am Tag eingeschlafen waren, wenn ein gestörter Nachtschlaf vorlag.

Besondere Bedeutung kommt der Betrachtung des Gewichts zu. Allgemein lässt sich feststellen, dass die Häufigkeit, der Schweregrad und die Ausprägung der Tagesschläfrigkeit mit zunehmendem Gewicht ansteigen. 2001 fanden Resta et al. in einer Patientengruppe mit einem mittleren BMI von mehr als 40 bei über 50% eine mittlere bis schwere Form des obstruktiven Schlafapnoesyndroms. Dabei hatten Männer in 42%, Frauen in 15% der Fälle ein schweres SAS. Bei mehr als 29% dieser Patienten kam es zu nächtlichen Hypoventilationen, wobei auch hier die Männergruppe mit 40% über dem Frauenanteil mit 23% dominierte. Auch ohne das

Vorliegen eines SAS konnte ein Anstieg der Tagesschläfrigkeit bei den stark übergewichtigen Patienten festgestellt werden. Martikainen et al. stellten bereits 1992 mit ansteigendem BMI eine vermehrte Schläfrigkeit bei ihren Patienten fest. Betrachtet man nun Schätzungen, dass bis zu 25% der Erwachsenen unter Übergewicht mit einem BMI >30 leiden und die Prävalenz von Obesität zudem bei SAS-Patienten im Vergleich zur Normalbevölkerung erhöht ist, so kann man davon ausgehen, dass die mit der Schläfrigkeit einhergehenden Gefährdungen für die Patienten und ihre Umwelt in Zukunft noch weiter an Bedeutung gewinnen werden (Blazejova et al. 2000, Godfrey 2003).

2.1.3. Pathogenese und Ätiologie

Wie bereits in 2.1.1. angeführt, werden die zentrale, obstruktive und gemischte Form des Schlafapnoesyndroms unterschieden. Bei dem sehr seltenen zentralen SAS liegt eine Innervationsstörung der Atemmuskulatur zugrunde, die auf einer verminderten Stimulierbarkeit der Chemorezeptoren beruhen soll (Fischer 1992).

Da es sich in ca. 90% der Fälle um ein obstruktives SAS handelt, soll auf dessen Pathogenese näher eingegangen werden.

Die obstruktive Schlafapnoe beruht auf einem Verschluss der oberen extrathorakalen Atemwege, ausgelöst durch ein Erschlaffen der Muskulatur im Pharynxbereich, die dazu führt, dass der Zungengrund sich der Rachenhinterwand nähert und so die Atemwege verschließt. Da die Aktivität der Atemmuskulatur von diesem Mechanismus unbeeinflusst bleibt, erfolgt eine vermehrte inspiratorische Aktivität, mit einer Sogwirkung im oberen Bereich der Luftwege, die dann den Verschluss noch verstärkt bzw. vervollständigt. Es kommt zum Aussetzen der Atmung an Mund und Nase und zum Beginn der Apnoe. Mit zunehmender Dauer nimmt der Sauerstoffpartialdruck und damit die Sauerstoffsättigung ab, einhergehend mit einer Zunahme des Kohlendioxidpartialdruckes. Die progressive Asphyxie führt

regulatorisch nach 30 bis 120 Sekunden zu einer Weckreaktion (Arousal), die einen erhöhten Muskeltonus der Pharynxmuskulatur bewirkt, so dass sich der Verschluss der oberen Luftwege mit einem Schnarchgeräusch löst und der Patient für kurze Zeit hyperventiliert. Anschließend erfolgen einige normale Atemzüge, die Werte für Sauerstoff und Kohlendioxid normalisieren sich, bis es dann erneut zum Kollabieren der oberen Muskulatur kommt und der beschriebene Zyklus von neuem beginnt. Obwohl während des Arousals eine Zunahme der Vigilanz besteht, werden die Patienten nur sehr selten bewusst wach (Fischer 1992).

Dieser Vorgang kann sich 200 bis 400 mal pro Nacht wiederholen und somit zu einer massiven Fragmentierung des Schlafes und einem Mangel an Tiefschlafphasen führen. Die regenerative Funktion geht verloren und mögliche psychische Veränderungen, wie z.B. Gedächtnisverlust und Persönlichkeitsveränderungen, sind die Folge (Issa und Sullivan 1982).

Für kardiovaskuläre Störungen wird vor allem der entstehende erhöhte intrathorakale Druck verantwortlich gemacht. Wie oben beschrieben, kommt es durch den Verschluss der oberen Luftwege bei erhaltener Arbeit der Atemmuskulatur zu einem Inspirationssog, der zu einem erhöhten Unterdruck im Thoraxbereich führt. Zusammen mit der Sauerstoffentsättigung hat dies Auswirkungen auf das zentrale Nervensystem und die Regulation von Herz und Kreislauf. Durch einen erhöhten Vagotonus kommt es zu Bradykardien und einer Abnahme des myokardialen Blutflusses. Mit zunehmender Hypoxämie während der Apnoephase erfolgt eine Triggerung des Sympathikus, so dass am Ende eine Zunahme der Herzfrequenz erfolgt.

Die erheblichen Blutdruckveränderungen im großen und kleinen Kreislauf, sowie die Abnahme des Herz-Zeit-Volumen werden von Fischer (1992) auf die großen thorakalen Druckschwankungen zurückgeführt.

Samet et al. stellten 2000 zwei Hypothesen für die Entstehung der Hypertension auf:

- Durch die Hypoxie kommt es zur Sympathikusreaktion und resultierenden Blutdruckerhöhung. Gestützt wird diese Hypothese durch Ergebnisse, in denen sich β -Blocker als beste Therapie der Hypertension darstellten.
- Bei der Weckreaktion ist die vaskuläre Relaxation der Gefäße vermindert, so dass dadurch eine Blutdrucksteigerung eintritt.

Obwohl der Mechanismus der obstruktiven Schlafapnoe weitgehend bekannt ist, sind die ätiologischen Faktoren, die zu seinem Zustandekommen führen, noch nicht endgültig geklärt. Diskutiert werden mechanische, neuromuskuläre und genetische Gründe. Eine Zusammenstellung der möglichen Ursachen findet sich in Tabelle 1 nach Strohl und Mitarbeitern (1986).

-
- Schlafinduzierte Veränderungen im neuromuskulären Atemantrieb
 - Veränderte Reizschwellen für Schlaf und / oder Erwachen
 - Veränderte Reflexe beim Atemantrieb
 - Enge pharyngeale Atemwege, erworbene und genetische morphologische Merkmale
 - Nasale Obstruktion
 - Erhöhte pharyngeale Dehnbarkeit
 - Veränderte Reaktionen im Atemmuskeltonus
 - Verzögerter Beginn der Dilatation der oberen Atemmuskulatur
-

Tab. 1. Faktoren, die an der Erzeugung obstruktiver Apnoen beteiligt sein können

Bisher konnten in der Umwelt- und Arbeitsmedizin keine eindeutigen Ursache-Wirkungszusammenhänge, die ein SAS bewirken, festgelegt werden (Godfrey 2003).

Seit langem bekannt und vielfach untersucht wurden dagegen Risikofaktoren, die zu einem signifikant höheren Auftreten eines SAS führen können.

Dazu gehören: männliches Geschlecht, zunehmendes Alter, Übergewicht, Rauchen, Einnahme von Sedativa und Tranquillizern, Schnarchen und Alkoholkonsum (Issa und Sullivan 1982, Carlson et al. 1994, Wetter et al. 1994, Aldrich et al. 1999, Logan et al. 2001). Besonders der abendliche Genuss von Alkohol scheint durch seine depressive Wirkung auf das Gehirn die Weckreaktion zu unterdrücken und zusätzlich eine Hypotonie der Muskulatur mit verstärkter Obstruktion auszulösen. Somit kommt es zu längeren und häufigeren Apnoephasen mit stärkerer Desaturation des Blutes. Auffallend war auch, dass Alkohol ein SAS bei sonst „Nur-Schnarchern“ auszulösen vermochte. Dieses Phänomen ist besonders in den ersten Schlafstunden zu beobachten (Issa und Sullivan 1982).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass aus den bisherigen Untersuchungen eine multifaktorielle Genese anzunehmen ist, die soziale, umwelt- und krankheitsbedingte Faktoren mit in Betracht ziehen sollte.

2.1.4. Symptome und Erkrankungen bei Vorliegen eines SAS

Bei dem Schlafapnoesyndrom stehen zwei Kardinalsymptome im Vordergrund:

- Lautes unregelmäßiges Schnarchen mit längeren Atempausen.
Dieses zeichnet sich durch seinen charakteristischen Verlauf von explosionsartigen Schnarchgeräuschen, gefolgt von lautlosen Phasen und zunehmender Zyanose des Patienten während der Apnoephase aus. Dann erfolgt eine normale Atmung, bevor erneut die lauten Schnarchgeräusche auftreten.

- Pathologische Einschlafneigung am Tage.
Gekennzeichnet dadurch, dass der Patient auch in ungewöhnlichen Situationen wie z.B. während eines Gesprächs kurz einschläft. Tritt der Schlaf zunächst in Situationen wie z.B. beim Fernsehen oder während Autofahrten

auf, so wird dies zu Beginn häufig als Übermüdung durch Stress, Überforderung etc. fehlgedeutet.

Die weiteren Symptome des SAS lassen sich im Wesentlichen in zwei große Gruppen unterteilen.

➤ Symptome aus dem psychisch – mentalen Bereich

- Intellektuelle Leistungsminderung mit Konzentrations- und Gedächtnisstörungen, vor allem in monotonen Situationen (Cassel et al. 1989). Zahn et al. beschreiben bereits 1989 einen kumulierenden Effekt der kognitiven Störungen mit der Dauer der Erkrankung. Bei gleichem Apnoeindex haben ältere Patienten, die länger an einem SAS leiden, mehr kognitive Defizite als junge Patienten mit einer kürzeren Krankheitsgeschichte. Ein Effekt durch die physiologische altersbedingte Leistungsminderung ist aber nicht auszuschließen
- Persönlichkeitsveränderungen, die sich meist mit depressiven Symptomen wie Antriebslosigkeit und Verstimmung äußern
- Morgendliche Kopfschmerzen und Mundtrockenheit
- Potenzstörungen und Libidoverlust.

Allgemein wird die Arousal-induzierte Fragmentierung mit einhergehender Verminderung des Tiefschlafanteils und damit verbundenem Verlust der regenerativen Funktion als Ursache für psychische Symptome angesehen.

➤ Symptome aus dem somatisch – internistischen Bereich

Hier kann man drei Symptome - Symptomgruppen aufgliedern:

- Adipositas

Zahlreiche Veröffentlichungen gehen auf die Bedeutung der Adipositas im Zusammenhang mit dem Schlafapnoesyndrom ein (vgl. Kapitel Epidemiologie). Bei bis zu 90% der Erkrankten liegt ein Übergewicht vor (Fischer 1992), wobei ca. 66% der Patienten sogar ein solches von mehr als 20% aufweisen (Guilleminault 1989).

Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang auch auf metabolische Störungen, die häufiger bei SAS-Patienten auftreten und zur Adipositas beitragen können. Berger et al. (2001) und Punjabi et al. (2002) beschreiben eine steigende Insulinresistenz, verminderte Glukosetoleranz und Störungen im Kortikoidsystem bei ihren Patienten. Diese Veränderungen könnten Ursache der von Grunstein et al. schon 1993 vermehrt gefundenen Stammfettsucht bei SAS-Patienten sein.

- kardiovaskuläre Symptome

- arterielle Hypertonie

Mehrere Autoren weisen auf die hohe Prävalenz des Bluthochdruckes bei SAS-Patienten hin. Gracia-Rio et al. (2000) sprechen sogar von 40 bis 60% der SAS-Erkrankten, die gleichzeitig an Hypertonie leiden. Kennzeichnend ist, dass sich die Hypertension bei SAS unabhängig von anderen Risikofaktoren wie Übergewicht, Alter und Geschlecht zu entwickeln scheint (Hla et al. 1994, Pankow et al. 1997, Lavie et al. 2000), aber mit dem Schweregrad der Apnoe korreliert. So fanden Pankow et al., dass sich mit steigendem Schweregrad der Apnoe der physiologische Blutdruckabfall im Schlaf verringert. Dieses sogenannte „non-dipping“ ist vergesellschaftet mit einer größeren Gefährdung durch Schlaganfälle und Linksherzhypertrophie und daraus resultierender erhöhter Mortalität. Worsnop et al. (1998) beziffern die Risikoerhöhung für Hypertonie um 1% mit jeder zusätzlichen Apnoephase/Stunde, jede Verringerung der O₂-Sättigung um 10% steigert ein solches um 13%.

- pulmonale Hypertonie

Hypoxie und Hyperkapnie in Verbindung mit den beschriebenen intrathorakalen Druckschwankungen führen nach Podszus und von Wichert (1987) zu einer verminderten Herz-Kreislaufdynamik, die im Weiteren arterielle und pulmonale Hypertonie verursacht. In der Folge kann sich hieraus eine Herzinsuffizienz entwickeln, die sich bei pulmonaler Hypertonie vor allem in Form eines Cor pulmonale äußert. Bei Vorliegen von langjähriger unbehandelter arterieller und pulmonaler Hypertonie kommt es zur Globalinsuffizienz, die im fortgeschrittenen Stadium dekompensiert.
- Herzrhythmusstörungen

Koehler et al. (2000) fanden in ihrer Untersuchung, dass SAS-Patienten prädestiniert sind für Bradyarrhythmien, 5 bis 10% wiesen solche Störungen auf. Charakteristisch war, dass die meisten Probanden schwer übergewichtig waren, einen respiratory disturbance index ($RDI = (\text{Anzahl der Apnoen und Hypopnoen}) \times 60 / \text{gesamte Schlafdauer in Minuten}$) von über oder gleich 60/Stunde hatten, unter Bluthochdruck litten und die Arrhythmien meist in der REM-Phase des Schlafes entstanden. Im Gegensatz zu Shiomi et al., die 1996 einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Arrhythmien und der O_2 -Sättigung festgestellt hatten, fanden Koehler et al. keinen Zusammenhang zwischen diesen beiden Parametern.
- morphologische Veränderungen

Veränderungen, die eine Einengung der oberen Luftwege mit sich bringen wie z.B. Nasenpolypen, Hypertrophie der Tonsillen oder anatomische Veränderungen des Hals-Kopf-Gesichtsbereichs müssen bei Patienten mit obstruktiven Schlafstörungen immer auch beachtet

werden, da sie ebenfalls zu schlafbezogenen Atemstörungen führen können.

Zusammenfassend in Tabelle 2 eine Aufstellung der am häufigsten vorkommenden Symptomatik und Befunde bei schlafassoziierten Atemstörungen (Fischer 1992).

Vom Patienten beschriebene Symptomatik

Unregelmäßiges, lautes Schnarchen mit längeren Atempausen
Pathologische Einschlafneigung am Tage
Morgendliche Abgeschlagenheit
Morgendliche Mundtrockenheit
Morgendliche Kopfschmerzen
Intellektuelle Leistungsminderung
Persönlichkeitsveränderungen
Veränderungen im Affekt
Potenzstörungen
Nächtliches Wasserlassen

In der klinischen Untersuchung erhobene Befunde

Adipositas
Arterielle Hypertonie
Herzrhythmusstörungen
Respiratorische Partial-/Globalinsuffizienz
Rechtsherzinsuffizienz
Pulmonale Hypertonie
Polyglobulie
Raumfordernde Prozesse im Nasen-Rachenraum
Kraniofaciale Anomalien
Verlegte Nasenatmung

Tab. 2. Symptome und klinische Befunde bei schlafassoziierten Atemstörungen (Fischer 1992)

2.1.5. Diagnostik

In der Diagnostik des Schlafapnoesyndroms hat sich in den letzten Jahren aus wirtschaftlichen, praktikablen und zeitlichen Gründen ein stufenweises Vorgehen etabliert.

➤ Anamnese

Am Anfang steht eine ausführliche Eigen- und auf Angehörige bezogene Fremdanamnese des Patienten, in der allgemeine Beschwerden und spezifische Symptome wie z.B. nächtliches Schnarchen mit Atempausen oder Einschlafneigung am Tage detailliert erfasst werden. Diese Erhebung kann im freien Gespräch oder mit Hilfe einiger zur Verfügung stehender standardisierter Fragebögen erfasst werden.

➤ Klinische Untersuchung

Im Anschluss an das anamnestische Gespräch erfolgt eine klinische Untersuchung zur Erfassung von Befunden, die eine weitere Abklärung in anderen Abteilungen der Inneren Medizin oder z.B. der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Neurologie etc. erfordern können.

➤ Allgemeine internistische Abklärung

Die klinische Untersuchung beinhaltet folgende Parameter:

- Lungenfunktionsdiagnostik und Blutgasanalyse zum Ausschluss insb. pulmonaler Erkrankungen
- Röntgendiagnostik z.B. der Nasennebenhöhlen zum Ausschluss von anatomischen Veränderungen im Gesichtsbereich

- Elektrokardiologische Untersuchungen in Ruhe und unter Belastung zur Abklärung von Rhythmusstörungen
- Eine allgemeine Labordiagnostik zum Ausschluss von z.B. endokrinologischen Störungen.

➤ Ambulantes Schlafmonitoring

Besteht aufgrund der vorhergehenden Untersuchungen der Verdacht auf ein Schlafapnoesyndrom, so erfolgt in der Regel eine ambulante Registrierung des Schlafes beim Patienten zu Hause. Dafür stehen mehrere Geräte zur Verfügung, die verschiedene Parameter wie Häufigkeit und Dauer der Atemstillstände und Sauerstoffentsättigung, Herzfrequenz, Schnarchen, Schlafposition oder Thoraxbewegungen registrieren.

➤ Polysomnographie im Schlaflabor

Bestätigt die ambulante Registrierung den Verdacht auf ein SAS, so wird der Patient stationär in ein Schlaflabor, meist für mehrere Nächte, hospitalisiert. Im Rahmen dieses Klinikaufenthaltes werden weitergehende Aufzeichnungen zur Beurteilung des Schlafverhaltens durchgeführt. Dazu gehören z.B. Gesamtschlafzeit mit Unterteilung in die einzelnen Schlafphasen (z.B. REM-Phase und Einschlafstadien), Differenzierung der Apnoephasen und Atembewegungen nach Häufigkeit, Dauer, Art (obstruktiv, zentral oder gemischt), Erfassung der Hypoxämien, Körperpositionen und -bewegungen, sowie EKG-, EEG-, EOG- und EMG-Ableitungen. Aus der Summe dieser Ergebnisse lässt sich dann das genaue Ausmaß und die Art der vorliegenden schlafassoziierten Atemstörung definieren. Meist erfolgt im Anschluss an diese Diagnostik dann der Versuch, die Erkrankung zu behandeln und die nötigen Beratungen und Einstellungen vorzunehmen.

Falls sich in einem der Untersuchungsschritte schwerwiegende Befunde ergeben, die eine direkte Gefährdung des Patienten erkennen lassen, so können einzelne Schritte übersprungen werden und eine sofortige stationäre Abklärung erfolgen.

2.1.6. Therapiemöglichkeiten

In der Therapie des SAS hat sich ein stufenweises Vorgehen zur Behandlung des Patienten durchgesetzt. Schon 1989 empfahl Podszus sein Stufenschema zur Therapie der Schlafapnoe, welches auch heute im Allgemeinen noch angewendet wird.

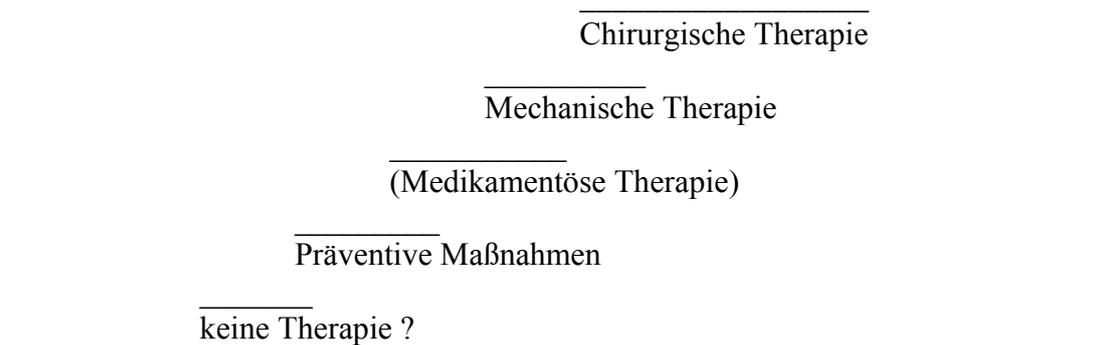


Abb. 1. Stufenschema zur Therapie der Schlafapnoe (Podszus 1989)

Erste und zweite Stufe: keine Therapie und allgemeine präventive Maßnahmen

Bei Patienten, die keine subjektiven Beschwerden angeben, keine objektiven Befunde aufweisen und in der Registrierung nur ein mildes SAS zeigen, ist zunächst keine Therapie erforderlich. Wie auch bei den Patienten mit einem behandlungsbedürftigen SAS sollten aber auch diesen Personen allgemeine präventive Maßnahmen empfohlen werden.

Dazu gehören:

- Gewichtsreduktion
- Meiden von Alkohol, die Atmung beeinflussenden Medikamenten (Sedativa, Schlafmittel, Muskelrelaxantien) am Abend
- Eine gute Schlafhygiene.

Der Patient sollte außerdem in ärztlicher Überwachung bleiben. Sobald Symptome, Folgeerkrankungen oder objektive Befunde auftreten, sind die beschriebenen präventiven Maßnahmen allein nicht mehr ausreichend, und es muss auf die nächsthöhere Stufe der Behandlung übergegangen werden (Godfrey 2003, Kurtz und Krieger 1987).

Dritte Stufe: Medikamentöse Therapie

Häufig wird diese Stufe der Therapie übersprungen, da sich trotz vieler Behandlungsversuche bis heute kein Medikament überzeugend in der Therapie des SAS durchgesetzt hat. Kurtz und Krieger fassen bereits 1987 verschiedene Medikamentengruppen zusammen, die aber alle keinen ausreichenden Erfolg in der Behandlung zeigten oder sogar aufgrund ihrer Nebenwirkungen gefährlich für den Schlafapnoepatienten werden können. Zu diesen Medikamenten gehören: Antidepressiva (Protriptylin), atmungstimulierende Substanzen (Medroxyprogesteronacetat, Acetazolamid, Almitrin, Doxapram), Mittel wie Naloxon, Bromocriptin, Beta-Blocker und Tryptophan. Auch die Sauerstofftherapie erwies sich nicht als erfolgreich (Kurtz und Krieger 1987, Dierkesmann et al. 1987). Peter et al. (1987) beschreiben einige positive Ergebnisse mit Theophyllin, weisen aber gleichzeitig auf die hohen Schwankungen im Ansprechen auf die Therapie und die vielen Nebenwirkungen dieses Medikamentes hin. Neuere Versuche mit Physostigmin, die 2003 von Hedner et al. durchgeführt wurden, waren ebenfalls nicht sehr erfolgreich. Aus diesen Gründen folgt meist nach Stufe eins und zwei der Behandlung unter Auslassung der Stufe drei die Stufe vier der Therapie.

Vierte Stufe: mechanische Behandlung

Unter der mechanischen Behandlung versteht man das Einsetzen der nächtlichen nCPAP- Therapie (nasal continuous positive airway pressure therapy). Hierbei erhält der Patient eine Nasenmaske, über die ein kontinuierlicher positiver Beatmungsdruck appliziert wird, der das Kollabieren der Pharynxmuskulatur und damit den Verschluss der oberen Atemwege verhindert. Übereinstimmend wird in der Literatur über den guten Erfolg dieser Therapie berichtet (Godfrey 2003, He et al. 1988, Becker et al. 1987 und 1989). Becker et al. beschreiben bereits 1987, dass sich 89% der Patienten nach drei Tagen Einstellung der Therapie in der Klinik für die ambulante Dauertherapie entschieden haben. Dabei konnte in vielen Fällen eine Reduktion der Apnoehäufigkeit von 90-100% erreicht werden. Zwei Jahre später (1989) bestätigten sie diese Ergebnisse: Bei über 95% der Patienten stellt die CPAP-Therapie mit Drucken zwischen 5 bis 15 mbar eine effektive Therapie dar, bei 94% der Patienten kam es zu einer weitgehenden Beseitigung der bestehenden Herzrhythmusstörungen.

Als Nebenwirkungen der Beatmungstherapie werden v.a. lokale Probleme wie Druckstellen, Infekte der oberen Atemwege und Konjunktivitis beschrieben, die aber alle gut behandelbar und teilweise mit geringem Aufwand vermeidbar sind, so dass sie in der Regel keinen Anlass zum Therapieabbruch darstellen.

Nebenwirkungen	%
Druckstellen	63
Trockene Nasen-/Rachenschleimhaut	58
Nasentkatarrh	46
Sinusitis	17
Konjunktivitis	17
Resp. Infekte	17

Tab. 3. Prozentuale Häufigkeit anamnestisch angegebener Nebenwirkungen der ambulanten Therapie mit nCPAP (Becker et al. 1987)

Betont wird allerdings, dass die hohe Compliance der Patienten sicher auch auf einer regelmäßigen Betreuung und Langzeitüberwachung in einer Spezialabteilung beruht. Barclay (2002) verweist auf die häufige Koexistenz von OSAS und Herzinsuffizienz und betont das bessere Ansprechen der Therapie, wenn diese Patienten kombiniert mit Medikamenten und CPAP behandelt werden. Sie beobachtete eine deutliche Verminderung des systolischen Blutdruckes und Verbesserung der linken Ventrikelfunktion, so dass sie ein routinemäßiges Screening von Herzinsuffizienzpatienten auf das gleichzeitige Vorliegen von SAS und entsprechender Behandlung mit CPAP für sinnvoll hält.

Führt die nCPAP-Therapie nicht zum gewünschten Erfolg, so bleibt als letzter Schritt noch die operative Versorgung des Patienten.

Fünfte Stufe: Chirurgische Therapie

Wie in der medikamentösen Therapie wurden auch in der chirurgischen Versorgung der Patienten verschiedene Methoden angewandt, die aber alle nicht den Erfolg der mechanischen Behandlung erbrachten und zudem in der Regel mit entscheidenden und für den Patienten belastenden Eingriffen einhergehen. Als nicht wirksam wird die UPPP (Uvulo-Palato-Pharyngo-Plasik) beschrieben (Kurtz und Krieger 1987, He et al. 1988). Auch neuere Laser-assistierte Verfahren werden als nicht sinnvoll angesehen und gehen in 30% der Patienten sogar mit einer Verschlechterung des OSAS einher (Barclay 2002). Operationen im Nasen-Rachenraum wie Mandel- und Tonsillenentfernung, Nasenseptumkorrekturen etc. führten zu Verbesserungen, konnten aber die Atemstillstände nicht wesentlich reduzieren. Als erfolgreich erwies sich die Tracheotomie der Patienten. Aufgrund der Schwere des Eingriffs, der zu beobachtenden schweren Nebenwirkungen und der beachtlichen Minderung der Lebensqualität des Patienten ist dieser Eingriff aber nur in Einzelfällen bei lebensbedrohlichen Zuständen (schwerste Hypoxämien, Herzrhythmusstörungen) und sonst nicht therapierbarer SAS zu empfehlen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die nCPAP-Therapie zurzeit die Therapie der Wahl in der Behandlung des symptomatischen Schlafapnoesyndroms darstellt.

2.1.7. Verlauf und Prognose

Bei dem Schlafapnoesyndrom handelt es sich ohne Therapie um eine chronisch progredient verlaufende Erkrankung. Mit zunehmender Dauer kommt es bei unbehandelten Patienten zu einer Steigerung der Beschwerden und des Schweregrads der Folgeerkrankungen im Herz-Kreislaufsystem und des ZNS. Die Mortalität ist deutlich erhöht (He et al. 1988). Auch im Hinblick auf Arbeitsunfähigkeit und Unfallhäufigkeit weisen die Patienten deutlich höhere Zahlen auf als Gesunde oder behandelte SAS-Patienten. Erfolgt für sie eine konsequente Therapie unter intensiver Langzeitbetreuung, die sich den jeweiligen Erfordernissen anpasst, so ist die Prognose günstig, und es kommt zu einer deutlichen Reduzierung der Beschwerdesymptomatik, Folgeerkrankungen und sozialmedizinischen Probleme.

2.2. Das Schlafapnoesyndrom in der Arbeitsmedizin

2.2.1. Allgemeine Bedeutung

Die allgemeine Bedeutung des Schlafapnoesyndroms aus arbeitsmedizinischer Sicht wurde bisher nur in wenigen Studien, darunter einigen, die den Einfluss von organischen Lösungsmitteln betrachten, untersucht. Wesentlich häufiger wurden die Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit analysiert, auf die in Kapitel 2.2.2 dieser Arbeit noch im Detail eingegangen wird.

In den Untersuchungen, die sich nicht mit der Verkehrssicherheit beschäftigten, richtete sich die Aufmerksamkeit insbesondere auf die Anzahl der Arbeitsunfälle und die damit verbundenen Kosten. Lindberg et al. stellten 2001 eine erhöhte Anzahl bei den Patienten fest, die unter einer erhöhten Tagesmüdigkeit (excessive daytime sleepiness = EDS) und Schnarchen, beides Hauptsymptome des SAS, litten. Keine Erhöhung fand sich für „Schnarcher“ ohne EDS und „Nicht-Schnarcher“ mit EDS. In die Analyse wurden Faktoren wie Alter, BMI, Rauchen, Alkoholgenuss, Arbeitstyp, Schichtarbeit, Exposition von nichtorganischen Lösungsmitteln, Dämpfen und Vibration einbezogen. Auch Fischer ging 1992 schon von einer dreimal höheren Anzahl von Unfällen in der Gruppe der Arbeiter mit EDS aus. Sieht man diese Zahlen im Zusammenhang mit Schätzungen, die von ca. 3,3 Millionen Bundesbürgern mit einer erhöhten Tagesmüdigkeit sprechen, dann wird die Bedeutung des SAS für die Sicherheit am Arbeitsplatz deutlich (Rasche 1999). Konkretere Zahlen liegen aus den USA vor. Hier wird davon ausgegangen, dass Müdigkeit in über 50% der Arbeitsunfälle als Hauptursache in Betracht kommt. Die entstehenden Gesamtkosten für müdigkeitsbedingte Arbeits- und Verkehrsunfälle werden auf ca. 50 Milliarden US Dollar geschätzt, wovon ca. 20 Milliarden Dollar auf Unfälle am Arbeitsplatz entfallen (Rasche 1999).

Galetke und Borsch-Galetke (2000) vermuten eine verstärkte Tagesmüdigkeit in monotonen Situationen wie zum Beispiel Arbeiten an Mess- und Steuerständen, bei geringer körperlicher Bewegung oder Schicht- und Nachtarbeit. Dies und die Tatsache, dass diese Tätigkeiten schon für sich genommen Risikofaktoren für das

Entstehen von Arbeitsunfällen darstellen, führen vermutlich zu einer noch höheren Rate.

Versucht man die Verluste abzuschätzen, die durch unbehandelte Patienten mit SAS im Arbeitsalltag entstehen, so müssen neben den Kosten, die in direktem Zusammenhang mit den Unfällen stehen, zusätzliche Faktoren beachtet werden, die die Schäden noch weiter steigern können. Ulfberg et al. (1996) untersuchten eine Gruppe von Patienten mit SAS, die gleichzeitig schnarchten, und stellten eine signifikante Verschlechterung in der Konzentrationsfähigkeit, dem Erlernen neuer Aufgaben und in der Ausführung monotoner Arbeiten im Vergleich zu „Schnarchern“ und „Nicht-Schnarchern“ aus der Allgemeinbevölkerung fest. Dies lässt vermuten, dass die Leistung der SAS-Erkrankten auch in anderen Bereichen nachlässt, so dass dem Arbeitgeber Kosten durch die verminderte Produktivität seiner Mitarbeiter entstehen. Auch kann dies zu sozialen Spannungen unter den Kollegen führen, was wiederum mit einer zusätzlichen Abnahme der Leistungsfähigkeit einhergehen kann.

Ebenfalls mit gesteigerten Kosten verbunden ist die vermutlich erhöhte Arbeitsunfähigkeitsrate der SAS-Patienten. Servera et al. (1995) fanden eine solche von 21% bei unbehandelten Erkrankten, die auf 10% zurückging, nachdem eine continuous positive airway pressure (CPAP)-Therapie eingeleitet wurde. Fischer (1992) geht sogar von einer Verdopplung der Arbeitsunfähigkeitstage bei SAS-Patienten aus.

Galetke und Borsch-Galetke (1999) beschreiben verminderte Belastbarkeit und Leistungsabfall durch die zu erwartenden Folgeerkrankungen beim Schlafapnoesyndrom. Auch Rodenstein (2000) weist auf die entstehenden Ausgaben durch SAS bedingte Krankheiten neben den direkten Kosten durch die Unfälle hin, sieht es aber als unmöglich an, die genaue Summe aus der vorhandenen Literatur zu bestimmen. Dennoch geht er davon aus, dass die Behandlung mit CPAP auf Dauer die Kosten senkt und damit ökonomisch sinnvoll ist.

Neben dieser kostenorientierten Betrachtung stehen immer auch die Beschwerden beziehungsweise Verminderung der Lebensqualität der SAS-Patienten im Vordergrund, die bei einer frühzeitigen Diagnose der Erkrankung erheblich verbessert werden können.

Zusammenfassend ergibt sich aus dem oben Gesagten die hohe arbeitsmedizinische Bedeutung: Bei dem Schlafapnoesyndrom handelt es sich um eine Erkrankung, die bei rechtzeitiger Diagnosestellung und Therapie gut einstellbar ist. Dies führt zu einer Verringerung von Unfällen und damit verbundenen Kosten sowie zur Linderung der Beschwerden. Damit kommt dem Screening des SAS eine präventive Bedeutung zu, eine der Hauptaufgaben der arbeitsmedizinischen Betreuung, insbesondere an Arbeitsplätzen, die mit einer Eigen- und Fremdgefährdung einhergehen.

2.2.2. Bedeutung im Hinblick auf die Verkehrssicherheit

Eine Analyse der Literatur im Hinblick auf Schlafstörungen und im Besonderen auf Schlafapnoesyndrom und Verkehrssicherheit ergibt eine große Anzahl von Autoren, die sich mit diesem Problem beschäftigt haben. Die Unfallgefahr ist bei der Narkolepsie am größten, das Schlafapnoesyndrom nimmt aber eine weitaus wichtigere Stellung bei hierdurch bedingten Unfällen ein, da es wesentlich häufiger auftritt (Aldrich 1989). Auch ist nicht nur das tatsächliche Einschlafen als Ursache bedeutend, sondern auch die durch die Müdigkeit bedingte Unachtsamkeit, verminderte Reaktionszeit und schlechtere Fahrleistung führen vermehrt zu Unfällen. Connor et al. erstellten 2001 einen systematischen Überblick der Literatur zu Unfällen und Müdigkeit. Dabei fanden sie, dass einige Studien aufgrund zu kleiner Probandenzahlen, Biases oder mangelhaften Studiendesigns ungeeignet waren, einen kausalen Zusammenhang zu beurteilen. Andere Veröffentlichungen legen hierzu eine positive Beziehung dar, machen aber keine statistischen Aussagen. Nur die von ihnen untersuchte Fall-Kontrollstudie bestätigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen SAS und Unfällen.

Bereits 1978 vermuteten Guilleminault und Dement als erste ein erhöhtes Unfallrisiko bei Patienten mit schlafbezogenen Atmungsstörungen. 1987 überprüften George et al. Unfalldaten von SAS-Patienten anhand des Verkehrsregisters von Manitoba und ermittelten, dass die Erkrankten mehr als zweimal so viele Unfälle hatten als die Kontrollgruppe. Kurz nach Erscheinen dieser Ergebnisse bestätigten Findley et al. (1989) die Angaben mit einer eigenen Studie, in der sie veröffentlichten, dass die Rate der Verkehrsunfälle bei Schlafapnoepatienten 2,6 mal höher war als die aller registrierten Fahrer in Virginia. In den Jahren nach den ersten Studien folgen eine Vielzahl weiterer Untersuchungen zu diesem Themenkomplex, die im Allgemeinen auch von einer zwei- bis viermal höheren Unfallrate bei SAS-Patienten ausgehen (Findley et al. 1992, Stoohs et al. 1995, Horne und Reyner 1999, Findley et al. 2000, Masa et al. 2000, Findley und Suratt 2001, Yee et al. 2002). Die Einschränkungen, die bei älteren Veröffentlichungen auftreten, werden bei neueren Studien zum Teil aufgehoben, da z.B. größere Probandengruppen einbezogen, Kontrollgruppen gebildet, subjektive Angaben durch polysomnografische Untersuchungen validiert oder Variablen wie BMI, Alkoholkonsum, gefahrene Kilometer/Jahr, etc. in die Analyse mit aufgenommen werden.

Teran-Santos et al. (1999) berichten über erhöhte Unfallzahlen bei Fahrern mit SAS insbesondere bei Alkoholkonsum am selben Tag. Das erhöhte Risiko bleibt auch bestehen, wenn andere Faktoren wie z.B. Fahrjahre, Schlafverhalten, Medikamenteneinnahme oder erhöhter BMI in die Berechnung mit einbezogen werden. Sie sehen daher einen starken Zusammenhang zwischen SAS und Unfallrisiko. Es besteht auch für George et al. (1987), Stoohs et al. (1994) und Przybylowski et al. (1999) eine Verbindung zwischen müdigkeitsbedingten Unfällen und erhöhtem BMI. Wu und Yan-Go fanden 1996 nach Ausschluss der Parameter Alter, Geschlecht, Arbeitszeit, Alkohol- und Kaffeegenuss, sowie neurologischer Erkrankungen eine erhöhte Unfallziffer bei SAS-Patienten: 31% versus 15% bei Gesunden. Ebenfalls einen Einfluss der Arbeitszeiten auf die Unfallhäufigkeit können Arnold et al. (1997), Fell und Black (1997) und Philip et al. (1999) erkennen. Arnold et al. sehen verlängerte Fahrzeiten, Fell und Black Schichtarbeit und Philip et

al. den nächtlichen Fahrbeginn als Risikofaktoren an. Auch die Ergebnisse von Barbé et al. (1998) bleiben bestehen, wenn Confounder wie Alkohol etc. einbezogen werden. Sie geben an, dass 33% der SAS-Patienten im Vergleich zu 18% in der Kontrollgruppe mindestens einen Verkehrsunfall in den letzten drei Jahren hatten. Zusätzlich fanden sie heraus, dass die SAS-Patienten häufiger mehr als einen Unfall in diesem Zeitraum hatten.

Haraldsson et al. (1990) kommen zu dem Ergebnis, dass die Unfallrate mit mehreren Fahrzeugen in der SAS- und Kontrollgruppe gleich ist, aber dass erstere in siebenmal mehr Unfälle mit Beteiligung von nur einem Auto verwickelt sind. In ihrer Population ist der Unterschied zwischen SAS-Patienten und der Kontrollgruppe für das Einschlafen beim Fahren besonders hoch: 52% der SAS-Patienten mit klinischen Symptomen im Vergleich zu unter einem Prozent in der Kontrolle.

