

Aus dem Interdisziplinären Schlafmedizinischen Zentrum
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Die Auswirkungen des Nachtdienstes von Apothekern auf die
Tagesschläfrigkeit und Konzentration
The Effect of Night Duty of Pharmacists on Sleepiness and
Concentration at Daytime

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor rerum medicarum (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Claus Werner Biechele

Datum der Promotion: 30.11.2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Zusammenfassung	VIII
Abstract.....	IX
1 Einleitung, Forschungsstand, Bedeutung für das Fachgebiet	1
1.1 Einleitung	1
1.1.1 Apothekermangel und Dienstbereitschaft von Apothekern	1
1.1.2 Zirkadiane Periodik und Schlaf	3
1.2 Forschungsstand	6
1.3 Bedeutung für das Fachgebiet.....	7
2 Methodik	9
2.1 Studiendesign und Probandenkollektiv.....	9
2.2 Erhebung mittels standardisierter Fragebögen.....	10
2.2.1 Epworth Schläfrigkeits-Skala	10
2.2.2 Karolinska Schläfrigkeits-Skala	11
2.2.3 d2-R-Test	12
2.3 Aktimetrische Messung mit der Actiwatch	13
2.4 Statistik	17
3 Ergebnisse	20
3.1 Allgemeine Daten	20
3.2 Aktimeterdaten.....	20
3.3 Daten der standardisierten Fragebögen	24
3.3.1 KSS und ESS	24

3.3.2	d2-R	25
4	Klinische Anwendungen, Limitationen der Arbeit, weiterführende Fragen	29
	Literaturverzeichnis	33
	Eidesstattliche Versicherung	39
	Auszug aus der Journal Summary List	41
	Publikation „The effect of night duty of pharmacists on sleepiness and concentration at daytime”	45
	Lebenslauf	55
	Publikationsliste	56
	Danksagung	57

Abkürzungsverzeichnis

BZO	bearbeitete Zielobjekte
EEG	Elektroenzephalogramm
ESS	Epworth Sleepiness Scale
F%	Fehlerprozent
KL	Konzentrationswert
PSQI	Pittsburgh Sleep Quality Index
REM	Rapid Eye Movement
SWS	Slow-Wave-Sleep
ZNS	zentrales Nervensystem

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kognitive Leistungsfähigkeit im Tagesverlauf.....	5
Abbildung 2: Absolute geschlechterspezifische Deltaaktivität der ersten 4 Schlafzyklen.....	6
Abbildung 3: Zur aktimetrischen Untersuchung verwendete MotionWatch (Quelle: User Guide des Herstellers CamNtech).....	14
Abbildung 4: Beispielhafter Vergleich Kontrollnacht (oben) vs. Nachtdienst (unten); Y-Achse entspricht der Aktivitätsskala der gemessenen Bewegungen (eigene Darstellung).....	15
Abbildung 5: Differenz der Schlafeffizienz Dienstnacht vs. Kontrollnacht (eigene Darstellung).....	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien (eigene Darstellung).....	10
Tabelle 2: Maßeinheiten der Actiwatch (Quelle: User Guide des Herstellers CamNtech).....	16
Tabelle 3: Beispielhafte Gegenüberstellung Nachtdienst und Kontrollnacht (eigene Darstellung).....	21
Tabelle 4: Schlafeffizienz unterschiedlicher Zeitphasen (eigene Darstellung).....	23
Tabelle 5: Vergleich der Tagesschläfrigkeit zwischen Kontroll- und Dienstnacht.....	25
Tabelle 6: Mittelwerte der d2-R Auswertung gesamt; AF = Auslassungsfehler, BZO = bearbeitete Zielobjekte, F% = Fehlerquote, KL = Konzentrationsleistung, VF = Konzentrationsverlauf (eigene Darstellung).....	26
Tabelle 7: Mittelwerte der d2-R Auswertung nach Geschlecht; AF = Auslassungsfehler, BZO = bearbeitete Zielobjekte, F% = Fehlerquote, KL = Konzentrationsleistung, VF = Konzentrationsverlauf (eigene Darstellung).....	26
Tabelle 8: Vergleich der Konzentrationsfähigkeit zwischen Kontroll- und Dienstnacht	27

Zusammenfassung

Hintergrund: In Deutschland ist seit Jahren ein Rückgang von Apotheken und Apothekern zu beobachten, der insbesondere ländliche Regionen trifft. Dies führt zu der Übernahme zusätzlicher Aufgaben und Dienstsichten durch den Apothekenleiter, was wiederum zu Schlafmangel und Überlastung führt. Das Ziel der vorliegenden Studie war es daher, anhand der Tagesschläfrigkeit und Konzentrationsfähigkeit von Apothekern nach einem Nachdienst die Auswirkungen dieser Entwicklung zu evaluieren.

Methode: An der Studie nahmen 22 Apotheker und Apothekerinnen teil. Für jeden Teilnehmer wurde die Tagesschläfrigkeit und Konzentrationsfähigkeit nach einer Dienstnacht und nach einer Kontrollnacht ohne Dienst gemessen und verglichen. Die Aktivität während der Nacht wurde mittels Aktigraphie erfasst, die Tagesschläfrigkeit anhand der Epworth Schläfrigkeits-Skala (ESS) und der Karolinska Schläfrigkeits-Skala (KSS), und die Konzentrationsfähigkeit anhand des d2-R-Tests.

Ergebnisse: Die aktimetrischen Daten unterschieden sich signifikant zwischen der Dients- und Kontrollnacht, mit einer kürzeren Schlafzeit, höherer Motilität und geringerer Schlafeffizienz in der Dienstnacht. Die Tagesschläfrigkeit nach einer Dienstnacht war gegenüber der Kontrollnacht erhöht: Auf der neunstufigen KSS erreichten die Teilnehmer nach der Kontrollnacht einen Durchschnittswert von 2,4, nach einer Dienstnacht einen Wert von 6,8. Der ESS-Wert nach der Kontrollnacht lag durchschnittlich bei 2,1 und somit im Normbereich, nach einer Dienstnacht bei 11,6 und außerhalb des Normbereichs. Auch die Konzentrationsfähigkeit war durch die Dienstnacht beeinträchtigt: Die Teilnehmer machten im Vergleich zur Kontrollnacht deutlich mehr Verwechslungsfehler im d2R-Test, erkannten weniger Zielobjekte und hatten eine doppelt so hohe Fehlerquote.

Schlussfolgerungen: Die Ergebnisse dieser Pilotstudie demonstrieren, dass eine Nachtschicht zu Tagesschläfrigkeit von Apothekern beitragen und die Konzentration während der Tagesschicht herabsetzen kann. Dies weist auf einen Handlungsbedarf bezüglich der Arbeitssicherheit von Apothekern hin, um die Patientensicherheit zu gewährleisten und die Gesundheit des Apothekers im Arbeitsumfeld zu fördern.

Abstract

Background: A decline in pharmacies and pharmacists has been observed in Germany for years, affecting rural regions in particular. This leads to the pharmacy manager taking on additional tasks and duty shifts, which in turn causes sleep deprivation and burnout. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the effects of this development on the basis of pharmacists' daytime sleepiness and ability to concentrate after a night shift.

Methods: 22 male and female pharmacists participated in the study. For each participant, daytime sleepiness and concentration ability were measured after a night on duty and after a control night off duty. Activity during the night was assessed using actigraphy, daytime sleepiness using the Epworth Sleepiness Scale (ESS) and the Karolinska Sleepiness Scale (KSS), and concentration ability using the d2-R test.

Results: Actimetric data differed significantly between the duty and control nights, with shorter sleep time, higher motility, and lower sleep efficiency on the duty night. Daytime sleepiness after a night shift was increased compared with the control night: On the nine-item KSS, participants scored an average of 2.4 after the control night and 6.8 after a night on duty. The ESS score averaged 2.1 after the control night, which was within the normal range, and 11.6 after a night on duty, which was outside the normal range. Concentration was also impaired by the night shift: Participants made significantly more confusion errors on the d2R test compared to the control night, recognized fewer targets, and the error rate was twice as high.

Conclusions: The results of this pilot study demonstrate that a night shift can contribute to daytime sleepiness in pharmacists and decrease concentration during the day shift. This indicates a need for action regarding pharmacist work safety to promote the pharmacist's health in the work environment and ensure patient safety.

1 Einleitung, Forschungsstand, Bedeutung für das Fachgebiet

1.1 Einleitung

1.1.1 Apothekermangel und Dienstbereitschaft von Apothekern

Der Apotheken- und Apothekermangel in Deutschland ist ein Phänomen, das sich seit Jahren beobachten lässt (Kandler-Schmitt, 2018). Gab es im Jahr 2000 noch 21.592 Apotheken in Deutschland, so standen der Bevölkerung im Jahr 2017 nur noch 19.758 Filialen zur Verfügung (Kandler-Schmitt, 2018). Es lässt sich hierbei beobachten, dass insbesondere die Anzahl der Apotheken in ländlichen Regionen abnimmt, nicht zuletzt, da kein Nachwuchs zur Verfügung steht. In Schleswig-Holstein etwa musste innerhalb von nur acht Jahren jede zehnte Apotheke schließen (Kandler-Schmitt, 2018). Die Anzahl der Apotheken in der Bundesrepublik liegt damit unter dem EU-Schnitt (DAZ.online, 2018b). Als zentrale Gründe hierfür werden der zunehmende Arzneimittelversand über das Internet sowie Besetzungsschwierigkeiten genannt (Kandler-Schmitt, 2018). Der Apothekerberuf wird heute als Engpass-Beruf eingestuft, da in Deutschland trotz einer steigenden Zahl an berufstätigen Apothekern ein Fachkräftemangel im Bereich der Pharmazie besteht. Heute gibt es im Zehnjahresvergleich 13,7 Prozent mehr berufstätige Apotheker, jedoch nahm gleichzeitig die Anzahl der zu besetzenden Stellen speziell im Bereich der Krankenhausapotheken sowie in der Wirtschaft, Industrie und Verwaltung deutlich von 30 auf 42 Prozent zu (Gensthaler, 2019). Der Mangel an Personal an Apothekenstandorten (öffentliche Apotheken), der zudem regional unterschiedlich drastisch ist, wird demnach einerseits durch eine Verschiebung des Tätigkeitsbereichs von Pharmazeuten bedingt (Gensthaler, 2019). Andererseits wird jedoch darauf verwiesen, dass die Tatsache, dass offene Stellen in Apotheken sehr lange unbesetzt bleiben (aktuell sind es durchschnittlich 143 Tage), einen Mangel an Apothekern nur vermuten lässt (Gensthaler, 2019). Vielmehr kommt es zu einer veränderten Arbeitskräfteverteilung, wonach sich zwischen Stadt und Land ein Gefälle ergibt. Laut einer statistischen Erhebung der ABDA müssen Apotheker in ländlichen Gebieten zudem deutlich häufiger Notdienste übernehmen als in städtischen Gebieten, weil im Großraum weniger Alternativen zur Verfügung stehen, um der Versorgungspflicht nachzukommen (ABDA, 2021).

Zudem gehen immer mehr Apothekenleiter in Rente, da sich das Durchschnittsalter der Bevölkerung zunehmend erhöht. Im Jahr 2021 lag das Durchschnittsalter von Apothekenleitern bei 51,5 Jahren (ABDA, 2021). Dies bedeutet speziell für ländliche Regionen, dass diese Stellen oft nicht neu besetzt werden können, da kein Nachfolger gefunden werden kann. Ein allgemeiner Trend zur Teilzeitarbeit sowie wirtschaftliche Gründe, durch welche immer weniger Pharmazeuten Bereitschaft zur Selbstständigkeit zeigen, verstärken die Problematik (Gensthaler, 2019).

Durch die vermehrte Verlagerung des Arzneimittelhandels in das Internet ergibt sich eine Veränderung für das Tätigkeitsgebiet von Apothekern. Die Verschiebung der kaufmännisch relevanten Aspekte des Arzneimittelhandels ins Web bedingt, dass Apotheker vermehrt mit Tätigkeiten wie Verblistern und Medikationsanalysen sowie verstärkt mit Laborarbeit beschäftigt sind (Kandler-Schmitt, 2018). Speziell in Zeiten einer Pandemie, wie aktuell durch COVID-19, sind Apotheker vermehrt gefordert, Laborarbeit zu leisten (DAZ.online, 2018b). Aufgrund strenger werdender Regulierungen haben in der Vergangenheit zudem administrative Tätigkeiten sehr stark zugenommen. Darunter fallen etwa Protokollierungen sowie Qualitätsmanagement (Gensthaler, 2019). Die deutsche Gesetzgebung sieht für Apotheken eine ständige Dienstbereitschaft zur Sicherstellung der Arzneimittelversorgung vor. Diese gilt an Werktagen, Wochenenden und Feiertagen und soll eine Versorgungssicherheit besonders dann sicherstellen, wenn in anderen Wirtschaftsbereichen Arbeitsruhe herrscht (Gensthaler, 2019). Differenziert wird zwischen Notdienstzeiten und allgemeiner Dienstbereitschaft. Der Apothekenleiter oder eine zu seiner Vertretung berechtigte Person muss während der Dienstbereitschaft jederzeit erreichbar sein. Während der Notdienstzeiten hingegen ist es notwendig, dass der Apothekenleiter sich in den Betriebsräumen der Apotheke aufhält und es ist eine Möglichkeit zur Arzneimittelabgabe über einen Schalter zu gewährleisten (Gensthaler, 2019). Der Apothekenleiter kann sich dabei von einem Apotheker vertreten lassen, dies ist jedoch nur dann möglich, wenn diese Person eine dauerhafte Vertretung übernimmt (DAZ.online, 2018a). Eine Vertretung stellt demnach die Ausnahme dar (DAZ.online, 2018a).

Ziel der Behörde ist es, eine gleichmäßige Befreiung für Apotheken sicherzustellen, was in Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten nicht immer möglich ist (Berg, 2014). Turnusmäßiger Bereitschaftsdienst ist demnach in urbanen Regionen eine sinnvolle Möglichkeit zur Vermeidung von Überlastungen einzelner Apotheken, erweist sich jedoch

in strukturschwachen Gebieten als nicht umsetzbar (DAZ.online, 2018a). Zieht man nun die Tatsache heran, dass Apotheker vor allem auf dem Land immer mehr Probleme haben, Angestellte zu finden, so ist die Folgerung, dass dort immer mehr Verantwortung auf den Apothekenleiter entfällt und die Anzahl seiner Nachtdienste stetig zunimmt.

Die Folge ist, dass Apotheker in manchen Regionen nicht nur sehr viele Nachtdienste verrichten müssen, sondern während dieser auch nicht oder nur wenig schlafen können. Vor dem Hintergrund der Verantwortung, die Apotheker z.B. bei der Herstellung von Rezepturen und Medikationsanalysen übernehmen, sowie Verblisterungen überprüfen und Seniorenheime betreuen, wirft diese eine relevante Fragestellung im Hinblick auf die Sicherheit der Arzneimittelversorgung auf, die durch Überlastung von Apothekern gefährdet sein könnte. In diesem Kontext werden im Folgenden die physiologischen Prinzipien von Schlaf und der zirkadianen Periodik erläutert.

1.1.2 Zirkadiane Periodik und Schlaf

Der Mensch wird durch seine innere Uhr gesteuert, die sich im Nucleus suprachiasmaticus befindet. Von dort aus erfolgt die Koordination verschiedenster Aktivitäten und der Synchronisierung mit der externen Zeit. Die innere Uhr folgt also einem ca. 24-stündigen Rhythmus an Licht- und Temperaturveränderungen, dem zirkadianen Rhythmus, und ist dazu in der Lage, den Organismus über bestimmte äußere Anforderungen zu informieren (Meyhöfer et al., 2018). Der Großteil der organismusinternen Oszillatoren, d.h. der jeweiligen „Uhren“, haben vordefinierte Oszillationsperioden, die mit der Außenwelt abgeglichen und synchronisiert werden und eine Anpassung des zirkadianen Rhythmus an endogene Veränderungen erlauben (Birbaumer, 2003). Dieser Mitnahmebereich ist jedoch begrenzt. Bei der Körpertemperatur liegt der Anpassungsbereich des zirkadianen Rhythmus zwischen 23 und 27 Stunden, bei der motorischen Aktivität bei 20 bis 32 Stunden. Außerhalb dieser Grenzen kommt es zu Fehlsynchronisationen und einer Störung verschiedenster Rhythmen (Birbaumer, 2003).

Die körperliche Aktivität und damit auch das Schlafverhalten sind an die Synchronisation der inneren Uhr gebunden (Meyhöfer et al., 2018). Schlafen und Wachen sind dabei als aktive endogene Rhythmen zu verstehen, deren Ursprung im zentralen Nervensystem (ZNS) liegt (Birbaumer & Schmidt, 2007). Die verschiedenen zyklischen Phasen des

Schlafs sind für die psychische Regeneration von zentraler Bedeutung, nehmen aber auch einen entscheidenden Einfluss auf die Immunität, das Gedächtnis und den Stoffwechsel (Besedovsky et al., 2012; Meyhöfer et al., 2018; Potter et al., 2016; Rasch & Born, 2013; Wright et al., 2015). Die Schlafstadien des Menschen gliedern sich in folgende Phasen (Birbaumer & Schmidt, 2007):

- Entspanntes Wachsein
- Übergang vom Wachsein zum Einschlafen
- Einschlafstadium und leichtester Schlaf
- Leichter Schlaf
- Mittlerer Schlaf
- Tiefschlaf (Slow-Wave-Sleep/SWS)
- Rapid Eye Movement/REM-Schlaf

Am Ende jeder Schlafperiode stehen die REM-Phasen. Nicht-REM- und REM-Phasen sowie das Wachen sind physiologisch unterschiedlich zu betrachten und werden von jeweils anderen Rhythmusgebern im Gehirn gesteuert (Birbaumer & Schmidt, 2007).

Wachbewusstsein und alle Nicht-REM-Phasen des Schlafs werden aminerg angetrieben, d.h., es zeigt sich eine hohe subkortikale Produktion von Noradrenalin im Nucleus coeruleus sowie von Serotonin im Nucleus raphé (de Andrés et al., 2011). In den REM-Phasen erfolgt eine vollständige Unterdrückung der aminergen Transmitter (Fraigne et al., 2015). Stattdessen sind die REM-Phasen durch eine Hyperaktivität von mesenzephal-retikulären und basalen cholinergen Strukturen gekennzeichnet (Birbaumer & Schmidt, 2007).

