
Chronischer Schlafentzug am Beispiel der Schichtarbeit
– Der Einfluss auf Leptin und Ghrelin

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Universität zu Lübeck

- Aus der Medizinischen Fakultät -

vorgelegt von

Andreas Otto

aus

Flensburg

Lübeck 2010

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin

der Universität zu Lübeck

Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. R. Kessel

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. med. Dr. med. dent. R. Kessel

2. Berichterstatter:

Priv.-Doz. Dr. med. M. Nitschke

Tag der mündlichen Prüfung:

27. September 2010

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den

27. September 2010

für den stärksten Mann der Welt

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Ziel der Studie.....	1
1.a Fragestellung.....	2
2. Einführung in die Thematik.....	3
2.a Schichtarbeit und Schlaf.....	4
2.b Leptin und Ghrelin.....	6
2.c Schichtarbeit, Schlafstörungen und metabolische Veränderungen.....	10
3. Probanden und Methodik.....	16
3.a Probanden.....	16
3.b Methodik.....	16
3.c Ethikvotum.....	19
4. Ergebnisse.....	20
4.a Schlaf und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen.....	20
4.b BMI und Taillenumfang.....	24
4.c Leptin und Ghrelin.....	28
5. Diskussion.....	40
5.a Schlaf und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen.....	41
5.b BMI und Taillenumfang.....	44
5.c Leptin und Ghrelin.....	45
5.d Grundlagen zur betrieblichen Prävention.....	53
6. Zusammenfassung.....	59
7. Literaturverzeichnis.....	61
8. Anhang.....	77
9. Danksagung.....	91
10. Lebenslauf.....	92

Publikationsliste

veröffentlicht:

Otto A, Weiler SW, Kessel R, Van Mark A. **Kompensation negativer Effekte von Schichtarbeit durch sportliche Aktivität – Bedeutung für die Bundeswehr.**

Wehrmed. Mschr. 2010; 6/7: 194 - 199

Van Mark, Weiler SW, Schröder M, Otto A, Jauch-Chara K, Groneberg DA, Spallek M, Kessel R, Kalsdorf B. **The impact of shift work induced chronic circadian disruption on IL-6 and TNF-alpha immune responses.**

J Occup Med Toxicol. 2010 Jul 5; 5 - 18

Van Mark A, Otto A, Weiler SW, Schröder M, Spallek M, Kessel R. **Lebensweise, gestörter Schlaf und kardiovaskuläres Risikoprofil – Unterschiede zwischen Schicht- und Tagarbeitern in verschiedenen Altersgruppen.** Vortrag im Rahmen der 50. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin, Juni 2010

Otto A, Weiler SW, Schröder M, Spallek M, Kessel R, Van Mark A. **Einfluss der Schichtrotation auf Schlafverhalten, metabolische Risikoparameter und Lifestyle.** Posterpräsentation im Rahmen der 50. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin, Juni 2010

Otto A, Weiler SW, Kessel R, Van Mark A. **Kompensation negativer Effekte von Schichtarbeit durch sportliche Aktivität – Bedeutung für die Bundeswehr.** Vortrag im Rahmen des Heinz-Gerngroß-Förderpreises der Deutschen Gesellschaft für Wehrmedizin und Wehrpharmazie, Oktober 2009

Otto A, Weiler SW, Kessel R, Van Mark A. **Der Einfluss von Schichtarbeit auf das metabolische Syndrom bei jungen Arbeitnehmern – Bedeutung für die Bundeswehr.** Wehrmed. Mschr. 2009; 9: 276 – 280

Van Mark A, Otto A, Schröder M, Weiler SW, Spallek M, Kessel R. **Die Auswirkungen von Schichtarbeit auf jüngere Arbeitnehmer.** Posterpräsentation im Rahmen der 49. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin, März 2009

eingereicht:

Van Mark A, Jauch-Chara K, Otto A, Schröder M, Groneberg DA, Spallek M, Kessel R, Weiler SW. **Sleep disturbances and sleepiness in daytime and shift workers: Influence of shift work schedules and systems.** J Clin Sleep Med

Van Mark, Jauch-Chara K, Weiler SW, Schröder M, Otto A, Groneberg DA, Spallek M, Kessel R, Kalsdorf B. **Elevated CRP- and monocytes-levels are associated with shift work.** J Sleep Research

Stand 20. September 2010

Abkürzungsverzeichnis

ACTH	Adrenocorticotropin
ArbZG	Arbeitszeitgesetz
AgRP	Agouti-related protein
BMI	Body-mass-Index
BZ	Nüchternblutglukosewert im Blut
CART	cocaine- and amphetamine related transcript
DM	Diabetes mellitus
KI	Konfidenzintervall
MSH	Melanozyten-stimulierendes Hormon
NPY	Neuropeptid-Y
POMC	Proopiomelanocortin
PSQI	Pittsburgh Schlafqualitätsindex
RIA	Radioimmunoassay
TG	Triacylglyceride

Tabellen

Tab. 1 - Schlafstörungen und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen für Schicht- und Tagarbeiterkollektive als Anteil am jeweiligen Kollektiv.....	20
Tab. 2 - Mittlere Schlafdauer in Abhängigkeit von der Kollektivzugehörigkeit.....	21
Tab. 3 - Schlafstörungen und Befindlichkeitsstörungen im Gesamtkollektiv in Abhängigkeit von der mittleren Schlafdauer.....	22
Tab. 4 - Einteilung nach dem PSQ-Index für Schicht- und Tagarbeiterkollektive	24
Tab. 5 - Schicht- und Tagarbeiterkollektive eingeteilt nach BMI-Klassifikationen	25
Tab. 6 – Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von der Schlafdauer eingeteilt nach dem BMI.....	29
Tab. 7 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte der Schichtarbeiter in günstiger und ungünstiger Schichtfolge in Abhängigkeit von der Schlafdauer eingeteilt nach dem BMI.....	31
Tab. 8 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von der Schlafeffizienz eingeteilt nach dem BMI.....	33
Tab. 9 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von den Schlafstörungen eingeteilt nach dem BMI.....	35
Tab. 10 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von dem PSQI-Gesamtwert eingeteilt nach dem BMI.....	37
Tab. 11 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von dem PSQI-Gesamtwert.....	39

Abbildungen

Abb. 1 - Rangordnung der Krankheitsbelastung 1990-2020.....	1
Abb. 2 - Veränderung der physiologischen Leistungsbereitschaft.....	5
Abb. 3 - Schematische Darstellung der Leptin-Ghrelin Regulation.....	7
Abb. 4 - Zirkadianer Rhythmus von Leptin	9
Abb. 5 - Probanden mit einer Schlafdauer von weniger als fünf Stunden	23
Abb. 6 - Probanden mit Schlafstörungen.....	26
Abb. 7 - Die Korrelation von BMI und PSQI-Gesamtwert.....	27
Abb. 8 - Die Korrelation von BMI und Taillenumfang mit Leptin- und Ghrelinserumspiegeln.....	28

1. Einleitung und Ziel der Studie

Nach einer Befragung der Hans-Böckler-Stiftung aus dem Jahre 2004 leisten rund 19,1 Mio. Menschen in Deutschland Schichtarbeit (Seifert und Jung, 2005). In den entwickelten Industrieländern sind es weltweit durchschnittlich ca. 20 % aller Beschäftigten (Rajaratnam, 2001). Vor allem in Gesundheitsberufen, im Transport- und Kommunikationswesen sowie in der Industrie ist Schichtarbeit mittlerweile die Regel. Und sie gewinnt weiter an Bedeutung, da diese Bereiche auch die Wachstumsmärkte unserer Gesellschaft sind. Bekannt ist, dass Schichtarbeit mit gesundheitlichen und sozialen Risiken verbunden ist.

Schichtarbeit, vor allem wenn sie Nacharbeit einschließt, stört auf Grund der verschobenen zeitlichen Lage für Arbeit, Erholung und Schlaf die zirkadiane Rhythmik des Körpers. Die Folgen sind oftmals Schlafstörungen und Schlafentzug, welche sich bei langjähriger Tätigkeit im Schichtdienst chronifizieren können. Beschrieben wurden in Zusammenhang mit Störungen des Schlafverhaltens und Schlafentzug wiederum metabolische Veränderungen wie Hyper-/Dyslipoproteinämie, Hypertonie und Adipositas (Ayas et al., 2003, Nachreiner, 2004, Sczesny, 2004). Diese metabolischen Veränderungen und die damit einhergehenden kardiovaskulären Komplikationen, Insulinresistenz und Depressionen stellen zurzeit die vordringlichsten gesundheitsbezogenen Probleme unserer Gesellschaft dar (Abb. 1).

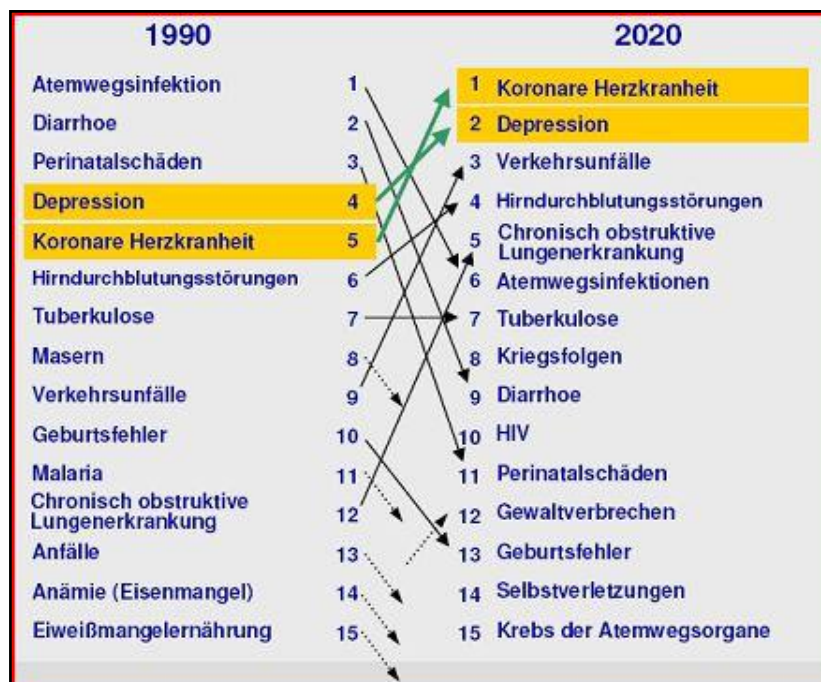


Abb. 1 - Rangordnung der Krankheitsbelastung 1990-2020 (The global burden of disease-Studie) (Murray und Lopez, 1997)

Allein Adipositas verursacht schätzungsweise Kosten von rund 70 Mrd. Euro pro Jahr im Gesundheitssystem und wird in den nächsten Jahren das Rauchen vom Platz eins der vermeidbaren Todesursachen verdrängen (Allison et al., 1999; Hauner, 2003; Wang et Beydoun, 2007).

Das Adipokin Leptin und das Magen hormon Ghrelin spielen eine wichtige Rolle bei der Regulation der Nahrungsaufnahme sowie bei Dysregulationsstörungen wie der Adipositas oder Anorexie. Die Sekretion dieser Hormone unterliegt einer zirkadianen Rhythmik. Experimentelle Forschungen haben gezeigt, dass eine kurzzeitige vollständige oder auch anteilige Schlafrestriktion zu einer Störung dieser Rhythmik führt. Bisher hat man meist von diesen Ergebnissen auf langfristige Regulationsstörungen rückgeschlossen.

1.a Fragestellung

Wir haben uns der Frage angenommen, ob auch ein chronisches Schlafdefizit (zum Beispiel durch Schichtarbeit) mit einer Veränderung der Leptin- und Ghrelinkonzentrationen im Körper einhergeht und damit auch mit weiteren metabolischen Veränderungen wie Adipositas und den bekannten Folgeerkrankungen wie Koronare Herzkrankheit, Diabetes mellitus oder auch Krebs und Depression assoziiert ist. Falls sich diese Annahme bestätigen sollte, könnten wir Arbeitnehmer besser beraten und behandeln sowie kompensatorische Maßnahmen (körperliche Aktivität, gesunde Ernährung) frühzeitiger und gezielter ergreifen. Arbeitnehmer in Schichtarbeit könnten gesünder leben und länger arbeiten, was enorme Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Volkswirtschaft haben könnte. Wichtig ist es uns die beteiligten Akteure von der Notwendigkeit der Gesundheitsprävention zu überzeugen und Hilfestellungen und Empfehlungen für Arbeitgeber und Arbeitnehmer zu geben, die praxisrelevant und alltagstauglich sind.

Gäbe es keine Hinweise darauf, dass eine chronische Schlafrestriktion einen Einfluss auf die Sekretion von Leptin und Ghrelin besitzt, könnte dies auf regulatorische Mechanismen des Körpers unter länger andauernden Störungen des Schlafverhaltens im Gegensatz zur akuten und kurzzeitigen Schlafrestriktion hinweisen. Eine Identifikation könnte zum besseren Verständnis der Pathophysiologie beitragen.

2. Einführung in die Thematik

In einer Zeit der Globalisierung der Arbeitsmärkte und der damit verbundenen notwendigen Steigerung der Effizienz vor allem an hochspezialisierten Arbeitsplätzen ist eine sinnvolle und optimale Arbeitszeitgestaltung unumgänglich. Starre Arbeitszeitmodelle werden dabei zunehmend durch flexiblere abgelöst (Schweflinghaus, 2002; Costa, 2003). Diese beinhalten mehr und mehr auch die Arbeit zu Tageszeiten oder an Tagen, an denen früher überwiegend nicht gearbeitet wurde (Nachtarbeit, Wochenendarbeit). Hierbei dürfen aber keinesfalls die individuellen Bedürfnisse der jeweiligen Akteure vernachlässigt werden. Der Betrieb muss entscheiden, ob für ihn eine neue Arbeitszeitgestaltung in Frage kommt – lassen es Mitarbeiterzahl und Produktionsfaktoren überhaupt zu? Der Markt entscheidet, ob er dieses Modell annimmt – gibt es in Dienstleistungsbereichen überhaupt den Bedarf, zu bestimmten Zeiten die Leistungen in Anspruch zu nehmen? Und der einzelne Mitarbeiter muss entscheiden, ob familiäre und sozialökonomische Rahmenbedingungen es überhaupt erlauben, in bestimmten Arbeitszeitmodellen tätig zu sein – Alleinerziehende zum Beispiel können nicht in allen Schichtsystemen eingesetzt werden (Beermann, 2005).

Den Rahmen zur Gestaltung der Arbeitszeit bildet das Arbeitszeitgesetz in seiner Fassung aus dem Jahre 1994 (zuletzt geändert am 15. Juli 2009). Das Arbeitszeitgesetz löst damit die Arbeitszeitordnung von 1938 ab. Es zeigt dem Arbeitgeber, aber auch dem Arbeitnehmer, die Grenzen seines Handelns auf und stellt die Umsetzung entsprechender EU-Richtlinien dar. Im Vordergrund steht hier die gesundheitliche und soziale Unversehrtheit des Einzelnen. Daher sind Regelungen für die Schicht- und Nachtarbeit darin enthalten, denn insbesondere Arbeitszeitmodelle im Schichtsystem mit Nachtarbeit können ein gesundheitliches Risiko für die Arbeitnehmer darstellen. Neben Dauer und Lage ist auch der Rhythmus der Verteilung der Schichten sowie besondere Bedingungen für Mutter- und Jugendarbeitsschutz Bestandteil des Gesetzes. Die tatsächliche Arbeitszeit ist allerdings nicht Bestandteil des ArbZG, sie wird in den Tarif- oder Einzel- / Betriebsverträgen geregelt.

Schichtarbeit ist definiert als eine Form der Tätigkeit mit Arbeit zu wechselnden Zeiten (Wechselschicht) oder konstant ungewöhnlicher Zeit (z. B. Dauerspätschicht, Dauernachtschicht) (Seibt et al., 2006). Ziel der Schichtarbeit ist für den Betrieb die Optimierung der Arbeitsauslastung und der Produktionsabläufe. Ein metallverarbeitender Betrieb zum Beispiel macht nur solange Umsätze, wie die Produktion läuft. Aber auch die Aufgabe hoheit-

licher Dienstleistungen wie zum Beispiel der Rettungsdienst oder die Polizei machen eine Schichtarbeit notwendig.

Für den einzelnen Arbeitnehmer kann die Schichtarbeit zwar eine erhebliche soziale und gesundheitliche Belastung darstellen. Sie kann aber auch die Chance bieten, die Arbeitszeit auf individuelle und soziale Rahmenbedingungen abzustimmen, da die eigene Arbeitszeit von der Betriebsarbeitszeit abgekoppelt wird und die arbeitsfreien Wochentage verschoben werden können.

Man unterscheidet kontinuierliche und diskontinuierliche Schichtsysteme. Ein kontinuierliches Schichtsystem beinhaltet, dass auch an Wochenenden und in der Nacht gearbeitet wird (z. B. Rettungsdienst), Arbeiter in diskontinuierlichen Schichtsystemen arbeiten nicht am Wochenende und mit oder ohne Nachtschichten (z. B. metallverarbeitende Betriebe).

2.a Schichtarbeit und Schlaf

Bei der Ausübung von Schichtarbeit kommt es auf Grund der veränderten zeitlichen Lage von Aktivitäts- und Ruhephasen zu einer Störung der zirkadianen Rhythmik. Der Begriff „circa -diem“ kommt aus dem Lateinischen und bedeutet „ungefähr einen Tag“. Die Medizin verbindet mit dem Begriff „zirkadianer Rhythmus“ die Steuerung von rund 200 Körperfunktionen innerhalb einer 24- bis 25-Stunden-Periodik (Sczesny, 2004). Der Körper steuert mit Hilfe dieser Rhythmik den Wechsel zwischen Aktivität am Tage und Erholung in der Nacht (Reinberg et al.1978; 1988; Aschoff, 1984; 1985; 1998). Der vermutete Impulsgeber der endogenen Rhythmik, der Nucleus suprachiasmaticus, gehört zu der vorderen Kerngruppe des Hypothalamus mit Sitz am Chiasma opticum. Der endogene Rhythmus wird mit Hilfe externer Zeitgeber auf den 24-Stunden-Rhythmus des geophysikalischen Tages synchronisiert. Wichtigster Zeitgeber dafür ist das Licht bzw. der Wechsel zwischen Helligkeit und Dunkelheit. Daher ist der Nucleus suprachiasmaticus unter anderem mit der Netzhaut (Retina) verschaltet. Darüber hinaus existieren noch eine Reihe anderer Zeitgeber wie das soziale Leben oder das Bewusstsein der Uhrzeit. Grundsätzlich ist der Mensch ein tagaktives Wesen. Schicht- bzw. Nachtarbeiter müssen zeitverschoben zur Tagesperiodik diverser Körperfunktionen und des sozialen Lebens arbeiten und schlafen und stehen somit in einem ständigen Spannungsfeld zwischen den Systemen. Die Arbeit gibt einen Tages- / Wochenablauf vor, der mit der üblichen 24-Stunden / 168-Stunden-Periodik des Körpers und des sozialen Umfeldes sowie der Familie nicht kongruent ist. „Die für Schicht- und Nachtarbeit charakteristische Belastung resultiert also aus einer Desynchronisation der Zeitstruktur von Arbeit, Freizeit, Erholung und Ruhe: Schicht- und Nachtarbeiter sind auf

Grund der abnormen zeitlichen Lage ihrer Arbeit und der daraus sich ergebenden abnormen zeitlichen Lage für Ruhe, Erholung und Freizeitaktivitäten in der Problemlage, ihr Verhalten nach zwei nur teilweise miteinander zu vereinbarenden zeitlichen Strukturierungen für das Verhalten ausrichten zu müssen“ (Nachreiner, 2004).

Aus der Abb. 2 wird ersichtlich, wie sich die physiologische Leistungsfähigkeit im Laufe von 24-Stunden verändert.

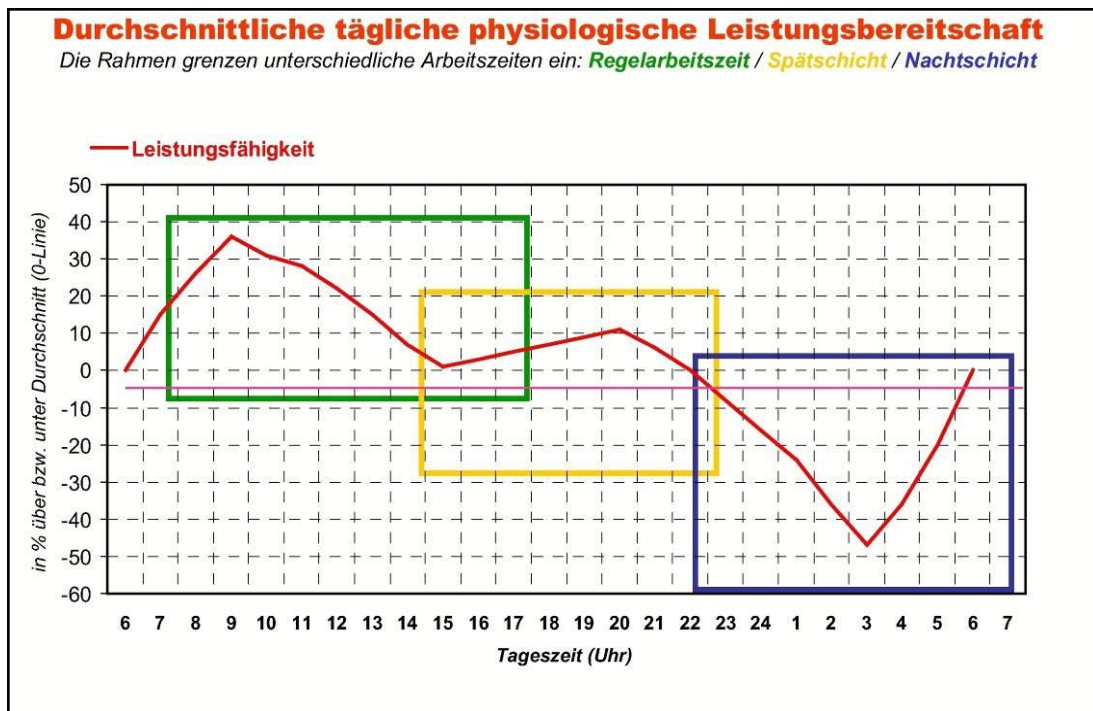


Abb. 2 - Veränderung der physiologischen Leistungsbereitschaft im Verlaufe von Tag und Nacht (Graf und Lehmann, 1954)

Dieser objektiven Belastung folgt der Versuch des Organismus, sich dem veränderten Zeitregime anzupassen. Da die äußeren Zeitgeber, insbesondere das Licht, in ihrer Lage gleich bleiben, gelingt diese Anpassung nur langsam, mit unterschiedlicher Geschwindigkeit der einzelnen Stoffwechselforgänge und nie vollständig. Es kommt somit zu einer biologischen Desynchronisation (Reinberg et al.; 1978; 1988; Costa, 2003).

Die Folge dieser Desynchronisation ist eine nachhaltige Beeinflussung des Schlafverhaltens. Schichtarbeiter, vor allem mit Nachtschichtarbeit, klagen z. T. über erhebliche Schlafstörungen. Die Gründe sind hier neben der chronobiologischen Desynchronisation der gegenüber dem Nachtschlaf verkürzte und nicht ausreichend tiefe Tagschlaf u. a. wegen der ungünstigeren Bedingungen des Tagschlafes (erhöhte Temperatur, erhöhter Geräuschpegel, Helligkeit). Die Prävalenz für Schlafstörungen bei Schichtarbeitern liegt mit

35 bis 45 % deutlich über den Werten für die Normalbevölkerung in Deutschland mit rund 25 % (Penzel et al., 2005; Van Mark et al., 2007). Schichtarbeiter haben aber nicht nur eine schlechtere Schlafqualität, sondern auch eine zu kurze Schlafdauer. Weiterhin klagen sie häufiger über schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen wie Tagesmüdigkeit, Reizbarkeit und Verstimmung sowie vermehrte Stressbelastung (Seibt et al., 2006; Wussow et al., 2006). Eine länger andauernde Beschäftigung in Schichtarbeit kann also durchaus als Modell für einen chronischen Schlafentzug interpretiert werden.

2.b Leptin und Ghrelin

Der Name Leptin stammt aus dem Griechischen von „leptos“, was soviel wie „dünn“ bedeutet. Beim Menschen findet sich das 1994 von der Arbeitsgruppe um Jeffrey Friedman entdeckte und im ob-Gen kodierte Proteohormon hauptsächlich im Fettgewebe (Maffei et al., 1995). Daher zählt es zu den Adipokinen. Wesentlich geringere Konzentrationen gibt es beim Menschen in der Plazenta, dem Magen, dem Knochenmark, dem Brustepithel, der Skelettmuskulatur, in der Hypophyse und dem Hypothalamus (Zhang et al., 1994; Masuzaki et al., 1997; Bado et al., 1998; Morash et al., 1999). Man geht davon aus, dass der hauptsächlichste Effekt des Leptins die Unterdrückung von Hungergefühlen ist (Perwitz et al., 2004). Dazu hemmt es zum einen die Produktion der appetitstimulierenden Neuropeptide AgRP und NPY aus dem Nucleus arcuatus des Hypothalamus, zum anderen regt es die Bildung von POMC und CART aus dem Nucleus paraventricularis an. Diese Stoffe wirken appetitzügelnd (Abb. 3).