Weitere Studien, die Kontrollgruppen oder Überprüfungen durch amtliche Register in Anspruch nahmen, kommen zu gleichen oder ähnlichen Ergebnissen. Lloberes et al. (2000) stellen eine signifikant höhere Unfallrate nach Selbstangabe durch SAS-Erkrankte als in der Vergleichsgruppe fest. Shiomi et al. (2002) untersuchten die Verkehrsunfallrate von SAS-Patienten, die signifikant erhöht ist, im Vergleich zu „einfachen Schnarchern“. Horstmann et al. (2000) fanden bei Fahrern mit SAS 12,4% Unfälle im Vergleich zu 2,9% in der Normalpopulation. Vor allem Findley et al. (1989, 2000) und George et al. (1987, 2001) verifizieren ihre Ergebnisse durch den Vergleich mit verschiedenen Verkehrsregistern (Colorado, Virginia, Manitoba und Ontario).

Die Einbeziehung dieser Confounder und Überprüfung anhand von Kontrollgruppen aus offiziellen Akten führt dazu, dass all diese Studien gegenüber den ersten Untersuchungen aussagekräftiger sind, gleichzeitig aber auch die ersten von Guillemainault und Dement (1978) gefundenen Ergebnisse bestätigen.

Zusätzlich zu diesen Analysen gehen verschiedene Autoren davon aus, dass Schlafstörungen und insbesondere SAS und die damit verbundene Müdigkeit bei

Fahrern nicht diagnostiziert und somit nicht oft genug oder nicht regelmäßig als Unfallursache vermutet und abgeklärt werden.

Den Herder et al. vermuten 2004, dass ungefähr 80% der Patienten mit SAS nicht diagnostiziert werden und sich somit eines höheren Risikos nicht bewusst sind.

Fuchs et al. beklagen 2001, dass Schlafstörungen oft nicht im ärztlichen Bewusstsein als Unfallursache verankert sind und deshalb kein routinemäßiges Screening bei solchen Anlässen stattfindet. Yee et al. (2002) diagnostizierten oft bei Fahrern nach Verkehrsunfällen, die in die Notaufnahme eingeliefert wurden, Schlafstörungen.

Liam et al. (1996) bestätigen bei drei Unfallpatienten, für die nach Anamnese ein SAS vermutet wird, dieses durch eine polysomnografische Untersuchung. Akerstedt und Haraldsson (2001) denken, dass Müdigkeit aufgrund von Schlafstörungen und Arbeitszeiten entgegen dem zirkadianen Rhythmus als Unfallursachen unterschätzt werden. Sie gehen davon aus, dass 10 bis 20% aller Unfälle auf Straße, Meer und in der Luft hierdurch verursacht sind. Die Autoren schätzen sogar, dass die Rate für Verkehrsunfälle auf der Strasse bei 15 bis 30% liegt; dies wäre eine höhere Rate als die durch Alkohol bedingten Unfälle.

Betrachtet man die Ergebnisse aus den oben zitierten Studien, so wird die Bedeutung von Schlafstörungen und damit verbundener Müdigkeit beim Fahren im Hinblick auf die eigene Verkehrssicherheit und der anderen Teilnehmer sehr deutlich.

Ein weiterer Punkt, der die gefundenen Unfallziffern möglicherweise noch erhöht, ist die Tatsache, dass viele Fahrer das Problem verneinen, bzw. Müdigkeit bemerken, sich trotzdem aber für fahrtüchtig halten. Im Falle eines Unfalls wird dies als Ursache dann nicht in Betracht gezogen.

Arnold et al. (1997) fanden in ihrer Befragung, dass die LKW-Fahrer und die Verantwortlichen in den Betrieben bei anderen das Problem sehen, sich selbst aber für nicht betroffen halten.

Reyner und Horne fanden 1998 eine positive Beziehung von erhöhten Unfallziffern bei Fahrern, die am Steuer eingeschlafen waren und bereits vorher eine längere

Müdigkeit bemerkt hatten. Auch Sagberg konstatiert 1999 dasselbe Phänomen. Horne und Reyner geben 1999 zu bedenken, dass viele sich überhaupt nicht bewusst sind, dass sie eingenickt sind und deshalb dies auch nicht als Unfallursache angeben. Um sich bewusst zu werden, dass man geschlafen hat, sind ca. zwei bis vier Minuten Schlaf nötig. Während des Fahrens handelt es sich in der Regel um den sogenannten Sekundenschlaf, der aber nicht länger als ein paar Sekunden dauert. Daraus folgt, dass die Dauer nicht lang genug ist, um sich später daran zu erinnern. Dies kann aber nicht als Entschuldigung dienen, da die Verkehrsteilnehmer die verschiedenen Vorläufer der Müdigkeit bemerken und trotzdem keine Pause einlegen.

Zuletzt ist noch zu bedenken, dass Fahrzeugführer Zwischenfälle aus Angst vor möglichen Konsequenzen schlichtweg nicht berichten. Bei Überprüfung des Verkehrsregisters fanden Findley et al. 2000, dass nur ein Drittel der Fahrer ihren Unfall zugegeben hatten.

Meist handelt es sich um Kollisionen oder um eine Mitbeteiligung anderer Verkehrsteilnehmer auf Autobahnen (monotone Fahrsituation) und bei hoher Geschwindigkeit. Findley und Suratt versuchten 2001, das Problem „SAS-Patienten“, basierend auf eigenen Zahlen und Zahlenangaben von George (2001), in Kosten zu berechnen. Sie gehen davon aus, dass 5% der Berufsfahrer an einem Schlafapnoesyndrom leiden, ca. 80% sind weder diagnostiziert noch behandelt. Die Unfallrate bei untherapiertem SAS liegt zwei- bis viermal höher als im Durchschnitt. George (2001) geht davon aus, dass aufgrund der von ihm gefundenen Zahlen 75 Verkehrsunfälle bei 210 SAS-Patienten während drei Jahren CPAP-Behandlung verhindert werden konnten. Würde sich die Diagnose- und Behandlungsrate auf 500 Patienten mit drei Jahren Therapiedauer erhöhen, so gehen Findley und Suratt von 180 verhinderten Verkehrsunfällen aus. Da ca. 20% mit schweren Personenschäden einhergehen, würden so 36 Verletzte vermieden. Dadurch könnten 369.000 US\$ Behandlungs- und Kosten durch Materialschäden eingespart werden. Zusätzlich entstehende Verluste durch Arbeitsausfall, Gerichtsgebühren, anfallende Ausgaben für die administrative Bearbeitung des Unfalls etc. beziffert er auf 648.000 US\$. Zusammenfassend spart allein die CPAP-Behandlung von 500 SAS-Patienten

während drei Jahren ca. eine Million US\$ an durch Verkehrsunfälle verursachten Kosten. Diese Angaben relativieren sich nach Abzug der Aufwendungen, die durch Diagnose und Therapie der Patienten entstehen, aber dennoch bleibt eine beträchtliche Ersparnis bestehen.

Die Effektivität der CPAP-Behandlung wird auch von anderen Autoren beschrieben: Bereits 1993 sehen Minemura et al. eine effektive Therapiemethode, um das Unfallrisiko bei SAS-Patienten zu senken. Yamamoto et al. fanden 2000 in ihrem Kollektiv 33% Autounfälle vor der Behandlung und keinen Unfall nach der Therapie. Die Zahlen für Beinaheepisoden sind noch deutlicher: 82% vor der Behandlung, wenige nachher. Signifikant verbessert wurde auch der Mittelwert in der Epworth Sleeping Scale, und 50% der Probanden zeigten ein besseres Ergebnis in der verwendeten Depression Scale. Cassel et al. (1996) führen die signifikante Verringerung der Unfallrate nach Behandlung auf eine Herabsetzung der Tagesmüdigkeit zurück, und Horstmann et al. (2000) sprechen bei Therapie mit CPAP von einer drastischen Reduktion.

Untersucht wurde auch, welche Fahrer zu welchem Zeitpunkt hauptsächlich in die Unfälle verwickelt waren.

Vor allem Horne und Reyner (1999, 1995) befassten sich in mehreren Arbeiten mit der Charakterisierung der „Unfallverursacher“. Insgesamt ist die Gruppe der Männer unter 30 Jahren diejenige mit den meisten Unfällen, am häufigsten frühmorgens zwischen 2:00 und 3:00 Uhr. Dagegen haben ältere Personen zwischen 50 bis 69 Jahren die meisten Zwischenfälle am Nachmittag um ca. 15:00 Uhr. Zusammenfassend ist nach Horne und Reyner die Tageszeit für eine Abschätzung des Unfallrisikos genauso wichtig wie die Länge der Fahrt. Masa et al. fanden 2000 in ihrem Untersuchungskollektiv 2 bis 3%, die angaben, schläfrig gewesen zu sein. Auch hier sind Männer zwischen 35 bis 54 Jahren am häufigsten betroffen. Sie stellten zudem fest, dass bei den Jüngeren Kofaktoren wie Alkohol etc., bei den Älteren dagegen mehr chronische Krankheiten eine Rolle in Bezug auf das Unfallrisiko spielen. Haraldsson und Akerstedt (2001) geben unter Männern im

mittleren Alter, die gleichzeitig auch die Gruppe mit den am meisten zurückgelegten Kilometern darstellen, SAS als häufigste Ursache für Müdigkeit beim Fahren an .

Um herauszufinden, welche typischen Merkmale der „schläfrige“ Fahrer aufweist, wurden neben Alter und Geschlecht vor allem der Einfluss der Ausprägung des SAS untersucht. Die überwiegende Anzahl der Autoren sieht eine Zunahme des Unfallrisikos mit steigendem Schweregrad der Erkrankung, so dass bei schwerem Schlafapnoesyndrom von einer deutlich erhöhten Unfallrate ausgegangen werden kann. Findley et al. fanden 1989 regelmäßig bei Fahrern, die an einem schweren SAS leiden, signifikant mehr Verkehrsunfälle als bei „Normalen“. Bei mildem bis moderatem SAS sehen sie keinen Unterschied. Aldrich kommt 1989 zum Ergebnis, dass Patienten mit schwerem SAS zweimal mehr Unfälle haben als solche mit weniger ausgeprägter Form. Für ihn spielt auch die Krankheitsdauer eine Rolle. Horstmann et al. (2000) sprechen sogar von einem bis zu 15 mal höherem Risiko bei moderatem und schwerem SAS.

Shiomi et al. (2002) konstatieren vermehrt Unfälle bei einem Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) von ≥ 30 , George und Smiley (1999) bei einem AHI > 40 . Cassel et al. (1991) sehen eine Erhöhung bei einem Index von > 35 . Diese Indices entsprechen einem schweren Schlafapnoesyndrom. Schlessler et al. (2000) messen dem Grad der Erkrankung im Hinblick auf das Unfallrisiko ebenfalls eine Bedeutung zu, geben aber zu bedenken, dass zur Zeit kein Schwellenindex definiert werden kann.

Keinen Zusammenhang zwischen Schweregrad und höherer Unfallgefahr fanden Stoohs et al. in ihrer Untersuchung von 1994, in der sie für LKW-Fahrer mit schlafbezogenen Atemstörungen ein zweifach erhöhtes Risiko gegenüber solchen ohne entsprechende Symptomatik feststellten. Der entscheidende Parameter in der Studie ist ein BMI ≥ 30 .

Vor dem Hintergrund dieser Darstellung, die einen Zusammenhang zwischen schlafbezogenen Atemstörungen und Unfällen v.a. bei Schlafapnoesyndrom wahrscheinlich macht, und den begleitenden Kofaktoren, der effektiven

Behandlungsmöglichkeit, sowie den Fahrermerkmalen und häufigsten Unfallzeiten stellt sich die Frage, wie diejenigen SAS-Patienten identifiziert werden können, die tatsächlich ein erhöhtes Unfallrisiko haben.

Barbé et al. (1998), Schlessler et al. (2000), George (2001) sehen zur Zeit keine Möglichkeit, mit großer Genauigkeit die SAS-Erkrankten vorherzusagen, die ein entsprechendes Ereignis verursachen werden. Barbé et al. untersuchten die klinischen (exzessive Tagesmüdigkeit, Angst, Depression etc.) und physiologischen (AHI, O2-Sättigung des Blutes, Aufmerksamkeitsniveau etc.) Symptome, die zur Schweregradbestimmung eines SAS herangezogen werden, und fanden keine Korrelation dieser Parameter mit der Unfallhäufigkeit. Sie schließen daraus, dass diese Faktoren ungeeignet sind, die Patienten herauszufinden, die ein erhöhtes Risiko haben. Masa et al. (2000) fanden dagegen bei ihren „schläfrigen“ Fahrern, die 13 mal mehr Verkehrsunfälle verschulden als die Kontrollgruppe, die typischen Merkmale, die bei Personen mit nächtlichen Atemstörungen beschrieben werden (erhöhter BMI, vermehrtes Schnarchen, Apnoen, Morgenmüdigkeit, Bluthochdruck). Keinen Unterschied erkannten sie, wenn sie Fahrjahre, Fahren im Stadtverkehr, Arbeits- und Schlafverhalten, Rauchen, Alkoholgenuss und Medikamenteneinnahme betrachten. In der Untersuchung gaben 50% der Befragten Müdigkeit beim Fahren, nicht aber bei anderen Aktivitäten an. Sie halten deshalb die detaillierte Anamnese und Fragen im Hinblick auf Müdigkeit, Einschlafen etc. beim Lenken eines Fahrzeugs für wesentlich sinnvoller, als solche nach allgemeiner Müdigkeit in verschiedenen Situationen. Auch Schlessler et al. (2000) halten die Anamnese, in Verbindung mit Tests zur Reaktionszeit zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung, für die nützlichste Untersuchung zum Herausfinden der gefährdeten Fahrer.

Stoohs et al. empfehlen bereits 1995 ein zweigleisiges Vorgehen, um die Risikogruppe ausfindig zu machen. Ihrer Meinung nach muss die Aufmerksamkeit am Tag getestet und eine atmungsbezogene Schlafstörung ausgeschlossen werden. Dafür schlagen sie die Untersuchung mit der Epworth Sleeping Scale oder einem anderen Fragebogen zur Selbsteinschätzung, sowie die Messung mit Hilfe von portablen Geräten vor. Ein Symptomfragebogen und die polysomnografische

Messung sind auch für Diaz et al. (2001) die Methoden der Wahl. Findley et al. (1992) testeten Personen an Fahrsimulatoren und kommen zu dem Schluss, dass Patienten mit schwerem SAS und schlechten Ergebnissen am Gerät das größte Risiko haben.

Aufgrund der großen Bedeutung für die Verkehrssicherheit und damit für die Frage der Berufsfähigkeit von SAS-Patienten wurden in der vorliegenden Untersuchung verschiedene Möglichkeiten zur Diagnose dieser Erkrankung in der routinemäßigen Anwendung getestet.

2.2.3. Bestimmungen zur arbeitsmedizinischen Untersuchung von Berufsfahrern in der Bundesrepublik Deutschland und dem Großherzogtum Luxemburg

2.2.3.1. Bundesrepublik Deutschland

Bei der Untersuchung von Berufsfahrern und anderen Arbeitnehmern, die mit Fahr-, Steuer- und Überwachungsaufgaben beschäftigt sind, sind grundsätzlich zwei Verfahren zu unterscheiden:

arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen und
Tauglichkeitsuntersuchungen.

➤ arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Rechtsgrundlage für die arbeitsmedizinischen Untersuchungen im Allgemeinen bilden das Arbeitssicherheitsgesetz (AsiG) und das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), in Verbindung mit den Unfallverhütungsvorschriften „Betriebsärzte“ (VBG 123) und „allgemeine Vorschriften“ (VBG 1). Im ArbSchG ist unter anderem festgelegt, dass der Arbeitgeber seinen Beschäftigten abhängig von den Gefahren für ihre Sicherheit und Gesundheit regelmäßige arbeitsmedizinische Untersuchungen ermöglichen muss. Diese werden dann vom zuständigen Betriebsarzt durchgeführt.

Zur arbeitsmedizinischen Untersuchung von Beschäftigten mit Fahr-, Steuer- und Überwachungsaufgaben wurde der berufgenossenschaftliche Grundsatz G 25 entwickelt. Da dieser jedoch bisher weder in der UVV „arbeitsmedizinische Vorsorge“ (VBG 100), noch in anderen Rechtsvorschriften aufgeführt ist, ist er nicht rechtsverbindlich. Damit sind die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen bisher nicht vorgeschrieben. Der G 25 gilt jedoch als allgemein anerkannte arbeitsmedizinische Regel und kann so z.B. im Rahmen einer Betriebsvereinbarung verbindlich werden (BGI 784, Kommentar zum G 25).

Im Einzelnen befasst sich der G 25 mit folgenden Punkten:

- Anwendungsbereich

Im Grundsatz G 25 werden Hinweise für die tätigkeitsbezogene Untersuchung von Arbeitnehmern, die Fahr-, Steuer- oder Überwachungstätigkeiten ausführen, gegeben. Dieser hat zum Ziel, Gesundheitsgefahren für den Beschäftigten selbst und andere Personen in dieser spezifischen Arbeitssituation abzuwenden und die Sicherheit aller Beteiligten zu gewährleisten.

Welche Personen für diese Untersuchung in Betracht kommen, ist in den „Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem berufgenossenschaftlichen Grundsatz G 25 „Fahr-, Steuer – und Überwachungstätigkeiten“ aufgeführt (BGI 504-25). Hier werden im Abschnitt Arbeitsverfahren/-bereiche *mit* Gefährdungsmöglichkeiten unter anderen Fahrer von LKWs und Omnibussen erwähnt. Daraus ergibt sich, dass sie arbeitsmedizinisch untersucht werden sollten, da ihre Tätigkeit ein Sicherheits- und Gefahrenpotential für sich und Dritte beinhaltet.

- Untersuchungsarten

Wie bei allen berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen wird unterschieden zwischen Erstuntersuchung vor Aufnahme der Tätigkeit und Nachuntersuchungen während der Beschäftigung.

Der Untersuchungsumfang für die Erst- und Nachuntersuchungen sind im G 25 identisch.

In der Feststellung der Vorgeschichte wird eine ausführliche Anamnese zum Gesundheitszustand mit eventuellen Beschwerden des Beschäftigten und zu seiner Arbeitssituation erhoben. Im Rahmen dieser Erhebung sollte auch die Frage nach einem eventuell bestehenden Schlafapnoesyndrom abgeklärt werden, es handelt sich aber hierbei nicht um eine allgemein verpflichtende Untersuchung. Nach Abschluss der Anamnese erfolgt die körperliche Untersuchung mit speziellem Augenmerk auf Störungen im Herz- und Kreislaufsystem, sowie auf neurologische und psychische Auffälligkeiten.

- Arbeitsmedizinische Kriterien

In diesem Absatz werden Kriterien zur Beurteilung des Untersuchungsergebnisses gegeben. Es bestehen –wie bei allen berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen – vier Möglichkeiten:

Dauernde gesundheitliche Bedenken:

Hier wird ausdrücklich auf Personen mit „unbehandelten schlafbezogenen Atmungsstörungen (Schlafapnoesyndrome) und dadurch verursachten ausgeprägten Vigilanzstörungen“ hingewiesen.

Andere Bedenken ergeben sich bei Bewusstseins- oder Gleichgewichtsstörungen, Anfallsleiden, Diabetes mellitus, Suchtformen, Dauerbehandlung mit bestimmten Medikamenten, einzelnen

Erkrankungen des Herz- und Kreislaufsystems, des Bewegungsapparates, des zentralen und peripheren Nervensystems und bei Gemüts- und Geisteskrankheiten.

Diese Auflistung hat wie üblich orientierenden Charakter und erlaubt dem untersuchenden Betriebsarzt eine individuelle, der Situation angepasste Entscheidung.

Befristete gesundheitliche Bedenken:

Es handelt sich um dieselben Erkrankungen, wobei jedoch eine Besserung oder Wiederherstellung zu erwarten ist.

Keine gesundheitlichen Bedenken unter bestimmten Voraussetzungen:

Es liegen Erkrankungen vor, aber unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen ist eine Gefährdung nicht wahrscheinlich.

Keine gesundheitlichen Bedenken.

Diese tätigkeitsbezogenen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen im Rahmen des G 25 sollten immer in Verbindung mit den allgemeinen Tauglichkeitsuntersuchungen, die Voraussetzungen für bestimmte Tätigkeiten, wie z.B. das Führen von Kraftfahrzeugen, sind, gesehen werden.

➤ **Tauglichkeitsuntersuchungen**

Die verschiedenen Tauglichkeitsuntersuchungen, die zum Teil auch im G 25 berücksichtigt sind, haben rechtsverbindlichen Charakter. Unter anderem ist die Eignung oder Tauglichkeit von Fahr-, Steuer- und Überwachungspersonal in folgenden Vorschriften und Verordnungen festgelegt (BGI 784, Kommentar zum G25):

- Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV)
- Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft)
- In der Straßenverkehrsordnung (STVZO)
- Verschiedene Unfallverhütungsvorschriften, die den innerbetrieblichen Transport und Verkehr regeln (z.B. Krane (VBG 9), Fahrzeuge (VBG 12), etc.)
- Für den Schienenverkehr in der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) und in der Strassenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab).

Für die Beurteilung von Befunden, die im Rahmen der Untersuchung erhoben wurden, stehen mehrere Richt- und Leitlinien zur Verfügung (BGI 784, Kommentar zum G25):

- Anlage 4 der FeV
- Leitlinie für die Beurteilung der Betriebsdiensttauglichkeit in Verkehrsunternehmen des Verbandes deutscher Verkehrsunternehmen
- Richtlinie 107 „Tauglichkeit feststellen“ der Deutschen Bahn AG.

In den Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung des gemeinsamen Beirats für Verkehrsmedizin bei den Bundesministerien für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen sowie für Gesundheit wird im Kapitel 3.8 Lungen- und Bronchialerkrankungen explizit auf das Schlafapnoesyndrom eingegangen:

„Patienten mit unbehandelten schlafbezogenen Atmungsstörungen (Schlafapnoe-Syndrome) und dadurch verursachten ausgeprägten Vigilanzbeeinträchtigungen sollten nicht am Straßenverkehr teilnehmen. Bei allen diesen Personen, besonders aber bei Berufskraftfahrern und Personen, die Kraftfahrzeuge zur Personenbeförderung gemäß § 11 Abs. 1 (Klasse D oder DI) und § 48 FeV (Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung) führen, sind der Nachweis der erfolgreichen Therapieeinleitung in einem Schlafmedizinischen Labor und die regelmäßige Kontrolle dieser Therapie zu fordern.“ (Krankheit und Kraftverkehr, 2000).

2.2.3.2. Großherzogtum Luxemburg

➤ Rechtliche Grundlagen

Die Organisation der Arbeitsmedizin in Luxemburg basiert auf zwei Gesetzen (Loi du 17 juin 1994 concernant les services de santé au travail, Loi du 14 décembre 2001 services de santé au travail) und einer großherzoglichen Verordnung zur Regelung der Nachuntersuchungsfristen (règlement grand-ducal du 12 juin 1997 concernant la périodicité des examens en matière de médecine du travail).

Die Gesetze vom 17. Juni 1994 und vom 14. Dezember 2001 haben die europäischen Bestimmungen von 1989 zur Einführung der Arbeitsmedizin in den einzelnen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union in nationales luxemburgisches Recht umgesetzt. Damit wurden im Großherzogtum Luxemburg die Betreuung der Betriebe und die Untersuchungen der Arbeitnehmer erstmals 1994 per Gesetz festgelegt. In den Jahren zuvor bestanden verschiedene betriebsärztliche Dienste, die aber keine rechtliche Grundlage oder Rechtsverbindlichkeit hatten .

➤ Organisation in den Betrieben

Im Gesetz vom 17. Juni 1994 werden die Organisation der arbeitsmedizinischen Betreuung für alle Betriebe und Arbeitnehmer (ausgenommen von der Regelung sind Mitarbeiter der in Luxemburg ansässigen europäischen Institutionen und Linienpiloten), die Schaffung entsprechender Kontrollgremien z.B. im Gesundheitsministerium, die berufliche Qualifikation der Ärzte zur Ausübung der Arbeitsmedizin, Strafen bei Nichtbeachtung des vorliegenden Gesetzes, sowie allgemein die Durchführung einer Einstellungs- und bei bestimmten Arbeitnehmergruppen einer Nachuntersuchung, geregelt.

- Betriebe mit über 5000 Arbeitnehmern

Arbeitgeber, die mehr als 5000 Arbeitnehmer oder mehr als 3000 Arbeitnehmer, von denen mindestens 100 in einem Risikoposten arbeiten

oder dem erhöhten Risiko des Eintritts einer Berufskrankheit ausgesetzt sind, beschäftigen, müssen einen arbeitsmedizinischen Dienst in ihrem Betrieb einrichten. Im Artikel 17 werden die Arbeitsplätze genauer erläutert, die als Risikoposten anzusehen sind:

- Alle Posten, die den Arbeitnehmer am Arbeitsplatz dem Risiko einer Berufskrankheit, eines spezifischen Arbeitsunfalls, physikalischen oder biologischen Gefahrstoffen, sowie kanzerogenen Substanzen aussetzen
 - Alle Arbeitsplätze mit Tätigkeiten, die eine Gefahr für die Sicherheit und Gesundheit von anderen Arbeitnehmern oder der Umgebung beinhalten, oder das Bedienen von Maschinen etc., die eine Gefahr für die Sicherheit und Gesundheit von anderen Arbeitnehmern oder der Umgebung beinhalten.
- Betriebe mit weniger als 5000 Arbeitnehmern

Sie können auf Wunsch einen eigenen arbeitsmedizinischen Dienst in ihrem Betrieb aufbauen (identisch der Organisation in den Betrieben mit über 5000 Arbeitnehmern) oder zusammen mit anderen Betrieben einen interbetrieblichen arbeitsmedizinischen Dienst einrichten. Dies ist z.B. für den industriellen und finanziellen Sektor in Luxemburg der Fall.

Werden diese zwei Möglichkeiten nicht genutzt, so sind die Betriebe dem halbstaatlichen Service de Santé au Travail Multisectoriel (STM) angeschlossen.

➤ Aufgaben der arbeitsmedizinischen Dienste und Betriebsärzte

Die allgemeinen Aufgaben entsprechen denen in Deutschland.

- Medizinische Untersuchungen

Es gibt keine spezifischen Leit- oder Richtlinien, ähnlich den berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen in Deutschland, zur Untersuchung der Beschäftigten in den einzelnen Berufs- oder Tätigkeitsfeldern, deshalb sind allgemeine Rechtsvorgaben Grundlage in Luxemburg.

- Die Einstellungsuntersuchung

Jeder Arbeitnehmer unterliegt bei Tätigkeitsaufnahme einer gesetzlich vorgeschriebenen arbeitsmedizinischen Einstellungsuntersuchung. Diese muss von einem Arbeitsmediziner durchgeführt werden.

Entsprechend dem deutschen System erklärt der untersuchende Arzt den Arbeitnehmer anschließend für berufsfähig oder berufsunfähig unter bestimmten Voraussetzungen. Bei Berufsunfähigkeit erfolgt eine automatische Auflösung des Arbeitsvertrages.

- Die Nachuntersuchung

Obligatorische Nachuntersuchungen werden für folgende Gruppen festgelegt:

- Arbeitnehmer unter 21 Jahren
- Arbeitnehmer, die dem Risiko einer Berufskrankheit oder ionisierenden Strahlen ausgesetzt sind
- Alle Arbeitnehmer, die auf einem Risikoposten beschäftigt sind
- Nach sechswöchiger ununterbrochener Erkrankung
- Alle Arbeitnehmer, bei denen der Arbeitsmediziner aufgrund der durchgeführten Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung bei der Einstellungsuntersuchung eine regelmäßige Nachuntersuchung für sinnvoll erachtet.

Die Fristen für die Nachuntersuchungen werden in der großherzoglichen Verordnung vom 17. Juni 1997 ebenfalls allgemein festgelegt und stellen Minimalfristen dar, die bei Bedarf verkürzt werden können (règlement grand-ducal du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens en matière de médecine du travail).

➤ strafrechtliche Verfolgung

Bei Zuwiderhandlung gegen diese Gesetze sind Freiheitsentzug und Geldstrafen vom Gesetzgeber vorgesehen.

Jeder arbeitmedizinische Dienst entscheidet dann über den Umfang und Zeitplan der von ihm durchgeführten Untersuchungen.

Im „Service de Santé au Travail Multisectoriel“ wurden für die arbeitsmedizinische Untersuchung der LKW- und Busfahrer folgende Kriterien festgelegt (siehe auch 3.2.1. „Standarduntersuchungen im Rahmen der arbeitsmedizinischen Beurteilung von Berufskraftfahrern (LKW- und Busfahrer)“:

- Testung und Beurteilung des Sehvermögens, einschl. räumlichen Sehens
- Testung und Beurteilung des Hörens
- Zur gleichen Zeit erfolgt routinemäßig bei jedem Fahrer ein Urintest mittels Mehrfachteststreifen, der insbesondere der Diabetesfrüherkennung dient
- Anschließend erfolgt die allgemeine und arbeitsspezifische Anamnese, sowie die körperliche Untersuchung durch den Arbeitsmediziner, der, in Ausnahmefällen bei entsprechenden Befunden, weitergehende Untersuchungen bei anderen Fachärzten verschreiben kann.

Die Minimalfrist zur Nachuntersuchung wurde auf drei Jahre festgesetzt, unabhängig vom Alter des Fahrers.

2.3. Fragestellung und Ziel der Arbeit

Aus den bisherigen Ausführungen wird die hohe Bedeutung des Schlafapnoesyndroms in der Prävention- im Besonderen bei Berufskraftfahrern, für die weder in Deutschland noch in Luxemburg die arbeitsmedizinische Untersuchung verpflichtend ist, - deutlich. Eine letztendlich sichere Diagnose ist mit einem stationären Aufenthalt in einem Schlaflabor verbunden. Die Polysomnographie über ein bis mehrere Nächte ist jedoch kosten- und zeitintensiv. Zudem bestehen bei den meisten Einrichtungen längere Wartelisten.

Das Ziel der Arbeit besteht daher darin, eine möglichst effektive, kostengünstige und vor allem in der alltäglichen ambulanten arbeitsmedizinischen Untersuchungspraxis anwendbare Screeningmethode zu entwickeln, die für den Arbeitsmediziner eine Entscheidungshilfe darstellt, welche Arbeitnehmer, insb. LKW- und Busfahrer, zur endgültigen Diagnosesicherung einer atemabhängigen Schlafstörung/eines Schlafapnoesyndroms an ein Schlaflabor überwiesen werden sollten. Neben der Frage der beruflichen Eignung ist die Sicherung der Diagnose für den Arbeitnehmer auch im Hinblick auf den Beginn einer adäquaten Therapie und damit zur Vermeidung eventueller eigener gesundheitlicher Spätfolgen und Gefährdung der Mitmenschen notwendig.

3. Methodik

3.1. Arbeitsmedizinische Betreuung in Luxemburg

3.1.1. Service de Santé au Travail Multisectoriel (STM)

➤ Rechtsform

Der Service de Santé au Travail Multisectoriel (STM) wurde durch das Gesetz vom 17. Juni 1994 geschaffen. Es handelt sich um eine gemeinnützige Einrichtung unter der Oberaufsicht des Gesundheitsministeriums. Die Leitung besteht aus einem Vorstand und je einem administrativem und medizinischem Direktor bzw. Direktorin.

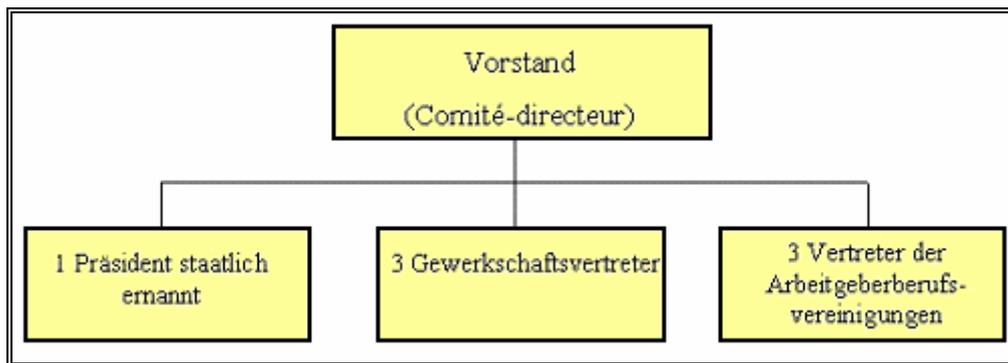


Abb. 2. Zusammensetzung Vorstand STM

➤ Aktivitäten

Die Aktivitäten des STM erstrecken sich im Wesentlichen auf vier Bereiche der arbeitsmedizinischen Betreuung von Betrieben und Arbeitnehmern:

- Medizinische Untersuchungen der Arbeitnehmer definiert nach den Gesetzen vom 17. Juni 1994 und 14. Dezember 2001
Durchgeführt werden die Funktionsprüfungen und Untersuchungen durch das Assistenzpersonal und den Arbeitsmediziner, im Bedarfsfall werden

weitere Untersuchungen/Ergebnisse bei anderen Fachärzten und dem jeweiligen Hausarzt angefordert.

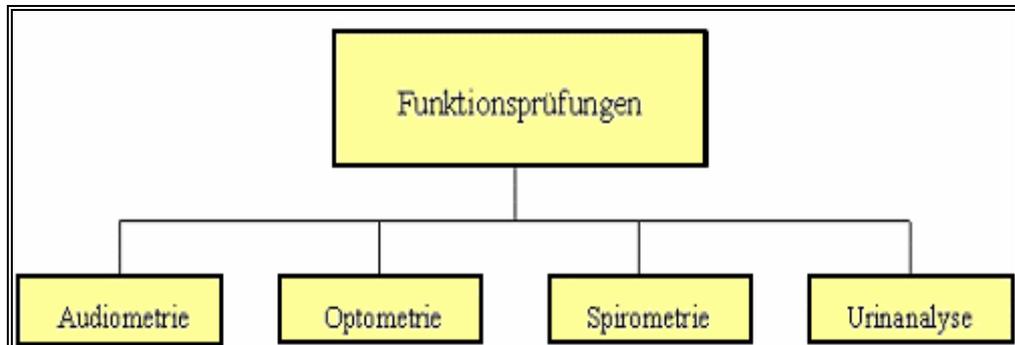


Abb. 3. Funktionsprüfungen im Service de Santé au Travail Multisectoriel (STM)

- Durchführung von Gefährdungsanalysen und Risikoabschätzungen für die verschiedenen Arbeitsposten und Arbeitsplätze
- Durchführung von Beratungen und Informationsveranstaltung vor Ort in den Betrieben und im STM
- Beratung und Durchführung von Messungen, Untersuchungen in ergonomischen Fragen.

➤ Organisation und Betreuungsumfang

Der STM ist der größte arbeitsmedizinische Dienst im Großherzogtum Luxemburg und besteht aus vier medizinischen Zentren, die sich auf das gesamte Gebiet des Großherzogtums verteilen. Das größte Zentrum befindet sich in der Stadt Luxemburg, in dem auch die hier vorgestellte Studie durchgeführt wurde.

Betreut wurden im Jahr 2003 insgesamt 155.845 Arbeitnehmer aus 23.907 dem STM angeschlossenen Betrieben, darunter 1.994 Betriebe, in denen regelmäßig mehr als 15 Mitarbeiter beschäftigt werden. Dies sind insgesamt 97.835 Arbeitnehmer. Bei

26.351 Arbeitsplätzen handelt es sich um Risikoposten, deren arbeitsmedizinische Überwachung besondere Bedeutung zukommt.

Aus diesen Zahlen wird deutlich, dass es sich in der Regel um die Betreuung von Klein- und Mittelbetrieben aus den verschiedensten Bereichen handelt. Zu den Sektoren, die dem STM angeschlossen sind, gehören u.a. der Handel, Transportunternehmen, alle Arten von Handwerksbetrieben, Büroarbeitsplätze, Kommunalangestellte und -verwaltungen, Hotel- und Gaststättengewerbe.

3.1.2. Untersuchte Berufskraftfahrer im STM

Dem STM sind circa 380 Transportunternehmen aus dem Bereich des Straßenverkehrs angegliedert.

Im Zeitraum der Studie von September 2001 bis Juli 2003 wurden in den vier Zentren des STM insgesamt 83.864 Arbeitnehmer aus den verschiedenen Sektoren untersucht. Davon waren insgesamt 5.767 Personen als Busfahrer (1.107 Arbeitnehmer) und Lastkraftwagenfahrer (4.660 Arbeitnehmer) angestellt. Dies macht 6,9% aller vorgestellten Arbeitnehmer aus.

Im Zentrum Luxemburg, in dem die Studie durchgeführt wurde, wurden insgesamt 48.694 Arbeitnehmer untersucht. Die Zahl der Busfahrer lag bei 304, die der LKW-Fahrer bei 2.025, zusammen entspricht dies einem Prozentsatz von 4,8% aller Arbeitnehmer, die im Zentrum Luxemburg erschienen sind.

Eine Besonderheit stellt die Tatsache dar, dass es sich bei vielen um Nicht-Luxemburger, d.h. Personen mit z.B. belgischer, deutscher, französischer u.a. Staatsangehörigkeit, handelt. All diese müssen im STM untersucht werden wenn sich der Firmensitz in Luxemburg befindet und somit das Personal der luxemburgischen Gesetzgebung unterliegt.

Aus diesen Zahlen wird deutlich, dass der Beurteilung dieser Berufsgruppe in den Zentren des STM eine große Bedeutung zukommt. Hierbei sind nicht enthalten Führer von Kleinlieferwagen, Taxis, Kapitäne und Personen mit anderen Steuer-, Fahr-, und Überwachungstätigkeiten. Zieht man diese Berufsgruppen zusätzlich in Betracht, so steigt der Prozentsatz der betreuten Personen auf diesen Risikoposten beträchtlich. Dies führte dazu, dass im STM eine effiziente, sichere und praktikable Screeningmethode für das Schlafapnoesyndrom, die eventuell als Pflichtuntersuchung eingeführt werden könnte, gesucht wurde. Als repräsentative Gruppe für die vorliegende Studie wurden die Bus- und Lkw-Fahrer ausgewählt.

3.2. Untersuchungs- und Studienablauf

3.2.1. Standarduntersuchungen im Rahmen der arbeitsmedizinischen Beurteilung von Berufskraftfahrern (LKW- und Busfahrer)

Im Rahmen der Einstellungs- und Nachuntersuchungen werden bei LKW- und Busfahrern mehrere standardisierte Verfahren zur Beurteilung des Seh- und Hörvermögens durchgeführt.

Zur gleichen Zeit erfolgt routinemäßig bei jedem ein Urintest (Combur³Test[®] E), der v.a. der Diabetesfrüherkennung dient.