Neben dem zirkadianen Antrieb der Wach- und Schlafphasen gibt es auch davon unabhängige homöostatische (Adenosin als Energiequelle) und ultradiane Zyklen, die Ruhe und Aktivität steuern. Diese sind vielfach mit den zirkadianen Rhythmen überlagernd (Birbaumer, 2003). Aus der Sicht physiologischer Rhythmen ist jedoch der Verlauf der Körpertemperatur sowie der Außentemperatur ein zentraler Bestimmungsfaktor des Schlaf-Wach-Verhaltens von Menschen (Harding et al., 2019). Aufgrund hormoneller Rhythmen zeigt sich, dass die ersten drei Schlafstunden die meisten Erholungsprozesse beinhalten, doch auch psychologische Leistungen folgen dem Temperaturrhythmus, wonach zu bestimmten Uhrzeiten ein Tiefpunkt kognitiver Leistungen erreicht wird (Abbildung 1) (Birbaumer, 2003).

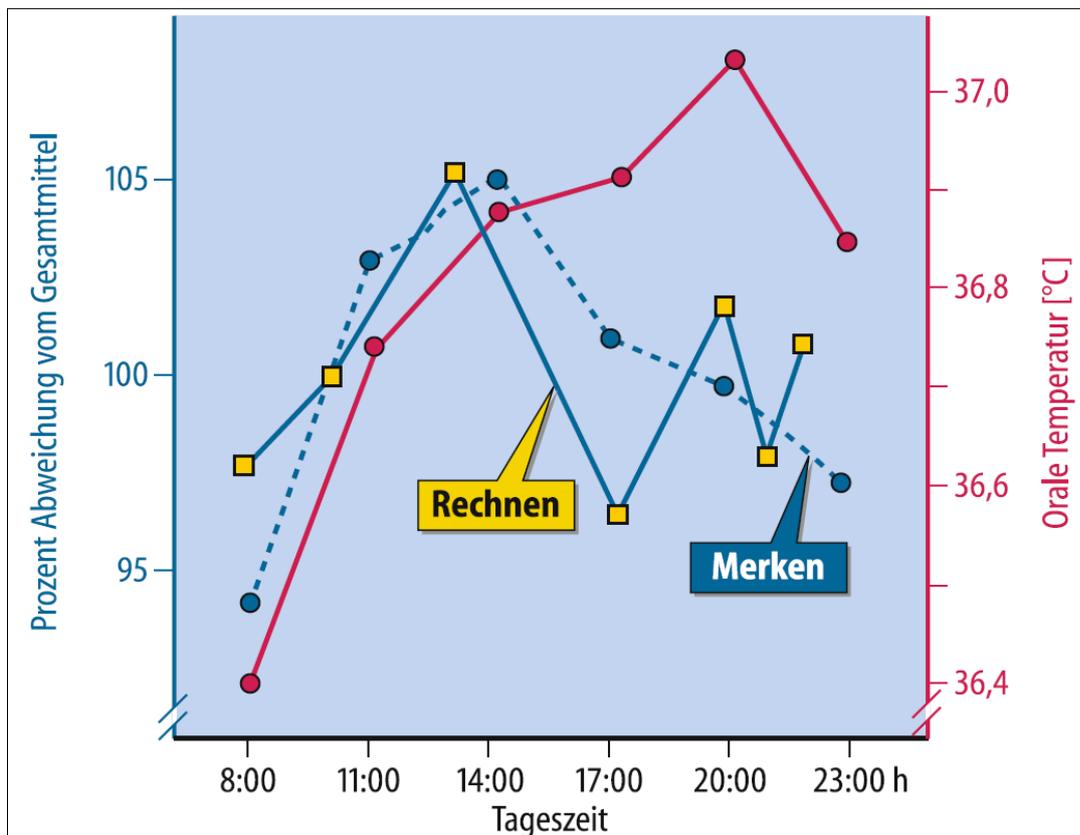


Abbildung 1: Kognitive Leistungsfähigkeit im Tagesverlauf

Quelle: Birnbaumer & Schmidt (2003, S. 545)

Wird die zirkadiane Periodik gestört, beispielsweise durch Nacht- oder Schichtdienste, kann es zu einer Verschiebung von Schlaf- und Wachphasen und damit auch zu einer Verschiebung der körperlichen und kognitiven Aktivität kommen (Boivin & Boudreau, 2014; Kosmadopoulos et al., 2014; Short et al., 2016). Die in Abbildung 1 dargestellten Verläufe können sich demnach bei Personen, die in der Nacht arbeiten und tagsüber schlafen, auf der Zeitachse nach vorn oder hinten verlagern. Die neuronalen Kapazitäten regulieren diese Signale beim gesunden Menschen, diese nehmen jedoch mit zunehmendem Alter ab (Li et al., 2017). Aus diesem Grund können Schichtarbeit und Nachtdienste insbesondere bei älteren Personen gravierendere Einschnitte in psychische und physische Funktionen haben (Meyhöfer et al., 2018).

Hinzu kommt, dass die Auswirkungen von Schlaf und Unregelmäßigkeiten im zirkadianen Rhythmus nicht einheitlich sind, sondern sich hier geschlechterspezifische Unterschiede ergeben (Qian et al., 2019). Werden äußere Zeitgeber in der Betrachtung vernachlässigt,

so zeigt sich, dass Frauen länger schlafen als Männer (Hohmann-Jeddi, 2014). Frauen gehen außerdem durchschnittlich früher zu Bett als Männer, wonach ihre Phasenlage früher ist als die der Männer. Auch die Schlafstruktur differiert zwischen den Geschlechtern, da bei Frauen einerseits die Einschlafzeiten länger sind, andererseits aber Wachzeiten nach dem Einschlafen kürzer. Frauen weisen außerdem mehr Tiefschlaf und mehr REM-Schlaf auf (Bixler et al., 2009; Silva et al., 2008). Die Deltaaktivität, also die Frequenz 0,5-2,0 Hz im Elektroenzephalogramm (EEG) als Ausdruck der Schlafintensität stellt sich bei Frauen, und hierbei auch bei älteren Frauen, anders dar als bei Männern, wie aus Abbildung 2 hervorgeht (Schulz et al., 2007).

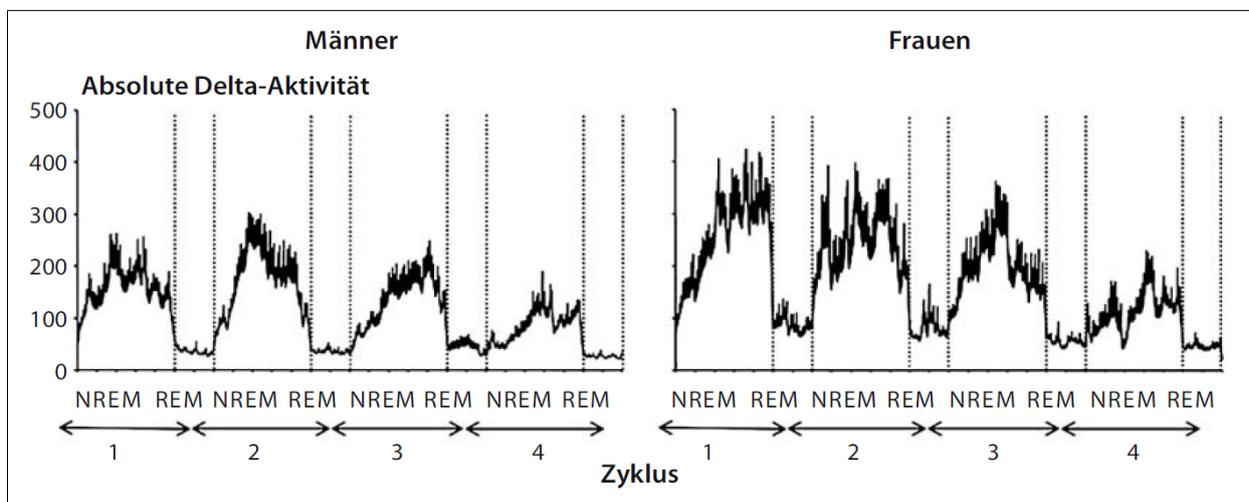


Abbildung 2: Absolute geschlechterspezifische Deltaaktivität der ersten 4 Schlafzyklen

Quelle: Schulz, Fulda & Schredl (2007, S 180)

1.2 Forschungsstand

Das Schlafverhalten von unterschiedlichsten Personengruppen in Berufen der Schicht- und Notdienstarbeit wird bereits seit Jahrzehnten intensiv empirisch untersucht. Allein eine Suche nach „sleepiness“ [All Fields] AND „nightshift“ [All Fields] in der medizinischen Fachdatenbank PubMed liefert 58 Ergebnisse. Eine Suche nach „pharmacist“ [All Fields] AND „sleepiness“ [All Fields] liefert 21 weitere Ergebnisse. Der Themenbereich wurde demnach bereits in der Vergangenheit wissenschaftlich beleuchtet. Unterschiedlichste Studien widmeten sich bislang etwa der Rolle der Zufuhr von Mahlzeiten in der Schläfrigkeit von Personen nach Not- oder Nachtdiensten (Grant et al., 2017; Gupta et

al., 2019). Andere Studien etwa untersuchen gezielt, wie sich die Möglichkeit von Nickerchen während des Nachtdienstes auf die Tagesschläfrigkeit auswirken (Ruggiero & Redeker, 2014; Tremaine et al., 2010). Essenziell sind vor allem Studien, die zeigen, dass es mitunter drastische Unterschiede zwischen einzelnen Personen gibt und auch interindividuelle Differenzen jederzeit nachweisbar sind (Van Dongen, 2006). Jedoch zeigt sich über beinahe alle Berufsgruppen, dass die Konzentration durch Schlafmangel beeinträchtigt wird (Wilson et al., 2006). Einige Studien haben sich auch bereits den möglichen Behandlungen von Tagesschläfrigkeit gewidmet (Black et al., 2007). Bislang zeigen sich hier jedoch keine allgemeingültigen positiven Ergebnisse. Von Bedeutung ist die Schlafproblematik – wie im einleitenden Kapitel angedeutet – im Bereich der Apotheken aufgrund des Apothekermangels und der zunehmenden Belastung, der Apotheker ausgesetzt sind. Die Vergleichbarkeit der verfügbaren Studienergebnisse im Bereich der Tagesschläfrigkeit ist jedoch aufgrund unterschiedlicher Messinstrumente, der Unterschiede zwischen den Berufsgruppen und den Gegebenheiten in einzelnen Ländern vielfach nicht möglich, und es gibt diesbezüglich bisher keine Daten zu der Situation deutscher Apotheker. Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit war es deshalb, die Tagesschläfrigkeit von deutschen Apothekern nach einem Nachtdienst im Vergleich zu einer Kontrollnacht anhand etablierter Instrumente zu untersuchen.

1.3 Bedeutung für das Fachgebiet

Einige wenige Studien haben sich bisher mit der Auswirkung von Nachtschichten auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Apothekern befasst (Manga et al., 2017; Quiñones & Pullin, 2011; Quiñones & Thompson, 2009). Manga et al. untersuchten beispielweise, wie häufig Apotheker in Douala eine Nachschicht absolvieren und inwiefern diese Dienste ihre Gesundheit beeinträchtigen (Manga et al., 2017). Sie fanden heraus, dass 86,3 % der Befragten unter Schlafstörungen litten. Quiñones et al. analysierten demografische Charakteristika von Apothekern mit Nachtdiensten in den USA und fanden heraus, dass Apotheker mit Nachtschichten mehr Zeit mit der Ausgabe von Medikamenten verbrachten als mit administrativen Tätigkeiten, im Vergleich zu solchen Apothekern ohne Nachtdienste (Quiñones & Pullin, 2011; Quiñones & Thompson, 2009). Diese Beispiele zeigen eine Forschungslücke hinsichtlich vergleichbarer Studien auf, die sich mit dem Effekt von Nachtschichten auf die

Tagesschläfrigkeit deutscher Apotheken befassen. Es konnte keine derartige Studie identifiziert werden, die systematisch die Tagesschläfrigkeit nach einer Nachtschicht mit der nach einer Kontrollnacht vergleicht. In der vorliegenden Studie wurden mehrere etablierte und validierte Messinstrumente eingesetzt, um die Tagesschläfrigkeit und die Aktivität während einer Nachtschicht zu evaluieren. Die hier generierten Ergebnisse sollen in der Folge ein Ansatzpunkt für weitere Studien sein, um die Arbeitssituation deutscher Apotheker zu verbessern und die Patientensicherheit zu erhöhen (Biechele et al., 2021).

2 Methodik

2.1 Studiendesign und Probandenkollektiv

Die vorliegende Untersuchung erfolgte als explorative Studie unter Anwendung einer quantitativen Erhebung (Biechele et al., 2021). Datenmaterial aus zwei standardisierten Fragebögen und einem Konzentrationstest wurde mit den gesammelten Daten eines von den Probanden getragenen Aktimeters verknüpft. Hierbei wurden die Daten einer Nachtschicht mit denen einer Kontrollnacht in denselben Probanden verglichen.

Die Probanden wurden anhand der in Tabelle 1 wiedergegebenen Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt. Der Pittsburgh Schlafqualitäts-Index (Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI) kam hierbei zum Einsatz, um Variablen wie Schlafdauer, Schlafqualität, Schlaffeffizienz, Einschlaf latenz, Schlafstörungen, Tagesschläfrigkeit und Schlafmittelkonsum hinsichtlich der vergangenen vier Wochen zu testen (Buysse et al., 1989). Dieser standardisierte psychometrische Fragebogen wird international vielfach in der Diagnostik von Insomnie eingesetzt und umfasst 19 quantitative Selbstbeurteilungsfragen mit einer Skala von 0 bis 3 sowie fünf qualitative Fremdbeurteilungsfragen. Seine Sensitivität liegt nach Ergebnissen von Backhaus und Kollegen bei 98 %, seine Spezifität bei 84,4 % (Backhaus et al., 2002). Die Werte der sieben Komponenten werden zur Auswertung zu einem Gesamtwert addiert, der zwischen 0 und 21 beträgt. Der Cut-Off-Wert liegt bei fünf Punkten, alles darunter wird als normal kategorisiert. Probanden, die einen Wert zwischen 6 und 10 Punkten erzielen, werden dagegen als schlechte Schläfer eingestuft. Chronische Schlafstörungen werden all jenen zugeschrieben, die 15 Punkte oder mehr erzielen. Die Fremdbeurteilungsfragen werden von Menschen beantwortet, die der Testperson nahestehen und dienen der Identifizierung von schlafbezogenen Problemen wie nächtlicher Desorientierung, Verwirrtheit, Unruhe oder Atempausen.

Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien (eigene Darstellung)

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
✓ Personen bis 60 Jahre	✓ PSQI Ergebnis größer oder gleich 5
✓ PSQI Ergebnis kleiner als 5	✓ Personen über 60 Jahre

2.2 Erhebung mittels standardisierter Fragebögen

Die Messung der Tagesschläfrigkeit erfolgte mithilfe der Epworth Schläfrigkeits-Skala (ESS) und der Karolinska Schläfrigkeits-Skala (Karolinska Sleepiness Scale, KSS), die Messung der Aufmerksamkeit und Konzentration anhand des d2-R-Tests. Diese Instrumente werden im Folgenden näher beschrieben.

2.2.1 Epworth Schläfrigkeits-Skala

Bei der ESS handelt es sich um einen von Murray W. Johns im Jahr 1991 eingeführten Selbstbeurteilungsfragebogen, der retrospektiv die subjektive Tagesschläfrigkeit erhebt (Johns, 1991). Mithilfe der Daten kann die Wahrscheinlichkeit dargestellt werden, mit der eine Person in verschiedensten Alltagssituationen (z. B. Lesen, Autofahren) einnickt. Der ESS wird international in klinischen Studien zur Erfassung subjektiver Tagesschläfrigkeit eingesetzt (Alami et al., 2018; Alhifzi et al., 2018; Costa et al., 2020; Krishnaswamy et al., 2016; Sanches et al., 2015).

Er ist durch eine hohe Sensitivität (93 %) sowie eine hohe Spezifität (100 %) gekennzeichnet (Johns, 2000). Der Fragebogen besteht aus acht einfachen Fragen zur Wahrscheinlichkeit, bei der jeweiligen Tätigkeit einzunicken, z. B. „Wenn Sie sitzen und sich mit jemandem unterhalten“. Die Probanden bewerten die Wahrscheinlichkeit des Einnickens anhand einer vierteiligen Skala:

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

Zur Auswertung der Messung werden alle Punkte addiert, sodass ein Gesamtwert zwischen 0 und 24 Punkten erlangt wird. Werte zwischen 0 und 7 gelten als normal. Der

Cut-Off Wert liegt bei 10 Punkten. Oberhalb dieser Grenze wird eine erhöhte Tagesschläfrigkeit angenommen, wie in einer Studie von Sauter und Kollegen gezeigt werden konnte (Sauter et al., 2007). Ab einer Gesamtpunktezahl von 14 wird von einer deutlich erhöhten Tagesschläfrigkeit gesprochen bzw. werden Punktwerte von 2-3 in den Bereichen Autofahren, Lesen im Sitzen, Gespräche und Beifahrer im Auto als krankhaft erhöhte Tagesschläfrigkeit eingeordnet. In der vorliegenden Studie wurde die deutsche Version des ursprünglich in englischer Sprache publizierten Tests verwendet (Bloch et al., 1999).

2.2.2 Karolinska Schläfrigkeits-Skala

Die KSS wurde von Akerstedt und Gillberg im Jahr 1990 eingeführt (Akerstedt & Gillberg, 1990). Die KSS wird in Studien zur Schichtarbeit sowie bei der Untersuchung zirkadianer Schwankungen eingesetzt. Dieser Fragebogen misst die subjektive Schläfrigkeit zu einem bestimmten Tageszeitpunkt. Die Probanden geben an, inwieweit sie zum Zeitpunkt des Ausfüllens bzw. in den 10 Minuten davor eine Tagesschläfrigkeit empfinden. Der Test ist gemeinhin als 9-stufige numerische Skala aufgebaut. Jede Stufe ist stichwortartig formuliert. Die Probanden markieren dabei jene, die auf ihre empfundene Schläfrigkeit bzw. ihren Wachzustand zutreffen. In manchen Versionen werden 10 Stufen eingesetzt, wobei die letzte extreme Schläfrigkeit indiziert.