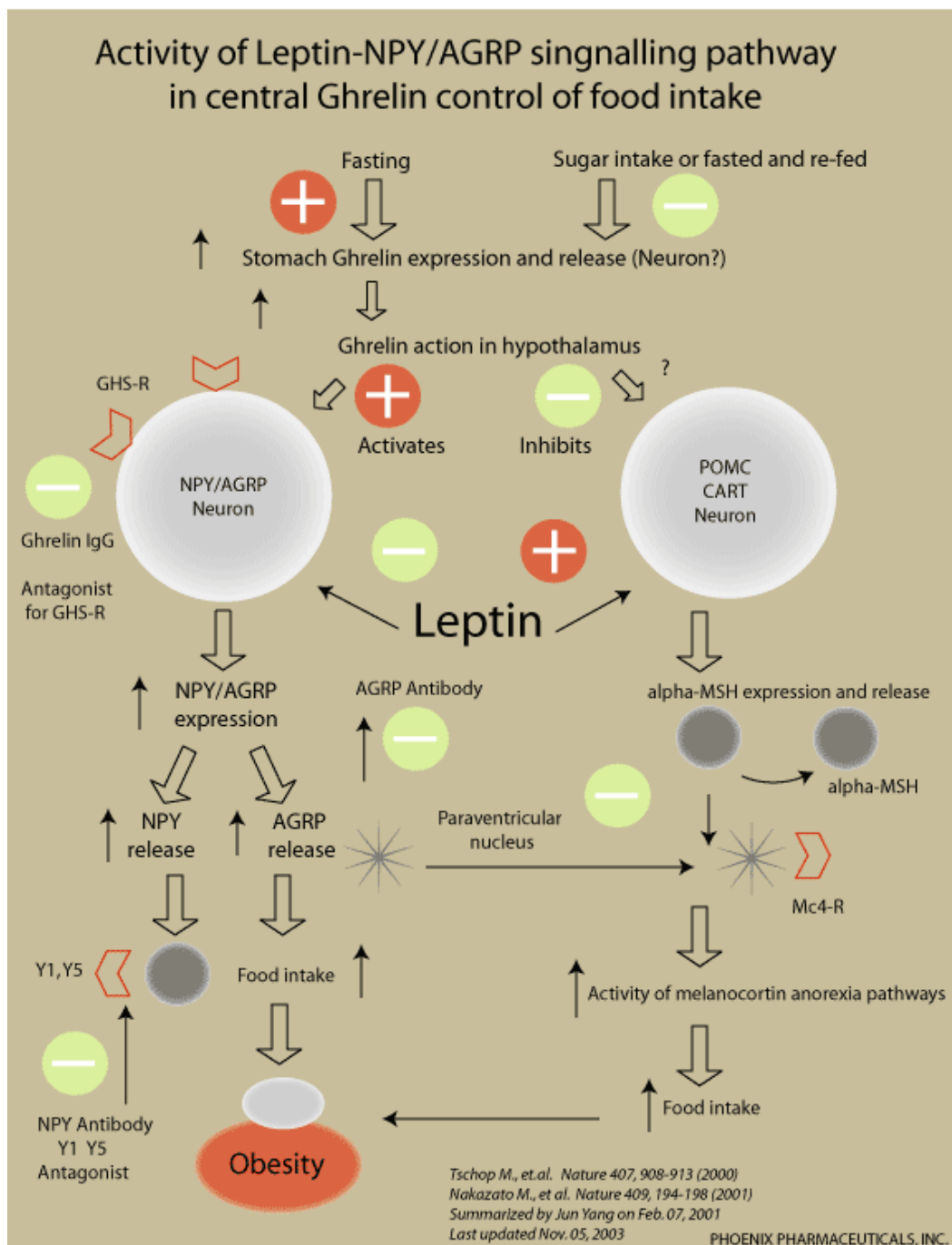


Abb. 3 - Schematische Darstellung der Leptin-Ghrelin Regulation

Agouti-related protein (AgRP) ist ein Melanocortinagonist und verursacht bei Überexpression Fresssucht und Übergewicht. Die Bedeutung des Proteins ist noch nicht vollständig geklärt. Das Neuropeptid-Y (NPY) besteht aus 36 Aminosäuren und ist neben der Steuerung des Hungergefühls an der Kontrolle epileptischer Krämpfe, der Gefäßkonstriktion, der Insulinsekretion und der Magen-Darmmotilität beteiligt. Das Prohormon Proopiomelanocortin (POMC) ist ein Vorläuferhormon welches posttranslational in über

zehn verschiedene Peptidhormone aufgespalten wird (u.a. ACTH und MSH), die wiederum an der Regulation von Nahrungsaufnahme, Energiehomöostase und Körpergewicht beteiligt sind. CART steht für cocaine- and amphetamine related transcript und ist ein Neuropeptid, das neben der Regulation in der Nahrungsaufnahme auch bei der Regulation des emotionalen Verhaltens eine Rolle spielt.

Auf Grund der zentralen Stellung des Leptins in diesem Mechanismus spielt es auch bei Dysregulationen der Nahrungszufuhr wie zum Beispiel bei Anorexie oder Adipositas eine Rolle. Man ging zunächst davon aus, dass adipöse Menschen einen Leptin-Defekt aufweisen und versuchte, Leptin zu substituieren, um Adipositas pharmakologisch zu therapieren. Somit machte Leptin als „Sättigungshormon“ Schlagzeilen. Erst später wurde in Studien dargelegt, dass die Serumleptinkonzentration mit der Fettmasse positiv korreliert. Übergewichtige sezernieren auf Grund von mehr Fettmasse auch mehr Leptin, welches dem Körper dann zunächst signalisiert, Kalorien zu verbrauchen und Gewicht abzunehmen, wodurch wiederum auch der Leptinspiegel sinken würde. Dieser negative Feedback-Mechanismus funktioniert allerdings, so weiß man heute, nur bis zu einem gewissen Grad, denn bei adipösen Menschen kommt es zu einer Leptinresistenz. Dabei sezerniert der Körper mehr und mehr Leptin bei relativem Leptinmangel (Görtzen und Veh, 2007). Der genaue Mechanismus ist dabei noch nicht eindeutig geklärt. Hohe Leptinspiegel können also zum einen auf Übergewicht hindeuten, zum anderen auf eine (beginnende) Leptinresistenz durch (vorangegangenes) Übergewicht (Jockenhövel, 2006).

Ein wirklicher homozygoter Gendefekt im ob- und/oder db-Genlocus und der damit verbundenen Defekt bei der Leptinexpression und/oder -rezeption, welcher dann auch mit Leptin pharmakologisch therapiert werden kann, ist extrem selten und weltweit nur in wenigen Fällen beschrieben worden (Dietel et al., 2005).

In Studien konnte gezeigt werden, dass die Sekretion von Leptin einer ausgeprägten zirkadianen Rhythmik unterliegt (Abb. 4).

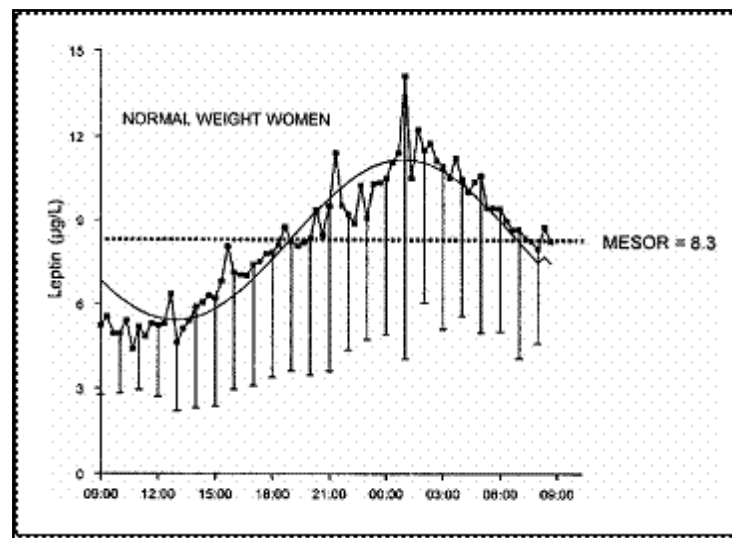


Abb. 4 - Zirkadianer Rhythmus von Leptin (Sinha et al., 1996)

Die höchsten Plasmaspiegel für Leptin werden zwischen Mitternacht und den frühen Morgenstunden erreicht. Der Rhythmus an sich korreliert dabei nicht mit der Fettmasse, auch adipöse Menschen unterliegen einer zirkadianen Rhythmik, allerdings mit signifikant höheren Werten (Langendonk et al., 1998).

Der Name Ghrelin ist ein Akronym für Growth Hormone RElease INducing und bezeichnet ein in den Parietalzellen der Magenschleimhaut gebildetes Peptidhormon. Aber auch andere Teile des Gastrointestinaltraktes sowie der Hypothalamus und die Hypophyse bilden geringe Mengen an Ghrelin. Man geht davon aus, dass der hauptsächliche Effekt des Ghrelins neben der Regulierung der Sekretion von Wachstumshormonen in der Steuerung der Nahrungsaufnahme liegt (Kojima et al., 1999). Als Antagonist zum Leptin stimuliert es die Sekretion von NPY und AgRP im Nucleus arcuatus (Abb. 3). Seine Konzentration korreliert dazu negativ mit der des Leptin. Bei leerem Magen wird das Hormon sezerniert, hemmt die Lipolyse und induziert Hungergefühle (Jockenhövel, 2006). Analog zum Leptin stellt sich nach (stattgehabter) Adipositas auch beim Ghrelin eine Ghrelinresistenz ein. Studien haben gezeigt, dass adipöse Männer dauerhaft erniedrigte Ghrelin-Werte aufweisen (Pagotto et al., 2003). Man vermutet ursächlich dafür eine vermehrte Bildung von Ghrelinrezeptoren bei Adipositas, so dass ein niedrigerer Ghrelinspiegel ausreicht, um Hunger zu induzieren.

Auch die Sekretion des Ghrelins unterliegt einer zirkadianen Rhythmik, allerdings mit mehreren Spitzen während des Tages (Cummings et al., 2002). Diese Spitzen liegen in etwa zu den Zeiten, an denen üblicherweise zu Frühstück, zum Mittag und zu Abend gegessen wird. Analog zum Leptin geht man davon aus, dass auch adipöse Menschen dieser Rhythmik unterliegen mit entsprechend niedrigeren Werten (Mingrone et al., 2006; Leskelä, et al., 2009; Pardina et al., 2009).

Sowohl Leptin als auch Ghrelin korrelieren positiv bzw. negativ mit dem Body-mass-Index (BMI) und dem Taillenumfang (Taheri, 2004). Der BMI ist eine Maßzahl für die Bewertung des Körpergewichts eines Menschen. Sie wurde von Adolphe Quetelet entwickelt und berechnet sich über das Körpergewicht in Kilogramm geteilt durch die Körpergröße in Meter zum Quadrat (kg/m^2). Nach den Leitlinien der Deutschen Adipositas-Gesellschaft spricht man von Übergewicht ab einem Body-mass-Index von über 25, von Adipositas, wenn der BMI über 30 liegt. In westlichen Ländern sind circa 20 % der Bevölkerung adipös (Friedman JM, 2000). Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie und Fettstoffwechselstörungen, sowie Arteriosklerose mit Hirn- und Herzinfarkten sind häufige Komplikationen von Adipositas. Weiterhin sind der Verschleiß von Wirbelsäule und Gelenken bedeutende Folgeschäden. Übergewichtige leiden zudem unter der ablehnenden Haltung, die ihnen häufig entgegengebracht wird. Sie werden oft bei der Suche nach einem Arbeitsplatz und einer Wohnung benachteiligt, haben weniger soziale Kontakte und neigen daher zu Depressivität. Inwieweit die Adipositas selbst als echte Krankheit angesehen werden muss, wird intensiv diskutiert (Hebebrand et al., 2004).

2.c Schichtarbeit, Schlafstörungen und metabolische Veränderungen

Schichtarbeit führt zu Störungen der zirkadianen Rhythmik und des Schlafverhaltens im Sinne von chronischem Schlafentzug bzw. chronischen Schlafstörungen. Daraus resultieren wiederum metabolische Veränderungen für den menschlichen Körper (Rüdiger, 2004). Da es eine Vielzahl von physiologischen Parametern gibt, die der zirkadianen Rhythmik unterliegen (Körpertemperatur, Blutdruck, Herzfrequenz, Hormonspiegel, Stimmungslage, etc.), können aus einer Störung des Tag-Nacht-Rhythmus eine Reihe von Beschwerden und Erkrankungen resultieren, die eine Intoleranz gegenüber Nacht- / Schichtarbeit mit sich bringen können. Untersuchungen, auch aus unserer Arbeitsgruppe, haben gezeigt, dass Schichtarbeiter, und hier vor allem Schichtarbeiter mit Nachtschichtanteil, häufiger als Tagarbeiter pathologisch erhöhte LDL-, Gesamtcholesterin und Triglycerid-Werte aufwiesen, der Anteil am HDL-Cholesterin war erniedrigt (Nagaya et al., 2002; Karlsson et al.,

2003; Wussow et al., 2003). Auch signifikant pathologisch erhöhte Blutdruckwerte, systolisch wie auch diastolisch, und erhöhte Werte für den BMI wurden bei Schichtarbeitern beobachtet (Morikawa et al., 2007). Es wurde zudem gezeigt, dass Schichtarbeiter mehr und häufiger Übergewicht haben sowie einen erhöhten Zigarettenkonsum aufweisen (Wussow et al., 2003; Rüdiger, 2004). Es besteht somit ein direkter Zusammenhang zwischen Schichtarbeit und kardiovaskulären Risikofaktoren (Ha et al., 2005; Mosendane et al., 2008; Viitasalo et al., 2008). Neben diesen metabolischen Veränderungen können aber auch psychogene Erkrankungen als Folge der Schichtarbeit auftreten (Nachreiner, 2004). Es wurden Nervosität und innere Unruhe beschrieben, die durch die Folgen der Störungen des sozialen Lebens (Freizeitverhalten, Familienkontakt) unterstützt werden. So kommt es neben der biologischen Desynchronisation auch zu einer sozialen (Wüthrich, 2003). Typische beschriebene Folgen der Schichtarbeit wie Hypercholesterinämie, Hypertonie, Diabetes mellitus und Rauchen können nicht nur als Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen gesehen werden (Van Mark et al., 2006). Studien aus Kalifornien zeigen, dass jeder dieser Faktoren auch das Risiko auf eine Altersdemenz als primär cerebrovaskuläre Erkrankung erhöht (Whitmer et al., 2005). Hierbei wirken diese Faktoren ähnlich wie bei den kardiovaskulären Erkrankungen kumulativ. Einige Forscher sehen auch einen Zusammenhang zwischen der Lichtexposition und daraus resultierenden hormonabhängigen Krebsarten wie zum Beispiel Brustkrebs (Davis et al., 2001; Hansen, 2001; Erren und Stevens, 2002). Durch die Nachtarbeit bei Licht und der daraus resultierenden verringerten bzw. fehlenden Melatoninausschüttung entsteht scheinbar ein signifikant höheres Risiko für Frauen, an Brustkrebs zu erkranken, da Melatonin seine onkostatistischen Fähigkeiten nicht voll entfalten kann (Tamarkin et al., 1981; Blask et al., 1991). Die Melatoninsekretion hat wiederum Einfluss auf den Glukosestoffwechsel. In experimentellen Forschungen konnte gezeigt werden, dass die Melatoninsekretion die Insulinsekretion hemmt und umgekehrt (Peschke et al., 2002).

Als eine Ursache dafür, dass sich die beschriebenen Veränderungen weniger stark in der Zahl der Krankmeldungen von Schichtarbeitern im Vergleich zu Tagarbeitern widerspiegeln, wird der sogenannte Healthy-worker-Effect diskutiert. Dies ist eine Form der Selektionsbias, die vorkommt, wenn Personen, die gesund genug sind, um eine Arbeitsstelle zu behalten, mit der Gesamtbevölkerung verglichen werden, die auch die Personen einschließt, die nicht gesund genug sind, eine Arbeitsstelle zu finden und zu behalten, in diesem Falle im Schichtdienst (Kogi, 1982).

Schlafstörungen und Schlafentzug selbst wiederum haben ebenfalls direkte Auswirkungen auf den Stoffwechsel des Körpers. Studien haben gezeigt, dass chronischer Schlafmangel die Diabetesinzidenz ansteigen lässt und an der Induzierung des metabolischen Syndroms beteiligt ist (Ayas et al., 2003; Schultes, 2004; Gottlieb et al., 2005; Spiegel et al., 2005). Es wurde dabei ein Zusammenhang zwischen Schlafmangel und gestörtem Glukosestoffwechsel im Blut beschrieben. Bereits eine kurzzeitige Reduktion der nächtlichen Schlafdauer führte zu einer beeinträchtigten Glukosetoleranz mit erhöhten Glukosewerten im Blut. Diese kann zwar zunächst noch durch eine Hyperinsulinämie kompensiert werden, würde über längere Zeit aber zu einer Insulinresistenz führen und dadurch letztendlich zur Induzierung eines Diabetes mellitus. Desweiteren gibt es Hinweise darauf, dass ein Zusammenhang zwischen Hyperinsulinämie und der Hypertonie besteht (Dietel et al., 2005). Eine Hyperinsulinämie kann den arteriellen Druck unter anderem durch die Natriumretention und die erhöhte sympathische Aktivität erhöhen. Aber auch ein direkter Zusammenhang zwischen Schlafstörungen und koronarer Herzkrankheit wird vermutet (Mallon et al., 2002; Chen et al., 2009; Naughton und Lorenzi-Filho, 2009). Es wurde ebenfalls beobachtet, dass es eine erhöhte Prävalenz der Adipositas ($BMI > 30$) für Menschen mit kurzer Schlafdauer gibt (Björkelund et al., 2005; Knutson et al., 2007). In epidemiologischen Studien konnte weiterhin dargelegt werden, dass auch Schlafstörungen mit erhöhten BMI-Werten einhergehen (Vioque et al., 2000; Kripke et al., 2002; Sekine et al., 2002, Taheri et al., 2004).

Da die Sekretion von Leptin und Ghrelin ebenfalls einer zirkadianen Rhythmik unterliegt, stellt sich die Frage, ob auch Schlafstörungen und Schlafentzug einen Einfluss auf die Leptin- und Ghrelinspiegel ausüben. In Studien wurde gezeigt, dass Störungen der zirkadianen Rhythmik in Form von anteiliger oder vollständiger, kurzzeitiger Schlafrestriktion auch Auswirkungen auf die Leptin- und Ghrelinsekretion im Körper haben. Experimentelle Studien zeigten einen erniedrigten Spiegel an Leptin unter Schlafrestriktion (Spiegel et al., 2001, 2004; Mullington et al., 2003). Ergänzt wird dies durch einen erhöhten Ghrelinspiegel im Blut, der gemeinsam mit dem (relativen) Leptinmangel zu einem gesteigerten Hungergefühl führen soll (Knutson und Van Cauter, 2008; Van Cauter und Knutson, 2008). Es ist wahrscheinlich, dass der Sinn hinter dem physiologischen Leptinanstieg zur Nacht eine Verringerung von Hungergefühlen ist und auf diese Weise ein ungestörter Nachtschlaf überhaupt erst ermöglicht wird.

Um den beschriebenen Effekten der Schichtarbeit vorzubeugen, sind verschiedene Möglichkeiten bekannt. Einen Ansatzpunkt bildet die Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit durch die Arbeitgeber mithilfe arbeitsmedizinischer Empfehlungen. Grundsätzlich sind sog. vorwärts rotierenden, also der Tag-Nacht-Rhythmik und der Physiologie folgenden Systeme (Früh-Spät-Nacht) besser verträglich als rückwärts rotierende (Nacht-Spät-Früh). Zu bevorzugen sind ebenfalls Systeme mit kurzen Wechseln von max. 3 Tagen in der gleichen Schicht (bspw. 2Früh-2Spät-2Nacht-Frei). Nach Nachtschichten sollte immer ausreichend lange Freizeitausgleich gewährt werden, um das Schlafdefizit umgehend abzubauen. Worauf bei der Schichtplangestaltung weiterhin geachtet werden sollte, ist im Anhang der Dissertation näher erläutert (Beerman, 2005). Aus den Regeln für die Schichtplangestaltung ergibt sich eine Einteilung der Schichtsysteme in günstige und ungünstige Schichtrotationen. Dabei wird u. a. die Dauer der Schichtblöcke, die Rotation (vorwärts oder rückwärts), die Planbarkeit des Schichtplanes und auch Beginn und Ende der jeweiligen Schichten berücksichtigt.

Die Veränderungen des Risikoprofils für Schicht- und Nachtarbeiter begründen aber weiterhin auch eine Reihe von Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung und Prävention. Die Prävention gliedert sich dabei in Verhaltens- (Beeinflussung des persönlichen Gesundheitsverhaltens der Mitarbeiter) und Verhältnisprävention (Anpassung gesundheitsfördernder Arbeitsbedingungen) (Felderer et al., 2006).

Im Einzelnen können folgende Maßnahmen zur betrieblichen Gesundheitsförderung beitragen:

- Die Arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen, auf die jeder Arbeitnehmer vor Aufnahme der Nachtarbeit und danach in regelmäßigen Abständen laut dem ArbZG § 6 Abs. 3 ein Anrecht hat. Diese Untersuchung sollte die typischen Beschwerdebilder bei Nachtarbeitern umfassen (Beermann, 2005).
- Die Verpflegung als eine weitere Möglichkeit der Prävention in der betrieblichen Gesundheitsförderung. Unregelmäßige und unausgewogene Ernährung sind zwar ein generelles gesellschaftliches Problem, doch sind Schichtarbeiter und Nachtarbeiter durch ihr Risikoprofil besonders auf eine ausgewogene Ernährung angewiesen. Ansatzpunkte sind hier die Pausenzeitregelung, die Pausenräume und die Bereitstellung von gesunden Speisen. Die Pausen sollten fest geregelt werden, da sie

ähnlich der Schichtplangestaltung dem Arbeitnehmer zur individuellen Planung dienen und weiterhin einen geregelten Ablauf vorgeben.

- Das Angebot von sportlicher Betätigung ist ein weiterer wesentlicher Ansatzpunkt für die betriebliche Gesundheitsförderung. Für Schichtarbeiter besteht die Möglichkeit, eine Reihe von Risikofaktoren durch Sport zu optimieren. Hierbei ist es zunächst einmal irrelevant, in welcher Form dieser Sport angeboten wird, die Regelmäßigkeit ist entscheidend. Das Robert-Koch-Institut empfiehlt auch heute noch mindestens eine halbe Stunde an den meisten, am besten an allen Tagen der Woche auf einem moderaten bis anstrengendem Niveau körperlich aktiv zu sein (Mensink, 2003). Hierbei ist lediglich entscheidend, dass sich der Pulsschlag erhöht. Es ist sogar möglich, diese 30 min auf Abschnitte von je mindestens zehn min Dauer zu verteilen. Diese Vorgaben sollten auch im Betrieb umsetzbar sein. Dabei besteht die Möglichkeit für den Arbeitgeber, dies auch als Motivationsschub zu nutzen. Eine Betriebsfußballmannschaft oder der Erfolg eines Teams beim Drachenbootrennen könnten sich auch motivationssteigernd auf das Betriebsklima auswirken und das Networking fördern (Felderer et al., 2006).

Jeder Arbeitnehmer sollte und muss aber auch individuell seinen Beitrag zur Reduzierung von Risiken und Folgen der Schichtarbeit leisten:

- Eine regelmäßige und gute Esshygiene sollte eingehalten werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Lipoproteinkonzentrationen ähnlich wie die Blutglukosekonzentration postprandial verändern. Auch eine tageszeitliche Abhängigkeit ist beobachtet, so dass es nicht nur von Bedeutung ist, wie sich jemand ernährt, sondern auch wann (Schneider und Tauber, 1981). Schwerverdauliche, fettreiche Mahlzeiten in den Abendstunden gehen mit einer Erniedrigung des gefäßprotektiven HDL-Cholesterins einher.
- Ein weiterer Ansatzpunkt ist das Wohnumfeld und die Schlafhygiene. Durch die Verschiebung des individuellen Schlaf-Wach-Rhythmus ergibt sich eine gravierende Einschränkung auf die Schlafdauer und -qualität. Das Wohnumfeld sollte also nicht nur nach dem persönlichen Geschmack, sondern auch unter dem Aspekt des ungestörten Tagschlafes gestaltet werden.

- Natürlich müssen auch die sozialen Kontakte auf die Besonderheiten dieser Arbeitszeitmodelle abgestimmt werden. Eine Vernachlässigung des Alltages der Familie kann zu Problemen mit dem Partner und den Kindern führen. Auf regelmäßigen Kontakt zu Freunden und Bekannten sollte geachtet werden und auch die persönlichen Freizeitinteressen sollten nicht untergehen.

- Eine regelmäßige körperliche Aktivität kann auch zur individuellen Gesundheitsförderung beitragen. Regelmäßige körperliche Aktivität beeinflusst unter anderem das Lipoproteinprofil günstig, indem es eine Verschiebung hin zu einem höheren Anteil der als gefäßprotektiv bekannten HDL-Fraktion bewirkt. In der Literatur ist beschrieben, dass nicht nur Ausdauersport eine Zunahme des HDL- bzw. einen günstigeren Gesamt- / HDL-Cholesterin-Quotienten bewirkt, sondern auch gemischte Sportarten (wie z. B. Ballsportarten) (Kullmer und Kindermann, 1985). Ein körperlich inaktiver Lebensstil ist weiterhin ein wesentlicher Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Bluthochdruck oder Diabetes mellitus sowie Darmkrebs, Arthrose, Angst und Depressionen (Mensink, 2003; Felderer et al., 2006). Körperliche Aktivität wirkt sich demgegenüber positiv auf die Lebenserwartung, das Wohlbefinden und die Lebensqualität aus. Das Robert-Koch-Institut empfiehlt für einen optimalen gesundheitlichen Nutzen: Erwachsene sollten nach Möglichkeit drei Ausdauertrainingseinheiten (Dauer 20 bis 60 Minuten je Einheit) und zwei kraft- und beweglichkeitsorientierte Trainingseinheiten pro Woche ausüben (Rütten et al., 2005). Regelmäßige körperliche Aktivität wirkt weiterhin auch direkt auf das Schlafverhalten und auf schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen ein. Bekannt ist, dass sportlich aktive Menschen weniger oft unter Schlafstörungen leiden als un-sportliche (Sherrill et al., 1998; Davis et al., 2006). Sport wird zusammen mit einer guten Schlafhygiene auch als präventiver Faktor für Krebserkrankungen gesehen (McClain, 2008).

3. Probanden und Methodik

3.a Probanden

Es wurden 362 Probanden (Altersmittelwert 37,7 Jahre; 95%-KI 36,8 – 38,7) in unserer Studie erfasst, 299 Männer (Altersmittelwert 38,4; 95%-KI: 37,4 - 39,4) und 63 Frauen (Altersmittelwert 34,4; 95%-KI: 31,8 – 37,0). Von den Probanden waren 225 (62,2 %) Schichtarbeiter in unterschiedlichen Schichtsystemen, 137 (37,8 %) waren Tagarbeiter mit konstant gewöhnlicher Arbeitszeit. Die Schichtarbeiter (Altersmittelwert 36,3; 95%-KI 35,1 – 37,6) waren im Mittel etwas jünger als die Tagarbeiter (Altersmittelwert 40,1; 95%-KI 38,7 – 41,4). Der Großteil (91 %) der Schichtarbeiter war in Dreischichtsystemen mit Nachtarbeit beschäftigt. Nur wenige (9 %) waren in anderen Schichtsystemen tätig, wie zum Beispiel Dauernachtschicht, 24-h-Dienste oder sogenannte Springerdienste.

Die verschiedenen Schichtsysteme der Probanden wurden von uns entsprechend der empfohlenen arbeitsmedizinischen Grundsätze (siehe Kapitel 2.c und Anhang) beurteilt und in günstige und ungünstige Schichtrotationen eingeteilt. Demnach arbeiteten 38,7 % der Schichtarbeiter in einer günstigen Schichtrotation.