3.2.1.1. Optometrie

Die Überprüfung des Sehvermögens wird am Sehtestgerät Ergovision C50 manuell durchgeführt. Die verschiedenen Tests gliedern sich in Basistests, die zur Messung der Sehschärfe, Sehgleichgewicht, Hypermetropie und Astigmatismus herangezogen werden und spezifische Tests, die eine genauere Analyse von Visusstörungen oder die Beurteilung von besonderen Gegebenheiten wie Kontraste, Farbsinn, Steroskopie, Sehen bei Nacht, Leuchtdichte und peripheres Sehen erlauben.

3.2.1.2. Audiometrie

In den Zentren des STM wird ein routinemäßiges Audiogramm mit dem Grason-Stadler GSI 17 Audiometer erstellt, dabei wird beginnend mit -10 dB bei 1000 Hz aufsteigend in fünfer dB-Schritten bis zu einem Wert von maximal 100 dB die Hörschwelle für 1000 bis 8000 Hz festgelegt. Nach Abschluss der Hochfrequenzreihe werden die Tieftonfrequenzen getestet.

3.2.2. Untersuchungen im Rahmen der Studie

Neben den oben erläuterten Standarduntersuchungen, die im STM bei jedem LKW- und Busfahrer durchgeführt werden, wurden im Rahmen der Studie vier Screeningmethoden diesen Routinetests angeschlossen:

- Ausführliche allgemeine und Arbeitsanamnese mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens, einschließlich körperlicher Untersuchung
- Testung der Tagesmüdigkeit mit Hilfe der Epworth Sleepiness Scale
- Testung der Vigilanz mit Hilfe des Vigil-Tests
- Ambulante Schlafüberwachung mit mobilen Geräten (sofern möglich).

3.2.2.1. Anamnese und körperliche Untersuchung

Zur Befragung und Untersuchung der Fahrer wurde ein standardisierter Bogen in deutscher und französischer Sprache entwickelt (im Anhang ist jeweils eine Version beigelegt). Er enthält Elemente von Siegrist et al. (1987), die als erste im deutschsprachigen Raum Fragen zum Erkennen von verdächtigen SAS-Patienten 1987 in Marburg zusammenstellten z.B. zur Schlafneigung/Schläfrigkeit am Tage, zu Schlaf- und Aufwachverhalten, körperlichen Symptomen und Partnerbeobachtungen.

Mit Hilfe des in der vorliegenden Studie benutzten Fragebogens wurden folgende Informationen gesammelt:

- Soziodemographische Daten (Geschlecht, Alter, Gewicht, Größe, Rauchen, Alkoholkonsum)
- Medizinische Daten z.B. Medikamenteneinnahme, chronische Erkrankungen
- Berufs- und Arbeitsplatzanamnese (Beschäftigungsbetrieb, Beschäftigungsdauer als Fahrer in Jahren, Anzahl der Arbeitstage/Monat, durchschnittliche Arbeitszeit/Tag, Nachtschicht, Kurz-, Langstreckenverkehr, durchschnittliche Fahrdauer ohne Pause, durchschnittliche

Kilometerzahl/Tag, mehrtägige Fahrdauer, Tätigkeit während der letzten sechs Stunden vor der Untersuchung, Gefahrguttransport, Ladetätigkeiten)

- Messung des systolischen/diastolischen Blutdruck- und Pulswertes.

Dieser Fragebogen wurde, auch aufgrund der Erfahrungen von Siegrist et al., durch den Arzt in einem Interview zusammen mit den Fahrern ausgefüllt. Dadurch sollten Verständnisschwierigkeiten ausgeschaltet und genauere, einheitliche Daten gewonnen werden.

In der Auswertung wurde besonderes Gewicht auf die Schlafanamnese gelegt (Fremdbeobachtung zu Schnarchen und Atemstillständen, Einschlafstörungen, morgendlicher Müdigkeit, Kopfschmerzen und Verkehrsunfällen aufgrund von Einschlafneigung). Wurden mindestens zwei dieser Fragen positiv beantwortet, wurde dies als Indiz für ein mögliches Schlafapnoesyndrom gewertet. Ebenfalls wurden die bekannten Risikofaktoren wie z.B. Alter (≥ 50 Jahre), Übergewicht (BMI ≥ 30 kg/m²) und Bluthochdruck (systolische Werte ≥ 160 mm Hg und diastolische Werte ≥ 95 mm Hg) in die Bewertung mit einbezogen.

In der körperlichen Untersuchung wurde speziell auf klinische Symptome, die auf eine Erkrankung des Herz- Kreislaufs, - Atemwegs- oder Nervensystems hinwiesen, geachtet.

3.2.2.2. Epworth Sleepiness Scale (ESS)

3.2.2.2.1. Grundlegende nationale und internationale Studien

1991 stellte Johns erstmals die Epworth Sleepiness Scale (ESS), die im Epworth Hospital in Melbourne/Australien entwickelt wurde, vor. Es handelt sich dabei um einen einfach und schnell durchzuführenden Test, mit dessen Hilfe die allgemeine Tagesschläfrigkeit bei Erwachsenen in acht verschiedenen Alltagssituationen gemessen werden soll. Die Patienten beurteilen eigenständig im Fragebogen

beschriebene Tätigkeiten, in dem sie anhand einer vierstufigen Skala ihre Wahrscheinlichkeit des Einschlafens einschätzen (null entspricht „würde niemals einnicken“, eins entspricht „geringe Wahrscheinlichkeit einzunicken“, zwei entspricht „mittlere Wahrscheinlichkeit einzunicken“ und drei entspricht „hohe Wahrscheinlichkeit einzunicken“). Anschließend wird aus den einzelnen Antworten die Summe gebildet.

Werte \geq neun sind als pathologisch anzusehen. Weitere Messungen werden nicht vorgenommen. Daraus ergibt sich, dass es sich um eine rein subjektive Bewertung des Vorhandensein bzw. des Ausmaßes der Tagesmüdigkeit handelt.

Nach der Veröffentlichung der ESS wurden verschiedene Studien zur Zuverlässigkeit, Konsistenz und zur Korrelation zwischen ihr und „Multiple Sleep Latency Test“ (MSLT) und Polysomnographie durchgeführt.

Johns (1992), der Autor des ESS, fand, dass die erreichte Punktzahl zwischen Personen mit und ohne SAS signifikant unterschiedlich ist. Außerdem korrelierte in seinen Untersuchungen die ESS mit den Ergebnissen aus dem MSLT und der Polysomnographie (PSG). Er fand bei den SAS-Patienten sogar eine Korrelation zwischen dem Punktwert und dem RDI (respiratory disturbance index), gemessen in der PSG.

1992 führte er weitere Untersuchungen zur Zuverlässigkeit des Test aus. Gesunde Probanden wurden getestet und wiederum nach fünf Monaten, es zeigten sich in den Ergebnissen keine Unterschiede. In derselben Untersuchung beantworteten ebenfalls SAS-Patienten den Fragebogen und erzielten hohe Summenwerte. Im Anschluss wurden sie drei bis neun Monate mit CPAP behandelt und danach wieder getestet. Es zeigte sich eine Normalisierung des Ergebnisses.

Vergleiche zwischen ESS und MSLT, einem objektiven Test zur Messung der Tagesschläfrigkeit, wurden von Benbadis et al. (1999) und Carmona et al. (2000) gemacht.

Benbadis et al. (1999) fanden keinen Zusammenhang zwischen den beiden Methoden und mutmaßten, dass diese verschiedene Aspekte der Tagesschläfrigkeit ermittelten.

Carmona et al. (2000) untersuchten eine Fahrerpopulation mit fraglicher SAS-Diagnose und sehen nach Auswertung ihrer Resultate keine der beiden Methoden deutlich im Vorteil in der Verifizierung der Tagesmüdigkeit.

Interkulturelle Unterschiede sind nicht zu erwarten, wie Bloch et al. 1999 in ihrer Studie zur Validierung der deutschen Übersetzung des ESS zeigten. Für sie ist der Epworth Fragebogen, durch seine einfache Anwendbarkeit, Zuverlässigkeit und fehlenden Einflüsse von Sprache und Kulturen ein nützliches Werkzeug in Klinik und Forschung.

3.2.2.2.2. Eigenes Vorgehen

Da es sich, wie gezeigt, bei der Epworth Sleepiness Scale um ein seit Jahren in der Schlafmedizin etabliertes Verfahren handelt, wurde sie als zweite Methode, ausgewählt. Analog zu den Testvorgaben wurden Summenscores von \geq neun als Hinweis auf Schlafstörungen und ein mögliches Schlafapnoesyndrom gewertet. Die Fahrer füllten den Fragebogen selbstständig aus. Es lag eine Version in französischer und deutscher Sprache vor. Der untersuchende Arzt war stets zugegen.

3.2.2.3. Vigilanztest

3.2.2.3.1. Grundlegende nationale und internationale Studien

Als dritte Screeningmethode wurde Vigil, ein Vigilanztest, in unsere Studie aufgenommen, da mehrere Veröffentlichungen zu dem Ergebnis kommen, dass Aufmerksamkeit, Wachheit oder kognitive Fähigkeiten, bei SAS-Patienten herabgesetzt sind, nach CPAP-Behandlung eine Verbesserung der Leistungen eintritt.

Bereits 1987 führten Schwarzenberger-Kesper et al. einen Reaktionszeittest vor und nach CPAP-Therapie durch. Bei allen Erkrankten konnte der Erfolg der Behandlung mit einer Erhöhung des Vigilanzniveaus nachgewiesen werden.

1990 veröffentlichten Haraldsson et al. eine Studie, in der SAS-Patienten eine signifikant verlängerte Bremszeit und ein häufigeres Abkommen von der Strasse im Fahrtst aufwiesen.

Kotterba et al. (1999) führten einen Vigilanz- und zwei Aufmerksamkeitstests durch und fanden, dass die Patienten im Vigilanz- und Gedächtnistest ähnlich den Gesunden, aber signifikant schlechter in den Aufmerksamkeitstests abschneiden. Dies gilt besonders für Reaktionsfähigkeit und Daueraufmerksamkeit, d.h. hauptsächlich die kognitiven Fähigkeiten sind herabgesetzt. Da diese insbesondere im Berufsleben eine Rolle spielen, resultiert daraus ihrer Meinung nach eine erhöhte Unfallrate. Auch hier erzielten die Patienten nach Therapie mit CPAP verbesserte Leistungen in den Tests.

Auch Hack et al. (2000) sprechen von „schlechten“ kognitiven Fähigkeiten bei SAS-Patienten. Sie stellten sich die Frage, ob diese Funktionen vielleicht durch die wiederholten Hypoxien dauerhaft gestört sind und ob ein Normalzustand wieder erreicht werden kann.

2001 führten Hack et al. eine Studie durch, in der eine 90-minütige Fahrleistung von SAS-Patienten, Gesunden mit Schlafentzug und solchen nach Alkoholgenuß im Vergleich zu CPAP-Therapierten, Gesunden ohne Schlafentzug und solchen ohne Alkoholgenuß gemessen wurde. Die SAS-Erkrankten ähnelten in ihrem Verhalten den „Schlafmangel-Probanden“, jedoch war das Ergebnis nicht eindeutig, da die erhaltenen Daten kein einheitliches Bild aufwiesen.

Ein Test ähnlich dem in dieser Studie benutzten Vigil ist der 1995 von Findley et al. entwickelte Test „Steer Clear“. Es handelt sich um ein computergestütztes Programm, welches eine lange und monotone Autobahnfahrt simuliert. In 30

Minuten werden 780 Quadrate im Abstand von zwei Sekunden bis zwei Minuten präsentiert. Durch Drücken der Leertaste vermeidet der Proband eine Kollision. Das Programm errechnet die Anzahl und den Prozentsatz der Zusammenstöße und die der nicht getroffenen Hindernisse.

Im Test fand sich eine signifikant höhere Unfallrate bei den SAS-Patienten im Vergleich zur Normalpopulation, wobei die „Normalgruppe“ sogar mehr gefahrene Meilen aufwies. Ebenfalls korrelierte das im Steer Clear gemessene Aufmerksamkeitsdefizit mit der erhöhten Anzahl von Zwischenfällen der Erkrankten. Weitere signifikante Korrelationen bestanden zwischen Ergebnis und Desaturationsindex, dem Oxyhämoglobinabfall/Stunde Schlaf und dem Apnoe-Hypopnoeindex/Stunde Schlaf in der Polysomnographie. Findley et al. folgerten daraus einen Zusammenhang zwischen Vigilanzabfall und Schweregrad des Schlafapnoesyndroms. Die Patienten hatten erwartungsgemäß nach CPAP-Behandlung bessere Testergebnisse als vorher.

Freundlicherweise stellte Herr Prof. Randerath, Schlaflabor der Klinik Bethanien/Solingen den von ihm entwickelten Vigilanztest zur Daueraufmerksamkeit als computergestütztes Verfahren unentgeltlich zur Verfügung. Dieser war durch ihn aufgrund von drei Versuchsgruppen (freiwillige Probanden, SAS-Patienten, die den Test vor und nach Therapie absolvierten) im Jahre 2000 evaluiert worden.

Das Ziel besteht darin, die Fähigkeit zur Daueraufmerksamkeit in monotonen Situationen zu messen. Es handelt sich nicht um einen spezifischen Test zur Überprüfung der Fahrfähigkeit, vielmehr werden hierbei wesentlich höhere Anforderungen an die kognitiven und psychomotorischen Fähigkeiten der Versuchspersonen gestellt. Die Resultate wurden im Hinblick auf folgende Fragestellungen untersucht:

- Zusammenhang mit klinischen SAS-Symptomen
- Zusammenhang mit selbstangegebenen Verkehrsunfällen

- Zusammenhang mit selbsteingeschätzter Tagesmüdigkeit anhand der Epworth Sleepiness Scale
- Bestehen Lerneffekte bei wiederholter Testdurchführung
- Kommt es zu positiven Veränderungen nach Therapie.

Außerdem sollten Referenzwerte erstellt werden, die dem Arzt in der Eignungsbeurteilung von Patienten, die ein erhöhtes Berufsrisiko aufgrund von vermehrten Aufmerksamkeitsleistungen aufweisen, helfen.

Der Testablauf sieht folgendermaßen aus:

Auf dem Bildschirm mit schwarzem Hintergrund erscheinen zwei weiße Rand- und ein Mittelstreifen, die kontinuierlich weiter laufen und so eine monotone Fahrsituation simulieren sollen. In unregelmäßigen Abständen erscheinen dann an verschiedenen Stellen Quadrate von 20 Pixel Größe, die für die Dauer von 20 ms aufleuchten. Es werden 100 solche pro 10- minütigem Intervall präsentiert, insgesamt dauert der Test 30 Minuten mit 300 „Hindernissen“. Die Aufgabe der Testperson besteht darin, innerhalb einer Sekunde nach Erscheinen des Quadrates die Leertaste zu betätigen. Erfolgt innerhalb einer Sekunde keine Reaktion der Versuchsperson, so wird dies als Fehler gerechnet. Am Testende wird die mittlere Fehlerrate in Relation zu den präsentierten „Hindernissen“ errechnet. Die Ergebnisse für jedes Testintervall von 10 Minuten Dauer werden ebenfalls angegeben. Drückt der Fahrer die Leertaste, ohne dass ein Quadrat erschienen ist, so zählt dies als unangebrachte Reaktion. Während des Tests erhält die Versuchsperson keine Rückmeldungen (z.B. Geräusch oder Lichteffekt) auf ihre Reaktionen.

Zur Durchführung des Testes sitzt die Versuchsperson in einem abgedunkelten, ruhigen Raum, die einzige Lichtquelle ist der Bildschirm. Vor Beginn wird der Proband über Ziel und Testverlauf informiert. Der Arzt startet dann den Computer und beobachtet den Fahrer über eine Minute.

Vor der Untersuchung sind eventuelle Sehschwächen oder mangelnde Kooperation bei den Probanden auszuschließen.

3.2.2.3.2. Eigenes Vorgehen

In dieser Studie wurden Ergebnisse mit $\geq 8\%$ Fehlerrate als pathologisch und damit als Indiz für das Vorliegen eines SAS gewertet. Der Test wurde -wie oben beschrieben- durchgeführt.

3.2.2.4. Ambulante Schlafüberwachung mit mobilen Geräten für eine Nacht

3.2.2.4.1. Grundlegende nationale und internationale Studien

Als vierte Screeningmethode wurde die ambulante Schlafüberwachung für eine Nacht mit Hilfe von mobilen Geräten ausgewählt.

Seit 1993 erfolgten Veröffentlichungen, die sich mit der Validierung von verschiedenen mobilen Geräten zur Diagnose von atembezogenen Schlafstörungen beschäftigen (Grote et al. 1993, Teschler et al. 1995, van Surell et al. 1995, Gugger 1997, Verse et al. 2000, Portier et al. 2000, Claman et al. 2001, Shochat et al. 2002, Fietze et al. 2002, Calleja et al. 2002, Golpe et al. 2002). In der Regel erfolgte die simultane Aufzeichnung mit Hilfe der standardisierten Polysomnographie und dem mobilen Gerät im Schlaflabor.

Allgemein wird den unterschiedlichen Geräten ein guter Einsatz in der initialen Diagnostik bescheinigt. Sie stellen eine Vorstufe in der endgültigen Abklärung des Schlafapnoesyndroms dar. Da letztendlich aber immer eine Absicherung durch eine ausführliche z.T. mehrere Nächte dauernde Untersuchung erfolgen muss, stellt die ambulante Aufzeichnung nach Meinung mehrerer Autoren jedoch keinen Ersatz für die Polysomnographie (PSG) im Schlaflabor dar (Claman et al. 2001, Shochat et al. 2002).

Betrachtet man die Sensitivität, mit der die verschiedenen Geräte arbeiten, so erhält man Werte zwischen 80-86% (Shochat et al. 2002), 86% (Claman et al. 2001) und 97% (Gugger 1997). Dieselben Autoren geben die Spezifität mit 57 bis 86%, 95% und 77% an. Die Korrelation zwischen den Messwerten mit dem ambulanten Gerät und der PSG ist bei allen Untersuchungen hoch: [$r = 0,95$ (Gugger 1997), $r = 0,96$ (Claman et al. 2001), $r = 0,73$ (Shochat et al. 2002)].

Die ambulante arbeitsmedizinische Untersuchungspraxis bietet den Vorteil, dass sich die Beschäftigten nach einer Einführung unabhängig vom Schlaflabor selbst „untersuchen“ können. Erst bei auffälligen Befunden können die Arbeitnehmer dann zur weiteren Abklärung und eventuellen Behandlung an einen Schlafspezialisten überwiesen werden.

Um eine möglichst große Anzahl von Geräten zur Verfügung zu haben, wurden verschiedene Firmen kontaktiert, diese unentgeltlich für die Durchführung der Studie bereit zustellen. So konnten neben den Apparaten vom Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Universität Düsseldorf weitere Diagnosesysteme der Firmen Breas und Weinmann eingesetzt werden.

Bei den Geräten der Universität Düsseldorf handelt es sich um **EdenTrace II**, Modell 3711, der Firma Edentec/Eden Prairie, USA.

Whittle et al. untersuchten 1997 Probanden mit diesem Gerät in zwei aufeinanderfolgenden Nächten simultan mit PSG im Schlaflabor. Bei einem AHI >30 erhielten die Autoren mit der ambulanten Aufzeichnung dieselben Ergebnisse wie in der PSG und sahen damit, auch bei Einsatz des mobilen Systems, die Diagnose SAS als gesichert an. In ihrer Studie sind 29% der Patienten positiv und ihnen wurde sofort, ohne weitere Testungen, eine CPAP-Therapie empfohlen. Bei 15% der Probanden war das Ergebnis negativ. In 56% der Fälle war das Resultat des Gerätes nicht eindeutig, bzw. bei 18% von diesen waren die aufgezeichneten Daten unbrauchbar, so dass eine weitere Diagnostik im Schlaflabor mit PSG nötig war.

Zusammenfassend sehen sie die ambulante Aufzeichnung mit EdenTrace als billigere und schnellere Methode zum Screening des SAS als die konventionelle PSG im Schlaflabor.

Von der Firma Weinmann/Hamburg, Deutschland wurde das Gerät **SOMNOcheck** zur Verfügung gestellt.

Ficker et al. verglichen dieses Gerätes im Jahre 2001 ebenfalls simultan mit der PSG im Schlaflabor. Sie werteten die Ergebnisse automatisch mit der mitgelieferten Software und manuell vom Personal aus. Dabei fanden sie eine hohe Übereinstimmung zwischen SOMNOcheck und PSG. Die diagnostische Genauigkeit ist damit bei diesem Gerät sehr hoch, wobei die manuellen Auswertungen die automatischen noch übertreffen. Aufgrund dieser Ergebnisse gehen die Autoren davon aus, dass auch in einer ambulanten Messung zu Hause genaue Resultate erwartet werden können.

Das dritte Gerät, das **SC 20 Sleep Apnea Screening System** der Firma Breas, wurde nach Angaben der Firmenvertreter auch klinisch getestet, genaue Validierungsangaben liegen leider nicht vor.

Dem Anhang ist eine detaillierte Beschreibung der verwendeten Geräte und Untersuchungsparameter beigelegt.

3.2.2.4.2. Eigenes Vorgehen

Jeder Fahrer, der in die Studie aufgenommen wurde, unabhängig davon, ob Beschwerden oder Symptome für ein SAS bestanden, wurde von den untersuchenden Ärzten gefragt, ob er bereit wäre, das Gerät für eine Nacht zu tragen und schnellstmöglichst wieder in den STM zurückzubringen. Bestand aufgrund der erhobenen Anamnese der dringende Verdacht auf ein SAS, so wurde dem Fahrer der

Sachverhalt erklärt und geraten, die ambulante Aufzeichnung durchzuführen, er konnte aber nicht dazu verpflichtet werden.

Nach der Programmierung erfolgte die theoretische und praktische Einweisung in den Gebrauch des Gerätes. Die verschiedenen Sensoren und die damit gemessenen Aktivitäten wurden erklärt. Anschließend wurde das richtige Anlegen der verschiedenen Sensoren, Kabel und Gurte praktisch demonstriert. Für das Gerät EdenTrace stand dem Fahrer zu Hause noch die vom STM erstellte Gebrauchsanweisung mit Fotos zur Verfügung.

Die Rückgabe erfolgte dann an der Rezeption des STM, die entsprechenden Daten wurden ausgewertet, ausgedruckt und dem Arzt, der die Untersuchung durchgeführt hatte, zur Beurteilung vorgelegt.

Die Parameter, die mit den drei eingesetzten mobilen Geräten aufgezeichnet werden konnten, gehen aus Tabelle 4 hervor.

Parameter	EdenTrace	SOMNOcheck	SC 20
SpO2	x	x	x
Puls	x	x	
Oral-nasaler Atemfluss	x	x	x
Schnarchgeräusch	x	x	
Schlafposition	x	x	
Desaturationen		x	
Herzfrequenzveränderungen		x	
Anzahl Atemzyklen	x		
Atembewegungen	x		

Tab. 4. Parameter in der Geräteaufzeichnung

Bei einem pathologischen Ergebnis (AHI-Index ≥ 10) wurde dem Fahrer das Resultat erläutert, und er wurde schriftlich aufgefordert, seinen Hausarzt zu kontaktieren, damit dieser eine Untersuchung in einem Schlaflabor veranlassen konnte. Die entsprechenden Befunde der ambulanten Aufzeichnung wurden dem Fahrer zu diesem Zweck zugesandt. Außerdem wurde er gebeten, das Ergebnis der Polysomnographie im Schlaflabor dem entsprechenden Arzt im STM zuzusenden.

Lag die Bestätigung eines SAS vor, konnte die erteilte Bescheinigung zur Berufsausübung widerrufen und eine Befristung für die Dauer von 6 bis 12 Monaten ausgestellt werden. Dadurch wurde eine Wiedervorstellung im STM vorgesehen.

Der Fahrer wurde gebeten, zu diesem Termin einen Bericht seines behandelnden Schlafmediziners mitzubringen, in dem die eingeleitete Diagnostik, Therapie und der Behandlungserfolg bescheinigt ist. Bei gutem Therapieerfolg wurde die Berufsbescheinigung entsprechend verlängert bei regelmäßigen Kontrollen.

Problematisch ist, dass für die Arbeitnehmer bisher keine gesetzlichen Verpflichtungen in Bezug auf die Diagnostik des SAS bestehen, d.h. auch die Aufzeichnung im Schlaflabor ist nicht zwingend vorgeschrieben. Gleichzeitig kann eine ausgestellte Bescheinigung in Luxemburg aber nur bei vorliegendem sicheren Befund zurückgezogen werden, d.h. falls der Fahrer auch nach schriftlicher Aufforderung keine Untersuchung im Schlaflabor durchführen ließ, konnte die Entscheidung nicht widerrufen werden. In diesem Fall bleibt die bei der ersten Untersuchung im STM ausgestellte Berufsbefähigung, meist für die Dauer von drei Jahren, gültig. Bei der nächsten Nachuntersuchung können dann die entsprechenden Diagnoseschritte in die Wege geleitet werden, bevor eine neue Bescheinigung ausgestellt wird. Die andere Möglichkeit, dass der Arbeitsmediziner die Ausstellung ruhen lässt oder eine verkürzte Gültigkeit angibt, ist aber oft mit beruflichen Nachteilen für den Betroffenen verbunden (Nichteinstellung, Repressalien durch den Arbeitgeber etc.).

3.3. Auswahl der Probanden

Als Zielgruppe unserer Studie dienten im September 2001 Lastkraftwagenfahrer und Busfahrer, die im Fern-, Mittel- oder Nahverkehr tätig sind. Alle kamen aus Betrieben, die dem STM angegliedert sind und sich im Zentrum Luxemburg zur routinemäßigen Einstellungs- oder Nachuntersuchung meldeten.

Zur Aufnahme in die Studie mussten die Fahrer folgenden Kriterien entsprechen:

- Einen unbefristeten Arbeitsvertrag haben
- Führerscheinklasse C oder D (entspricht LKW- und Busführerschein)
- Mindestens seit einem Jahr als LKW- oder Busfahrer tätig sein
- Eine Arbeitszeit von mindestens 168 Stunden/Monat (entspricht einer Vollzeittätigkeit) aufweisen
- Zwischen 20 und 59 Jahren alt sein
- Keine regelmäßige Schichtarbeit leisten.

Fanden sich im Verlauf der Untersuchung Hinweise auf:

- Psychiatrische Erkrankungen
- Drogen- und/oder Alkoholmissbrauch
- Schwerwiegende Anomalien im Hals-Nasen-Ohrenbereich
- Herzinfarkt innerhalb der letzten sechs Monate,

so wurden diese Fahrer von der Aufnahme in die Studie ausgeschlossen und es erfolgte der routinemäßig im STM vorgesehene Untersuchungsablauf zur Feststellung der Berufsfähigkeit.

3.4. Diagnostische Kriterien

Aufgrund der in der Literatur beschriebenen charakteristischen Merkmale (s. Kapitel 2 Hintergrund) von SAS-Patienten wurden Fahrer, bei denen ein oder mehrere der folgenden Kriterien positiv ausfielen, als verdächtig für das Vorliegen eines SAS eingestuft:

- > 49 Jahre
- Body Mass Index von ≥ 30
- Epworthscore ≥ 9
- SAS verdächtige Angaben in der Schlafanamnese (≥ 2 Schlafstörungen)
- Pathologischer Vigilanztest $\geq 8\%$ Fehlerrate
- AHI-Index ≥ 10 im ambulanten Schlafmonitoring.

Die Geräte wurden zunächst vorzugsweise an Fahrer mit diesen Hinweisen und Wohnsitz im Großherzogtum Luxemburg ausgegeben, damit diese schnellstmöglich zum STM zurückgebracht werden konnten. Aufgrund der organisatorischen Rahmenbedingungen war dies nicht immer möglich, und so wurden ab Januar 2002 die Geräte an alle Fahrer, die zum Tragen bereit waren, ausgehändigt.

4. Ergebnisse

4.1. Medizinische Untersuchungen

4.1.1. Das Untersuchungskollektiv

Insgesamt konnten 200 Personen in die Studie aufgenommen werden.

4.1.1.1. Größe, Gewicht, Geschlecht und Alter

Alle untersuchten Personen waren Männer. Das durchschnittliche Alter betrug 40 Jahre (22 bis 61 Jahre), die mittlere Größe und Gewicht lagen bei 1,77 m und 89 kg. Daraus konnte ein mittlerer Body Mass Index von 28,4 errechnet werden.

	MW	s	n	MIN	MAX
Alter	40,2	8,4	200	22,0	61,0
Größe	177,3	7,1	197	158,0	198,0
Gewicht	89,3	17,8	197	51,0	175,0
Body Mass Index	28,4	5,2	197	16,1	53,4

Tab. 5. Alter (Jahre), Größe (cm), Gewicht (kg) von Fahrern im Durchschnitt

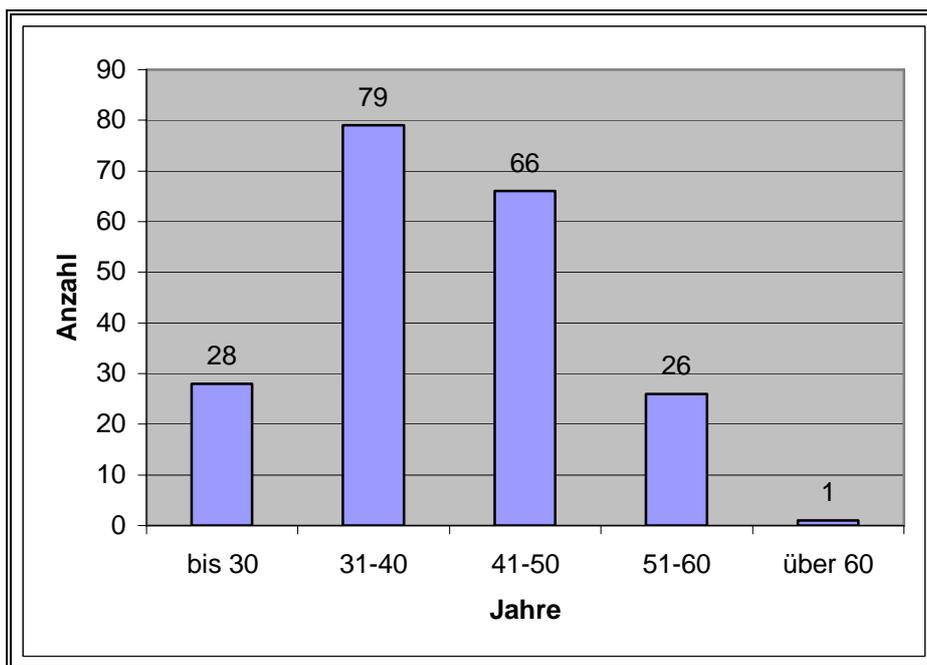


Abb. 12. Altersverteilung von n = 200 Fahrern

4.1.1.2. Charakteristische Merkmale der untersuchten Personen

➤ Rauchen

130 der 200 untersuchten Fahrer waren Raucher, dies entspricht einem Anteil von 65%. Durchschnittlich wurden 20 Zigaretten/Tag (1 bis 50 Zigaretten/Tag) seit 18 Jahren (4 bis 27 Jahre) geraucht. 16 Fahrer hatten das Rauchen aufgegeben und waren seit 1 bis 22 Jahren Nichtraucher.

Raucher	ja	n	130
		%	65
Anzahl Zigaretten pro Tag	MW	20,5	
	s	8,1	
	n	129	
Seit wie viel Jahren Raucher	MW	17,8	
	s	7,9	
	n	129	
Seit wann Nichtraucher	MW	8,4	
	s	7,1	
	n	16	

Tab. 6. Rauchverhalten (n = 130 Raucher von insgesamt 200 untersuchten Fahrern)

➤ **Alkohol**

Betrachtet man die Angaben über Alkoholgewohnheiten, so wird deutlich, dass ein relativ hoher Prozentsatz der Fahrer täglich solchen Getränken frönt und zwar 68% (135 von 200 Fahrern).

Aufgeschlüsselt nach der Art der Spirituosen, ergibt sich folgendes Bild: 128 machten genauere Angaben: 20% von ihnen trinken täglich ein bis sechs Gläser Bier, 34% ein bis vier Gläser Wein. Nimmt man die allgemeine Nennung „häufig“ in die Berechnung mit auf, erhöhen sich die Werte auf 23% bei Bier bzw. 39% bei Wein.

Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die tatsächlichen Mengen noch höher liegen als die angegebenen.

		n	%
Alkohol	ja	128	64,0
Anzahl Gläser Bier pro Tag	1	12	9,4
	2	8	6,3
	3	3	2,3
	4	2	1,6
	6	1	0,8
	selten	25	19,5
	gelegentlich	29	22,7
	häufig	3	2,3
Anzahl Gläser Wein pro Tag	1	24	18,8
	2	14	10,9
	3	5	3,9
	4	1	0,8
	selten	23	18,0
	gelegentlich	25	19,5
	häufig	6	4,7
	Anzahl Gläser Spirituosen pro Tag	3	1
selten		18	14,1
gelegentlich		10	7,8

Tab. 7. Alkoholkonsum (n = 128 von n = 200 untersuchten Fahrern)

Fasst man die Antworten nach Rauchen- und Alkoholkonsum zusammen, so ergibt sich, dass 41% der Befragten, dies ist mit Abstand die größte Gruppe, beides zu sich

nehmen. Nur 8,5% dagegen gaben an, dass sie weder rauchen noch Alkohol trinken. Die zwei verbleibenden Gruppen, „Alkohol ja/Rauchen nein“ und „Alkohol nein/Rauchen ja“ sind ungefähr gleich mit 26,5% bzw. 24% vertreten.

➤ **Medikamente und chronische Erkrankungen**

45% der Fahrer (90 von 200 Fahrern) leiden an einer oder mehreren chronischen Erkrankungen, die regelmäßige Arztbesuche oder Medikamenteneinnahme erfordern.

Erkrankungen	n	%
Keine	110	55,0
1	64	32,0
2	21	10,5
3	5	2,5

Tab. 8. Fahrer und chronische Erkrankungen

Bei der Nennung überwiegen die Augenkrankheiten (22,5%, n = 45/200), wobei ein beträchtlicher Anteil auf Sehschwächen mit entsprechender Korrektur entfällt. An zweiter Stelle werden Erkrankungen des Bewegungsapparates (12,5%, n = 25/200) hauptsächlich Rückenschmerzen, folgend endokrinologische Störungen (6,5%, n = 13/200), Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems (6,0%, n = 12/200) und der Atemwege (4,5%, n = 9/200) genannt.

15% (n = 30/200) der Fahrer nehmen zur Behandlung dieser Erkrankungen regelmäßig Medikamente ein.

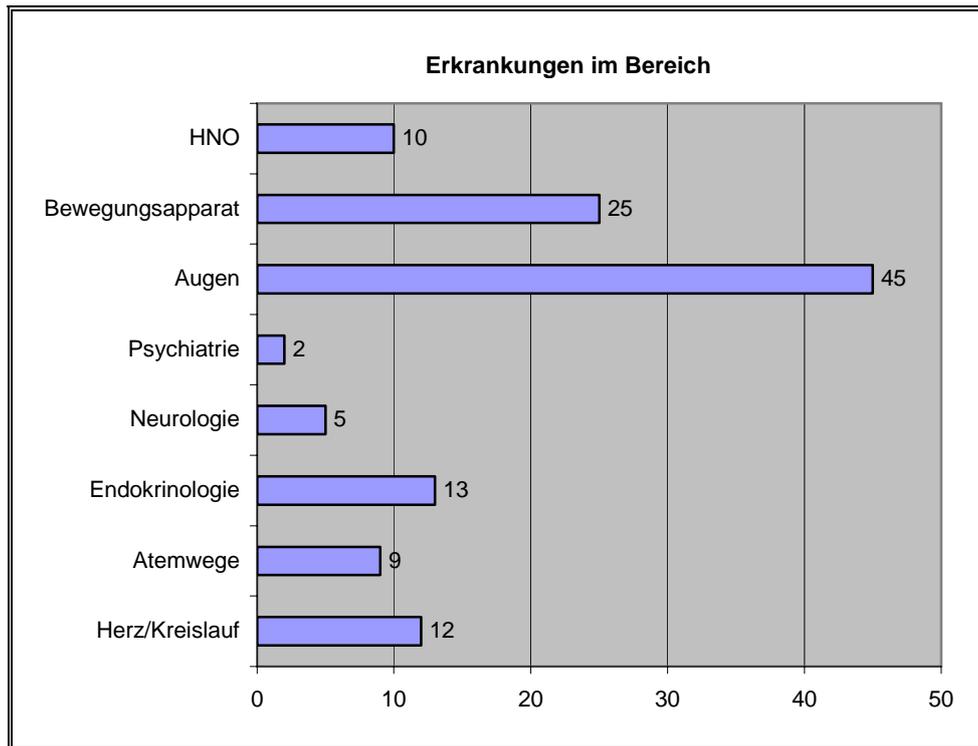


Abb. 13. Anzahl von Fahrern mit verschiedenen Erkrankungen
(n = 200 untersuchte Fahrer insgesamt)

4.1.2. Berufsanamnese und Arbeitsbedingungen

➤ Berufsanamnese

Bei den untersuchten Arbeitnehmern handelte es sich in der Regel um Fahrer mit einer längeren Berufserfahrung von durchschnittlich ca. 14 Jahren. Die mittlere Arbeitszeit/Tag mit ca. 10 Stunden/Tag an 22 Tagen im Monat lag höher als bei vielen Beschäftigten in anderen Bereichen mit einer täglichen Arbeitszeit von acht Stunden/Tag.

	MW	s	n	MIN	MAX
Anzahl Jahre als Berufskraftfahrer	14,4	8,4	200	1	36
Arbeitstage pro Monat	21,8	2,5	199	5	30
Durchschnittliche Arbeitszeit pro Tag	10,1	2,5	199	4	17
Anzahl Kilometer ohne Pause zurückgelegt	281,5	124,1	193	4	999
Durchschnittliche Kilometer pro Tag	583,7	196,5	198	50	1000

Tab. 9. Arbeitseinsatz von n = 200 Fahrern

➤ **Arbeitsbedingungen**

Die meisten Fahrer waren im Langstreckenverkehr mehrtägig unterwegs und legten am Tag durchschnittlich ca. 600 Kilometer zurück, davon jeweils ca. 280 km ohne Pause.

43% (n = 85/198) verrichteten zusätzlich zu ihrer Fahrtätigkeit noch Ladearbeiten, daraus ergibt sich für die betroffenen Personen eine erhöhte körperliche Belastung und verkürzte Pausenzeit.

Arbeitsbedingungen	%-Anteil	n	Gesamt
Nachtschicht	32,2	64	199
Kurzstreckenverkehr	42,9	84	196
Langstreckenverkehr	80,0	160	200
Mehrtägig unterwegs	63,4	123	194
Gefahrguttransport	23,1	46	199
LKW be- und entladen	42,9	85	198
Verkehrsunfälle letzten 3 Jahre wegen Einschlafneigung	2,0	4	199

Tab. 10. Arbeitsbedingungen von 194-200 befragten Fahrern

Immerhin gaben zwei Prozent der untersuchten Fahrer zu, dass sie in den letzten drei Jahren aufgrund von Müdigkeit mit Einschlafgefahr einen Verkehrsunfall verursacht hätten.