Der zur vorliegenden Untersuchung herangezogene Test bedient sich einer 9-Stufen-Skala und ist wie folgt aufgebaut:

- Extrem wach
- Sehr wach
- Wach
- Ziemlich wach
- Weder wach noch schläfrig
- Einige Anzeichen von Schläfrigkeit
- Schläfrigkeit, aber kann noch ohne Mühe wach bleiben
- Schläfrig, habe Mühe wach zu bleiben
- Sehr schläfrig, kann nur mit großer Mühe wach bleiben; Kämpfe gegen den Schlaf

Shahid und Kollegen betonen, dass sich die Werte auf der Skala mit zunehmender Wachheit erhöhen und stark von der Tageszeit abhängen (Shahid, 2014). Die KSS konnte in vergangenen Studien als äußerst valide eingestuft werden (Geiger Brown et al., 2014; Kaida et al., 2006; Putilov & Donskaya, 2013).

2.2.3 d2-R-Test

Beim d2-R-Test handelt es sich um eine weiterentwickelte Version des früher angewandten d2-Tests, der von Brickenkamp im Jahr 1962 entwickelt wurde. Die neue Version wird seit 2010 eingesetzt (Brickenkamp, 2010). Der Test dient der Untersuchung der individuellen Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit. Er wird in klinischen, psychologischen, neurologischen und pädagogischen Studien eingesetzt und ist in mehr als 12 Sprachen verfügbar. Der d2-R-Test ist dann als Messinstrument sinnvoll, wenn die Konzentrationsfähigkeit für die Probanden in ihrer beruflichen Tätigkeit einen wichtigen Stellenwert einnimmt. Dies gilt bei den Probanden der vorliegenden Studie speziell in Bezug auf visuelle Aufmerksamkeit und Reize, z. B. beim Prüfen von Rezepten, Protokollen oder Medikationslisten.

Für die Durchführung des Tests werden den Probanden vom Testleiter eine Kurzanleitung, der Testbogen sowie zwei Kugelschreiber übergeben. Die Tageszeit der Durchführung des Tests ist für dessen Ergebnisse nicht relevant, es sollte jedoch eine ungestörte Durchführung gewährleistet sein. Unter Zeitdruck werden Aufgaben wie das Durchstreichen jedes Buchstaben „d“, der mit zwei Strichen versehen ist, gestellt. Der Testbogen enthält 14 Zeilen mit den Buchstaben „d“ und „p“ sowie jeweils einer unterschiedlichen Anzahl an Strichen darunter oder darüber. Ziel ist es, dass die Probanden die gestellten Aufgaben schnell und möglichst fehlerfrei erledigen.

Die Auswertung erfolgt über vier Werte:

- Konzentrationsleistung (KL): gibt die Anzahl der durchgestrichenen Zielobjekte minus der Anzahl der Verwechslungsfehler an
- Bearbeitete Zielobjekte (BZO): gibt die Anzahl durchgestrichener und übersehener Zielobjekte an

- Auslassungsfehler (AF): gibt die Anzahl der übersehenen oder ausgelassenen Zielobjekte an
- Verwechslungsfehler (VF): gibt die Anzahl der irrtümlich ausgewählten, falsch positiven Zielobjekte an
- Fehlerprozent (F%): gibt an, wie viele Fehler in Bezug auf die bearbeiteten Zielobjekte gemacht wurden

Zur Auswertung muss zunächst sichergestellt werden, dass die Probanden die Instruktionen verstanden haben und diese für sie zum Testzeitpunkt klar waren und sie weiters über keine Geübtheit bei dem Test verfügen oder eine niedrige Fähigkeit simulieren.

Ist dies gewährleistet, werden die Anzahl der bearbeiteten Zeichen sowie die Fehler vom Bogen abgelesen und auf dem Auswertungsbogen festgehalten. Dem Konzentrationsleistungswert kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Die Interpretation erfolgt schließlich im Vergleich der generierten Rohwerte, die mit Altersnormen in Standardwerte umgewandelt werden. So kann eine Gegenüberstellung der individuellen Ergebnisse zu den durchschnittlichen Leistungen von Personen im gleichen Alter erfolgen. Die Standardisierung gewährleistet eine hohe Objektivität des Tests. Die Reliabilität variiert je nach Wert, liegt aber beispielsweise für BZO und KL bei 0,89-0,95 (Brickenkamp, 2010).

2.3 Aktimetrische Messung mit der Actiwatch

In internationalen Studien verschiedenster Fachbereiche (z. B. Medizin, Sportwissenschaft) werden Aktimeter unterschiedlichster Hersteller eingesetzt. In der vorliegenden Studie wurde das Modell MotionWatch Actigraph (CamNtech, Fenstanton, Großbritannien) in der seit Februar 2019 verfügbaren Version 1.2.26a eingesetzt. Es handelt sich dabei um eine kompakte, einfach am Handgelenk zu tragende Uhr, die Bewegungen im Alltag und im Schlaf aufzeichnet. Über eine PC-Software können die generierten Daten gesammelt und ausgewertet werden. Abbildung 3 zeigt die angewandte MotionWatch.



Abbildung 3: Zur aktimetrischen Untersuchung verwendete MotionWatch (Quelle: User Guide des Herstellers CamNtech)

Die MotionWatch verfügt über zwei Aufzeichnungseinstellungen, die tagsüber und zum Schlafen jeweils gewechselt werden. Die Speicherung von Daten erfolgt in voreingestellten Epochen, d.h. in Zeiträumen von 1, 2, 5, 15, 30 oder 60 Sekunden. Das Gerät verfügt über eine viermonatige Akkulaufzeit (Lithium-Zellbatterie). Bei Epochen von einer Minute lassen sich Daten an 120 aufeinanderfolgenden Tagen aufzeichnen. Die MotionWatch verfügt über folgende Messmöglichkeiten:

- Schlafanalyse
- 24-h-Analyse
- Analyse von Tagesaktivitäten
- Analyse von kurzen Schlafperioden (Nickerchen)
- Analyse von zirkadianen Rhythmen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde das Gerät spezifisch zur Aufzeichnung und Analyse des Schlafs herangezogen. Damit sollte ein Vergleich des Schlafs im Nachtdienst zu Kontrollnächten mit normalem Schlafrhythmus ermöglicht werden. Die Daten des Aktimeters wurden dabei im Zeitraum von 22:00 Uhr bis 08:00 Uhr erfasst und je Proband in den Dienst- und Kontrollnächten gegenübergestellt. Die Probanden wurden hierbei dazu angehalten, möglichst zeitnah den Zeitpunkt des Lichtausschaltens sowie jenen des Aufstehens zu dokumentieren. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 4 dargestellt.

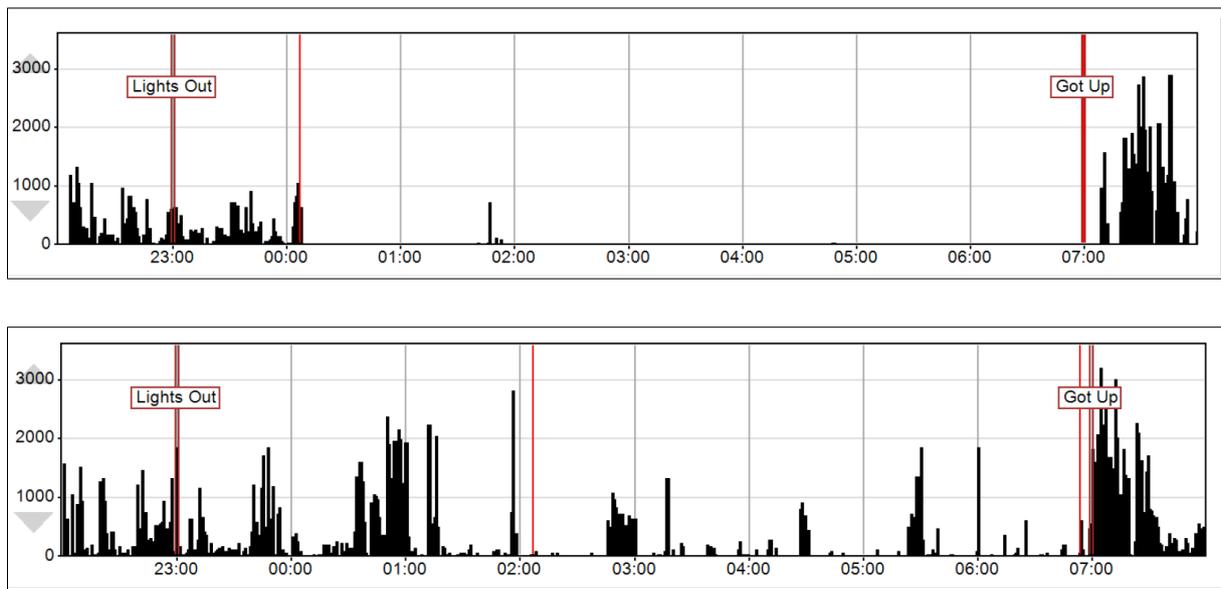


Abbildung 4: Beispielhafter Vergleich Kontrollnacht (oben) vs. Nachtdienst (unten); Y-Achse entspricht der Aktivitätsskala der gemessenen Bewegungen (eigene Darstellung)

Die Schlafanalyse erfolgt zur Darstellung objektiver Daten des Schlafens, die mithilfe einer Aktigraphie dargestellt werden. Zur Ergänzung der Schlafperiode werden in den Datenauszügen zusätzlich kurze Perioden der Aktivität im Wachzustand angezeigt. In der Software können dann die Angaben der Probanden („Lights Out“ und „Got Up“) mithilfe eines Reglers an die richtige Stelle gesetzt werden. Die dünneren roten Linien zeigen den Zeitpunkt des Einschlafens und des Aufwachens an.

Die Software kategorisiert dann automatisch jede Phase zwischen Einschlafen und Aufwachen als „Sleep“, „Wake“, „Mobile“ oder „Immobile“. Durch diese Daten zur Mobilität/Immobilität bzw. zum Schlaf- oder Wachzustand kann schließlich eine Reihe an Angaben zur Schlafqualität und -effizienz gemacht werden. Diese sind in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Maßeinheiten der Actiwatch (Quelle: User Guide des Herstellers CamNtech)

Maßeinheit	Details	Maßeinheit	Details
Time in bed	Gesamte Zeit zwischen Lichtausschalten und Aufstehen	Assumed sleep	Gesamte Zeit zwischen Einschlafen und Aufwachen
Actual sleep time	Gesamte Schlafzeit laut Phasen-Kategorisierung Wach-/Schlafphase	Actual sleep (%)	Tatsächliche Schlafzeit ausgedrückt als Prozentsatz der angenommenen Schlafzeit
Actual wake time	Gesamtzeit des Wachseins laut Phasen-kategorisierung Wach-/Schlafphase	Actual wake (%)	Tatsächliche Zeit des Wachseins ausgedrückt als Prozentsatz der angenommenen Schlafzeit
Sleep efficiency (%)	Tatsächliche Schlafzeit ausgedrückt als Prozentsatz der Zeit im Bett	Sleep latency	Zeit zwischen Lichtausschalten und Einschlafen
Sleep bouts	Anzahl fortlaufender Abschnitte des Schlafs laut Phasen-kategorisierung Wach-/Schlafphase	Wake bouts	Anzahl fortlaufender Abschnitte des Wachseins laut Phasen-kategorisierung Wach-/Schlafphase
Mean sleep bout	Durchschnittliche Dauer jedes Schlaf-Abschnitts	Mean wake bout	Durchschnittliche Dauer jedes Abschnitts des Wachseins
Immobile mins	Gesamtzeit der Bewegungslosigkeit laut Phasen-Kategorisierung Bewegung/Bewegungslosigkeit	Immobile time (&)	Zeit der Bewegungslosigkeit als Prozentsatz der gesamten Zeit zwischen Einschlafen und Aufwachen (angenommene Schlafzeit)
Mobile mins	Gesamtzeit der Bewegung laut Phasen-Kategorisierung Bewegung-/Bewegungslosigkeit	Mobile time (%)	Zeit der Bewegung als Prozentsatz der gesamten Zeit zwischen Einschlafen und Aufwachen (angenommene Schlafzeit)
Immobile bouts	Anzahl fortlaufender Abschnitte der Bewegungslosigkeit laut Phasen-Kategorisierung Bewegung-/Bewegungslosigkeit	Mean immobile bout	Durchschnittliche Dauer jedes Abschnitts der Immobilität
Immobile bouts <=1min	Anzahl fortlaufender Abschnitte der Bewegungslosigkeit, die eine Minute oder weniger lang waren	Immobile bouts <=1min (%)	Anzahl fortlaufender Abschnitte der Bewegungslosigkeit, die eine Minute oder weniger lang waren als Prozentsatz fortlaufender Abschnitte der Bewegungslosigkeit
Total activity score	Summe aller gemessenen Bewegungen während der Zeit zwischen Einschlafen und Aufwachen	Mean activity/epoch	Summe aller gemessenen Bewegungen während der Zeit zwischen Einschlafen und Aufwachen dividiert durch die Anzahl der Phasen zwischen Einschlafen und Aufwachen
Mean nonzero activity per epoch	Summe aller gemessenen Bewegungen während der Zeit zwischen Einschlafen und Aufwachen dividiert durch die	Fragmentation Index	Summe von "Mobile time (%)" und „immobile bouts <=1min (%)“. Zeigt die Fragmentation

	Anzahl der Phasen mit mehr als null Aktivität während der Zeit zwischen Einschlafen und Aufwachen		der Schlafphasen an und gibt Auskunft über die Schlafqualität
Threshold	Der Schwellenwert zur Analyse der Bewegungsdaten ¹	Rest per 24h (%)	Prozentsatz der Phasen innerhalb von 24h, die als Schlafzeit gezählt werden
Average light (lux)	Durchschnittliche Lichtintensität in der Zeit zwischen dem Einschlafen und Aufwachen	Central Phase Measure (mins)	Wechselpunkt zwischen Einschlafen und Aufwachen, Summe der Minuten nach Mitternacht

Die Schlafeffizienz (Sleep efficiency) ist bei der ActiWatch-Messung als der Quotient aus der Schlafzeit und der „Zeit im Bett“ definiert. Die Bestimmung der Schlafeffizienz durch die Actiwatch-Software beruht auf einem Algorithmus, der die Aktivitätsdaten, die von der Actiwatch aufgezeichnet werden, in konsekutiven Berechnungen integriert. Der Actiwatch-Algorithmus betrachtet aus jedem Datenpunkt von jedem Zeitabschnitt und den Zeitabschnitt umgebenden Daten wird ein Gesamt-Aktivitätswert berechnet. Die Aktivitätswerte vor und nach einem Zeitabschnitt beeinflussen den Gesamtwert und werden um einen definierten Faktor reduziert, bevor sie auf den Gesamtwert addiert werden. Für die automatische Bestimmung des Schlafbeginns sucht der Algorithmus nach einem Zeitraum von mindestens zehn Minuten aufeinanderfolgender inaktiver Daten, mit nicht mehr als einem aktiven Zeitabschnitt. Der Beginn dieses definierten Zeitraums wird als Schlafbeginn klassifiziert und die Differenz zwischen diesem und der Schlafenszeit wird zur Bestimmung der Schlaflatenz verwendet. Zur Bestimmung des Schlafendes sucht der Algorithmus rückwärts vom letzten Analysefenster nach einer bestimmten aufeinanderfolgenden Periode der Aktivität unterhalb des Schwellenwerts und klassifiziert den letzten Zeitabschnitt in diesem Zeitraum als Schlafende.

2.4 Statistik

Die Schlafdauer, Schlafeffizienz, Mobilität und die Ergebnisse der Fragebögen zur Tagesschläfrigkeit und des d2-R-Tests wurden anhand deskriptiver Statistiken (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum, Maximum) ermittelt.

¹ Der Aktimeter wurde mit einem Schwellenwert von 20 validiert.

Die Mittelwerte der Daten aller Probanden wurden mit einem gepaarten t-Test zwischen der Kontrollnacht und der Nachtschicht verglichen. Als weiterer Signifikanztest wurde die Pearson-Korrelation berechnet. Korrelationsanalysen wurden durchgeführt, um für die Tagesschläfrigkeit und die Konzentration relevante Faktoren zu identifizieren. Beide Tests ermöglichen unterschiedliche Aussagen und bedeuten somit zusammen genommen eine umfassende Auswertung der vorhandenen Daten.

Der t-Test für verbundene Stichproben ermöglicht den Vergleich von zwei Mittelwerten in abhängigen oder verbundenen Gruppen. In der vorliegenden Studie wurden für alle 22 Probanden Daten anhand der Fragebögen erhoben und für 19 der 22 Probanden konnten Actiwatch-Daten ausgewertet werden. In den Daten der vorliegenden Studie sind die zwei Gruppen die Kontrollnacht und der Nachtdienst. In beiden „Gruppen“ bzw. Nächten liegen für die Fragebögen jeweils für 22 Personen Werte vor. Für eine Variable existieren somit 44 Werte insgesamt. Da aber letztlich nur 22 Personen an der Pilotstudie teilgenommen haben, sind jeweils zwei Werte miteinander verbunden, nämlich die Messung in der Kontrollnacht und im Nachtdienst. Der t-Test ermöglicht letztendlich Aussagen darüber, ob der Mittelwert einer Variablen im Nachtdienst – bspw. für die Schlafzeit zwischen 22 und 8 Uhr – signifikant unterschiedlich vom Mittelwert in der Kontrollnacht ist. Der t-Test bildet letztlich für jede Person die Differenz zwischen Nachtdienst und Kontrollnacht. Basierend auf dieser Differenz wird der t-Wert, für den dann ein p-Wert bestimmt werden kann. Der p-Wert wird mit dem Alpha-Fehler verglichen und wenn der Alpha-Fehler 0,05 ist, dann gilt

- $p \leq 0,05 \rightarrow$ t-Test signifikant \rightarrow Mittelwertsdifferenz signifikant von 0 verschieden \rightarrow Mittelwert im Nachtdienst und in Kontrollnacht signifikant unterschiedlich
- $p > 0,05 \rightarrow$ t-Test nicht signifikant \rightarrow Mittelwertsdifferenz nicht signifikant von 0 verschieden \rightarrow Mittelwert im Nachtdienst und in Kontrollnacht nicht signifikant unterschiedlich

Die Pearson-Korrelation ist zusätzlich zum t-Test ein gutes Verfahren für die Datenauswertung der vorliegenden Studie, da sie es ermöglicht, Aussagen wie „je niedriger die Schlafeffizienz im Nachtdienst, desto geringer die Konzentration am nächsten Tag“ zu treffen. Allgemein spricht man davon, dass die Pearson-Korrelation den linearen Zusammenhang zwischen zwei Variablen X und Y quantifiziert. Bei einem negativen Zusammenhang ($-1 \leq \text{Pearson-Korrelation} < 0$) lautet die Aussage „je größer

X, desto geringer Y“ und bei einem positiven Zusammenhang ($1 \geq \text{Pearson-Korrelation} > 0$) „je größer X, desto größer Y“.