Alle Probanden, Tag- wie Schichtarbeiter, entstammten vergleichbaren sozialen Schichten mit ähnlicher Ausbildung und sozialem Status. Die Arbeitsfelder zeichneten sich innerhalb der Betriebe durch wechselnde körperlich tätige und sitzende Arbeit aus.

Alle Parameter sind auch unter geschlechtsspezifischen Aspekten getrennt analysiert worden. Signifikante Unterschiede sind, sofern vorhanden, in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

3.b Methodik

Anamnese und Interview

In einem standardisierten Arztgespräch wurden die Patienten nach ihren Vorerkrankungen befragt. Von Interesse waren dabei für uns vor allem Diabetes mellitus, Magen-Darm-Beschwerden und kardiovaskulären Erkrankungen sowie entsprechende Vormedikationen. Ergänzt wurde dieser Teil durch Fragen zum Konsumverhalten von Alkohol und Nikotin.

Fragebögen

Wir baten die Probanden, selbstständig, aber mit ständiger Rückfragemöglichkeit zur Studienleitung, standardisierte Fragebögen auszufüllen (siehe Anhang). Diese wurden aus zwei Teilen zusammengefügt. Im institutseigenen Teil (arbeitsmedizinischer Fragebogen) stellten wir Fragen über die Art der Beschäftigung, den Familienstand, das Freizeit- und Sportverhalten sowie zum allgemeinen Befinden und der Stressbelastung. Die Probanden machten Angaben über das Schlafbedürfnis, schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen und Schlafstörungen. Wir fragten weiterhin nach den grundsätzlichen Ernährungsgewohnheiten und stellten Fragen zu Art und Umfang der täglichen Nahrung, sowie zur Einstellung gegenüber gesunder Ernährung und dem sozialen Kontext der Nahrungsaufnahme. Insgesamt wurden Fragen, die mit „trifft zu“ oder „häufig“ beantwortet wurden, als positiv bewertet. Ein- und Durchschlafstörungen wurden allgemein als Schlafstörungen zusammengefasst. Die Fragen zum Arbeitsmodus waren nur bedingt Teil unserer Auswertung, sie dienten eher dazu, den teilnehmenden Firmen eine Auswertung über die Mitarbeiterzufriedenheit zukommen zu lassen.

Der andere Teil des Fragebogens enthielt den Pittsburgh Schlafqualitätsindex (PSQI). Der PSQI ist ein 24 Fragen umfassender validierter Selbstbeurteilungsbogen, mit dem das Schlafverhalten über die Dauer der letzten vier Wochen ermittelt wird. Bei der Auswertung werden den einzelnen Antwortmöglichkeiten (jeweils vier Antwortmöglichkeiten) Punktwerte zugeordnet (siehe Anhang). Die Zahlenwerte werden zu sieben Komponenten (subjektive Schlafqualität, Schlaflatenz, Schlafdauer, Schlafeffizienz, Schlafstörungen, Schlafmittelkonsum und Tagesmüdigkeit) zusammengefasst. Der Fragebogen ermöglicht so durch die Betrachtung der Einzelkomponenten einen Überblick über die individuelle Zusammensetzung des subjektiv eingeschätzten Schlafverhaltens.

Nach der Berechnung der Gesamtpunktwerte ergibt sich ein PSQI-Gesamtwert. Je niedriger der PSQI-Gesamtwert ist, desto besser ist die Schlafqualität. Die Unterteilungen in PSQI-Gruppen erfolgt nach diesem Gesamtwert in „Gute Schläfer“ ($PSQI \leq 5$), „Schlechte Schläfer“ ($PSQI 6$ bis 10) und Probanden mit chronischen Schlafstörungen ($PSQI \geq 11$). Der PSQI ist mehrfach in Studien auf Reliabilität, interne Konsistenz, Validität und Normierung betrachtet worden, die im Ergebnis zeigten, dass der PSQI eine effektive und ausreichende Methode zur Evaluation der Schlafqualität darstellt (Buysse et al., 1989; Carpenter et al., 1998; Gentili et al., 1995; Doi et al., 2000; Zeitlhofer et al., 2000; Wittchen et al., 2001; Backhaus et al. 2002).

Entsprechend ihrer mittleren Schlafdauer in den letzten vier Wochen wurden die Probanden zum einen in Gruppen mit einer Schlafdauer von fünf und mehr Stunden Schlaf oder mit einer deutlich zu kurzen Schlafdauer (weniger als fünf Stunden Schlaf) sowie zum anderen entsprechend der Komponente 3 des PSQI (Schlafnähe) in Gruppen von „weniger als fünf Stunden Schlaf“, „zwischen fünf und sechs Stunden Schlaf“, „zwischen sechs und sieben Stunden Schlaf“, sowie weiterhin „zwischen sieben und neun Stunden Schlaf“ und „mehr als neun Stunden Schlaf“ eingeteilt und miteinander verglichen. Dafür wurde bei den Schichtarbeitern für die jeweiligen Schichtwochen ein Mittel aus den Angaben zur Schlafdauer in der Früh-, Spät- und Nachtschicht gebildet.

Klinische Untersuchung

Es wurden Größe und Gewicht sowie Taillen- und Hüftumfang erfasst. Berechnet wurden daraus der Body-mass-Index sowie die Waist-to-hip-Ratio. Wir teilten den BMI nach den üblichen Vorgaben in die Kategorien ≤ 20 (Untergewicht), 20 - 25 (Normalgewicht), ≥ 25 (Übergewicht) und $\geq 30 \text{ kg / m}^2$ (Adipositas) ein. Die Waist-to-hip-Ratio teilten wir ebenfalls nach WHO-Normen ein. Erhöhte Werte lagen bei Frauen $\geq 0,85$ und bei Männern $\geq 1,0$ vor. Als erhöht wurden die Werte für den Taillenumfang ab 102 cm bei den Männern und 88 cm bei den Frauen gewertet.

Metabolische Parameter

Den nüchternen Probanden wurde nach der üblichen Vorgehensweise Blut abgenommen, das Blut wurde anschließend pipettiert, zentrifugiert und bis zur Bestimmung in den Betrieben entsprechend tiefgekühlt gelagert ($< - 40^\circ\text{C}$). Die Blutentnahmen erfolgten zwischen 06:00 und 08:00 Uhr, um der zirkadianen Rhythmik einiger Parameter Rechnung zu tragen.

Die Leptinbestimmung erfolgte mittels Radioimmunoassay (RIA). Die Leptinprobe wird dabei mit einem weiteren Antigen, welches radioaktiv markiert ist (hier 125 -Iod), zusammengebracht. Die vorhandenen Antikörper (hier Human Leptin-Ak) binden an die Probe sowie an die radioaktiv markierten Antigene. Nach einer definierten Zeit wird die Probe ausgewaschen und die Strahlungsintensität gemessen. Damit lässt sich auf die ursprüngliche Konzentration in der Probe zurückrechnen. Gemessen werden können damit Leptinkonzentrationen aus Serum, Plasma und Gewebeproben. Für diese Methode wurde ein RIA Kit der Firma Lincoresearch verwendet.

Für die Bestimmung von Ghrelin gilt dasselbe mit den entsprechenden Modifikationen von Antikörpern und Antigenen.

Die Werte zum RIA-Kit des Labors, in dem die Proben bestimmt worden sind, sehen für die ED50 des Leptin einen Wert von $6,0 \pm 1,0$ ng/ml vor. Der ED50-Wert für Ghrelin liegt bei 774 ± 40 pg/ml.

Statistik

Die statistische und graphische Auswertung unserer Ergebnisse erfolgte mit dem Programm SPSS (Statistical Package for Social Sciences) für Windows. Es wurden deskriptive Verfahren wie die Bildung absoluter und relativer Häufigkeiten, Minima und Maxima sowie die Erhebung von Mittelwerten und Medianen mit Standardabweichungen und Quartilsabständen angewendet. Signifikanzberechnungen wurden für unverbundene, dichotome Messgrößen mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests und für unverbundene normalverteilte stetige Messgrößen mit Hilfe des t-Tests durchgeführt. P-Werte $\leq 0,05$ wurden als statistisch signifikant angesehen. Die Drop-out-Rate lag unter 5 %, für den PSQI-Gesamtwert bei 6 %.

Tätigkeiten des Doktoranden

Die Aufgaben des Doktoranden bestanden darin, an der Untersuchung und Befragung der Probanden mitzuwirken und die Laboruntersuchungen der Blutproben vorzubereiten. Im Anschluss erfolgte die Auswertung der Fragebögen und Eingabe in selbstständig vorbereitete EDV-Masken (MS-Excel). Nach Einweisung in die Grundsätze der Statistik wurden mit Hilfe des Programmes SPSS die Auswertungen durchgeführt. In der gesamten Zeit entstanden so neben der Inauguraldissertation zwei Veröffentlichungen sowie Beiträge zu Jahrestagungen und dem Lübecker Doktorandentag.

3.c Ethikvotum

Die vorliegende Studie wurde mit Datum vom 18. März 2005 (Az.: 05-028) von der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität zu Lübeck genehmigt.

4. Ergebnisse

4.a Schlaf und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen

Die Auswertung der Fragebögen zeigte, dass 37,2 % aller Probanden des Gesamtkollektives über Schlafstörung berichteten. Schichtarbeiter gaben dabei signifikant häufiger als Tagarbeiter an, unter Schlafstörungen zu leiden (46,5 vs. 22,4 %, $p < 0,001$) (Tab. 1).

Sie klagten auch häufiger als Tagarbeiter über schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen wie Tagesmüdigkeit, Reizbarkeit und Verstimmung (Tab. 1). Insgesamt gaben 46,6 % des Gesamtkollektives Tagesmüdigkeit an. Bei den Schichtarbeitern waren es mit 55,1 % signifikant mehr ($p < 0,001$) als bei den Tagarbeitern, von denen nur 32,8 % dies bejahten. Die Schichtarbeiter klagten auch signifikant häufiger über Verstimmung ($p = 0,001$) und Reizbarkeit ($p < 0,001$) als die Tagarbeiter. Aus Tab. 1 ist ein Zusammenhang zwischen der Kollektivzugehörigkeit und dem Anteil an Schlafstörungen und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen zu erkennen. Es zeigte sich, dass Schichtarbeiter gegenüber Tagarbeitern sowie ungünstig-rotierende Schichtarbeiter gegenüber günstig-rotierenden Schichtarbeitern jeweils einen (signifikant) höheren Anteil an Schlafstörungen und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen aufwiesen.

Tab. 1 - Schlafstörungen und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen für Schicht- und Tagarbeiterkollektive als Anteil am jeweiligen Kollektiv

		Schlafstörungen	Tagesmüdigkeit	Verstimmung	Reizbarkeit
A	Schichtarbeiter	46,5 %	55,1 %	13,0 %	26,6 %
B	Tagarbeiter	22,4 %	32,8 %	3,0 %	11,1 %
C	Schichtarbeiter mit einer ungünstigen Rotation	49,3 %	60,0 %	15,4 %	31,6 %
D	Schichtarbeiter mit einer günstigen Rotation	40,3 %	48,1 %	7,8 %	16,9 %
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001
C vs D		0,1	0,06	0,08	0,009

Schichtarbeiter berichten auch signifikant häufiger als Tagarbeiter über einen deutlich bis sehr deutlich erhöhten Druck zu Schlafen gegenüber früher (29,5 % vs. 9,7 %; $p < 0,001$) und über die Zunahme von Störungen der Konzentrationsfähigkeit (16,1 % vs. 3,9 %; $p < 0,001$).

Unterschiede zwischen Schicht- und Tagarbeitern bestanden auch bei der Angabe zur subjektiven Überlastung durch die Arbeit: Die Auswertung des Arbeitsmedizinischen Fragebogens ergab, dass sich trotz gleicher Arbeitsanforderungen 28,7 % der Schichtarbeiter und nur 15,4 % der Tagarbeiter durch ihre Arbeit überlastet fühlten. Dieser Unterschied war signifikant ($p < 0,01$). Bei den Schichtarbeitern gaben 14,1 % als Grund für Ihre Überlastung an, sie hätten einfach zu viel Stress (Tagarbeiter 8,0 %, $p = 0,08$), 14,6 % gaben sogar eine zu hohe körperliche Belastung an (Tagarbeiter 1,6 % $p < 0,001$), 5,3 % eine geistige Belastung (Tagarbeiter 1,6 %, $p = 0,08$) und 11,2 % eine seelische / emotionale Belastung (Tagarbeiter 3,2 %, $p < 0,01$). Die Schichtarbeiter litten zudem tendenziell häufiger als die Tagarbeiter darunter, dass sich ihre Freizeitaktivitäten verringert haben bzw. dass sie kaum noch etwas in der Freizeit unternahmen (40,2 % vs. 31,6 %).

Die Auswertung der Fragen zum PSQI für die Schlafdauer zeigte, dass, je geringer die mittlere Schlafdauer der letzten vier Wochen war, desto höher war der Anteil an Schichtarbeitern im jeweiligen Kollektiv (Tab. 2, $p < 0,001$). Schichtarbeiter hatten häufiger eine zu kurze oder sogar eine deutlich zu kurze Schlafdauer gegenüber Tagarbeitern, gleiches traf auf die ungünstig-rotierenden Schichtarbeiter gegenüber den günstig-rotierenden Schichtarbeitern zu ($p = 0,03$).

Tab. 2 - Mittlere Schlafdauer in Abhängigkeit von der Kollektivzugehörigkeit

	5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
Schichtarbeiter	17,4 %	15,6 %	41,3 %	25,2 %	0,5 %
Tagarbeiter	7,4 %	8,8 %	30,1 %	51,5 %	2,2 %
Schichtarbeiter mit einer ungünstigen Rotation	15,3 %	18,2 %	46,7 %	19,7 %	0,0 %
Schichtarbeiter mit einer günstigen Rotation	20,3 %	11,4 %	32,9 %	34,2 %	1,3 %

Auch zwischen der Schlafdauer und dem Anteil an Schlafstörungen und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen bestand im Gesamtkollektiv ein Zusammenhang (Tab. 3). Je geringer die Schlafdauer der letzten vier Wochen war, desto höher war der Anteil an Probanden mit Schlaf- und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen im jeweiligen Kollektiv. Bei der Beurteilung der Ergebnisse muss darauf hingewiesen werden, dass die Gruppe „9 und mehr Stunden Schlaf“ sehr klein ist.

Tab. 3 - Schlafstörungen und Befindlichkeitsstörungen im Gesamtkollektiv in Abhängigkeit von der mittleren Schlafdauer

	5 und weniger Std. Schlaf (n = 48)	bis 5,9 Std. Schlaf (n = 46)	bis 6,9 Std. Schlaf (n = 131)	bis 8,9 Std. Schlaf (n = 125)	9 und mehr Std. Schlaf (n = 4)	p-Werte
Schlafstörungen	77,1 %	46,7 %	35,7 %	21,5 %	0,0 %	< 0,001
Tagesmüdigkeit	79,2 %	64,4 %	42,5 %	31,1 %	25,0 %	< 0,001
Verstimmtheit	16,7 %	8,9 %	8,7 %	5,8 %	25,0 %	0,06
Reizbarkeit	34,0 %	24,4 %	19,7 %	14,9 %	0,0 %	0,09

Die Auswertung der Ergebnisse nach Einteilung in eine deutlich zu kurze (weniger als fünf Stunden Schlaf) und eine Schlafdauer von fünf und mehr Stunden Schlaf zeigte, dass nur 9,4 % der Tagarbeiter eine deutlich zu kurze Schlafdauer angaben. Dagegen waren es 32,2 % der Schichtarbeiter in der Zeit der Frühschicht, 36,9 % der Schichtarbeiter in der Zeit der Spätschicht und 45,8 % der Schichtarbeiter in der Zeit der Nachtschicht, die über eine Schlafdauer von weniger als fünf Stunden Schlaf berichteten (Abb. 5).

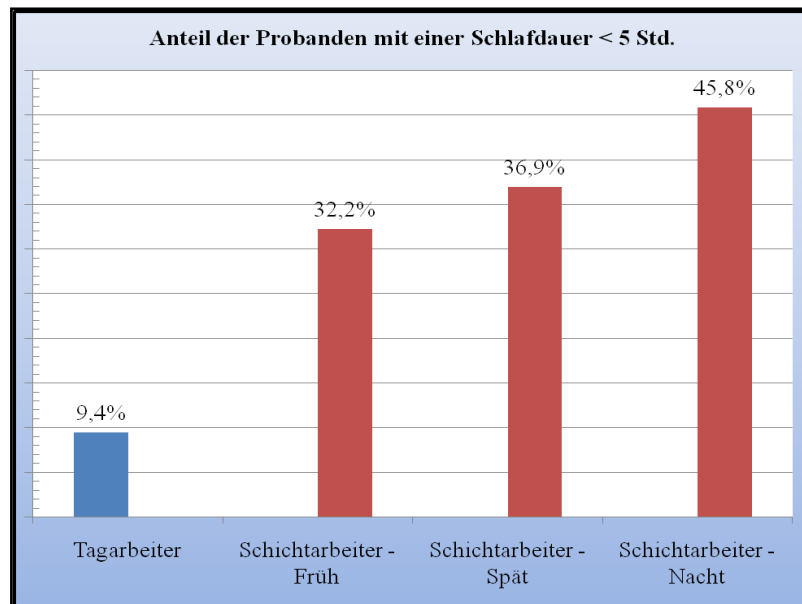


Abb. 5 - Probanden mit einer Schlafdauer von weniger als fünf Stunden als Anteil am jeweiligen Kollektiv in %

Die weitere Auswertung der Komponenten des PSQI ergab, dass 38,1 % der Schichtarbeiter eine „ziemlich schlechte“ bis „sehr schlechte“ subjektive Schlafqualität angaben, wohingegen es bei den Tagarbeitern nur 21,6 % waren ($p = 0,017$). Die ungünstig-rotierenden gaben gegenüber den günstig-rotierenden Schichtarbeitern ebenfalls häufiger eine schlechte subjektive Schlafqualität an (44,1 vs. 27,6 %, $p = 0,2$).

Die Schichtarbeiter wiesen im Vergleich zu den Tagarbeitern eine signifikant längere Schlaflatenz ($p < 0,001$) und eine signifikant niedrigere Schlafeffizienz ($p < 0,001$) auf. Auch bei den ungünstig-rotierenden Schichtarbeiter fand sich gegenüber den günstig-rotierenden Schichtarbeitern eine längere Schlaflatenz ($p = 0,3$) sowie eine signifikant niedrigere Schlafeffizienz ($p = 0,01$).

Weiterhin gaben 10,3 % der Schichtarbeiter an, Alkohol als Einschlafhilfe zu nutzen, 1,8 % von Ihnen sogar mehr als dreimal pro Woche. Tendenziell häufiger trat dies bei den ungünstig-rotierenden Schichtarbeitern auf (12,5 vs. 6,9 %). Bei den Tagarbeitern waren es 5,8 %, jedoch keiner mehr als dreimal pro Woche.

In der PSQI Gesamtauswertung zeigte sich, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Zugehörigkeit zu einem Kollektiv und der Einteilung in eine PSQI-Gruppe gab (Tab. 4). Der Anteil der Probanden mit einer chronischen Schlafstörung war bei den Schichtarbeitern signifikant größer als bei den Tagarbeitern ($p < 0,001$).

Tab. 4 - Einteilung nach dem PSQI-Index für Schicht- und Tagarbeiterkollektive

	PSQI \geq 11 Chronische Schlafstörungen	PSQI 6 - 10 Schlechte Schläfer	PSQI \leq 5 Gute Schläfer
Gesamtkollektiv	10,6 %	37,4 %	52,0 %
Schichtarbeiter	12,9 %	48,3 %	38,8 %
Tagarbeiter	6,9 %	19,8 %	73,3 %

Auch mit Hilfe des PSQI konnte gezeigt werden, dass die Form der Schichtrotation Einfluss auf die Schlafqualität besitzt: Die Schichtarbeiter in der Gruppe „Chronische Schlafstörungen“ waren zu 59,3 % Schichtarbeiter mit einer ungünstigen Rotation ($p = 0,02$).

4.b BMI und Taillenumfang

Bei der Auswertung der Daten zu den biometrischen Parametern und beim Vergleich der Werte für den Body-mass-Index (BMI) zeigte sich, dass es bei den BMI-Mittelwerten nur einen geringen Unterschied zwischen Schicht- und Tagarbeitern gab (26,6 vs. 26,3 kg/m²). Der prozentuale Anteil an übergewichtigen Probanden (BMI > 25) war bei Schicht- und Tagarbeitern nahezu gleich (45,3 vs. 48,2 %), doch der Anteil an adipösen Probanden (BMI > 30) war bei den Schichtarbeitern größer (17,9 vs. 12,2 %) (Tab. 5).

Tab. 5 - Schicht- und Tagarbeiterkollektive eingeteilt nach BMI-Klassifikationen

		BMI 20 - 25	BMI 25 - 30	BMI über 30
A	Schichtarbeiter	35,9 %	45,3 %	17,9 %
B	Tagarbeiter	39,6 %	48,2 %	12,2 %
C	Schichtarbeiter mit einer ungünstigen Rotation	32,1 %	48,2 %	19,7 %
D	Schichtarbeiter mit einer günstigen Rotation	41,4 %	41,4 %	14,9 %
		p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,7	0,8	0,2
C vs D		0,3	0,5	0,5

In Abhängigkeit von der Rotation zeigte sich ein Unterschied beim BMI-Mittelwert, die ungünstig-rotierenden Schichtarbeiter hatten einen höheren BMI-Mittelwert als die günstig rotierenden (27,03 vs. 26,01 kg/m², p = 0,08).

Aus den Angaben zu Taillen- und Hüftumfang wurde die Die Waist-to-hip-Ratio (WHR) berechnet. Von den Männern zeigten 18,1 % einen Wert $\geq 1,0$, von den Frauen wiesen 36,5 % einen Wert von $\geq 0,85$ auf, 88,5 % der Männer mit einer zu hohen Die Waist-to-hip-Ratio waren Schichtarbeiter, bei den Frauen waren 60,9 % mit einer zu hohen WHR Schichtarbeiterinnen. Insgesamt wurde bei 23,3 % der Schichtarbeiter eine erhöhte Die Waist-to-hip-Ratio festgestellt, bei den Tagarbeitern nur bei 9,4 % (p < 0,001).

Die Betrachtung der Mittelwerte des Taillenumfanges zeigte, dass die Schichtarbeiter gegenüber den Tagarbeitern (94,8 vs. 91,4 cm, p = 0,01) und die ungünstig-rotierenden gegenüber den günstig-rotierenden Schichtarbeitern (96,3 vs. 92,8 cm, p = 0,06) signifikant höhere Taillenumfänge aufwiesen. Insgesamt fanden wir bei 27,1 % alle Schichtarbeiter erhöhte Werte für den Taillenumfang (über 102 cm bzw. 88 cm), bei den Tagarbeitern nur bei 17,3 % (p = 0,1).

Einen Zusammenhang zwischen erhöhten BMI-Werten und der Angabe von Schlafstörungen im Arbeitsmedizinischen Fragebogen zeigte sich nicht. Aus der Abb. 6 wird ersichtlich, dass der Anteil an Probanden mit Schlafstörungen bei Schichtarbeitern höher war als

bei den Tagarbeitern. Es bestand aber kein Zusammenhang zwischen Übergewicht/Adipositas und der Nennung von Schlafstörungen.

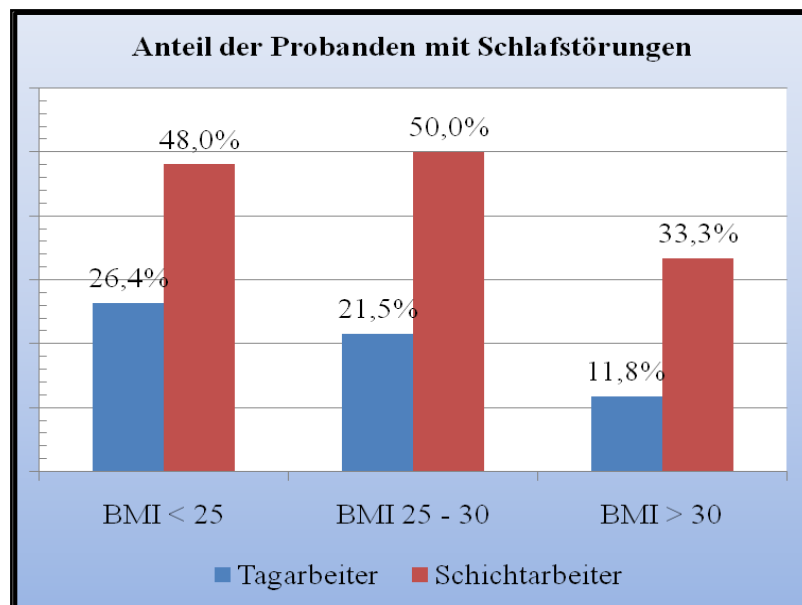


Abb. 6 - Der Anteil an Probanden mit Schlafstörungen bei Schicht- und Tagarbeitern für die jeweilige BMI-Klassifikation

Schichtarbeiter wiesen zwar im Mittel einen signifikant höheren PSQI-Gesamtwert als Tagarbeiter auf (6,73 vs. 4,66, $p < 0,001$), es bestand allerdings keine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem PSQI-Gesamtwert und dem BMI (Abb. 7).