4.1.3. Schlafanamnese

Durchschnittlich geben die Fahrer eine Schlafdauer von sieben Stunden/Nacht an.

In der Anamnese findet sich bei mehr als der Hälfte von ihnen „schnarchen“ (66,5%, n = 133/200).

Die anderen vier Parameter, die auf Schlafstörungen hinweisen, werden seltener vorgetragen: Einschlafstörungen (8,5%, n = 17/199), Atemstillstände länger als 10 Sekunden (5%, n = 10/197,) morgendliche Müdigkeit (9,1%, n = 18/198,) und morgendliche Kopfschmerzen (4%, n = 8/200).

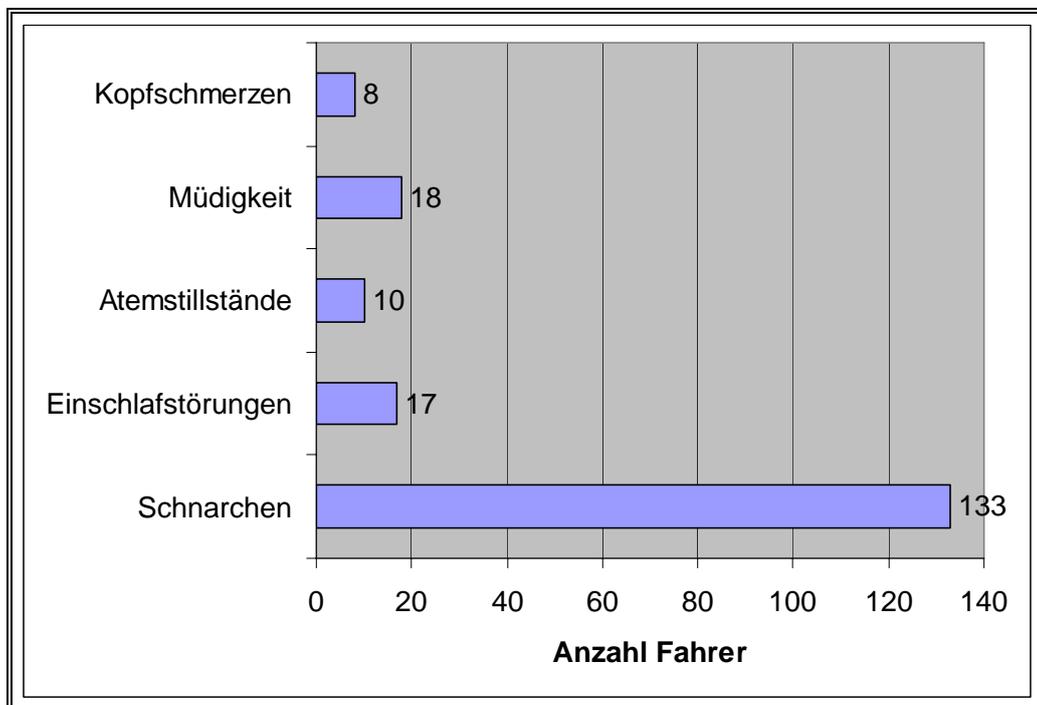


Abb. 14. Parameter, die in der Anamnese auf eine Schlafstörung hinweisen bei 197-200 Fahrern

Die Frage nach Atemstillständen wird von 10 Fahrern, d.h. 5% positiv beantwortet. Nimmt man dies als sicherstes Symptom für das Vorliegen eines SAS, so entspricht dieser Wert in etwa der allgemein angegebenen Prävalenz dieser Erkrankung von ca. 4% in der männlichen Bevölkerung.

Bei 9 Personen werden diese Atemstillstände seit 2 bis 12 Jahren bemerkt, ohne dass eine adäquate Diagnostik oder Behandlung erfolgt wäre.

Geht man davon aus, dass ab zwei Parametern für Schlafstörungen Hinweise auf ein Schlafapnoesyndrom vorliegen, so leiden 10,5% der untersuchten Personen an zwei bis vier Schlafstörungen, dies ergibt bei 21 der 200 Fahrer den Verdacht auf ein SAS aus der Schlafanamnese.

4.2. Epworth Sleepiness Scale (ESS)

Bei 94% (n = 188/200) der Fahrer lag der Epworth Summenscore im Normalbereich von unter/gleich acht Punkten. 51% (n = 102/200) von ihnen erzielten einen Wert im Bereich von zwei bis vier Punkten (MW = 3,9, s = 2,5, n = 200).

Sechs Prozent (n = 12/200) der Probanden erreichten pathologische Testergebnisse mit über/gleich neun Punkten.

Punkte „Einnicken“	n	%
0	12	6,0
1	17	8,5
2	36	18,0
3	37	18,5
4	29	14,5
5	20	10,0
6	18	9,0
7	12	6,0
8	7	3,5
9	7	3,5
10	2	1,0
12	2	1,0
13	1	0,5

Tab. 11. Summenscores bei n = 200 Fahrern zum Parameter Einnicken im ESS

Analysiert man die Angabe, „mittleres und hohes Risiko“ einzunicken, so ergeben sich für die Situationen „Nachmittags hinlegen“ und „TV schauen“ die mit Abstand höchsten Werte.

Die zweite Gruppe bilden „im Sitzen lesen“, „Theater“, „als Beifahrer“ und „nach dem Mittagessen“. Die Fragen „im Sitzen unterhalten“ und „bei verkehrsbedingtem Halt“ werden jeweils nur von einer Person mit einem mittleren Einschlafisiko genannt.

Daraus ergibt sich deutlich eine Abstufung des eingeschätzten Risikos: Bei Tätigkeiten, bei denen der Proband sich größtenteils passiv verhält, wird die Gefahr

des Einnickens wesentlich höher eingeschätzt, als bei Tätigkeiten, in denen eine aktive Beteiligung erforderlich ist.

Wahrscheinlichkeit einzunicken	n	%	
Im Sitzen lesend	nie	135	67,8
	gering	48	24,1
	mittel	14	7,0
	hoch	2	1,0
Beim TV	nie	73	36,7
	gering	63	31,7
	mittel	49	24,6
	hoch	14	7,0
Theater, Vortrag	nie	164	82,0
	gering	24	12,0
	mittel	10	5,0
	hoch	2	1,0
Beifahrer Autofahrt, eine Stunde ohne Pause	nie	161	80,9
	gering	24	12,1
	mittel	9	4,5
	hoch	5	2,5
Nachmittags hingelegt	nie	41	20,6
	gering	52	26,1
	mittel	73	36,7
	hoch	33	16,6
Im Sitzen unterhalten	nie	193	97,0
	gering	5	2,5
	mittel	1	0,5
Nach Mittagessen ruhig sitzen	nie	122	61,3
	gering	59	29,6
	mittel	15	7,5
	hoch	3	1,5
Bei verkehrs- bedingtem Halt	nie	190	96,4
	gering	6	3,0
	mittel	1	0,5

**Tab. 12. Einschlafwahrscheinlichkeit in verschiedenen Situationen
im ESS bei n = 200 Fahrern**

4.3. Vigilanztest

Insgesamt wurde der Vigilanztest von 185 Fahrern durchgeführt, 15 lehnten die Teilnahme, meist aufgrund von Zeitmangel, ab.

In der Gruppe der 31 bis 60 - Jährigen (n = 158) lag der durchschnittliche Wert für fehlende Reaktionen bei 5,0 bis 5,2%, die Personen bis 30 Jahre (n = 26) schnitten mit einem Mittelwert von 3,8% etwas besser ab. Der einzelne Fahrer in der Gruppe der ab 60-Jährigen erzielte das beste Testergebnis mit 2,0%.

20,5% (n = 38/185) der Probanden überschritten die als pathologisch angesetzte Grenze von über/gleich 8% fehlenden Reaktionen. Diese Fahrer wurden als positiv für das wahrscheinliche Vorliegen eines SAS gewertet.

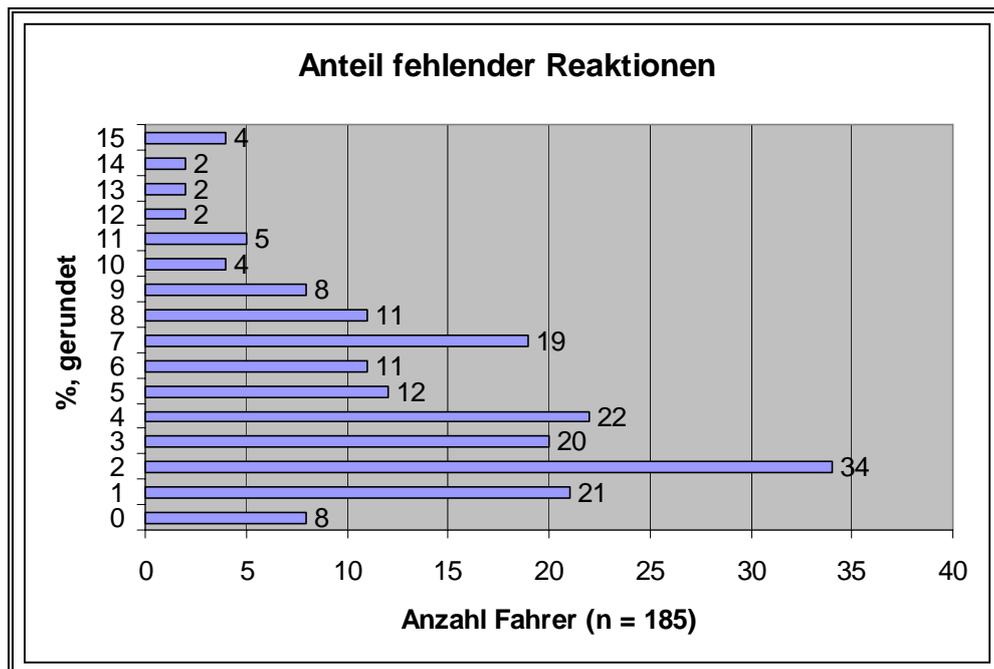


Abb. 15. Fehlende Reaktionen der Fahrer im Vigilanztest

		MW	s	n
Gesamt		4,9%	3,7	185
Altersgruppe	bis 30 Jahre	3,8%	2,7	26
	31-40	5,0%	3,9	72
	41-50	5,2%	4,1	61
	51-60	5,0%	3,4	25
	ab 60 Jahre	2,0%		1

**Tab. 13. Fehlende Reaktionen der Fahrer in verschiedenen Altersgruppen
mittels Vigilanztest (n = 185)**

4.4. Ambulante Schlafüberwachung mit mobilen Geräten

Insgesamt wurden die Geräte an 69 Fahrer ausgegeben, lediglich 42 brachten diese mit auswertbaren Aufzeichnungen zurück.

Bei 20 war die Aufzeichnung fehlerhaft, oder es waren keine Werte registriert, obwohl jeweils der Fahrer mitteilte, das Gerät benutzt zu haben. Drei gaben dieses zurück mit der Angabe, dass sie es nicht getragen hätten, bei 4 lagen keine Registrierungen oder Hinweise auf Nutzung oder Nichtnutzung vor.

Von den 42 Aufzeichnungen ergaben 13 einen AHI-Index von über/gleich 10, d.h. einen pathologischen Wert. Damit sind 31% mit dieser Methode positiv im Hinblick auf das Vorliegen eines Schlafapnoesyndroms.

Auffällig war die starke Variation zwischen den einzelnen Geräten: bei „EdenTrace“ von der Firma Edentec in 23 Aufzeichnungen viermal, bei „SOMNOcheck“ von Weinmann in 14 Registrierungen auch viermal und bei „SC 20“ von der Firma Braes in 5 von 5 Aufzeichnungen ein Ergebnis, das auf Apnoe-Hypopnoe hinweist.

In der folgenden Tabelle ein Überblick über die Verteilung der Ergebnisse bei den verschiedenen Gerätearten.

AHI-Wert		Art und Anzahl der getesteten Geräte (n =.42)			42 Total
		23 EdenTrace	5 SC 20	14 SOMNOcheck	
Normal: unter 10	0	6		1	7
	1	2		2	4
	2	4			4
	3	1		1	2
	4	1		1	2
	5	1		1	2
	6	3		1	4
	7			1	1
	8	1		2	3
Aufzeichnung auf n Geräten	Total	19	0	10	29
Pathologisch: über/gleich 10	10			1	1
	12		1		1
	13		1		1
	15			1	1
	17			1	1
	18	1			1
	22	1			1
	23	1			1
	28		1		1
	29	1			1
	41		1		1
	58			1	1
63		1		1	
Aufzeichnung auf n Geräten	Total	4	5	4	13
Prozent der Geräte mit pathologischem AHI		17%	100%	29%	31%

Tab. 14. Verteilung der Aufzeichnungen bei drei Gerätearten (n = 42) und Hinweis auf einen positiven Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) in %

4.5. Zusammenhänge zwischen den Parametern

4.5.1. Vergleich der Ergebnisse Anamnese und körperliche Untersuchung untereinander und im Vergleich mit Epworth Sleepiness Scale, Vigilanztest und mobilen Geräten

In der Analyse der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Screeningmethoden wurden die bekannten Risikofaktoren für ein SAS berücksichtigt.

Anamnese wurde in dieser Studie aus insgesamt vier Parametern definiert: Alter, BMI, Blutdruck und Schlafstörungen. Letztere bildeten eine Gruppe aus fünf Einzelfragen. Erhöhter Blutdruck und BMI sowie zunehmendes Alter wurden als Risikofaktoren für das Vorliegen eines Schlafapnoesyndroms angesehen.

Im Folgenden die Ergebnisse für jeden einzelnen Parameter.

➤ Alter

72% der 200 Fahrer waren zwischen 31 und 50 Jahre alt. Die jungen Fahrer bis 30 Jahre und die ab 51 Jahre sind jeweils gleich stark mit 14% vertreten.

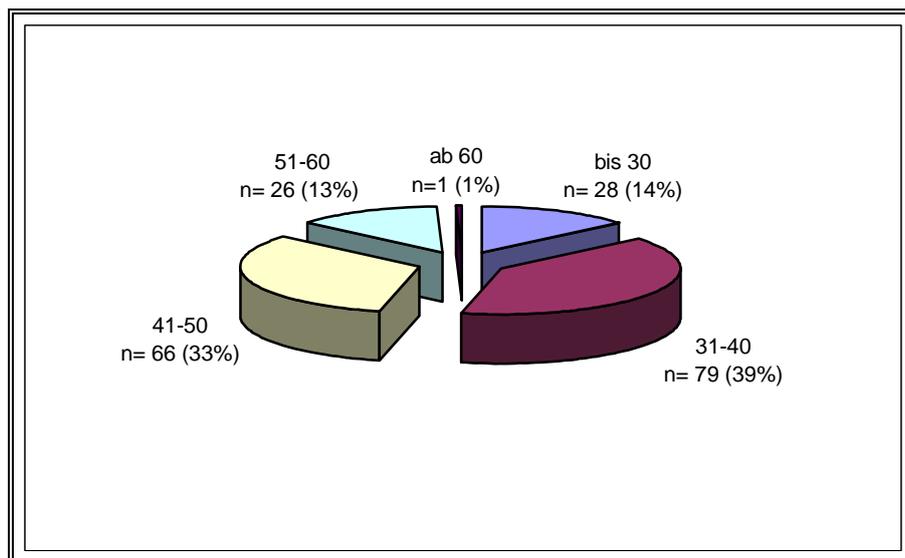


Abb. 16. Altersgruppen der untersuchten Fahrer (n = 200)

Zusammenhänge wurden zwischen Alter der Fahrer und Hinweisen auf das Vorliegen eines SAS gefunden [Alter x Anzahl von Hinweisen (Schlafstörungen, Vigil, ESS, AHI) $r = 0,35$; $p < 0,01$; $n = 199$, Rangkorrelation nach Spearman].

Aus der folgenden Tabelle wird deutlich, dass sich dieser Zusammenhang auch in der Subpopulation von Fahrern, die älter als 49 Jahre waren, bestätigte ($\text{CHI}^2 = 28,2$, $p < 0,001$, $n = 31/200$):

Summe Hinweise	Alter > 49			
	nein		ja	
	n	%	n	%
0	75	48,1	0	0,0
1	62	39,7	21	67,7
2	14	9,0	9	29,0
3	4	2,6	1	3,2
4	1	0,6	0	0,0

Tab. 15. Anzahl der pathologischen Hinweise (Schlafstörungen, Vigil, ESS, AHI) bei Fahrern über 49 Jahre (n = 31)

➤ **Body Mass Index (BMI)**

Der mittlere Body Mass Index betrug 28. Die Einzelwerte für den BMI zeigten eine große Spannbreite von 16 bis 53.

Die WHO legt für das Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas folgende Empfehlungen fest:

	BMI (kg/m ²)
Normalgewicht	18,5 - 24,9
Übergewicht	25,0 - 29,9
Adipositas Grad I	30,0 - 34,9
Adipositas Grad II	35,0 - 39,9
Extreme Adipositas Grad III	über 40

Tab. 16. BMI-Klassifikation nach WHO

Berücksichtigt man die altersabhängige Änderung des BMI, so ergeben sich nach WHO folgende Werte:

Alter	normaler BMI
19 - 24	19 - 24
25 - 34	20 - 25
35 - 44	21 - 26
45 - 54	22 - 27
55 - 64	23 - 28
über 65 Jahre	24 - 29

Tab. 17. Altersabhängige BMI-Normwerte nach WHO

Bei den von uns untersuchten Fahrern zeigte sich in der Gruppe Raucher/Nichtraucher, dass erstere einen signifikant niedrigeren BMI haben als Nichtraucher ($T = 2,4$, $p < 0,05$). Bei den Personen, die Alkohol trinken bzw. nicht, zeigte sich kein Unterschied im mittleren Body Mass Index.

		Body Mass Index		
		MW	s	n
Raucher	nein	29,6	5,2	68
	ja	27,7	5,1	129
Alkohol	nein	28,6	6,2	65
	ja	28,3	4,6	132

Tab. 18. Abhängigkeit zwischen Alkohol/Rauchen und BMI

Korrelationen wurden zwischen dem Body Mass Index und pathologischen Ergebnissen in der Schlafanamnese und Tests [BMI x Anzahl pathologischer Werte (Schlafstörungen, Vigil, ESS) $r = 0,52$; $p < 0,01$; $n = 197$, Rangkorrelation nach Spearman] und in der Anzahl von Hinweisen auf ein SAS, einschließlich des Ergebnisses in der Geräteaufzeichnung, gefunden [BMI x Anzahl von Hinweisen (Schlafstörungen, Vigil, ESS, AHI) $r = 0,48$; $p < 0,01$; $n = 197$, Rangkorrelation nach Spearman].

Wie aus nachfolgenden Tabellen ersichtlich, gibt es deutliche Unterschiede, wenn man die Fahrer mit einer Adipositas Grad I, d.h. mit einem BMI gleich/größer 30 ($n = 62/197$) betrachtet ($\text{CHI}^2 = 69,7$, $p < 0,001$ ohne Geräteaufzeichnung und $\text{CHI}^2 = 66,5$, $p < 0,001$ mit Geräteaufzeichnung):

Summe Hinweise	BMI \geq 30			
	nein		ja	
	n	%	n	%
0	79	62,7	0	0,0
1	37	29,4	47	75,8
2	10	7,9	12	19,4
3	0	0,0	3	4,8

Tab. 19. Anzahl der pathologischen Hinweise (Schlafstörungen, Vigil, ESS)

Summe Hinweise	BMI \geq 30			
	nein		ja	
	n	%	n	%
0	74	58,7	0	0,0
1	40	31,7	46	74,2
2	12	9,5	10	16,1
3	0	0,0	5	8,1
4	0	0,0	1	1,6

**Tab. 20. Anzahl der pathologischen Hinweise
(Schlafstörungen, Vigil, ESS, AHI)**

Signifikante, wenn auch niedrige Korrelationen, gab es in der anamnestischen Angabe von Schlafstörungen (BMI x Summe Schlafstörungen Anamnese $r = 0,16$; $n = 197$ und BMI ≥ 30 x Summe Schlafstörungen Anamnese $r = 0,16$; $n = 62$; je $p < 0,05$, Rangkorrelation nach Spearman).

➤ **Blutdruck**

Für die Einteilung des Blutdrucks existiert folgende Definition:

- WHO/ISH (1999)

Klassifikation	systolisch	diastolisch
Optimal	<120	<80
Normal	<130	<85
Hoch-normal	130-139	85-89
Milde Hypertonie (Schweregrad 1)	140-159	90-99
Untergruppe Grenzwerthypertonie	140-149	90-94
Mittelschwere Hypertonie (Schweregrad 2)	160-179	100-109
Schwere Hypertonie (Schweregrad 3)	≥180	≥110
Isolierte systolische Hypertonie	≥140	<90
Untergruppe syst. Grenzwerthypertonie	140-149	<90

Tab. 21. Blutdruckkategorien nach WHO/ISH

In unser Studienpopulation erkennt man einen kontinuierlichen Anstieg der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte mit zunehmendem Alter der Fahrer (systolischer RR x Alter $r = 0,27$; $p < 0,01$; $n = 193$, Pearson und diastolischer RR x Alter $r = 0,28$; $p < 0,01$; $n = 192$, Pearson). In der Gruppe der 51-60-Jährigen liegt der systolische Mittelwert (146 mmHg) im Bereich der Grenzwerthypertonie, der diastolische Mittelwert liegt knapp unter der angegebenen Grenze im hoch-normalen Bereich (88 mmHg).

		Blutdruck systolisch			Blutdruck diastolisch		
		MW	s	n	MW	s	n
Gesamt		136,3	15,1	194	82,6	11,6	193
Altersgruppe	bis 30 Jahre	133,3	15,9	27	79,4	12,3	27
	31-40	133,0	13,9	77	79,7	10,8	77
	41-50	137,6	13,4	64	85,3	11,1	63
	51-60	145,6	17,8	25	88,0	12,0	25
	ab 60 Jahre	150,0		1	90,0		1
Raucher	nein	139,3	14,8	66	84,2	11,5	66
	ja	134,7	15,0	128	81,8	11,7	127

Tab. 22. Blutdruck / Puls der Fahrer in den einzelnen Altersgruppen

➤ **Schlafanamnese**

Die anamnestischen Angaben zu Schlafstörungen, BMI, Alter und Blutdruck weisen bei insgesamt 50,5% (n = 101/200) der Fahrer pathologische Ergebnisse auf, die einen Hinweis für ein Schlafapnoesyndrom darstellen.

Die detaillierte Anamnese der Schlafstörungen (Schnarchen, Atemstillstände länger als 10 Sekunden, morgendliche Müdigkeit, morgendliche Kopfschmerzen) ergibt folgendes Resultat:

		n	%
Summe der Schlafstörungen in der Anamnese	keine	59	29,5
	1	120	60,0
	2	17	8,5
	3	1	0,5
	4	3	1,5

Tab. 23. Schlafstörungen in der Anamnese bei n = 200 untersuchten Fahrern

Der überwiegende Anteil entfällt dabei auf das Schnarchen (60%), aber 10,5% der Fahrer weisen noch mindestens einen weiteren pathologischen Parameter auf und sind nach dem in dieser Studie festgelegten Grenzwert (≥ 2 Schlafstörungen gelten als Hinweis auf ein Schlafapnoesyndrom) positiv.

Beeinflusst werden die Schlafstörungen durch unterschiedliche Arbeitsbedingungen. Vergleicht man die Fahrer, die auch in Nachtschichten arbeiten, mit solchen, die nur am Tage tätig sind, so findet sich bei ersteren signifikant häufiger eine pathologische Schlafanamnese. Bei 11 Probanden mit Nachtschichten (17,2%, n = 64) bestehen Schlafstörungen, gegenüber 10 im Tagdienst (7%, n = 135). Dies entspricht einem 2,6 mal höheren Risiko für ein pathologisches Schlafverhalten bei Wechselschichten (OR = 2,6, KI95% = 1,04-6,5).

➤ **Anamnese ohne Schlafstörungen**

Betrachtet man die Parameter Alter, BMI und Blutdruck als Einheit, so zeigt sich bei positivem Befund in der Anamnese, dass Schlafstörungen häufiger auftreten ($\text{CHI}^2 = 4,9, p < 0,001$).

Summe Schlafstörungen Anamnese	Anamnese positiv ohne SST			
	nein		ja	
	n	%	n	%
0	37	34,6	22	23,7
1	62	57,9	58	62,4
2	7	6,5	10	10,8
3	0	0,0	1	1,1
4	1	0,9	2	2,2

Tab. 24. Anzahl der Schlafstörungen (Schnarchen, Atemstillstände > 10 s, morgendliche Müdigkeit, morgendliche Kopfschmerzen)

Ebenfalls korreliert ein positiver Befund in der Anamnese (Alter > 49 Jahre, Blutdruck systolisch ≥ 160 mmHg, diastolisch ≥ 95 mmHg und BMI ≥ 30 kg/m²) mit einem pathologischen Wert in der Epworth Sleepiness Scale [Anamnese positiv (ohne SST) x Epworth pathologisch ≥ 9 r = 0,14; p < 0,05; n = 200, Rangkorrelation nach Spearman].

➤ **Anamnese einschließlich Schlafstörungen**

Betrachtet man die Anamnese aus Schlafstörungen, Alter, Blutdruck und BMI als Einheit, so besteht identisch zu dem oben beschriebenen Ergebnis häufiger ein pathologisches Ergebnis in der Epworth Sleepiness Scale [Anamnese pathologisch (SST, BMI, ALT, RR) x Epworth pathologisch ≥ 9 r = 0,17; p < 0,05; n = 200, Rangkorrelation nach Spearman].

Auch bei Betrachtung der Summenscores von Epworth Sleepiness Scale und Schlafstörungen in der Anamnese findet sich ein Zusammenhang:

Summe Einnicken x Summe Schlafstörungen in der Anamnese r = 0,25; p < 0,01; n = 200, Rangkorrelation nach Spearman.

4.5.2. Zusammenfassung der Ergebnisse der vier untersuchten Screeningmethoden

Im Vergleich der vier untersuchten Screeningmethoden miteinander ergeben sich folgende Zusammenhänge:

- Wenn im Rahmen der medizinischen Diagnostik pathologische Befunde (Alter > 49 Jahre, Blutdruck systolisch ≥ 160 mmHg, diastolisch ≥ 95 mmHg, BMI ≥ 30 kg/m² und ≥ 2 Schlafstörungen) deutlich wurden, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für einen positiven Befund in der Epworth Skala um das 5,3 fache (OR = 5,3, KI95% = 1,14 - 25,0). Für den Aufmerksamkeitstest steigt die Wahrscheinlichkeit ebenfalls, bleibt aber knapp unterhalb der Signifikanzgrenze (OR = 2,2, KI95% = 0,98 - 4,77).
- Zwischen Anamnese (Alter, Blutdruck und BMI ohne Berücksichtigung der Schlafanamnese) und Epworth Sleepiness Scale erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für ein pathologisches Resultat in letzter, bleibt aber knapp unter der Signifikanzgrenze (OR = 3,7, KI95% = 0,98 - 14,2).
- Signifikant größer ist das Risiko für einen pathologischen Aufmerksamkeitstest (Vigil), wenn Schlafstörungen vorliegen (OR = 3,14, KI95% = 1,13 - 8,73).
- Ein Zusammenhang kann auch zwischen Epworth Sleepiness Scale und Vigil nachgewiesen werden. Liegt ein pathologischer Summenscore in der Epworth Sleepiness Scale vor, so besteht eine 3,7 mal höhere Wahrscheinlichkeit für ein pathologisches Testergebnis im Vigil (OR = 3,7, KI95% = 1,10 - 12,5).
- Zwischen den AHI –Werten, ableitbar aus den Geräten und den übrigen Parametern finden sich keine Zusammenhänge.

Folgende Tabelle zeigt die verschiedenen diagnostischen Verfahren, einschließlich der vier untersuchten Screeningmethoden, bei Vorliegen eines pathologischen Resultates, im Vergleich miteinander:

Methode mit pathologischem Ergebnis	Methode im Vergleich	OR	KI95%
Medizinische Indikatoren (Alter, BMI, Blutdruck, SST)	Epworth	5,33	1,14 - 25,0
	Vigil	2,16	0,98 - 4,77
	Gerät	0,74	0,19 - 2,92
Anamnese (ohne SST)	SST	2,01	0,79 - 5,09
	Epworth	3,71	0,98 - 14,2
	Vigil	1,68	0,78 - 3,59
Schlafstörungen (SST)	Gerät	0,99	0,25 - 3,87
	Epworth	1,78	0,36 - 8,73
	Vigil	3,14	1,13 - 8,73
Epworth Sleepiness Scale (ESS)	Gerät	0,35	0,04 - 3,26
	Vigil	3,70	1,10 - 12,5
Aufmerksamkeitstest(Vigil)	Gerät	0,79	0,07 - 8,43
	Gerät	1,83	0,41 - 8,23

Tab. 25. Statistische Zusammenhänge der untersuchten Screeningmethoden [medizinische Indikatoren, Anamnese (ohne SST), Schlafstörungen, ESS, Vigil und Gerät] bei Vorliegen von pathologischen Ergebnissen

Erläuterungen zur Tabelle:

Pathologisch: Alter > 49 Jahre, Blutdruck systolisch ≥ 160 mmHg, diastolisch ≥ 95 mmHg, BMI ≥ 30 kg/m², ≥ 2 Schlafstörungen, Epworth Sleepiness Scale ≥ 9 und Vigil $\geq 8\%$ Fehlerrate

Anamnese: Alter, Blutdruck und BMI

Schlafstörungen: Schnarchen, Atemstillstände länger als 10 Sekunden, morgendliche Müdigkeit und morgendliche Kopfschmerzen

Abschließend im Überblick die Resultate der vier Verfahren, wobei die Anamnese bestehend aus Alter, BMI und Blutdruck getrennt von der Schlafanamnese berücksichtigt wurde.

Path	Anzahl	Alter,BMI,RR	SST	Vigil	ESS	AHI
5	1	XX	XX	XX	XX	XX
3	3	XX	XX	XX		
	3	XX		XX	XX	
	3	XX		XX		XX
2	9	XX	XX			
	9	XX		XX		
	5	XX			XX	
	3	XX				XX
	3		XX	XX		
	1		XX		XX	
	1				XX	XX
1	57	XX				
	4		XX			
	10			XX		
	1				XX	
	5					XX
Keine						

Tab. 26. Summe der pathologischen Ergebnisse mit Angabe der betroffenen Fahreranzahl

Erläuterungen zur Tabelle:

Spalte Path: Anzahl pathologischer Befunde (max. 5) in:
 Anamnese (Alter > 49 Jahre, Blutdruck systolisch \geq 160 mmHg, diastolisch \geq 95 mmHg, BMI \geq 30 kg/m²),
 Schlafanamnese SST (\geq 2 Schlafstörungen),
 Vigilanztest Vigil (\geq 8% Fehlerrate),
 Epworth Sleepiness Scale ESS (Summenscore \geq 9),
 aufgezeichneter Apnoe-Hypopnoe-Index AHI \geq 10

Spalte Anzahl: Zahl der Fahrer mit diesem Befund

Spalten 3-7: pathologischer Befund

Wurden in der Untersuchung der Berufsfahrer die vier beschriebenen Screeningmethoden angewandt, so fand sich bei 59% (n = 118/200) der Fahrer mindestens ein positives Ergebnis, welches als Hinweis auf ein mögliches SAS gewertet wurde.

Reduziert man die Anamnese auf die Schlafanamnese und lässt die Risikofaktoren Alter, BMI und Blutdruck außer Betracht, so findet man immer noch bei 30,5% der Personen mindestens einen Hinweis auf ein mögliches Schlafapnoesyndrom.

5. Diskussion

Im Rahmen dieser Studie sollten vier bereits in der Diagnostik der atemabhängigen Schlafstörungen validierte und angewandte Screeningmethoden darauf überprüft werden, inwieweit sie einzeln oder kombiniert in der ambulanten arbeitsmedizinischen Praxis dazu dienen können, Berufskraftfahrer zu identifizieren, bei denen der Verdacht auf ein Schlafapnoesyndrom besteht und die dann zur endgültigen Diagnosestellung und Therapieeinleitung und -überwachung an ein Schlaflabor überwiesen werden sollten.

Es handelt sich um folgende Screeningverfahren:

- Anamnese (v.a. Schlafanamnese) mit klinischer Untersuchung
- Epworth Sleepiness Scale
- Vigilanztest Vigil
- Geräte zur mobilen Schlafüberwachung.

Um ein möglichst effektives, kostengünstiges und in der alltäglichen ambulanten arbeitsmedizinischen Untersuchungspraxis anwendbares Screeningverfahren zu identifizieren, wurden die einzelnen Methoden im normalen Untersuchungsablauf des Service de Santé au Travail Multisectoriel (STM) eingesetzt. Anschließend wurden Ergebnisse, Effektivität, Kosten und Durchführbarkeit jeder Methode analysiert und die einzelnen Methoden miteinander verglichen.

Bei Vorliegen eines positiven Ergebnisses in einer der Screeningmethoden war ursprünglich die diagnostische Abklärung der Fahrer im Schlaflabor vorgesehen. Dies war aus verschiedenen Gründen nicht möglich: Aufgrund der langen Wartelisten war kein solches in der näheren Umgebung bereit, die Fahrer kurzfristig im Rahmen der Studie stationär zu untersuchen. Ein weiteres Problem stellte die Kostenübernahme für die Polysomnographie dar, da es sich um eine nicht routinemäßig in der Arbeitsmedizin durchzuführende Untersuchung handelt und die Abklärung eines SAS zur Ausstellung der Bescheinigung zur Berufsfähigkeit nicht

gesetzlich vorgeschrieben ist, konnte der STM diese Kosten nicht übernehmen. Eine Bereitstellung von Geldern durch eine andere Stelle konnte nicht erreicht werden.

Aufgrund dieser Schwierigkeiten konnten die positiven Resultate in den Untersuchungen im Rahmen dieser Studie nicht mittels Polysomnographie endgültig diagnostisch abgesichert werden. Da es sich bei den verwendeten Screeningmethoden jedoch um standardisierte, in verschiedenen Studien (s. Kapitel Methodik/Diskussion) validierte Verfahren handelt, wurde die vorliegende Arbeit trotz der fehlenden Polysomnographie weiter durchgeführt. Diese Einschränkung führt aber zu einer gewissen Unsicherheit, wie die gefundenen Ergebnisse definitiv einzuschätzen sind.

Wünschenswert wäre eine Folgestudie, die die Verfahren einschließlich polysomnographischer Abklärung testen würde, was rechtlich weder in Deutschland noch Luxemburg verpflichtend durchführbar ist.

Eine Besonderheit stellt das untersuchte Kollektiv der Fahrer dar. Diese Personen sind gesetzlich dazu verpflichtet, die Erst- oder Nachuntersuchungen durchführen zu lassen. Daraus folgt, dass die Fahrer nicht aufgrund von Symptomen zum Arzt gehen, sondern weil sie von ihrem Arbeitgeber geschickt werden, der sie ohne gültige Bescheinigung zur Berufsfähigkeit nicht beschäftigen, d.h. fahren lassen darf. Dies führte dazu, dass die Arbeitnehmer mit einer anderen Motivation an der Untersuchung und an der Studie teilnahmen, als ein Patientenkollektiv in der Klinik oder beim niedergelassenen Arzt, bei dem es sich um Personen handelt, die aufgrund von Beschwerden freiwillig aus eigenem Entschluss oder auf Drängen von Angehörigen den Arzt aufsuchen.

Dies führt zu zwei Besonderheiten:

- Fahrer sehen den Grund der geforderten Untersuchungen und Tests nicht ein und nehmen deshalb nur widerwillig teil, besonders wenn sie aufgrund von Terminbindungen unter Zeitdruck stehen. Besonders bei den subjektiven

Tests wie der Anamnese und der Epworth Sleepiness Scale können so falsche Ergebnisse entstehen. Die Bereitschaft zur Teilnahme an der Untersuchung für eine Nacht mit dem Gerät ist aus diesem Grund sicher niedriger als bei Patienten mit entsprechender Symptomatik.

- Fahrer haben Angst vor beruflichen und damit einhergehenden sozialen und finanziellen Konsequenzen. Sie verschweigen deshalb Symptome, bei denen sie denken, dass sich diese Angaben negativ auf die Ausstellung der Bescheinigung zur Berufsfähigkeit auswirken könnten. Auch dieser Einfluss ist bei den subjektiven Untersuchungen zu berücksichtigen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die einzelnen Screeningmethoden diskutiert.

5.1. Anamnese/Untersuchung

Seit Jahren wurden mehrere Versuche unternommen, mit Hilfe von anamnestischen Daten und Befunden aus körperlichen Untersuchungen Patienten mit einem Schlafapnoesyndrom zu diagnostizieren (Siegrist et al. 1987, Viner et al. 1991, Hoffstein und Szalai 1993, Khan et al. 1995, Deegan und McNicholas 1997, Kushida et al. 1997, Herer et al. 1999, Kirby et al. 1999).

Nachfolgend ein kurzer Überblick über die verschiedenen Ergebnisse dieser Studien.

Kushida et al. stellten 1997 ein mathematisches Modell zur effizienten ambulanten Vorhersage von OSAS-Patienten vor. Basierend auf BMI, Nackenumfang und Mundhöhlenmessungen erreichten sie für die Diagnose des OSAS eine Sensitivität von 97,6% mit einer 100% Spezifität. Dennoch ersetzt diese Methode ihrer Auffassung nach nicht die polysomnographische Messung im Schlaflabor.

Ein computergestütztes Screeningprogramm wurde 1999 von Kirby et al. entwickelt. Anhand der retrospektiven Daten von diagnostizierten SAS-Patienten untersuchten sie die Aussagekraft von 45 Symptomen aus neun Kategorien. Eine positive Korrelation fanden sie bei bekannten mit SAS assoziierten Faktoren wie z.B. erhöhter BMI, Rauchen, Alkoholkonsum, Hypertension. Insgesamt erkannte das Programm mit einer Sensitivität von 98,9% und Spezifität von 80% die Diagnose SAS.

Deegan und McNicholas erklärten 1997, dass kein einzelner klinischer Untersuchungswert zur Diagnose eines SAS-Patienten ausreicht, in Verbindung mit einer Oximetrie war bei 33% der Patienten eine Aussage zum Vorliegen eines SAS möglich.

Herer et al. (1999) untersuchten eine Population von Patienten mit einem BMI von gleich oder über 25 und kamen zu dem Schluss, dass weder klinische Parameter, funktionale Lungenuntersuchungen noch die Oximetrie genaue Vorhersagen zum Vorliegen eines SAS machen können.