Die praktischen Auswirkungen der beobachteten Unterschiede wurden durch die Berechnung von Cohen's d ermittelt. Cohen's d ist eine sogenannte Effektstärke und ermöglicht die praktische Bedeutsamkeit eines Signifikanztests zu beurteilen. Es gelten folgende allgemeine Konventionen zu Cohen's d bei t-Tests mit verbundenen Stichproben:

- Cohen's d $\approx |0,14| \rightarrow$ kleiner Effekt
- Cohen's d $\approx |0,35| \rightarrow$ mittlerer Effekt
- Cohen's d $\approx |0,57| \rightarrow$ großer Effekt

Allgemein kann man „kleiner Effekt“ mit „geringer praktischer Bedeutsamkeit“ und „großer Effekt“ mit „großer praktischer Bedeutsamkeit“ übersetzen.

3 Ergebnisse

3.1 Allgemeine Daten

Es wurden Daten von insgesamt 22 Probanden ausgewertet, die im Durchschnitt einen PSQI-Wert von 2,2 aufwiesen. Hiervon waren 7 Probanden männlich und 15 weiblich.

Bei 3 Probanden wurden entweder in der Kontrollnacht oder im Nachtdienst bei der Actiwatch keine Messungen notiert. Aus diesem Grund waren bei den t-Test Auswertungen der Actiwatch Daten nur 19 Probanden statistisch zu untersuchen. Bei den Fragebögen sowie dem d2-R Konzentrationstest sind alle Daten der 22 Probanden einsetzbar. Das Alter der Probanden lag zwischen 27 und 60 Jahren (Durchschnittsalter: 46,5 Jahre). Neben den Personendaten wurden auch allgemeine Informationen zu Gesundheit und Krankheit (BMI, Vorerkrankungen, Dauermedikation) erfasst. Der Durchschnitts-BMI der Probanden lag bei 24,24 und damit im Normbereich. Mehr als die Hälfte der Probanden hatte keine Vorerkrankungen, acht Probanden gaben Vorerkrankungen an (Neurodermitis, Reizmagen, Arthrose, leichter Bluthochdruck, Rheuma, Colitis ulcerosa, Bluthochdruck, trockenes Auge). Sieben Probanden nahmen keine Medikamente, 13 Probanden nahmen Vitamine, Magnesium sowie Medikamente zur Behandlung ihrer Vorerkrankungen ein (z. B. Bisoprolol).

Die Probanden wurden dazu angehalten, die Anzahl der Vorkommnisse während der Nachtdienste sowie deren Spezifika zu dokumentieren. Im Durchschnitt ergaben sich dabei zwischen 22:00 Uhr und 08:00 Uhr folgende Werte:

- Anrufe: 5,0
- Abgabe apothekenpflichtiger Arznei: 5,5
- Abgabe verschreibungspflichtiger Arznei: 1,8.

3.2 Aktimeterdaten

Die Auswertung der Aktimeterdaten erfolgte mit dem Ziel, den Schlaf während des Nachtdienstes mit dem in einer Kontrollnacht ohne Dienst zu vergleichen. Abbildung 4 zeigt beispielhaft die Daten zweier Probanden, welche die Unterschiede zwischen den Nächten und zwischen den Probanden verdeutlichen. In Anlehnung an Tabelle 2 ergeben

sich aus der Auswertung der einzelnen Maßeinheiten in Gegenüberstellung die in Tabelle 3 aufgezeigten Unterschiede.

Tabelle 3: Beispielhafte Gegenüberstellung Nachtdienst und Kontrollnacht (eigene Darstellung)

Maßeinheit	BG021219		AK090919	
	Nachtdienst	Kontrollnacht	Nachtdienst	Kontrollnacht
Zeit im Bett	08:00	08:00	08:00	08:00
Tatsächliche Schlafzeit	02:48	06:40	05:49	06:02
Tatsächliche Wachzeit	01:59	00:13	02:02	01:46
Schlafeffizienz (%)	35,0	83,3	72,7	75,4
Schlafperioden	28	3	28	28
Durchschn. Schlafperioden	00:06:00	02:13:20	00:12:28	00:12:56
Immobil Minuten	201	400	405	416
Mobile Minuten	86	13	66	52
Immobil Perioden	35	9	42	36
Immobil Perioden <=1min	7	1	8	5
Gesamter Aktivitätsscore	27975	1673	16871	16087
Durchschn. Aktivität /Abschnitt	325,29	128,69	255,62	309,37
Grenzwert	20,0	20,0	20,0	20,0
Zentrale Schlafphase (min)	270,5	213,5	178,5	174,0
Angenommene Schlafzeit	04:47	06:53	07:51	07:48
Tatsächliche Schlafzeit (%)	58,5	96,9	74,1	77,4
Tatsächliche Wachzeit (%)	41,5	3,1	25,9	22,6
Schlaflatenz	03:07	01:07	00:03	00:00
Wachperioden	28	3	29	27
Durchschn. Wachperioden	00:04:15	00:04:20	00:04:12	00:03:56
Immobil Zeit (%)	70,0	96,9	86,0	88,9
Mobile Zeit (%)	30,0	3,1	14,0	11,1
Durchschn. immobil Periode	00:05:45	00:44:27	00:09:39	00:11:33
Immobil Perioden <=1min (%)	20,0	11,1	19,0	13,9
Durchschn. Aktivität /Abschnitt	97,47	4,05	35,82	34,37
Fragmentations-Index	50,0	14,3	33,1	25,0
Ruhe pro 24h (%)	52,8	86,3	36,0	45,8
Licht aus	23:00	23:00	23:00	23:00
Einschlafen	02:07	00:07	23:03	23:00
Aufwachen	06:54	07:00	06:54	06:48
Aufstehen	07:00	07:00	07:00	07:00

Wie aus der Tabelle hervorgeht, unterscheiden sich Nachtdienst und Kontrollnacht bei gleicher Zeit im Bett (je 8 Stunden) deutlich. Die Daten von Proband BG021219 zeigen, dass sich die gesamte Schlafzeit laut Phasen-Kategorisierung Wach-/Schlafphase sowie die Schlafeffizienz deutlich voneinander unterscheiden. Während in der Kontrollnacht 96,9 % Schlafzeit nur 3,1 % Wachphase gegenüberstehen, sind es während des Nachtdienstes 58,5 zu 41,5 %. Proband AK090919 zeigt hier weniger voneinander abweichende Daten. Die Schlafeffizienz wie auch die tatsächliche Schlafzeit waren jedoch in der Kontrollnacht höher als in der Dienstnacht. Besonders weichen die Werte des Prozentsatzes der Phasen innerhalb von 10h, die als Schlafzeit gezählt werden,

voneinander ab. Hier zeigen beide Messungen deutliche Differenzen von 52,8 % zu 86,3 % sowie 36,0 % zu 45,8 % in der Dienstnacht zur Kontrollnacht. Ebenso war die Mobilität während des Nachtdiensts signifikant höher als in der Kontrollnacht. Hier stehen etwa 30% Bewegungszeit in der Zeit zwischen Einschlafen und Aufwachen in der Dienstnacht nur 3,1% in der Kontrollnacht bei Proband BG021219 gegenüber. Bei Proband AK090919 waren die Ergebnisse weniger deutlich, zeigten jedoch mit 14% zu 11,1% immer einen klar erhöhten Bewegungsanteil in der Dienstnacht. Die Ergebnisse der gesamten Aktimeter-Studie bestätigen diese Tendenz aus Tabelle 3. In Dienstnächten waren die Schlafzeit (gesamt) und Phasen der Immobilität gegenüber der Kontrollnacht deutlich verringert. Die Probanden waren stattdessen in Dienstnächten länger wach und bewegten sich häufiger. Es gab mehr Wachphasen und gemessen über 10 Stunden weniger Schlafphasen. Wie in Abbildung 5 dargestellt wird, zeigten sich in der Auswertung aller Daten des Aktimeters deutliche Differenzen der Schlaffeffizienz zwischen Dienst- und Kontrollnacht.

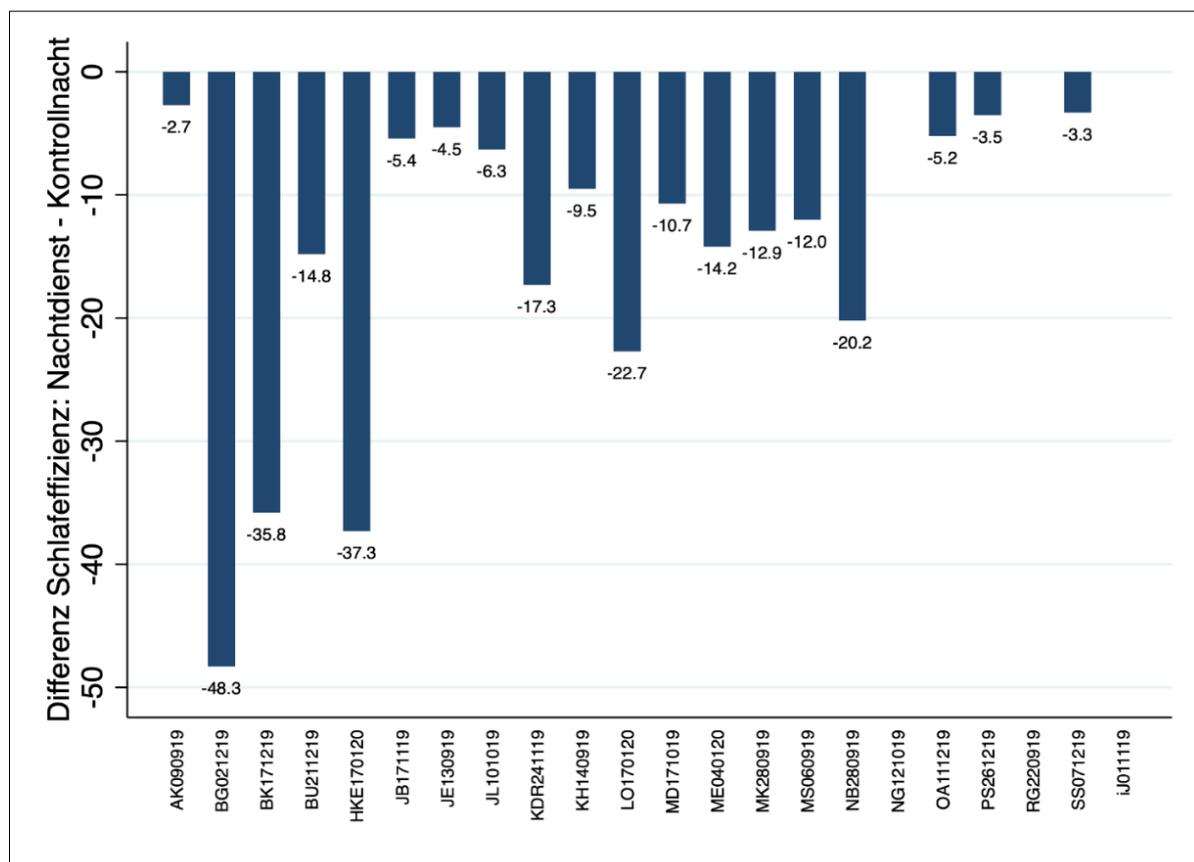


Abbildung 5: Differenz der Schlaffeffizienz Dienstnacht vs. Kontrollnacht (eigene Darstellung)

Es zeigt sich in der Analyse der Daten, dass die durchschnittliche Differenz der Schlaffeffizienz von Nachtdiensten zu Kontrollnächten bei -14,33 lag. Der Spitzenwert lag bei -48,3, die geringste Differenz lediglich bei -2,7. Die Werte deuten jedoch einheitlich darauf hin, dass die Erholung des Schlafs während der Nachtdienste im Vergleich zu Kontrollnächten beeinträchtigt ist. Im Detail zeigen sich hier auch Unterschiede in einzelnen Zeitabschnitten. Untersucht wurde die Schlaffeffizienz zwischen 22:00 und 08:00 Uhr, zwischen 23:00 und 07:00 Uhr sowie zwischen 24:00 und 06:00 Uhr. Die Gegenüberstellung im Detail ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Schlaffeffizienz unterschiedlicher Zeitphasen (eigene Darstellung)

Nachtdienst			Kontrollnacht		
22-8 Uhr	23-7 Uhr	24-6 Uhr	22-8 Uhr	23-7 Uhr	24-6 Uhr
52,2	57	64,9	64,2	68,2	72,1
72,7	78,4	86,8	75,4	80,2	79,9
58,3	66,9	78,2	67,8	79	82,2
62,3	67,7	74	66,9	66,7	73,5
70,4	77,6	82,9	75,2	72,1	74,7
50,4	51,8	58,7	90,6	90,1	88,5
73,5	77,6	77,4	56,7	56,5	63,2
49	53,1	59	53,5	59,9	67,7
75,2	76,6	77,1	92,5	92,2	93,1
58,5	61,7	69,8	69,2	66,9	70,5
66,5	76	87,5	71,7	72,7	68,8
59,8	55,5	64,6	95,6	96,1	96,2
61,7	69	76,3	76,5	74	69,4
74,6	75,3	74,3	78,1	78,4	75
65,4	71,9	66,3	70,8	68	66
59,4	65,9	70,8	62,7	69,2	73,3
35	38	41,8	83,3	91,7	96,5
57,5	64,8	69,4	80,2	77,3	78,5
60,2	61,5	70,5	97,5	97,7	97,9
48,3	48,2	54,9	62,5	68,2	62,5
<u>55,0</u>	<u>58,8</u>	<u>63,9</u>	<u>70,9</u>	<u>72,6</u>	<u>73,8</u>

Im Vergleich der Durchschnittseffizienz zeigt sich, dass die Werte zwischen 24 und 6 Uhr sowohl in der Kontrollnacht als auch in der Dienstnacht am höchsten waren. Die durchschnittliche Effizienz lag hier in der Kontrollnacht bei 73,8%, in der Dienstnacht bei 63,9%. Am geringsten war die Effizienz zwischen 22 und 8 Uhr, wo sie im Nachtdienst bei 55% lag, in der Kontrollnacht über 15% höher bei 70,9%. Hieraus kann abgelesen werden, dass die Schlafeffizienz in einzelnen Zeiträumen jeweils unterschiedlich ist und die höchstmögliche Schlafeffizienz auch im Nachtdienst im Zeitraum zwischen Mitternacht und 6 Uhr morgens erreicht werden kann.

Wie sich die Schlafeffizienz auf die Tagesschläfrigkeit und die Konzentrationsfähigkeit auswirkt, wurde mithilfe standardisierter Fragebögen erhoben. Diese Daten werden im folgenden Abschnitt präsentiert.

3.3 Daten der standardisierten Fragebögen

3.3.1 KSS und ESS

Die KSS-Auswertung bediente sich einer 9-stufigen Skala. Der Durchschnittswert lag in der Kontrollnacht ohne Dienst bei 2,4. Die Probanden klassifizierten den Grad ihrer Schläfrigkeit demnach als „sehr wach“ bis „wach“. In der Dienstnacht lag der Durchschnittswert bei 6,8 und demnach zwischen „Anzeichen der Schläfrigkeit“ und „Schläfrigkeit, aber kann noch ohne Mühe wach bleiben“. Nur ein Proband gab an, sehr schläfrig zu sein und gegen den Schlaf zu kämpfen.

Beim Vergleich von Männern und Frauen lieferte der KSS-Test geringfügige Unterschiede in der Kontrollnacht. Hier waren Männer gemeinhin weniger schläfrig (Durchschnittswert 2,2) als Frauen (Durchschnittswert 2,5). In der Dienstnacht waren die Werte mit 6,8 bei den Männern und 6,7 bei den Frauen nahezu gleich.

Die Auswertung der ESS-Ergebnisse der Kontrollnacht zeigte einen Durchschnittswert der Tagesschläfrigkeit von 2,1. Alle Testergebnisse lagen hier im Normbereich zwischen 0 und 7. Für die Dienstnacht lag der Durchschnittswert bei 11,6 und somit über dem Cut-Off Wert von 10 Punkten, der eine erhöhte Tagesschläfrigkeit indiziert. Nur zwei Testergebnisse lagen hierbei im Normbereich zwischen 0 und 7 Punkten. Die Werte von

16 Probanden lagen bei 10 Punkten oder darüber. Die Wahrscheinlichkeit der Tagesschläfrigkeit nach Nachtdiensten ist damit deutlich erhöht.

Im Geschlechtervergleich zeigten sich kaum Unterschiede. Nach der Kontrollnacht lagen die Werte von Männern und Frauen bei 2,3 respektive 2 Punkten. Nach der Dienstnacht lagen die Werte bei 11,8 Punkten für die männlichen Apotheker und 11,4 Punkten für die Frauen. Die Unterschiede sind demnach nicht signifikant.

In Tabelle 5 ist die statistische Auswertung des Vergleichs zwischen Kontroll- und Dienstnacht dargestellt. Sowohl im ESS als auch in der KSS zeigten die Probanden nach der Dienstnacht signifikant höhere Werte als nach der Kontrollnacht ($p < 0.001$ für ESS und KSS).

Tabelle 5: Vergleich der Tagesschläfrigkeit zwischen Kontroll- und Dienstnacht

Variable	Mittelwert (SD)			t	p	95% CI	Cohen's d
	Dienstnacht	Kontrollnacht	Unterschied				
ESS	11,64 (3,05)	2,09 (1,87)	9,55 (3,94)	11,37	<0,001	[7,80; 11,29]	3,81
KSS	6,77 (0,81)	2,41 (0,59)	4,36 (1,18)	17,39	<0,001	[3,84; 4,89]	6,19

3.3.2 d2-R

Der d2-R-Test wertet fünf Faktoren aus: bearbeitete Zielobjekte (BZO), Konzentrationsleistung (KL), Verwechslungsfehler (VF), Fehlerprozent (F%), Auslassungsfehler (AF). In Tabelle 6 werden die Durchschnittswerte einander gegenübergestellt.