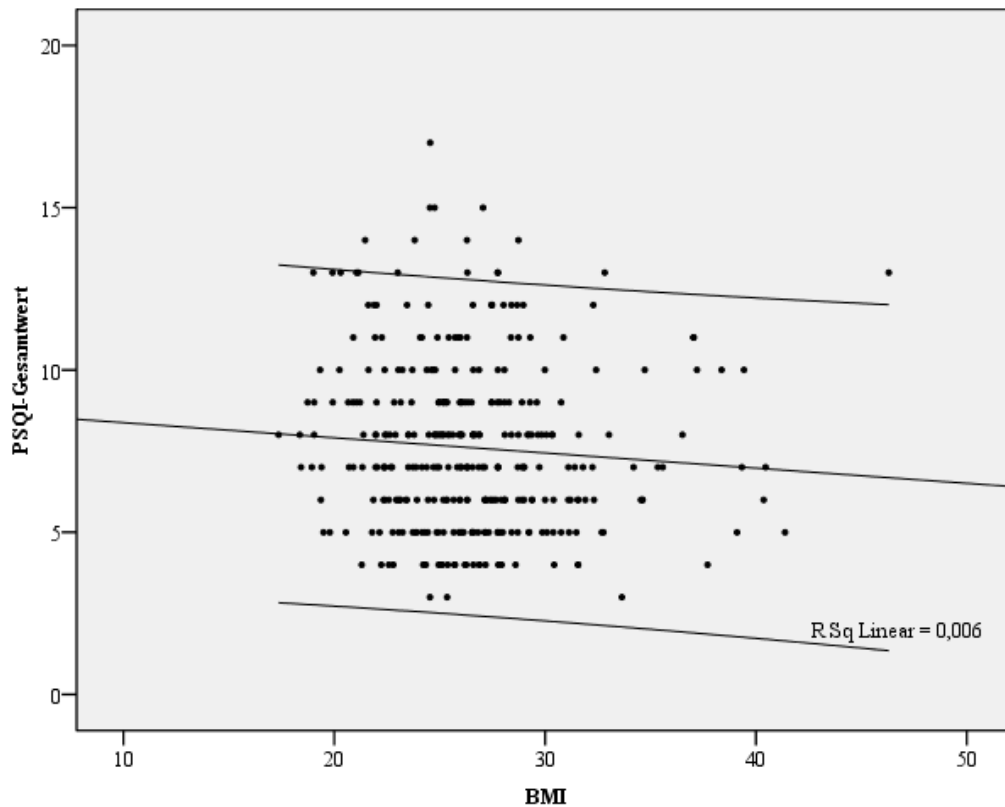


Abb. 7 - Die Korrelation von BMI und PSQI-Gesamtwert

Es bestand ein deutlicher Zusammenhang zwischen erhöhten BMI-Werten bzw. erhöhtem Taillenumfang als Grad für die abdominelle Adipositas und den Leptin- und Ghrelin-Serumkonzentrationen (Abb. 8). Es zeigte sich, dass die Probanden mit einem Bauchumfang von mehr als 102 cm bzw. 88 cm signifikant höhere Leptin-Mittelwerte aufwiesen als die Probanden mit einem Bauchumfang von weniger als 102 cm / 88cm (20 ng/ml vs. 10,3 ng/ml, $p = 0,002$). Probanden mit einem Bauchumfang von mehr als 102 cm bzw. 88 cm im Mittel zeigten signifikant niedrigere Ghrelin-Werte als die mit einem Bauchumfang von weniger als 102 cm bzw. 88 cm (555,22 pg/ml vs. 658,72 pg/ml, $p < 0,001$).

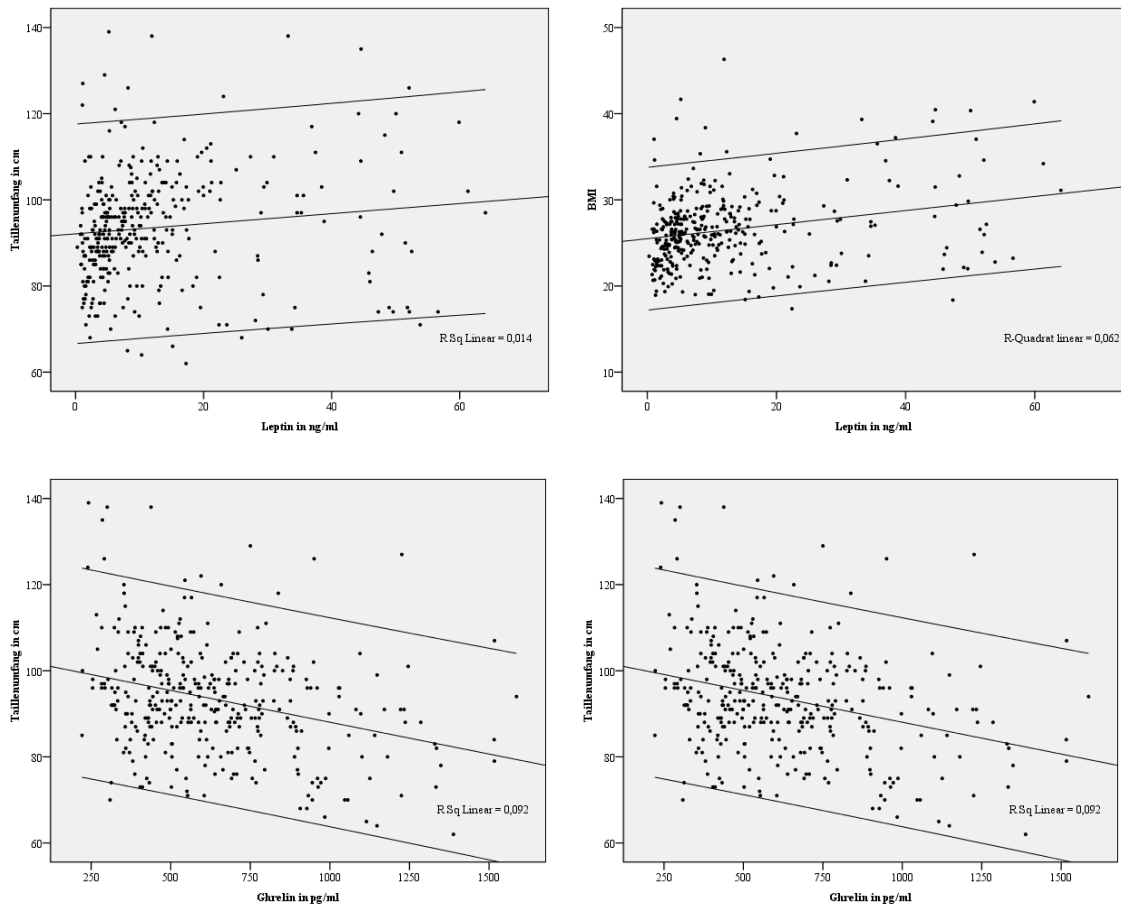


Abb. 8 - Die Korrelation von BMI und Taillenumfang mit Leptin- und Ghrelinserumspiegeln im Gesamtkollektiv

4.c Leptin und Ghrelin

Leptin, Ghrelin und mittlere Schlafdauer

Eine BMI-eingeteilte Auswertung von Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter unter Berücksichtigung des Parameters mittlere Schlafdauer als Abbildung der zirkadianen Rhythmik ergab die in der Tab. 6 dargestellten Ergebnisse.

Tab. 6 – Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von der Schlafdauer eingeteilt nach dem BMI

BMI ≤ 25		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
	Anzahl n	28	17	41	26	2
A	Leptin - Schichtarbeiter	12,6 (14,1)	7,6 (6,7)	9,2 (10,3)	5,6 (7,9)	---
B	Leptin - Tagarbeiter	7,1 (5,6)	19,9 (17,6)	19,3 (18,3)	13,8 (16,1)	28,6 (25,1)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	672,8 (296,9)	660,6 (200,8)	639,2 (275,2)	709,8 (333,9)	---
D	Ghrelin - Tagarbeiter	720,8 (238,7)	858,4 (236,1)	791,2 (359)	779,2 (290,4)	669,2 (45,1)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,3	0,055	0,03	0,059	---
C vs D		0,7	0,1	0,1	0,4	---

BMI 25-30		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
	Anzahl n	14	21	68	62	1
A	Leptin - Schichtarbeiter	15,3 (10,6)	8,6 (5,6)	12,1 (10,1)	11,6 (13,2)	---
B	Leptin - Tagarbeiter	17,9 (10,4)	7,2 (3,78)	7,3 (6,6)	8,1 (8,2)	13,5
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	612,1 (220,5)	637,9 (230,9)	629,8 (238,6)	618,4 (315,2)	---
D	Ghrelin - Tagarbeiter	710,4 (278,8)	477,6 (185,3)	538,9 (190,9)	559,9 (196,9)	1334,9
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,7	0,6	0,05	0,2	---
C vs D		0,5	0,1	0,1	0,3	---

BMI ≥ 30		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
	Anzahl n	6	8	21	19	1
A	Leptin - Schichtarbeiter	16,3 (23,3)	11,2 (4,3)	19,9 (14,8)	21,8 (22,6)	11,6
B	Leptin - Tagarbeiter	19,6	27,8 (18,5)	39,6 (22,3)	17,1 (17,6)	---
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	608,1 (119,8)	477,4 (73,9)	565,4 (242,5)	485,9 (148,3)	346,9
D	Ghrelin - Tagarbeiter	799,4	486,6 (229,5)	403,2 (104,8)	523,1 (281,6)	---
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		---	0,09	0,04	0,6	---
C vs D		---	0,9	0,2	0,7	---

Es zeigte sich, dass bei den normgewichtigen Probanden Schichtarbeiter stets niedrigere Leptin-Mittelwerte aufwiesen als Tagarbeiter, für die Gruppe mit einer Schlafdauer von 6 bis 6,9 Std. Schlaf war dieser Unterschied trotz der niedrigen Probandenzahl sogar signifikant (9,2 vs. 19,3 ng/ml, $p = 0,03$). Nur gering wurde das Signifikanz-Niveau verfehlt für die Gruppen mit einer Schlafdauer von 5,01 bis 5,9 Std. (7,6 vs. 19,9 ng/ml, $p = 0,055$) und 7 bis 8,9 Std. (5,6 vs. 13,8 ng/ml, $p = 0,059$) Schlaf. Lediglich bei der Gruppe der am stärksten schlafdeprivierten Probanden (fünf und weniger Stunden Schlaf) bestand kein Unterschied mehr zwischen Schicht- und Tagarbeitern.

Tendenziell wiesen Schichtarbeiter im Vergleich mit den Tagarbeitern in der normgewichtigen Probandengruppe niedrigere Ghrelin-Mittelwerte auf, diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Wie bei den normgewichtigen Probanden lag auch bei den adipösen Probanden (19,9 vs. 39,6 ng/ml, $p = 0,04$) mit einer Schlafdauer von 6 bis 6,9 Std. Schlaf ein signifikant niedrigerer Leptinspiegel bei den Schichtarbeitern im Vergleich zu den in Tagarbeit beschäftigten Probanden vor.

Bei den übergewichtigen Probanden mit einer Schlafdauer von 6 bis 6,9 Std. Schlaf hingegen fand sich ein signifikant höherer Leptinspiegel bei den Schichtarbeitern im Vergleich zu den Tagarbeitern (12,1 vs. 7,26 ng/ml, $p = 0,05$). Dies ist auch die Gruppe mit der höchsten Probandenzahl.

In den Gruppen der übergewichtigen und adipösen Probanden ließ sich kein engerer Zusammenhang zwischen Schlafdauer und Ghrelin-Mittelwerten darstellen.

Die Tab. 7 zeigt eine BMI-eingeteilte Auswertung von Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schichtarbeiter mit einer ungünstigen bzw. günstigen Schichtenfolge unter Berücksichtigung des Parameters mittlere Schlafdauer als Abbildung der zirkadianen Rhythmik.

Tab. 7 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Schichtarbeiter in günstiger und ungünstiger Schichtfolge in Abhängigkeit von der Schlafdauer eingeteilt nach dem BMI

BMI ≤ 25		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
A	Leptin - Schichtarbeiter (ungünstige Rot.)	14 (14,7)	8 (5,5)	11,5 (15,2)	3,7 (3,1)	---
B	Leptin - Schichtarbeiter (günstige Rot.)	12,7 (14,5)	8,9 (9,8)	9,8 (9,3)	4,3 (3,1)	10,9
C	Ghrelin - Schichtarbeiter (ungünstige Rot.)	731,8 (290,1)	645,4 (200,5)	667,7 (327,7)	727,2 (312,3)	---
D	Ghrelin - Schichtarbeiter (günstige Rot.)	589,7 (277,3)	687,9 (221,9)	598,5 (152,6)	588,4 (373,8)	637,3
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,8	0,8	0,7	0,7	---
C vs D		0,2	0,7	0,5	0,4	---

BMI 25-30		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
A	Leptin - Schichtarbeiter (ungünstige Rot.)	17,1 (7,5)	9 (6,3)	11,9 (9,7)	14,1 (14,2)	---
B	Leptin - Schichtarbeiter (günstige Rot.)	12,2 (15,5)	7,1 (1,9)	12,8 (12,5)	10,2 (12,4)	---
C	Ghrelin - Schichtarbeiter (ungünstige Rot.)	491,9 (154,6)	613 (225,5)	643 (259)	710,6 (365,6)	---
D	Ghrelin - Schichtarbeiter (günstige Rot.)	822,5 (146,5)	737,6 (273,8)	577,4 (125)	552,2 (264)	---
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,4	0,6	0,8	0,4	---
C vs D		0,007	0,4	0,4	0,2	---

BMI \geq 30		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
A	Leptin - Schichtarbeiter (ungünstige Rot.)	16,3 (23,3)	10,8 (4,9)	22,3 (14,9)	8,1 (4,6)	---
B	Leptin - Schichtarbeiter (günstige Rot.)	---	12,75	12,1 (13)	35,6 (25,6)	11,6
C	Ghrelin - Schichtarbeiter (ungünstige Rot.)	608,1 (119,8)	501,4 (68,7)	539,6 (186)	523,5 (183,3)	---
D	Ghrelin - Schichtarbeiter (günstige Rot.)	---	405,2	649,5 (403,9)	448,4 (111,1)	346,9
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		---	---	0,2	0,04	---
C vs D		---	---	0,4	0,4	---

Nach Auswertung der Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schichtarbeiter in günstiger und ungünstiger Schichtrotation in Bezug auf die mittlere Schlafdauer und eingeteilt nach den BMI-Klassifikationen zeigte sich, dass bei den adipösen Probanden mit einer Schlafdauer von 7 bis 8,9 Std. Schlaf die Schichtarbeiter in einer günstigen Schichtrotation im Mittel einen signifikant höheren Leptin-Wert hatten als die mit einer ungünstigen Schichtrotation (8,1 vs. 35,6 ng/ml, $p = 0,04$).

Bei den übergewichtigen Schichtarbeitern in einer günstigen Schichtfolge und mit einer Schlafdauer von 5 und weniger Stunden Schlaf zeigte sich ein signifikant höherer Ghrelin Spiegel im Vergleich zu den Schichtarbeitern mit einer ungünstigen Schichtrotation (822,5 vs. 491,9 pg/ml, $p = 0,007$).

Es stellte sich auch hier kein Zusammenhang zwischen der mittleren Schlafdauer und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von höheren Leptin-Werten bzw. niedrigeren Ghrelin-Werten mit durchschnittlich längerer Schlafdauer dar.

Die Einteilung der Probanden in lediglich zwei Gruppen an Hand der mittleren Schlafdauer (fünf und mehr Std. Schlaf und eine deutlich zu kurze Schlafdauer von weniger als fünf Std. Schlaf) erbrachte letztlich keine neuen Gesichtspunkte.

Leptin, Ghrelin und die Schlaffeffizienz

Nach Auswertung der Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter in Bezug auf die Schlaffeffizienz (Komponente 4, PSQI) und eingeteilt nach den BMI-Klassifikationen zeigte sich, dass die normgewichtigen Schichtarbeiter tendenziell niedrigere Leptinwerte aufwiesen als die Tagarbeiter, für die Gruppe mit einer Schlaffeffizienz von 65 bis 74 % war dieser Unterschied sogar signifikant (7,4 vs. 40 ng/ml, $p < 0,001$) (Tab. 8).

Tab. 8 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von der Schlaffeffizienz eingeteilt nach dem BMI

BMI ≤ 25		< 65%	65 - 74 %	75 - 84 %	≥ 85%
	Anzahl n	9	18	26	79
A	Leptin - Schichtarbeiter	2,6 (2,5)	7,4 (7,1)	11,2 (11,4)	9,4 (11,6)
B	Leptin - Tagarbeiter	6,5 (5,7)	40 (22,2)	20,7 (18,9)	13,8 (14,8)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	579 (240,4)	737,3 (296,6)	685,5 (268,4)	643,9 (287,5)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	782,6 (187,5)	632,5 (138,3)	731,8 (381,6)	810,7 (301,6)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
	A vs B	0,3	< 0,001	0,1	0,1
	C vs D	0,1	0,5	0,7	0,01

BMI 25-30		< 65%	65 - 74 %	75 - 84 %	≥ 85%
	Anzahl n	11	12	22	115
A	Leptin - Schichtarbeiter	18,4 (12)	12,7 (6,7)	11,7 (10,1)	10,4 (10,7)
B	Leptin - Tagarbeiter	29,9	13	7 (4,4)	7,95 (7,84)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	714,5 (144,3)	574 (250,4)	660,1 (346)	615,4 (239,6)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	403,6	948,6	541,1 (227,8)	572,5 (220,3)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
	A vs B	---	---	0,3	0,1
	C vs D	---	---	0,5	0,3

BMI \geq 30		< 65%	65 - 74 %	75 - 84 %	\geq 85%
	Anzahl n	4	4	7	41
A	Leptin - Schichtarbeiter	8,7 (1,4)	35 (22,5)	16,6 (13,5)	18,1 (17,2)
B	Leptin - Tagarbeiter	29,1 (13,3)	9,7	35,5 (27,6)	21,8 (19,3)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	529,3 (50,7)	561,1 (132,4)	609,6 (269,5)	535,8 (208,8)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	698,9 (142,1)	436,6	438,2 (208,5)	490,8 (263,1)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,1	---	0,2	0,5
C vs D		0,2	---	0,4	0,5

Bei den normgewichtigen Probanden mit einer Schlafeffizienz von \geq 85 % zeigten sich bei den Schichtarbeitern im Mittel ein signifikant niedrigerer Ghrelin-Wert, als bei den vergleichbaren Tagarbeiter (643,9 vs. 810,7 pg/ml, $p = 0,01$).

Es zeigte sich auch hier kein Zusammenhang zwischen der Schlafeffizienz und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von höheren Leptin-Werten bzw. niedrigeren Ghrelin-Werten mit durchschnittlich größerer Schlafeffizienz.

Leptin, Ghrelin und Schlafstörungen

Nach Auswertung der Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter in Bezug auf Schlafstörungen und eingeteilt nach den BMI-Klassifikationen zeigte sich, dass die normgewichtigen Schichtarbeiter ohne Schlafstörungen im Mittel einen signifikant niedrigeren Leptin-Wert hatten als die Tagarbeiter ohne Schlafstörungen (6,8 vs. 17,5 ng/ml, $p = 0,001$).

Bei den übergewichtigen Probanden ohne Schlafstörungen zeigte sich, dass die Schichtarbeiter im Mittel einen signifikant höheren Leptin-Wert hatten, als die vergleichbaren Tagarbeiter (11,5 vs. 7,6 ng/ml, $p = 0,04$).

Tab. 9 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von den Schlafstörungen eingeteilt nach dem BMI

BMI ≤ 25		keine Schlafstörungen	Schlafstörungen
A	Leptin - Schichtarbeiter	6,8 (6,5)	11,5 (13,3)
B	Leptin - Tagarbeiter	17,5 (18,6)	12,6 (9,4)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	695 (325, 8)	648 (237,9)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	767,3 (295,7)	792,6 (300,8)
		p-Werte	p-Werte
A vs B		0,001	0,7
C vs D		0,3	0,08

BMI 25-30		keine Schlafstörungen	Schlafstörungen
A	Leptin - Schichtarbeiter	11,5 (10,6)	11,5 (10,7)
B	Leptin - Tagarbeiter	7,6 (7,3)	10,3 (9,1)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	634,2 (278,6)	626,1 (234,5)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	569,2 (221,6)	573 (211,2)
		p-Werte	p-Werte
A vs B		0,04	0,6
C vs D		0,2	0,4

BMI ≥ 30		keine Schlafstörungen	Schlafstörungen
A	Leptin - Schichtarbeiter	18,3 (15,3)	18,5 (19,9)
B	Leptin - Tagarbeiter	26,1 (20,1)	11,9 (11,1)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	558,7 (233,3)	519,4 (121,5)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	444,75 (177,8)	915,1 (163,5)
		p-Werte	p-Werte
A vs B		0,1	0,6
C vs D		0,1	0,001

Bei den adipösen Probanden mit Schlafstörungen zeigte sich, dass die Schichtarbeiter im Mittel einen signifikant niedrigeren Ghrelin-Wert hatten, als die vergleichbaren Tagarbeiter (519,4 vs. 915,1 pg/ml, $p = 0,001$).

Es zeigte sich auch hier kein Zusammenhang zwischen Schlafstörungen und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von höheren Leptin-Werten bzw. niedrigeren Ghrelin-Werten bei Probanden ohne Schlafstörungen.

Leptin, Ghrelin und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen

Bei der Auswertung von Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter in Bezug auf schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen und eingeteilt nach den BMI-Klassifikationen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Ein eindeutiger Zusammenhang im Sinne von niedrigen Leptin-Werten und / oder hohen Ghrelin-Werten für Probanden mit häufigeren schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen (de facto Schichtarbeiter) ließ sich nicht darstellen.

Leptin, Ghrelin und der PSQI

Nach Auswertung der Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter in Bezug auf die PSQI-Gruppen und eingeteilt nach den BMI-Klassifikationen zeigte sich, dass die normgewichtigen Schichtarbeiter mit einem PSQI von ≤ 5 im Mittel einen signifikant niedrigeren Leptin-Wert hatten als die Tagarbeiter (7,2 vs. 15,9 ng/ml, $p = 0,02$) (Tab. 10). Die übergewichtigen Schichtarbeiter mit einem PSQI von ≤ 5 hatten hingegen im Mittel einen signifikant höheren Leptin-Wert hatten als die Tagarbeiter (12,8 vs. 8,1 ng/ml, $p = 0,04$).

Tab. 10 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von dem PSQI-Gesamtwert eingeteilt nach dem BMI

BMI ≤ 25		PSQI ≥ 11 Chronische Schlafstörungen	PSQI 6 - 10 Schlechte Schläfer	PSQI ≤ 5 Gute Schläfer
	Anzahl n	19	46	61
A	Leptin - Schichtarbeiter	8,1 (7,2)	12,2 (13,7)	7,2 (9,8)
B	Leptin - Tagarbeiter	7,1 (5,7)	19,5 (18,5)	15,9 (16,6)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	642,4 (263,6)	659,7 (263,6)	691 ,1 (330,9)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	720,9 (238,7)	682,1 (305,1)	809,2 (300,4)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,7	0,1	0,02
C vs D		0,5	0,8	0,1

BMI 25-30		PSQI ≥ 11 Chronische Schlafstörungen	PSQI 6 - 10 Schlechte Schläfer	PSQI ≤ 5 Gute Schläfer
	Anzahl n	10	65	85
A	Leptin - Schichtarbeiter	17,8 (10,7)	10,2 (8,2)	12,8 (13,3)
B	Leptin - Tagarbeiter	21,4 (11,9)	7,2 (4,2)	8,1 (8,0)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	705,8 (278,1)	614,3 (246,7)	634,2 (271,3)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	676,1 (385,4)	483,4 (218,1)	580,5 (213,9)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,6	0,2	0,04
C vs D		0,9	0,08	0,3

BMI \geq 30		PSQI \geq 11 Chronische Schlafstörungen	PSQI 6 - 10 Schlechte Schläfer	PSQI \leq 5 Gute Schläfer
	Anzahl n	7	16	31
A	Leptin - Schichtarbeiter	16,1 (19,9)	15,3 (12,1)	21,8 (19,4)
B	Leptin - Tagarbeiter	19,7	22,6 (23,0)	26,1 (21,1)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	548,6 (97,0)	508,6 (168,3)	548,0 (233,6)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	799,4	430,7 (294,2)	504,9 (236,0)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		---	0,4	0,5
C vs D		---	0,5	0,6

Es zeigte sich auch hier kein Zusammenhang zwischen der Zuordnung zu einer PSQI-Gruppe und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von höheren Leptin-Werten bzw. niedrigeren Ghrelin-Werten bei Probanden mit einer Eingruppierung in eine „bessere“ PSQI-Gruppe.

Auf Grund der fehlenden Korrelation zwischen dem PSQI-Gesamtwert und dem BMI (Abb. 7), wurde das Gesamtkollektiv erneut und ohne BMI-Einteilung beurteilt.

Eine Auswertung von Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter unter Berücksichtigung des Parameters PSQI-Gruppe als Abbildung der zirkadianen Rhythmik und ohne BMI-Einteilung ergab die in der Tab. 11 dargestellten Ergebnisse

Tab. 11 - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von dem PSQI-Gesamtwert

		PSQI \geq 11 Chronische Schlafstörungen	PSQI 6 - 10 Schlechte Schläfer	PSQI \leq 5 Gute Schläfer
	Anzahl n	36	127	177
A	Leptin - Schichtarbeiter	12,8 (12,0)	11,7 (10,9)	13,1 (14,8)
B	Leptin- Tagarbeiter	11,7 (9,2)	13,6 (14,5)	13,3 (15,0)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	640,4 (233,6)	615,4 (245,2)	633,3 (286,5)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	719,6 (235,5)	563,4 (272,9)	652,8 (275,6)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte
A vs B		0,8	0,4	0,9
C vs D		0,3	0,3	0,6

Nach Auswertung der Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter in Bezug auf die PSQI-Gruppen und nicht eingeteilt nach den BMI-Klassifikationen war zu erkennen, dass bei den Tagarbeitern die höchsten Ghrelin-Werte und die niedrigsten Leptin-Werte bei den Probanden zu sehen sind, die nach dem PSQI-Index der Gruppe chronische Schlafstörungen (PSQI \geq 11) zugeordnet waren (11,7 ng/ml bzw. 719,6 pg/ml).

Bei den Schichtarbeitern fanden sich relativ konstante Werte in allen drei Gruppen.

Es stellte sich somit erstmals ein Zusammenhang zwischen den PSQI-Gruppen und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von niedrigen Leptin-Werten bzw. hohen Ghrelin-Werten bei Probanden mit einer Chronischen Schlafstörung dar. Dieser Zusammenhang war allerdings auf die Tagarbeiter beschränkt.

5. Diskussion

In den Ländern der westlichen Welt arbeiten rund 20 % der Beschäftigten in Schichtarbeitsmodellen (Rajaratnam, 2001). Dieser Anteil dürfte in der Zukunft noch weiter steigen, da vor allem zukunftssträchtige Wirtschaftszweige einen hohen Anteil an Schichtarbeit aufweisen. Die Bedeutung der Schichtarbeit wird somit größer und gesundheitliche Auswirkungen auf die Arbeitnehmer häufiger (Schweflinghaus, 2002; Costa, 2003).

Aus der gegenüber der Tagesrhythmik des Körpers verschobenen zeitlichen Lage für Arbeit, Erholung und Schlaf resultiert durch Schichtarbeit eine Störung der zirkadianen Rhythmik. Dies äußert sich in Störungen des Schlafverhaltens. Arbeiter im Schichtdienst, vor allem mit Nachtarbeit, berichten häufiger über Schlafstörungen und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen als Tagarbeiter mit den üblichen Arbeitszeiten, was auch wir mit unseren Ergebnissen untermauern konnten. Weiterhin ist gegenüber den Tagarbeitern die Schlafdauer verkürzt, die Schlaflatenz verlängert und die Schlaffeffizienz erniedrigt. Dies lässt insgesamt den Rückschluss zu, dass Schichtarbeit vor allem mit Nachtarbeit durchaus als Modell eines chronischen Schlafentzugs interpretiert werden kann (Reinberg et al.; 1978; 1988; Costa, 2003; Wussow et al., 2006).