Auch Khan et al. sahen 1995 keine Möglichkeit, anhand von klinischen Daten allein ein SAS exakt vorherzusagen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten diese Ergebnisse teilweise bestätigt werden. Zusammenhänge wurden zwischen dem Alter (> 49 Jahre) und dem BMI ($\geq 30 \text{ kg/m}^2$) und dem wahrscheinlichen Vorliegen eines SAS gefunden, jedoch war auch in dieser Studie kein einzelner Parameter aussagekräftig. Deshalb wurde eine Einheit aus Alter, BMI und Blutdruck gebildet, die bei positiven Befund mit dem Auftreten von Schlafstörungen korrelierte. Dieser Zusammenhang erweist sich jedoch als problematisch, da die Schlafstörung „Schnarchen“ von 66,5% der Fahrer positiv beantwortet wurde. Deshalb wurde in der vorliegenden Studie von einem wahrscheinlichen SAS ausgegangen, wenn wenigstens zwei Parameter aus den vier abgefragten Beschwerden (Schnarchen, Atemstillstände länger als 10 Sekunden, morgendliche Müdigkeit, morgendliche Kopfschmerzen) angegeben wurden. Eine Ausnahme bildet die Nennung von Schlafapnoen, bei deren alleinigem Auftreten schon von einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für ein Schlafapnoesyndrom ausgegangen werden sollte.

Diese Parameter werden ebenfalls von mehreren Autoren als Risikofaktoren für das Auftreten eines Schlafapnoesyndroms beschrieben (Martikainen et al. 1992, Blazejova et al. 2000, Browne et al. 2001, Resta et al. 2001).

Eine besondere Stellung nimmt der Blutdruck in der Diskussion um das Schlafapnoesyndrom ein. Es wird diskutiert, dass die Hypertonie einerseits einen Risikofaktor für das Vorliegen eines SAS darstellt, andererseits eine Folge des SAS ist. Diese Frage konnte bis zum heutigen Zeitpunkt nicht abschließend geklärt werden. In dieser Studie wird ein kontinuierlicher Anstieg der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte mit zunehmendem Alter der Fahrer gefunden.

Die Antworten zum Rauch- und Trinkverhalten, sowie die Angaben zum BMI bestärken die Auffassung, die bei LKW-Fahrern von ungesunden

Lebensgewohnheiten ausgeht.

Fasst man die Ergebnisse der Fragen nach diesen Gewohnheiten zusammen, so ergibt sich, dass die mit Abstand größte Gruppe (41%) sowohl raucht als auch Alkohol trinkt. Nur 8,5% verneinen dies. Die zwei verbleibenden Gruppen, „Alkohol ja/Rauchen nein“ und „Alkohol nein/Rauchen ja“ sind ungefähr gleich mit 26,5%, bzw. 24% vertreten.

Bei 62 Fahrern lag ein BMI von gleich oder über 30 vor. Nimmt man als Maßstab die Empfehlungen der WHO, so bedeutet dies, dass 31% von ihnen an einem behandlungswürdigen Übergewicht leiden. Diese Zahlen unterstreichen die Notwendigkeit in diesen Bereichen präventiv, z.B. durch verstärkte Aufklärungskampagnen, Informationen im Rahmen der arbeitsmedizinischen Untersuchungen etc., tätig zu werden.

Diskutiert wird auch die Bedeutung, die die subjektive Einschätzung des Mediziners in der Beurteilung der Patienten einnimmt. In ihren Untersuchungen kamen Viner et al. (1991) zu dem Ergebnis, dass die behandelnden Ärzte nur bei ungefähr der Hälfte der Patienten einen subjektiven Verdacht auf das Vorliegen eines SAS geäußert hätten.

1991 untersuchten sie die Aussagekraft von Alter, BMI, Geschlecht und Schnarchen als Indikatoren für ein SAS. Der subjektive Eindruck des Arztes erbrachte in 52% der Fälle eine richtige Diagnose. Aus diesen Ergebnissen schlossen sie, dass der ärztliche Eindruck oder die Abfragung der obengenannten Parameter alleine zum Screening des SAS nicht ausreicht.

Ähnliche Ergebnisse im Hinblick auf den Eindruck des Arztes erhalten Hoffstein und Szalai (1993). Sie fragten allerdings zusätzlich zum Geschlecht und BMI nach der Partnerbeobachtung von Apnoen und schlossen eine pharyngeale Untersuchung der Befragung an. Dadurch kommen sie zu einer signifikant positiven Vorhersage der SAS-Patienten.

Durch die Befragung mit Hilfe des standardisierten Fragebogens wurde in dieser Studie versucht, den Eindruck des behandelnden Arztes möglichst gering zu halten und damit die Aussagekraft der Anamnese deutlich zu erhöhen.

Der Evaluierung von Schlafstörungen wurde in dem von uns entwickelten Fragebogen eine besondere Stellung eingeräumt, da sie mit dem Vorliegen eines SAS verknüpft sind. Betont wird der Zusammenhang zwischen Schnarchen und schlafassoziierten Atemstörungen. Da in der untersuchten Fahrerpopulation 133 von 200 Fahrern (66,5%) schnarchen, kann dieser Parameter allein nicht ausreichen, bereits ein Schlafapnoesyndrom anzunehmen. Deshalb wurde eine Schlafanamnese erst ab mindestens zwei positiv beantworteten Items als pathologisch im Hinblick auf ein mögliches SAS gewertet. Auch dann sind noch 10,5% der Fahrer betroffen. Dies entspricht ca. der doppelten der in der Literatur angegebenen Prävalenz des SAS von 4 bis 5% der allgemeinen männlichen Bevölkerung. Dies könnte bedeuten, dass der Beruf des LKW-Fahrers mit dem gehäuften Auftreten dieser Symptome verknüpft ist. Ein Einfluss könnte darin vermutet werden, dass sie oft unter ungünstigen Bedingungen in ihren LKWs übernachten, unregelmäßige Schlafzeiten haben und in Wechselschichten arbeiten. In der vorliegenden Studie hatten die Fahrer, die in Tag- und Nachtschichten fuhren, signifikant häufiger eine pathologische Schlafanamnese. Das Problem der Schichtarbeit wird auch von Rühle und Randerath (1999) in der Begutachtung von Berufsfahrern angesprochen, wenn sie annehmen, dass nach erfolgreicher Behandlung der Schlaf-bezogenen Atmungsstörungen (SBAS) der Betroffene wieder in der Lage ist, Kraftfahrzeuge zu führen, sofern keine Schichtarbeit mit Nachtschicht zu verrichten ist.

Unter dem Gesichtspunkt der Durchführbarkeit und Kosten stellt die Erhebung der Anamnese und klinischen Untersuchung keine großen Anforderungen. Die Daten Alter, Blutdruck und BMI werden im Allgemeinen bei jeder Beurteilung erhoben, die zusätzlichen Fragen zur Schlafanamnese, bestehend aus fünf Einzelitems, können schnell standardisiert abgeklärt und sollten deshalb in die Anamnese des Fahrers unbedingt aufgenommen werden, da sie wertvolle Hinweise auf ein mögliches Schlafapnoesyndrom liefern.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Deegan und McNicholas, Herer et al. und Khan et al. kommt die vorliegende Studie zu dem Ergebnis, dass die Anamnese, auch mit besonderer Betonung auf der Schlafanamnese, zusammen mit der klinischen Untersuchung, trotz guter Anwendbarkeit und geringer Kosten, allein keinen sicheren prädiktiven Wert für das Vorliegen eines SAS hat.

5.2. Epworth Sleeping Scale (ESS)

Der Epworth Fragebogen stellt eine in der Schlafmedizin häufig benutzte Methode zur Beurteilung der Tagesmüdigkeit dar.

Mit der Frage, inwieweit die ESS in der Verkehrsmedizin nützlich sein kann, beschäftigten sich 1998 Noda et al.. Sie untersuchten bei SAS-Patienten den Zusammenhang zwischen Autounfällen und Tagesschläfrigkeit, bewertet anhand der ESS. Nach ihren Angaben korreliert die Unfallrate signifikant mit der erreichten Punktzahl im Epworth Fragebogen. Aus diesem Grunde stellt die ESS für sie ein hilfreiches Mittel dar, Patienten mit einem wahrscheinlichen Unfallrisiko durch Tagesschläfrigkeit zu entdecken.

Problematisch ist die Subjektivität des Tests, die 1999 durch Chervin und Aldrich anhand eines Vergleichs mit dem Multiple Sleep Latency Test (MSLT) untersucht wurde. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen ESS und Selbsteinschätzung der Patienten, nicht aber mit dem MSLT oder dem Schweregrad des SAS bestehe. Für sie stellt die subjektive ESS keinen Ersatz für den objektiven MSLT dar.

Andere Studien bezogen die Partner der Patienten mit ein, um den subjektiven Einfluss auf das Testergebnis zu analysieren. Im Jahr 2000 ließen Garcia Lopez et al. beide Gruppen separat den ESS beantworten, um herauszufinden, ob die Müdigkeit von den Betroffenen und deren Partner unterschiedlich eingeschätzt wird. Dabei kam heraus, dass der mittlere ESS-Wert bei den Patienten signifikant tiefer lag als der in der Beurteilung durch die Lebensgefährten.

Pouliot et al. (1997) bezogen ebenfalls die Angehörigen in ihre Untersuchung mit ein, in der Hoffnung eine einfache Methode zu finden, die es ermöglicht, unter den Patienten auf der Warteliste eines Schlaflabors diejenigen zu identifizieren, die vorrangig zu testen sind. Sie fanden, dass eine Kombination von BMI, ESS und die Tatsache, dass vom Partner keine Apnoen beobachtet werden, helfen kann, diejenigen herauszufinden, welche einen AI unter 20 haben und somit zu einem späteren Zeitpunkt polysomnographisch getestet werden können.

Auch in der vorliegenden Studie könnte ein subjektiver Einfluss in der Beantwortung der Fragen eine Rolle gespielt haben.

6% der von uns untersuchten Fahrer erreichten pathologische Testergebnisse mit über/gleich neun Punkten im Summenscore. Vergleicht man die Anzahl der pathologischen Resultate in den vier benutzten Methoden, so ist dies mit Abstand der geringste Wert (Anamnese 10,5%, Vigilanztest 20,5% und Gerät 31% pathologische Ergebnisse). Dies könnte zum einen daran liegen, dass es sich um eine rein subjektive Beurteilung der Tagesschläfrigkeit handelt, dass Patienten, die den Arzt wegen bestehender Probleme im Zusammenhang mit Schlafstörungen aufsuchen, die Fragen eher positiv beantworten als Personen, z.B. Fahrer bei der arbeitsmedizinischen Untersuchung, die ihrer Meinung nach nicht an solchen Symptomen leiden. Zum anderen sind die Fragen der ESS leicht durchschaubar und Personen, die berufliche und finanzielle Nachteile aufgrund eines pathologischen Testergebnisses befürchten, werden eine geringe Wahrscheinlichkeit des Einnickens in den abgefragten Situationen angeben.

Ein anderer Grund für die geringe Prävalenz im ESS könnte darin vermutet werden, dass in der hier besprochenen Arbeit primär gesunde Fahrer untersucht wurden, d.h. keine Population aus Personen, die bereits mit dem Verdacht oder Diagnose eines SAS die Fragen beantworteten. 2002 bzw. 2000 beschrieben Cao et al. bzw. Uribe Echevarria et al. in ihren Studien signifikant höhere ESS-Summenwerte bei SAS-Patienten im Vergleich zu Gesunden.

Cao et al. verglichen 2002 den ESS mit der PSG bei OSAS-Patienten und fanden bei den SAS-Erkrankten einen signifikant höheren ESS Summenwert als bei Gesunden, ebenfalls korreliert bei den Patienten ihr ESS-Wert signifikant mit dem AHI in der Polysomnographie. In ihrer Studie erreicht der ESS eine Spezifität von 83% für das Schnarchen, 90% für ein mildes, 79% für ein moderates und 82% für ein schweres Schlafapnoesyndrom. Sie halten den Epworth Fragebogen für eine geeignete Methode in der Primärdiagnostik des OSAS.

Echevarria et al. (2000) bezeichnen den ESS sogar als Methode mit dem höchsten Vorhersagewert in der SAS-Diagnostik. Verglichen wurden ESS Ergebnisse mit BMI, Nacken,- und Taillenumfang bei Schlafapnoepatienten und einer Kontrollgruppe. Sie fanden bei ihren SAS-Patienten mit einem Wert über 10 im ESS einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe und schließen daraus, dass bei Personen mit einem Wert größer als 10 ein SAS vermutet werden sollte.

Da eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse zwischen ESS und den anderen Screeningmethoden in der vorliegenden Studie an Berufsfahrern nicht besteht, sollte die ESS als einzige Untersuchungsart zur Diagnose SAS allein nicht eingesetzt werden. Es fand sich lediglich ein Zusammenhang zwischen ESS und den medizinischen Indikatoren [Schlafstörungen, Alter, Blutdruck und BMI (OR = 5,3, KI95% = 1,1 - 25,0)] und zwischen ESS und dem Aufmerksamkeitstest Vigil (OR = 3,7, KI95% = 1,1 - 12,5). Bei positiver Anamnese (ohne Schlafstörungen) erhöhte sich ebenfalls das Risiko für ein pathologisches Resultat in der ESS, dieses Ergebnis blieb aber unter der Signifikanzgrenze (OR = 3,7, KI95% = 0,98 - 14,2). Überhaupt kein Zusammenhang fand sich mit dem Geräte-AHI.

Unter dem Gesichtspunkt der Anwendbarkeit und Kosten stellt die ESS, wie die Anamnese und klinische Untersuchung, keine besonderen Anforderungen, da der Bogen vom Fahrer selbstständig in ca. fünf Minuten ausgefüllt und vom behandelnden Arzt in wenigen Sekunden ausgewertet werden kann.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse stellt der ESS generell ein brauchbares Screeninginstrument in der Testung der Berufsfahrer dar, jedoch sollte/muss insbesondere aufgrund der starken Subjektivität des Tests mindestens ein weiteres pathologisches Ergebnis in einer der anderen drei Methoden vorliegen, bevor der Verdacht auf ein SAS geäußert und eine weitere kostenintensive Diagnostik veranlasst wird. Auch wäre es wünschenswert, wenn der Einsatz der ESS in der speziellen Untersuchungssituation der Arbeitsmedizin zur Beurteilung der Berufsfähigkeit in weiteren Studien noch genauer abgeklärt würde.

5.3. Vigilanztest

Aufmerksamkeitstests, oft in Form von Fahrsimulationstests, stellen eine weitere, häufig angewandte Möglichkeit dar, SAS-Patienten zu diagnostizieren. Deshalb wurde als dritte Screeningmethode nach der Anamnese/klinischen Untersuchung und der Epworth Sleepiness Scale ein Vigilanztest in unsere Studie aufgenommen.

Auch wird mit diesen objektiven Testmethoden der subjektive Einfluss des Arbeitnehmers auf das Testergebnis weitgehend vermieden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass sie, außer in der Erstuntersuchung, z.B. auch in der Beurteilung zur Berufsfähigkeit nach Krankheit, angewendet werden können. Auf dem Symposium „Unfall und Schlaf“ am 1. Dezember 1999 in Bochum erläutert Randerath die Möglichkeiten, die Fahrsimulationen in der Beurteilung von SAS-Patienten bieten. Er sieht in den Methoden eine Hilfe zur Objektivierung der Tagesschläfrigkeit und zur Überprüfung der Besserung der klinischen Symptome unter CPAP-Therapie. Auch haben sich die Verfahren darin bewährt, die Verminderung der Daueraufmerksamkeit beim SAS-Patienten zu erfassen. Damit bieten die Simulationstests für den Arbeitsmediziner eine Möglichkeit, die befristete Arbeitsunfähigkeit bis zum Therapieeffekt abzusichern und den Zeitpunkt der Wiederaufnahme der Arbeit zu bestimmen.

In unserer Analyse hatten 38 von 185 Fahrern ein Testergebnis von $\geq 8\%$ fehlender Reaktionen. Wertet man dies als pathologisch, so findet sich bei 20,5% ein Hinweis auf das eventuelle Bestehen eines SAS. Damit liegt die Prävalenz in diesem Test über der, die durch die Anamnese/klinische Untersuchung und in der ESS ermittelt wurde. Es fand sich ein Zusammenhang mit einer pathologischen Schlafanamnese und einem positiven Resultat in der ESS. Bei auffälligem Befund in der Schlafanamnese ist das Risiko für einen abnormen Wert im Vigil dreifach erhöht (OR = 3,1, KI95% = 1,1 - 8,7). Ähnliches gilt für die ESS (OR = 3,7, KI95% = 1,1 - 12,5). Nimmt man die medizinischen Indikatoren, so erhöht sich ebenfalls das Risiko für einen pathologischen Wert im Vigil, allerdings bleibt die Wahrscheinlichkeit knapp unter der Signifikanzgrenze (OR = 2,2, KI95% = 0,98 - 4,77).

Zu beachten ist jedoch, dass viele Fahrer die unrealistische Simulation des Tests bemängelten. Nach ihren Angaben war die Situation im abgedunkelten, geräuscharmen Raum zu monoton: Nachtfahrten wären durch entgegenkommende Wagen, Ereignisse am Straßenrand, Beleuchtungen in und außerhalb des LKWs und durch einen höheren Geräuschpegel, z.B. Radio, Motorenlärm etc. wesentlich abwechslungsreicher bzw. gestörter. In der Literatur wurde bisher der eventuelle Einfluss des Fahrgeräuschs von Mayoralas et al. 2003 untersucht. Sie mutmaßten, dass dieses vielleicht bei SAS-Patienten zu einer verstärkten Schläfrigkeit und Herabsetzung der kognitiven Fähigkeiten führt. Im Ergebnis hatte das Fahrgeräusch jedoch keinen Einfluss auf das Testergebnis, weder bei SAS-Patienten noch in der Kontrollgruppe. Trotz dieser Studie, die nur einen Aspekt der wirklichen Situation untersuchte, sollten die Anmerkungen der getesteten Arbeitnehmer, dass die Wirklichkeit abwechslungsreicher und damit das Aufmerksamkeitsniveau ihrer Meinung nach in der Realität höher ist, in die Beurteilung des Vigilanztestes mit einbezogen werden. Durch diesen Umstand könnte die Anzahl der pathologischen Ergebnisse in der Testsituation beeinflusst werden. Liegt die Zahl der positiv Getesteten jedoch geringer, dann würde sich die Prävalenz des vermuteten SAS im Vigil den Werten, die in der Anamnese und dem ESS erhalten wurden, annähern.

Da der Vigil in erster Linie nicht als reiner Fahrsimulationstest entworfen wurde, wäre in der arbeitsmedizinischen Untersuchungspraxis eventuell die Verwendung solcher spezialisierter Verfahren vorzuziehen. Ergebnisse zu solchen Methoden wurden von Orth et al. 1999 und 2002, Risser et al. 2000 und Vorona und Ware 2002 vorgestellt.

Orth et al. erhielten 1999 ihre Resultate zur Einschätzung der Tagesmüdigkeit von Schlafapnoepatienten anhand einer Fahrsimulatorstudie. Die Patienten wurden vor Therapie, zwei Tage und sechs Wochen nach Beginn der CPAP-Behandlung neuropsychologisch getestet. In einer 60-minütigen monotonen Fahrsimulation mit wechselnden Bedingungen wurde das Verhalten (Einnicken, Unfälle, Fahrfehler) der Versuchspersonen registriert. Sie konnten nachweisen, dass nach sechs Wochen

Therapie deutlich weniger Fehler gemacht wurden. Im Jahr 2002 bestätigte Orth seine Ergebnisse mit Hilfe des C.A.R. Test.

Risser et al. (2000) verwendeten ebenfalls einen 60-minütigen Test, in dem die Variablen Fahrbahnposition, Geschwindigkeit, Fahrzeugsteuerung und Unfallrate gemessen wurden. Simultan erfolgte eine EEG-Aufzeichnung. Schlafapnoepatienten schnitten nicht nur im Gesamtergebnis schlechter ab, sondern es zeigte sich, dass im Zeitverlauf des Tests ihre Leistungen immer schlechter wurden. Im EEG konnten bei ihnen häufigere und längere Unaufmerksamkeitsperioden nachgewiesen werden. Die Autoren halten die Aufzeichnung der Fahrbahnposition für die sensitivste Messung.

Vorona und Ware (2002) fassen in ihrem Artikel die Möglichkeiten, die Fahrsimulationstests in der Beurteilung von Schlafapnoepatienten zu bieten scheinen, zusammen:

- Anhand der getesteten Aufmerksamkeit können Simulationstests helfen, Fahrer mit nächtlichen Apnoesyndrom von Gesunden zu unterscheiden
- Sie erkennen die SAS-Patienten mit geringerem Unfallrisiko
- Mit CPAP-Therapie wird eine Verbesserung der Fahrleistung bei Patienten nachgewiesen, v.a. wurde gezeigt, dass eine schnelle Besserung möglich ist
- Die Vermeidung von Verkehrsunfällen ist bei Schlafapnoepatienten kostensparend.

Die entscheidenden Nachteile dieser Tests liegen im Anschaffungspreis und in der Länge. Vigil bietet in dieser Hinsicht den Vorteil, dass er mit einer Dauer von 30 Minuten im Vergleich zu den anderen kürzer ist. Insgesamt ist die Durchführung in der klinischen Situation relativ kurz, jedoch in der routinemäßigen ambulanten Vorsorgeuntersuchung zu lang. Zusätzlich zu der eigentlichen Dauer kommen noch ca. fünf bis 10 Minuten für die Programmierung, Erklärungen und Demonstration des Tests vor Beginn und Ergebnismitteilung/-erläuterung nachher durch den Arzt hinzu. Dadurch wurde die gesamte Verweildauer der Fahrer im STM nahezu verdoppelt. Dies bringt erhebliche Schwierigkeiten und Kosten sowohl für den

arbeitsmedizinischen Dienst, wie auch für die Firmen der Beschäftigten mit sich. Dem gegenüber steht der Nutzen, wenn durch die Methode ein Fahrer mit SAS entdeckt und ein eventueller Unfall, mit erheblichen Kosten durch Personen- und Materialschaden, verhindert würde, vom menschlichen Schicksal zu schweigen. Eine genaue Analyse dieser Kosten/Nutzensituation wäre im Rahmen einer weiteren Studie sinnvoll und kann hier nicht abschließend geleistet werden.

Neben der Dauer des Tests bestehen noch weitere, insbesondere organisatorische Probleme bei der Durchführung: Es muss ein entsprechender Raum mit Computer, installierter Software, abdunkelbar und geräuscharm für die Dauer von 30 Minuten bereitgestellt werden. Während des Ablaufs kann dieser Raum nicht betreten und damit nicht für andere Aktivitäten genutzt werden.

Dieses Problem wird noch vergrößert, wenn mehrere Arbeitnehmer gleichzeitig zur Untersuchung erscheinen. Dies ist bei größeren Transportfirmen häufig der Fall, die ihre Fahrer zusammen an einem Tag anmelden. Auch bei optimaler Organisation, d.h. Personen bei den Funktionstests, andere in der ärztlichen Untersuchung, kam es zu Engpässen bei der Durchführung des Vigils, so dass sich die Wartezeiten nochmals z.T. auch für die schon untersuchten Fahrer verlängerten. Um dieses Problem zu lösen, müssten mehrere Räume und Personen bereitgestellt werden.

Aufgrund dieser Schwierigkeiten stellt der Vigilanztest nur eingeschränkt eine Möglichkeit zum Screening auf ein SAS in der routinemäßigen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung von Berufsfahrern dar.

Bei einem begründeten Verdacht auf das Vorliegen eines SAS oder einer anderen Aufmerksamkeitsstörung ist er jedoch im Einzelfall zur Bestätigung der Verdachtsdiagnose sinnvoll, da der Vigil, im Gegensatz zur rein subjektiven Anamnese und ESS, ein objektives Testinstrument darstellt. Der Fahrer hat auf dieses Ergebnis wesentlich weniger Einfluss als bei den zwei anderen Methoden.

5.4. Geräte zur ambulanten Schlafüberwachung

Als vierte Methode wurde die Möglichkeit analysiert, mobile Geräte zur ambulanten Schlafüberwachung in der routinemäßigen Untersuchung einzusetzen. Um möglichst viele Fahrer in die Studie einbeziehen zu können, wurden drei verschiedene Gerätetypen, die von Firmen und der Universität Düsseldorf bereitgestellt wurden, eingesetzt.

Im Einsatz dieser Methode ergaben sich die größten Schwierigkeiten im Hinblick auf die Ergebnisse, Effektivität, Durchführbarkeit und entstehenden Kosten.

Die meisten Fahrer wohnen nicht in Luxemburg, dies führte regelmäßig zu einer verzögerten Rückgabe der Geräte. Daraus folgte, dass häufig nicht genügend zur Verfügung standen, wenn sich z.B. mehrere Fahrer gleichzeitig vorstellten. Auch waren sie häufig nicht zum Tragen der Geräte bereit und lehnten die Registrierung ab. Daraus resultierte, dass die Zahl dieser ambulanten Untersuchungen insgesamt relativ niedrig war.

Insgesamt wurden Geräte an 69 Fahrer ausgegeben. In weniger als zwei Drittel der Fälle wurde es mit einer auswertbaren Registrierung zurückgebracht. Unabhängig vom Resultat der Aufzeichnungen stellt diese hohe Fehlerquote ein Problem dar und zeigt die geringe Praxistauglichkeit des Geräteinsatzes in der ambulanten arbeitsmedizinischen Praxis. Dies ist allerdings insbesondere durch die Rechtslage bedingt, da eine verbindliche Untersuchung nicht gegeben ist.

Weiterhin auffällig ist die extrem hohe Prävalenz von 31%, d.h. von den 42 auswertbaren Aufzeichnungen waren 13 positiv, wenn man einen AHI-Index von über/gleich 10 als pathologisch und damit als Hinweis auf das Vorliegen eines SAS wertet. Dieses Ergebnis ist primär zu hinterfragen. Verschiedene Ursachen könnten zu einer falsch positiven Anzahl von Resultaten beigetragen haben.

Betrachtet man die einzelnen Geräte, so fällt eine extreme Variation in der Anzahl der pathologischen Resultate auf. Bei dem Gerät EdenTrace lag die Prävalenz bei

17% (vier pathologische Aufzeichnungen von 23 Aufzeichnungen), dies entspricht in etwa der Prävalenz, die auch mit dem Vigilanztest (20,5%) gemessen wurde. Bei dem Gerät SOMNOchek waren 29% der Aufzeichnungen pathologisch (vier pathologische Aufzeichnungen von 14 Aufzeichnungen) und bei dem Gerät SC 20 Sleep Apnea Screening System waren 100%, d.h. alle durchgeführten Aufzeichnungen positiv.

Würde man nun die Aufzeichnungen mit dem Gerät SC 20 aus der Analyse herausnehmen, da die Wahrscheinlichkeit, dass alle fünf untersuchten Fahrer an einem SAS leiden, relativ gering ist, so reduziert sich die Prävalenz auf 22% (acht pathologische Aufzeichnungen von insgesamt 37 Aufzeichnungen).

Ein weiterer Grund für die fehlerhafte Klassifizierung könnte der Schweregrad des SAS darstellen. Dazu finden sich in der Literatur Angaben, dass Geräte zum Teil zu hohe oder zu niedrige Prävalenzen angeben.

Teschler et al. fanden 1995 unterschiedliche Resultate, je nachdem welcher Schwellenwert für den Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI = 5, 10, 15, 20) zu Grunde gelegt wurde. Zum Teil wurden Hypopnoen vom mobilen Gerät nicht erkannt und deshalb der RDI zu niedrig angegeben. Insgesamt bestand aber zwischen der Aufzeichnung des mobilen Gerätes und der simultan durchgeführten PSG eine starke Korrelation. Auch in der Studie von van Surell et al. (1995) fanden sich Patienten mit Hypopnoen, die durch die ambulante Messung als falsch negativ klassifiziert wurden. Insgesamt geben sie bei einem AHI von über/gleich 15 eine Sensitivität von 73% und die Spezifität mit 62% an.

Auch Verse et al. berichten 2000, dass das untersuchte Gerät Poly-Mesam Patienten falsch negativ klassifiziert, da der AHI zu niedrig angegeben wird. Dies ist vor allem bei Patienten mit mildem bis moderatem SAS problematisch. Ihre Angaben für die Sensitivität schwankten zwischen 71 bis 92% mit einer Spezifität von 96 bis 100%. Sie sehen den Einsatz der ambulanten Geräte v.a. bei Patienten mit schwerem SAS, die z.B. aufgrund von Wartezeiten, mangelnder Verfügbarkeit keine Möglichkeit zur

sofortigen Diagnostik mittels Polysomnographie im Schlaflabor haben und eine schnelle Therapie benötigen.

Dagegen fanden Portier et al. (2000) im gleichen Jahr einen positiven Zusammenhang zwischen dem RDI des Gerätes und dem RDI, gemessen mittels Polysomnographie, insbesondere bei Patienten ohne, mit mildem oder moderatem SAS. Bei schwerer Erkrankung war die Korrelation weniger stark. Sie sehen in den ambulanten Geräten eine brauchbare Methode, die unter bestimmten Bedingungen die PSG im Schlaflabor ersetzen kann. Dafür müssen aber die Patiententypen und Bedingungen für den Einsatz der Geräte genau definiert und festgelegt werden.

Ein weiterer Grund könnte in der Auswertungsform, automatisch versus visuell, der aufgezeichneten Resultate liegen.

Fietze et al. (2002) fanden bei der automatischen Auswertung Unterschiede zur visuellen Bewertung, v.a. bei niedrigen AHI-Werten: AHI = 5, Sensitivität 41%, Spezifität 100%, bei einem AHI von ≥ 15 steigt sie auf 91% mit 100% Spezifität, dies entspricht der visuellen Auswertung. Sie sehen in der ambulanten Methode eine verlässliche Art der Diagnostik, aber ihrer Meinung nach sollten die Ergebnisse v.a. bei niedrigen RDI-Werten manuell ausgewertet werden.

Dieses Ergebnis wird von Calleja et al. (2002) für dasselbe Gerät bestätigt, die bei allen AHI-Grenzwerten einen Vorteil in der Auswertung von Hand sehen.

Verse et al. (1999) dagegen erhalten in ihrer Studie eine hohe Korrelation zwischen der automatischen und manuellen Auswertung.

In der vorliegenden Untersuchung könnte dies zu einem Fehler geführt haben, da bewusst nur die automatische Auswertung durch die mitgelieferte Software in die Analyse miteinbezogen wurde. Ziel war es, die Methode im Hinblick auf ihren Einsatz in der arbeitsmedizinischen Praxis zu untersuchen, daher kann in der Regel nicht davon ausgegangen werden, dass geschultes Personal zur visuellen Auswertung

zur Verfügung steht. Dies würde zudem auch dem Einsatz des Gerätes als universell verwendbares Screeningmittel widersprechen.

Ein großes Problem stellt der zum Teil hohe Prozentsatz an fehlerhaften Aufzeichnungen in der ambulanten Messung dar.

Portier et al. (2000) hatten in ihrer Studie bei der Nutzung des mobilen Gerätes 20% unbrauchbare Resultate im Gegensatz zu 5% im Schlaflabor.

Golpe et al. (2002) unterteilten ihre Studienpopulation in zwei Gruppen: Den Teilnehmern der ersten Gruppe wurde das Gerät zu Hause von einem Techniker erklärt und angelegt, bevor es eine Nacht getragen wurde, die zweite Gruppe erhielt die Erklärung bei Geräteausgabe, legte es dann zu Hause selbst ohne Hilfe an. Zwischen den zwei Gruppen bestand ein großer Unterschied in der Aufzeichnung: In der ersten waren 7% der Messungen nicht interpretierbar, in der zweiten, d.h. dem „Anlegen ohne Hilfe“, waren es 33% fehlerhafte, nicht auswertbare Daten. In 75% der interpretierbaren ambulanten Aufzeichnungen stimmten Polysomnographie im Schlaflabor und das Resultat mit dem mobilen Gerät überein. Insgesamt kommen Golpe et al. zu dem Schluss, dass die Durchführung zu Hause (mit Hilfe eines Technikers beim Anlegen) die preiswerteste Möglichkeit ist, da die Fehlerrate wesentlich geringer ist und so Kosten durch weitere Messungen vermieden werden.

Mit 39% unbrauchbaren Ergebnissen (27 unbrauchbare Ergebnisse bei 69 ausgegebenen Geräten) liegt unsere Fehlerrate noch höher als der in der Literatur angegebene Prozentsatz.

Dies kann verschiedene Ursachen haben:

Allgemein bemängeln Liistro et al. (2000) in ihrem Artikel über den Einsatz der mobilen Geräte als Screeningmittel, dass die Validierungsstudien meist im Schlaflabor bei einer zu geringen Zahl von Probanden und zudem bei Patienten mit

der Verdachtsdiagnose SAS stattfanden. Dies entspricht nicht der realen Situation des Screenings, in der die Geräte in der Normalbevölkerung und zu Hause eingesetzt werden. Daraus schließen sie, dass bei dem ambulanten Einsatz der Geräte höhere Fehlerraten möglich sind.

Zusätzlich zu diesen Befunden könnten in der vorliegenden Untersuchung noch weitere Faktoren zu der hohen Anzahl unbrauchbarer Resultate beigetragen haben:

- Die Compliance der Fahrer: Sie wurden zum Tragen des Gerätes aufgefordert, ohne dass bei ihnen subjektive Symptome vorlagen. Damit entfällt der Wunsch nach einer adäquaten Diagnose und eventuell einzuleitenden Therapie. Im Gegenteil ist es denkbar, dass bei den meisten Ängste vor beruflichen Konsequenzen im Falle eines positiven Ergebnisses resultieren.
- In der speziellen Untersuchungssituation der Arbeitsmedizin, an deren Ende die Ausstellung einer Bescheinigung zur Berufsfähigkeit steht, sind die Fahrer eher bereit, in die Teilnahme an der Studie einzuwilligen. Es ist denkbar, dass sie anschließend das Gerät doch nicht getragen haben, da die Bescheinigung zum Abschluss der Untersuchung, sofern sich keine arbeitsmedizinischen Bedenken ergeben hatten, unabhängig vom Tragen, ausgestellt wurde. Aus diesem Grunde ist auch der vorzeitige Abbruch mancher Aufzeichnungen erklärbar, da die Fahrer keinen Anlass sahen, die Unannehmlichkeiten der Untersuchung auf sich zu nehmen.
- Zwischen der Erklärung und dem tatsächlichen Gebrauch des Apparates lag eine zu große Zeitspanne: Den Probanden wurde das Gerät z.T. vor mehrtägigen Fahrten, die sofort nach der Untersuchung im STM begannen, mitgegeben. Da fast alle angaben, dieses zu Hause, am Wochenende, tragen zu wollen, ist es möglich, dass trotz Einweisung Fehler beim Anlegen vorkamen. Diese Tatsache unterstreicht die Notwendigkeit, schriftliche Anweisungen zum Umgang mit den Geräten mitzugeben.

Dies legt die Frage nahe, ob in dieser Zielgruppe der Einsatz der ambulanten Registrierung überhaupt als geeignet anzusehen ist.

Leider war in der vorliegenden Studie keine direkte Befragung der Fahrer zu eventuell aufgetretenen Problemen in der Anwendung der Geräte möglich. Dies hätte einen weiteren festen Untersuchungstermin bei einem der an der Studie beteiligten Ärzte erfordert. Dies war aus Kosten- und organisatorischen Gründen nicht möglich. Deshalb lieferten die Fahrer die Geräte ohne jede weitere Information am Empfang des STM ab. Um die vorliegenden Ergebnisse zu vervollständigen, wäre eine weitere Untersuchung speziell zu dieser Fragestellung wünschenswert.

Folgende Punkte sollten beim Einsatz der mobilen Geräte im Hinblick auf die benötigten Gelder beachtet werden. Es entstehen Kosten bei der Geräteanschaffung und im Unterhalt, sowie bei den verschiedenen Zubehörartikeln, die z.T. als Einmalmaterial geliefert werden und regelmäßig ersetzt werden müssen. Da oft mehrere Tage bis Wochen vergehen, bis die Apparate von den Fahrern zurückgebracht werden, dies ist z.B. abhängig von den Routen, ist bei einem routinemäßigen Einsatz als Screeningmittel der Kauf einiger Geräte nötig. Dies entspricht einer Anschaffung von mehreren tausend Euro. Berechnet werden muss ebenfalls die Zeit, die für Arzt und Arbeitgeber anfällt, um den Gebrauch des Gerätes zu erklären und dieses zurückzubringen.

Aufgrund der hohen Fehlerrate und großen Anzahl von unbrauchbaren Daten ist es zudem möglich, dass bei mehreren Fahrern auch nach der ambulanten Aufzeichnung weiterhin der Verdacht auf ein SAS besteht und somit zusätzlich eine Diagnostik im Schlaflabor veranlasst werden muss. Dies würde bedeuten, dass doppelte Kosten anfallen.

Auch die von Alonso et al. (2000) vorgeschlagene Möglichkeit, Kosten mit einer kürzeren Messung zu sparen, stellt aus den oben genannten Gründen in der arbeitsmedizinischen Routine keine Lösung dar. In ihrer Studie untersuchten sie, ob

eine verkürzte Aufzeichnung zur Diagnosestellung ausreicht. Anstatt einer ganzen Nacht schliefen ihre Studienteilnehmer nur vier Stunden (die erste Nachthälfte) im Schlaflabor. In 94% der Fälle erbrachte die verkürzte PSG dasselbe Ergebnis wie die Standarduntersuchung über eine volle Nacht. Bei schwerem SAS fand sich sogar eine 100%-ige Übereinstimmung. Durch die eingesparte Zeit wäre es möglich, mehr Patienten in der gleichen Zeit und damit auch kostengünstiger zu untersuchen.

Aus den vorherigen Ausführungen wird deutlich, dass der Einsatz der Geräte die kostenintensivste und organisatorisch am schwierigsten durchzuführende Methode darstellt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Gebrauch der mobilen Schlafüberwachungsgeräte in der vorliegenden Studie im Hinblick auf die erhaltenen Ergebnisse, Kosten und Durchführbarkeit nicht effektiv war. Damit ist diese Methode in der alltäglichen routinemäßigen Beurteilung von Berufsfahrern nicht als sinnvolles Screeninginstrument anzusehen.

5.5. Andere diagnostische Möglichkeiten

Neben den mobilen Geräten wurden in der Literatur verschiedene andere Parameter auf ihre Brauchbarkeit in der ambulanten Messung zur Diagnostik der Schlafapnoe untersucht. Da sich bisher keine dieser Methoden in der allgemeinen routinemäßigen Anwendung durchgesetzt hat, wurden sie im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht näher betrachtet. Aufgrund der großen Schwierigkeiten, die sich im Gebrauch der mobilen Geräte ergaben, könnten sie jedoch als Anregungen zu weiteren Studien dienen. In diesen Untersuchungen sollte analysiert werden, ob sich Anwendungsmöglichkeiten der beschriebenen Methoden in der routinemäßigen Untersuchungspraxis der Arbeitsmedizin ergeben könnten.