Tabelle 6: Mittelwerte der d2-R Auswertung gesamt; AF = Auslassungsfehler, BZO = bearbeitete Zielobjekte, F% = Fehlerquote, KL = Konzentrationsleistung, VF = Konzentrationsverlauf (eigene Darstellung)

	BZO	AF	VF	KL	F%
Nachtdienst	246	16	8,77	221	9,95
Kontrollnacht	272	9,14	2,86	260	4,35

Die Gegenüberstellung der Mittelwerte zeigte signifikante Differenzen zwischen der Dienstnacht und der Kontrollnacht. Nach dem Nachtdienst zeigten sich bei den Probanden deutlich mehr Verwechslungsfehler. Es wurden außerdem deutlich weniger Zielobjekte bearbeitet. Die Konzentrationsleistung war im Durchschnitt um knapp 40 Punkte höher nach der Kontrollnacht als nach der Dienstnacht. Die Fehlerquote war außerdem mehr als doppelt so hoch. Im Vergleich der Geschlechter zeigen sich die größten Unterschiede in den Auslassungsfehlern nach der Kontrollnacht. Hier ergab der Durchschnittswert der Männer 16,7 Fehler, jener der Frauen 33,3 Fehler. Die Verwechslungsfehler waren mit 11,8 zu 8,1 im Durchschnitt bei den Männern deutlich höher als bei den Frauen. Die Fehlerquote (Fehlerprozent) war bei den Männern im Vergleich zu den Frauen in der Dienstnacht knapp höher (11,4% zu 10,6%). In der Testung nach der Kontrollnacht waren die Differenzen bei den Auslassungsfehlern, Verwechslungsfehlern sowie auch bei der Fehlerquote zwischen Männern und Frauen deutlich geringer (Tabelle 7).

Tabelle 7: Mittelwerte der d2-R Auswertung nach Geschlecht; AF = Auslassungsfehler, BZO = bearbeitete Zielobjekte, F% = Fehlerquote, KL = Konzentrationsleistung, VF = Konzentrationsverlauf (eigene Darstellung)

Messwert	Dienstnacht		Kontrollnacht	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen
BZO	246,9	244,6	274,0	270,4
AF	16,7	33,3	9,3	9,4
VF	11,8	8,1	3,8	2,8
KL	217,8	219,6	260,8	258,2
F%	11,4	10,6	4,8	4,3

In Tabelle 8 ist der statistische Vergleich der Konzentrationsfähigkeit nach Dienst- und Kontrollnacht aufgeführt. Die Fehlerquote (F%, AF und VF) war nach einer Nachtschicht signifikant höher als nach der Kontrollnacht, während die BZO und die Konzentrationsleistung nach der Dienstnacht signifikant herabgesetzt waren ($p < 0,001$ für alle Parameter).

Tabelle 8: Vergleich der Konzentrationsfähigkeit zwischen Kontroll- und Dienstnacht

Variable	Mittelwert (SD)			t	p	95% CI	Cohen's d
	Dienstnacht	Kontrollnacht	Unterschied				
BZO	245.68 (22.37)	272.36 (18.93)	-26.68 (15.64)	-8.00	<0.001	[-33.62; -19.75]	-1.27
AF	15.95 (10.41)	9.14 (6.76)	6.82 (6.40)	4.99	<0.001	[3.98; 9.66]	0.67
VF	8.77 (4.19)	2.86 (2.27)	5.91 (3.78)	7.34	<0.001	[4.23; 7.58]	1.65
KL	220.95 (21.41)	260.36 (18.59)	-39.41 (15.71)	-11.77	<0.001	[-46.37; -32.44]	-1.94
F%	9.95 (4.79)	4.35 (2.54)	5.60 (3.57)	7.37	<0.001	[4.02; 7.19]	1.25

In der Kontrollnacht war kaum ein Unterschied zwischen Frauen und Männern bei allen Parametern vorhanden. Dies änderte sich jedoch deutlich nach der Dienstnacht. Während die BZO (bearbeitete Zielobjekte) fast identisch waren, zeigte sich ein signifikanter Unterschied bei den Auslassungsfehlern und ein kleiner Unterschied bei den Verwechslungsfehlern. Dies deutet darauf hin, dass Frauen nach Nachtdiensten wesentlich ungenauer arbeiten als nach Nächten normalen Schlafs. Dies steht ein wenig dem Wert der Konzentrationsleistung entgegen. Waren die Männer den Frauen hier in der Kontrollnacht um durchschnittlich knapp 2 Punkte voraus, so drehte sich dies in der Dienstnacht um, in der die Frauen knapp 2 Punkte vor den Männern lagen. Die

Fehlerquote war in beiden Nächten jeweils bei den Frauen etwas geringer als bei den Männern.

4 Klinische Anwendungen, Limitationen der Arbeit, weiterführende Fragen

Medienberichte von falschen und damit zum Teil das Leben gefährdenden Rezepturherstellungen in Apotheken lassen die Frage aufkommen, wie so etwas passieren kann und wie man solche Vorkommnisse in Zukunft vermeiden kann. Die vorliegende Studie hatte sich zum Ziel gesetzt, die Auswirkungen der Nachtdienste auf die Tagesschläfrigkeit und Konzentrationsfähigkeit von Apothekern zu untersuchen, um hieraus Schlussfolgerungen für Sicherheit aktueller Dienstpraktiken ziehen zu können. Hierbei lag der Fokus auf Apotheker in ländlichen Regionen, da diese besonders von Nachwuchsmangel und der Übernahme zahlreicher Nachtschichten durch dieselbe Person betroffen sind und weniger auf umliegende Apotheken zurückgreifen können.

Dass durch Nacht-, Schicht- und Bereitschaftsdienste die zirkadiane Periodik gestört wird und daher aufgrund einer Verschiebung von Schlaf- und Wachphasen sowohl körperliche als auch kognitive Defizite auftreten können, ist wissenschaftlich gesichert. Je nach Tätigkeit sind jedoch unterschiedliche dienstrechtliche Rahmenbedingungen sowie Anforderungsprofile dafür verantwortlich, dass sich Defizite mehr oder weniger signifikant auswirken bzw. sogar ein Risiko für die Sicherheit von Kunden darstellen. Sind Apotheker nicht mehr dazu in der Lage, Rezepturen richtig zu mischen bzw. zu kontrollieren, kann dies gravierende Folgen haben. Die Ergebnisse des d2-R-Tests zeigen, dass sich der Nachtdienst aufgrund des unterschiedlichen Schlafverhaltens und somit der unterschiedlichen Schlafeffizienz deutlich auf die Konzentrationsleistung auswirkt: Im Hinblick auf die Tatsache, dass Apothekern verantwortungsvolle Aufgaben zukommen, ist auf Basis der vorliegenden Ergebnisse die Sinnhaftigkeit von 24h-Bereitschaftsdiensten infrage zu stellen. Darauf soll im folgenden Abschnitt Bezug genommen werden.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen eine eindeutige Veränderung der Tagesschläfrigkeit nach Nachtdiensten von Apothekern. Die Schlafeffizienz ist deutlich beeinträchtigt, wobei sich hier Unterschiede zwischen einzelnen Phasen ergeben. So ist etwa die Schlafeffizienz in Dienstnächsten zwischen Mitternacht und 6 Uhr am höchsten, was dafürsprechen würde, eine Bereitschaft auf diesen Zeitraum von 24.00 Uhr bis 06.00 Uhr zu beschränken und eine weitere Bereitschaft von anderen

Personen durchführen zu lassen. In der Praxis ist dies aufgrund der Knappheit an Personal vielfach nicht umsetzbar. Betrachtet man jedoch die Auswirkungen der Nachtdienste auf die Konzentrationsfähigkeit, so wird ein Handlungsbedarf ersichtlich. Im Vergleich zu den Kontrollnächten ist die Konzentration der Apotheker nach dem Nachtdienst deutlich gemindert. Dies betrifft sowohl die Konzentrationsleistung und den Konzentrationsverlauf als auch die Fehlerquote. Vor diesem Hintergrund ist bei Regeldiensten nach Nachtbereitschaften eine deutliche kognitive Konzentrationsbeeinträchtigung von Apothekern nachgewiesen. Die Unterschiede in der subjektiven Schläfrigkeit von Frauen und Männern unterscheiden sich dabei nur geringfügig (Frauen empfinden mehr Müdigkeit), in der Betrachtung der Konzentrationsfähigkeit zeigen sich jedoch bei einzelnen Faktoren deutliche Unterschiede. Mehr als doppelt so viele Auslassungsfehler von Frauen nach der Kontrollnacht deuten darauf hin, dass Frauen nach Nachtdiensten eher Gefahr laufen, Dinge zu übersehen. Obwohl ihre Fehlerquote geringer ist als jene der Männer, sind diese Zahlen bedenklich, wenn Genauigkeit als wichtiger Aspekt der Arbeit von Apothekern angenommen wird. Eine Fehlerquote von über 10% (bei Frauen und Männern) nach Nachtdiensten ist insgesamt ein Wert, der zum Nachdenken darüber anregen sollte, ob aktuell geltende Regelungen zur Nachtbereitschaft und 24 Stunden Verfügbarkeit von Medikamenten überdacht werden sollen. Ganz besonders gilt dies vor dem Hintergrund, dass ein Großteil der Arbeit von Apothekern im Nachtdienst laut den Ergebnissen dieser Studie keine dringend notwendigen Tätigkeiten umfasst, da sich die Abgabe verschreibungspflichtiger Medikamente deutlich seltener ereignete als weniger relevante Anrufe sowie die Abgabe apothekenpflichtiger Arznei. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass eine Vielzahl der Wachphasen im Rahmen des Nachtdienstes nicht zwingend notwendig wären. Eine Beschränkung des Dienstes auf die Herausgabe verschreibungspflichtiger Medikamente könnte somit ein Ansatzpunkt sein, um die Arbeitssituation von Apothekern im Nachtdienst zu verbessern.

Die vorliegende Arbeit ist als Pilotstudie zu verstehen, da die geringe Probandenzahl eine entscheidende Limitation darstellt. Zudem wurde hier nur jeweils eine Kontrollnacht mit einer Nachtschicht jedes Probanden verglichen, sodass in zukünftigen Studien mehr Probanden mit mehreren konsekutiven Kontroll- und Dienstnächten ausgewertet werden sollten, um zufällige Messungen auszuschließen.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Praxis wird durch einige methodische Einschränkungen limitiert. Hier ist eine fehlende Analyse des Schlafverhaltens der Probanden vor der Studie zu nennen. Es wurde versucht, anhand eines PSQI-Wertes von < 5 Punkten das Schlafverhalten der Probanden dahingehend zu normalisieren, dass keiner von ihnen vor der Studie bereits eine deutlich herabgesetzte Schlafqualität aufwies. Es ist dennoch anzunehmen, dass sich das Schlafverhalten individuell unterscheidet, was jedoch nur schwer zu standardisieren ist. Neben dem Vergleich mit der Kontrollnacht könnte es hier sinnvoll sein, die Probanden vor der Studie detailliert im Schlaflabor zu evaluieren. Nichtsdestotrotz zeigen die Konzentrationsfähigkeit- und Tageschläfrigkeit-Mittelwerte der Probanden im Dienstnacht-/Kontrollnachtvergleich insgesamt signifikante Unterschiede auf, so dass davon auszugehen ist, dass die meisten Probanden durch die Schlafqualität während der Dienstnacht beeinträchtigt waren, und nicht etwa durch bereits bestehende Schlafprobleme.

Im Idealfall müsste die Kontrollnacht standardisiert werden und gleichzeitig stattfinden, um solche Faktoren auszuschließend, die das Schlafverhalten während dieser Nacht veränderten oder möglicherweise für eine besonders ruhige Nacht sorgten. Dies war jedoch praktisch nicht durchführbar, da die Probanden an unterschiedlichen Standorten lokalisiert waren und es aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht möglich war, eine Kontrollnacht mit allen Teilnehmern gleichzeitig durchzuführen oder diese zu überwachen.

Es bleibt die Frage offen, inwiefern die Tagesschläfrigkeit nach einer Nachtschicht reduziert und die Konzentration der Apotheker erhöht werden kann. Maßnahmen zur Reduktion nicht essenzieller bzw. nicht dringlicher Aufgaben während der Nachtschicht könnten den zirkadianen Rhythmus der Apotheker verbessern und somit die Tagesschläfrigkeit herabsetzen. Zudem bleibt die Frage geschlechtsspezifischer Unterschiede und ihrer Ursache offen. So ist unklar, warum Frauen nach einer Nachtschicht ungenauer arbeiten und wie dies verhindert werden kann.

Die Daten der vorliegenden Studie weisen insgesamt auf einen Handlungsbedarf bezüglich der Arbeitssicherheit von Apothekern hin, insbesondere unter Berücksichtigung der zunehmenden Arbeitsbelastung und des Fachkräftemangels in Apotheken.

Literaturverzeichnis

ABDA (2021). Die Apotheke – Zahlen, Daten, Fakten 2021.

<https://www.abda.de/aktuelles-und-presse/zdf/>

Akerstedt, T., & Gillberg, M. (1990, May). Subjective and objective sleepiness in the active individual. *Int J Neurosci*, 52(1-2), 29-37.

<https://doi.org/10.3109/00207459008994241>

Alami, Y. Z., Ghanim, B. T., & Zyoud, S. e. H. (2018, 2018/07/13). Epworth sleepiness scale in medical residents: quality of sleep and its relationship to quality of life. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 13(1), 21.

<https://doi.org/10.1186/s12995-018-0203-z>

Alhifzi, S., Al-Ghonimy, A., Al Aboudi, M., Al Abdullah, R., Olaish, A., & BaHamam, A. (2018, January 1, 2018). Assessment of Sleep Quality, Daytime Sleepiness, and Depression among Emergency Physicians Working in Shifts [Original Article]. *Journal of Nature and Science of Medicine*, 1(1), 17-21.

https://doi.org/10.4103/jnsm.Jnsm_8_18

Backhaus, J., Junghanns, K., Broocks, A., Riemann, D., & Hohagen, F. (2002, Sep). Test-retest reliability and validity of the Pittsburgh Sleep Quality Index in primary insomnia. *J Psychosom Res*, 53(3), 737-740.

[https://doi.org/10.1016/s0022-3999\(02\)00330-6](https://doi.org/10.1016/s0022-3999(02)00330-6)

Berg, C. (2014). *Herausforderung Insel-Apotheke*. <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-252014/herausforderung-insel-apotheke/>

Besedovsky, L., Lange, T., & Born, J. (2012, Jan). Sleep and immune function.

Pflugers Arch, 463(1), 121-137. <https://doi.org/10.1007/s00424-011-1044-0>

Biechele, C. W., Glos, M., Fietze, I., Kurths, J., & Penzel, T. (2021, Aug 31). The Effect of Night Duty of Pharmacists on Sleepiness and Concentration at Daytime. *Int J Environ Res Public Health*, 18(17).

<https://doi.org/10.3390/ijerph18179211>

Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (2007). Wachen, Aufmerksamkeit und Schlafen. In R. F. Schmidt & F. Lang (Eds.), *Physiologie des Menschen: mit Pathophysiologie* (pp. 202-222). Springer Berlin Heidelberg.

https://doi.org/10.1007/978-3-540-32910-7_9

Birbaumer, N., Schmidt, R. F. . (2003). *Biologische Psychologie*. Springer.