Die Folge dieses chronischen Schlafentzuges bzw. der chronischen Schlafstörungen sind eine Reihe von unspezifischen Beschwerden (Magen-Darmbeschwerden, innere Unruhe, Nervosität und Tagesmüdigkeit) und metabolische Veränderungen (Hyper- und Dyslipoproteinämie, Hypertonie, Steigerung der Diabetesinzidenz, Adipositas) (Nagaya et al., 2002; Karlsson et al., 2003; Wussow et al., 2003; Schultes, 2004; Knutson et al., 2007). Es zeigten sich auch bei uns Hinweise auf diese beschriebenen Auswirkungen der Schichtarbeit. Die Schichtarbeiter in unserer Studie wiesen im Vergleich zu den Tagarbeitern eine Reihe von metabolischen Veränderungen auf, die als Risikofaktoren für Erkrankungen wie z. B. koronare Herzkrankheit und Diabetes mellitus gelten (erhöhter Taillenumfang, erhöhter Blutdruck, erhöhte TG-Werte, erniedrigte HDL-Cholesterin-Werte).

Diese Assoziation zwischen den beschriebenen metabolischen Veränderungen und der Schichtarbeit bzw. die Assoziation zwischen (chronischen) Schlafstörungen und der Schichtarbeit, scheint sich bei der Betrachtung der Leptin- und Ghrelin-Werte und dem Vergleich zwischen Schicht- und Tagarbeitern in unserer Studie allerdings nur bedingt wiederzufinden.

5.a Schlaf und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen

Schlafstörungen an sich sind in der Gesellschaft ein häufiges Phänomen. Unter der Leitung von Hohagen und Riemann konnte in den neunziger Jahren im Rahmen der „Mannheimer Allgemeinarztstudie“ gezeigt werden, dass sich bei ca. 20 % aller Patienten schwere Insomnien mit daraus folgender Beeinträchtigung der Tagesbefindlichkeit finden lassen (Hohagen et al., 1993). Nach Erhebungen des RKI aus 2005 klagen in der Bevölkerung 25 % über Schlafstörungen, 11 % empfinden ihren Schlaf als „nicht erholsam“ (Penzel et al., 2005). In einer schwedischen Studie gaben 15 % der Männer und 26 % der Frauen Schlafstörungen an (Fahlen et al., 2006) und in einer deutschen Studie zeigte sich, dass 28,5 % der Probanden Schlafstörungen in den letzten 7 Tagen angaben (Weyerer und Dilling, 1991). Es gibt bei fast allen Studien zwar differierende Angaben zur Geschlechts- und Altersspezifität, allerdings kommen die meisten Studien überein, dass Frauen und ältere Menschen häufiger unter Schlafstörungen leiden.

Die Ursachen für Schlafstörungen sind dabei vielfältig: Depressionen, organische Ursachen wie Schlafapnoe, Stress und seelische Belastungen oder Drogen und Medikamente. In 9 % der Fälle sind laut der Dt. Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin äußere Ursachen wie Schichtarbeit der Grund für Schlafstörungen. Die Häufigkeit an Schlafstörungen zu leiden liegt für Schichtarbeiter bei 35,7 bis 44,4 %, (Gabarino et al., 2002; Wussow et al., 2003; Van Mark et al., 2007). Wir fanden in unserem Kollektiv ähnliche Häufigkeiten (46,5 % für die Schicht- und 22,4 % für die Tagarbeiter).

Ein grundsätzliches Problem sind dabei die in verschiedenen Studien unterschiedlich genutzten Scores zur Datenerhebung wie Epworth Sleepiness Scale (ESS) (Johns, 1991, 1992) oder die Diagnose nach Diagnoseschlüsseln wie DSM-IV oder ICD-10. Bei unserem Studiendesign haben wir uns für den Pittsburgh Schlafqualitätsindex (PSQI) entschieden, da dieser in verschiedenen Studien eine ausreichende wissenschaftliche Validierung aufwies und für das Setting eine sehr geeignete Methode zur Evaluation der subjektiven Schlafqualität darstellte. Der Aufbau des PSQI und die Ergänzung durch die Fragen im Arbeitsmedizinischen Fragebogen ermöglichte weiterhin eine genauere Untersuchung der einzelnen Komponenten der Schlafstörungen sowie eine Beurteilung auch der schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen. Im Vergleich dazu eignet sich der ESS eher zur Beurteilung schlafbezogener Atemwegstörungen. Eine Diagnose von Schlafstörungen nach DSM-IV oder ICD 10 ist im arbeitsmedizinischen/arbeitswissenschaftlichen Setting vor Ort bei Befragungen der Probanden in den Betrieben und während der Betriebszeiten schwer durchführbar.

Ein weiterer Unterschied zwischen den Studien bestand in den Probandenkollektiven. In der Mannheimer Allgemeinartzstudie zum Beispiel wurden nur Patienten einer Arztpraxis befragt. Die Erhebungen des RKI beziehen sich in der Regel auf die Allgemeinbevölkerung. In unserer Studie wurde hingegen ein arbeitendes Kollektiv mit hohem Anteil an Schichtarbeitern und dabei wiederum mit einem hohen Anteil an Nachtarbeit untersucht. Dies gilt es bei der Interpretation unserer Ergebnisse zu berücksichtigen.

In unseren Untersuchungen wurde deutlich, dass Schichtarbeiter im Vergleich zu den Tagarbeitern signifikant häufiger an Schlafstörungen sowie an schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen litten. Die Schichtarbeiter fühlten sich weiterhin signifikant häufiger durch ihre Arbeit überlastet. Sie gaben dabei am häufigsten an, sie hätten einfach zu viel Stress. Je nachdem, in welcher Schichtwoche die Probanden tätig waren, hatten zwischen 32 % und 45 % der Schichtarbeiter eine zu kurze Schlafdauer von unter fünf Stunden, bei den Tagarbeitern waren es weniger als 10 %. Die Auswertung der Fragen zum PSQI für die Schlafdauer zeigte, dass, je geringer die mittlere Schlafdauer der letzten vier Wochen war, desto höher war der Anteil an Schichtarbeitern im jeweiligen Kollektiv. Dies legt dar, dass Schichtarbeiter im Vergleich zu Tagarbeitern stärker unter Schlafmangel litten.

Der Anteil von Probanden mit schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen am jeweiligen Kollektiv stieg mit Abnahme der durchschnittlich mittleren Schlafdauer. Die weitere Auswertung des PSQI ergab auch, dass die Schichtarbeiter im Vergleich zu den Tagarbeitern häufiger eine schlechte subjektive Schlafqualität angaben ($p = 0,017$). Sie hatten weiterhin eine längere Schlaflatenz ($p < 0,001$) sowie eine erniedrigte Schlafeffizienz ($p < 0,001$) im Vergleich zum Tagarbeiterkollektiv.

Der Anteil an Probanden, die Alkohol als Einschlafhilfe benötigten, war bei den Schichtarbeitern fast doppelt so groß wie bei den Tagarbeitern. Einige der Schichtarbeiter nutzten diese Hilfe sogar mehr als dreimal pro Woche.

Die Endauswertung des PSQI zeigte, dass in der Gruppe „chronische Schlafstörungen“ ($PSQI \geq 11$) signifikant mehr und in der Gruppe „gute Schläfer“ signifikant weniger Schicht- als Tagarbeiter waren.

Eine ungünstige Rotation in der Schichtenfolge schien diese Problematik zu verstärken. Ungünstig rotierende Schichtarbeiter litten gegenüber günstig rotierenden Schichtarbeitern häufiger unter Schlafstörungen (49,3 vs. 40,3 %, $p = 0,1$) und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen wie Tagesmüdigkeit ($p = 0,06$), Verstimmung ($p = 0,08$) und Reizbarkeit ($p = 0,009$). Es stieg auch hier der Anteil von Schichtarbeitern mit ungünstiger Rotation am jeweiligen Kollektiv signifikant mit Abnahme der mittleren Schlafdauer. Dies zeigte, dass

innerhalb des Schichtarbeiterkollektivs die ungünstig rotierenden Schichtarbeiter unter stärkerem Schlafentzug litten, als die günstig rotierenden.

Die ungünstig rotierenden Schichtarbeiter gaben weiterhin häufiger eine schlechte subjektive Schlafqualität an ($p = 0,2$), die Schlaflatenz war verlängert ($p = 0,3$) und die Schlafefizienz erniedrigt ($p = 0,01$). In der Gruppe „chronische Schlafstörungen“ nach dem PSQI (≥ 11) waren zudem mehr ungünstig rotierende Schichtarbeiter als günstig rotierende ($p = 0,02$). Diese Ergebnisse unterstreichen erneut die Annahme, dass Schichtarbeit als Modell eines chronischen Schlafentzuges / einer chronischen Schlafstörung interpretiert werden kann.

Aus einer Vielzahl von Studien ist bekannt, welche Auswirkungen Schlafstörungen auf den Körper haben. Neben einer Steigerung der Diabetesinzidenz durch die Störung des Glukosestoffwechsels (Schultes, 2004) sind auch psychogene Faktoren wie Depressivität zu berücksichtigen (Zulley, 2007). Auch Hyper- und Dyslipoproteinämie, Adipositas, Hypertonie und erhöhter Bauchumfang wurden beobachtet (Van Mark et al., 2007). Die Folgen können eine Reihe von Krankheiten wie Diabetes mellitus, koronare Herzkrankheit und sogar Krebs sein, die wiederum eine Unverträglichkeit mit der Arbeit in Schichtarbeitsmodellen mit sich bringen können. Hier ist nicht nur der Schlafentzug zu berücksichtigen (Schultes et al., 2003; Javaheri et al., 2008), sondern auch die Tatsache, dass Ein- und Durchschlafstörungen für sich allein genommen schon die Diabetesinzidenz ansteigen lassen (Mallon et al., 2005) und mit dem metabolischen Syndrom vergesellschaftet sind (Jennings et al., 2007). Auch die Depression als mögliche Folge der subjektiven Verstimmung, zusammen genommen mit den Schlafstörungen und dem übermäßigen Stressempfinden, stellt eine realistische Gefahr dar.

Diese in der Literatur beschriebenen metabolischen Veränderungen haben auch wir bei unseren Probanden beobachten können. Wie bereits in anderen Veröffentlichungen dargestellt, weisen auch unsere Ergebnisse darauf hin, dass die Schichtarbeit als Ursache für eine Desynchronisation der zirkadianen Rhythmik des Körpers und der daraus resultierenden chronischen Schlafstörung mit einer Reihe von Veränderungen auf diverse biometrische und laborchemische Parameter in Verbindung steht, die als Risikofaktoren für die Entwicklung von Folgeerkrankungen wie zum Beispiel dem metabolischen Syndrom gelten. Dies trifft dabei auf vier von fünf Diagnosekriterien des metabolischen Syndroms zu (Taillenumfang, Hypertonie, Triglycerid-Werte und HDL-Cholesterin-Werte).

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass das Schichtarbeiterkollektiv in unserer Studie im Vergleich zu den Tagarbeitern häufiger und stärker unter Schlafstörungen und

schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen litt. Unsere hier dargestellten Ergebnisse sind in diesen Punkten deckungsgleich mit einer Vielzahl von denen in anderen Studien publizierten (Reinberg et al.; 1978; 1988; Costa, 2003; Nachreiner, 2004). Besonders der PSOI ist dabei ein anerkanntes und ausreichend validiertes Messinstrument und erlaubt so eine sinnvolle Einteilung und Beurteilung der Probanden.

Die Ursachen dieser Störungen sind am ehesten in den verschlechterten Bedingungen des Tagschlafes zu sehen. Da 91 % der Schichtarbeiter in unserer Studie auch in der Nacht arbeiteten, ist ein gewisses Maß an Tagschlaf unerlässlich. Dieser erlaubt auf Grund der verschlechterten Rahmenbedingungen (Helligkeit, Lärm) aber nur ein begrenztes Maß an physiologischen (Tief-) Schlafphasen. Zusammen mit den misslungenen Versuchen des Körpers, sich an die zur physiologischen Tagesrhythmik des Körpers verschobene zeitliche Lage für Arbeit, Erholung und Schlaf zu adaptieren, sind dies wohl die Hauptgründe für diesen hohen Anteil an Probanden mit entsprechenden Symptomen.

Dieser stärkere Anteil an Schlafstörungen und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen und der daraus resultierenden Desynchronisation der zirkadianen Rhythmik schlägt sich dann auch in Veränderungen des Stoffwechsels der Schichtarbeiter nieder. Auch hier sind unsere Ergebnisse mit denen anderer Studien vergleichbar und im Ergebnis deckungsgleich (Nagaya et al., 2002; Karlsson et al., 2003; Wussow et al., 2003; Ayas et al., 2003; Schultes, 2004; Gottlieb et al., 2005; Spiegel et al., 2005).

5.b BMI und Taillenumfang

Die Auswertung der Daten zu den biometrischen Parametern zeigte, dass der Anteil an adipösen Probanden bei Schichtarbeitern größer war als bei den Tagarbeitern (17,9 vs. 12,2 %). Weiterhin waren 70 % aller adipösen Probanden des Gesamtkollektivs Schichtarbeiter. Die Schichtarbeiter wiesen signifikant häufiger eine Waist-to-hip-Ratio über 1,0 bzw. 0,85 auf als die Tagarbeiter (23,3 vs. 9,4 %, $p < 0,001$). Sie hatten weiterhin häufiger einen zu hohen (27,1 vs. 17,3 %, $p = 0,1$) und auch im Mittel einen höheren Taillenumfang (94,8 vs. 91,4 cm, $p = 0,01$) als die Tagarbeiter.

Analog zu den Ergebnissen für die Schlaf- und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen schien eine ungünstige Rotation auch hier die Ergebnisse zu verschlechtern. Von allen Schichtarbeitern mit einem BMI über 30 (Adipositas) waren fast 70 % in einer ungünstigen Schichtfolge tätig. Die ungünstig rotierenden Schichtarbeiter hatten gegenüber den günstig rotierenden im Mittel einen höheren BMI (27,03 vs. 26,01 kg/m²) und einen größeren Taillenumfang (96,3 vs. 92,8 cm, $p = 0,06$).

Dieser Zusammenhang zwischen Schichtarbeit und Adipositas wurde auch bereits von anderen Autoren beschrieben (Spiegel, 2004; Taheri, 2004; Copertaro et al., 2008; Mosendane et al., 2008; Suwazono et al., 2008).

In einigen wissenschaftlichen Arbeiten wurde ein Zusammenhang zwischen erhöhten BMI-Werten und akutem Schlafentzug bzw. einer (zu) kurzen Schlafdauer beschrieben (Spiegel et al., 2004; Taheri et al., 2004). Dies konnten wir in unseren Ergebnissen nicht nachvollziehen, es bestand ebenfalls kein Zusammenhang zwischen einem erhöhten BMI und dem Auftreten von Schlafstörungen. In einer Dissertation der Charité Berlin aus dem Jahre 2008 zeigten sich bei Patienten mit einer primären Insomnie, jedoch ohne schlafbezogene Atemwegstörungen, sogar niedrigere BMI-Werte im Vergleich zu Patienten ohne Insomnie (Nötzel, 2008).

Ein deutlicher Zusammenhang bestand dagegen zwischen den BMI- und Taillenwerten und den Leptin- und Ghrelinserumspiegeln. Mit steigenden BMI-Werten bzw. steigenden Werten für den Taillenumfang stiegen die Leptinserumspiegel bzw. fielen die Ghrelinserumspiegel. Es zeigte sich auch, dass Probanden mit einem Taillenumfang über 102 bzw. 88 cm signifikant höhere Leptinspiegel (20 ng/ml vs. 10,3 ng/ml, $p = 0,002$) und signifikant niedrigere Ghrelinspiegel aufwiesen (555,22 pg/ml vs. 658,72 pg/ml, $p < 0,001$). Dies wurde bereits in den Ergebnissen anderer Autoren so beschrieben (Pagotto et al., 2003; Taheri, 2004; Jockenhövel, 2006; Görtzen und Veh, 2007).

Ferner begründet dieser Zusammenhang auch die BMI-eingeteilte Auswertung der Leptin- und Ghrelin-Werte für die Schicht- und Tagarbeiter bzw. für ungünstig rotierende und günstig rotierende Schichtarbeiter.

5.c Leptin und Ghrelin

Die Assoziation von Schichtarbeit mit einer Störung der zirkadianen Rhythmik des Körpers zum einen wie auch die Verbindung zwischen Schichtarbeit und einer erhöhten Prävalenz für Adipositas zum anderen lassen den Rückschluss zu, dass Schichtarbeit auch Auswirkungen auf die Sezernierung von Leptin und Ghrelin haben könnte. Bekannt ist, dass ein höherer Anteil an abdominellem Fettgewebe auch mit erhöhten Leptinspiegeln und ggf. sogar mit einer Leptinresistenz sowie durch die Inversion mit erniedrigten Ghrelinspiegeln und ggf. einer Ghrelinresistenz einhergeht (Pagotto et al., 2003; Jockenhövel, 2006; Görtzen und Veh, 2007). Aus Studien ist weiterhin bekannt, dass eine Störung der zirka-

dianen Rhythmik durch zumindest kurzzeitige anteilige oder vollständige Schlafrestriktion mit erniedrigten Leptin- bzw. erhöhten Ghrelinspiegeln einhergeht (Spiegel et al., 2001, 2004; Mullington et al., 2003; Knutson und Van Cauter, 2008; Van Cauter und Knutson, 2008).

Die beschriebene Korrelation zwischen den Parametern der abdominellen Adipositas (Taillenumfang und BMI) und erhöhten Leptin-Werten bzw. erniedrigten Ghrelin-Werten war auch bei unserem Kollektiv ersichtlich. Diese Korrelation war auch der Grund dafür, dass die Ergebnisse in unserer Studie nach den BMI-Klassifikationen ≤ 25 (Normalgewicht), 25 - 30 (Übergewicht) und $\geq 30 \text{ kg / m}^2$ (Adipositas) eingeteilt ausgewertet worden sind und wir auch nur eine solche Einteilung für sinnvoll erachten. In anderen Studien wird dieses meist unterlassen oder es wird nur ein Kollektiv mit normalgewichtigen Probanden verglichen (Spiegel et al., 2001; Spiegel et al., 2004; Knutson und Van Cauter, 2008; Van Cauter und Knutson, 2008).

Die Sekretion der Hormone Leptin und Ghrelin innerhalb einer zirkadianen Rhythmik ist bereits mehrfach ausführlich beschrieben und wissenschaftlich untersucht worden (Sinha et al., 1996). Da wir von einer Störung der zirkadianen Rhythmik durch Schichtarbeit und daraus resultierenden chronischen Schlafstörungen ausgehen, wurde unsere Auswertung weiterhin einem Parameter gegenübergestellt, der die zirkadiane Rhythmik abbilden sollte. Zusammen mit der Blutentnahme zur gleichen Tageszeit sollten diese beiden Merkmale die Ergebnisse vergleichbar machen und die Effekte der zirkadianen Rhythmik auf die Sekretion der Hormone ausblenden.

Bei der Auswertung wurde darum der BMI-eingeteilte und nach Kollektiven untergliederte Datensatz zunächst mit der durchschnittlichen mittleren Schlafdauer der letzten vier Wochen gegenübergestellt. Aus den Auswertungen zu Schlaf- und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen ließ sich ein Zusammenhang zwischen der Schlafdauer und der Kollektivzugehörigkeit darstellen. Da mit Abnahme der mittleren Schlafdauer nicht nur der Anteil an Schichtarbeitern im jeweiligen Kollektiv, sondern auch der Anteil an Schlaf- und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen zunahm, hatten wir entsprechend den Ergebnissen aus anderen Studien einen Abfall der Leptin-Werte bzw. einen Anstieg der Ghrelin-Werte mit Abnahme der mittleren Schlafdauer erwartet.

Doch wurden hier nur vereinzelt statistisch signifikante Unterschiede beobachtet, die z. T. widersprüchlich erschienen. So zeigten sich niedrigere Leptinspiegel für Schichtarbeiter nur im normalgewichtigen (9,2 vs. 19,3 ng/ml, $p = 0,03$) und im adipösen Kollektiv (19,9 vs. 39,6 ng/ml, $p = 0,04$) bei einer Schlafdauer von 6 bis 6,9 Std. Schlaf. Bei dem übergewichtigen Kollektiv mit gleicher Schlafdauer hatten die Schichtarbeiter höhere Leptin-Werte als die Tagarbeiter (12,1 vs. 7,26 ng/ml, $p = 0,05$). Insbesondere für die Ghrelin-Werte waren keinerlei signifikanten Unterschiede zwischen Schicht- und Tagarbeitern zu sehen. Es zeigte sich auch kein Zusammenhang zwischen der mittleren Schlafdauer und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von höheren Leptin-Werten bzw. niedrigeren Ghrelin-Werten mit durchschnittlich längerer Schlafdauer.

Wie bei der Frage nach der mittleren durchschnittlichen Schlafdauer in den letzten vier Wochen als Parameter zur Abbildung der zirkadianen Rhythmik zeigten sich auch bei anderen Parametern wie normale bzw. zu kurze Schlafdauer (mehr als bzw. weniger als fünf Std. Schlaf), Schlafeffizienz oder Schlafstörungen keine statistisch signifikanten Unterschiede. Auch der Vergleich zwischen Schichtarbeitern mit Schlafstörungen und Tagarbeitern ohne Schlafstörungen erbrachte keine zusätzlichen Erkenntnisse.

Eine Zusammenfassung der Angaben zur mittleren Schlafdauer in normale und zu kurze Schlafdauer erwies sich im Nachhinein als unvorteilhaft, da die Trennschärfe zwischen den Gruppen kleiner wurde und die Ergebnisse noch weniger nachvollziehbar waren.

Der Parameter Schlafeffizienz (Komponente 4, PSQI) hatte zum Nachteil, dass zum Beispiel bei den Probanden mit einer mittleren im Bett verbrachten Zeit von nur drei Stunden bei weiterhin auch mittleren Schlafdauer von nur drei Stunden sich rechnerisch eine Schlafeffizienz von 100 % ergab, obwohl eine so kurze Schlafdauer nachweislich zu wenig Schlaf bedeutet. Ähnliches galt für den Parameter Schlafstörung, der ebenfalls nicht die Schlafdauer abbildete. Auf Grund dieser Einschränkungen wurde die Auswertung hauptsächlich mit der mittleren durchschnittlichen Schlafdauer als Parameter für die zirkadiane Rhythmik durchgeführt.

Insgesamt waren sowohl zwischen Schicht- und Tagarbeitern sowie zwischen den verschiedenen Gruppen mit unterschiedlicher mittlerer Schlafdauer, unterschiedlicher Schlafeffizienz, mit oder ohne Schlafstörungen und normaler und zu kurzer Schlafdauer keine statistisch signifikanten Ergebnisse in Bezug auf die Leptin- und Ghrelin-Werte erkennbar. Einen statistisch signifikanten Einfluss einer ungünstigen Schichtenfolge auf Leptin und Ghrelin konnten wir nur an zwei Gruppen darstellen. Die adipösen ungünstig rotierenden

Schichtarbeiter mit einer Schlafdauer von 7 bis 8,9 Std. Schlaf wiesen einen signifikant niedrigeren Leptin-Wert auf als die günstig rotierenden (8,1 vs. 35,6 ng/ml, $p = 0,04$). Aber die übergewichtigen ungünstig-rotierenden Schichtarbeiter mit einer Schlafdauer von 5 und weniger Std. Schlaf wiesen auch einen signifikant niedrigeren Ghrelin-Wert auf, als die günstig rotierenden (491,9 vs. 822,5 pg/ml, $p = 0,007$). Andere statistisch signifikante Ergebnisse zeigten sich nicht. Die nachweislich positiven Effekte einer günstigen Schichtenfolge auf den Anteil an Schlafstörungen und den Anteil an schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen scheint sich nicht in einer Veränderung der Leptin- und Ghrelin-Werte niederzuschlagen.

Die fehlende eindeutige Zuordnung im Sinne von niedrigen Leptin- bzw. hohen Ghrelinspiegeln für Schichtarbeiter gegenüber Tagarbeitern und ungünstig rotierenden Schichtarbeitern gegenüber günstig rotierenden, könnte zum einen darauf beruhen, dass einige Probanden sich bereits in einer Leptinresistenzphase befanden und andere (noch) nicht (Pagotto et al., 2003; Jockenhövel, 2006; Görtzen und Veh, 2007). Dies könnte zu stark variierenden Ergebnissen führen, wie es bei uns der Fall war. Um diesem Effekt vorzubeugen, haben wir entsprechend den BMI-Klassifikationen auch die normalgewichtigen Probanden einbezogen, von denen nur wenige eine Leptinresistenz-Stoffwechsellage aufweisen dürften, da als Hauptursache der Leptinresistenz Übergewicht angesehen wird.

In von vielen Wissenschaftlern oft zitierten Untersuchungen aus der Gruppe um Karine Spiegel und Eve Van Cauter wurden vor wenigen Jahren hauptsächlich normalgewichtige Probanden miteinander verglichen (Spiegel et al., 2005). Würde man so argumentieren, dass bei übergewichtigen und adipösen Probanden die Dysregulation der Körperfettmasse zu einer generellen Dysregulation der Leptin- und Ghrelinkonzentrationen führen würde und deshalb deren Ergebnisse nicht verwertbar wären, wäre dies zwar nachvollziehbar, es würde aber dennoch nicht den fehlenden Zusammenhang zwischen der mittleren Schlafdauer und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von höheren Leptin-Werten bzw. niedrigeren Ghrelin-Werten mit durchschnittlich längerer Schlafdauer bei normalgewichtigen Probanden in unserem Kollektiv erklären.

Bei der Auswertung der Werte für Leptin und Ghrelin ist weiterhin zu berücksichtigen, dass das gesamte Kollektiv nüchtern zur Blutentnahme gekommen ist. Daher könnten bei allen Probanden insgesamt tendenziell erhöhte bzw. erniedrigte Werte vorhanden sein. Es

stellt sich die Frage: Sind z. B. erhöhte Ghrelin-Werte durch den akuten Hunger bedingt? bzw. sind dauerhaft erniedrigte Ghrelin-Werte wie etwa bei einer Ghrelinresistenz durch den akuten Hunger nach „oben verschoben“? An dieser Stelle können nur weitere Untersuchungen zur Klärung beitragen. Um diesen Effekten aber vorzubeugen, haben wir uns auf die Unterschiede zwischen den Kollektiven konzentriert, da eine mögliche Verschiebung der Werte auf eine eventuelle Differenz zwischen den jeweiligen Vergleichskollektiven einen geringeren Einfluss haben sollte.