Bereits 1987 fanden Koehler et al. typische Herzrhythmusstörungen bei SAS-Patienten und schlugen deshalb das Langzeit-EKG als Screeningmöglichkeit für SAS vor.

Mossiger et al. (1993) führten eine Wärmemessung der Atmung im Mund-Nasbereich durch und fanden eine Sensitivität von 100% und Spezifität von 76% bis 85% zur simultanen PSG.

Tvinnereim et al. (1995) ermittelten mittels Nasenkatheter intrathorakale Druckveränderungen und stellten eine starke Korrelation zur PSG fest, wenn ein schweres SAS mit einem AHI von ca. 30 vorlag. Ebenfalls Druckveränderungen, aber im Nasenbereich wurden von Heitman et al. (2002) untersucht, auch sie fanden einen Zusammenhang mit der simultan registrierten PSG.

Sowohl Ryan et al. (1995) wie auch Cirignotta et al. (2001) stellten fest, dass die mittels Pulsoximetrie aufgezeichnete und vom Gerät ausgewertete Sauerstoffsättigung allein nicht ausreicht, ein SAS zu diagnostizieren.

5.6. Resümee und Empfehlung

Es ist davon auszugehen, dass die von uns untersuchten Fahrer, im Gegensatz zu anderen Studienpopulationen, die Besonderheit aufwiesen, dass die Motivation zur Teilnahme gering war. Somit haben sie nicht unbedingt ein Interesse an einer Diagnose und anschließender Einleitung einer adäquaten Therapie. Diese gesonderte Interessenlage ist sicher ein Grund für die unterschiedlichen Resultate im Vergleich zu anderen Studien.

Es wäre wünschenswert gewesen, wenn bei den untersuchten Fahrern, zumindest teilweise, eine vollständige Polysomnographie im Schlaflabor durchgeführt worden wäre. Aufgrund der zur Zeit langen Wartezeiten, sowohl in luxemburgischen, deutschen und belgischen Labors, und den hohen Kosten einer solchen Untersuchung war dies im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich. Auch wären nur wenige Fahrer aus Zeitgründen und Angst vor eventuellen beruflichen Konsequenzen zu einer solchen aufwendigen Untersuchung bereit gewesen, da keine rechtliche Verpflichtung dazu besteht.

Die einzelnen Verfahren weisen jeweils spezifische Vor- und Nachteile auf. Keine der untersuchten Methoden reicht allein aus, um als zuverlässige Screeningmethode zur Diagnostik von schlafbezogenen Atemstörungen, insbesondere des Schlafapnoesyndroms, in der routinemäßigen arbeitsmedizinischen Vor- und Nachsorgeuntersuchung eingesetzt zu werden. Bei der Nutzung des Vigilanztestes und besonders der mobilen Geräte ergaben sich Schwierigkeiten, so dass die Nutzung dieser Mittel vor dem regelmäßigen Einsatz weiter verbessert werden muss.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zunächst eine Kombination der einfachen Methoden, d.h. Anamnese (v.a. Schlafanamnese) mit klinischer Untersuchung, Epworth Sleepiness Scale und wenn möglich der Einsatz des Vigilanztestes, das Verfahren der Wahl zum Screening des SAS in der arbeitsmedizinischen Praxis darstellt. Fallen mindestens zwei Parameter pathologisch aus, sollte die Überprüfung der Ergebnisse im Schlaflabor erfolgen, da von einem

erhöhten Sicherheitsrisiko für den betroffenen Fahrer und seine Umgebung ausgegangen werden muss.

Die genaue Diagnostik durch die stationäre Polysomnographie, die im positiven Fall weitreichende therapeutische und soziale Konsequenzen für den Arbeitnehmer mit sich bringt, ist zur Zeit durch keine der anderen untersuchten Methoden ersetzbar.

6. Zusammenfassung

Schlafstörungen beeinflussen die Leistungsfähigkeit und verursachen aufgrund von Tagesmüdigkeit und verminderter Aufmerksamkeit der Beschäftigten in vielen Bereichen arbeitsmedizinische Probleme. In den letzten Jahren steht besonders das Schlafapnoesyndrom (SAS) im Zentrum des Interesses. Das SAS ist gekennzeichnet durch Atemstillstände von mehreren Sekunden Dauer und / oder durch eine Verminderung des Atemgasflusses um wenigstens 50%. Aufgrund dieser Störungen kommt es zu einer Fragmentierung des Schlafes durch Arousals und zu einem Verlust der regenerativen Funktion. Leitsymptome sind Tagesmüdigkeit und Leistungsminderung. Die Prävalenz wird auf mindestens 2% unter der weiblichen bzw. 4% der männlichen Bevölkerung (30-60 Jahre) geschätzt. Verschiedene Studien zeigen, dass von SAS betroffene Kraftfahrer mit einer größeren Wahrscheinlichkeit in Verkehrsunfälle verwickelt werden. Die Schätzungen sind je nach Methode unterschiedlich, derzeit nimmt man ein 2- bis 7-fach erhöhtes Risiko an.

Der Bedeutung des SAS wird derzeit in den gesetzlichen Vorschriften und bei der Vorsorgeuntersuchung nur ungenügend Rechnung getragen. Beim Vorliegen eines unbehandelten SAS mit schwerer Vigilanzbeeinträchtigung ist keine Fahrtauglichkeit bzw. Eignung für die Tätigkeit gegeben. Allerdings ist für Berufskraftfahrer die Diagnosesicherung eines eventuellen SAS nicht verpflichtend.

Fragestellung

Die Diagnose wird in der Regel stufenweise gestellt und im Schlaflabor gesichert. Die polysomnographische Untersuchung ist aber aufwändig, und häufig sind längere Wartezeiten für einen Termin in Kauf zu nehmen. Deshalb ist es erforderlich, eine praktikable und effektive Screening-Methode zu entwickeln. In der täglichen Anwendung sollte sie die Identifikation von Beschäftigten erleichtern, bei denen eine weitere Abklärung im Schlaflabor erforderlich ist. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden vier verschiedene Verfahren zur Diagnose eines SAS unter arbeitsmedizinischen Alltagsbedingungen eingesetzt, um die Ergebnisse zu

vergleichen. Das Ziel besteht darin, eine routinemäßig anwendbare, kostengünstige, praktikable und möglichst treffsichere Screening-Methode zu entwickeln, die dem Arbeitsmediziner die Entscheidung erleichtert, bei welchen Beschäftigten der Verdacht auf ein SAS im Schlaflabor abgesichert werden sollte. Dafür wurden alle Verfahren im Hinblick auf ihre Ergebnisse, Effektivität, Anwendbarkeit und Kosten analysiert und miteinander verglichen.

Methode

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen der routinemäßigen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung in Luxemburg beim "Service de Santé au Travail Multisectoriel" (STM) an Berufskraftfahrern (LKW- und Busfahrer) durchgeführt. Folgende Verfahren kamen zum Einsatz:

➤ Anamnese/Klinische Untersuchung

Nach der Erhebung der üblichen Parameter (Seh- und Hörtest, Urinuntersuchung) wurde vom untersuchenden Arzt ein klinisches Interview mit einem standardisierten Fragebogen und eine körperliche Untersuchung durchgeführt. Der Bogen enthält vier Fragen nach Schlafstörungen (Schnarchen, Atemstillstände, morgendliche Müdigkeit, morgendliche Kopfschmerzen). Als Hinweis auf ein mögliches SAS wurde gewertet, wenn mindestens zwei dieser Items positiv beantwortet wurden. Daneben wurden Risikofaktoren wie Alter (≥ 50 Jahre), Adipositas ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) und Bluthochdruck (systolisch $\geq 160 \text{ mm Hg}$, diastolisch $\geq 95 \text{ mm Hg}$) einbezogen.

➤ Epworth Sleepiness Scale (ESS)

Mit Hilfe der ESS wird die subjektiv erlebte Tagesschläfrigkeit in der letzten Zeit erfasst. Der Patient schätzt anhand einer vierstufigen Skala die Wahrscheinlichkeit ein, in normalen Alltagssituationen einzunicken (0 = "würde niemals einnicken" bis 3 = "hohe Wahrscheinlichkeit einzunicken"). Der Fragebogen wird vom Patienten selbst ausgefüllt. Zur Auswertung wird

ein Summenscore gebildet, solche ≥ 9 weisen auf Schlafstörungen hin und werden hier als Indiz für ein mögliches SAS verstanden.

➤ Vigilanztest (Vigil)

Im Anschluss an die medizinische Untersuchung wurde ein Vigilanz-Test (Vigil) durchgeführt. Es handelt sich um ein PC-gestütztes Verfahren zur Diagnose verminderter Aufmerksamkeit. Auf einem Bildschirm wird eine vereinfachte Fahrsimulation gezeigt. Auf einer stilisierten Straße mit Mittelstreifen tauchen plötzlich für die Dauer von 20ms kleine Quadrate von 20 Pixel Größe auf. Es werden 100 Quadrate pro 10- minütigem Intervall präsentiert, insgesamt dauert der Test 30 Minuten mit 300 „Hindernissen“. Die Aufgabe des Versicherten besteht darin, auf jedes der „Ereignisse“ innerhalb von 1s mit einem Tastendruck zu reagieren. Fehlende oder verspätete Reaktionen werden als fehlerhaft gewertet. Bei einem Anteil von $\geq 8\%$ Fehler wird das Ergebnis als Indiz für ein SAS gewertet.

➤ Mobile Geräte zur Diagnose des SAS

Es wurden drei verschiedene Typen eingesetzt. Die entscheidenden aufgezeichneten Parameter waren Apnoen, Hypopnoen, SpO₂, Herzfrequenz, Körperlage und Schnarchgeräusche. Die Geräte wurden den Probanden ausführlich erklärt, und es erfolgte eine Einweisung in die Handhabung der Materialien. Der Zeitpunkt der eigentlichen Messung konnte von den Probanden selbst gewählt werden, da sie die Apparate eigenständig anlegen und bedienen sollten. Zur Auswertung wurde der vom Gerät automatisch ermittelte Index von Apnoen / Hypopnoen pro Stunde herangezogen (AHI). Gleich oder über 10 Ereignisse / Stunde wurden im Sinne eines positiven Befundes interpretiert.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 200 LKW- und Busfahrer untersucht.

➤ Anamnese/Klinische Untersuchung

Mehr als die Hälfte der Fahrer gab an zu schnarchen (66,5%), aber 10,5% weisen noch mindestens einen weiteren pathologischen Parameter auf und sind nach dem in dieser Studie festgelegten Grenzwert (≥ 2 Schlafstörungen gelten als Hinweis auf ein Schlafapnoesyndrom) positiv. Bezieht man zusätzlich zur Schlafanamnese noch die anderen Risikofaktoren (BMI, Alter und Bluthochdruck) ein, so waren bei 101 Fahrern (50,5%) Indizien und/oder Risikofaktoren für ein SAS gegeben.

➤ Epworth Sleepiness Scale

Bei 94% (n = 188/200) der Fahrer lag der Epworth Summenscore im Normalbereich von ≤ 8 Punkten. 51% (n = 102/200) erzielten einen Wert im Bereich von 2 bis 4 Punkten (MW = 3,9, s = 2,5, n = 200). 6% der Probanden erreichten pathologische Testergebnisse mit ≥ 9 Punkten.

➤ Vigilanztest

Insgesamt wurde der Vigilanztest von 185 Fahrern durchgeführt. 20,5% (n = 38/185) der Testpersonen überschritten die als pathologisch angesetzte Grenze von $\geq 8\%$ fehlenden Reaktionen. Diese wurden als positiv für das wahrscheinliche Vorliegen eines SAS gewertet. Im Vergleich zur ESS schnitten damit im Vigil deutlich mehr Fahrer mit einem suspekten Ergebnis ab.

➤ Mobile Geräte zur Diagnose des SAS.

Insgesamt wurden die Geräte an 69 Fahrer ausgegeben, lediglich 42 brachten diese mit auswertbaren Aufzeichnungen zurück. Von diesen ergaben 13 einen AHI-Index von ≥ 10 , d.h. einen pathologischen Wert. Damit sind 31% mit dieser Methode positiv im Hinblick auf das Vorliegen eines Schlafapnoesyndroms. Zwischen den

einzelnen Geräten bestand eine starke Variation im Anteil der pathologischen Ergebnisse.

Zusammenfassung der Ergebnisse der vier untersuchten Screeningmethoden

Im Vergleich der vier untersuchten Screeningmethoden miteinander ergeben sich folgende Zusammenhänge:

- Wenn im Rahmen der medizinischen Diagnostik pathologische Befunde (Alter > 49 Jahre, Blutdruck systolisch ≥ 160 mmHg, diastolisch ≥ 95 mmHg, BMI ≥ 30 kg/m² und ≥ 2 Schlafstörungen) deutlich wurden, erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit für einen positiven Befund in der Epworth Skala um das 5,3 fache (OR = 5,3, KI95% = 1,14 - 25,0). Für den Aufmerksamkeitstest gilt dies auch, bleibt aber knapp unterhalb der Signifikanzgrenze (OR = 2,2, KI95% = 0,98 - 4,77).
- Zwischen Anamnese (Alter, Blutdruck und BMI ohne Berücksichtigung der Schlafanamnese) und Epworth Sleepiness Scale erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit für ein pathologisches Resultat in der Epworth Sleepiness Scale, bleibt aber knapp unter der Signifikanzgrenze (OR = 3,7, KI95% = 0,98 - 14,2).
- Signifikant erhöht sich das Risiko für einen pathologischen Aufmerksamkeitstest (Vigil), wenn Schlafstörungen vorliegen (OR = 3,14, KI95% = 1,13 - 8,73).
- Ein Zusammenhang konnte auch zwischen Epworth Sleepiness Scale und Vigil nachgewiesen werden. Liegt ein pathologischer Summenscore in der Epworth Sleepiness Scale vor, so besteht eine 3,7 mal höhere Wahrscheinlichkeit für ein pathologisches Testergebnis im Vigil (OR = 3,7, KI95% = 1,10 - 12,5).
- Zwischen den AHI –Werten, ermittelt durch die Geräte, und den übrigen Parametern fanden sich keine Zusammenhänge.

Die einzelnen Verfahren weisen jeweils spezifische Vor- und Nachteile auf. So spielt neben der Durchschaubarkeit (insbes. bei der ESS) sicher der Aufwand eine zentrale Rolle. Keine reicht allein aus, um als zuverlässige Screeningmethode zur Diagnostik von schlafbezogenen Atemstörungen, insbesondere des Schlafapnoesyndroms, in den routinemäßigen arbeitsmedizinischen Vor- und Nachsorgeuntersuchungen eingesetzt zu werden.

Beim Gebrauch des Vigilanztestes und besonders der mobilen Geräte ergaben sich Schwierigkeiten, so dass die Nutzung vor dem regelmäßigen Einsatz weiter verbessert werden muss. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte leider keine Diagnostik im Schlaflabor durchgeführt werden. Aufgrund der oft erheblichen Konsequenzen für die Betroffenen (Kosten, lange Wartezeiten, berufliche Schwierigkeiten) einerseits, andererseits aber der großen Bedeutung für die Arbeits- und Verkehrssicherheit ist die Indikationsstellung sorgfältig abzuwägen. Bei der schwierigen Aufgabenstellung scheint zunächst eine Kombination der einfachen Methoden, d.h. Anamnese (v.a. Schlafanamnese) mit klinischer Untersuchung, Epworth Sleepiness Scale und nach Möglichkeit auch des Vigilanztests das Verfahren der Wahl zum Screening des SAS in der arbeitsmedizinischen Praxis darzustellen. Fallen mindestens zwei Parameter, im besonderen die ausführliche Schlafanamnese oder der Vigilanztest pathologisch aus, sollte die Überprüfung der Ergebnisse im Schlaflabor erfolgen, da von einem erhöhten Sicherheitsrisiko für den betroffenen Fahrer und seine Umgebung ausgegangen werden muss.

Diese genaue Diagnostik durch die stationäre Polysomnographie, die im positiven Fall weitreichende therapeutische und soziale Konsequenzen für den Arbeitnehmer mit sich bringt, ist zur Zeit durch keine der anderen untersuchten Methoden ersetzbar.

Eine Aussage, ob und wie viel falsch negative Berufskraftfahrer sich in dem untersuchten Klientel befinden, kann nicht getroffen werden, da die Polysomnographie keine verpflichtende Standarduntersuchung darstellt.

7. Literatur

- Akerstedt, T., Haraldsson, PO.: International Consensus meeting on fatigue and the risk of traffic accidents. The significance of fatigue for transportation safety is underestimated. *Lakartidningen* (2001), 98(25): 3014-3017
- Aldrich, MS., Brower, KJ., Hall, JM.: Sleep-disordered breathing in alcoholics. *Alcohol Clin Exp Res* (1999), 23(1): 134-140
- Aldrich, MS.: Automobile accidents in patients with sleep disorders. *Sleep* (1989), 12(6): 487-494
- Alonso Alvarez, ML., Fernandez Martinez de Septiem, C., Alonso Mediavilla, C., Martinez Gonzalez, M., Teran Santos, J., Rodriguez Pascual, L., Cordero Guevara, J.: Validation of half-night polysomnography for sleep apnea/hypoapnea syndrome. *Arch Bronconeumol* (2000), 36(4): 180-185
- Arbeitssicherheitsgesetz, (ASiG), Fassung 1973/1999, Carl Heymanns Verlag, Köln
- Arbeitsschutzgesetz, (ArbSchG), Fassung 1996/1999, Carl Heymanns Verlag, Köln
- Arnold, PK., Hartley, LR., Corry, A., Hochstadt, D., Penna, F., Feyer, AM.: Hours of work, and perceptions of fatigue among truck drivers. *Accid Anal Prev* (1997), 29(4): 471-477
- Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundrussatz G 25 „Fahr,- Steuer- und Überwachungstätigkeiten“ (BGI 504-25), Fassung 1998, zuständige Berufsgenossenschaft oder Carl Heymanns Verlag, Köln
- Barbé, F., Pericás, J., Munoz, A., Findley, L., Antó, JM., Agusti, AGN, de Lluç Joan, M.: Automobile accidents in patients with sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* (1998), 158: 18-22
- Barclay, L.: Beware of Laser-Assisted Uvuloplasty for Sleep Apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* (2002), 128: 429-434
- Becker, H., Figura, M., Himmelmann, H., Köhler, U., Peter, JH., Retzko, R., Schwarzenberger, F., Weber, K., von Wichert, P.: Die nasale „Continuous Positive Airway Pressure“ (nCPAP)-Therapie – Praktische Erfahrungen bei 54 Patienten. *Prax Klin Pneumol* (1987), 41: 426-429
- Becker, H., Faust, M., Fett, I., Kublik, A., Peter, JH., Rieß, M., v. Wichert, P.: Langzeitakzeptanz der nCPAP-Therapie bei 70 Patienten mit Schlafapnoe. *Pneumologie* (1989), 43: 643-646

- Benbadis, SR., Mascha, E., Perry, MC., Wolgamuth, BR., Smolley, LA., Dinner, DS.: Association between the Epworth sleepiness scale and the multiple sleep latency test in a clinical population. *Ann Intern Med* (1999), 130(4 Pt 1):289-292
- Berger, HA., Somers, VK., Phillips, BG.: Sleep disordered breathing and hypertension. *Curr Opin Pulm Med* (2001), 7(6): 386-390
- Berufsgenossenschaftlicher Grundssatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen „Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten“ (BGG 904-G25), Genter-Verlag, Stuttgart (1998)
- Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (Unfallverhütungsvorschriften), VBG 123, VBG 1, VBG 100. Zuständige Berufsgenossenschaft oder Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, St. Augustin oder Carl Heymanns Verlag, Köln
- Blazejova, K., Sonka, K., Skodova, Z., Nevsimalova, S.: Prevalence of obesity, hypertension and smoking in patients with the sleep apnea syndrome-comparison with the Czech population. *Cas Lek Cesk* (2000), 139 (11): 339-342
- Bloch, KE., Schoch, OD., Zhang, JN., Russi, EW.: German version of the Epworth Sleepiness Scale. *Respiration* (1999), 66(5):440-447
- Borsch-Galetke, E.: Schlafstörungen – Relevanz für Arbeitsmediziner? *Kompass* (1999), 10: 275
- Browne, HAK., Adams, L., Simonds, AK., Morrell, MJ.: Impact of age on breathing and resistive pressure in people with and without sleep apnea. *J Appl Physiol* (2001), 90: 1074-1082
- Calleja, JM., Esnaola, S., Rubio, R., Duran, J.: Comparison of a cardiorespiratory device versus polysomnography for diagnosis of sleep apnoea. *Eur Respir J* (2002), 20(6): 1505-1510
- Cao, J., Chen, B., Dong, L., Guo, M., Wang, Y., Yu, M.: The primary diagnostic significance of the epworth sleepiness scale in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Zonghua Jie HeHe Hu Xi Za Zhi* (2002), 25(3): 154-155
- Carlson, JT., Hedner, JA., Ejnell, H., Peterson, LE.: High prevalence of hypertension in sleep apnea patients independent of obesity. *AM J Respir Crit Care Med* (1994), 150(1): 72-77

- Carmona Bernal, C., Capote Gil, F., Botebol Benhamou, G., Garcia Lopez, P., Sanchez Armengol, A, Castillo Gomez, J.: Assessment of excessive day-time sleepiness in professional drivers with suspected obstructive sleep apnea syndrome. Arch Bronconeumol (2000), 36(8):436-440
- Cassel, W., Stephan, S., Ploch, T., Peter, JH.: Psychologische Aspekte schlafbezogener Atemregulationsstörungen. Pneumologie (1989), 43: 625-629
- Cassel, W., Ploch, T., Peter, JH., von Wichert, P. : Risk of accidents in patients with nocturnal respiration disorders. Pneumologie (1991), 45 Suppl 1: 271-275
- Cassel, W., Ploch, T., Becker, C., Dugnus, D., Peter, JH., von Wichert, P.: Risk of traffic accidents in patients with sleep-disordered breathing: reduction with nasal CPAP. Eur Respir J (1996), 9(12) : 2606-2611
- Chervin, RD., Aldrich, MS.: The Epworth sleepiness scale may not reflect objective measure of sleepiness or sleep apnea. Neurology (1999), 52(1): 125-131
- Cirignotta, F., Mondini, S., Gerardi, R., Mostacci, B., Sancisi, E.: Unreliability of automatic scoring of MESAM 4 in assessing patients with complicated obstructive sleep apnea syndrome. Chest (2001), 119(5): 1387-1392
- Claman, D., Murr, A., Trotter, K.: Clinical validation of the Bedbugg in detection of obstructive sleep apnea. Otolaryngol Head Neck Surg (2001), 125(3): 227-230
- Combur³Test[®] E.: Arzneimittelinformation. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim (2001)
- Connor, J., Whitlock, G., Norton, R., Jackson, R.: The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies. Accid Anal Prev (2001), 33(1): 31-41
- Deegan, PC., McNicholas, WT.: Predictive value of clinical features for the obstructive sleep apnoea syndrome. Eur Respir J (1996), 9(1) : 117-124
- den Herder, C., Schmeck, J., Appelboom, DJK., de Vries, N.: Risks of general anaesthesia in people with obstructive sleep apnoea. BMJ (2004), 329: 955-959
- Diaz, J., Guallar, J., Arnedo, A., Oliva, S., Gala, J.: Prevalence of sleep apnea-hypopnea syndrome among long-haul professional drivers. Arch Bronconeumol (2001), 37(11): 471-476

- Dierkesmann, R., Herzhauser, R., Jasch, KD., Ziegler, G.: O₂ – Therapie bei Schlafapnoe-Syndrom. *Prax. Klin.Pneumol* (1987), 41: 430-432
- Ehlentz, K., Peter, JH., Mayer, J., Kaffarnik, H., von Wichert, P.: Endokrinologische Veränderungen beim Apnoe-Patienten. *Prax Klin Pneumol* (1987), 41: 397-400
- Ergovision.: Handbuch für Test-Erläuterung und Test-Interpretation. Essilor, Paris
- Fell, DL., Black, B.: Driver fatigue in the city. *Accid Anal Prev* (1997), 29(4): 463-469
- Ficker, JH., Wiest, GH., Wilpert, J., Fuchs, FS., Hahn, EG.: Evaluation of a portable recording device (Somnocheck) for use in patients with suspected obstructive sleep apnoea. *Respiration* (2001), 68(3): 307-312
- Fietze, I., Glos, M., Rottig, J., Witt, C.: Automated analysis of data is inferior to visual analysis of ambulatory sleep apnea monitoring. *Respiration* (2002), 69(3): 235-241
- Findley, LJ., Unverzagt, ME., Suratt, PM.: Automobile accidents involving patients with obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* (1988), 138(2): 337-340
- Findley, LJ., Fabrizio, M., Thommi, G., Suratt, PM.: Severity of sleep apnea and automobile crashes. *New Engl Med* (1989), 320 (13): 868-869
- Findley, LJ., Levinson, MP., Bonnie, RJ.: Driving performance and automobile accidents in patients with sleep apnea. *Clin Chest Med* (1992), 13(3): 427-435
- Findley, LJ., Unverzagt, M., Guchu, R., Fabrizio, M., Buckner, J., Suratt, PM.: Vigilance and automobile accidents in patients with sleep apnea or narcolepsy. *Chest* (1995), 108(3): 619-624
- Findley, LJ., Smith, C., Hooper, J., Dineen, M., Suratt, PM.: Treatment with nasal CPAP decreases automobile accidents in patients with sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* (2000), 161: 857-859
- Findley, LJ., Suratt, PM.: Serious motor vehicle crashes: the cost of untreated sleep apnea. *Thorax* (2001), 56: 505
- Fuchs, BD., McMaster, J., Smull, G., Getsy, J., Chang, B., Kozar, RA.: Underappreciation of sleep disorders as a cause of motor vehicle crashes. *Am J Emerg Med* (2001), 19(7): 575-578

- Fischer, J.: Manuale pneumologicum. Dietrich Nolte, München-Deisenhofen (1992), I – 14, 1-19
- Galetke, W., Borsch-Galetke, E.: Schlafstörungen – Relevanz für Arbeitsmediziner? Ergo Med (2000), 1: 46-50
- Garcia Lopez, P., Capote Gil, F., Quintana Gallego, ME., Fuentes Pradera, MA. Carmona Bernal, C., Sanchez Armengol, A.: Assessment with the Epworth scale of daytime somnolence in patients with suspected obstructive apnea syndrome during sleep. Differences between patients and their partners. Arch Bronconeumol (2000), 36(11): 608-611
- George, CF., Nickerson, PW., Hanly, PJ., Millar, TW., Kryger, MH.: Sleep apnoea patients have more automobile accidents. Lancet (1987), 2(8556): 447
- George CF., Smiley, A.: Sleep apnea & automobile crashes. Sleep (1999), 22(6): 790-795
- George, CF.: Reduction in motor vehicle collisions following treatment of sleep apnoea with nasal CPAP. Thorax (2001), 56: 508-512
- Gebrauchsanweisung EdenTrace®II Digitaler Rekorder Modell 3711. Edentec, Idstein/Deutschland
- Gebrauchsanweisung SC 20 Sleep Apnea Screening System. Breas, Mölnlycke/Schweden
- Gerätebeschreibung und Gebrauchsanweisung SOMNOchek und SOMNOcheck effort. Weinmann, Hamburg/Deutschland
- Gislason, T., Almqvist, M.: Somatic diseases and sleep complaints. Acta Med Scand (1987), 221: 475-481
- Godfrey, F.: Obesity sleep apnea and CVD in the European Union. HeartMatters Bulletin of the European Heart Network (2003), 6-8
- Golpe, R., Jimenez, A., Carpizo, R.: Home sleep studies in the assessment of sleep apnea/hypopnea syndrome. Chest (2002), 122(4): 1156-1161
- Gracia-Rio, F., Racionero, MA., Pino, JM., Ortuno, F., Villasante, C., Villamor, J.: Sleep apnea and hypertension. Chest (2000), 117(5): 1417-1425
- Grason-Stadler GSI 17 Audiometer.: Instruction Manual. Grason-Stadler, Inc., Milford (1991)

- Grote, L., Meis, D., Schneider, H., Penzel, T., Peter, JH., von Wichert, P.: Validation study of the 10-channel Sidas 2010 registration unit for diagnosis of sleep-related respiratory disorders. *Pneumologie* (1993), 47 Suppl 1: 130-133.
- Grunstein, R., Wilcox, I., Yang, TS., Gould, Y., Hedner, J.: Snoring and sleep apnoea in men: association with central obesity and hypertension. *Int J Obes Relat Metab Disord* (1993), 17(9): 533-540
- Gugger, M.: Comparison of ResMed AutoSet (version 3.03) with polysomnography in the diagnosis of the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J* (1997), 10(3): 587-591
- Guilleminault, C., Dement, WC.: *Sleep apnea syndromes*. Liss, New York (1978)
- Guilleminault, C.: Clinical features and evaluation of obstructive sleep apnea. In: Kryger, M.H., Roth, T., Dement, W.C.: *Principles and practice of sleep medicine*. Saunders, Philadelphia (1989), 552-558
- Hack, M., Davies, RJO., Mullins, R., Choi, SJ., Ramdassingh-Dow, S., Jenkinson, C., Stradling, JR.: Randomised prospective parallel trial of therapeutic versus subtherapeutic nasal continuous positive airway pressure on simulated steering performance in patients with obstructive sleep apnoea. *Thorax* (2000), 55(3): 224-231
- Hack, MA., Choi, SJ., Vijayapalan, P., Davies, RJ., Stradling, JR.: Comparison of the effects of sleep deprivation, alcohol and obstructive sleep apnoea (OSA) on simulated steering performance. *Respir Med* (2001), 95(7): 594-601
- Haraldsson, PO., Carenfelt, C., Diderichsen, F., Nygren, A., Tingvall, C.: Clinical symptoms of sleep apnea syndrome and automobile accidents. *J Otorhinolaryngol Relat Spec* (1990), 52(1): 57-62
- Haraldsson, PO., Carenfelt, C., Laurell, H., Tornros, J.: Driving vigilance simulator test. *Acta Otolaryngol* (1990), 110(1-2): 136-140.
- Haraldsson, PO., Akerstedt, T.: Drowsiness-greater traffic hazard than alcohol. Causes, risks and treatment. *Lakartidningen* (2001), 98(25): 3018-3023
- He, J., Kryger, MH., Zorick, FJ., Conway, W., Roth, T.: Mortality and apnea index in obstructive sleep apnea. *Chest* (1988), 94(1): 9-14
- Hedner, J., Kraiczi, H., Peker, Y., Murphy, P.: Reduction of sleep-disordered breathing after physostigmine. *Am J Respir Crit Care Med* (2003), 168(10): 1246-1251

- Hein, H., Raschke, F., Köhler, D., Mayer, G., Peter, JH., Rühle, KH.: Leitlinie zur Diagnostik und Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen beim Erwachsenen. *Pneumologie* (2001), 55: 339-342
- Heitman, SJ., Atkar, RS., Hajduk, EA., Wanner, RA., Flemons, WW.: Validation of nasal pressure for the identification of apneas/hypopneas during sleep. *Am J Respir Crit Care Med* (2002), 166(3): 386-391
- Herer, B., Roche, N., Carton, M., Roig, C., Poujol, V., Huchon, G.: Value of clinical, functional, and oximetric data for the prediction of obstructive sleep apnea in obese patients. *Chest* (1999), 116(6): 1537-1544
- Herold, G.: Innere Medizin. Gerd Herold, Köln (2003), 283-285
- Hla, KM., Young, TB., Bidwell, T., Palta, M., Skatrud, JB., Dempsey, J.: Sleep apnea and hypertension. A population-based study. *Ann Intern Med* (1994), 120(5): 382-388
- Hoffstein, V., Szalai, JP.: Predictive value of clinical features in diagnosing obstructive sleep apnea. *Sleep* (1993), 16(2): 118-122
- Horne, JA., Reyner, LA.: Driver sleepiness. *J Sleep Res* (1995), 4 (Suppl. 2): 23-25
- Horne, JA., Reyner, LA.: Measuring the processes of falling asleep at the wheel. *J Sleep Res* (1995), 4 (Suppl. 2): 26-29
- Horne, JA., Reyner, LA.: Sleep related vehicle accidents. *BMJ* (1995), 310: 565-567
- Horne, JA., Reyner, LA.: Vehicle accidents related to sleep: a review. *Occup Environ Med* (1999), 56(5): 289-294
- Horstmann, S., Hess, CW., Bassetti, C., Gugger, M., Mathis, J.: Sleepiness-related accidents in sleep apnea patients. *Sleep* (2000), 23(3): 383-389
- Issa, FG., Sullivan, CE.: Alcohol, snoring and sleep apnea. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* (1982), 45: 353-359
- Johns, MW.: A new method for measuring daytime sleepiness: The Epworth sleepiness scale. *Sleep* (1991), 14(6): 540-545
- Johns, MW.: Reliability and factor analysis of the Epworth Sleepiness scale. *Sleep* (1992), 15(4): 376-381
- Khan, W., Gleason, R., Strome, M., Regestein, Q.: Clinical features as diagnostic guides in obstructive sleep apnea. *Compr Psychiatry* (1995), 36(1): 46-52

- Kirby, SD., Eng, P., Wayne, D., George, CFP., Francovic, T., Ruby, RRF., Ferguson, K.A.: Neural network prediction of obstructive sleep apnea from clinical criteria. Chest (1999), 116 (2): 409-415
- Koehler, U., Becker, H., Borrmann, R., Faust, M., Himmelmann, H., Liesendahl, K., Peter, JH., von Wichert, P.: Das EKG bei Patienten mit schlafbezogenen Atemregulationsstörungen – Seine Stellung in Diagnostik und Therapie. Prax Klin Pneumol (1987), 41: 380-384
- Koehler, U., Becker, HF., Grimm, W., Heitmann, J., Peter, JH., Schäfer, H.: Relations among hypoxemia, sleep stage, and bradyarrhythmia during obstructive sleep apnea. Am Heart J (2000), 139(1): 142-148
- Kommentar zum G 25 Berufsgenossenschaftlicher Grundssatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen „Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten“(BGI 784), Berufsgenossenschaft Bahnen (2000)
- Kotterba, S., Widdig, W., Orth, M., Rasche, K., Schultze-Werninghaus, G., Malin, JP.: Unfallprävention bei Schlafapnoepatienten. Computer- und Fahrsimulator- Tests an den Berufsgenossenschafts-Kliniken Bergmannsheil – Universitätsklinik. Kompass (1999), 10: 269-271
- Kotterba, S., Widdig, W.: Diagnostik von Vigilanzstörungen. Kompass (1999), 10: 277-278
- Krankheit und Kraftverkehr, Begutachtungsleitlinien des Gemeinsamen Beirats für Verkehrsmedizin, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und Bundesministerium für Gesundheit, Herausgeber Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, (2000)
- Kurtz, D., Krieger, J.: Die Therapie des Schlafapnoe-Syndroms. Prax Klin Pneumol (1987), 41: 422-425
- Kushida, CA., Efron, B., Guilleminault, C.: A predictive morphometric model for the obstructive apnea syndrome. Ann Intern Med (1997), 127(8 Pt 1): 581-587
- Lavie, P., Herer, P., Hoffstein, V.: Obstructive sleep apnea syndrome as a risk factor for hypertension: population study. BMJ (2000), 320 (7233): 479-482
- Liam, CK., How, LG., Tan, CT.: Road traffic accidents in patients with obstructive sleep apnoea. Med J Malaysia (1996), 51(1): 143-145

- Liistro, G., Rodenstein, D., Aubert, G.: Diagnostic des troubles respiratoires nocturnes. Revue des systèmes portables de dépistage. Analyse et critique des différents signaux polysomnographiques. Rev Mal Respir (2000), 17: 3S7-3S14
- Lindberg, E., Carter, N., Gislason, T., Janson, C.: Role of snoring and daytime sleepiness in occupational accidents. Am J Respir Crit Care Med (2001), 164(11): 2031-2035
- Lloberes, P., Levy, G., Descals, C., Sampol, G., Roca, A., Sagales, T., de la Calzada, MD.: Self-reported sleepiness while driving as a risk factor for traffic accidents in patients with obstructive sleep apnoea syndrome in non-apnoeic snorers. Respir Med (2000), 94(10): 971-976
- Logan, AG., Perlikowski, SM., Mente, A., Tisler, A., Tkacova, R., Nirouma Leung, RS., Bradley, TD.: High prevalence of unrecognized sleep apnoea in drug-resistant hypertension. J Hypertens (2001), 19(12): 2271-2277
- Loi du 17 juin 1994 concernant les services de santé au travail. Memorial Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg (1994), A-N°55 : 1054-1059
- Loi du 14 décembre 2001 modifiant a) la loi du 17 juin 1994 concernant les services de santé au travail, b) la loi modifiée du 20 mai 1998 concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à une exposition à des agents chimiques, physiques et biologiques pendant le travail ; c) la loi modifiée du 24 mai 1989 sur le contrat de travail ; Services de santé au travail. Memorial Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg (2001), A-N° 149 : 3258-3262
- Martikainen, K., Urponen, H., Partinen, M., Hasan, J., Vuori, I.: Daytime sleepiness: a risk factor in community life. Acta Neurol Scand (1992), 86: 337-341
- Masa, JF., Rubio, M., Findley, LJ: Habitually sleepy drivers have a high frequency of automobile crashes associated with respiratory disorders during sleep. Am J Respir Crit Care Med (2000), 162: 1407-1412
- Mayoralas, LR., Barbe, F., Munoz, A., Agusti, AG.: Steady car engine noise does not affect the cognitive abilities of sleep apnea syndrome patients. Arch Bronconeumol (2003), 39(9): 405-408.
- Minemura, H., Akashiba, T., Yamamoto, H., Suzuki, R., Itoh, D., Kurashina, K., Yoshizawa, T., Horie, T.: Traffic accidents in obstructive sleep apnea patients and effect of nasal CPAP treatment. Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi (1993), 31(9): 1103-1108