- Bixler, E. O., Papaliaga, M. N., Vgontzas, A. N., Lin, H. M., Pejovic, S., Karataraki, M., Vela-Bueno, A., & Chrousos, G. P. (2009, Jun). Women sleep objectively better than men and the sleep of young women is more resilient to external stressors: effects of age and menopause. *J Sleep Res*, *18*(2), 221-228. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00713.x>
- Black, J., Duntley, S., Bogan, R., & O'Malley, M. (2007, 03/01). Recent Advances in the Treatment and Management of Excessive Daytime Sleepiness. *CNS spectrums*, *12*, 1-14; quiz 15. <https://doi.org/10.1017/s1092852900028376>
- Bloch, K. E., Schoch, O. D., Zhang, J. N., & Russi, E. W. (1999). German version of the Epworth Sleepiness Scale. *Respiration*, *66*(5), 440-447. <https://doi.org/10.1159/000029408>
- Boivin, D. B., & Boudreau, P. (2014, Oct). Impacts of shift work on sleep and circadian rhythms. *Pathol Biol (Paris)*, *62*(5), 292-301. <https://doi.org/10.1016/j.patbio.2014.08.001>
- Brickenkamp, R., Schmidt-Atzert, L., Liepmann, D. . (2010). *Test d2-Revision: Aufmerksamkeits-und Konzentrationstest*. Hogrefe.
- Buysse, D. J., Reynolds, C. F., 3rd, Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989, May). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res*, *28*(2), 193-213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Costa, C., Mondello, S., Micali, E., Indelicato, G., Licciardello, A. A., Vitale, E., Briguglio, G., Teodoro, M., & Fenga, C. (2020, Jul 1). Night shift work in resident physicians: does it affect mood states and cognitive levels? *J Affect Disord*, *272*, 289-294. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.03.139>
- DAZ.online. (2018a). *Was tut die ABDA gegen Apothekenmangel*. Retrieved 01.12.2021 from <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/news/artikel/2018/02/01/was-tut-die-abda-gegen-den-apothekermangel>
- DAZ.online. (2018b). *Wenig Bewusstsein für den Apotheken-Rückgang*. Retrieved 01.12.20121 from <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/news/artikel/2018/07/17/apotheken-rueckgang-noch-nicht-spuerbar>
- de Andrés, I., Garzón, M., & Reinoso-Suárez, F. (2011). Functional Anatomy of Non-REM Sleep. *Front Neurol*, *2*, 70. <https://doi.org/10.3389/fneur.2011.00070>
- Fraigne, J. J., Torontali, Z. A., Snow, M. B., & Peever, J. H. (2015). REM Sleep at its Core - Circuits, Neurotransmitters, and Pathophysiology. *Front Neurol*, *6*, 123. <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00123>

- Geiger Brown, J., Wieroney, M., Blair, L., Zhu, S., Warren, J., Scharf, S. M., & Hinds, P. S. (2014, Dec). Measuring subjective sleepiness at work in hospital nurses: validation of a modified delivery format of the Karolinska Sleepiness Scale. *Sleep Breath, 18*(4), 731-739. <https://doi.org/10.1007/s11325-013-0935-z>
- Gensthaler, B. M. (2019). *Mangelberuf Apotheker*. Retrieved 01.12.2021 from <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/mangelberuf-apotheker/>
- Grant, C. L., Dorrian, J., Coates, A. M., Pajcin, M., Kennaway, D. J., Wittert, G. A., Heilbronn, L. K., Vedova, C. D., Gupta, C. C., & Banks, S. (2017, Oct 7). The impact of meal timing on performance, sleepiness, gastric upset, and hunger during simulated night shift. *Ind Health, 55*(5), 423-436. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2017-0047>
- Gupta, C. C., Centofanti, S., Dorrian, J., Coates, A., Stepien, J. M., Kennaway, D., Wittert, G., Heilbronn, L., Catcheside, P., Noakes, M., Coro, D., Chandrakumar, D., & Banks, S. (2019, Dec). Altering meal timing to improve cognitive performance during simulated nightshifts. *Chronobiol Int, 36*(12), 1691-1713. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1676256>
- Harding, E. C., Franks, N. P., & Wisden, W. (2019). The Temperature Dependence of Sleep. *Front Neurosci, 13*, 336. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00336>
- Hohmann-Jeddi, C. (2014). *Frauen schlafen anders*. <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-372014/frauen-schlafen-anders/>
- Johns, M. W. (1991, Dec). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep, 14*(6), 540-545. <https://doi.org/10.1093/sleep/14.6.540>
- Johns, M. W. (2000, Mar). Sensitivity and specificity of the multiple sleep latency test (MSLT), the maintenance of wakefulness test and the epworth sleepiness scale: failure of the MSLT as a gold standard. *J Sleep Res, 9*(1), 5-11. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.2000.00177.x>
- Kaida, K., Takahashi, M., Akerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T., & Fukasawa, K. (2006, Jul). Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clin Neurophysiol, 117*(7), 1574-1581. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.03.011>
- Kandler-Schmitt, B. (2018). *Apothekensterben: Darum schließen Filialen*. <https://www.apotheken-umschau.de/Medikamente/Apothekensterben-Darum-schliessen-Filialen--551837.html>

- Kosmadopoulos, A., Sargent, C., Darwent, D., Zhou, X., Dawson, D., & Roach, G. D. (2014, Dec). The effects of a split sleep-wake schedule on neurobehavioural performance and predictions of performance under conditions of forced desynchrony. *Chronobiol Int*, 31(10), 1209-1217. <https://doi.org/10.3109/07420528.2014.957763>
- Krishnaswamy, U. M., Chhabria, M. S., & Rao, A. (2016, May-Aug). Excessive sleepiness, sleep hygiene, and coping strategies among night bus drivers: A cross-sectional study. *Indian J Occup Environ Med*, 20(2), 84-87. <https://doi.org/10.4103/0019-5278.197526>
- Li, P., Morris, C. J., Patxot, M., Yugay, T., Mistretta, J., Purvis, T. E., Scheer, F., & Hu, K. (2017, Jul 1). Reduced Tolerance to Night Shift in Chronic Shift Workers: Insight From Fractal Regulation. *Sleep*, 40(7). <https://doi.org/10.1093/sleep/zsx092>
- Manga, L. J. O., Mandengue, S. H., Fouda, A. A. B., Nga, E. N., Mbida, R. A. M., Deli, V., & Mpondo, E. M. (2017). Effects of night shift work amongst private pharmacy workers in Douala. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 78(5), 448-453. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2017.06.002>
- Meyhöfer, S., Wilms, B., Oster, H., & Schmid, S. M. (2018). Bedeutung des zirkadianen Schlafrhythmus für den Energiestoffwechsel. *Der Internist*, 60, 122-127.
- Potter, G. D., Skene, D. J., Arendt, J., Cade, J. E., Grant, P. J., & Hardie, L. J. (2016, Dec). Circadian Rhythm and Sleep Disruption: Causes, Metabolic Consequences, and Countermeasures. *Endocr Rev*, 37(6), 584-608. <https://doi.org/10.1210/er.2016-1083>
- Putilov, A. A., & Donskaya, O. G. (2013, Jul). Construction and validation of the EEG analogues of the Karolinska sleepiness scale based on the Karolinska drowsiness test. *Clin Neurophysiol*, 124(7), 1346-1352. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.01.018>
- Qian, J., Morris, C. J., Caputo, R., Wang, W., Garaulet, M., & Scheer, F. A. J. L. (2019). Sex differences in the circadian misalignment effects on energy regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(47), 23806-23812. <https://doi.org/10.1073/pnas.1914003116>
- Quiñones, A. C., & Pullin, R. F. (2011, Dec). Reexamining shift work pharmacists in Illinois. *Res Social Adm Pharm*, 7(4), 444-450. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2010.09.002>

- Quiñones, A. C., & Thompson, J. (2009, Mar). Characteristics of Illinois night shift work pharmacists. *Res Social Adm Pharm*, 5(1), 71-75. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2008.05.004>
- Rasch, B., & Born, J. (2013, Apr). About sleep's role in memory. *Physiol Rev*, 93(2), 681-766. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>
- Ruggiero, J. S., & Redeker, N. S. (2014, Apr). Effects of napping on sleepiness and sleep-related performance deficits in night-shift workers: a systematic review. *Biol Res Nurs*, 16(2), 134-142. <https://doi.org/10.1177/1099800413476571>
- Sanches, I., Teixeira, F., dos Santos, J. M., & Ferreira, A. J. (2015, Jul-Aug). Effects of Acute Sleep Deprivation Resulting from Night Shift Work on Young Doctors. *Acta Med Port*, 28(4), 457-462. <https://doi.org/10.20344/amp.5777>
- Sauter, C., Popp, R., Danker-Hopfe, H., Büttner, A., Wilhelm, B., Binder, R., Böhning, W., Weeß, H.-G., & and the Vigilance Task Group of the German Sleep Research, S. (2007, 2007/12/01). Normative values of the German Epworth Sleepiness Scale. *Somnologie - Schlafforschung und Schlafmedizin*, 11(4), 272-278. <https://doi.org/10.1007/s11818-007-0322-8>
- Schulz, H., Fulda, S., & Schredl, M. (2007). Schlaf und Traum. In S. Lautenbacher, O. Güntürkün, & M. Hausmann (Eds.), *Gehirn und Geschlecht: Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann* (pp. 175-197). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-71628-0_10
- Shahid, A., Wilkinson, K., Marcu, S., Shapiro, C.M. (2014). *STOP, THAT and one hundred other sleep scales* Springer.
- Short, M. A., Centofanti, S., Hilditch, C., Banks, S., Lushington, K., & Dorrian, J. (2016, May). The effect of split sleep schedules (6h-on/6h-off) on neurobehavioural performance, sleep and sleepiness. *Appl Ergon*, 54, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.12.004>
- Silva, A., Andersen, M. L., De Mello, M. T., Bittencourt, L. R., Peruzzo, D., & Tufik, S. (2008, Dec). Gender and age differences in polysomnography findings and sleep complaints of patients referred to a sleep laboratory. *Braz J Med Biol Res*, 41(12), 1067-1075. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2008001200005>
- Tremaine, R., Dorrian, J., Lack, L., Lovato, N., Ferguson, S., Zhou, X., & Roach, G. (2010, Dec). The relationship between subjective and objective sleepiness and performance during a simulated night-shift with a nap countermeasure. *Appl Ergon*, 42(1), 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.04.005>

- Van Dongen, H. P. (2006). Shift work and inter-individual differences in sleep and sleepiness. *Chronobiol Int*, 23(6), 1139-1147. <https://doi.org/10.1080/07420520601100971>
- Wilson, R. J., Fang, M., Cooper, P. J., & Beirness, D. J. (2006, Mar). Sleepiness among night-time drivers: relationship to blood alcohol concentration and other factors. *Traffic Inj Prev*, 7(1), 15-22. <https://doi.org/10.1080/15389580500412929>
- Wright, K. P., Jr., Drake, A. L., Frey, D. J., Fleshner, M., Desouza, C. A., Gronfier, C., & Czeisler, C. A. (2015, Jul). Influence of sleep deprivation and circadian misalignment on cortisol, inflammatory markers, and cytokine balance. *Brain Behav Immun*, 47, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.01.004>

Eidesstattliche Versicherung

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Claus Werner Biechele, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Die Auswirkungen des Nachtdienstes von Apothekern auf die Tagesschläfrigkeit und Konzentration/The Effect of Night Duty of Pharmacists on Sleepiness and Concentration at Daytime“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

01.05.2022

Datum

Unterschrift

Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen

Claus Werner Biechele hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Publikation 1: Biechele CW, Glos M, Fietze I, Kurths J, Penzel T. The Effect of Night Duty of Pharmacists on Sleepiness and Concentration at Daytime. Int J Environ Res Public Health. 2021

Beitrag im Einzelnen:

Die Arbeit wurde durch Claus Werner Biechele in Zusammenarbeit mit Prof. Penzel konzipiert. Claus Werner Biechele rekrutierte die Teilnehmer und führte alle in der Methodik beschriebenen Untersuchungen und Auswertungen eigenständig und ohne fremde Hilfe durch. Somit stammen alle Abbildungen und Tabellen sowie der Text von Claus Werner Biechele. Er verfasste die Publikation und verwaltete den Einreichungs- und Review-Prozess selbst.

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin

Auszug aus der Journal Summary List

Journal Data Filtered By: **Selected JCR Year: 2020** Selected Editions: SCIE
 Selected Categories: **"PUBLIC, ENVIRONMENTAL and OCCUPATIONAL
 HEALTH"** Selected Category Scheme: WoS
Gesamtanzahl: 203 Journale

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
1	MMWR Surveillance Summaries	3,806	58.769	0.012980
2	MMWR Recommendations and Reports	3,288	55.857	0.011230
3	Lancet Global Health	16,662	26.763	0.051650
4	Annual Review of Public Health	9,927	21.981	0.013560
5	Lancet Public Health	5,793	21.648	0.014840
6	Lancet Planetary Health	2,540	19.173	0.008590
7	MMWR-MORBIDITY AND MORTALITY WEEKLY REPORT	31,127	17.586	0.078080
8	BULLETIN OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION	19,297	9.408	0.015980
9	AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	51,398	9.308	0.056870
10	ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES	48,245	9.031	0.028380
11	JOURNAL OF TRAVEL MEDICINE	5,260	8.490	0.004900
12	EUROPEAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY	11,622	8.082	0.017840
13	TOBACCO CONTROL	10,279	7.552	0.015380
14	INTERNATIONAL JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY	30,944	7.196	0.045590
15	Current Environmental Health Reports	1,967	7.122	0.004720
16	ENVIRONMENTAL RESEARCH	28,576	6.498	0.034260
17	JOURNAL OF CLINICAL EPIDEMIOLOGY	36,224	6.437	0.028360
18	JOURNAL OF TOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL HEALTH-PART B-CRITICAL REVIEWS	2,226	6.393	0.001410
19	Current Pollution Reports	1,107	6.373	0.001940

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
20	EPIDEMIOLOGIC REVIEWS	3,938	6.222	0.002790
21	Travel Medicine and Infectious Disease	5,034	6.211	0.003430
22	Environmental Health	7,567	5.984	0.009260
23	INTERNATIONAL JOURNAL OF HYGIENE AND ENVIRONMENTAL HEALTH	7,425	5.840	0.008110
24	INDOOR AIR	7,488	5.770	0.005760
25	DRUG SAFETY	6,817	5.606	0.006840
26	Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology	5,227	5.563	0.004500
27	BMJ Global Health	4,992	5.558	0.018060
28	Evolution Medicine and Public Health	758	5.425	0.001860
29	International Journal of Transgenderism	1,381	5.333	0.002130
30	AMERICAN JOURNAL OF PREVENTIVE MEDICINE	28,400	5.043	0.037310
31	SCANDINAVIAN JOURNAL OF WORK ENVIRONMENT & HEALTH	6,700	5.024	0.004530
32	JOURNAL OF ADOLESCENT HEALTH	20,914	5.012	0.024870
33	AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY	43,617	4.897	0.031670
34	Antimicrobial Resistance and Infection Control	3,629	4.887	0.008170
35	EPIDEMIOLOGY	16,437	4.822	0.016740
36	Health Reports	1,781	4.796	0.001770
37	Clinical Epidemiology	4,754	4.790	0.010760
38	PALLIATIVE MEDICINE	7,332	4.762	0.009100
39	SOCIAL SCIENCE & MEDICINE	57,968	4.634	0.052130
40	ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY AND HEALTH	6,557	4.609	0.004550
41	GeoHealth	381	4.529	0.001190

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
42	Journal of Global Health	2,764	4.413	0.007500
43	OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE	11,253	4.402	0.008990
44	JOURNAL OF RURAL HEALTH	2,866	4.333	0.004050
45	CANCER EPIDEMIOLOGY BIOMARKERS & PREVENTION	23,046	4.254	0.021910
46	NICOTINE & TOBACCO RESEARCH	11,360	4.244	0.016740
47	Globalization and Health	3,266	4.185	0.015780
48	LGBT Health	1,684	4.151	0.005290
49	QUALITY OF LIFE RESEARCH	19,584	4.147	0.017860
50	JMIR Serious Games	641	4.143	0.000970
51	JMIR Public Health and Surveillance	2,430	4.112	0.005860
52	HEALTH & PLACE	9,762	4.078	0.010030
53	PUBLIC HEALTH NUTRITION	18,093	4.022	0.019490
54	PREVENTIVE MEDICINE	20,705	4.018	0.028980
55	PAEDIATRIC AND PERINATAL EPIDEMIOLOGY	4,004	3.980	0.004310
56	JOURNAL OF HOSPITAL INFECTION	12,760	3.926	0.011240
57	International Journal of Health Geographics	3,384	3.918	0.002450
58	One Health	829	3.800	0.001560
59	ANNALS OF EPIDEMIOLOGY	8,616	3.797	0.011210
60	Journal of Infection and Public Health	3,870	3.718	0.006030
61	JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY AND COMMUNITY HEALTH	18,466	3.710	0.015600
62	Frontiers in Public Health	8,172	3.709	0.017640
63	Environmental Health and Preventive Medicine	2,240	3.674	0.002340

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
64	JOURNAL OF URBAN HEALTH-BULLETIN OF THE NEW YORK ACADEMY OF MEDICINE	5,637	3.671	0.005810
65	Digital Health	676	3.495	0.001640
66	REVIEWS ON ENVIRONMENTAL HEALTH	1,686	3.458	0.001180
67	INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL HEALTH RESEARCH	2,047	3.411	0.001320
68	International Journal of Environmental Research and Public Health	66,102	3.390	0.092950
69	COMMUNITY DENTISTRY AND ORAL EPIDEMIOLOGY	6,027	3.383	0.002770
70	International Journal of Public Health	4,500	3.380	0.006110
71	HEALTH EXPECTATIONS	4,873	3.377	0.008540
72	EUROPEAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH	8,937	3.367	0.013520
73	BMC PUBLIC HEALTH	57,109	3.295	0.080580
74	Epidemiology and Health	1,725	3.282	0.003200
74	NEUROEPIDEMIOLOGY	4,484	3.282	0.004260
76	INFECTION CONTROL AND HOSPITAL EPIDEMIOLOGY	12,884	3.254	0.015830
77	Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada-Research Policy and Practice	597	3.240	0.001670
78	Reproductive Health	5,442	3.223	0.010640
79	JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY	4,219	3.211	0.005850
80	Current Epidemiology Reports	803	3.161	0.002960
81	BIOMEDICAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES	3,087	3.118	0.002280
82	PSYCHIATRIC SERVICES	13,896	3.084	0.013030
83	Prehospital Emergency Care	3,310	3.077	0.005380
84	Translational Behavioral Medicine	2,467	3.046	0.004970

Publikation „The effect of night duty of pharmacists on sleepiness and concentration at daytime”



International Journal of
Environmental Research
and Public Health



Article

The Effect of Night Duty of Pharmacists on Sleepiness and Concentration at Daytime

Claus Werner Biechele ^{1,*} , Martin Glos ¹ , Ingo Fietze ^{1,2}, Jürgen Kurths ^{1,3} and Thomas Penzel ^{1,4} 

¹ Interdisciplinary Sleep Medicine Center, Charité Universitätsmedizin Berlin, 10117 Berlin, Germany; martin.glos@charite.de (M.G.); ingo.fietze@charite.de (I.F.); kurths@pik-potsdam.de (J.K.); thomas.penzel@charite.de (T.P.)

² Department of Medicine, The Fourth People's Hospital of Guangyuan City, Guangyuan 628000, China

³ Physics Department, Humboldt University, 12489 Berlin, Germany

⁴ Department of Human and Animal Physiology, Saratov State University, 410012 Saratov, Russia

* Correspondence: claus-werner.biechele@charite.de

Abstract: Background: The changing responsibilities of pharmacists contribute to a lack of qualified pharmacists to fill vacant positions, particularly in rural areas. Consequently, pharmacy managers cover various duties, including an increasing number of nights being on duty that can impair daytime concentration and performance. The objective of the study was to assess the effect of night duties on daytime sleepiness, sleep quality, and concentration abilities of pharmacists. Methods: 22 pharmacists, both sexes, aged 27 to 60 years, were recruited and their sleep time, sleep efficiency, and mobility (actigraphy) were assessed during a night on duty and a control night using an actimetry. Daytime sleepiness and concentration were assessed using standardized questionnaires (ESS, KSS, d2-R). Results: Significant differences were observed between the night shift and control nights with respect to sleep time, sleep efficiency, and mobility. Daytime sleepiness was significantly increased after night shifts (ESS: 11.64 vs. 2.09; KSS: 6.77 vs. 2.41 after a night shift and control night, respectively; $p < 0.001$) and concentration diminished compared to control nights (d2-R KL: 220.95 vs. 260.36 after a night shift and control night, respectively; $p < 0.001$). Conclusions: The results provide evidence that night duties lead to high daytime sleepiness in pharmacists, which in turn may negatively affect their ability to concentrate and their error rate. Existing regulations on emergency pharmacy services should be reconsidered regarding the safety of the pharmaceutical supply.

Keywords: pharmacists; night shift; concentration; actigraphy; sleepiness



Citation: Biechele, C.W.; Glos, M.; Fietze, I.; Kurths, J.; Penzel, T. The Effect of Night Duty of Pharmacists on Sleepiness and Concentration at Daytime. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 9211. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179211>

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 20 July 2021

Accepted: 29 August 2021

Published: 31 August 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The shortage of pharmacies and pharmacists in Germany is reflected by a continuous decline in the number of community pharmacies during the past 20 years. Central reasons for this phenomenon are the increase in online orders of medicines and staffing difficulties due to a shift in the roles of pharmacists and unfilled positions [1]. Structurally weak rural regions are particularly affected. Likewise, the demographic change of the population with an ongoing shift of the age pyramid causes many pharmacy managers to retire, and often no replacement is found. A general trend towards part-time work and a lacking willingness to become self-employed intensify the problem. The shift of commercially relevant aspects of the medicine trade to the internet also means that pharmacists are increasingly involved in activities such as blistering, medication analysis, and laboratory work [2]. Administrative activities such as record keeping and quality management have also increased.

Pharmacy managers must therefore cover an increasing number of tasks, including more night shifts and emergency services, which means that they must work both at night and on the following day, with an overall increased number of night shifts. Usually, a night shift lasts 12 h and a day shift lasts 8–12 h. Therefore, a pharmacist on night and day

duty may potentially work for 24 h in a row. Considering the responsibility of pharmacists in the preparation of prescriptions, medication analysis, verification of blistering, and care of senior citizens' homes, this raises a relevant issue regarding the safety of medicine supply, which could be jeopardized by extended working hours of pharmacists [3]. In particular, mistakes could be made by confusing similar sounding or looking medications, miscalculating the correct dosage, or misinterpreting relevant information.

In this context, circadian periodicity is of particular importance. Physical activity and sleep behavior are linked to the synchronization of the circadian rhythm. Sleeping and waking are considered active endogenous rhythms regulated in the central nervous system. The circadian phase is of central importance for mental regeneration but also has a substantial influence on immunity, memory, and metabolism [4–8]. If the circadian periodicity is disturbed, for example, by night or shift work, there is a shift in sleep and wake phases and thus also a shift in physical and cognitive activity.

Significant for the evaluation of sleep deprivation in different occupational groups are the observed intra- and inter-individual differences [9]. Studies in healthcare-related occupations have demonstrated that interrupted sleep phases impact daytime sleepiness [6,10], and that concentration is impaired by lack of sleep [11,12]. James et al. noted impaired cognitive effectiveness of nurses following a 12 h night shift [11], and Thun et al. [6] detected impairments of everyday memory in nurses working night shifts. Costa et al. observed mood changes in medical residents after working all night [12], while Sanchez et al. [13] noted reduced attention and concentration ability as well as delays in the response to stimuli.

Therefore, the present study aimed to determine the impact of night work on the daytime sleepiness and concentration ability of pharmacists to identify aspects that should be considered for a change in pharmacy policy.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design

Practicing pharmacists with night shifts were recruited into the study. As this was a pilot study, no particular inclusion or exclusion criteria were defined other than participation in night shift duties at a community pharmacy, an age lower than 60 years, and a Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) value of ≤ 5 , indicating good sleep quality for the past four weeks [14]. The study was conducted by distributing three standardized questionnaires, quantifying sleepiness and concentration ability, and an actimeter, recording rest and mobility during the night. The study procedure was the same for all participants: The control night was assessed first, followed by the night shift.

2.2. Actimetry

Actimetry was performed using the *MotionWatch8* (CamNtech Ltd., Cambridge, UK) worn by the pharmacists on the non-dominant wrist during one night shift and during one control night to allow for a comparison. The actimeter used was the, version 1.2.26a. Data was recorded between 10 p.m. and 8 a.m. and analyzed using *MotionWatch8's* software *MotionWare* (ver. 1.2.26a, CamNtech Ltd., Cambridge, UK). The following parameters from the actimetry were evaluated: activity, mobility during the night, sleep time, sleep quality, sleep duration. Participants were asked to document the time of switching off the light and each time they got up.

2.3. Daytime Sleepiness and Concentration Ability

Daytime sleepiness was assessed after each night with the Karolinska Sleepiness Scale (KSS, 9-point sleepiness scale from 1 = "extremely alert" to 9 = "very sleepy") and the Epworth Sleepiness Scale (ESS, sleepiness scale with 8 items of maximum 3 points each, 24 = maximum total score) questionnaires, while the d2-R test was employed to assess the concentration ability. KSS is a scale of situational sleepiness and measures the subjective level of sleepiness at a particular time during the day. The subject indicates which level on the scale best reflects the state during the last 10 min. The test assesses

daytime sleepiness for a defined period of the previous weeks. If the test subject scores 10 or higher, a sleep medicine evaluation may be indicated. The d2-R test is used to measure concentration in tasks that require attention (focused attention). It measures the subject's ability to concentrate and the speed and accuracy with which similar visual stimuli can be distinguished (detail discrimination).

2.4. Statistical Analysis

Descriptive statistics (mean, standard deviation, median, minimum, maximum) were calculated to determine sleep duration, sleep efficiency, mobility, and the questionnaire and d2R results. Means of all participants were compared with a paired t-test between the control night and the night shift. Cohen's d was calculated to assess the practical implications of observed differences. Correlation analyses were conducted to identify factors relevant for daytime sleepiness and concentration.

3. Results

3.1. Participant Characteristics

The characteristics of the study cohort ($n = 22$) are listed in Table 1. The participants had an average age of 46.5 years (± 9.62 years, range: 27–60 years) and an average PSQI of 2.18 (± 0.96 , range: 0–4). Seven participants (31.8%) were male. 63.6% of the participants ($n = 14$) reported no previous diseases, while one participant each (4.5%) reported previous high blood pressure, Colitis ulcerosa, mildly elevated blood pressure, neurodermitis, irritable stomach, rheumatism, dry eye, or arthritis. Eight participants did not take any medications, while one participant each (4.5%) took cortisone cream, bisoprolol, and HCT, acupuncture, or globuli. Nutritional supplements (protein shakes, glucosamine, chondroitin, magnesium, vitamin B12, salofalk, B-vitamins, zinc, selenium) were taken by one participant each (4.5%). Three of the 22 recruited participants were excluded from further assessments because Actiwatch data were not recorded for at least one night.

Table 1. Participant characteristics ($n = 22$). PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index; SD, standard deviation; BMI, Body Mass Index. PSQI, body weight, height, and BMI were measured before the control night, the age was determined before the night shift.

Variable	Mean	SD	Median	Minimum	Maximum
PSQI	2.18	0.96	2	0	4
Age	46.45	9.62	45.50	27	60
Body weight (kg)	72	16.05	68.50	52	102
Height (m)	1.72	0.09	1.70	1.59	1.91
BMI (kg/m ²)	24.24	4.29	23.47	18.91	37.18

3.2. Sleep Time and Sleep Efficiency

On average, 1.82 (± 1.76) prescription medicines and 5.5 (± 2.89) pharmacy-only medicines were administered and 5 (± 3.32) calls were answered during the night shift between 10 p.m. and 8 a.m. The sleep time and sleep efficiency were assessed within three time frames: 10 p.m. to 8 a.m., 11 p.m. to 7 a.m., and 12 a.m. to 6 a.m. The results are listed in Table 2 in comparison to the control night and the night shift. The data between the participants varied only slightly, which indicates similar sleep times and efficiencies. The difference between the night shift and the control night decreased more the smaller the time window was. For example, between 10 p.m. and 8 a.m., the participants slept on average about 72 min less on night duty than in the control night. In the 24 to 6 a.m. period, this difference decreased to an average of about 20 min. The same pattern was observed with sleep efficiency, where the difference between night duty and control night also decreased as the time window was decreased. Interestingly, the sleep efficiency increased overall as the time window decreased, both during the night shift and in the control night. Table 3 lists the statistical evaluation of differences in the sleep quality and efficiency between the control night and the night shift. The mean sleep time during the night shift was

significantly less than the sleep time during the control night for the time windows of 10 p.m. to 8 a.m. ($p < 0.001$) and 11 p.m. and 7 a.m. ($p < 0.01$). The differences between the shortest time window of 12 a.m. to 6 a.m. did not significantly differ ($p = 0.071$). Sleep efficiency significantly differed between the night shift and the control night for all time windows (Table 3). Cohen's d was calculated to determine the practical significance of these statistically significant differences calculated with the t -test. For the time window of 10 p.m. to 8 a.m., Cohen's d for the sleep time was -1.30 , for the time window 11 p.m. to 7 a.m. -1.09 , and for the smallest time window of 12 a.m. to 6 a.m. it was -0.61 . Therefore, Cohen's d surpassed the critical value of 0.57 for all three time periods assessed [15] (Table 3). The same was found for differences in sleep efficiency.

Table 2. Sleep time, sleep efficiency, mobile/immobile minutes, during the control night and the night shift (n total = 38, n night shift = 19, n control night = 19). SD, standard deviation.

Variable	Time	Type of Night	Mean	SD	Median	Minimum	Maximum
Sleep time	10 p.m. to 8 a.m.	Total	323.53	65.70	316.50	168	468
		Night shift	287.32	48.55	287	168	361
		Control night	359.74	61.21	361	257	468
	11 p.m. to 7 a.m.	Total	270.37	50.44	265	146	375
		Night shift	246	43.07	253	146	301
		Control night	294.74	46.06	284	217	375
	12 a.m. to 6 a.m.	Total	211.50	35.01	207.50	120	282
		Night shift	201.16	32.41	203	120	252
		Control night	221.84	35.27	215	173	282
Sleep efficiency	10 p.m. to 8 a.m.	Total	67.41	13.68	65.95	35	97.50
		Night shift	59.86	10.11	59.80	35	75.20
		Control night	74.95	12.74	75.20	53.50	97.50
	11 p.m. to 7 a.m.	Total	70.40	13.14	69.10	38	97.70
		Night shift	64.05	11.21	65.90	38	78.40
		Control night	76.76	12	74	56.50	97.70
	12 a.m. to 6 a.m.	Total	73.78	11.96	72.70	41.80	97.90
		Night shift	69.88	11.28	70.50	41.80	87.50
		Control night	77.68	11.62	74.70	62.50	97.90
Immobile minutes	10 p.m. to 8 a.m.	Total	357.16	61.92	353	201	476
		Night shift	322.58	50.05	328	201	405
		Control night	391.74	53.39	395	291	476
	11 p.m. to 7 a.m.	Total	297.82	47.33	306	173	381
		Night shift	273.63	45.14	285	173	338
		Control night	322	36.51	322	247	381
	12 a.m. to 6 a.m.	Total	232.50	31.30	235	143	286
		Night shift	223.05	32.66	231	143	267
		Control night	241.95	27.55	240	193	286
Mobile minutes	10 p.m. to 8 a.m.	Total	73.92	38.51	73	4	176
		Night shift	84	36.28	73	43	176
		Control night	63.84	38.95	71	4	155
	11 p.m. to 7 a.m.	Total	55.97	25.81	58	3	107
		Night shift	61.63	22.92	57	23	107
		Control night	50.32	27.87	59	3	102
	12 a.m. to 6 a.m.	Total	42.55	20.45	43	2	95
		Night shift	48.11	16.17	52	19	81
		Control night	37	23.08	36	2	95

Table 3. Comparison of sleep time, sleep efficiency, and mobile/immobile minutes between the control night and the night shift. CI, confidence interval; SD, standard deviation.

Variable	Time	Mean (SD)			t	p	95% CI	Cohen's d
		Night Shift	Control Night	Difference				
Sleep time	10 p.m. to 8 a.m.	287.32 (48.55)	359.74 (61.22)	-72.42 (61.86)	-5.10	<0.001	[-102.24; -42.61]	-1.30
	11 p.m. to 7 a.m.	246 (43.07)	294.74 (46.06)	-48.74 (58.68)	-3.62	0.002	[-77.01; -20.46]	-1.09
	12 a.m. to 6 a.m.	201.16 (32.41)	221.84 (35.27)	-20.68 (46.97)	-1.92	0.071	[-43.32; 1.95]	-0.61
Sleep efficiency	10 p.m. to 8 a.m.	59.86 (10.11)	74.95 (12.74)	-15.08 (12.88)	-5.10	<0.001	[-21.29; -8.87]	-1.30
	11 p.m. to 7 a.m.	64.05 (11.21)	76.76 (12)	-12.71 (15.26)	-3.63	0.002	[-20.06; -5.36]	-1.09
	12 a.m. to 6 a.m.	69.88 (11.28)	77.68 (11.62)	-7.8 (16.04)	-2.12	0.048	[-15.53; -0.07]	-0.68
Immobile minutes	10 p.m. to 8 a.m.	322.58 (50.05)	391.74 (53.39)	-69.16 (47.30)	-6.37	<0.001	[-91.95; -46.36]	-1.33
	11 p.m. to 7 a.m.	273.63 (45.14)	322 (36.51)	-48.37 (48.23)	-4.37	<0.001	[-71.62; -25.12]	-1.17
	12 a.m. to 6 a.m.	223.05 (32.66)	241.95 (27.55)	-18.89 (38.30)	-2.15	0.045	[-37.36; -0.43]	-0.62
Mobile minutes	10 p.m. to 8 a.m.	84 (36.28)	63.84 (38.95)	20.16 (55.69)	1.58	0.132	[-6.68; 47]	0.54
	11 p.m. to 7 a.m.	61.63 (22.92)	50.32 (27.87)	11.32 (32.45)	1.52	0.146	[-4.32; 26.96]	0.44
	12 a.m. to 6 a.m.	48.11 (16.17)	37 (23.08)	11.11 (23.19)	2.09	0.051	[-0.07; 22.28]	0.55

3.3. Mobility during the Night

Mobile and immobile minutes for the control night and the night shift were compared based on the data of the Actiwatch (Table 2). For the time window of 10 p.m. to 8 a.m., the number of immobile minutes amounted to 322.6 (± 50.1 min) during the night shift and to 391.7 (± 53.4 min) during the control night. The number of mobile minutes during the night shift exceeds those during the control night, respectively (night shift: 84 \pm 36.3 min; control night: 63.8 \pm 38.9 min). The same was true for both shorter time windows, with less immobile minutes and more mobile minutes counted during the night shift compared to the control night. The observed differences in the immobile minutes were significant for all three time windows (10 p.m. to 8 a.m.: $p < 0.001$; 11 p.m. to 7 a.m.; $p < 0.001$; 12 a.m. to 6 a.m.; $p < 0.05$), while no statistically significant differences were observed for the mobile minutes (10 p.m. to 8 a.m.: $p = 0.132$; 11 p.m. to 7 a.m.; $p = 0.146$; 12 a.m. to 6 a.m.; $p = 0.051$; Table 3). Cohen's d for the differences in the immobile minutes exceeded the critical value of 0.57 for all three time windows.

3.4. Daytime Sleepiness

Both the ESS and the KSS revealed significantly higher scores after a night shift compared to a control night (Tables 4 and 5). Average ESS scores amounted to 11.64 \pm 3.05 after a night on duty and to 2.09 \pm 1.87 after a control night ($p < 0.001$). Similarly, an average KSS score of 6.77 \pm 0.81 was determined after a night shift, while the average score after a control night was 2.41 \pm 0.59 ($p < 0.001$). Cohen's d exceeded the critical value for both tests (ESS: 3.81; KSS: 6.19).

3.5. Concentration

Five parameters related to concentration were analyzed with the d2-R tests, the mistake rate (P%), the concentration ability (KL), the mistake of mixing up objects within the test (VF), the mistake of leaving out correct objects (AF), and the number of marked target objects within the allowed test time (BZO) (Table 4). The three parameters identifying mistakes (P%,

AF, and VF) were significantly higher after a night shift compared to a control night, while significantly fewer objects were marked within the test time (BZO) and the concentration ability was significantly lower after a night shift (KL; $p < 0.001$ for all d2-R parameters, Table 5). Cohen's *d* indicated a strong practical implication of all five d2-R parameters.

Table 4. Daytime sleepiness and concentration ability after the control night, the night shift, and in total. AE, "Auslassungsfehler"/omissions, BZO, "bearbeitete Zielobjekte"/number of completed objects; CI, confidence interval; ESS, Epworth Sleep Scale; P%, "Fehlerquote"/mistake rate; KL, "Konzentrationsleistung"/concentration, SD, standard deviation; VE, "Verwechslungsfehler"/mix-up mistakes.

Variable	Type of Night	Mean	SD	Median	Minimum	Maximum	
ESS	Total	6.86	5.44	6.50	0	17	
	Night shift	11.64	3.05	12	4	17	
	Control night	2.09	1.87	2	0	7	
Karolinska	Total	4.59	2.32	5	2	9	
	Night shift	6.77	0.81	7	6	9	
	Control night	2.41	0.59	2	2	4	
BZO	Total	259.02	24.52	259.50	204	301	
	Night shift	245.68	22.37	251.50	204	301	
	Control night	272.36	18.93	276.50	208	299	
AF	Total	12.55	9.33	10	1	46	
	Night shift	15.95	10.41	14	2	46	
	Control night	9.14	6.76	6	1	28	
d2-R	VF	Total	5.82	4.47	5	0	17
		Night shift	8.77	4.19	9	0	17
		Control night	2.86	2.27	2.50	0	7
KL	Total	240.66	28.11	244	180	282	
	Night shift	220.95	21.41	228	180	248	
	Control night	260.36	18.59	266	207	282	
P%	Total	7.15	4.73	6.70	0.10	21	
	Night shift	9.95	4.79	8.75	2.40	21	
	Control night	4.35	2.54	4.05	0.10	11	

Table 5. Comparison of daytime sleepiness and concentration ability between the control night and the night shift. AE, "Auslassungsfehler"/omissions, BZO, "bearbeitete Zielobjekte"/number of completed objects; CI, confidence interval; ESS, Epworth Sleep Scale; P%, "Fehlerquote"/mistake rate; KL, "Konzentrationsleistung"/concentration, SD, standard deviation; VE, "Verwechslungsfehler"/mix-up mistakes.