Auf Grund der geringen Inzidenz eines homozygoten Gendefektes im ob- und/oder db-Genlocus und der damit verbundenen Defekte bei der Leptinexpression und/oder –rezeption, kann dies als Ursache für pathologische Werte weitestgehend ausgeschlossen werden. Weltweit sind nur vereinzelt Fälle beschrieben (Dietel et al., 2005).

Der Tagschlaf der Schichtarbeiter könnte ein weiterer „Störfaktor“ sein, dessen Ausmaß bei unseren Untersuchungen vielleicht unterschätzt worden ist. Da 91 % der Schichtarbeiter auch in Nachtarbeit tätig sind, dürfte ein großer Teil der Probanden auch regelmäßig am Tag schlafen. Unklar ist dabei, wie sich der Tagschlaf auf die Leptin- und Ghrelinkonzentrationen im Körper auswirkt. Möglich wären ganz andere zirkadiane Rhythmen, um auch einen ungestörten Tagschlaf zu ermöglichen. Auch hier könnten nur weitere Untersuchungen Aufschluss geben.

Die Auswertung nach dem PSQI als Parameter für die zirkadiane Rhythmik in Zusammenschau mit dem BMI brachte ebenso nur punktuell statistisch signifikante Ergebnisse, die ebenfalls widersprüchlich waren und sich nicht von den bisher beschriebenen unterscheiden.

Das Weglassen der Einteilung nach dem BMI auf Grund der fehlenden Korrelation zwischen PSQI-Gesamtwert und dem BMI war ein Hilfsgriff, mit dem sich auch andere Studien behelfen, und brachte zumindest für die Tagarbeiter die erwarteten Ergebnisse: niedrige Leptinspiegel und hohe Ghrelinspiegel für die Probanden in der Gruppe $PSQI \geq 11$ (chronische Schlafstörungen) gegenüber den Probanden aus den anderen Gruppen. Auch wenn auf Grund der dargestellten Ergebnisse weiterhin nur eine Einteilung mit BMI-Klassifikationen sinnvoll erscheint, ließ das Fehlen analoger Ergebnisse für die Schichtarbeiter zum ersten Mal die Möglichkeit erscheinen, dass das Ausbleiben der erwarteten Ergebnisse darin begründet sein könnte, dass bei Schichtarbeitern mit langfristigen (chroni-

schen) Schlafstörungen vielleicht doch regulatorische Mechanismen des Körpers aktiv sein könnten.

Im Vergleich zu den Studien, die einen erniedrigten Leptinspiegel zusammen mit erhöhten Ghrelin-Werten und einem vermehrten Hungergefühl durch anteiliger oder vollständiger Schlafrestriktion zeigten, bildet unsere Studie einen längeren Zeitraum für das Schlafverhalten ab (Ayas et al., 2003; Schultes, 2004; Gottlieb et al., 2005; Spiegel et al., 2001; 2004; 2005). Diesen experimentellen Studien gemeinsam ist die Tatsache, dass hier nur eine kurzzeitige Schlafrestriktion abgebildet wurde. Je nach Anlage der Studie haben die Probanden zwischen zwei und 16 Tagen unter vollständiger bzw. anteiliger Schlafrestriktion verbracht. Dabei zeigten sich fast ausschließlich die beschriebenen Ergebnisse. Bisher hat man aber meist von diesen Ergebnissen für kurzzeitige Schlafrestriktion auch auf die Auswirkungen für chronischen Schlafentzug rückgeschlossen. Unsere Studie dagegen bildet zum einen über den Fragebogen und zum anderen über die Tätigkeit im Schichtdienst im Vergleich zu anderen Studien einen viel längeren Zeitraum mit (chronischen) Schlafstörungen und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen ab und sollte somit eher Hinweise für die Auswirkungen bzw. Kompensationsmechanismen des Körpers bei langfristiger Desynchronisation der zirkadianen Rhythmik liefern.

Betrachtet man die Datenlage erneut und unter dem Aspekt, dass es vielleicht doch einen regulatorischen Einfluss des Körpers auf die Störung der zirkadianen Rhythmik in Form von Gegenregulationsmaßnahmen der Leptin- und Ghrelinspiegel gibt, so fallen einem weitere Ergebnisse auf. Die normgewichtigen Schichtarbeiter hatten im Vergleich zu den Tagarbeitern für die jeweilige mittlere Schlafdauer im Mittel niedrigere Ghrelin-Werte (Tab. 6). Dieses Kollektiv ist wie bereits beschrieben deshalb so interessant, da der Effekt des Fettgewebes auf die Hormonkonzentrationen durch die ähnlichen BMI-Werte „ausgeblendet“ ist. Diese niedrigeren Ghrelin-Werte könnten eine Gegenregulation der Schichtarbeiter sein. Wie bereits beschrieben, machen niedrigere Ghrelinspiegel in der Nacht zusammen mit hohen Leptinspiegeln einen ungestörten Nachtschlaf überhaupt erst möglich. Bei den Schichtarbeitern könnte der Körper nun niedrigere Ghrelinspiegel sezernieren, um den Schlafstörungen entgegenzuwirken, denn würden im Körper in dieser Phase auch noch hohe Ghrelinspiegel vorliegen, könnten sich die Schlafstörungen eher noch verstärken.

In einer Arbeit von Shea et al. aus dem Jahre 2005 sind bereits erste Hinweise darauf beschrieben worden, dass es bei einer Entkopplung von dem normalen Schlaf-Wach-Rhythmus des Körpers mit dem Rhythmus von Nahrungszufuhr und Nahrungskarenz, wie es bei Schichtarbeit der Fall ist, zu einer Verschiebung der zirkadianen Rhythmik von Lep-

tinspiegeln kommt, was nichts anderes als eine Gegenregulation des Körpers bedeuten würde. Eine neuere Studie von Goel et al. (2009) unterstreicht diese Ergebnisse. Dort zeigten sich verschobene zirkadiane Rhythmen bei Patienten mit dem Night eating syndrome, bei dem es ebenfalls zu einer Entkopplung von Schlaf-Wach-Rhythmus und dem Rhythmus von Nahrungszufuhr und Nahrungskarenz kommt. In einer Untersuchung von Riemann et al. aus dem Jahre 2006 konnte der vermutete Zusammenhang zwischen erniedrigten Leptin-Werten und höheren BMI-Werten bei Menschen mit Schlafstörungen nicht belegt werden.

Eventuell vorhandene Gegenregulationen des Körpers bei Schichtarbeitern könnten auch andere Ergebnisse erklären. Die divergierenden Daten insgesamt könnten darin begründet sein, dass die jeweiligen Schichtarbeiter sich in unterschiedlichen Stadien der Gegenregulation befinden. Wie in experimentellen Studien ja belegt wurde, ist der Körper anscheinend nicht in der Lage, kurzfristig auf Veränderungen in der zirkadianen Rhythmik zum Beispiel auf Grund von anteiliger oder vollständiger Schlafrestriktion mit Anpassung von Leptin- und Ghrelin-Werten zu reagieren. Sollte dies nur langfristig möglich sein, erscheint es nur logisch, dass es unterschiedliche Stadien geben muss. Da unser Probandenkollektiv der Schichtarbeiter für diese Untersuchung nicht dahingehend aufgeteilt worden ist, wie lange sie schon in Schichtarbeit tätig sind, ist auch nicht nachzuvollziehen, wer schon lange diesen Störungen ausgesetzt ist und wer erst seit kurzem und wer schon „gegenreguliert hat“ und „wer es noch muss“. Auch die fehlenden positiven Effekte von einer günstigen Schichtrotation könnten somit erklärt werden. Und fehlende erwartete Ergebnisse bei den Kollektiven der Tagarbeiter mit unterschiedlicher mittlerer Schlafdauer könnten ebenfalls so erklärt werden.

In wissenschaftlichen Arbeiten ist dargestellt worden, dass Probanden mit einer verkürzten Schlaflänge erhöhte BMI-Werte und erhöhte Werte für den Taillenumfang aufweisen (Spiegel et al., 2005; Taheri, 2004). Dahinter steht die Annahme, dass ein (akuter) Schlafentzug den Appetit auf hyperkalorische Nahrung steigert und weiter (bei länger andauerndem und sich wiederholendem Schlafentzug) zu Übergewicht und Adipositas führt. Adipositas geht wie gezeigt einher mit erhöhten Leptin- und erniedrigten Ghrelinspiegeln. Ein akuter Schlafentzug allerdings führt zu erniedrigten Leptin-, erhöhten Ghrelinspiegeln und vermehrten Hungergefühlen. Dies könnte bedeuten, dass sich die Auswirkungen eines akuten Schlafentzuges auf Leptin- und Ghrelinspiegel bei Normgewichtigen besser abbilden lassen als bei Übergewichtigen und adipösen Menschen. Bei letzteren könnten die Verän-

derungen durch die vermehrte Fettmasse einen größeren Einfluss besitzen als der Schlafentzug und somit zu genau gegensätzlichen Effekten führen. Dies wäre eine Erklärungsmöglichkeit für die fehlenden Ergebnisse in unserer Untersuchung. Es könnte aber auch ein Hinweis auf suffiziente Gegenregulationsmechanismen des Körpers sein bei chronischem Schlafentzug. Dies sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Sollte es wirklich so sein, dass die fehlenden (erwarteten) Ergebnisse darin begründet sind, dass der Körper bei chronischen Schlafstörungen und damit verbundenen langfristigen Störungen der zirkadianen Rhythmik eine Möglichkeit findet, den negativen Effekten entgegenzuwirken, könnte eine Identifikation dieser Mechanismen zum besseren Verständnis der Pathophysiologie dienlich sein. Es sollten sich in dieser Richtung weitere Untersuchungen anschließen, um z. B. die Auswirkungen des Tagschlafes oder die Auswirkungen der Nüchtern-Blutentnahme zu untersuchen. Eventuell ergibt sich daraus auch wieder ein erneuter Ansatz zur pharmakologischen Therapie der Adipositas.

Aus unseren Untersuchungsergebnissen geht hervor, dass die Auswirkungen von Schichtarbeit bzw. einer chronischen Störung der zirkadianen Rhythmik auf die Leptin- und Ghrelin-Konzentrationen des Körpers weniger stark sind als bisher angenommen. Dennoch bleiben die negativen Effekte einer Tätigkeit in Schichten in Bezug auf die Störungen des Schlafes und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen in Verbindung mit einer Reihe von metabolischen Risikoparametern bestehen. Schichtarbeit als Modell eines chronischen Schlafentzuges steht somit in Verbindung mit einer erhöhten Inzidenz für Adipositas, Schlafstörungen, schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen, vermehrtem Stress, erhöhten Werten für Taillenumfang und BMI, Hypertonie sowie Hyper- und Dyslipoproteinämie.

Dies hat dann zwei Dinge zur Folge: 1. Es muss im medizinischen Alltag (allgemeinmedizinisches bzw. arbeitsmedizinisches Setting) weiterhin Wert auf altbewährte, „harte“ Diagnosekriterien wie Taillenumfang, BMI, HDL-Cholesterin und Triglyceride wertgelegt werden. Und 2. Es bleibt weiterhin dabei, dass eine vermehrte körperliche Aktivität die, noch wichtiger als ausgiebig, regelmäßig Bestandteil des Alltages ist, positive Effekte auf eine Reihe von Risikoparametern hat, die durch die Schichtarbeit negativ beeinflusst werden.

5.d Grundlagen zur betrieblichen Prävention der negativen Effekte von Schichtarbeit

Die verschobene zeitliche Lage für Arbeit, Erholung und Schlaf für Arbeitnehmer in Schichtarbeit wirkt sich auf die zirkadiane Rhythmik und auf das Schlafverhalten aus.

Auch die Leistungsfähigkeit und somit auch die Arbeitsfähigkeit eines Menschen ist, bedingt durch die zirkadiane Rhythmik, abhängig von der Tageszeit. Das Leistungstief zwischen 00:00 und 06:00 Uhr fällt genau in den Bereich der Nachtarbeit. In mehreren Untersuchungen konnte belegt werden, dass das Unfallrisiko in dieser Zeit besonders hoch ist (Van Dongen et al., 2003). Öffentlichkeitswirksame Folgen von akutem Schlafentzug sind zum Beispiel der Atomreaktorunfall 1986 in Tschernobyl, der zwischen 00:30 und 01:00 Uhr geschah. Aber auch andere katastrophale Ereignisse wie der Unfall des Öltankers Exxon Valdez oder der Zwischenfall im Kernkraftwerk Three Mile Island passierten in der Nachtschicht. Dieselbe Anzahl an Arbeitsstunden führt zu unterschiedlicher Beanspruchung des Arbeitnehmers je nach Lage der Arbeitszeit im Tagesverlauf (Nachreiner, 2004).

Wie bereits beschrieben steht die Schichtarbeit als Störung der zirkadianen Rhythmik und des Schlafverhaltens auch in Verbindung mit metabolischen Veränderungen wie Hyper-/Dyslipoproteinämie, erhöhtem BMI und erhöhtem Taillenumfang (Adipositas). Unsere Studie zeigte aber ebenfalls, dass auch körperliche Inaktivität mit Schichtarbeit vergesellschaftet ist, was die negativen Auswirkungen der Adipositas weiter bestärkt.

Körperliche Inaktivität und Adipositas stellen zurzeit die vordringlichsten gesamtgesellschaftlichen gesundheitsbezogenen Probleme mit enormen Auswirkungen auch für die Volkswirtschaft dar. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundeskanzleramtes Österreichs aus dem Jahre 2006 hat den volkswirtschaftlichen Nutzwert der Gesundheitseffekte von körperlicher Aktivität für Europa errechnet. Danach ließen sich für Österreich 836 Mio. Euro an jährlichen Kosten durch eine Anhebung des sportlichen Aktivitätsniveaus einsparen. Körperliche Inaktivität verursacht für die Gesundheitssysteme in Europa jährliche Kosten von 2,5 Mio. (Schweiz) bis 3 Mio. Euro (England). Eine finnische Untersuchung zeigte, dass eine aktive Person jährlich um 1200 € geringere volkswirtschaftliche Kosten verursacht als eine inaktive. Je nach Land werden insgesamt 5 bis 7 % der Ausgaben in Gesundheitssystemen mit Adipositas und mangelnder körperlicher Aktivität in Verbindung gebracht. Die direkten Auswirkungen für die Arbeitgeber werden durch folgende Zahlen deutlich: Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz gibt an, dass in Deutschland krankheits- und

unfallbedingt 628 Mio. Fehltage unselbständiger Beschäftigter verloren gehen (Absentismus). Das entspricht ca. 1,721 Mio. Ausfalljahren mit einem Ausfallvolumen des Produktionsfaktors Arbeit von rund 45 Mrd. Euro. Nach Zahlen der Initiative Gesundheit und Arbeit (IGA) aus dem Jahre 2003 würden sich rund ein Drittel dieser Fehltage (also rund 15 Mrd. Euro!) durch ausreichende körperliche Aktivität einsparen lassen. Ergebnisse diverser Studien lassen dabei für Investitionen in Maßnahmen zur Förderung der körperlichen Aktivität eine Cost-benefit-ratio von bis zu 1 : 10,1 \$ erwarten. Hinzu kommen die Summen, die durch die direkte Einsparung von Krankheitskosten sowie durch die Vermeidung der Kosten, die dadurch verursacht werden, dass nur ein Drittel aller Beschäftigten das Rentenalter erreicht, eingespart werden. Denn auch hier entstehen durch den Verlust von 28 Mio. Personenjahren bis zum 65. Lebensjahr 511 Mrd. Euro an Kosten. Untersuchungen von Arena et al. aus dem Jahre 2006 zeigten weiterhin nach Auswertung der Daten von über 19.000 Probanden, dass Arbeitnehmer mit erhöhten BMI-Werten signifikant häufiger kurzzeitig arbeitsunfähig sind.

Offen bleiben genaue Zahlen der Auswirkungen von Schichtarbeit allein, insbesondere auch Zahlen zur Kosten-Nutzen-Berechnung der Schichtarbeit. Denn natürlich erhöht sich auch die Produktivität einer Gesellschaft durch Schichtarbeit und stärkt somit auch die Volkswirtschaft. Dennoch begründen die Kosten von Adipositas und körperlicher Inaktivität sowie die Gefährdung der Arbeitnehmer und der Umwelt durch eine höhere Tagesmüdigkeit der Arbeitnehmer eine Reihe von präventiven Maßnahmen. Es müssen verstärkt die Möglichkeiten genutzt werden, Schichtsysteme verträglich zu gestalten, um die Erhöhung der Produktivität durch Schichtarbeit mit weniger negativen Auswirkungen zu nutzen.

Grundsätzlich lassen sich in der Arbeitsmedizin solche präventiven Maßnahmen in Verhaltens- und Verhältnisprävention einteilen.

Die Verhaltensprävention als Beeinflussung des persönlichen Gesundheitsverhaltens setzt bei den Arbeitnehmern an (siehe Kapitel 2.c). Diese müssen von der Notwendigkeit der Maßnahmen überzeugt werden. Hier gilt es, das Problembewusstsein der Arbeitnehmer zu schulen und die Firmenphilosophie zu vermitteln. Man muss die Arbeitnehmer „mitnehmen“ – Dies kann man aber nur, wenn man sie „da abholt, wo sie stehen“. Das bedeutet Aufklärung ist hier zunächst die wesentlichste Maßnahme.

Der Betrieb hat aber viel besser die Möglichkeit, über die Verhältnisprävention (betriebliche Prävention), also die Anpassung gesundheitsbeeinträchtigender bzw. fördernder Ar-

beitsbedingungen nachhaltig einzuwirken. Hier gibt es mehrere Möglichkeiten. Zur Optimierung der Arbeitszeitorganisation und zu den positiveren Auswirkungen einer günstigen gegenüber einer ungünstigeren Schichtfolge wurde ausführlich Stellung genommen. Ebenso altbekannt wie bewährt und wichtig sind die Nichtraucherkampagnen. Die Auswirkungen von Nikotin auf den menschlichen Körper sind mehrfach untersucht und vielfältig in der Literatur beschrieben. Wie aktuell das Thema noch ist, wird nicht nur durch unsere Untersuchungen bestätigt, die Zahl der Raucher, nicht nur bei den Schichtarbeitern, ist immer noch viel zu hoch (Rüdiger, 2004).

Einen großen Teil der negativen Effekte durch Schichtarbeit können Arbeitnehmer durch eine ausgewogene Ernährung ausgleichen. Hier könnte die Installation einer Kantine mit einer Zertifizierung zum Beispiel durch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) gesundheitsfördernd einwirken.

Die besten Effekte erzielt man jedoch mit ausreichender körperlicher Aktivität, denn nachgewiesenermaßen hat eine erhöhte körperliche Aktivität ähnlich wie eine ausgewogene Ernährung positive Auswirkungen auf das Gewicht, die Blutfettwerte und andere kardiovaskuläre Risikofaktoren.

Ein Blick auf die häufigsten arbeitsplatzbezogenen Beschwerden zeigt, dass über die Hälfte aller Beschwerden dem muskuloskelettalen System zuzuordnen sind, welche durch Inaktivität und Adipositas noch weiter verstärkt werden (Drupp, 2004). Hier könnte die Rückenschule oder auch die regelmäßige und richtige (!) sportliche Betätigung im Kraftraum Abhilfe schaffen. Dazu wäre es allerdings zwingend erforderlich, die Teilnehmer vorher durch einen Physiotherapeuten schulen zu lassen, um die Beschwerden durch falsches Training nicht noch zu verschlimmern. Auch der Faktor Stress kann durch ausreichende Betätigung im Kraftraum abgebaut werden. Infrastrukturell muss dann allerdings dieser Kraftraum in unmittelbarer Nähe zum Arbeitsplatz zur Verfügung stehen, um das Angebot auch wirklich attraktiv zu machen und um die Effekte des betriebsinternen Networkings zu nutzen. Das Robert-Koch-Institut empfiehlt aktuell mindestens eine halbe Stunde an den meisten, am besten an allen Tagen der Woche auf einem moderaten bis anstrengendem Niveau körperlich aktiv zu sein (Mensink, 2003). Hierbei ist lediglich entscheidend, dass sich der Pulsschlag erhöht. Es ist sogar möglich, diese 30 min auf Abschnitte von je mindestens zehn min Dauer zu verteilen. Diese Vorgaben sollten auch im Betrieb umsetzbar sein. Dabei besteht die Möglichkeit für den Arbeitgeber, dies auch als Motivationsschub zu nutzen. Warum nicht einmal eine Firmenfußballmannschaft aufstellen und gegen die Konkurrenz mal auf dem grünen Rasen antreten? Oder beim Drachenbootrennen die Gegner in

Grund und Boden paddeln? Neben der Steigerung der Motivation betätigt sich der Arbeitnehmer körperlich und verbessert so sein Risikoprofil. Die Identifizierung mit dem Unternehmen steigt (Corporate Identity) und das Unternehmen selbst gewinnt neben gesünderen und glücklicheren Arbeitnehmern auch während der Veranstaltung an Präsenz in der Öffentlichkeit. Eine Betriebsfußballmannschaft oder der Erfolg eines Teams beim Drachenbootrennen könnten sich somit auch auf das Betriebsklima positiv auswirken und das Networking fördern (Felderer et al., 2006). Voraussetzung ist auch hier die Infrastruktur und die Regelmäßigkeit. Die Mannschaft sollte regelmäßig trainieren und wenn möglich sogar auch an Wettbewerben teilnehmen.

Solche Aktionen, verbunden mit dem Image, ein „gesundheitsfreundliches Unternehmen“ zu sein, könnten auch der Nachwuchsgewinnung dienen. In Deutschland fehlen kurz- und mittelfristig hochqualifizierte Facharbeiter. Im Kampf um diese Kräfte könnte solch ein Image den letztendlichen Ausschlag geben, sich für dieses Unternehmen auch als Arbeitnehmer zu entscheiden.

Aber eine stärkere Corporate Identity hat noch weitere Vorteile. Nicht nur unsere Ergebnisse zeigen, dass sich Schichtarbeiter und besonders die Nachtarbeiter subjektiv einfach schlechter fühlen und eher zu depressivem Verhalten neigen. Die soziale Vereinsamung, ergänzt durch die höhere Prävalenz für Übergewicht bei den Schichtarbeitern, bietet neben Risikoprofil für das metabolische Syndrom und den Folgeerkrankungen auch das Risiko für die Entwicklung einer Depression (Caro et al., 1996). Auch hier könnten die motivationssteigernden Effekte entgegenwirken.

Auch wenn in Erhebungen des Bundesgesundheitsurvey dargestellt worden ist, dass die körperliche Aktivität bei der deutschen Bevölkerung mit dem Alter abnimmt, heißt das nicht, dass höheres Alter mit ausreichender körperlicher Aktivität nicht vereinbar ist. Eine Untersuchung der Deutschen Sporthochschule Köln verglich 400.000 Laufleistungen bei Marathon- und Halbmarathonläufen und konnte so zeigen, dass die Laufleistungen der 20- bis 50-jährigen Probanden nahezu identisch waren (Leyk et al., 2006, 2007). Ein signifikanter Einfluss des Alters auf die Laufleistung trat erst nach dem 50. Lebensjahr auf. Doch auch mehr als ein Viertel der 60 - 70 jährigen Probanden absolvierte den Marathon schneller als die Hälfte der 20 - 50 jährigen. Diese Ergebnisse zeigen, dass mit entsprechend (regelmäßigem) Training auch im höheren Alter hervorragende Leistungen erzielt werden können. Daraus abgeleitet kann man schließen, dass die Life-style-Faktoren stärkeren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben als die Alterung an sich. Und das bedeutet für die Betriebe wiederum, dass sie die durch die zunehmende Lebensarbeitszeit älter werdende

Arbeitnehmerschaft nicht durch besondere Herzsportgruppen fördern müssen, sondern auch hier auf die gleichen Maßnahmen wie für die übrige Belegschaft zurückgreifen können.

All diese Maßnahmen und die Arbeitnehmer an sich sollten dabei arbeitsmedizinisch begleitet werden. Auch wenn Nachtarbeiter vor Aufnahme der Nachtarbeit und danach in regelmäßigen Abständen ein Anrecht auf eine arbeitsmedizinische Untersuchung haben, sind die gesetzlichen Vorgaben dieser Untersuchung leider immer noch nicht ausreichend. Aus arbeitsmedizinischer Sicht muss diese im Umfang ausgebaut werden und auf die vorhandenen Risikoprofile entsprechend den jeweiligen Versorgungsrichtlinien mit Maßnahmen reagiert werden (Beermann, 2005). Innerhalb der arbeitsmedizinischen Untersuchungen sollte dabei vor allem Wert auf die „harten Faktoren“ wie HDL-Cholesterin und TG-Werte, BMI, Taillenumfang und Blutdruck gelegt werden. Die in dieser Dissertation dargestellten Ergebnisse zeigen erneut, dass die Pathophysiologie neuerer Parameter wie Leptin und Ghrelin noch nicht ausreichend verstanden scheint. Die Effekte der Schichtarbeit scheinen womöglich entweder kompensiert zu werden oder sind einfach nicht so stark wie die Effekte auf andere metabolische Risikoparameter. Daher sollte man sich im medizinischen Alltag und vor allem im Setting der Arbeitsmedizin auf altbewährte Parameter besinnen, die nicht nur aussagekräftiger und besser verstanden sondern im Übrigen auch schneller verfügbar und kostengünstiger sind.

Solche regelmäßigen arbeitsmedizinischen Untersuchungen könnten dabei auch Einfluss auf die Verhaltensprävention haben. Arbeitgeber und Arbeitsmediziner könnten gemeinsam die Arbeitnehmer von der Notwendigkeit dieser Maßnahmen überzeugen und hier flankierend einwirken.

Auch der Gesetzgeber hat die Notwendigkeit erkannt und neben den bestehenden Gesetzen zum Arbeitsschutz und der Arbeitszeit eine Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge auf den Weg gebracht. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales will mit dieser Verordnung die Prävention stärken und hat deshalb auch einen Ausschuss für Arbeitsmedizin installiert, der u. a. auch als Ansprechpartner für die Betriebe dienen wird, um bei der Umsetzung der Gesundheitsvorsorge vor Ort zu beraten. Bei aller Kritik von diversen Seiten an der Ausgestaltung dieser Verordnung zeigt sich jedoch, dass grundsätzlich das Problembewusstsein in der Gesellschaft steigt und diese Thematik weiterhin aktuell an Bedeutung gewinnt.