- Mossinger, B., Kellner, C., Rühle, KH.: Ambulatory monitoring of patients with suspected sleep apnea syndrome using a thermistor sensor in comparison with nocturnal polysomnography. *Pneumologie* (1993), 47 Suppl 1: 122-125
- Noda, A., Yagi, T., Yokota, M., Kayukawa, Y., Ohta, T., Okada, T.: Daytime sleepiness and automobile accidents in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Psychiatry Clin Neurosci* (1998), 52(2): 221-222
- Orth, M., Leidag, M., Kotterba, S., Widdig, W., de Zeeuw, J., Walther, JW., Duchna, HW., Schäfer, D., Schläfke, ME., Malin, JP., Schultze-Werninghaus, G., Rasche, K.: Estimation of accident risk in obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) by driving simulation. *Pneumologie* (2002), 56(1): 11-12
- Orth, M., Leidag, M., Kotterba, S., Widdig, W., Duchna, HW., Rasche, K.: Fahr simulatorstudie zur Einschätzung der Tagesmüdigkeit von Schlaf-Apnoe-Patienten. *Kompass* (1999), 10: 280
- Pankow, W., Nabe, B., Lies, A., Becker, H., Köhler, U., Kohl, FV., Lohmann, FW.: Influence of sleep apnea on 24-hour blood pressure. *Chest* (1997), 112(5): 1253-1258
- Peter, JH., Amend, G., Stephan, S., Jung, W., Ockenga, A., Himmelmann, H., v. Wichert, P.: Therapie der Schlafapnoe mit abendlich eingenommenem retardiertem Theophyllin (Euphyllong). *Prax. Klin. Pneumol* (1987), 41: 433-437
- Philip, P., Taillard, J., Guilleminault, C., Quera Salva, MA., Bioulac, B., Ohayon, M.: Long distance driving and self-induced sleep deprivation among automobile drivers. *Sleep* (1999), 22(4): 475-480
- Podszus, T., von Wichert, P.: Schlafapnoe und Herzinsuffizienz-Pathophysiologie und Epidemiologie. *Prax Klin Pneumol* (1987), 41: 394-396
- Podszus, T.: Therapie der Schlaf-Apnoe. *Pneumologie* (1989), 43: 639-642
- Portier, F., Portmann, A., Czernichow, P., Vascaut, L., Devin, E., Benhamou, D., Cuvelier, A., Muir, JF.: Evaluation of home versus laboratory polysomnography in the diagnosis of sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* (2000), 162(3 Pt 1): 814-818
- Pouliot, Z., Peters, M., Neufeld, H., Kryger, MH.: Using self-reported questionnaire data to prioritize OSA patients for polysomnography. *Sleep* (1997), 20(3):232-236

- Przybylowski, T., Korczynski, P., Broczek, K., Rzadkiewicz, E., Bielicki, P., Zimnoch, P., Droszcz, W.: Drivers with obstructive sleep apnea as potential authors of car accidents. *Pol Arch Med Wewn* (1999), 102(2): 691-696
- Punjabi, NM., Sorkin, JD., Katzel, LI., Goldberg, AP., Schwartz, AR.: Sleep-disordered breathing and insulin resistance in middle-aged and overweight men. *Am J respir Crit Care Med* (2002), 165(5): 677-682
- Randerath, WJ.: Möglichkeiten der Fahrsimulation. Die Bedeutung von Fahrsimulatoren in der Diagnostik und Verlaufskontrolle unter nCPAP-Therapie bei Patienten mit Schlaf-Apnoe-Syndrom. *Kompass* (1999), 10: 279
- Randerath, WJ., Gerdesmeyer, C., Siller, K., Gil, G., Sanner, B., Rühle, KH.: A test for the determination of sustained attention in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Respiration* (2000), 67(5): 526-532.
- Rasche, K.: Unfallhäufigkeit bei Schlafstörungen. *Kompass* (1999), 10: 275
- Règlement grand-ducal du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens en matière de médecine du travail. *Memorial Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg* (1997), A-N° 47: 1564-1567
- Resta, O., Foschino-Barbaro, MP., Legari, G., Talamo, S., Confitto, P., Pah, A., Minenna, A., Giorgino, R., De Pergola, G.: Sleep-related breathing disorders, loud snoring and excessive daytime sleepiness in obese subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* (2001), 25(5): 669-675
- Reyner, LA., Horne, JA.: Falling asleep whilst driving: are drivers aware of prior sleepiness? *Int J Legal Med* (1998), 111(3): 120-123
- Risser, MR., Ware, JC., Freeman, FG.: Driving simulation with EEG monitoring in normal and obstructive sleep apnea patients. *Sleep* (2000), 23(3): 393-398.
- Rodenstein, DO.: Sleep apnoea syndrome: the health economics point of view. *Monaldi Arch Chest Dis* (2000), 55(5): 404-410
- Rühle, KH., Randerath, WJ.: Begutachtung von Schlafstörungen. *Kompass*. (1999), 10: 281
- Ryan, PJ., Hilton, MF., Boldy, DA., Evans, A., Bradbury, S., Sapiano, S., Prowse, K., Cayton, RM.: Validation of British Thoracic Society guidelines for the diagnosis of the sleep apnoea/hypopnoea syndrome: can polysomnography be avoided? *Thorax* (1995), 50(9): 972-975

- Sagberg, F.: Road accidents caused by drivers falling asleep. *Accid Anal Prev* (1999), 31(6): 639-649
- Samet, JM., Nieto, FJ., Punjabi, NM.: Sleep-disordered breathing and hypertension: more research is *still* needed. *Am J Respir Crit Care Med* (2000), 161: 1409-1411
- Schlesser, M., Tiete, J., Leyen, P., Knauf-Hübel, D., Nati, R.: Sleep apnea syndromes and traffic accidents. *Bull Soc Sci Med Grand Duche Luxemb* (2000), (1): 31-38
- Schwarzenberger-Kesper, F., Becker, H., Penzel, T., Peter, JH., Weber, K., von Wichert, P.: Excessive daytime sleepiness in apnea patients-diagnostic significance and objective assessment using the vigilance test and synchronous EEG recording during the day. *Prax Klin Pneumol* (1987); 41(10): 401-405.
- Servera, E., Pérez, M., Signes-Costa, J., Ferris, G., Rivera, ML., Marin, J.: Changes in work absenteeism in patients with obstructive sleep apnea syndrome after treatment. *Chest* (1995), 108(suppl 3): 1628
- Shiomi, T., Guilleminault, C., Sasanabe, R., Hirota, I., Maekawa, M., Koba, T.: Augmented very low frequency component of heart rate variability during obstructive sleep apnea. *Sleep* (1996), 19(5): 370-377
- Shiomi, T., Arita, AT., Sasanabe, R., Banno, K., Yamakawa, H., Hasegawa, R., Ozeki, K., Okada, M., Ito, A.: Falling asleep while driving and automobile accidents among patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Psychiatry Clin Neurosci* (2002), 56(3): 333-334
- Shochat, T., Hadas, N., Kerkhofs, M., Herchuelz, A., Penzel, T., Peter, JH., Lavie, P.: The SleepStrip: an apnoea screener for the early detection of sleep apnoea syndrome. *Eur Respir J* (2002), 19(1): 121-126
- Siegrist, J., Peter, J., Himmelmann, J. Geyer, S.: Erfahrungen mit einem Anamnesebogen zur Diagnostik der Schlafapnoe. *Prax Klin Pneumol* (1987), 41: 357-363
- Stoohs, RA., Guilleminault, C., Itoi, A., Dement, WC.: Traffic accidents in commercial long-haul truck-drivers: the influence of sleep-disordered breathing and obesity. *Sleep* (1994), 17(7): 619-623
- Stoohs, RA., Bingham, LA., Itoi, A., Guilleminault, C., Dement, WC.: Sleep and sleep-disordered breathing in commercial long-haul truck drivers. *Chest* (1995), 107(5):1275-1282
- Strohl, KP., Cherniack, NS., Gothe, B.: Physiologic basis of therapy for sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* (1986), 134: 791-802

- Teran-Santos, J., Jimenez-Gomez, A., Cordero-Guevara, J.: The association between sleep-apnea and the risk of traffic accidents. Cooperative Group Burgos-Santander. *N Engl J Med* (1999), 340(11): 881-31
- Teschler, H., Hoheisel, G., Schumann, H., Wagner, B., Konietzko, N.: Validation of the Sleep-Doc-Porti system for ambulatory sleep apnea diagnosis. *Pneumologie* (1995), 49(9): 496-501
- Tvinnereim, M., Mateika, S., Cole, P., Haight, J., Hoffstein, V.: Diagnosis of obstructive sleep apnea using a portable transducer catheter. *Am J Respir Crit Care Med* (1995), 152(2): 775-779
- Ulfberg, J., Carter, N., Talback, M., Edling, C.: Excessive daytime sleepiness at work and subjective work performance in the general population and among heavy snorers and patients with obstructive sleep apnea. *Chest* (1996), 110(3): 659-663
- Uribe Echevarria, EM., Alvarez, D., Giobellina, R., Uribe Echevarria AM.: Epworth drowsiness scale value in obstructive sleep apnea syndrome. *Medicina (B Aires)* (2000), 60(6): 902-906
- Van Boxem, TJ., de Groot, GH.: Prevalence and severity of sleep disordered breathing in a group of morbidly obese patients. *Neth J Med* (1999), 54(5): 202-206
- Van Surell, C., Lemaigre, D., Leroy, M., Foucher, A., Hagenmuller, MP., Raffestin, B.: Evaluation of an ambulatory device, CID 102, in the diagnosis of obstructive sleep apnoea syndrome. *Eur Respir J* (1995), 8(5): 795-800
- Verse, T., Pirsig, W., Kroker, B., Junge-Hulsing, B., Zimmermann, E.: Validating a 7-channel ambulatory polygraphy unit. 1: Operating instructions for the physician and patient. *HNO* (1999), 47(4): 249-255
- Verse, T., Pirsig, W., Junge-Hulsing, B., Kroker, B.: Validation of the POLY-MESAM seven-channel ambulatory recording unit. *Chest* (2000), 117(6): 1613-1618
- Viner, S., Szalai, JP., Hoffstein, V.: Are history and physical examination a good screening test for sleep apnea? *Ann Intern Med* (1991), 115(5): 356-359
- Vorona, RD., Ware, JC.: Sleep disordered breathing and driving risk. *Curr Opin Pulm Med* (2002), 8(6): 506-510

- Wetter, DW., Young, TB., Bidwell, TR., Badr, MS., Palta, M.: Smoking as a risk factor for sleep-disordered breathing. *Arch Intern Med* (1994), 154(19): 2219-2224
- Whittle, AT., Finch, SP., Mortimore, IL., MacKay, TW., Douglas, NJ.: Use of home sleep studies for diagnosis of the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax* (1997), 52(12): 1068-1073
- Worsnop, CJ., Naughton, MT., Barter, CE., Morgan, TO., Anderson, AI., Pierce, RJ.: The prevalence of obstructive sleep apnea in hypertensives. *Am J Respir Crit Care Med* (1998), 157: 111-115
- Wu, H., Yan-Go, F.: Self-reported automobile accidents involving patients with obstructive sleep apnea. *Neurology* (1996), 46(5): 1254-1257
- Yamamoto, H., Akashiba, T., Kosaka, N., Ito, D., Horie, T.: Long-term effects nasal continuous positive airway pressure on daytime sleepiness, mood and traffic accidents in patients with obstructive sleep apnoea. *Respir Med* (2000), 94(1): 87-90
- Yee, B., Campbell, A., Beasley, R., Neill, A.: Sleep disorders: a potential role in New Zealand motor vehicle accidents. *Intern Med J* (2002), 32(7): 297-304
- Zahn, P., Jackowski, M., Fischer, J.: Persönlichkeitsmerkmale bei Personen mit Schlafapnoe-Syndrom. *Pneumologie* (1989), 43: 630-634

8. Anhang

- Beschreibung der verwendeten Geräte und Untersuchungsparameter
- Gebrauchsanweisung für den Probanden zur Benutzung des mobilen Gerätes EdenTrace (deutsche und französische Version)
- Anamnesefragebogen des STM (deutsch/französische Version)
- Epworth Sleepiness Scale (deutsch/französische Version)
- Kopie der Befunddarstellung eines Fahrers der Studie mit dem Vigilanztest Vigil
- Kopie der Befunddarstellung eines Fahrers der Studie mit dem Gerät EdenTrace
- Kopie der Befunddarstellung eines Fahrers der Studie mit dem Gerät SOMNOcheck
- Kopie der Befunddarstellung eines Fahrers der Studie mit dem Gerät SC 20 Sleep Apnea Screening System
- Dank

Beschreibung der verwendeten Geräte und Untersuchungsparameter

- **EdenTrace II, Modell 3711, der Firma Edentec**

Dieses Gerät ist für die diagnostische Aufzeichnung von atmungsbezogenen Parametern während des Schlafes bei Kindern und Erwachsenen konzipiert.

Mit einem Gewicht von 1,5 Kilogramm und 286 mm x 89mm x 187mm (L x H x B) ist das Gerät relativ groß und schwer.

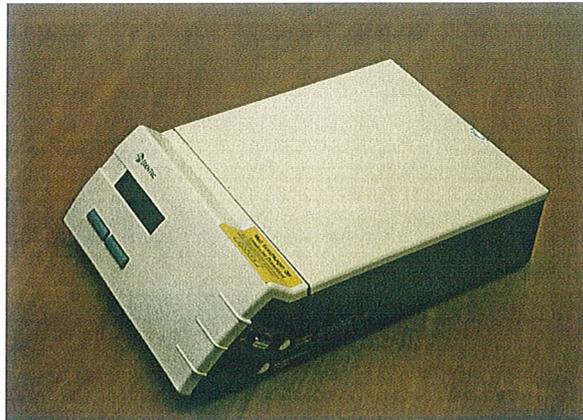


Abb. 4. EdenTrace II



Abb. 5. Zubehör EdenTrace II

Die mit dem Gerät gelieferte Software ermöglicht eine Analyse und Dokumentation der aufgezeichneten Daten, sowie die graphische Darstellung der Ergebnisse.

Im Einzelnen wurden folgende Informationen ausgewertet:

- Patienten-Informationen (Aufzeichnungsdatum und -dauer, Startzeit, Name, Identifikationsnummer, behandelnder Arzt, Größe, Gewicht, BMI)

- Zusammenfassung der Sauerstoffsättigungsmessung (Anzahl und Index (Anzahl/Std) der Sauerstoffentsättigung, absolutes Minimum in Prozent mit Angabe der Uhrzeit, sowie die durchschnittliche Sauerstoffsättigung)
- Zusammenfassung der Herzfrequenzmessung (maximale und minimale Pulsfrequenz mit Angabe der Uhrzeit, durchschnittliche Herzfrequenz)
- Zusammenfassung der Schnarchgeräusche und Schlafpositionen des Patienten (Geräuschstärke < 90 dB, 90 bis 96 dB, > 96 dB, Rücken- oder Bauchlage, Gesamtzeiten)
- Zusammenfassung der atemabhängigen Parameter (Apnoen und Hypopnoen jeweils mit Angabe der Anzahl und des Index AI und HI, Gesamtanzahl und RDI).

Graphisch dargestellt wurden:

- Herzfrequenz
- Sauerstoffsättigung
- Apnoe- und Hypopnoedauer in verschiedenen Diagrammformen
- Herzfrequenz, Impedanz, Atemfluss und SpO₂ als Kurvendiagramm über die gesamte Aufzeichnungszeit.

Die Einstellungen der gewünschten Parameter werden vom Arzt vorgenommen. Nach Einweisung war der Patient dann in der Lage, das Gerät vor dem Schlafengehen selbst zu Hause anzulegen.

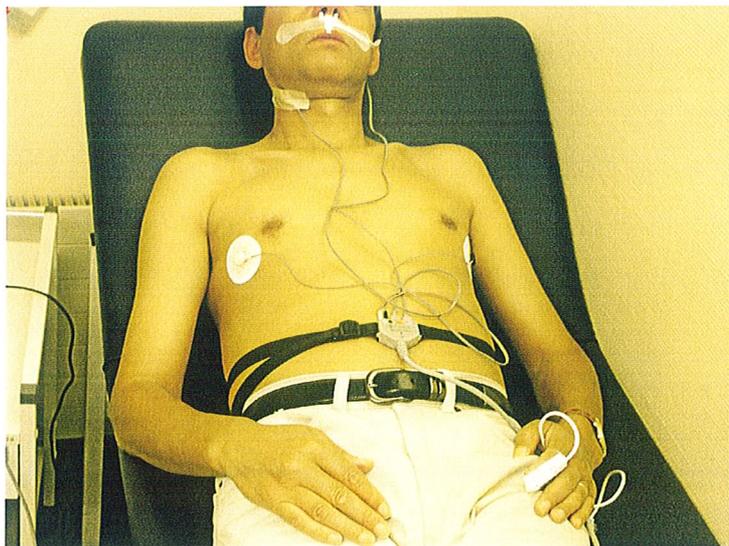


Abb.6. beim Patient angelegter EdenTrace II

- **SOMNOcheck der Firma Weinmann**

Auch dieses Gerät kann ambulant zur Diagnose und zusätzlich für die Therapieüberwachung bei Schlafapnoe eingesetzt werden. Es ist für Erwachsene ab 45 Kilogramm Körpergewicht geeignet.

Mit einem Gewicht von ca. 240 g und 65 mm x 130mm x 30mm (B x H x T) ist dieses Gerät das Kleinste der verwendeten Geräte.

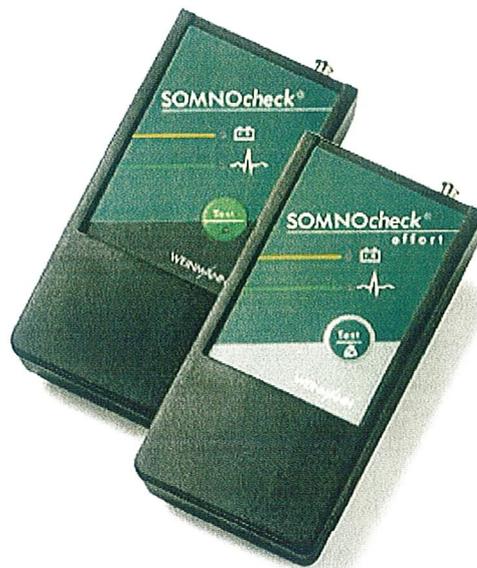


Abb.7. SOMNOcheck (aus: Gerätebeschreibung und Gebrauchsanweisung SOMNOcheck®Schlaf-Apnoe-Diagnose-Set WM 94100 der Firma Weinmann)

Auch zu diesem Gerät wird eine Software zur Analyse und Darstellung der Resultate mitgeliefert.

Folgende Dokumentation wurde im Rahmen der Studie erstellt:

- Patienten-Informationen (Name und Vorname, Geburtsdatum, Identifikationsnummer, Adresse mit Telefonnummer, Größe, Gewicht, BMI, Geschlecht, basale Sauerstoffsättigung)
- Aufzeichnungsdatum und -dauer
- Zusammenfassung der atemabhängigen Parameter (Apnoen und Hypopnoen jeweils mit Angabe der Anzahl und des Index AI und HI, Gesamtanzahl und AHI, sowie die minimale und mittlere Dauer der Apnoen und Hypopnoen)

- Zusammenfassung der Sauerstoffsättigungsmessung (Index und absolute Anzahl der Desaturationen, durchschnittliche und minimale Sauerstoffsättigung, durchschnittliche Dauer und mittlere Sauerstoffentsättigung in Prozent)
- Zusammenfassung der Herzfrequenzmessung (durchschnittliche Herzfrequenz, Index der Herzfrequenzvariationen, absolute Anzahl der Herzfrequenzvariationen)
- Analyse der Schlafposition (rechts, links, Rücken- oder Bauchlage, stehend, jeweils mit Angabe der Dauer und eventuell aufgetretener Apnoen oder Hypopnoen).

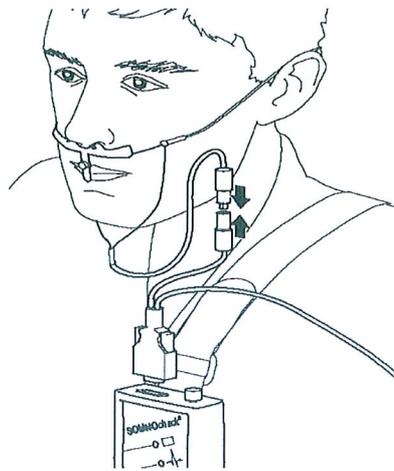
Graphische Darstellung von:

- Apnoe- und Hypopnoedauer in verschiedenen Diagrammformen (zusammen mit Desaturationen, Herzfrequenzveränderungen und Körperlage des Patienten)
- Sauerstoffsättigung und -entsättigung, SpO₂
- Herzfrequenz
- Atemfluss, Apnoen und Hypopnoen, Schnarchgeräusche, SpO₂, Desaturationen, Herzfrequenz und ihre Veränderungen und die Schlafposition als Kurvendiagramm über die gesamte Aufzeichnungszeit.

Nachdem das Personal die Messung vorbereitet hatte und dem Patienten der Umgang mit dem Gerät erklärt wurde, kann er auch dieses Gerät zu Hause vor dem Schlafen gehen selbst ohne Hilfe anlegen.



Abb. 8. angelegter SOMNOcheck



**Abb.9. angelegter SOMNOcheck mit Zubehör
(beide Abbildungen aus: Gerätebeschreibung und Gebrauchsanweisung
SOMNOcheck® Schlaf-Apnoe-Diagnose-Set WM 94100 der Firma Weinmann)**

- **SC 20 Sleep Apnea Screening System der Firma Breas**

Das dritte eingesetzte Gerät, SC 20 Sleep Apnea Screening System, wurde für die Dauer der Studie von der Firma Breas/Mölnlycke, Schweden bereitgestellt.

Auch dieses Gerät liefert physiologische und pathologische Daten, die nach Auswertung durch die mitgelieferte Software Hinweise auf das Vorliegen eines Schlafapnoesyndroms oder anderer atemabhängiger Schlafstörungen geben können.

Mit einem Gewicht von 300g und 102 mm x 139mm x 34mm (B x H x T) nimmt dieses Gerät eine Mittelstellung zwischen den zwei anderen benutzten Aufzeichnungsgeräten ein, ist aber genau wie SOMNOcheck wesentlich handlicher als EdenTrace II.

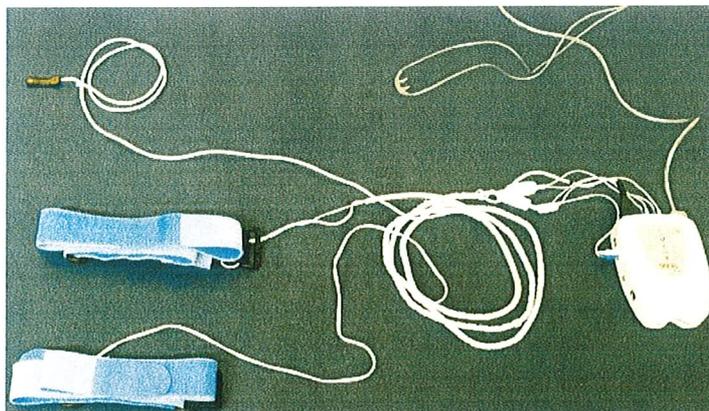


Abb.10. SC 20 Sleep Apnea Screening System mit Zubehör

Auch zu diesem Gerät wird eine Software zur Analyse und Darstellung der Resultate mitgeliefert.

Folgende Daten wurden aufgezeichnet:

- Patienten-Informationen (Name, Identifikationsnummer, Geschlecht, Größe, Gewicht, BMI, Adresse mit Telefonnummer, Geburtsdatum, Anfangs- und Endzeit der Aufzeichnung, Aufzeichnungsdatum)
- Zusammenfassung der atemabhängigen Parameter (Apnoen und Hypopnoen, jeweils mit Angabe der absoluten Anzahl und des Index AI und HI und AHI, Angabe der Schlafzeit, mit welcher der Index berechnet wurde)
- Zusammenfassung der Sauerstoffsättigungsmessung (Index und absolute Anzahl der Desaturationen, maximale Sauerstoffentsättigung).

Graphische Darstellung von:

- Apnoen und Hypopnoen
- Desaturationen
- SpO₂ als Kurvendiagramm.

Die Vorgehensweise war auch bei diesem Gerät identisch zu den vorherigen. Es erfolgte die Programmierung und Einweisung des Patienten durch den behandelnden Arzt, der zu Untersuchende schloss das Gerät dann zu Hause vor dem Zubettgehen selbsttätig an.



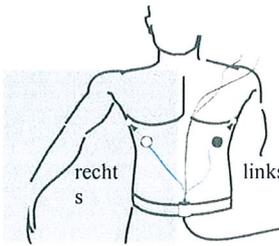
Abb.11. beim Patient angelegtes SC 20 Sleep Apnea Screening System

Anleitung für den Patienten

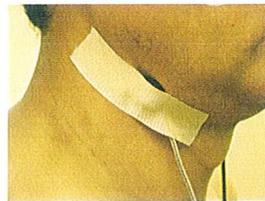
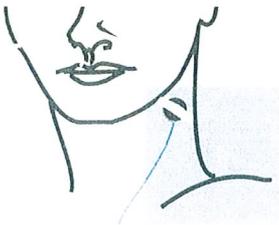


VOR DEM SCHLAFENGEHEN

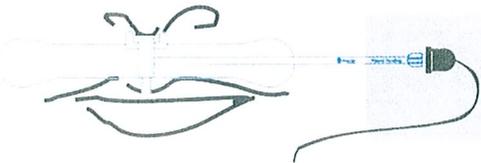
1. Gürtel anlegen



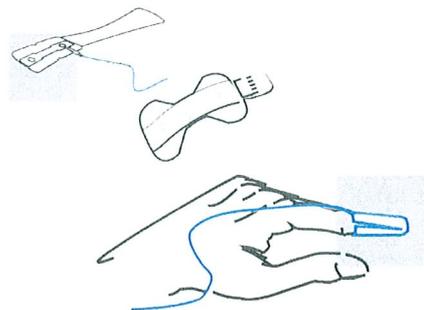
2. Elektroden an die Druckknopfen anschliessen (weisser Anschluss rechts, schwarzer Anschluss links)



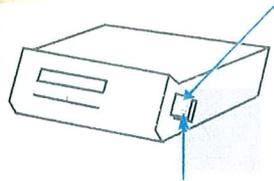
3. Mikrophon mit Klebestreifen am Hals befestigen



4. Nasensensor festkleben (am besten vor dem Spiegel) und Papierlasche auf schwarzes Anschlussstück stecken



5. Fingersensor festkleben (Kabel muss über dem Finger liegen)

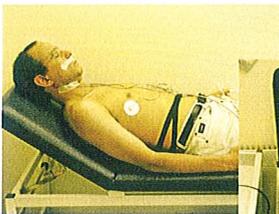


6. Blauer Stecker des Fingersensors mit Kabel verbinden. Dann zusammen mit dem Kabel des Gürtels auf der rechten Seite des Gerätes einstecken

7. Gerät an Netzanschluss (220V) anschliessen



8. Gerät auf der Rückseite einschalten



9. Sie können jetzt wie gewohnt schlafen gehen

Hinweis: Wenn Sie während der Nacht aufstehen müssen, dann bitte einfach die beiden Kabelenden rechts aus dem Gerät herausziehen. Bevor Sie weiterschlafen, nicht vergessen, die Kabel wieder ins Gerät einzustecken. (Bitte nie das Gerät während der Nacht auf der Rückseite ausschalten)



MORGENS

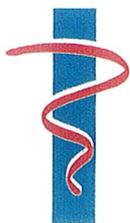
10. Gerät auf der Rückseite ausschalten. Stecker aus der Steckdose ziehen und alle Sensoren abnehmen

11. Tasche mit Gerät und Zubehör bitte zum:



STM
SERVICE DE SANTÉ AU
TRAVAIL MULTISECTORIEL
32 rue Glesener
L-1630 Luxembourg

zurückbringen



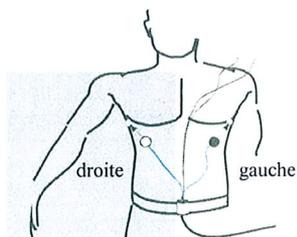
SERVICE NATIONAL
DE SANTÉ AU TRAVAIL

DEPISTAGE D'APNÉE DU SOMMEIL

Mode d'emploi



1. Poser la ceinture



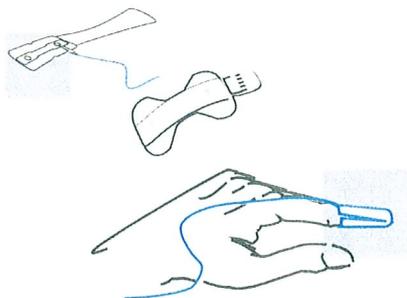
2. Coller l'électrode
blanche sur le côté droit et la
noire sur le côté gauche



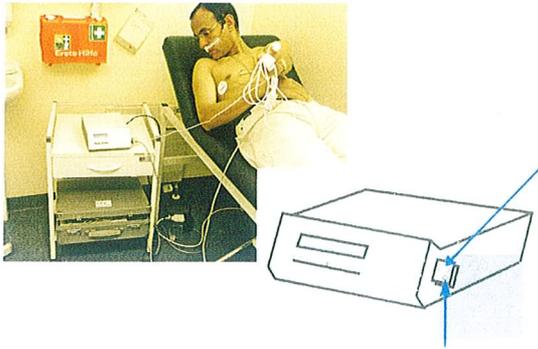
3. Fixer le microphone sur
un côté de la gorge



4. Placer la sonde
nasale en dessous du
NEZ (2 électrodes à la sortie des
narines) puis, fixer la
sonde sur prise noire

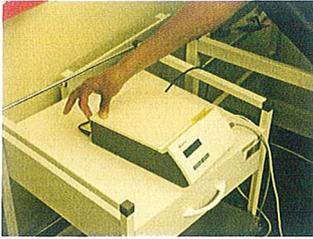


5. Entourer votre doigt
avec la sonde du doigt

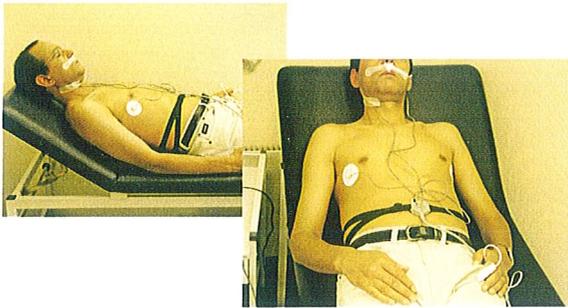


6. Brancher le câble de la sonde du doigt sur le coté en haut de l'appareil.
La multiprise des autres sondes est branchée sur le coté en bas.

7. Brancher l'appareil à une prise murale 220V



8. Allumer l'appareil avec l'interrupteur à l'arrière



9. Mettez-vous au lit et vous pouvez dormir comme d'habitude



Remarque: En cas de levée pendant la nuit, il suffit de débrancher les 2 câbles du côté de l'appareil (ne jamais éteindre l'appareil)



10. LE MATIN
Eteindre l'appareil et débranchez le tout

11. Ramener le sac avec l'appareil au:



SERVICE NATIONAL
DE SANTÉ AU TRAVAIL
32 rue Glesener
L-1630 Luxembourg

Questionnaire / Fragebogen :

Date/ Datum: _____

ID Personne / Personne: _____

Nom /Name: _____

Prénom /Vorname: _____

Matricule : _____

ID Entreprise / Betrieb: _____

Matricule: _____

Sexe / Geschl.: F/W ₁, M/M ₂ Date de naissance / Geburtsdatum: _____

Poids/Gewicht: _____(kg) Taille/ Größe: _____(cm)

Poste de travail / Tätigkeit: _____

Fumeur / Raucher?

₀ ₁
non / nein oui / ja

nombre de cigarettes par jour / wieviele Zigaretten am Tag? _____

depuis combien d'année / seit wie viel Jahren? _____

Arrêt depuis / Nichtraucher seit: _____

Consommation d'alcool / Alkoholkonsum?

₀ ₁
non / nein oui / ja

	Nombre de verre par jour? Durchschnittliche Anzahl Gläser / Tag?	Depuis quand? Seit wieviel Jahren?
Bière / Bier		
Vin / Wein		
Alcools secs Spirituosen		

Consommation régulière de médicaments?

₀
₁

Regelmäßige Medikamenteneinnahme?

non / nein

oui / ja

Nom du médicament / Name des Präparates	Dose par jour / Tagesdosis

Renseignements sur des maladies chroniques / Chronische Erkrankungen:

Domaine de maladie Organsystem	non / nein	oui / ja	Type de maladie Art der Erkrankung
cardio-vasculaire Herz- Kreislauf	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	
respiratoire Atemwege	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	
endocrinologie Endokrinologie	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	
neurologie Neurologie	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	
psychiatrie Psychiatrie	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	
ophtalmologie Augenkrankheiten	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	

Renseignements sur des maladies chroniques / Chronische Erkrankungen (2):

ostéo -articulaire Bewegungsapparat	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	
Orl HNO	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	

Est-ce que votre partenaire prétend que vous ronflez ?
Sagt Ihr Partner, dass Sie schnarchen?

₀ ₁
non / nein oui / ja

Avez-vous des difficultés pour vous endormir?
Haben Sie Einschlafstörungen ?

₀ ₁
non / nein oui / ja

Ont été observé chez vous des arrêts respiratoires de plus de 10 secondes pendant votre sommeil?
Sind bei Ihnen Atemstillstände länger als 10 Sekunden während des Schlafes bemerkt worden?

₀ ₁ ₂
non / nein oui / ja pas connu / unbekannt

si oui, depuis combien d'années / wenn ja, seit wieviel Jahren? _____

Durée de sommeil par jour / Schlafdauer pro Nacht _____

Etes-vous fatigué le matin au réveil?
Sind Sie morgens beim Aufstehen müde?

₀ ₁
non / nein oui / ja

Avez-vous des céphalées matinales ?
Haben Sie morgens Kopfschmerzen ?

₀ ₁
non / nein oui / ja

Pression artérielle / Blutdruck: _____

Pouls / Puls: _____

P.systol / RR syst >159 mmHg ?

₀ ₁
non / nein oui / ja

P.diast / RR diast >94 mmHg ?

₀ ₁
non / nein oui / ja

Commentaires / Bemerkungen:

Nombre d'année comme chauffeurs / Zahl der Jahre als Berufskraftfahrer: _____

Nombre de jours par mois / Arbeitstage pro Monat: _____

nombre d'heures par jours / durchschnittliche Arbeitszeit pro Tag: _____

horaire de nuit / Nachtschicht?

0 1
non / nein oui / ja

Trajets courts / Kurzstreckenverkehr?

0 1
non / nein oui / ja

trajets longs / Langstreckenverkehr?

0 1
non / nein oui / ja

Nombre de km de conduite ininterrompu / durchschnittliche
Zahl der Kilometer die ohne Pause zurückgelegt werden

nombre de km par jour / durchschnittliche Kilometer pro Tag :

Avez-vous des trajets de plusieurs jours?

Sind Sie mehrtägig unterwegs?

0 1
non / nein oui / ja

Activité pendant les 6 dernières heures Angaben zur Tätigkeit während der letzten 6 Stunden:	non / nein	oui / ja
j'ai conduit / ich bin gefahren	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
j'ai dormi / ich habe geschlafen	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1
autre / andere Tätigkeit: _____	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1

Transport de substances dangereuses / Gefahrguttransport?

0 1
non / nein oui / ja

Si oui lesquelles/ Wenn ja welche : _____

Devez-vous charger et décharger le camion?

Müssen Sie den LKW be- und entladen?

0 1
non / nein oui / ja

Avez vous eu les 3 dernières années des accidents de
circulation suite à un assoupissement ?

Hatten Sie während der letzten 3 Jahre Verkehrsunfälle, bei
denen Ihre Einschlafneigung eine Rolle spielte?

0 1
non / nein oui / ja

Résultat du questionnaire d'Epworth / Resultate des Eppworthfragebogen :

Risque inexistant / Würde niemals einnicken : 0
 Risque minime / geringe Wahrscheinlichkeit einzunicken: 1
 Risque modéré / mittlere Wahrscheinlichkeit einzunicken: 2
 Risque important / hohe Wahrscheinlichkeit einzunicken: 3

Situation	Risque de s'endormir Wahrscheinlichkeit einzunicken			
	①	②	③	④
Assis en lisant un livre ou le journal Im Sitzen lesend	①	②	③	④
En regardant la télévision Beim Fernsehen	①	②	③	④
Assis, inactif, dans un lieu public (cinéma, théâtre, salle d'attente) Wenn Sie passiv (als Zuhörer) in der Öffentlichkeit sitzen (z.B. im Theater oder bei einem Vortrag)	①	②	③	④
Si vous êtes passager d'une voiture pour un trajet d'une heure Als Beifahrer im Auto während einer einstündigen Fahrt ohne Pause	①	②	③	④
En étant allongé après le repas de midi lorsque les circonstances le permettent Wenn Sie sich am Nachmittag hingelegt haben, um auszuruhen	①	②	③	④
En étant assis, en parlant avec quelqu'un Wenn Sie sitzen und sich mit jemandem unterhalten	①	②	③	④
En étant assis, après un repas sans boisson alcoolisée Wenn Sie nach dem Mittagessen (ohne Alkohol) ruhig dasitzen	①	②	③	④
En étant au volant de la voiture, au cours d'un arrêt de la circulation de quelques minutes Wenn Sie als Fahrer eines Autos verkehrsbedingt einige Minuten halten müssen	①	②	③	④
total / Summe:				

Vigilanz-Test Version 1.0

Testperson	Test-Modus
Name :	Testbeginn: 21.02.2003
Vorname:	Sektionen : 3
geb. :	Sektionslänge : 600 s
Notiz:	Hindernisse / Sektion : 100
	Hindernisform : Quadrat
	Hindernisgröße : 20 Pixel
	Hindernis sichtbar : 20 ms
	Geschwindigkeit : mittel

Sektion	Gesamt	1	2	3	4	5	6	7
korrekte Reaktionen (%)	96.7	94.0	99.0	97.0				
fehlende Reaktionen (%)	3.3	6.0	1.0	3.0				
unbegr. Reaktionen (abs)	9	0	8	1				
min. Reaktionszeit (ms)	286	286	292	350				
max. Reaktionszeit (ms)	930	770	717	930				
φ Reaktionszeit (ms)	452	401	443	512				
Standardabweichung (ms)	81.2	71.5	76.3	95.7				

Patient Information

Rec. Date:

Start time: 01:13:00

Duration: 07:57:30

Name:

ID:

Physician:

Referred by:

Height: 1.78 m

Weight: 78 kg

Body Mass Index: 25 kg/m²

This report is based on 2769 unconfirmed and 0 confirmed events.

Oximetry Summary

Type of Event	Count	Index (Count/h)
Desaturation	160	DI 23

Min: 61 % at 02:37:14

Average: 94 %

Respiratory Summary

Type of Event	Count	Index (Count/h)
Apnoea	112	14 AI
Hypopnoea	120	15 HI
Total	232	29 RDI

Heart Rate Summary

Max: 110 bpm at 01:13:33

Average: 64 bpm

Min: 40 bpm at 06:54:20

Criteria for Analysis

Apnoeas

Min. Time 10 sec

Max. Flow 0.20

Hypopnoeas

Min. Time 10 sec

Max. Flow 50 %*

Desaturations

Min. Time 10 sec

Min. Drop 4 %

Max. Base Line 96 %

Min. Resume Level 50 %

Min. Resume Time 5 sec

* Percent of the average peak airflow during last 120 seconds.