Variable	Mean (SD)		Difference	t	p	95% CI	Cohen's d	
	Night Shift	Control Night						
ESS	11.64 (3.05)	2.09 (1.87)	9.55 (3.94)	11.37	<0.001	[7.80; 11.29]	3.81	
Karolinska	6.77 (0.81)	2.41 (0.59)	4.36 (1.18)	17.39	<0.001	[3.84; 4.89]	6.19	
d2-R	BZO	245.68 (22.37)	272.36 (18.93)	-26.68 (15.64)	-8.00	<0.001	[-33.62; -19.75]	-1.27
	AF	15.95 (10.41)	9.14 (6.76)	6.82 (6.40)	4.99	<0.001	[3.98; 9.66]	0.67
	VF	8.77 (4.19)	2.86 (2.27)	5.91 (3.78)	7.34	<0.001	[4.23; 7.58]	1.65
	KL	220.95 (21.41)	260.36 (18.59)	-39.41 (15.71)	-11.77	<0.001	[-46.37; -32.44]	-1.94
	P%	9.95 (4.79)	4.35 (2.54)	5.60 (3.57)	7.37	<0.001	[4.02; 7.19]	1.25

3.6. Correlations

A high correlation between sleep time, sleep efficiency and the number of immobile minutes was detected in the correlation analysis in both the control night and the night shift and in all three time periods assessed (Table 6). If sleep time was used to represent also sleep efficiency and immobile minutes, the correlation with daytime sleepiness and concentration was low in the control night. In contrast, higher correlations pertaining to daytime sleepiness and concentration were observed. The longer the sleep time during the night shift, the lower the VF on the concentration scale was the next day, indicating that less objectives were falsely mixed up in the d2-R-test. In turn, the shorter a participant slept, the worse his or her concentration ability was on the next day.

Table 6. Pearson correlation matrix of sleep, daytime sleepiness, and concentration during the night shift. AE, "Auslassungsfehler" / omissions; EZO, "bearbeitete Zielobjekte" / number of completed objects; CI, confidence interval; ESS, Epworth Sleep Scale; F%, "Fehlquoten" / mistake rate; KI, "Konzentrationsleistung" / concentration, SD, standard deviation; VE, "Verwechslungsfehler" / mix-up mistakes. ** $p < 0.01$.

Variable	Sleep Time				Sleep Efficiency				dZ-R				
	10 p.m. to 8 a.m.	11 p.m. to 7 a.m.	12 a.m. to 6 a.m.	10 p.m. to 8 a.m.	11 p.m. to 7 a.m.	12 a.m. to 6 a.m.	EZO	AF	VF	KI	F%	ESS	
Sleep time	11 p.m. to 7 a.m.	0.95 **											
	0 a.m. to 6 a.m.	[0.87, 0.98]	0.86 **	0.93 **									
Sleep efficiency	10 p.m. to 8 a.m.	[0.67, 0.95]	[0.82, 0.97]										
	11 p.m. to 7 a.m.	[0.87, 0.98]	[1.00, 1.00]	0.95 **	0.93 **								
dZ-R	10 p.m. to 8 a.m.	[0.88, 0.98]	[1.00, 1.00]	[0.82, 0.97]	[0.88, 0.98]	0.93 **							
	11 p.m. to 7 a.m.	[0.67, 0.95]	[0.82, 0.97]	[1.00, 1.00]	[0.67, 0.95]	[0.83, 0.97]							
EZO	10 p.m. to 8 a.m.	-0.34	-0.24	-0.12	-0.33	-0.24	-0.12						
	11 p.m. to 7 a.m.	[-0.69, 0.14]	[-0.63, 0.24]	[-0.55, 0.35]	[-0.68, 0.14]	[-0.63, 0.24]	[-0.55, 0.35]						
	12 a.m. to 6 a.m.	0.13	0.20	0.17	0.13	0.20	0.17						
	EZO	[-0.34, 0.55]	[-0.28, 0.60]	[-0.31, 0.58]	[-0.34, 0.55]	[-0.28, 0.60]	[-0.31, 0.58]	0.20					
	AF	-0.59 **	-0.40	-0.32	-0.59 **	-0.41	-0.32	0.36	0.17				
	VF	[-0.82, -0.18]	[-0.73, 0.06]	[-0.67, 0.16]	[-0.82, -0.18]	[-0.73, 0.06]	[-0.67, 0.16]	[-0.68, 0.70]	[-0.31, 0.58]				
	KI	-0.30	-0.27	-0.15	-0.30	-0.27	-0.15	0.86 **	-0.31	0.11			
	F%	[-0.66, 0.18]	[-0.64, 0.21]	[-0.57, 0.33]	[-0.66, 0.18]	[-0.64, 0.21]	[-0.57, 0.33]	[0.66, 0.94]	[-0.69, 0.32]	[-0.36, 0.54]			
	ESS	-0.01	0.10	0.08	-0.01	0.10	0.08	0.05	0.92 **	0.44			
	Karolinska	[-0.46, 0.45]	[-0.37, 0.53]	[-0.38, 0.52]	[-0.46, 0.45]	[-0.38, 0.53]	[-0.38, 0.52]	[-0.42, 0.49]	[0.80, 0.97]	[-0.02, 0.75]	-0.47 *		
	ESS	-0.22	-0.15	-0.06	-0.22	-0.15	-0.06	-0.05	0.41	0.44	-0.33	0.59 **	
		[-0.61, 0.26]	[-0.57, 0.33]	[-0.50, 0.43]	[-0.61, 0.26]	[-0.57, 0.33]	[-0.50, 0.43]	[-0.49, 0.41]	[-0.05, 0.73]	[-0.02, 0.74]	[-0.68, 0.15]	[0.18, 0.82]	
	-0.40	-0.25	-0.26	-0.40	-0.25	-0.26	0.15	0.45	0.61 **	-0.17	0.58 **	0.58 **	
	[-0.72, 0.06]	[-0.63, 0.23]	[-0.64, 0.22]	[-0.72, 0.06]	[-0.63, 0.23]	[-0.64, 0.22]	[-0.32, 0.57]	[-0.00, 0.75]	[0.21, 0.83]	[-0.58, 0.31]	[0.17, 0.82]	[0.16, 0.82]	

4. Discussion

For the first time, we identified an impact of night shift work of pharmacists on their sleep duration and sleep efficiency. Compared to a control night, pharmacists were mobile for longer periods and demonstrated an increased daytime sleepiness on the following day. Furthermore, pharmacists showed a diminished concentration ability after a night shift that correlated with daytime sleepiness.

The continuous closure of pharmacies renders pharmacy managers in Germany responsible for numerous tasks and increases the number of nights they are on duty. At the same time, they frequently continue work after a night shift, which may impair their concentration and hence the safe distribution of medicines. In the present study, the impact of night duties on daytime sleepiness and concentration ability was assessed.

The results show that pharmacists on night duty slept considerably less and with a reduced efficiency during nights on duty compared to control nights. This significantly impaired their concentration ability during the day and increased their daytime sleepiness. Significant differences between the control night and the night on duty were observed for all three time frames and for three of the four parameters evaluated (sleep time, sleep efficiency, immobile minutes), while the number of mobile minutes did not differ between both nights. Particularly, the fact that the concentration was significantly impaired after a night shift is of concern, considering the responsibility the pharmacists have regarding blistering, fulfillment of prescriptions, and laboratory analyses. The impairment of concentration after a night shift has been documented for several other health care professions and concerns for the wellbeing of these professional groups and the safety of the patients have been raised [11,12,16–18].

German legislation requires pharmacies to be on call at all times to ensure the constant supply of medicines. This applies on working days, weekends and public holidays and is intended to secure the supply, especially when other sectors of the economy are at rest. The pharmacy on-call service is not regarded as a way for pharmacies to operate economically outside of store opening hours, but rather as an emergency service that guarantees the population rapid access to medicines. This on-call service is normally permanent, although it is up to the competent authority to exempt a certain proportion of pharmacies from this on-call duty during certain periods. If there is no exemption, the pharmacy manager or a person authorized to represent him must be always available during the on-call hours. The pharmacy manager can be represented by a pharmacist, but this is only possible if this person is a permanent substitute and a substitution is, therefore, the exception.

Based on the results of the present study, the need to address this issue in pharmacy policy and legislation is obviated. The goal of the health authority is to ensure a uniform exemption for pharmacies. However, this does not always prove possible in practice. Strategies to determine and alleviate the on-duty hours of pharmacy managers appear essential in improving their wellbeing while ensuring the safety of the customers. Importantly, the suitability of an actimeter to assess the sleep duration, efficiency, and mobility during a night on duty was demonstrated herein and hence it could offer a valuable tool in analyzing these factors for healthcare workers on night shifts. Moreover, policies to attract young pharmacists to rural areas and support their self-employment as community pharmacists are indicated.

The present study has certain limitations that should be addressed. First, it must be considered a pilot study due to the low number of participants. Therefore, no inclusion and exclusion criteria were defined but should define the cohort of future studies. Second, only one region of Germany was assessed, which should be extended to a more representative sample with pharmacists from several geographical regions. Third, data was collected for each participant during and after a control night and a night shift. Last, the ESS and KSS questionnaires are subjective measures of daytime sleepiness and hence the results obtained using these questionnaires may not be generally extrapolated. Nonetheless, the d2R questionnaire offers an objective measure, and hence the results are considered less subjective and more reliably transposable. Although the d2-R has not been specifically

validated for pharmacists, it is a standard tool to assess concentration ability. The items assessed, particularly counting and distinguishing objects under time pressure, are relevant for the pharmacists, i.e., in counting pills and distinguishing pills with a similar appearance. In addition, the ESS scores of >10 are comparable with previous studies on sleepiness after a night shift in nurses [19], medical residents [20,21], and emergency physicians [22]. Last, the circadian tendency of participants was not taken into account due to the small sample size. It is feasible to assume that participants with eveningness tendencies may perform better on night shifts compared to those with a morning tendency. The results of the present pilot study indicate that future studies on larger cohorts are worth assessing the impact of night duty on daytime sleepiness and identify policies to improve workplace safety of pharmacists and other healthcare workers.

5. Conclusions

The present pilot study gives an indication of the negative impact of extensive night shift work on daytime sleepiness and performance and as a consequence safety of medication distribution. Due to the limitations of the study, future studies should investigate the impact of night shifts in a larger cohort of pharmacists and ideally during several consecutive night shifts to exclude any confounders such as incidental events during one night shift and personal situations of the few pharmacists investigated herein.

Author Contributions: Conceptualization, T.P. and C.W.B.; data curation, C.W.B.; formal analysis, C.W.B. and T.P.; funding acquisition, T.P.; investigation, C.W.B.; methodology, C.W.B.; project administration, T.P.; resources, C.W.B. and T.P.; software, C.W.B.; supervision, T.P.; validation, C.W.B., M.G., L.F., J.K. and T.P.; visualization, C.W.B.; writing—original draft, C.W.B. and T.P.; writing—review and editing, C.W.B., M.G., L.F., J.K. and T.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was partially supported by the Project of Russian Federation Government, Grant No. 075-15-2019-1885. The authors report no other funding related to this study.

Institutional Review Board Statement: Ethical approval was obtained by the Ethics Board of the Charité Universitätsmedizin (approval number: EA1/240/19).

Informed Consent Statement: All participants were informed of their voluntary participation in the study and gave their informed consent.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Acknowledgments: We thank C. Pilz for organizing the actimeter recordings and the LAK for contributing policy and organizational documents. We further thank S. Zimmermann for support with the ethics applications.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. German Medical Association (BÄK) and Association for Statutory Health Insurance Physicians (KBV). Zahl der Apotheken in Rheinland-Pfalz nimmt immer weiter ab. *Deutsches Ärzteblatt*. 2021. Available online: <https://www.aemzteblatt.de/nachrichten/sw/Apotheken?s-dep=1&n=1&nid=120508> (accessed on 31 August 2021).
2. van de Pol, J.; Koster, E.; Hübels, A.; Bouvy, M. Balancing traditional activities and cognitive pharmaceutical services by community pharmacists: A work sampling study. *Int. J. Clin. Pharm.* **2019**, *41*, 872–879. [CrossRef] [PubMed]
3. Johnson, S.J.; O'Connor, E.M.; Jacobs, S.; Hassell, K.; Ashcroft, D.M. The relationships among work stress, strain and self-reported errors in UK community pharmacy. *Res. Social Adm. Pharm.* **2014**, *10*, 885–895. [CrossRef] [PubMed]
4. Aarboe Jensen, M.; Hansen, Å.M.; Sallerup, M.; Odgaard Nielsen, N.; Schlösser, V.; Helene Garde, A. Acute effects of night work and meals on blood glucose levels. *Chronobiol. Int.* **2020**, 1–8. [CrossRef] [PubMed]
5. Chellappa, S.L.; Morris, C.J.; Scheer, F. Circadian misalignment increases mood vulnerability in simulated shift work. *Sci. Rep.* **2020**, *10*, 18614. [CrossRef] [PubMed]
6. Thun, E.; Waage, S.; Bjorvatn, B.; Moen, B.E.; Veda, Ø.; Blytt, K.M.; Pallesen, S. Short sleep duration and high exposure to quick returns are associated with impaired everyday memory in shift workers. *Nurs. Outlook* **2020**. [CrossRef] [PubMed]

7. Grant, C.I.; Dorrian, J.; Coates, A.M.; Pajcin, M.; Kennaway, D.J.; Wittert, G.A.; Heilbronn, L.K.; Vedova, C.D.; Gupta, C.C.; Banks, S. The impact of meal timing on performance, sleepiness, gastric upset, and hunger during simulated night shift. *Ind. Health* **2017**, *55*, 423–436. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
8. Al-Natmi, S.; Hampton, S.M.; Richard, P.; Tzeng, C.; Morgan, L.M. Postprandial metabolic profiles following meals and snacks eaten during simulated night and day shift work. *Chronobiol. Int.* **2004**, *21*, 937–947. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
9. Van Dongen, H.P. Shift work and inter-individual differences in sleep and sleepiness. *Chronobiol. Int.* **2006**, *23*, 1139–1147. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
10. Ruggiero, J.S.; Redeker, N.S. Effects of napping on sleepiness and sleep-related performance deficits in night-shift workers: A systematic review. *Biol. Res. Nurs.* **2014**, *16*, 134–142. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
11. James, L.; James, S.M.; Wilson, M.; Brown, N.; Dobson, E.J.; Dan Edwards, C.; Butterfield, P. Sleep health and predicted cognitive effectiveness of nurses working 12-h shifts: An observational study. *Int. J. Nurs. Stud.* **2020**, 103667. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
12. Costa, C.; Mondello, S.; Miscali, E.; Indelicato, G.; Liectardello, A.A.; Vitale, E.; Briguglio, G.; Teodoro, M.; Fenga, C. Night shift work in resident physicians: Does it affect mood states and cognitive levels? *J. Affect. Disord.* **2020**, *272*, 289–294. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
13. Sanches, I.; Tebstra, F.; dos Santos, J.M.; Ferreira, A.J. Effects of Acute Sleep Deprivation Resulting from Night Shift Work on Young Doctors. *Acta Med. Port.* **2015**, *28*, 457–462. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
14. Bynsse, D.J.; Reynolds, C.F., 3rd; Monk, T.H.; Berman, S.R.; Kupfer, D.J. The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* **1989**, *28*, 193–213. [\[CrossRef\]](#)
15. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Academic Press: New York, NY, USA, 1988.
16. Larsen, A.D.; Ropponen, A.; Hansen, J.; Hansen, Å.M.; Kolstad, H.A.; Koskinen, A.; Härmä, M.L.; Garde, A.H. Working time characteristics and long-term sickness absence among Danish and Finnish nurses: A register-based study. *Int. J. Nurs. Stud.* **2020**, *112*, 103639. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
17. Boettcher, C.; Sommer, G.; Pettsch, M.; Zimmer, K.P.; Eisenhofer, G.; Wudy, S.A. Differential Responses of Urinary Epinephrine and Norepinephrine to 24-h Shift-Work Stressor in Physicians. *Front. Endocrinol.* **2020**, *11*, 572461. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
18. Landrigan, C.P.; Rahman, S.A.; Sullivan, J.P.; Vittinghoff, E.; Barger, L.K.; Sanderson, A.L.; Wright, K.P., Jr.; O'Brien, C.S.; Qadri, S.; St Hilaire, M.A.; et al. Effect on Patient Safety of a Resident Physician Schedule without 24-Hour Shifts. *N. Engl. J. Med.* **2020**, *382*, 2514–2523. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
19. Surant, S.R.; Subramanian, S.; Aguilarr, R.; Granamandh, J.; Parrish, B. SLEEP QUANTITY AND SLEEPINESS IN DAY- AND NIGHT-SHIFT NURSES. *CHEST* **2007**, *132*, 503A. [\[CrossRef\]](#)
20. Alami, Y.Z.; Ghanima, B.T.; Zyoud, S.e.H. Epworth sleepiness scale in medical residents: Quality of sleep and its relationship to quality of life. *J. Occup. Med. Toxicol.* **2018**, *13*, 21. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
21. Purta, K.; Gutmaries, A.; Titski, A.; Letto, N. Sleep deprivation and drowsiness of medical residents and medical students. *Rev. Col. Bras. Cir.* **2016**, *43*, 438–444. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. Alhafiz, S.; Al-Ghorainy, A.; Al-Aboudi, M.; Al-Abdullah, R.; Olatsh, A.; BaHamman, A. Assessment of Sleep Quality, Daytime Sleepiness, and Depression among Emergency Physicians Working in Shifts. *J. Nat. Sci. Med.* **2018**, *1*, 17–21. [\[CrossRef\]](#)

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektrischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Publikationsliste

Biechele, C. W., Glos, M., Fietze, I., Kurths, J., & Penzel, T. (2021). The Effect of Night Duty of Pharmacists on Sleepiness and Concentration at Daytime. *International journal of environmental research and public health*, 18(17), 9211. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179211>

Danksagung

Zunächst möchte ich Herrn Prof. Dr. Penzel und Herrn Prof. Dr. Fietze für die freundliche Möglichkeit der Erstellung dieser Dissertation danken. Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Penzel für die unkomplizierte und freundliche Betreuung. Ebenso danke ich allen Studienteilnehmern für ihre Geduld und Motivation, die zeitintensiven und teils auch anstrengenden Tests zu absolvieren. Nicht zuletzt möchte ich natürlich meiner Familie für ihre dauerhafte Unterstützung danken.