Neben diesem Ausschuss bestehen aber auch an anderer Stelle Möglichkeiten für die Betriebe, sich bei der Umsetzung der Gesundheitsvorsorge beraten zu lassen:

- Deutsche Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin unter www.dgaum.de
- Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte unter www.vdbw.de
- Bundesverband der Betriebskrankenkassen z.B. Broschüre „Besser leben mit Schichtarbeit“ unter www.bkk.de
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin unter www.baua.de
- Initiative Gesundheit und Arbeit unter www.iga-info.de
- zahlreiche Internetpräsenzen und weitere Foren
- zahlreiche Initiativen im Bereich der betrieblichen Gesundheitsförderung wie das „Deutsche Netzwerk für Betriebliche Gesundheitsförderung“, „Initiative neue Qualität der Arbeit“ und dem Forum „Prävention und Gesundheitsförderung“

6. Zusammenfassung

In westlichen Industrienationen arbeiten rund ein Fünftel aller Beschäftigten in Schichtarbeit. Dies betrifft vor allem die Wachstumsmärkte unserer Gesellschaft, so dass die Bedeutung der Schichtarbeit zunimmt. Bekannt ist, dass Schichtarbeit vor allem mit Nachtarbeit durch die veränderte zeitliche Lage für Arbeit, Erholung und Schlaf zu einer Desynchronisation der zirkadianen Rhythmik führt. Daraus resultieren Schlaf- und schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen, so dass Schichtarbeit als Modell eines chronischen Schlafentzuges interpretiert werden kann, dem wiederum eine Reihe von metabolischen Veränderungen folgen (Hyper-/Dyslipoproteinämie, Hypertonie, Adipositas). Vor allem Adipositas ist dabei eines der vordringlichsten Probleme unserer Gesellschaft mit enormen Auswirkungen auf die Gesundheit und damit auch auf die Volkswirtschaft.

Das Adipokin Leptin und das Magenhormon Ghrelin spielen eine wichtige Rolle bei der Regulation der Nahrungsaufnahme sowie bei Dysregulationen wie der Adipositas. Die Sekretion dieser Hormone unterliegt dabei einer zirkadianen Rhythmik.

Die Zusammenhänge zwischen Schichtarbeit und einer Störung der zirkadianen Rhythmik durch Störungen des Schlafverhaltens und zwischen Schichtarbeit und Adipositas lassen den Rückschluss zu, dass Schichtarbeit auch Veränderungen auf die Sezernierung des Adipokins Leptin und seines Gegenspielers Ghrelin haben könnte. Entsprechende Ergebnisse für Probanden mit kurzzeitiger anteiliger bzw. vollständiger Schlafrestriktion konnten in Laborversuchen bereits bestätigt werden. Bisher hat man meist von diesen Ergebnissen auch auf chronische Schlafstörungen rückgeschlossen.

Wir haben uns der Frage angenommen, ob auch ein chronisches Schlafdefizit (durch Schichtarbeit) mit einer Veränderung der Leptin- und Ghrelinkonzentrationen im Körper einhergeht. Dazu haben wir 362 Schicht- und Tagarbeiter klinisch-körperlich sowie laborchemisch untersucht und mittels Fragebögen (Pittsburgh-Schlafqualitäts-Index, Arbeitsmedizinischer Fragebogen) zu ihrem Schlafverhalten in den letzten vier Wochen, ihren Ernährungsgewohnheiten und der körperlichen Aktivität befragt.

Die Ergebnisse in unserer Studie zeigen keine signifikanten Zusammenhänge zwischen einer chronischen Störung des Schlafverhaltens durch Schichtarbeit und den Serumspiegeln von Leptin und Ghrelin. Trotz nachweislichem Einflusses der Schichtarbeit sowie der Art der Schichtenfolgen auf Schlafstörungen, schlafbezogene Befindlichkeitsstörungen und metabolischen Parameteren wie BMI, Blutdruck und Blutfettwerte, blieben die erwarteten

Effekte auf Leptin und Ghrelin im Sinne von niedrigeren Leptin bzw. höheren Ghrelinspiegeln für Schichtarbeiter, vor allem, wenn sie in ungünstiger Schichtrotation arbeiteten, aus.

Die Erklärung könnte dabei in einer Kompensation des Körpers auf die Einflüsse der Schichtarbeit liegen. Der Körper könnte, im Gegensatz zum akuten Schlafentzug, einen Weg gefunden haben, mit den Auswirkungen der chronischen Schlafstörungen umzugehen, indem er den hohen Leptinspiegeln bzw. niedrigen Ghrelinspiegeln entgegenwirkt. Da hohe Leptin- und niedrige Ghrelinspiegel einen ungestörten Schlaf überhaupt erst möglich machen, könnte so einer Verstärkung der Schlafstörungen entgegengewirkt werden. Dies würde dann auch die fehlenden Effekte der (un-)günstigen Schichtenfolge auf die Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen erklären.

Aber auch der Einfluss des Tagschlafes der Nachtschichtarbeiter sowie die aktuelle Nüchternheit bei der Blutentnahme sind Störfaktoren, deren Auswirkungen unterschätzt worden sein könnte.

Die (noch?) ausbleibenden Effekte der Schichtarbeit auf Leptin und Ghrelin bedeuten aber nicht, dass es keine negativen Auswirkungen auf metabolische Risikofaktoren gibt. Unsere Studie zeigt erneut, dass Schichtarbeit als Ursache für eine Desynchronisation der zirkadianen Rhythmik des Körpers und einem daraus resultierenden chronischen Schlafentzug mit einer Reihe von Veränderungen auf diverse biometrische und Laborparameter in Verbindung steht und somit die Möglichkeit für die Entwicklung von Folgeerkrankungen erhöht, in dem sie die einzelnen Risikofaktoren verstärkt (Hypertonie, Hyper-/Dyslipoproteinämie, Adipositas). Sie zeigt aber auch die positiven Einflussmöglichkeiten von vermehrter körperlicher Aktivität und einer Schichtplangestaltung unter arbeitsmedizinischen Gesichtspunkten, mit denen es möglich ist, einem Teil der negativen Effekte entgegenzuwirken.

Für die Praxis rechtfertigen unsere Ergebnisse zum einen den Ausbau der individuellen und betrieblichen Gesundheitsförderung und zum anderen für den medizinischen Alltag die „Rückbesinnung“ auf alte und bewährte Parameter wie Taillenumfang, TG-Werte, HDL-Cholesterin, Blutdruck und BMI, die zudem kostengünstiger und flächendeckender verfügbar sind.

7. Literaturverzeichnis

Allison DB, Fontaine KR, Manson JE, Stevens J, VanItallie TB. Annual deaths attributable to obesity in the United States. *JAMA*. 1999; 282: 1530 – 1538

Arena VC, Padiyar KR, Burton WN, Schwerha JJ. The impact of body mass index on short-term disability in the workplace. *J Occup Environ Med*. 2006; 48: 1118 – 1124

Aschoff J. Circadian timing. *Ann N Y Acad Sci*. 1984; 423: 442 – 68

Aschoff J. On the perception of time during prolonged temporal isolation. *Hum Neurobiol*. 1985; 4: 41 - 52

Aschoff J. Circadian parameters as individual characteristics. *J Biol Rhythms*. 1998 Apr;13(2):123 – 31

Ayas NT, White DP, Al-Delaimy WK, Manson JE, Stampfer MJ, Speizer FE, Patel S, Hu FB. A prospective study of self-reported sleep duration and incident diabetes in women. *Diabetes Care*. 2003; 26: 380 – 384

Ayas NT, White DP, Al-Delaimy WK, Manson JE, Stampfer MJ, Speizer FE, Malhotra A, Hu FB. A prospective study of sleep duration and coronary heart diseases in women. *Arch Intern Med*. 2003; 163: 205 – 209

Backhaus J, Junghanns K, Broocks A, Riemann D, Hohagen F. Test-retest reliability and validity of the Pittsburgh Sleep Quality Index in primary insomnia. *Journal of psychosomatic research*. 2002; 53: 737 - 740

Bado A, Levasseur S, Attoub S, Kermorgant S, Laigneau JP, Bortoluzzi MN, Moizo L, Lehy T, Guerre-Millo M, Le Marchand-Brustel Y, Lewin MJ. The stomach is a source of leptin. *Nature*. 1998; 394: 790 – 793

Beermann B. Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit
9. Auflage, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2005

Björkelund C, Bondyr-Carlsson D, Lapidus L, Lissner L, Mansson J, Skoog I,
Bengtsson C. Sleep disturbances in midlife unrelated to 32-year diabetes incidence: the
prospective population study of women in Gothenburg.
Diabetes Care. 2005; 28: 2739 – 2744

Blask DE, Pelletier DB, Hill SM, Lemus-Wilson A, Grosso DS, Wilson ST, Wise ME.
Pineal melatonin inhibition of tumor promotion in the N-nitroso-N-methylurea model of
mammary carcinogenesis: potential involvement of antiestrogenic mechanisms in vivo.
J Cancer Res Clin Oncol. 1991; 117: 526 – 532

Borer KT. Exercise reduces hunger in lean women but not obese women. Vorstellung im
Rahmen der Jahresversammlung der Endocrine Society in San Francisco, 2008
www.endo-society.org (Zugriff am 13. März 2010)

Buysse D, Reynolds C, Monk T, Berman S, Kupfer D. The Pittsburgh Sleep Quality Index:
A new instrument for psychiatric practice and research.
Psychiatry Research. 1989; 28: 193 – 213

Caro JF, Kolaczynski JW, Nyce MR, Ohannesian JP, Opentanova I, Goldman WH,
Lynn RB, Zhang PL, Sinha MK, Considine RV. Decreased cerebrospinal-fluid/serum
leptin ratio in obesity: a possible mechanism for leptin resistance.
Lancet. 1996; 348: 159 – 161

Carpenter J, Andrykowski M. Psychometric evaluation of the Pittsburgh Sleep Quality
Index. Journal of Psychosomatic Research. 1998; 45: 5 – 13

Van Cauter E, Knutson KL. Sleep and the epidemic of obesity in children and adults.
Eur J Endocrinol. 2008; 159: 59 – 66

Chen HM, Clark AP, Tsai LM, Chao YF. Self-reported sleep disturbance of patients with
heart failure in Taiwan. Nurs Res. 2009; 58: 63 – 71

Copertaro A, Bracci M, Barbaresi M, Santarelli L. Role of waist circumference in the diagnosis of metabolic syndrome and assessment of cardiovascular risk in shift workers. *Med Lav.* 2008; 99: 444 – 453

Costa G. Shift work and occupational medicine: an overview. *Occup Med.* 2003; 53: 83 – 88

Cummings DE, Weigle DS, Frayo RS, Breen PA, Ma MK, Dellinger EP, Purnell JQ. Plasma ghrelin levels after diet-induced weight loss or gastric bypass surgery. *N Engl J Med.* 2002; 346: 1623 – 1630

Davis CL, Tkacz J, Gregoski M, Boyle CA, Lovrekovic G. Aerobic exercise and snoring in overweight children: a randomized controlled trial. *Obesity (Silver Spring).* 2006; 14: 1985 – 1991

Davis S, Mirick DK, Stevens RG. Night shift work, light at night, and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst.* 2001; 93: 1557 – 1562

Dietel M, Suttorp N, Zeitz M (Hrsg.). *Harrisons Innere Medizin 16. Auflage*, ABW Wissenschaftsverlag, Berlin, 2005

Drupp M. Betriebliche Gesundheitsförderung durch die Gesetzliche Krankenversicherung: Rückenschulen und umfassende Ansätze eines betrieblichen Gesundheitsmanagements *Dtsch Arztebl* 2004; 101: A-1881 / B-1570 / C-1506

Van Dongen HP, Maislin G, Mullington JM, Dinges DF. The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep.* 2003; 26: 117 – 126

Dörner K. *Klinische Chemie und Hämatologie*, 5. Auflage, Thieme, Stuttgart, 2003

- Doi Y, Minowa M, Uchiyama M, Okawa M, Kim K, Shidui K, Kamei Y.
Psychometric assesement of subjective sleep quality using the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-J) in psychiatric disordered and control subject. *Psychiatry Research*. 2000; 97: 165 – 172
- Doyle-Baker PK, Venner, A, Lyon ME. Investigation of Total Leptin Concentration in Olympic Development Athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2006; 31: 7
- Dyck DJ. Leptin sensitivity in skeletal muscle is modulated by diet and exercise. *Exerc Sport Sci Rev*. 2005; 33: 189 – 194
- Erren TC, Stevens RG. Licht, Melatonin und innere Krebserkrankungen: Aktuelle Fakten und Forschungsperspektiven. *Das Gesundheitswesen*. 2002; 64: 302 – 328
- Essig DA, Alderson NL, Ferguson MA, Bartoli WP, Durstine JL. Delayed effects of exercise on the plasma leptin concentration. *Metabolism*. 2000; 49: 395 – 399
- Fahlen G, Knutsson A, Peter R, Akerstedt T, Nordin M, Alfredsson L, Westerholm P. Effort-reward imbalance, sleep disturbances and fatigue. *Int Arch Occup Environ Health*. 2006; 79: 371 – 378
- Fasshauer M, Klein J, Blüher M, Paschke R. Adipokine: Mögliches Bindeglied zwischen Insulinresistenz und Adipositas. *Dtsch Ärzteblatt*. 2004; 51: 3491 – 3495
- Felderer B, Helmenstein C, Kleissner A, Moser B, Schindler J, Treitler R. Sport und Ökonomie in Europa – Ein Tour d`Horizon. Bundeskanzleramt Österreich - Sektion VI für Sportangelegenheiten, 2006 www.sport-if.de (Zugriff am 13. März 2010)
- Friedman JM. Obesity in the new millennium. *Nature*. 2000; 404: 632 – 634
- Garbarino S, De Carli F, Nobili L, Mascialino B, Squarcia S, Penco MA, Beelke M, Ferrillo F. Sleepiness and sleep disorders in shift workers: a study on a group of italian police officers. *Sleep*. 2002; 25: 648 – 653

Gentili A, Weiner D, Kuchibhatla M, Edinger J. Test-retest reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index in nursing home residents.

Journal of the American Geriatric Society. 1995; 1317 – 1318

Goel N, Stunkard AJ, Rogers NL, Van Dongen HP, Allison KC, O'Reardon JP, Ahima RS, Cummings DE, Heo M, Dinges DF. Circadian rhythm profiles in women with night eating syndrome. *J Biol Rhythms*. 2009; 24: 85 – 94

Görtzen A, Veh R. Adipositas – Eine Einführung in molekulare Mechanismen.

Dtsch Ärzteblatt. 2007; 17: 1166 - 1171

Gottlieb DJ, Punjabi NM, Newman AB, Resnick HE, Redline S, Baldwin CM, Nieto FJ. Association of sleep time with diabetes mellitus and impaired glucose tolerance.

Arch Intern Med. 2005; 165: 863 – 867

Graf O, Lehmann G. Medical and physiological aspects concerning working time.

Dtsch Med Wochenschr. 1956; 81: 1777 - 1783

Ha M, Park J. Shiftwork and metabolic risk factors of cardiovascular disease.

J Occup Health. 2005; 47: 89 – 95

Hajer GR, Van der Graaf Y, Olijhoek JK, Verhaar MC, Visseren FL. Levels of homocysteine are increased in metabolic syndrome patients but are not associated with an increased cardiovascular risk, in contrast to patients without the metabolic syndrome.

Heart. 2007; 93: 216 – 220

Hansen J. Increased breast cancer risk among women who work predominantly at night.

Epidemiology. 2001; 12: 74 – 77

Hauner H. Ist Adipositas eine Krankheit. *Chir Gastroenterol* 2003; 19: 8 – 11

Hauner H, Buchholz G, Hamann A, Husemann B, Koletzko B, Liebermeister H, Wabitsch M, Westenhöfer J, Wirth A, Wolfram G. Adipositas und Diabetes mellitus.

Diabetologie. 2008; 3 Suppl 2: 162 – 167

Hauner H, Köster I, von Ferber L. Prävalenz des Diabetes mellitus in Deutschland 1998 – 2001 Sekundärdatenanalyse einer Versichertenstichprobe der AOK Hessen/KV Hessen. *Dtsch med Wochenschr* 2003; 128: 2632 - 2637

Hebebrand J, Dabrock P, Lingenfelder M, Mand E, Rief W, Viot W. Ist Adipositas eine Krankheit? *Dtsch Arztebl.* 2004; 101: 2468 – 2474.

Hohagen F, Rink K, Käppler C, Schramm E, Riemann D, Weyerer S, Berger M. Prevalence and treatment of insomnia in general practice. A longitudinal study. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.* 1993; 242: 329 - 336

Javaheri S, Storfer-Isser A, Rosen CL, Redline S. Sleep quality and elevated blood pressure in adolescents. *Circulation.* 2008; 118: 1034 – 1040

Jennings JR, Muldoon MF, Hall M, Buysse DJ, Manuck SB. Self-reported sleep quality is associated with the metabolic syndrome. *Sleep.* 2007; 30: 219 – 223

Jockenhövel F, Moore C. Das Metabolische Syndrom des Mannes - Endokrinologische Betrachtung. *Blickpunkt der Mann.* 2006; Sonderheft 1-4: 13 – 15

Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep.* 1991; 14: 540 - 545

Johns MW. Reliability and factor analysis of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep.* 1992; 15: 376 - 381.

Jürimäe J, Jürimäe T. Leptin responses to short term exercise in college level male rowers. *Br J Sports Med.* 2005; 39: 6 – 9

Jürimäe J, Cicchella A, Jürimäe T, Lätt E, Haljaste K, Purge P, Hamra J, von Duvillard SP. Regular physical activity influences plasma ghrelin concentration in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39: 1736 – 1741

Karlsson BH, Knutsson AK, Lindahl BO, Alfredsson LS. Metabolic disturbances in male workers with rotating three-shift work. Results of the WOLF study.

Int Arch Occup Environ Health. 2003; 76: 424 – 430

Kerner W, Brückel J. Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes mellitus.

Diabetologie, DOI 10.1055/s-2008-1004672 (2008)

Knutson KL, Spiegel K, Penev P, Van Cauter E. The metabolic consequences of sleep deprivation. Sleep Med Rev. 2007; 11: 163 – 178

Knutson KL, Van Cauter E. Associations between sleep loss and increased risk of obesity and diabetes. Ann N Y Acad Sci. 2008; 1129: 287 – 304

Kojima M, Hosoda H, Date Y, Nakazato M, Matsuo H, Kangawa K. Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach. Nature. 1999; 402: 656 – 660

Kogi K. Sleep problems in night and shift work.

Journal of Human Ergology. 1982; 11: 217 – 231

Kreis J, Bödeker W. Gesundheitlicher und Ökonomischer Nutzen betrieblicher Gesundheitsförderung und Prävention 1. Auflage, Bundesverband der Betriebskrankenkassen, Essen, 2003

Kripke DF, Garfinkel L, Wingard DL, Klauber MR, Marler MR. Mortality associated with sleep duration and insomnia. Arch Gen Psychiatry. 2002; 59: 131 – 136

Kubo T, Ozasa K, Mikami K, Wakai K, Fujino Y, Watanabe Y, Miki T, Nakao M, Hayashi K, Suzuki K, Mori M, Washio M, Sakauchi F, Ito Y, Yoshimura T, Tamakoshi A. Prospective cohort study of the risk of prostate cancer among rotating-shift workers: findings from the Japan collaborative cohort study. Am J Epidemiol. 2006; 164: 549 – 555

Kullmer T, Kindermann W. Apolipoproteine und Lipoproteine bei unterschiedlicher körperlicher Aktivität und Leistungsfähigkeit.

Journal of Molecular Medicine. 1985; 63: 1102 – 1109

Langendonk JG, Pijl H, Toornvliet AC, Burggraaf J, Frölich M, Schoemaker RC, Doornbos J, Cohen AF, Meinders AE. Circadian rhythm of plasma leptin levels in upper and lower body obese women: influence of body fat distribution and weight loss. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998; 83: 1706 – 1712

Laubner K, Seufert J. Medikamentöse Therapie des Diabetes mellitus Typ 2. *Der Internist.* 2007; 48: 297 – 310

Leskelä P, Ukkola O, Vartiainen J, Rönnemaa T, Kaprio J, Bouchard C, Kesäniemi YA. Fasting plasma total ghrelin concentrations in monozygotic twins discordant for obesity. *Metabolism.* 2009; 58: 174 – 179

Leyk D, Erley O, Ridder D, Leurs M, Rütter T, Wunderlich M, Sievert A, Baum K, Essfeld D. Age-related changes in marathon and half-marathon performances. *Int J Sports Med.* 2007; 28: 513 – 517

Leyk D, Rohde U, Gorges W, Ridder D, Wunderlich M, Dinklage C, Sievert A, Rütter T, Essfeld D. Physical performance, body weight and BMI of young adults in Germany 2000-2004: results of the physical-fitness-test study. *Int J Sports Med.* 2006; 27: 642 – 647

Maffei M, Fei H, Lee GH, Dani C, Leroy P, Zhang Y, Proenca R, Negrel R, Ailhaud G, Friedman JM. Increased expression in adipocytes of ob RNA in mice with lesions of the hypothalamus and with mutations at the db locus. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1995; 92: 6957 - 6960

Mallon L, Broman JE, Hetta J. Sleep complaints predict coronary artery disease mortality in males: a 12-year follow-up study of a middle-aged Swedish population. *J Intern Med.* 2002; 251: 207 – 216

Mallon L, Broman JE, Hetta J. High incidence of diabetes in men with sleep complaints or short sleep duration: a 12-year follow-up study of a middle-aged population. *Diabetes Care.* 2005; 28: 2762 – 2767

Van Mark, Kiel B, Weiler SW, Spallek M, Groneberg DA, Kessel R. Der Einfluss von *Helicobacter pylori* auf unspezifische Beschwerden unter Schichtarbeit.

Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 2006; 41: 144 – 145

Van Mark A, Weiler SW, Groneberg DA, Schröder M, Spallek M, Heppner M, Egler P, Kessel R. Wie stark profitieren Schichtarbeiter von einer sportlichen Beschäftigung?

Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 2007; 42: 106

Van Mark A, Weiler SW, Groneberg DA, Kessel R. Schlafstörungen und Schichtarbeit.

Zbl Arbeitsmed. 2007; 57: 2 – 10

Masuzaki H, Ogawa Y, Sagawa N, Hosoda K, Matsumoto T, Mise H, Nishimura H, Yoshimasa Y, Tanaka I, Mori T, Nakao K. Nonadipose tissue production of leptin: leptin as a novel placenta-derived hormone in humans. *Nat Med.* 1997; 3: 1029 – 1033

McClain J. Sleep, physical activity and the prevention of breast cancer.

www.bci.org.au (Zugriff am 13. März 2010)

Mensink G. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes

Bundes-Gesundheitssurvey: Körperliche Aktivität. Robert-Koch-Institut, 2003

Mingrone G, Granato L, Valera-Mora E, Iaconelli A, CalVani MF, Bracaglia R, Manco M, Nanni G, Castagneto M. Ultradian ghrelin pulsatility is disrupted in morbidly obese subjects after weight loss induced by malabsorptive bariatric surgery.

Am J Clin Nutr. 2006; 83: 1017 – 1024

Möhlig M, Pfeiffer AFH. Zytokine, metabolisches Syndrom und Ernährung,

Akt. Ernährungsmedizin, 2007; 1: 21 - 24

Morash B, Li A, Murphy PR, Wilkinson M, Ur E. Leptin gene expression in the brain and pituitary gland. *Endocrinology.* 1999; 140: 5995 – 5998

- Morikawa Y, Nakagawa H, Miura K, Soyama Y, Ishizaki M, Kido T, Naruse Y, Suwazono Y, Nogawa K. Effect of shift work on body mass index and metabolic parameters. *Scand J Work Environ Health*. 2007; 33: 45 – 50
- Mosendane T, Mosendane T, Raal FJ. Shift work and its effects on the cardiovascular system. *Cardiovasc J Afr*. 2008; 19: 210 – 215
- Mullington JM, Chan JL, Van Dongen HP, Szuba MP, Samaras J, Price NJ, Meier-Ewert HK, Dinges DF, Mantzoros CS. Sleep loss reduces diurnal rhythm amplitude of leptin in healthy men. *J Neuroendocrinol*. 2003; 15: 851 – 854
- Murdolo G, Lucidi P, Di Loreto C, Parlanti N, De Cicco A, Fatone C, Fanelli CG, Bolli GB, Santeusanio F, De Feo P. Insulin is required for prandial ghrelin suppression in humans. *Diabetes*. 2003; 52: 2923 – 2927
- Murray CJ, Lopez AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study. *Lancet*. 1997; 349: 1498 - 1504
- Nachreiner, F. Flexible Arbeitszeiten, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Fb 1025, Bremerhaven: Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2004
- Nagaya T, Yoshida H, Takahashi H, Kawai M. Markers of insulin resistance in day and shift workers aged 30-59 years. *Int Arch Occup Environ Health*. 2002; 75: 562 – 568
- Naughton MT, Lorenzi-Filho G. Sleep in heart failure. *Prog Cardiovasc Dis*. 2009 ; 51: 339 – 349
- Nilsson PM, Rööst M, Engström G, Hedblad B, Berglund G. Incidence of diabetes in middle-aged men is related to sleep disturbances. *Diabetes Care*. 2004; 27: 2464 – 2469

- Nitsche H, Nitsche M, Sudi K, Tschop M, Zotter H, Weinhand G, Froehlich-Reiterer E, Gallistl S, Pirker M, Borkenstein M. Ghrelin--an indicator for fat oxidation in obese children and adolescents during a weight reduction program. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2007; 20: 719 – 723
- Nötzel K. Diagnostisches Vorgehen bei Patienten mit Ein- und Durchschlafstörungen in einer schlafmedizinischen Ambulanz. *Med. Diss. Berlin*, 2008
- Olive JL, Miller GD. Differential effects of maximal- and moderate-intensity runs on plasma leptin in healthy trained subjects. *Nutrition.* 2001; 17: 365 – 369
- Otsuka R, Yatsuya H, Tamakoshi K, Matsushita K, Wada K, Toyoshima H. Perceived psychological stress and serum leptin concentrations in Japanese men. *Obesity (Silver Spring).* 2006; 14: 1832 – 1838
- Pardina E, López-Tejero MD, Llamas R, Catalán R, Galard R, Allende H, Vargas V, Le-cube A, Fort JM, Baena-Fustegueras JA, Peinado-Onsurbe J. Ghrelin and Apolipoprotein AIV Levels Show Opposite Trends to Leptin Levels During Weight Loss in Morbidly Obese Patients. *Obes Surg.* 2009 Jan 27.
- Pagotto U, Gambineri A, Pelusi C, Genghini S, Cacciari M, Otto B, Castañeda T, Tschöp M, Pasquali R. Testosterone replacement therapy restores normal ghrelin in hypogonadal men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003; 88: 4139 – 4143
- Penzel T, Peter H, Peter JH. Gesundheitsberichterstattung des Bundes – Heft 27 Schlafstörungen. Robert Koch-Institut, 2005
- Perwitz N, Fasshauer M, Klein J. Die neue Sicht des Fettgewebes: „Mastermind“ hinter Pathogenese und Therapie des Metabolischen Syndroms. *Focus (Universität zu Lübeck).* 2004; 21 : 14 – 21
- Peschke E, Mühlbauer E, Musshoff U, Csernus VJ, Chankiewitz E, Peschke D. Receptor (MT(1)) mediated influence of melatonin on cAMP concentration and insulin secretion of rat insulinoma cells INS-1. *J Pineal Res.* 2002; 33: 63 - 71

Phillips O. Veränderungen der Serumkonzentrationen von Leptin während und nach einer kurzandauernden körperlichen Maximalbelastung bei Sportlerinnen und Nichtsportlerinnen. Med. Diss. Tübingen, 2006

Rajaratnam SM, Arendt J. Health in a 24-h society. *Lancet*. 2001; 358: 999 – 1005

Reinberg A, Vieux N, Ghata J, Chaumont AJ, Laporte A. Is the rhythm amplitude related to the ability to phase-shift circadian rhythms of shift-workers?