Snoring and Position Summary

Sound level	Supine	Prone	Total
<90 dB	06:37:26	01:18:06	07:55:32
90-96 dB	00:01:07	00:00:00	00:01:07
>96 dB	00:00:03	00:00:00	00:00:03
Total	06:38:36	01:18:06	07:56:42

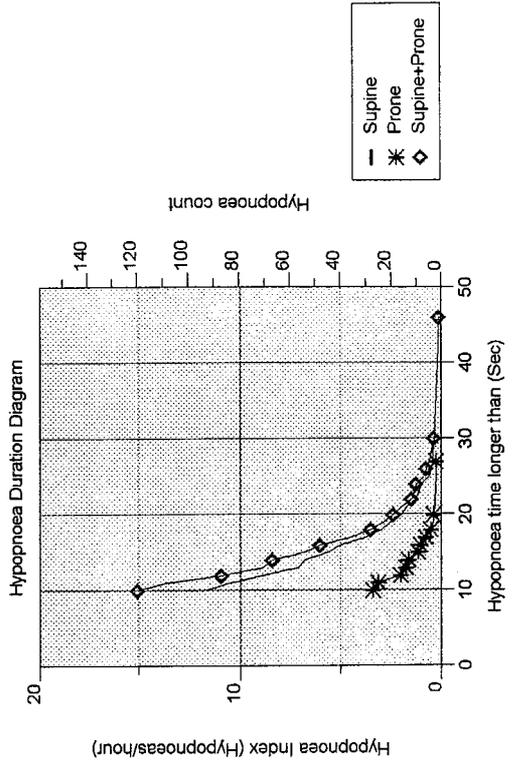
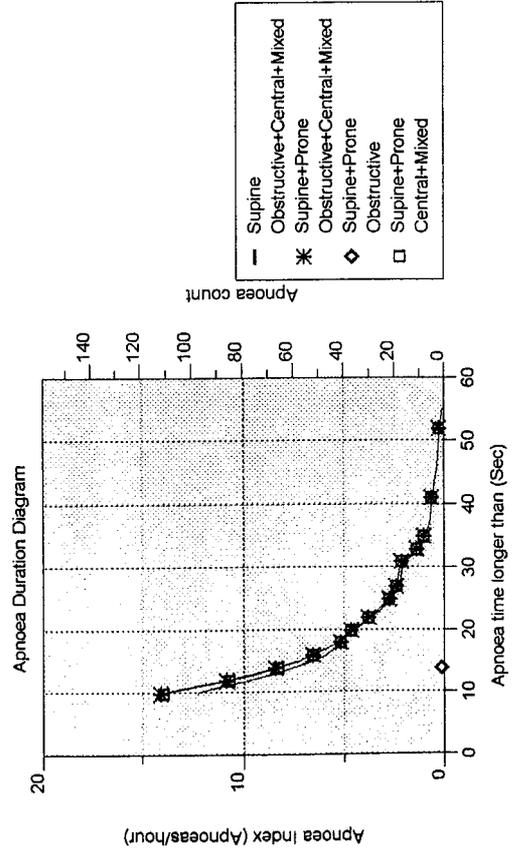
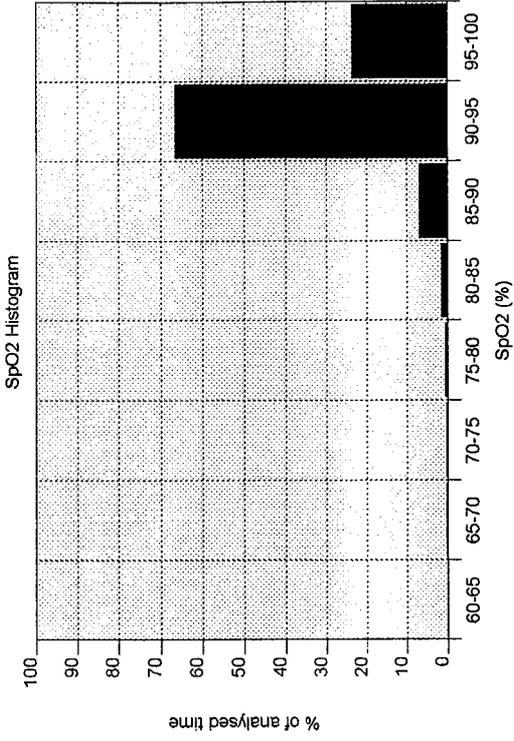
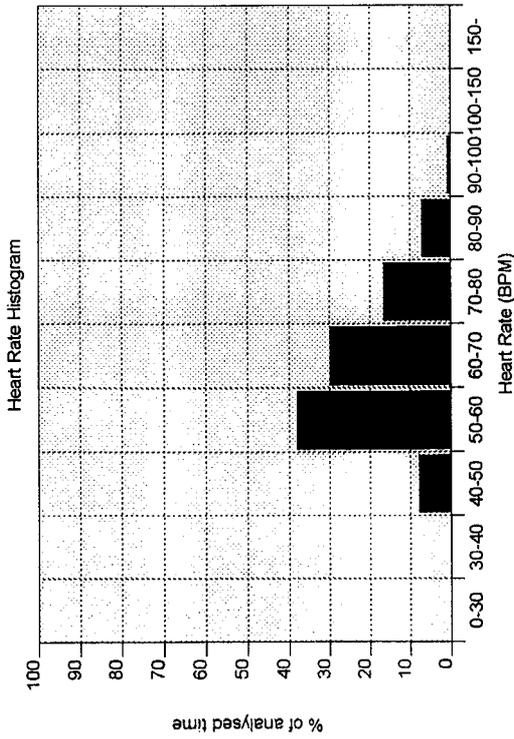
Duration in hours:minutes:seconds.

Comments

Patient:

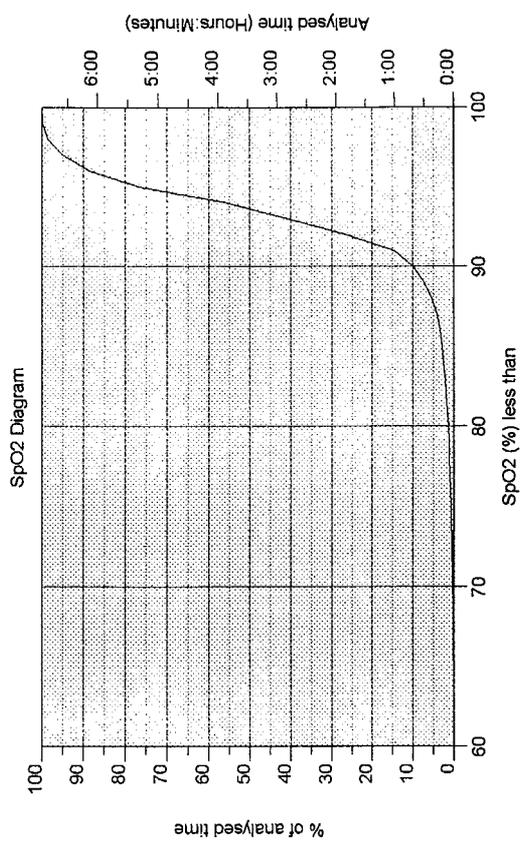
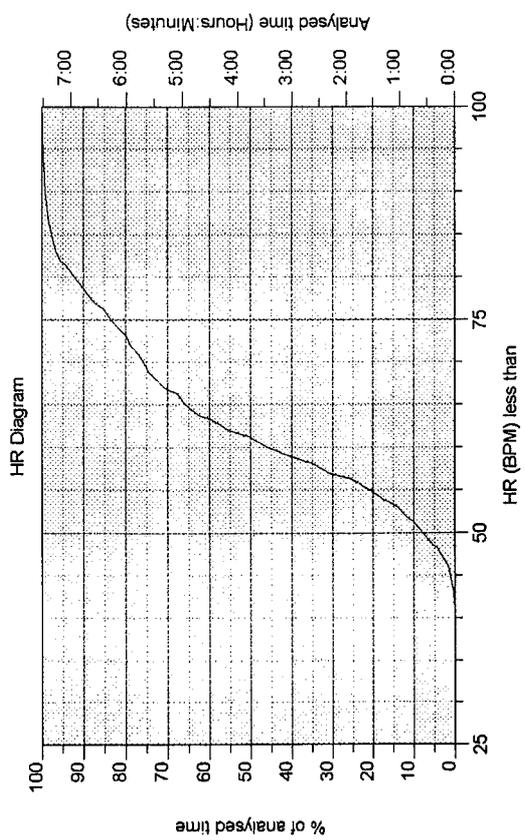
Recording date:

Page 2



Patient:

Recording date:



Ranking	Low SpO2(%) Value	Time
1	60	06:49:52
2	61	02:37:14
3	62	02:37:15
4	63	02:37:13
5	64	02:37:11
6	65	02:37:18
7	66	02:37:10
8	67	02:37:07
9	68	02:37:07
10	69	02:46:39

Heart Rate Summary

Type of Event	Count	Index (Count/h)
Tachycardia	0	0
Bradycardia	0	0

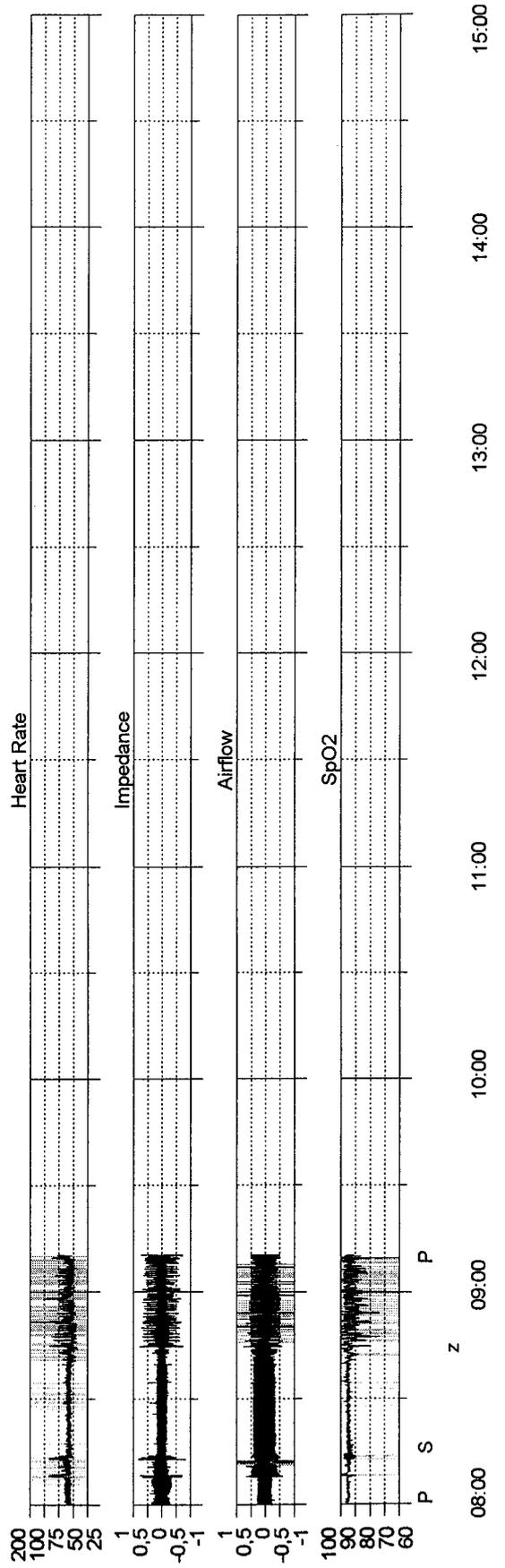
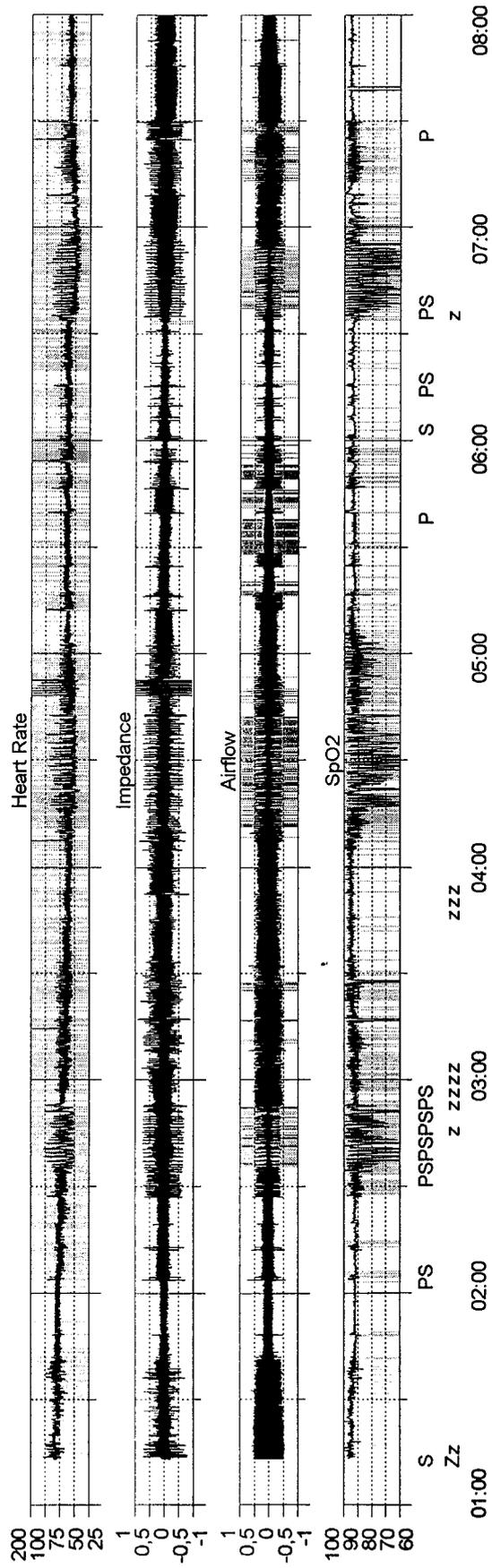
Max: 110 bpm at 01:13:33
 Average: 64 bpm
 Min: 40 bpm at 06:54:20

Patient:

Recording date:

Ranking	High HR (BPM) Value	Time
1	110	01:13:33
2	108	02:40:29
3	105	02:40:28
4	103	02:38:19
5	100	01:17:05
6	99	01:16:37
7	98	01:15:46
8	97	01:15:46
9	96	01:13:43
10	95	01:13:41

Ranking	Low HR (BPM) Value	Time
1	40	06:54:20
2	41	04:21:15
3	42	04:21:31
4	43	04:21:18
5	44	04:16:47
6	45	04:17:57
7	46	04:16:49
8	47	04:16:50
9	48	04:15:26
10	49	02:35:47



Données sur le patient

Nom:	Poids [kg]:
Prénom:	Taille [cm]:
Né (e) le:	Index de Broca [%]:
No. ID:	IMC [kg/m ²]:
Téléphone:	Sexe:
Adresse:	Tension artérielle:
	Saturation basale [%]: 0
N°. pat.:	PPC [mbar]:
Traitement:	

Date de l'examen: 20.01.2003

Mode de diagnostic

Durée de l'examen: 23:00:03 - 05:58:59

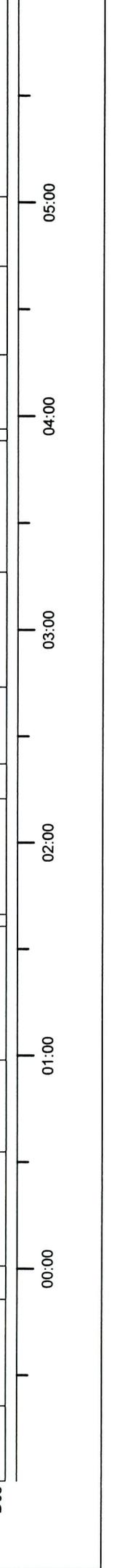
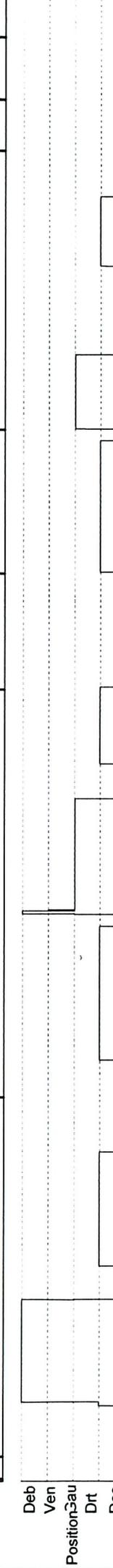
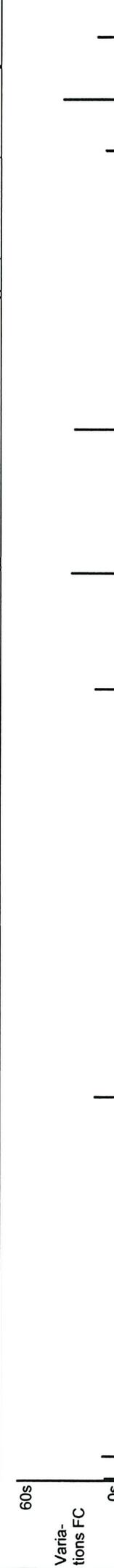
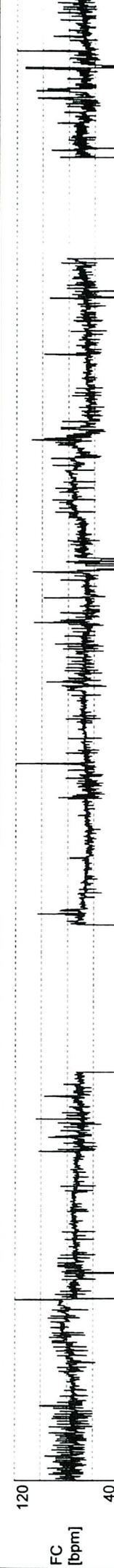
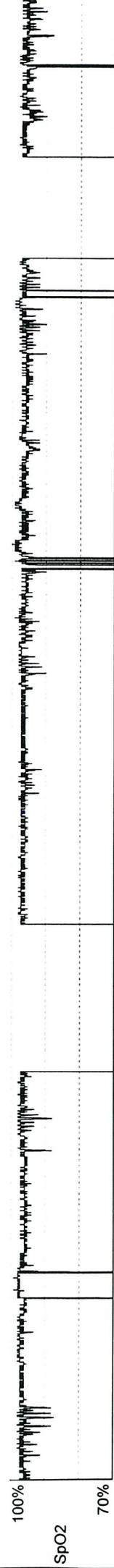
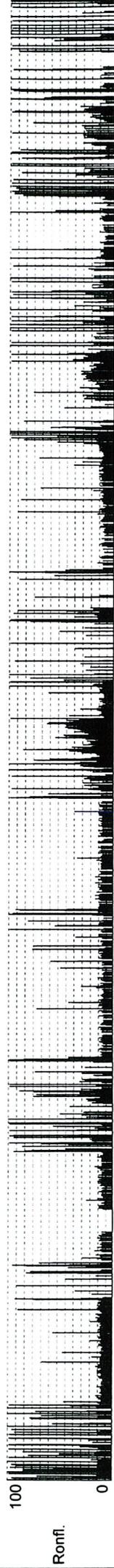
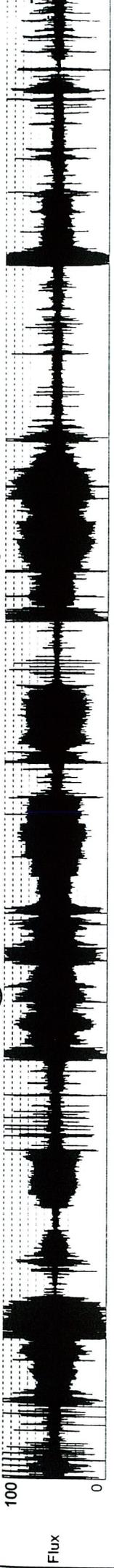
Résultats de l'analyse

	\bar{x} Total	Apnée	Hypopnée
Indices [/h]	IAH: 17	IA: 16	IH: 1
Total:	112	105	7
Durée totale [min]:	68	66	2
Durée moyenne [s]:		38	15

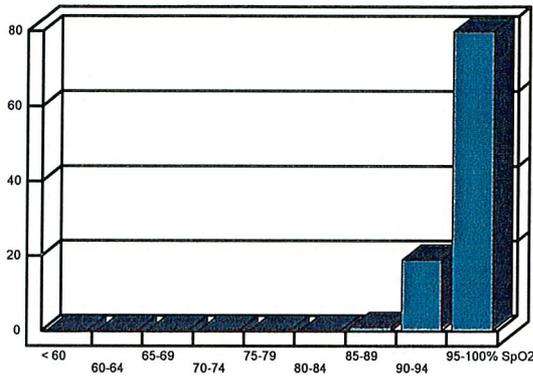
Indice de désaturation [/h]:	6
Saturation moyenne [%]:	96
Nombre total de désaturations:	34
Durée moyenne des désaturations [s]:	11
Saturation minimale [%]:	87
Désaturation moyenne [%]:	5
Fréquence cardiaque moyenne [bpm]:	70
Indice de variation F.C. [/h]:	2
Total des variations F.C.:	9

Position	Analyse de position	
	Durée h:min	Apnée a. Hypopnée
Droit:	02:29	2
Gauche:	00:52	8
Dos:	03:07	102
Ventre:	00:00	0
Debout:	00:29	0

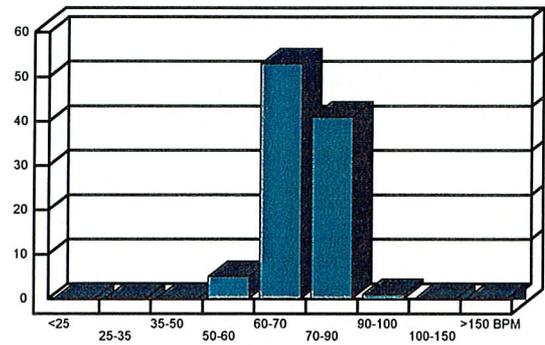
Constat



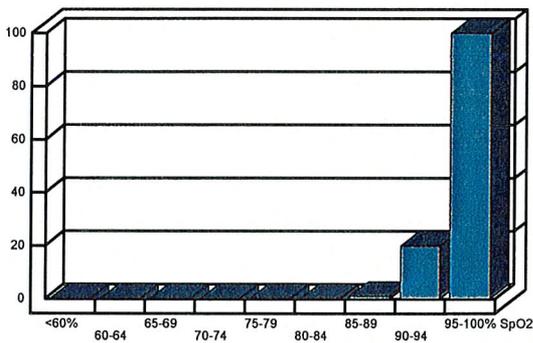
Distribution de la SpO2 (en % du temps)



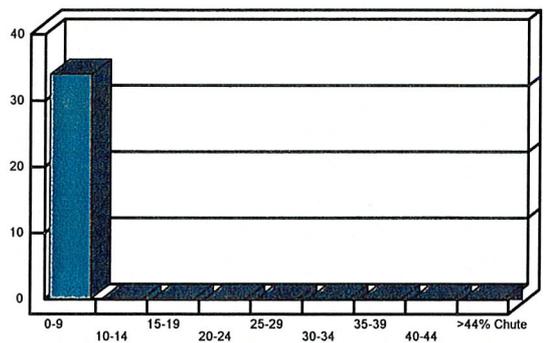
Distribution de la fréquence cardiaque (en % du temps)



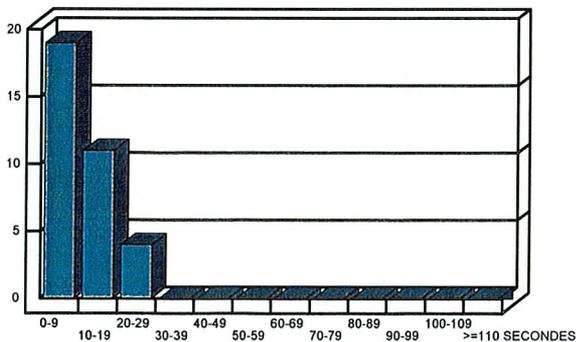
Distribution des valeurs cumulées de la SpO2 (en % du temps)



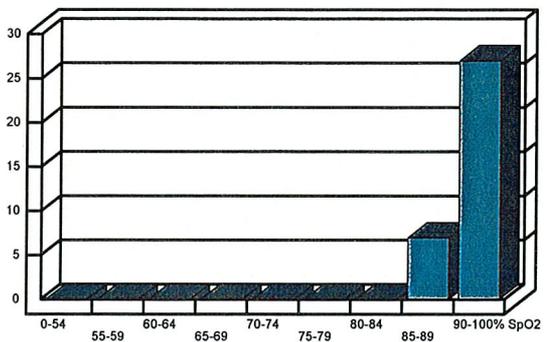
Distribution des chutes de saturation (nombre)



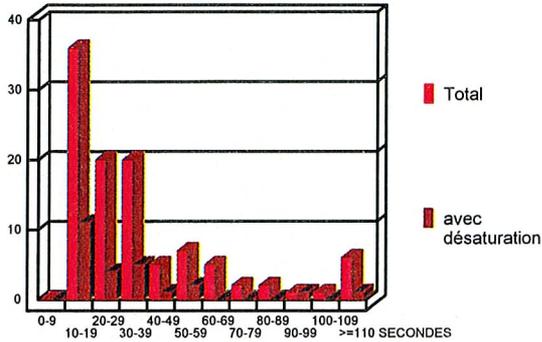
Distribution de la durée de désaturation (nombre)



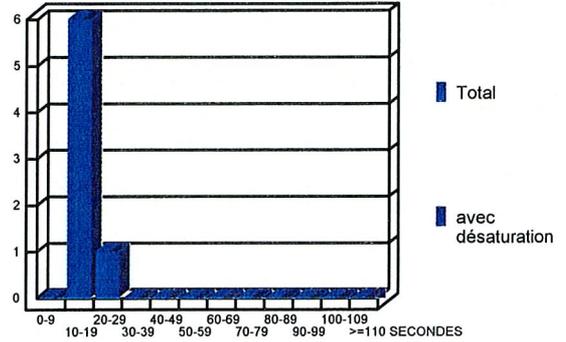
Distribution des taux de saturation les plus faibles (nombre)



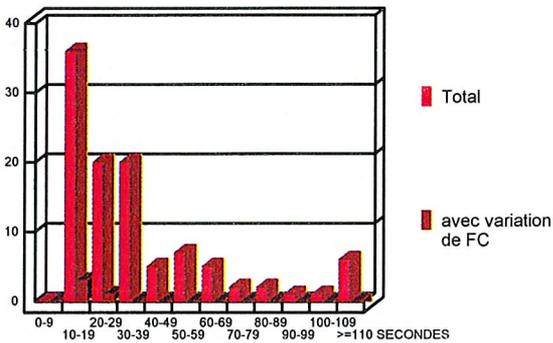
Durée d'apnée (associée à des désaturations / classification manuelle)



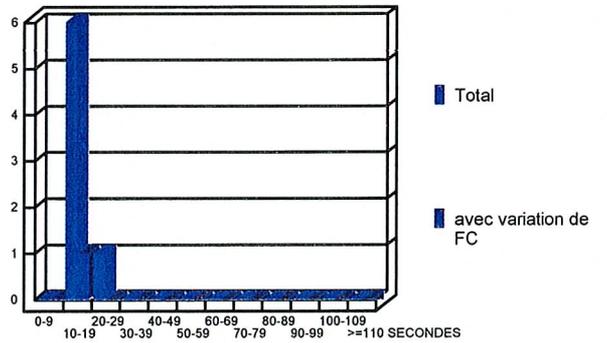
Durée d'hypopnée (associée à des désaturations / classification manuelle)



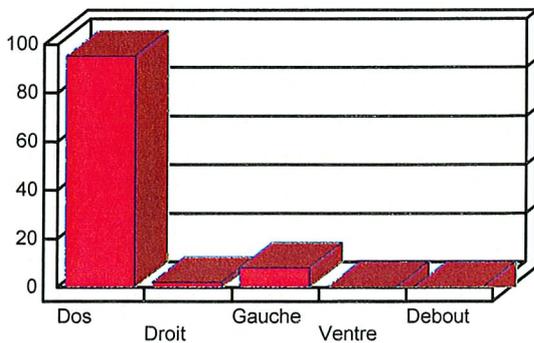
Durée d'apnée (associée à des variations de FC)



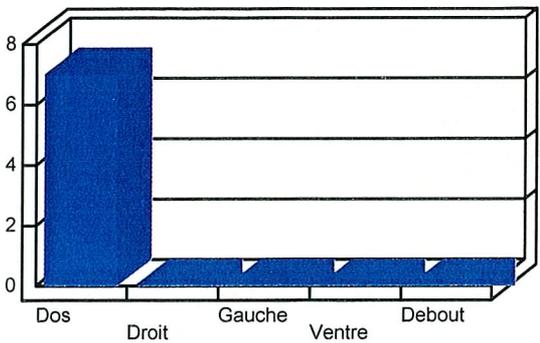
Durée d'hypopnée (associée à des variations de FC)



Apparition d'apnée selon la position du patient



Apparition d'hypopnée selon la position du patient



Nom:

Date de l'examen:

20.01.2003

[Version: V2.03, SN 2373]

Critères d'analyse pour
l'analyse automatique

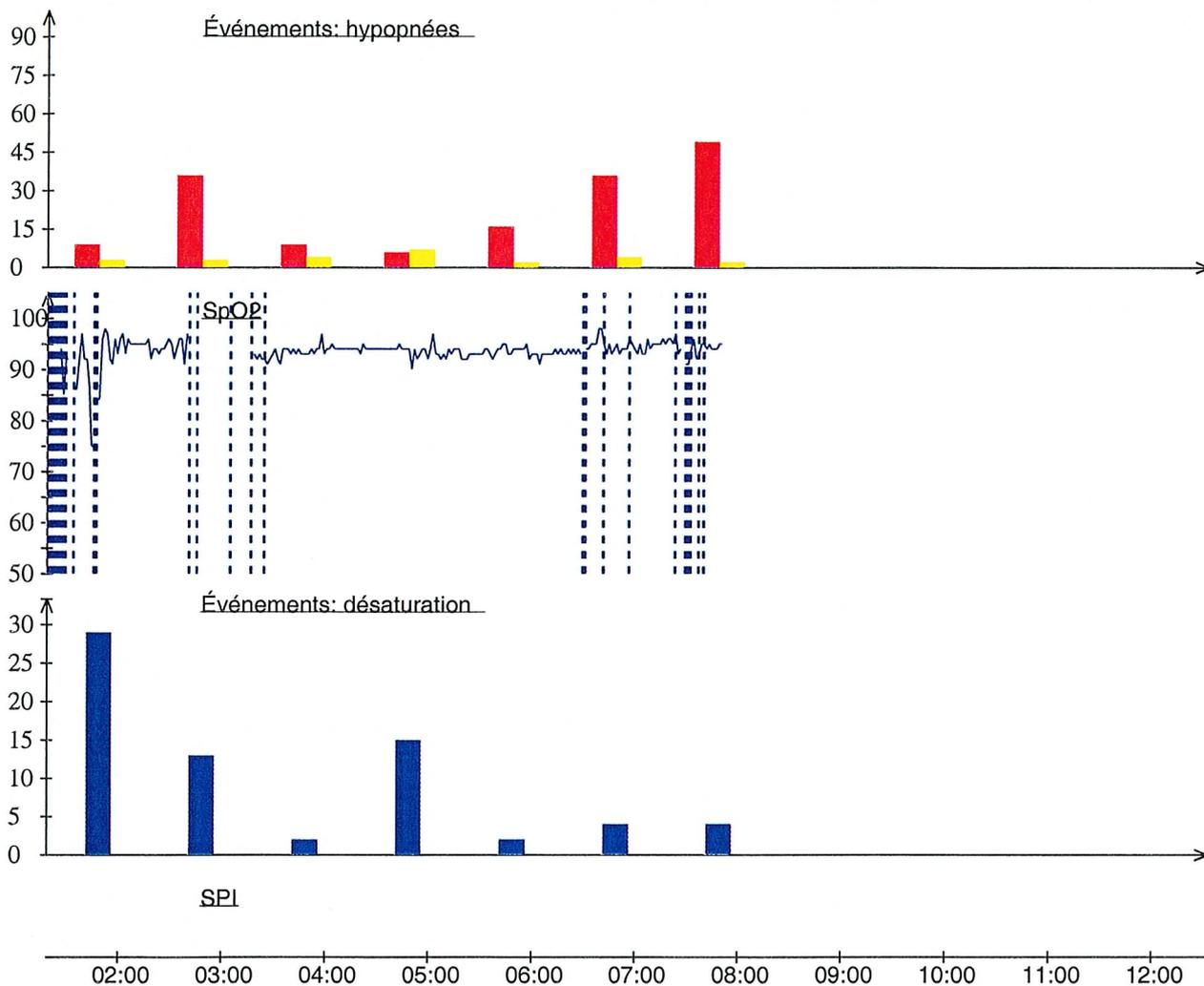
Amplitude respiratoire maxi en cas d'apnée:	15 [%]
Durée mini d'apnée:	10 [sec]
Amplitude respiratoire maxi en cas d'hypopnée:	50 [%]
Durée mini d'hypopnée: (Hypopnées avec désaturation)	10 [sec]
Variation mini de la FC:	10 [%]
Chute mini de la saturation en oxygène:	4 [%]
Ligne de base:	98 [%]
Durée minni de désaturation:	4 [sec]

Temps sans
artefact

Flux:	06:38:14
SPO2:	05:44:52
FC:	05:43:55

Remarques

Nom		Rue	
Carte d'identité		Ville	
Sexe	H	Téléphone 1	
Poids (kg)	69 Kg	Téléphone 2	
Taille (cm)	159 cm	Né le:	
ICM:	27.3	Heure de début	01:17:30
		Heure d'arrêt	07:51:41



Type d'événement	Total	Maximum	Index		
Apnée	161	116	24.51	Index calculé sur	6:34
Hypopnée	25	16	3.81	AHI	28.31
Désaturation	69	87	10.50	Désaturation la plus profonde:	62

Commentaire

Signature

Diese Untersuchung konnte mit freundlicher Unterstützung der Firmen Weinmann und Breas, die unentgeltlich ihre Geräte SOMNOcheck bzw. SC 20 Sleep Apnea Screening System zur Verfügung stellten, realisiert werden.

Lebenslauf

Name Knauf-Hübel, geb. Knauf
Vorname Dorothee
Anschrift 18, rue Schafsstrachen, L-2510 Luxembourg
Geburtsdatum, -ort 13.08.1964, Bonn-Bad Godesberg
Familienstand verheiratet, zwei Söhne, geb. 13.10.1994 und 15.04.2004
Staatsangehörigkeit deutsch
Konfession röm.-kath.

Schulbildung

13.06.1983 Abitur

Freiwilliges Soziales Jahr

01.08.1983 - 31.03.1984 Wohnstift Augustinum, Bonn

Berufsausbildung

01.04.1984 - 18.03.1987 Krankenpflegeausbildung an der Krankenpflege-
schule Krankenhaus Siegburg GmbH
Staatliches Abschlußexamen am 18.03.1987

Studium

01.04.1989 - 11.11.1996 Studium der Humanmedizin an der Universität Bonn
August 1991 - April 1992 Auslandsstudium Medizin im Rahmen des Erasmus-
Programms der Europäischen Gemeinschaft an der
University of Bristol, Großbritannien
Juli - Oktober 1993 Aufenthalt in Nepal, Famulatur in der Neurochirurgie
und Ambulanz des Bir Hospital, Kathmandu
Oktober 1995 - Oktober 1996 Praktisches Jahr im Centre Hospitalier, Luxembourg
11. November 1996 Studienabschluß mit der Ärztlichen Prüfung

Berufstätigkeit

19.03.1987 - 30.09.1988 Krankenschwester im Zentral-OP bei der
Krankenhaus Siegburg GmbH
01.10.1988 - 31.10.1991 Bereitschaftsdienste im Zentral-OP und Labor
der Krankenhaus Siegburg GmbH
22.04.1993 - 30.06.1995 Tages- und Bereitschaftsdienste im Chirurgischen OP
des Ev. Krankenhauses Bad Godesberg
15.01.1997 - 15.07.1998 Ärztin (AiP) in der Abteilung für Innere Medizin, im
Centre Hospitalier, Luxembourg
16.07.1998 Approbation als Ärztin (Bezirksregierung Köln)
16.07.1998 - 28.02.1999 Ärztin/klinische Forschungsstelle in der
Hämatologie/Onkologie im Centre Hospitalier
Luxembourg

seit 01.03.1999	Ärztin in der Arbeitsmedizin im Service de Santé au Travail Multisectoriel, Luxembourg
6. Juni 2001	Anerkennung als Fachärztin für Arbeitsmedizin durch die Bezirksärztekammer Trier
4. Oktober 2002	Anerkennung der Zusatzbezeichnung Umweltmedizin durch das luxemburgische Gesundheitsministerium
Sonstiges	
seit 1997 Lehrtätigkeit	Innere Medizin und Psychiatrie an der Krankenpflegeschule des Centre Hospitalier Luxembourg Mitglied der staatlichen Prüfungskommission in der Krankenpflegeausbildung
Sprachen	Deutsch, Englisch, Französisch und Luxemburgisch

Luxemburg, den 4. April 2006

D. Knauf-Hübel

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden vier verschiedene validierte Methoden zur Diagnostik von atembezogenen Schlafstörungen unter besonderer Berücksichtigung des Schlafapnoesyndroms (SAS) untersucht.

Ziel war es, eine in der ambulanten arbeitsmedizinischen Untersuchungspraxis anwendbare Screeningmethode zur Diagnostik des SAS, am Beispiel einer Gruppe von LKW-Fahrern, herauszuarbeiten.

Dafür wurden alle Verfahren, Anamnese insbesondere Schlafanamnese und klinische Untersuchung, Epworth Sleepiness Scale, Vigilanztest Vigil und drei verschiedene Gerätetypen zur mobilen Schlafüberwachung, im Hinblick auf ihre Treffsicherheit, Effektivität, Anwendbarkeit und Kosten analysiert und miteinander verglichen.

Die einzelnen Verfahren weisen jeweils spezifische Vor- und Nachteile auf. Keine der untersuchten Methoden reicht allein aus, um als zuverlässige Screeningmethode zur Diagnostik von schlafbezogenen Atemstörungen, insbesondere des Schlafapnoesyndroms, in das Programm der routinemäßigen arbeitsmedizinischen Vor- und Nachsorgeuntersuchungen aufgenommen zu werden. Beim Einsatz des Vigilanztestes und besonders der mobilen Geräte ergaben sich Schwierigkeiten, so dass ihre Nutzung für einen regelmäßigen Einsatz zu verbessern ist.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass nur eine Kombination der einfachen Methoden, d.h. Anamnese (v.a. Schlafanamnese) mit klinischer Untersuchung, Epworth Sleepiness Scale und nach Möglichkeit auch des Vigilanztests, das Verfahren der Wahl zum Screening des SAS in der ambulanten arbeitsmedizinischen Praxis darstellt. Fallen mindestens zwei dieser Verfahren pathologisch aus, sollte die Überprüfung der Ergebnisse im Schlaflabor erfolgen, da von einem erhöhten Sicherheitsrisiko für den betroffenen Fahrer und seine Umgebung ausgegangen werden muss.

Die Diagnostik durch die stationäre Polysomnographie, die bei positivem Ergebnis weitreichende therapeutische und soziale Konsequenzen für den Arbeitnehmer mit sich bringt, ist zur Zeit durch keine der anderen untersuchten Methoden ersetzbar.