J Physiol (Paris). 1978; 74: 405 – 409

Reinberg A, Motohashi Y, Bourdeleau P, Andlauer P, Lévi F, Bicakova-Rocher A. Alteration of period and amplitude of circadian rhythms in shift workers. With special reference to temperature, right and left hand grip strength.

Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1988; 57: 15 – 25

Riemann D, Burgos I, Richter L. Nocturnal serum Leptin values in chronic primary Insomnia: a preliminary report. *Somnologie* 2006; 10: 192 - 199

Rüdiger HW. Gesundheitliche Probleme bei Nacht- und Schichtarbeit sowie beim Jetlag. *Der Internist*. 2004; 45: 1021 – 1025

Rütten A, Abu-Omar K, Lampert T, Ziese T. Gesundheitsberichterstattung des Bundes Heft 26 Körperliche Aktivität. Robert-Koch-Institut, 2005

Schindler C. Mögliche molekulare Mechanismen zur Prävention einer Kolonkarzinomsentstehung durch körperliche Aktivität. Diplomarbeit, TU-München, 2004

Schneider J, Tauber H. Lipoproteine bei zeitlich unterschiedlicher Nahrungsaufnahme. *Journal of Molecular Medicine*. 1981; 59: 165 – 171

Schubert M. Testosteron und Metabolisches Syndrom. *Blickpunkt der Mann*. 2006; 4: 16

- Schultes B, Schmid S, Peters A, Born J, Fehm HL. Sleep loss and the development of diabetes: a review of current evidence.
Exp Clin Endocrinol Diabetes. 2005; 113: 563 – 567
- Schweflinghaus W. Besser Leben mit Schichtarbeit. 5. Auflage, Bundesverband der Betriebskrankenkassen, Essen, 2002
- Szczesny C. Gestaltung der Arbeitszeit im Krankenhaus. 4. Auflage, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2004
- Seibt A, Knauth, Griefahn B, Stork J, Kessel R, Tautz A, Schiele R. Leitlinie zur Nacht- und Schichtarbeit. AWMF 002/030, 2006
- Seifert H, Jung R. Nacht-, Wochenend- und Schichtarbeit nehmen stark zu.
Pressemitteilung der Hans-Böckler-Stiftung, 15. Juli 2005
- Sekine M, Yamagami T, Handa K, Saito T, Nanri S, Kawaminami K, Tokui N, Yoshida K, Kagamimori S. A dose-response relationship between short sleeping hours and childhood obesity: results of the Toyama Birth Cohort Study.
Child Care Health Dev. 2002; 28: 163 – 170
- Shapiro A, Mu W, Roncal C, Cheng KY, Johnson RJ, Scarpace PJ. Fructose-induced leptin resistance exacerbates weight gain in response to subsequent high-fat feeding.
Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2008; 295: 1370 – 1375
- Shea SA, Hilton MF, Orlova C, Ayers RT, Mantzoros CS. Independent circadian and sleep/wake regulation of adipokines and glucose in humans.
J Clin Endocrinol Metab. 2005; 90 : 2537 – 2544
- Sherrill DL, Kotchou K, Quan SF. Association of physical activity and human sleep disorders. *Arch Intern Med*. 1998; 158: 1894 – 1898

Sinha MK, Ohannesian JP, Heiman ML, Kriauciunas A, Stephens TW, Magosin S, Marco C, Caro JF. Nocturnal rise of leptin in lean, obese, and non-insulin-dependent diabetes mellitus subjects. *J Clin Invest.* 1996; 97: 1344 – 1347

Spiegel K, Knutson K, Leproult R, Tasali E, Van Cauter E. Sleep loss: a novel risk factor for insulin resistance and Type 2 diabetes. *J Appl Physiol.* 2005; 99: 2008 – 2019

Spiegel K, Leproult R, L'hermite-Balériaux M, Copinschi G, Penev PD, Van Cauter E. Leptin levels are dependent on sleep duration: relationships with sympathovagal balance, carbohydrate regulation, cortisol, and thyrotropin. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004; 89: 5762 – 5771

Spiegel K, Leproult R, Copinschi G, Van Cauter E. Impact of sleep length to the 24-h leptin profile. *Sleep.* 2001; 24: abstract supplement

Spiegel K, Tasali E, Penev P, Van Cauter E. Brief communication: Sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, and increased hunger and appetite. *Ann Intern Med.* 2004; 141: 846 – 850

St-Pierre DH, Karelis AD, Cianflone K, Conus F, Mignault D, Rabasa-Lhoret R, St-Onge M, Tremblay-Lebeau A, Poehlman ET. Relationship between ghrelin and energy expenditure in healthy young women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004; 89: 5993 - 5997

Suwazono Y, Dochi M, Sakata K, Okubo Y, Oishi M, Tanaka K, Kobayashi E, Kido T, Nogawa K. A longitudinal study on the effect of shift work on weight gain in male Japanese workers. *Obesity (Silver Spring).* 2008; 16: 1887 – 1893

Taheri S, Lin L, Austin D, Young T, Mignot E. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. PMID: 15602591 *PLoS Med.* 2004; 1: e62 www.plosmedicine.org (Zugriff am 13. März 2010)

Tamarkin L, Cohen M, Roselle D, Reichert C, Lippman M, Chabner B. Melatonin inhibition and pinealectomy enhancement of 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary tumors in the rat. *Cancer Res.* 1981; 41: 4432 – 4436

- Turek FW, Joshu C, Kohsaka A, Lin E, Ivanova G, McDearmon E, Laposky A, Losee-Olson S, Easton A, Jensen DR, Eckel RH, Takahashi JS, Bass J. Obesity and metabolic syndrome in circadian Clock mutant mice. *Science*. 2005; 308: 1043 – 1045
- Viitasalo K, Kuosma E, Laitinen J, Härmä M. Effects of shift rotation and the flexibility of a shift system on daytime alertness and cardiovascular risk factors. *Scand J Work Environ Health*. 2008; 34: 198 – 205
- Vioque J, Torres A, Quiles J. Time spent watching television, sleep duration and obesity in adults living in Valencia, Spain. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24: 1683 – 1688
- Wang Y, Beydoun MA. The obesity epidemic in the United States-gender, age, socioeconomic, racial/ethnic, and geographic characteristics: a systematic review and meta-regression analysis. *Epidemiol Rev*. 2007; 29: 6 – 28
- Weyerer S, Dilling H. Prevalence and treatment of insomnia in the community: results from the Upper Bavarian Field Study. *Sleep*. 1991; 14: 392 – 398
- Whitmer RA, Sidney S, Selby J, Johnston SC, Yaffe K. Midlife cardiovascular risk factors of dementia in late life. *Neurology*. 2005; 64: 277 - 281
- Wittchen H, Krause P, Höfler M, Pittrow D, Winter S, Spiegel B, Hajak G, Riemann D, Steiger A, Pfister H. NISAS-2000 – die „Nationwide Insomnia Screening and Awareness Study“. *Nervenheilkunde*. 2001; 20: 4 – 16
- Wussow A, Kiel B, Weiler SW, Spallek M, Birkle J, Kessel R. Auswirkungen von Schichtarbeit auf die Beschäftigten im Automobilbau unter modernen Arbeitsbedingungen. In: Scheuch K, Haufe E. (Hrsg.) *Psychosoziale Faktoren in der Arbeit und Gesundheit – Arbeitsfähigkeit Älterer in unserer Gesellschaft*. Rindt-Druck, Fulda, 2003: 166 – 170

Wussow A, Weiler SW, Spallek M, Birkle J, Scheuerer B, Groneberg DA, Kessel R. Ernährungsbezogene Risikofaktoren bei Nacht- und Schichtarbeitern. In: Brüning T. (Hrsg.) Dialog zwischen betrieblicher Praxis und arbeitsmedizinischer Wissenschaft – Chance für den Arbeitsschutz. Gentner Verlag, Stuttgart, 2006, 130 – 133

Wüthrich P. Studie über die gesundheitlichen, sozialen und psychischen Auswirkungen der Nacht- und Schichtarbeit - im Auftrag des Schweizerischen Gewerkschaftsbundes. 2003 www.dgaum.med.uni-rostock.de (Zugriff am 13. März 2010)

Zeitlhofer J, Schmeiser-Rieder A, Tribl G, Rosenberger A, Bloitscheck J, Kapfhammer G, Saletu B, Katschnig H, Holzinger B, Popovic R, Kunze M. Sleep and quality of life in the Austrian population. *Acta neurologica scandinavica*. 2000; 102: 249 – 57

Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*. 1994; 372: 425 – 432

Zulley J. The physiology of sleep. *Pharm Unserer Zeit*. 2007; 36: 176 - 179

8. Anhang

Arbeitsmedizinische Empfehlungen zur Gestaltung von Schichtarbeit

geringe Anzahl der aufeinanderfolgenden Nachtschichten (nicht mehr als drei)

Obwohl subjektiv empfunden gibt es nachweislich keine echte Anpassung des Körpers an die Nachtschicht. Deshalb wird empfohlen, die Nachtschichtblöcke möglichst klein zu halten, um gar nicht erst eine subjektiv „gefühlte Anpassung“ vom Körper einzuleiten und das Schlafdefizit nicht zu groß werden zu lassen.

Auch Dauer-Nachtschichtsysteme bieten keine Anpassung des Körpers. Sie sind außerdem mit viel größeren sozialen und familiären Folgen behaftet.

Nach einer Nachtschichtphase sollten möglichst 24 Stunden arbeitsfreie Zeit folgen

Durch eine ausreichend lange arbeitsfreie Zeit kann direkt das Schlafdefizit wieder aufgeholt werden.

Geblockte Wochenendfreizeiten sind besser als einzelne freie Tage an Wochenenden

Der gesellschaftliche Nutzwert eines Wochenendes ist wesentlich höher als der eines freien Blockes in der Woche. Dabei spielt die Tatsache, wie das Wochenende in den freien Block eingebaut ist (ob Freitag + Samstag, Samstag + Sonntag oder Sonntag + Montag frei), eine eher untergeordnete Rolle.

Mehrbelastung sollte durch Freizeit ausgeglichen werden

Mehr Freizeit sorgt für eine bessere Erholung und für positivere soziale Folgen als eine reine Bezahlung von Zuschlägen.

Ungünstige Schichtfolgen vermeiden – Schichtpläne sollten vorwärts rotieren

Man unterscheidet Schichtfolgen in vorwärts rotierend (Früh-Spät-Nacht) und rückwärts rotierend (Nacht-Spät-Früh). Vorwärts rotierende Schichtsysteme werden nachweislich besser von den Beschäftigten vertragen als rückwärts rotierende, wenngleich auch das vorwärts rotierende Schichtsystem bei den Beschäftigten zu Unmut wegen Verkürzung der zusammenhängenden Freizeit am Wochenende führt.

Die Frühschicht sollte nicht zu früh beginnen

Hierbei ist die Anfahrtszeit der Beschäftigten zu berücksichtigen. Bei langen Wegen zur Arbeit kann ein früher Beginn der Arbeitszeit und daraus resultierendem zu frühen Aufstehen zu einem Schlafdefizit führen, da in der Regel die Arbeitnehmer nicht extra früher schlafen gehen für eine Frühschicht.

Die Nachtschicht sollte möglichst früh enden

Nachgewiesenermaßen ist die Tagesschlafdauer umso länger, je früher man nach einer Nachtschicht schlafen geht. Dies führt zu einer verbesserten Erholung der Arbeitnehmer. Bei einem 3-Schichtsystem stehen diese beiden letzten Forderungen scheinbar unvereinbar gegenüber – Ein Gleitzeitmodell für Schichtarbeit könnte hier Abhilfe schaffen.

Verzicht auf feste Anfangszeiten zugunsten individueller Entscheidungsfreiheit

In Abhängigkeit von dem Weg zur Arbeitsstelle könnte eine individuelle Schichtwechselzeit für eine zusätzliche Erholung der Arbeitnehmer sorgen. Eine Absprache zwischen den Schichtbesetzungen ist dafür unabdingbare Voraussetzung.

Die Massierung von Arbeitszeit sollte begrenzt werden

Eine Massierung der Arbeitszeit geht mit einer steigenden Belastung bei gleichzeitiger Abnahme der Erholungszeiten einher. Diese Zunahme der Beanspruchung kann sich auf die ganze Woche auswirken. Ein 8-Stunden-Tag oder eine 48-Stunden-Woche sollte nicht überschritten werden. Studien haben hier gezeigt, dass es jenseits der 8. Arbeitsstunde zu einem exponentiellen Anstieg des Unfallrisikos kommt.

Die Schichtdauer sollte von der Arbeitsschwere abhängig sein

Die Dauer der Arbeitszeit in der Schicht sollte an physische sowie an psychische Belastungen geknüpft sein. Handelt es sich um nur wenig beanspruchende Arbeit und / oder besteht die Arbeitszeit teilweise aus Arbeitsbereitschaft, können auch 12-Stunden-Schichten akzeptiert werden. Bei starker Beanspruchung von Körper und Geist sowie bei Arbeiten mit hohem Risiko bei Fehlverhalten sollte die Arbeitszeit auf acht Stunden begrenzt sein.

Schichtpläne sollten überschaubar und vorhersehbar sein

Aufgestellte Schichtpläne sollten fest bleiben, um den Beschäftigten die Möglichkeit zur Planung zu geben. Die arbeitsfreie Zeit würde nochmals zusätzlich durch wechselnde Schichtpläne belastet werden. Auch sollten natürlich weitestgehend individuelle Wünsche berücksichtigt werden.

Pittsburgh Schlafqualitätsindex (PSQI)

Der PSQI umfasst 19 Selbstbeurteilungsfragen und 5 Fragen, die vom Partner/Mitbewohner, sofern vorhanden, beurteilt werden. In die Auswertung gehen nur die Selbstbeurteilungsfragen ein.

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre üblichen Schlafgewohnheiten und zwar *nur während der letzten vier Wochen*. Ihre Antworten sollten möglichst genau sein und sich auf die Mehrzahl der Tage und Nächte während der letzten vier Wochen beziehen. Beantworten Sie bitte alle Fragen.

1. Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich abends zu Bett gegangen?
übliche Uhrzeit:

2. Wie lange hat es während der letzten vier Wochen gewöhnlich gedauert, bis Sie nachts eingeschlafen sind?
in Minuten:

3. Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich morgens aufgestanden?
übliche Uhrzeit:

4. Wieviele Stunden haben Sie während der letzten vier Wochen pro Nacht tatsächlich geschlafen? (Das muß nicht mit der Anzahl der Stunden, die Sie im Bett verbracht haben, übereinstimmen.)
Effektive Schlafzeit (Stunden) pro Nacht:

Kreuzen Sie bitte für jede der folgenden Fragen die für Sie zutreffende Antwort an. Beantworten Sie bitte alle Fragen.

5. Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen schlecht geschlafen, ...

a) ... weil Sie nicht innerhalb von 30 Minuten einschlafen konnten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

b) ... weil Sie mitten in der Nacht oder früh morgens aufgewacht sind?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

c) ... weil Sie aufstehen mußten, um zur Toilette zu gehen?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

d) ... weil Sie Beschwerden beim Atmen hatten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

e) ... weil Sie husten mußten oder laut geschnarcht haben?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

- f) ... weil Ihnen zu kalt war?
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
- g) ... weil Ihnen zu warm war?
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
- h) ... weil Sie schlecht geträumt hatten?
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
- i) ... weil Sie Schmerzen hatten?
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche

Und wie oft während des letzten Monats konnten Sie aus diesem Grund schlecht schlafen?

- j) ... aus anderen Gründen?
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche

6. Wie würden Sie insgesamt die Qualität Ihres Schlafes während der letzten vier Wochen beurteilen?
- Sehr gut
 - Ziemlich gut
 - Ziemlich schlecht
 - Sehr schlecht
7. Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen Schlafmittel eingenommen (vom Arzt verschriebene oder frei verkäufliche)?
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
8. Wie oft hatten Sie während der letzten vier Wochen Schwierigkeiten wachzubleiben, etwa beim Autofahren, beim Essen oder bei gesellschaftlichen Anlässen?
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
9. Hatten Sie während der letzten vier Wochen Probleme, mit genügend Schwung die üblichen Alltagsaufgaben zu erledigen?
- Keine Probleme
 - Kaum Probleme
 - Etwas Probleme
 - Große Probleme
10. Schlafen Sie allein in Ihrem Zimmer?
- Ja
 - Ja, aber ein Partner/Mitbewohner schläft in einem anderen Zimmer
 - Nein, der Partner schläft im selben Zimmer, aber nicht im selben Bett
 - Nein, der Partner schläft im selben Bett

Falls Sie einen Mitbewohner / Partner haben, fragen Sie sie/ihn bitte, ob und wie oft er/sie bei Ihnen folgendes bemerkt hat.

- a) Lautes Schnarchen
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
- b) Lange Atempausen während des Schlafes
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
- c) Zucken oder ruckartige Bewegungen der Beine während des Schlafes
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
- d) Nächtliche Phasen von Verwirrung oder Desorientierung während des Schlafes
- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 - Weniger als einmal pro Woche
 - Einmal oder zweimal pro Woche
 - Dreimal oder häufiger pro Woche
- e) Oder andere Formen von Unruhe während des Schlafes

Die Berechnung der Komponenten wird folgendermaßen vorgenommen:

Komponente 1: Subjektive Schlafqualität				
Gehe zu Frage 6 und bewerte folgendermaßen:				
Antwort		Komponentenwert 1		
„Sehr gut“	=	0		
„Ziemlich gut“	=	1		
„Ziemlich schlecht“	=	2		
„Sehr schlecht“	=	3		
				Komponente 1: _____

Komponente 2: Schlaflatenz				
1. Gehe zu Frage 2 und bewerte folgendermaßen:				
Antwort		Wert Frage 2		
≤ 15	=	0		
16-30	=	1		
31-60	=	2		
> 60	=	3		
				Wert Frage 2: _____
2. Gehe zu Frage 5a und bewerte folgendermaßen:				
Antwort		Wert Frage 5a		
Gar nicht	=	0		
Weniger als einmal	=	1		
Einmal oder zweimal	=	2		
Dreimal oder häufiger	=	3		
				Wert Frage 5a: _____
3. Addiere den Wert von Frage 2a und den Wert von Frage 5a und bewerte wie folgt:				
Summe Frage 2 + 5a		Komponentenwert 2		
0	=	0		
1-2	=	1		
3-4	=	2		
5-6	=	3		
				Komponente 2: _____

Komponente 3: Schlafdauer

Gehe zu Frage 4 und bewerte folgendermaßen:

Antwort		Komponentenwert 3		
≥ 7h	=	0		
6-7h	=	1		
5-6h	=	2		
< 5h	=	3		
			Komponente 3: _____	

Komponente 4: Schlafeffizienz

1. Gehe zu Frage 4 und notiere die Schlafzeit in Stunden: _____ h

2. Berechne die Anzahl der im Bett verbrachten Stunden (Bettliegezeit):

Aufstehzeit (Frage 3): _____

Zubettgehzeit (Frage 1): _____

Anzahl der im Bett verbrachten Stunden: _____ h

3. Berechne die Schlafeffizienz (Quotient aus Schlafzeit und Bettliegezeit) wie folgt:
(Schlafzeit in h)/(Anzahl der im Bett verbrachten Stunden) x 100 = Schlafeffizienz

$$(\text{_____} / \text{_____}) \times 100 = \text{_____} \%$$

4. Bewerte Komponente 4 wie folgt

Schlafeffizienz %		Komponentenwert 4		
≥ 85	=	0		
75 – 84	=	1		
65 – 74	=	2		
< 65	=	3		
			Komponente 4: _____	

Komponente 5: Schlafstörungen

1. Gehe zu Frage 5b-5j und bewerte jede Frage wie folgt

Antwort		Wert		
Gar nicht	=	0		
Weniger als einmal	=	1		
Einmal oder zweimal	=	2		
Dreimal oder häufiger	=	3		

2. Notiere die Ergebnisse für Frage 5b-5j und addiere die Werte:

5b: ____

5c: ____

5d: ____

5e: ____

5f: ____

5g: ____

5h: ____

5i: ____

5j: ____

Summe: ____

Summe Frage 5b-5j		Komponentenwert 5		
0	=	0		
1 - 9	=	1		
10 - 18	=	2		
19 - 27	=	3		
			Komponente 5: ____	

Komponente 6: Schlafmittelkonsum

Gehe zu Frage 7 und bewerte folgendermaßen:

Antwort		Komponentenwert 6		
Gar nicht	=	0		
Weniger als einmal	=	1		
Einmal oder zweimal	=	2		
Dreimal oder häufiger	=	3		
			Komponente 6: ____	

Komponente 7: Tagesschläfrigkeit

1. Gehe zu Frage 8 und bewerte folgendermaßen:

Antwort		Wert Frage 8		
Nie	=	0		
Weniger als einmal	=	1		
Einmal oder zweimal	=	2		
Dreimal oder häufiger	=	3		
			Wert Frage 8: ____	

2. Gehe zu Frage 9 und bewerte folgendermaßen:				
Antwort		Wert Frage 9		
Keine Probleme	=	0		
Kaum Probleme	=	1		
Etwas Probleme	=	2		
Große Probleme	=	3		
			Wert Frage 9: _____	
3. Addiere den Wert von Frage 8 und den Wert von Frage 9 und bewerte wie folgt:				
Summe Frage 8 + 9		Komponentenwert 7		
0	=	0		
1-2	=	1		
3-4	=	2		
5-6	=	3		
			Komponente 7: _____	

Hinweis: Die Frage 10 geht nicht in die quantitative Auswertung ein

Gesamtwert PSQI		
Addiere die sieben Komponentenwerte = Gesamtwert		
Komponente	Wert	
1. Schlafqualität		
2. Schlaflatenz		
3. Schlafdauer		
4. Schlafeffizienz		
5. Schlafstörungen		
6. Schlafmittelkonsum		
7. Tagesmüdigkeit		
Summe: _____		

9. Danksagung

Ich möchte mich bei Herrn Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Richard Kessel für das Ermöglichen meines Promotionsvorhabens und für die Bereitstellung der Institutsressourcen bedanken.

Ich danke ebenfalls Frau Dr. med. Anke Van Mark für die Betreuung während der gesamten Zeit, sowie für die konstruktive und effektive Zusammenarbeit. Herrn Dr. med. Stefan Weiler möchte ich danken für die Unterstützung bei der Berechnung und Auswertung der Statistik und allen weiteren Mitarbeitern des Instituts für die Unterstützung, insbesondere Frau Gabriele Schneeberg für die Korrekturlesungen.

Stellvertretend für die Forschungsgruppe möchte ich mich auch bei allen Probanden und Freiwilligen bedanken, die sich bereit erklärt haben, bei unserem Forschungsvorhaben mitzuwirken. Bei den beteiligten Firmen und betriebsärztlichen Kollegen bedanke ich mich für ihre Mitarbeit, das entgegengebrachte Vertrauen und die Bereitstellung ihrer Ressourcen.

Und ich möchte mich bei Yvonne und Anna, meiner kleinen Familie bedanken, die mir während der gesamten Zeit den Rücken freigehalten und an mich geglaubt haben.

10. Lebenslauf

Name, Dienstgrad:	Andreas Otto, Stabsarzt
Personenkennziffer:	020383-O-11216
Geburtsort:	Flensburg
Familienstand :	ledig
Familie:	Wilfried Otto, 49 Jahre †, Industriemeister Ute Otto, 47 Jahre, Empfangssekretärin Thorsten Otto, 21 Jahre, Student



Schulbildung

August 1989 bis Juni 1993	Südenseeschule Sörup
August 1993 bis Juni 2003	Bernstorff-Gymnasium Satrup
Besondere Lernleistung	„Die Ausbildung zum Rettungssanitäter“ Februar bis Dezember 2002

Bundeswehr

Juli/August 2003	Soldatische Basisausbildung, MUS Plön
August/September 2003	133. Auslandsausbildungsreise auf dem SSS Gorch Fock
Oktober/November 2003	Versetzung ans MStoSanZ Neustadt, freige- stellt zum Studium der Humanmedizin an die Universität zu Lübeck
Dezember 2003 bis November 2009	Versetzung ans SanZ Plön – Wechsel der Be- treuungseinheit
März 2004	Krankenpflegepraktikum BWK Hamburg, Chirurgie
August/September 2004	Offizierslehrgang, SanAK BW München
März 2005	Krankenpflegepraktikum BWK Hamburg, Notaufnahme / Aufnahmebereich
August 2006	Famulatur SanZ Flensburg, Einsatz auf dem NAW

Oktober 2006	Truppenpraktikum Flugbereitschaft BMVg Köln-Wahn, Fliegerarzt, MEDEVAC Einsatz Challenger und Airbus A-310
August 2007	Famulatur BWK Bad Zwischenahn, Innere Medizin
August/September 2007	Truppenpraktikum SanZ Eckernförde
September/Oktober 2007	Truppenpraktikum Kommando Schnelle Ein- satzkräfte Sanitätsdienst (KSES) Leer
März 2008	Famulatur BWK Hamburg, Anästhesie
Dezember 2009 bis Februar 2010	Postuniversitäre modulare Basisausbildung, I. Inspektion SanAk BW, München
seit März 2010	Bundeswehrkrankenhaus Westerstede, Anästhesie und Intensivmedizin

Zivile / Universitäre Laufbahn

WS 2003/2004	Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Universität zu Lübeck
WS 2004/2005 bis SS 2005	Vorklinik-Wahlfach: <i>chirurgische und topo- graphische Anatomie für Fortgeschrittene</i>
August/September 2005	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
WS 2005/2006	Beginn des klinischen Abschnittes
März/April 2006	Famulatur UK-SH Kiel, Anästhesie
Februar/März 2007	Famulatur Anästhesie-Team Nord, Lübeck
März/April 2007	Famulatur Diakonissenkrankenhaus Flensburg, Unfallchirurgie & Orthopädie
WS 2007/2008	Klinik-Wahlfach: <i>medical english</i>
WS 2008/2009	Beginn des Praktischen Jahres mit Wahlfach Anästhesie
Oktober/November 2009	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung