

Aus der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Charité Campus Mitte  
AG Affektive Störungen; Projekt „Chronostress“  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

## **DISSERTATION**

### **Führt ein Sozialer Jetlag zu einer Beeinträchtigung des psychischen Wohlbefindens?**

Konsequenzen einer Diskrepanz zwischen tatsächlichen  
Schlafzeiten und Chronotyp auf die psychische Gesundheit

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Julia Sophie Tabea Kleeblatt  
aus Berlin

Datum der Promotion: 01.03.2019

## **Inhaltsverzeichnis**

|  |    |
|--|----|
| Abkürzungsverzeichnis .....  | 5  |
| Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....                             | 6  |
| 1. Abstrakt .....  | 8  |
| 1.1. Deutsches Abstrakt .....  | 8  |
| 1.2. Abstract in English .....                                       | 9  |
| 2. Einleitung .....  | 10 |
| 2.1. Chronotyp .....   | 11 |
| 2.2. Der Soziale Jetlag (SJL) .....                                  | 13 |
| 2.3. Geographische Verbreitung des Sozialen Jetlags .....            | 14 |
| 2.4. Gesundheitliche Auswirkungen des Sozialen Jetlags.....          | 16 |
| 2.4.1. Stressempfinden .....   | 17 |
| 2.4.2. Depressivität .....   | 17 |
| 2.4.3. Schlafrhythmus und Schlafqualität .....                       | 18 |
| 2.4.4. Substanzkonsum.....   | 19 |
| 2.4.5. Somatische Konsequenzen .....                                 | 20 |
| 2.4.6. Einfluss auf die Kognition.....                               | 20 |
| 2.5. Herleitung der Fragestellung .....                              | 21 |
| 2.6. Hypothesen .....  | 21 |
| 3. Methodik .....  | 23 |
| 3.1. Studienpopulation .....   | 23 |
| 3.2. Ablauf der Datenerhebung.....                                   | 25 |
| 3.3. Fragebögen .....  | 25 |
| 3.3.1. Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ).....                   | 26 |
| 3.3.2. Schlafdefizitkorrigierte Form des Sozialen Jetlags .....      | 27 |
| 3.3.3. Ermittlung des Urbanitätsindex.....                           | 28 |
| 3.3.4. Perceived Stress Scale (PSS).....                             | 29 |
| 3.3.5. Patient Health Questionnaire – Depression Section (PHQ9)..... | 29 |
| 3.3.6. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) .....                   | 30 |
| 3.4. Statistische Methoden.....                                      | 30 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.     | Ergebnisse .....  | 32 |
| 4.1.   | Studienpopulation .....   | 32 |
| 4.2.   | Basisdaten zum Sozialen Jetlag .....  | 37 |
| 4.2.1. | Chronotyp (MSF und MSF <sub>sc</sub> ) .....                                  | 37 |
| 4.2.2. | Sozialer Jetlag .....   | 39 |
| 4.2.3. | Sozialer Jetlag und Schlafdefizit .....                                       | 42 |
| 4.2.4. | Geographische Verbreitung des Sozialen Jetlags- Urbanitätsindex .....         | 45 |
| 4.3.   | Psychische Folgen des Sozialen Jetlags .....                                  | 46 |
| 4.3.1. | Stressempfinden (PSS) .....   | 47 |
| 4.3.2. | Depressivität (PHQ9) .....  | 48 |
| 4.3.3. | Schlafqualität (PSQI) .....   | 51 |
| 4.3.4. | Substanzkonsum .....  | 52 |
| 4.3.5. | Übergewicht (BMI) .....   | 54 |
| 4.4.   | Schlafdefizitkorrigierte Form des Sozialen Jetlags (SJL <sub>sc</sub> ) ..... | 56 |
| 4.5.   | Zusammenfassung der Ergebnisse .....  | 57 |
| 5.     | Diskussion .....  | 58 |
| 5.1.   | Chronotyp .....   | 58 |
| 5.2.   | Sozialer Jetlag .....   | 59 |
| 5.2.1. | Sozialer Jetlag und Chronotyp .....   | 59 |
| 5.2.2. | Sozialer Jetlag und Schlafdefizit .....                                       | 60 |
| 5.3.   | Geographische Verbreitung des Sozialen Jetlags (Urbanität) .....              | 60 |
| 5.4.   | Psychische Folgen des Sozialen Jetlags .....                                  | 62 |
| 5.4.1. | Stressempfinden .....   | 62 |
| 5.4.2. | Depressivität .....   | 64 |
| 5.4.3. | Schlafqualität .....  | 66 |
| 5.4.4. | Substanzkonsum .....  | 67 |
| 5.4.5. | Übergewicht .....   | 69 |
| 5.5.   | Schlafdefizitkorrigierte Form des Sozialen Jetlags .....                      | 70 |
| 5.6.   | Konzept des Sozialen Jetlags .....  | 71 |
| 5.7.   | Limitationen und Ausblick .....   | 73 |
| 5.8.   | Fazit .....   | 76 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 6. Literaturverzeichnis.....       | 78 |
| Eidesstattliche Versicherung ..... | 91 |
| Lebenslauf .....                   | 93 |
| Publikationsliste .....            | 94 |
| Danksagung.....                    | 95 |

## Abkürzungsverzeichnis

|                    |  |
|--------------------|--|
| Abb.               | Abbildung  |
| ADHS               | Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung  |
| BBSR               | Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung  |
| BMI                | Body Mass Index  |
| CAR                | Cortisol Awakening Response (Kortisolaufwachreaktion)  |
| h                  | Stunde (n)   |
| HDL                | High-Density Lipoprotein   |
| HPA-Achse          | Hypothalamic-Pituitary-Adrenal-axis (Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse)                    |
| ICD-10             | International statistical Classification of Diseases and related health problems, 10th edition     |
| K-S Test           | Kolmogorow- Smirnow Test   |
| LDL                | Low-Density-Lipoprotein  |
| min                | Minute (n)   |
| MSF                | Schlafmittelpunkt an freien Tagen (Midpoint of Sleep Free days)                                    |
| MSF <sub>sc</sub>  | schlafkorrigierter Schlafmittelpunkt an freien Tagen (Midpoint of Sleep Free days sleep corrected) |
| PHQ9               | Patient Health Questionnaire 9   |
| PSS                | Perceived Stress Scale   |
| PSQI               | Pittsburgh Sleep Quality Index   |
| SE <sub>f</sub>    | Aufwachzeit an freien Tagen (Sleep End on free days)   |
| SE <sub>w</sub>    | Aufwachzeit an Arbeitstagen (Sleep End on work days)   |
| SD <sub>f</sub>    | Schlafdauer an freien Tagen (Sleep Duration free days)   |
| SD <sub>w</sub>    | Schlafdauer an Arbeitstagen (Sleep Duration work days)   |
| SD <sub>week</sub> | durchschnittliche Schlafdauer/Woche (average Sleep Duration per week)                              |
| SO <sub>f</sub>    | Einschlafzeit an freien Tagen (Sleep Onset free days)  |
| SO <sub>w</sub>    | Einschlafzeit an Arbeitstagen (Sleep Onset work days)  |
| SJL                | Sozialer JetLag (alte Form)  |
| SJL <sub>sc</sub>  | Sozialer JetLag (neue Form; sleep corrected)   |
| Tab.               | Tabelle  |
| UN/ DESA           | United Nations Department of Economic and Social Affairs   |
| WHO                | World Health Organization  |

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

| Nummer  | Titel   | Seite |
|---------|---|-------|
| Abb. 1  | Prozess der Ausschlusskriterien Phase I und Phase II  | 24    |
| Tab. 1  | Formelübersicht der verwendeten Variablen des MCTQ  | 28    |
| Tab. 2  | Berechnung des Urbanitätsindex  | 29    |
| Abb. 2  | Altersverteilung getrennt für beide Geschlechter der Gesamtstichprobe   | 32    |
| Abb. 3  | Darstellung der verschiedenen Schlafvariablen getrennt nach freien Tagen und Arbeitstagen und nach Geschlechtern in Abhängigkeit der Altersgruppen          | 34    |
| Abb. 4  | Altersverteilung getrennt für beide Geschlechter der Teilstichprobe   | 36    |
| Abb. 5  | Darstellung der aktuellen Tätigkeit und des höchsten Bildungsabschlusses der Teilstichprobe   | 36    |
| Abb. 6  | Verteilung der Chronotypen [Uhrzeit] A) MSF und B) MSF <sub>sc</sub>  | 37    |
| Abb. 7  | Verteilung des Chronotyps [Uhrzeit] eingeteilt nach Kategorien A) MSF und B) MSF <sub>sc</sub>  | 38    |
| Abb. 8  | Mittelwerte des Chronotyps [Uhrzeit] getrennt für beide Geschlechter und in Abhängigkeit der Altersgruppen für A) MSF und B) MSF <sub>sc</sub>              | 39    |
| Abb. 9  | A) Verteilung des SJL [h] und B) Einteilung des SJL [h] in Kategorien   | 39    |
| Abb. 10 | Mittelwerte des SJL [h] in Abhängigkeit der Altersgruppen   | 40    |
| Tab. 3  | Darstellung von Einschlaf- und Aufwachzeiten (SO/SE), jeweils an freien Tagen und Arbeitstagen [Uhrzeit] getrennt für die Kategorien des SJL [h]            | 41    |
| Abb. 11 | Mittelwerte der Schlafdauer [h] an freien Tagen und Arbeitstagen für Kategorien des SJL [h]   | 41    |
| Abb. 12 | A) SJL [h] und Chronotyp (MSF <sub>sc</sub> ) [Uhrzeit] und B) Mittelwerte des MSF <sub>sc</sub> [Uhrzeit] für Kategorien des SJL [h]                       | 41    |
| Abb. 13 | A) Verteilung des Schlafdefizits [h] und B) Kategorien des Schlafdefizits [h]   | 42    |
| Abb. 14 | Mittleres Schlafdefizit [h] in Abhängigkeit der Altersgruppe  | 43    |
| Tab. 4  | Darstellung von Einschlaf- und Aufwachzeiten (SO/SE), jeweils an freien Tagen und Arbeitstagen [Uhrzeit] getrennt für die Kategorien des Schlafdefizits [h] | 44    |
| Abb. 15 | Mittelwerte der Schlafdauer [h] an freien Tagen und Arbeitstagen für  | 44    |

|         | Kategorien des Schlafdefizits [h]   |    |
|---------|---|----|
| Abb. 16 | Streudiagramm für den SJL [h] und das Schlafdefizit [h]   | 45 |
| Tab. 5  | Mittelwerte des Schlafdefizits [h] für Kategorien des SJL [h]   | 45 |
| Abb. 17 | Gesamtwerte der Urbanität für die Teilstichprobe  | 45 |
| Abb. 18 | Mittelwerte des SJL [h] je nach Kategorie der Urbanität   | 46 |
| Tab. 6  | Anzahl Probanden pro Kategorie des SJL [h]  | 46 |
| Tab. 7  | Anzahl Probanden pro Kategorie des Schlafdefizits [h]   | 46 |
| Abb. 19 | Gesamtwerte des PSS für die Teilstichprobe  | 47 |
| Abb. 20 | Mittelwerte des PSS getrennt für A) Kategorien des SJL [h] und B) Schlafdefizits [h]                            | 48 |
| Abb. 21 | PHQ9-Gesamtwerte für die Teilstichprobe   | 48 |
| Tab. 8  | PHQ9-Punkte getrennt für beide Geschlechter und in Abhängigkeit der Altersgruppen                               | 49 |
| Abb. 22 | Punktwolke Schlafdefizit [h] und PHQ-Gesamtwert   | 50 |
| Abb. 23 | Mittelwerte des PHQ9 Gesamtwerts für A) Kategorien des SJL [h] und B) des Schlafdefizits [h]                    | 50 |
| Abb. 24 | PSQI-Gesamtwerte für die Teilstichprobe   | 51 |
| Abb. 25 | Punktwolke Schlafdefizit [h] und PSQI-Gesamtwert  | 52 |
| Abb. 26 | Mittelwerte des SJL [h] je nach Kategorie des Nikotinkonsums  | 52 |
| Abb. 27 | Anteil an Rauchern [%] für Kategorien des A) SJL [h] und B) Schlafdefizits [h]                                  | 53 |
| Tab. 9  | Mittelwerte BMI [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] für beide Geschlechter und in Abhängigkeit der Altersgruppen         | 54 |
| Abb. 28 | Punktwolke Schlafdefizit [h] und BMI  | 55 |
| Tab. 10 | Mittelwerte des SJL [h] nach Normal- (BMI < 25) und Übergewicht (BMI $\geq$ 25) getrennt für alle Altersgruppen | 55 |
| Tab. 11 | Spearman Korrelationen von SJL <sub>sc</sub> (Gruppe 1) und Schlafdefizit, PHQ9-, PSS- und PSQI-Gesamtwerten    | 56 |
| Abb. 29 | Mittelwerte des SJL <sub>sc</sub> Typ 1 [h] je nach Kategorie des Nikotinkonsums                                | 56 |
| Tab. 12 | Hypothesen und Zusammenfassung der Ergebnisse   | 57 |

## 1. Abstrakt

### 1.1. Deutsches Abstrakt

**Einleitung:** Die Abweichung tatsächlicher Schlafzeiten von der individuell unterschiedlichen inneren Uhr, dem Chronotyp, durch die Erfüllung sozialer Zeitvorgaben, führt zum Phänomen des Sozialen Jetlags (SJL). Dieser wird in der Literatur verknüpft mit negativen gesundheitlichen Auswirkungen auf psychischer, kognitiver (Depressionen, Substanzkonsum und schlechtere akademische Leistungen) sowie psychosomatischer Ebene (höherer BMI und metabolisches Risiko). Dabei ist unklar, inwieweit gesundheitliche Folgen des SJL vom gleichzeitig auftretenden Schlafdefizit getrennt werden können. In dieser Arbeit wird der Einfluss des SJL und zusätzlich des Schlafdefizits mittels subjektiver Fragebögen auf mehrere Parameter der psychischen Gesundheit überprüft.

**Methoden:** Mit dem „Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ)“ wurden in Phase I SJL, Chronotyp, Schlafdefizit, BMI und Substanzkonsum an 1308 Probanden erhoben. In Phase II wurden weitere Gesundheitsparameter mittels eines Stress- (PSS), Depressions- (PHQ9) und Schlafqualitäts- (PSQI) Fragebogens an 688 verbliebenen Probanden erfasst und die geographische Verbreitung des SJL mithilfe eines Urbanitätsindex ermittelt. Es wurde auf Normalverteilung der Variablen getestet und Analysen mit nichtparametrischen Verfahren durchgeführt. Mit Mann-Whitney-U-Tests bzw. Kruskal-Wallis-Tests wurde auf geschlechtsbeziehungsweise altersspezifische Unterschiede getestet sowie Gruppenvergleiche zwischen SJL-Kategorien durchgeführt. Mögliche Assoziationen des SJL und des Schlafdefizits mit psychischen Auswirkungen wurden mittels Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten und partiellen Korrelationen berechnet.

**Ergebnisse:** Der SJL wurde geringer mit zunehmendem Alter. Ein Einfluss des Geschlechts konnte nicht gefunden werden. Bei größerem SJL zeigten sich ein späterer Chronotyp und ein stärker ausgeprägtes Schlafdefizit. Es konnte ein schwach signifikanter positiver Zusammenhang zwischen SJL und Urbanitätsscore festgestellt werden. Tendenziell konnten bei steigendem SJL höhere Werte der untersuchten psychischen Parameter gefunden werden, die mit Ausnahme eines höheren SJL bei Rauchern statistisch nicht signifikant waren. Zwischen Schlafdefizit und PHQ9, PSQI und BMI zeigten sich statistisch signifikante geringe positive Zusammenhänge.

**Schlussfolgerung:** Die MCTQ-Daten unserer Stichprobe sind mit denen anderer Studien vergleichbar. Je urbaner unsere Probanden aufwuchsen, desto mehr SJL hatten sie. Die Relevanz des SJL zeigt sich unter Anderem in dieser gefundenen Assoziation zur Urbanität, da die Urbanisierung ein zunehmendes Phänomen der Gesellschaft darstellt. Probanden mit hohem SJL



neigten zu Nikotinkonsum. Zudem sahen wir Trends zu weiteren psychischen Beeinträchtigungen bei höherem SJL, die jedoch keine Signifikanz erreichten. Grund dafür könnte das unausgereifte Konzept des SJL sein. Vor allem die Berechnungsmethode des SJL wird kontrovers diskutiert. Außerdem muss die eingeschränkte Repräsentativität unserer Stichprobe und die Nutzung subjektiver Fragebögen anstatt objektiver Untersuchungsmethoden kritisiert werden. Weitere Studien mit gut geplanten Designs zur Erstellung einer repräsentativen Stichprobe und alternativen Erhebungsmethoden des SJL sind wichtig, um mehr Klarheit zu schaffen, ob der SJL mit psychischen Einschränkungen zusammenhängt.

## 1.2. Abstract in English

**Background:** The discrepancy between actual sleep times and the individual inner clock, the chronotype, results in a phenomenon called social jetlag (SJL), related to social obligations such as working hours. SJL is associated with negative health effects on a psychological, cognitive (depression, substance use, low academic performance) and psychosomatic level (obesity, metabolic risk). The question is raised if potential negative effects can be separated from sleep loss that often accompanies SJL. This work studies effects of SJL and sleep loss on parameters of mental health tested by subjective questionnaires.

**Methods:** In Phase I SJL, chronotype, sleep loss, substance use and BMI are assessed in 1308 participants, using the “Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ)“. In Phase II parameters of mental health are measured using stress (PSS), depression (PHQ9) and sleep quality (PSQI) questionnaires in 688 remaining participants. Distribution of SJL is assessed by an urbanity score. The variables were tested for normal distribution and non parametric tests were applied. The Mann-Whitney-U-Test and Kruskal-Wallis-Test were used to assess gender and age differences and to test for group differences in SJL categories. Spearman and partial correlations were computed to analyze associations between SJL, sleep loss and mental health.

**Results:** SJL decreased with age. No sex differences were found. Later chronotypes and participants with more sleep loss presented a higher SJL. A significant association could be detected between SJL and urbanity score. Tendencies of more psychological impairments in participants with higher SJL were observed. However, they did not reach statistical significance except for SJL and smoking. Small positive significant associations between sleep loss and PHQ9, PSQI and BMI were detected.

**Conclusions:** Our sample corresponded well with previous MCTQ studies. The more urban participants grew up, the higher was their SJL. This association underlines the relevance of SJL as urbanization is a growing phenomenon in our society. In this study participants with higher

SJL tended to be smokers. Although trends were detected, no other significant association between higher SJL and mental health impairments was found. One reason could be the unformed concept of SJL. Especially the calculation method seems to be controversial. The limited representativity of our sample and assessment of parameters by subjective questionnaires can be criticised. More studies with well planned designs and alternative objective assessment methods are needed to assure better representativity of the sample and to further answer the question if SJL causes impairments of mental health.

## **2. Einleitung**

Jeder kennt wahrscheinlich Menschen, die aufstehen, wenn man selber gerade erst müde wird. Umgangssprachlich reden wir von Lerchen und Eulen, in der Fachsprache von frühen und späten Chronotypen. Beide Bezeichnungen dienen der Beschreibung der verschiedenen Ausprägungen unserer sogenannten „inneren Uhr“, die unseren präferierten Schlafrhythmus bestimmt. In der heutigen Gesellschaft, die immer mehr von einem hohen Leistungsanspruch und Zeitdruck geprägt ist, wird selten Rücksicht genommen auf individuelle Schlafrhythmen. Effizienz, Schnelligkeit, ständige Erreichbarkeit und Erfolg stehen schon ab dem Kindesalter zunehmend an erster Stelle und vernachlässigen den Einzelnen oft in seinen individuellen Bedürfnissen. Durch künstliches Licht sind wir Menschen nicht mehr auf das Sonnenlicht angewiesen, um den Tag von der Nacht zu trennen und Arbeitszeiten reichen daher unabhängig von Bedürfnissen jedes Einzelnen manchmal bis in die späten Nachtstunden. Zwischen der „inneren Uhr“ und tatsächlichen Schlafzeiten entsteht eine Diskrepanz, infolgedessen die Betroffenen vor allem während der Arbeitswoche ein erhebliches Schlafdefizit akkumulieren können. In der aktuellen Forschung wird dieses Phänomen als Sozialer Jetlag bezeichnet und oft verglichen mit einem transienten Jetlag, hervorgerufen durch längere Flugreisen in andere Zeitzonen. Durch den Sozialen Jetlag könnte ein chronischer Stresszustand für den Körper entstehen, der auf Dauer zu verschiedenen negativen gesundheitlichen Auswirkungen vor allem auf psychischer Ebene führen kann.

Ziel dieser Dissertation ist es, mögliche negative gesundheitliche Konsequenzen mit Fokus auf die psychischen Beeinträchtigungen des Sozialen Jetlags zu beleuchten. Diese Monografie war dabei Teil eines größeren Projektes unter dem Namen „Chronostress“ mit drei Studienphasen. Diese Monografie thematisiert ausschließlich die ersten beiden Studienphasen, in denen mittels Fragebögen Daten zum Chronotyp, Sozialen Jetlag und zu den psychischen Konsequenzen gesammelt wurden, um mögliche Zusammenhänge zu untersuchen. Zusätzlich zu dieser Online-Erhebung (Phase I und II) nahmen in einem bildgebenden Teil (Phase III) 50 männliche

Spättypen an einem MRT-kompatiblen sozialen Stressparadigma (ScanStress) teil, dessen Auswertung aktuell stattfindet. Die Erwartung ist, dass ein veränderter Schlaf-Wach-Rhythmus die Vulnerabilität für Stressempfinden erhöht, welches sich in verstärkter Aktivität von stressspezifischen Gehirnarealen widerspiegelt. Weiterhin soll überprüft werden, ob funktionelle Konnektivität stressbedingte Änderungen von prä- zu post-Stress ausweist und ob Arbeitsgedächtnisleistung durch emotional ablenkende Bilder beeinträchtigt wird. Teilergebnisse der Studie wurden im Jahr 2018 im Journal of Health Psychology veröffentlicht (1). Ergebnisse dieser Publikation basieren auf demselben Datensatz wie diese Monografie, es wurden jedoch unabhängig voneinander Auswertungen und Analysen durchgeführt. Der Anteil an der Publikation bestand in der Beteiligung an der Rekrutierung sowie am Datenmanagement.

Nach einer theoretischen Einführung in das Thema, werden im Rahmen dieser Doktorarbeit ausschließlich die ersten zwei Phasen der Studie vorgestellt, ihre Ergebnisse präsentiert und Schlussfolgerungen abgeleitet und diskutiert.

## **2.1. Chronotyp**

Das alltägliche Leben wird von drei verschiedenen „Uhren“ maßgeblich geprägt, der „biologischen, der solaren und der sozialen Uhr“. Zirkadiane, also tagesrhythmische „innere Uhren“, kontrollieren viele Körperfunktionen, unter anderem den Schlaf-Wach-Rhythmus (2). Die biologische Grundlage unserer „inneren Uhr“ beschreibt genetische Variationen (3–5). Für die Entdeckung der molekularen Mechanismen, die den Tag-Nacht-Rhythmus auf genetischer Ebene steuern, erhielten drei Chronobiologen im Jahr 2017 den Nobelpreis für Medizin. Die anderen Einflussfaktoren der zirkadianen Uhr stellen exogene Umwelteinflüsse (sogenannte „Zeitgeber“) dar, darunter als wichtigster „Zeitgeber“ das Sonnenlicht (6,7). Die endogene Komponente wird durch die exogenen Umwelteinflüsse, also vor allem das Sonnenlicht, synchronisiert, den äußeren Umständen zum Teil angepasst. Dieser Vorgang wird auch als Entrainment bezeichnet und unterscheidet sich je nach Individuum und genetischer Vorgabe (8,9). Der daraus resultierende Chronotyp spiegelt sich als individuelle zeitliche Präferenz für Aktivitäts- sowie Schlaf- und Ruhephasen wider, wobei er nicht ein Maß für die Schlafdauer, sondern für eine bestimmte individuell präferierte Schlafphase zu bestimmten Uhrzeiten ist. Dabei muss erwähnt werden, dass tatsächliche Schlafzeiten oft von diesem Chronotyp abweichen, da dieser in vielen Fällen in Konflikt mit gesellschaftlichen Faktoren stehen kann. Denn zusätzlich werden Schlafzeiten durch die sogenannte „soziale Uhr“, also Alltagsrhythmen und Verpflichtungen, beeinflusst. Dazu zählen je nach Lebensalter vor allem die Schule, das Studium und die Arbeit. Jedoch ist dieser soziale „Zeitgeber“ nicht stark genug, um den

Chronotyp grundlegend zu verändern und so kann dieser nur bis zu einem bestimmten Maß diesen äußeren sozialen Umständen angepasst werden, woraus ein beträchtliches Schlafdefizit resultieren kann (2,6). Es gibt eine kontinuierliche Verteilung von verschiedenen Chronotypen, die von sehr frühen Typen (Lerchen), bis zu den sehr späten Typen (Eulen) reichen. Frühe Chronotypen wachen morgens spontan von alleine früh auf und können abends schwer bis zu späten Uhrzeiten wach bleiben, während extreme Spättypen erst in den frühen Morgenstunden einschlafen und bis spät in den nächsten Tag hineinschlafen. Diese Präferenzen können bis zu 12 Stunden auseinandergehen (10,11). Chronotypen sind in unserer Population weitgehend normalverteilt, jedoch zeigt sich eine Tendenz in Richtung des späteren Chronotyps (11). Der individuelle Chronotyp ist durch seine genetische Komponente relativ zeitstabil im Verlauf des Lebens, wenngleich alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede existieren (10,12,13). Kinder gehören eher den Frühtypen an, während Jugendliche bis zum circa 20. Lebensjahr einen immer späteren Chronotyp entwickeln. Für Frauen liegt der Zeitpunkt der maximalen Spätausprägung bei 19,5 Jahren im Gegensatz zu Männern, die den Höhepunkt erst mit 21 Jahren erreichen, weshalb Männer im Durchschnitt für die meiste Zeit des Erwachsenenlebens einen späteren Chronotyp aufweisen als Frauen. Ab dem Zeitpunkt der maximalen Spätausprägung wird der Chronotyp mit steigendem Alter wieder früher, bis mit circa 50 Jahren meist keine geschlechtsspezifischen Unterschiede mehr zu vermerken sind. Dieses Alter entspricht zeitlich dem Eintreten der Frau in die Menopause (14). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass auch endokrinologische Faktoren eine wichtige Rolle in den Veränderungen des Chronotypen über die Jahre spielen (15).

Die meisten Studien nutzen zur Erfassung von Chronotypen Fragebögen, die sich auf eine subjektive Einschätzung der Probanden zu ihren Schlaf- und Wachzeiten stützen. Dabei ist vor allem der seit längerem etablierte „Morningness- Eveningness- Fragebogen (MEQ)“ zu nennen, der mit 19 Fragen die individuelle Präferenz für bestimmte Aktivitäten misst und die Tendenz zu frühem oder spätem Typ (Morningness/ Eveningness) evaluiert (16). Eine quantitative und objektivierbare Einschätzung des Chronotyps erfolgt mit dem „Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ)“, der auch in dieser Studie verwendet wurde. Durch Fragen nach exakten Schlaf- und Wachzeiten getrennt für Arbeits- und freie Tage lässt sich eine genaue Uhrzeit für den individuellen Chronotyp ableiten (2). Die Entwickler des MCTQ, Roenneberg et al. (2003), erfassen neben dem Chronotyp auch das Phänomen des Sozialen Jetlag. Dieser beschreibt den Zustand, wenn zum Beispiel durch soziale Verpflichtungen ein Konflikt zwischen den Schlafzeiten, die durch den Chronotyp bestimmt sind, und den tatsächlichen Schlafzeiten entsteht. Zwischen den beiden am häufigsten in der Forschung genutzten und im Folgenden

beschriebenen Fragebögen besteht ein starker Zusammenhang (17), weshalb Studien zu beiden Fragebögen für den Theorieteil in dieser Arbeit verwendet werden. Man sollte jedoch die verschiedenen Definitionen und Unterschiede nicht außer Acht lassen und bedenken, dass der MEQ keinen SJL berechnet.

## **2.2. Der Soziale Jetlag (SJL)**

Viele Menschen verschieben ihre Schlaf- und Aktivitätsphasen zwischen freien Tagen und ihrer Arbeitswoche. Diese Schlafverschiebung lässt sich mit einem Jetlag vergleichen, der entsteht, wenn man freitags mit dem Flugzeug einige Zeitzonen westwärts reist und am Montagmorgen wieder zurückfliegt. Dieser transiente Jetlag kann bis zur Wiedereingewöhnung des Körpers an den neuen Zeitrhythmus vorübergehend Schlaf- sowie Aktivitätsprobleme hervorrufen (18). Zum Vergleich reisen die Betroffenen der oben genannten Schlafverschiebung bildlich gesprochen zwischen den verschiedenen Zeitzonen der Arbeitswoche und freien Tage hin und her (2). Die Diskrepanz zwischen sozialer und biologischer Uhr, illustriert durch tatsächliche Schlafzeiten in der Arbeitswoche aufgrund von sozialen Verpflichtungen versus präferierter Schlafzeit an freien Tagen, wird als Sozialer Jetlag (SJL) bezeichnet (19). Soziale Verpflichtungen beeinträchtigen die biologisch festgelegten individuellen Schlafvorlieben der Mehrzahl aller Menschen erheblich: 55% der untersuchten Population einer größeren Studie der Ludwig-Maximilian-Universität in München unter Leitung von Professor Dr. Till Roenneberg, die vor allem in Deutschland, der Schweiz, den Niederlanden und Österreich rekrutiert wurde, werden während der Arbeitswoche unabhängig von ihrer Einschlafzeit zwischen 06:30 Uhr und 08:00 Uhr morgens geweckt. 80% der Probanden benutzen dazu einen Wecker (20). Die typischen Arbeitszeiten mit Beginn am frühen Morgen stimmen daher am besten mit den präferierten Schlaf- und Wachzeiten des frühen Chronotyps überein. Der späte Chronotyp war in der untersuchten Studienpopulation von Roenneberg et al. etwas stärker vertreten, das heißt Personen, die daher unter der Arbeitswoche oft vor ihrer biologischen Aufwachzeit aufstehen müssen. Menschen mit einem späten Chronotyp werden also unter der Arbeitswoche morgens oft künstlich von einem Wecker geweckt, können aber durch ihre endogene Uhr abends nicht entsprechend früh einschlafen, um eine ausreichende Schlafdauer zu erreichen (2,11). Diese späten Typen sind daher betroffen von einem höheren Ausmaß des SJL als frühe Typen. Frühe Chronotypen dagegen zeigen häufig ein Schlafdefizit und SJL an freien Tagen, wenn sie sozialen abendlichen Verpflichtungen ausgesetzt sind, die zu späteren Einschlafzeiten führen als gewöhnlich (2,18). Zusammenfassend werden also späte Chronotypen bei später biologischer Einschlafzeit durch die soziale Uhr zu früh an Arbeitstagen geweckt, während die biologische

Uhr frühe Chronotypen zu früh an freien Tagen weckt bei sozial beeinflusstem späterem Einschlafen (2). Bei Betroffenen eines SJL ist der Schlaf nicht nur von der Dauer sehr unterschiedlich zwischen Arbeitstagen (kürzer) und freien Tagen (länger). Es unterscheiden sich vielmehr vor allem die stark auseinanderweichenden Einschlaf- und Aufwachzeiten, also die zeitlich gewählte Schlafperiode, die an freien Tagen ohne soziale Verpflichtungen entsprechend der inneren Uhr nach hinten auf spätere Uhrzeiten verschoben wird. Folglich kann diese Schlafverschiebung zu der Akkumulation eines beträchtlichen Schlafdefizits an Arbeitstagen führen, das am Wochenende durch Verlängerung der Schlafdauer kompensiert wird (19). Da junge Erwachsene bis zum 20. Lebensjahr im Durchschnitt den spätesten Chronotyp aufweisen und dennoch morgens mit einem frühen Schul- oder Studienbeginn konfrontiert sind, betrifft der SJL diese Altersklasse in besonders ausgeprägtem Maß (11). Zwar ist es auch möglich, außerhalb des präferierten Zeitfensters der eigenen zirkadianen Uhr zu schlafen (sogenannte „Nickerchen“), allerdings ist der Schlaf sehr viel effizienter innerhalb des Zeitfensters der endogenen Vorlieben (21). In der aktuellen Literatur wird das Konzept und die Berechnungsmethode des SJL nach Roenneberg et al. (2003) kritisch hinterfragt und diskutiert (22). Das liegt unter anderem daran, dass der SJL in seiner ursprünglichen Definition zwei verschiedene Tatsachen einschließt: Zum einen die Verschiebung der gesamten Schlafperiode, zum anderen ein entstehendes Schlafdefizit durch eine Verkürzung der Schlafdauer. Der SJL wird als Form einer zirkadianen Schlafstörung betrachtet, die eine der Hauptursachen für die Entwicklung eines Schlafdefizits ist (18). Diese Thematik wird von Jankowski et al. (2017) aufgegriffen und betont, dass es für zukünftige Studien zum SJL wichtig sein könnte, zwischen diesen beiden unterschiedlichen Punkten zu differenzieren und gegebenenfalls eine Trennung zwischen SJL und Schlafdefizit vorzunehmen. Dabei wird eine Möglichkeit zur Berechnung einer neuen Form des SJL vorgeschlagen, die das Schlafdefizit nicht mehr umfasst, um das Konzept des SJL akkurater darzustellen (22).

Insgesamt wird der SJL in der Literatur zu einer möglichen Ursache für verschiedene gesundheitliche Einschränkungen insbesondere auf psychischer Ebene vor allem bei Menschen mit einem späteren Chronotyp (23).

### **2.3. Geographische Verbreitung des Sozialen Jetlags**

Der SJL ist im Gegensatz zu einem transienten Jetlag beim Reisen zeitlich nicht genau begrenzt, sondern währt von der Schulzeit an das gesamte Arbeitsleben durch konträre Arbeitszeiten fort (18). Während sich der transiente Jetlag also akut präsentiert, wird der SJL zu einem chronischen Phänomen, das die Mehrzahl der Bevölkerung betrifft (19). Die Mehrheit einer mittels MCTQ

untersuchten Stichprobe mit 65.000 Probanden einer Langzeitstudie aus München erfuhren eine Diskrepanz zwischen ihrem individuellen Chronotyp und alltäglichen Schlafgewohnheiten und nur 13% der Probanden waren frei von SJL (20,24). Mit Blick auf die bestehende Literatur sowie die demographische Bevölkerungsentwicklung scheint das Risiko einen SJL zu erfahren in den kommenden Jahren eher noch zu steigen. Der stärkste Zeitgeber der zirkadianen Uhr, das Sonnenlicht, verliert vor allem in Städten an Wichtigkeit, da in industriellen Gebieten natürliches Sonnenlicht bei vermehrtem Arbeiten in geschlossenen Räumen durch künstliches Licht ersetzt wird. Nur 42% der Bevölkerung verbringen mehr als zwei Stunden täglich im Freien (6,11,14). Bedingt durch die Schwächung dieses natürlichen Zeitgebers und sonnenlichtunabhängiger Arbeit, verschiebt sich die Verteilung hin zu späteren Chronotypen. Es wurde gezeigt, dass sich der Chronotyp in der urbanen Bevölkerung im Vergleich zu der ruralen Population durchschnittlich um mehr als eine halbe Stunde nach hinten verschiebt, und dass Menschen, die auf dem Land leben, eine schmalere Verteilung (Varianz) der Chronotypen aufweisen, als die städtische Bevölkerung (14). Es wurde in Einklang mit diesen Ergebnissen beobachtet, dass die ländliche Bevölkerung einen geringeren SJL hat, als in der Stadt lebende Menschen (25). Daraus ist abzuleiten, dass eine geringere Exposition auf natürliches Licht vor allem im städtischen Raum zu einem späteren Chronotyp mit dem Risiko einer höheren Inzidenz von SJL führt (20,23,24,26,27). Diese Beobachtung ist relevant vor dem Hintergrund, dass ein Großteil der Bevölkerung im urbanen Raum angesiedelt ist und der Trend zu einem Leben in Städten steigt. Lebten 1950 nur 30% der Weltbevölkerung in Städten, sind es 2014 schon 54%. Bis 2050 wird sich der Anteil nach Schätzungen des United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN/DESA) auf knapp 66% weiter erhöhen (28). Damit in Zusammenhang stehend wurde in einer Langzeitstudie unter Verwendung des MCTQ zwischen den Jahren 2003 bis 2010 die Entwicklung beobachtet, dass der durchschnittliche Chronotyp der untersuchten Stichprobe von 65.000 Teilnehmern im letzten Jahrzehnt immer später wurde (20). Dies betont, dass letztlich auch das Risiko bei zunehmender Urbanisierung stetig steigen könnte, an vermehrtem SJL mit den möglichen negativen gesundheitlichen Auswirkungen zu leiden. Es konnte zum Beispiel bereits gezeigt werden, dass die urbane im Vergleich zur ruralen Bevölkerung vermehrt unter depressiven Erkrankungen leidet (29–32).

In den nächsten Abschnitten werden die in der Literatur diskutierten verschiedenen Folgen eines SJL näher beleuchtet.

## **2.4. Gesundheitliche Auswirkungen des Sozialen Jetlags**

Die Hypothese, dass ein Leben gegen die individuelle innere Uhr mit verschiedenen negativen gesundheitlichen Auswirkungen vor allem auf psychischer Ebene assoziiert ist, wurde auch schon vor der Etablierung des SJL untersucht. Dabei wurde der Fokus unter anderem auf das Schlafdefizit gelegt. Zu den erforschten gesundheitlichen Folgen des Schlafdefizits gehören kognitive Einschränkungen wie eine verminderte Aufmerksamkeit und Gedächtnisleistung (33,34). Aus diesen Folgen ergeben sich multiple Konsequenzen, die von einer höheren Unfallrate (35) bis zu schlechteren akademischen Leistungen reichen (36). Außerdem zeigt sich ebenfalls eine Assoziation mit dem Risiko der Entwicklung von Übergewicht, Diabetes (37) und Depressionen (38). Eine gut erforschte Gruppe mit besonders hohem Schlafdefizit durch eine Störung des Schlaf-Wach-Rhythmus` sind Menschen, die im Schichtbetrieb tätig sind. Als Verbindung zwischen Schichtarbeit und entstehenden gesundheitlichen Schäden wird das akute Schlafdefizit durch eine Störung des zirkadianen Schlaf-Wach-Rhythmus` diskutiert (39). Untersuchungen im Bereich der Schichtarbeit bestätigen Ergebnisse der Forschung zum Schlafdefizit. Die möglichen Folgen variieren von chronischen Erkrankungen mit metabolischen Konsequenzen wie Adipositas, Diabetes und kardiovaskulären Einschränkungen (40–43) über die Beeinflussung des Verhaltens und der Kognition (Substanzkonsum und akademische Leistungen) (39) zu emotionalen bzw. psychischen Einschränkungen (44). Knapp 20% der europäischen Bevölkerung arbeiten im Schichtdienst und weisen damit regelmäßige Abweichungen des Schlaf-Wach-Rhythmus` auf (39). Einige Wissenschaftler gehen davon aus, dass der SJL mit der Schichtarbeit verglichen werden kann: So ist ein Großteil der restlichen Bevölkerung ebenfalls betroffen von einer mildereren, aber dennoch chronischen Art der Schichtarbeit in Form des SJL (20,24). Denn Personen mit einem SJL weichen in einer geringer ausgeprägten Form ebenso wie klassische Schichtarbeiter von einem ihrer inneren Uhr entsprechenden Schlaf-Wach-Rhythmus ab. In jüngerer Literatur wird als erklärende beziehungsweise mediierende Variable für gesundheitliche Folgen weniger der späte Chronotyp an sich, sondern eher der damit verbundene größere SJL angesehen (19,45). Aufgrund der Assoziation des SJL mit der Schichtarbeit einerseits und der Verknüpfung zum Schlafdefizit andererseits ist anzunehmen, dass ähnliche gesundheitliche Folgen beim Auftreten eines SJL vorliegen. Es wird vermutet, dass der SJL über das Entstehen eines Risikoprofils auf endokriner und verhaltensbezogener Ebene (erhöhte Kortisolwerte und verminderte körperliche Betätigung) für den Körper bei Betroffenen die möglichen negativen stressassoziierten Folgen hervorrufen könnte (45). Dies wurde für vereinzelte gesundheitliche Folgen besonders auf psychischer Ebene bereits geprüft, auf die in den folgenden Abschnitten näher eingegangen wird.



### **2.4.1. Stressempfinden**

Chronischer Stress wird als ein essentieller Faktor für das Auftreten und den Verlauf verschiedener Erkrankungen angesehen (46,47) und zeigt eine Assoziation zu einer reduzierten Lebenszufriedenheit (48). In der Literatur herrscht weitgehend Konsens über den substantiell negativen Effekt von chronischem Stress auf die Gesundheit zum Beispiel bezüglich der Entwicklung mentaler Erkrankungen (49), metabolischer Folgen (50,51) und von Schlafproblemen (52). Betroffene von anhaltendem Stress neigen im Sinne eines Kompensationsversuchs vermehrt zum Substanzkonsum (53–55). Der wichtigste neuroendokrine Marker des Stressempfindens ist unter anderem das Stresshormon Kortisol, dessen vermehrte Ausschüttung in Stresssituationen über die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrindenachse (HPA-Achse) gesteuert wird (56). Faktoren, die zu einer Aktivierung dieser Achse führen, werden auch als Stressoren bezeichnet und wurden in großer Variabilität in der Forschung der letzten Jahre vorgestellt. Das Erleben eines aktuellen Stressors ist assoziiert mit höheren Werten des Speichel-Kortisols (57). Die erhöhten Kortisolwerte können zu einem endokrinen, kardiovaskulären und verhaltensbezogenen Risikoprofil für die Entwicklung metabolischer Erkrankungen wie Übergewicht und Diabetes (58), sowie mentaler Erkrankungen führen (59). Es konnte gezeigt werden, dass die Höhe der gemessenen Kortisolwerte am Morgen positiv mit dem Ausmaß des SJL zusammenhängen (45). Die erhöhte Kortisolsekretion aufgrund des SJL könnte eine Ursache für negative gesundheitliche Konsequenzen vor allem auf psychischer Ebene darstellen (53).

### **2.4.2. Depressivität**

Die Depression als häufigste psychiatrische Erkrankung weltweit ist mit erheblichen Einschränkungen der Lebensqualität, sozialmedizinischen Auswirkungen und einem Suizidrisiko verbunden (60). Der späte Chronotyp und der SJL wurden als Faktoren beschrieben, die das psychische Wohlbefinden des Menschen negativ beeinflussen: Depressive Stimmungen wurden häufiger bei Erwachsenen beschrieben, bei denen Arbeitszeiten nicht kompatibel sind mit dem endogenen zirkadianen Rhythmus, also vor allem bei Probanden, die einem späten Chronotyp angehören (61–63). Je höher die Tendenz zu einem späten Chronotyp war, desto schwerer präsentierten sich die depressiven Symptome der Patienten (64–66). Auch bei jungen Erwachsenen konnte eine Assoziation von spätem Chronotyp und dem Auftreten einer Depression beobachtet werden (29,67,68). Eine Studie betont, dass vor allem junge Erwachsene einem besonderen Risiko für die Entwicklung psychischer Erkrankungen durch ihren späteren Chronotyp im Vergleich zu anderen Altersgruppen ausgesetzt sind (69). Bisher genannte Studien

untersuchten den SJL nicht direkt, sondern nur den späten Chronotyp und mögliche Folgen auf die psychische Gesundheit. Wittmann et al. diskutierten aber, dass die Assoziation zwischen dem Auftreten von depressiven Stimmungen und spätem Chronotyp in erster Linie auf den tendenziell höheren SJL zurückzuführen ist und nicht auf den späten Chronotyp an sich (19). Bisher genannte positive Ergebnisse zum Zusammenhang eines späten Chronotyps und Depressionen sind vor diesem Hintergrund relevant und Teil dieser Einleitung, da der SJL für gefundene Assoziationen anderer Studien ursächlich sein könnte. In Einklang mit dieser Hypothese fanden zwei weitere jüngere Studien einen direkten Zusammenhang von SJL und depressiver Symptomatik (23,70). Die Depression wird oft angesehen als eine stressassoziierte Störung und es konnte die Verbindung zwischen anhaltendem Stresserleben und der Entwicklung einer Depression in der Literatur etabliert werden (71). Nach Beendigung einer Stresssituation wird die HPA-Achse normalerweise schnell rückreguliert mit einer Anpassung der vorher erhöhten Kortisolwerte. Erfolgt dies nicht, kann es zu verschiedenen Auswirkungen kommen. Eine gestörte Stresshormonregulation spielt durch eine Dysfunktion der HPA-Achse vermutlich aufgrund einer verminderten Kortisolsuppression auch bei der Entstehung und im Verlauf einer Depression eine wichtige Rolle (72). Keller et al. formulierte aus folgenden einzelnen Beobachtungen eine Kausalkette für die Assoziation zwischen SJL und dem Auftreten einer depressiven Symptomatik (73): Zunächst akkumulieren spätere Chronotypen durch ein starkes Missverhältnis von sozialer und innerer Uhr einen hohen SJL und ein großes Schlafdefizit (74). Letzteres führt zu einer Aktivierung des neuroendokrinen Stress-Systems und reduziert die Fähigkeit mit emotionalen Stressoren umzugehen (75), was schlussendlich zur Entwicklung einer depressiven Störung beitragen kann (76). Eine Reduktion des SJL kann daher ein wichtiger Faktor zur Prävention depressiver Erkrankungen sein (74).

### **2.4.3. Schlafrhythmus und Schlafqualität**

Beeinträchtigungen des Schlafes sind in der Bevölkerung im Allgemeinen weit verbreitet: 8 bis 18% der Bevölkerung beschreiben eine Unzufriedenheit mit ihrer Schlafdauer oder -qualität und 6 bis 10% leiden unter einer manifesten Schlafstörung (77). Allgemein werden verschiedene psychische Auffälligkeiten aufgrund von einer Störung des zirkadianen Schlafrhythmus beschrieben. Diese reichen von Erschöpfungszuständen bis zu Stimmungsschwankungen, Impulsivität und vermehrter Ängstlichkeit (18). Ein gestörter zirkadianer Schlafrhythmus ist eine häufige Komorbidität bei verschiedenen psychiatrischen Erkrankungen, vor allem bei depressiven Störungen (78). Viele depressive Patienten berichten von Schlafstörungen, was auf wichtige Interaktionen zwischen Schlaf und psychischen Erkrankungen hindeutet (79). Davon

abgeleitet werden bereits Lichttherapien und die aktive Beeinflussung des Schlaf- Wach-Rhythmus` eines Patienten als effektive Behandlungsstrategien in diesem Bereich eingesetzt (80,81). Einige Studien weisen darauf hin, dass der Schlaf-Wach-Rhythmus bereits vor der erstmaligen klinischen Diagnose einer psychischen Erkrankung gestört ist, was ein gesundes Schlafverhalten in der Prognose, Entwicklung und Behandlung mentaler Erkrankungen hervorhebt. Obwohl eine Assoziation zwischen Schlafstörungen und psychischen Erkrankungen also bekannt ist, bleiben der genaue ursächliche Zusammenhang dieser Assoziation weiterhin wenig verstanden (18). Es gibt also Hinweise in der Forschung, dass insuffizienter Schlaf und schlechte Schlafqualität einen negativen Einfluss auf die physische und psychische Gesundheit, das Aktivitätsniveau und die Leistungsfähigkeit haben (82). Der SJL könnte durch die Induktion eines chronischen Stresszustandes der Betroffenen ein Grund für eine schlechtere Schlafqualität sein (83), da anhaltender Stress bekanntermaßen auch Schlafprobleme hervorrufen kann. Es wird daher vermutet, dass der SJL nicht nur Auswirkungen auf den Schlafrhythmus, sondern auch auf die Qualität des Schlafes hat (52). In zwei Studien wurde beobachtet, dass spätere Chronotypen eher ein gestörtes Schlafverhalten haben als andere Typen (84,85) und häufiger von einer geringeren Schlafqualität und mehr Tagesmüdigkeit berichten als frühe Typen (26,30). Es wird diskutiert, dass für diesen möglichen Zusammenhang zwischen spätem Chronotyp und schlechterer Schlafqualität der SJL als verbindender Faktor verantwortlich sein könnte (19). Zwei neuere Studien fanden in Einklang mit dieser Vermutung einen direkten Zusammenhang zwischen SJL und schlechterer Schlafqualität (23,83).

#### **2.4.4. Substanzkonsum**

Nikotinkonsum wird mit niedrigeren Scores bei der Erfassung von psychischer Gesundheit, sozialem Verhalten sowie mit vermehrten Schlafproblemen assoziiert (86–89). Auch übermäßiger Alkoholkonsum hat viele gesundheitliche Auswirkungen. Neben den bekannteren Folgeerkrankungen gehören dazu eine weniger ausgeprägte innere Balance, ein geringeres Aktivitätsniveau, vermehrt psychosomatische Probleme während des Schlafens und depressive Symptome (74). Es zeigten sich in anderen Studien Hinweise auf den Zusammenhang eines vermehrten Konsums von Stimulanzien wie Koffein, Alkohol und vor allem Nikotin bei Personen mit SJL (19,20,70). Letzteres betraf junge Erwachsene bis 25 Jahre. Jedoch konnte auch bei Probanden über 60 Jahren, die noch berufstätig waren, dieser Zusammenhang festgestellt werden. Dabei betonten die Autoren, dass Nikotinkonsum vor allem eine Konsequenz des SJL und nicht eines späten Chronotyps ist (19). Je größer der SJL ausgeprägt war, desto mehr Raucher gab es in einer Population und auch der Konsum von Alkohol und Koffein nahm

zu (18). Verschiedene Autoren sehen im Konsum von Alkohol und Nikotin eine Coping-Strategie, um Stress besser zu bewältigen zu können (19,90).

#### **2.4.5. Somatische Konsequenzen**

Übergewicht hat sich zu einem häufigen Phänomen entwickelt und stellt eines der größten gesundheitlichen Probleme in industrialisierten Gesellschaften dar (91,92). Viele Risikofaktoren für Übergewicht wurden bereits identifiziert, dazu zählt unter anderem auch die Schlafdauer (93,94). Assoziationen zwischen SJL und vermindertem Allgemeinbefinden, geringerer körperlicher Aktivität und erhöhtem Body-Mass-Index (BMI) wurden ebenfalls beschrieben (20,45). Der SJL wird zudem als direkter Risikofaktor für metabolische Dysfunktionen diskutiert. Dabei spielt der beschriebene erhöhte Kortisolspiegel bei vermehrtem SJL eine Rolle (45,95). Laut Beobachtungen steigt pro Stunde SJL die Wahrscheinlichkeit für Übergewicht um 33% (18,20,24). Folglich könnte der SJL für die Entwicklung von Diabetes und kardiovaskulären Erkrankungen prädisponieren (20,96,97).

#### **2.4.6. Einfluss auf die Kognition**

Ein Zusammenhang zwischen zirkadianer Uhr und kognitiven Leistungen wurde mehrfach nachgewiesen: So zeigten sich bessere Leistungen in neuropsychologischen Gedächtnistests zu früheren Tageszeiten bei morgendlichen Typen, während abendliche Typen zu späteren Tageszeiten bessere Ergebnisse erzielten (98). Eine andere Studie beobachtete, dass der negative Einfluss eines späten Chronotyps auf Prüfungsleistungen verschwindet, wenn diese am frühen Nachmittag statt am Morgen stattfanden (99). Als Folge einer zirkadianen Schlafstörung, zum Beispiel in Form des SJL, werden verschiedene kognitive Einschränkungen vermutet. So wird von einer reduzierten Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Gedächtnisleistung, Entscheidungsfreudigkeit, Kreativität und Produktivität gesprochen (18,100). Der SJL war assoziiert mit schlechteren akademischen und kognitiven Leistungen sowohl bei Schülern (30,101) als auch bei Studenten (102). Letztere Studie zeigte, dass die akademische Leistung der untersuchten Medizinstudenten negativ mit dem SJL assoziiert war, nicht aber mit dem Chronotyp. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass erst der SJL zu beschriebenen negativen Folgen führt, und nicht ein später Chronotyp an sich. Diese Hypothese wird unterstützt durch Ergebnisse einer jüngeren Studie mit 1008 Probanden von Panev et al. (2017), die durch Testung mittels Ravens Matrizen tests (sprachfreie Multiple-Choice Intelligenztests) zwar einen höheren Grad an Intelligenz bei späten Chronotypen fand als bei früheren Chronotypen, jedoch verschwand dieser Vorteil, wenn Probanden einen SJL von zwei Stunden aufwiesen. Der negative Einfluss eines SJL von mindestens zwei Stunden konnte nur bei späten Chronotypen

gezeigt werden (103). Vor allem bei späten Chronotypen könnten zirkadiane Missverhältnisse in Form des SJL so einen signifikant negativen Effekt auf akademische Leistungsfähigkeit und damit den Lebenslauf und Karrierechancen haben (73).

## **2.5. Herleitung der Fragestellung**

Die beschriebenen Beobachtungen führen zu der Annahme, dass Personen mit höherem SJL eher gesundheitliche Beeinträchtigungen insbesondere auf psychischer Ebene entwickeln, als Menschen mit weniger SJL. Vermutet werden hierbei eine erhöhte Stressvulnerabilität und ein daraus folgendes höheres Level an Stress, welche mit dem Risiko für das Auftreten von Stressfolgeerkrankungen wie depressiven Symptomen, gestörtem Schlaf, eines vermehrten Konsums von gesundheitsschädlichen Substanzen (Nikotin und Alkohol) und Übergewicht assoziiert sein könnten. Dies kann gerade vor dem Hintergrund der hohen Prävalenz des SJL in der Bevölkerung (20) von klinischer Relevanz sein.

Ziel dieser Arbeit ist es, die möglichen Zusammenhänge zwischen SJL und anderen stressassoziierten Faktoren der psychischen Gesundheit in Bezug auf bestehende Befunde zu beleuchten. Es gilt dabei zu untersuchen, ob der SJL mit einem stärkeren subjektiven Stressempfinden, höherer Depressivität, einer verminderten Schlafqualität, dem Konsum von Alkohol und Nikotin und einem höheren BMI assoziiert ist. Zudem werden das Konzept und die Berechnungsmethode des SJL in der Literatur kontrovers diskutiert. Es erscheint bisher unklar, inwieweit SJL auch unabhängig von einem Schlafdefizit psychische Gesundheitsrisiken haben könnte. Es existieren bereits Ergebnisse zu psychischen Konsequenzen des SJL, die den Beobachtungen von gesundheitlichen Folgen der Schichtarbeit und des Schlafdefizits ähneln. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit auch eine neue Formel zur Berechnung des SJL nach Jankowski et al. (2017) unter Berücksichtigung von auftretendem Schlafdefizit betrachtet (22).

## **2.6. Hypothesen**

Die Arbeitshypothesen, die es mittels statistischer Methoden zu überprüfen gilt, werden im Einzelnen in diesem Abschnitt vorgestellt. Sie wurden nach Wichtigkeit und Relevanz in dieser Monografie geordnet und weichen von der Reihenfolge ab, wie sie im Ergebnisteil getestet und im Diskussionsteil bewertet werden.

### **Haupthypothese**

Der SJL hat negative Auswirkungen auf psychisches Wohlbefinden. Probanden mit größerem SJL haben daher im Vergleich zu Probanden mit geringerem SJL:

- ein höheres Maß an subjektiv empfundenem Stress

- höhere Depressivitätswerte
- eine schlechtere Schlafqualität
- eine höhere Neigung zu Substanzkonsum (Alkohol und Nikotin)
- einen höheren Body Mass Index (BMI)

### **Nebenhypothese 1**

Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen SJL und Schlafdefizit.

Die in der Haupthypothese beschriebenen psychischen Folgen des SJL hängen daher auch direkt mit dem Schlafdefizit zusammen.

### **Nebenhypothese 2**

Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen SJL und Chronotyp, da besonders bei späteren Chronotypen eine höhere Wahrscheinlichkeit für einen SJL als bei anderen Chronotypen besteht.

### **Nebenhypothese 3**

Mit steigendem Alter werden der Chronotyp früher und der SJL und das Schlafdefizit geringer. Männer haben einen späteren Chronotyp und einen höheren SJL und ein höheres Schlafdefizit als Frauen.

### **Nebenhypothese 4**

Das Auftreten des SJL unterscheidet sich zwischen Personen, die in ländlicheren und Personen, die in städtischeren Gebieten aufwuchsen: Der SJL ist größer in der urbanen als der ruralen Gruppe. Dabei haben Probanden, die in städtischen Regionen aufwuchsen, einen höheren Urbanitätsindex.

### **Nebenhypothese 5**

Der positive Zusammenhang zwischen SJL und Schlafdefizit ist nicht mehr nachweisbar bei Berechnung mit der neuen Form des SJL nach Jankowski et al. (2017). Ebenso werden Zusammenhänge zwischen SJL und psychischen Folgen der Haupthypothese bei Betrachtung der neuen Form des SJL geringer oder sind nicht mehr nachweisbar.

### **3. Methodik**

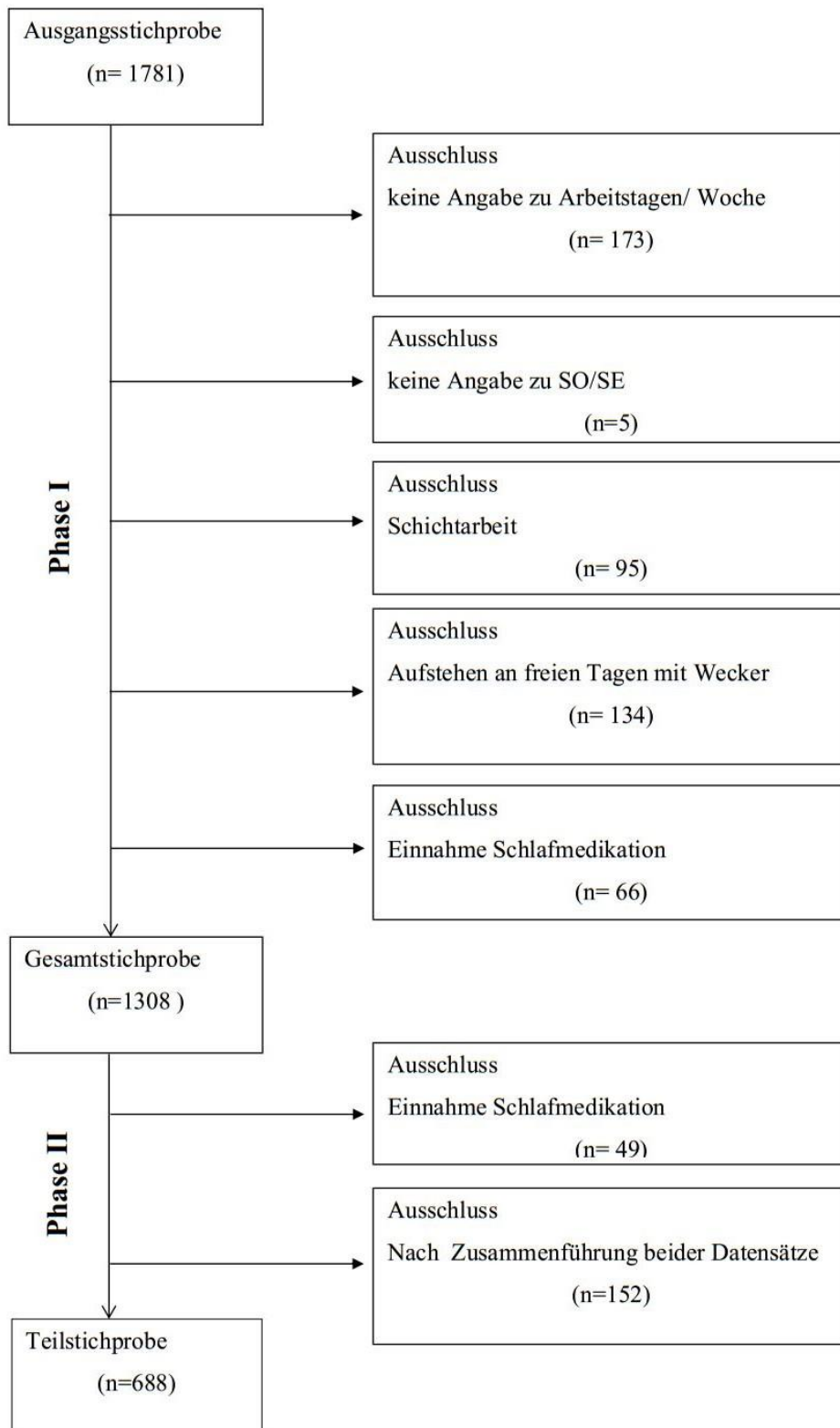
Im Folgenden werden Studienablauf, erfasste Stichprobe mit Ein- und Ausschlusskriterien, verwendete Untersuchungsmethoden und die angewandten statistischen Verfahren näher beschrieben.

#### **3.1. Studienpopulation**

Zielgruppe der Studie waren gesunde Freiwillige ab 18 Jahren beider Geschlechter.

In Phase I dieser Studie nahmen 1781 Personen teil. Es wurden Probanden ausgeschlossen, die keine Angaben gemacht hatten bezüglich der Anzahl an Arbeitstagen pro Woche ( $n= 173$ ), Einschlafzeiten an freien (SO<sub>f</sub>) und Arbeitstagen (SO<sub>w</sub>), Aufwachzeiten an freien (SE<sub>f</sub>) und Arbeitstagen (SE<sub>w</sub>) ( $n= 5$ ), im Schichtdienst tätig waren ( $n= 95$ ), an arbeitsfreien Tagen mit Wecker aufstanden ( $n= 134$ ) und schlaffördernde Medikamente einnahmen ( $n= 66$ ). Es verblieben damit 1308 Probanden in Phase I (Abbildung 1).

Insgesamt füllten 889 Probanden die zweite Phase der Online-Befragung auf der Plattform „LimeSurvey“ vollständig aus. Außerdem wurden Probanden ausgeschlossen, die den Konsum von schlaffördernden Medikamenten bejahten ( $n= 49$ ). Es blieben so letztlich 840 Probanden aus Phase II. Nach Zusammenführung der beiden Datensätze aus Phase I ( $n= 1308$ ) und II ( $n= 840$ ), bestand die Stichprobe unter Anwendung der gleichen Ausschlusskriterien wie in Phase I für weitere Analysen aus 688 Probanden (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Prozess der Ausschlusskriterien Phase I und Phase II**



### **3.2. Ablauf der Datenerhebung**

Der Fragebogen zur Erfassung des Chronotyps und Sozialen Jetlags (Munich Chronotype Questionnaire, MCTQ) wurde zwischen Juli 2015 und Juli 2016 durch verschiedene Rekrutierungsmöglichkeiten wie E-Mail-Verteiler, soziale Netzwerke, Charité-interne Online-Aufrufe, eine eigene Studien-Website (<https://chronostress.charite.de>), Abreißzettel und Postkarten verbreitet. Das Ausfüllen des Fragebogens erfolgte online (<https://www.thewep.org/chronotype-study>) und auf freiwilliger Basis über ein Portal der Ludwig-Maximilian-Universität in München, betreut von der Arbeitsgruppe um Professor Till Roenneberg. Die Arbeitsgruppe konnte über diesen Weg bereits seit dem Jahr 2000 über 150.000 Probanden erfassen und auswerten (2,20,104). Teilnehmer erhielten nach Absenden des ausgefüllten Fragebogens eine Auswertung ihres individuellen Chronotyps im Vergleich zur Normalbevölkerung. Bei vollständigem Datensatz und Angabe einer gültigen E-Mail-Adresse aus Phase I erfolgte die Einladung zur Teilnahme an der Phase II über die Online-Plattform „LimeSurvey“, mit deren Hilfe soziodemografische Angaben erfasst, sowie Fragebögen zum gesundheitlichen Wohlbefinden ausgefüllt wurden. 52,3% der Teilnehmer aus Phase I beantworteten innerhalb von sieben Tagen und 90,4% innerhalb von 30 Tagen die Phase II. Es wurden maximal drei Erinnerungen an die Probanden gesandt. Die Studie wurde genehmigt durch die Ethikkommission der Charité- Universitätsmedizin Berlin.

### **3.3. Fragebögen**

Über den online-basierten Fragebogen MCTQ erfolgte die Ermittlung verschiedener soziodemographischer Daten (E-Mail-Adresse, Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, Land, Wohnort und Postleitzahl) und die Erfassung des Schlafverhaltens der Probanden an freien und Arbeitstagen (2).

In der darauffolgenden Phase II wurden erneut soziodemographische Daten erhoben (Alter, Geschlecht, Nationalität, Nationalität der Eltern, höchster Bildungsabschluss, Beschäftigung und gesundheitliches Befinden in Bezug auf chronische Erkrankungen). Außerdem wurden Urbanität (ländliches und städtisches Aufwachsen bis zum 15. Lebensjahr), subjektive Stresswahrnehmung, depressive Symptomatik, sowie die subjektive Schlafqualität erfasst. Zu diesem Zweck wurden folgende psychometrische Tests verwendet:

- als Bewertungsinstrument für urbanes Aufwachsen wird der Urbanitätsindex genutzt (105)
- als Bewertungsinstrument für subjektiv wahrgenommenen Stress der letzten vier Wochen dient die Perceived Stress Scale (PSS) in der 10 Item Kurzfassung (106)

- als Screeningfragebogen für Depressivität wird der Patient Health Questionnaire 9 (PHQ9) eingesetzt (107)
- als Fragebogen zur Erfassung der subjektiven Schlafqualität der letzten vier Wochen fungiert der Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) (108)

Im Folgenden werden die eingesetzten Untersuchungsverfahren näher erläutert.

### 3.3.1. Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ)

Der MCTQ (2) dient als Instrument zur Erfassung des individuellen Schlaf- und Wach-Verhaltens, Konsums von Nikotin und Alkohol sowie des Body Mass Index (BMI). In Tabelle 1 werden die verwendeten Formeln zur Berechnung der wichtigsten Parameter dargestellt.

Unter anderem werden Fragen zu exakten Schlafzeiten (Zubettgehzeit, Bettliegezeit, Einschlafzeit, Aufwachzeit) an Arbeitstagen und an freien Tagen gestellt, um daraus die Schlafdauer und auch den mittleren Schlafzeitpunkt an Arbeits- (midpoint of sleep on work days, MSW) und freien Tagen (midpoint of sleep on free days, MSF) zu berechnen. Der MSF ist assoziiert mit dem Chronotyp, da er im Gegensatz zu Schlafzeiten an Arbeitstagen relativ frei von sozialen Einflüssen wie einem frühmorgendlichen Arbeitsbeginn ist. Schlafzeiten an Arbeitstagen hingegen unterliegen dem Einfluss sozialer zeitlicher Verpflichtungen (11,19). Berechnet wird der Chronotyp daher anhand des MSF als zeitlichem Referenzpunkt, der in lokaler Uhrzeit angegeben wird. Allerdings kann ein Schlafdefizit während der Arbeitswoche durch längeres Schlafen an freien Tagen kompensiert werden und den MSF so auf eine spätere Uhrzeit verschieben. Aus diesem Grund wurde eine korrigierte Form des MSF, der  $MSF_{sc}$  (schlaf-korrigiert bzw. im Englischen sleep corrected), entwickelt. Diese berücksichtigt den Einfluss des angehäuften Schlafdefizits während der Arbeitswoche, indem die Differenz zwischen Schlafdauer an freien Tagen und der wöchentlichen Durchschnittsschlafzeit berechnet und der mittlere Schlafzeitpunkt so proportional zum akkumulierten Schlafdefizit wieder auf einen früheren Referenzpunkt verschoben wird (10). Die deskriptive Darstellung des Chronotyps ( $MSF$  und  $MSF_{sc}$ ), die Gruppierung in sieben Kategorien angelehnt nach Roenneberg et al. (2) und die Testung auf Alters- und Geschlechtsunterschiede im Ergebnisteil dieser Arbeit dienen der Etablierung des SJL. Der Chronotyp ist darüber hinaus nicht zentraler Inhalt dieser Monografie. Das Thema Chronotyp und mögliche gesundheitliche Folgen sind Bestandteil einer separaten Dissertation dieser Arbeitsgruppe.

Der SJL als Ausdruck der Diskrepanz zwischen innerer Uhr und sozialen Zeitvorgaben ergibt sich aus der absoluten Differenz (Betrag) zwischen dem Schlafmittelpunkt an freien Tagen und an Arbeitstagen und kann daher keine negativen Werte annehmen. Im Rahmen dieser Arbeit

wird der SJL für weitere Analysen in sechs Kategorien analog zum Vorgehen von Wittmann et al. eingeteilt (19). Da der SJL ein mögliches Schlafdefizit miteinschließt, wurde das Schlafdefizit zusätzlich mithilfe der Formel von Roenneberg et al. (20) berechnet, um einen möglichen Zusammenhang dieser Variable getrennt vom SJL auf die gesundheitlichen Parameter dieser Arbeit zu erfassen. Es existieren zwei verschiedene Formeln zur Berechnung des Schlafdefizits von Roenneberg et al. In dieser Arbeit wird nur eine der beiden verwendet und ausschließlich auf ein Schlafdefizit fokussiert, das durch eine zu kurze Schlafdauer an Arbeitstagen entsteht und nicht durch eine zu kurze Schlafdauer an freien Tagen. Negative Werte beschreiben die Probanden, die ein Schlafdefizit durch eine verkürzte Schlafdauer an freien Tagen haben und wurden für Berechnungen mit dem Schlafdefizit im Ergebnisteil nicht berücksichtigt. Das Schlafdefizit wird zur deskriptiven Auswertung in fünf Kategorien mit möglichst gleich großer Probandenzahl pro Gruppe eingeteilt.

Alle Gruppeneinteilungen (Chronotyp- ; SJL- und Schlafdefizitkategorien) werden mit den genauen Zahlengrenzen der einzelnen Kategorien einmalig vorgestellt und dann in den Grafiken zwecks Übersichtlichkeit etwas vereinfacht dargestellt.

Der BMI wurde für weitere Berechnungen anhand der WHO-Einteilung in die zwei Kategorien Normal- ( $< 25 \text{ kg/m}^2$ ) beziehungsweise Übergewicht ( $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ ) gruppiert (109). Die Alkoholmenge in g/Tag wurde nach Alkoholgehalt des jeweiligen Getränks in Gramm (Bier, Wein, Schnaps) berechnet (110).

### **3.3.2. Schlafdefizitkorrigierte Form des Sozialen Jetlags**

Zusätzlich zu oben genannten Variablen wurden die kürzlich von Jankowski et al. vorgestellten Formeln zur Berechnung einer korrigierten Version des SJL analog zum Vorgehen der Korrektur des MSF zu  $\text{MSF}_{\text{sc}}$  angewandt, um so eine neue Variable des SJL als  $\text{SJL}_{\text{sc}}$  zu kreieren, die frei vom Einfluss eines Schlafdefizits ist (22). Dabei wird zwischen drei Formen und unterschiedlichen Berechnungen unterschieden. Die erste Form umfasst Probanden, die an freien Tagen länger oder gleich lang schlafen und später oder zum gleichen Zeitpunkt einschlafen als an Arbeitstagen. Bei dieser Gruppe ergibt sich der  $\text{SJL}_{\text{sc1}}$  aus der Differenz der Einschlafzeit an freien Tagen und der an Arbeitstagen. Zum zweiten Typ gehören Teilnehmer, die an Arbeitstagen länger schlafen und früher oder zur gleichen Zeit einschlafen als an freien Tagen und bei denen sich der SJL errechnet aus der Differenz der Aufstehzeit an freien Tagen und der an Arbeitstagen. Die dritte Form ergibt sich aus Personen, die keines der Kriterien für die ersten beiden Gruppen erfüllen und der  $\text{SJL}_{\text{sc}}$  wird in diesem Fall nach der ursprünglichen Formel für den SJL berechnet.

Eine zusammenfassende Darstellung der Formeln zur Berechnung der verwendeten Variablen (20,110) findet sich in Tabelle 1.

|                                   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|
| <b>SD<sub>w</sub></b>             | = SE <sub>w</sub> - SO <sub>w</sub>                                     |   |
| <b>SD<sub>f</sub></b>             | = SE <sub>f</sub> - SO <sub>f</sub>                                     |   |
| <b>SD<sub>week</sub></b>          | = [SD <sub>w</sub> x WD + SD <sub>f</sub> x (7-WD)]/7                   |   |
| <b>MSF</b>                        | = SO <sub>f</sub> + SD <sub>f</sub> /2                                  |   |
| <b>MSW</b>                        | = SO <sub>w</sub> + SD <sub>w</sub> /2                                  |   |
| <b>SJL</b>                        | =  MSF - MSW  |   |
| <b>MSF<sub>sc</sub></b>           | = MSF - (SD <sub>f</sub> - SD <sub>week</sub> )/2                       |   |
| <b>Schlafdefizit</b>              | = (SD <sub>week</sub> - SD <sub>w</sub> ) x WD                          |   |
| <b>SJL<sub>sc</sub>-Gruppe</b>    | <b>Zuordnungskriterien</b>  | <b>Berechnung</b>   |
| <b>SJL<sub>sc</sub>1 (n=1059)</b> | SD <sub>f</sub> ≥ SD <sub>w</sub> und SO <sub>f</sub> ≥ SO <sub>w</sub> | → SJL <sub>sc</sub> 1 = SO <sub>f</sub> - SO <sub>w</sub> |
| <b>SJL<sub>sc</sub>2 (n=191)</b>  | SD <sub>f</sub> < SD <sub>w</sub> und SE <sub>w</sub> < SE <sub>f</sub> | → SJL <sub>sc</sub> 2 = SE <sub>f</sub> - SE <sub>w</sub> |
| <b>SJL<sub>sc</sub>3 (n=58)</b>   | Kriterien für 1 und 2 nicht erfüllt                                     | → SJL <sub>sc</sub> 3 =  MSF - MSW  = SJL                 |

$$\text{Alkoholmenge [g]} = \text{Trinkmenge [ml]} \times \text{Vol\%/100} \times 0,8$$

→ 1 Bier = 500ml ≙ 19,2g Alc; 1 Glas Wein = 200ml ≙ 17,6g Alc; 1 Schnaps = 20ml ≙ 5,3g Alc

**Tabelle 1:** Formelübersicht der verwendeten Variablen des MCTQ; SD<sub>w</sub>= Schlafdauer an Arbeitstagen; SE<sub>w</sub>= Aufstehzeit an Arbeitstagen; SO<sub>w</sub>= Einschlafzeit an Arbeitstagen; SD<sub>f</sub>= Schlafdauer an freien Tagen; SE<sub>f</sub>= Aufstehzeit an freien Tagen; SO<sub>f</sub>= Einschlafzeit an freien Tagen; SD<sub>week</sub>= durchschnittliche Schlafdauer/Woche; WD= Arbeitstage; MSF= Schlafmittelpunkt freie Tage; MSW= Schlafmittelpunkt Arbeitstage; MSF<sub>sc</sub>= korrigierter Schlafmittelpunkt; SJL<sub>sc</sub>= neuer korrigierter SJL

### 3.3.3. Ermittlung des Urbanitätsindex

Um den Urbanitätsindex (105) zu bestimmen, wurden Probanden aufgefordert, für jedes Lebensjahr bis zu ihrem 15. Geburtstag ihren damaligen Wohnort in eine von fünf Wohnortkategorien (Millionen-, Groß-, Mittel-, Klein- und Landstadt) gemessen an der Einwohnerzahl einzuordnen. Zur Berechnung des Urbanitätsindex` wird jeder der oben genannten Kategorien ein Wert von maximal 5 (über 1 Million Einwohner) bis 1 (unter 5.000 Einwohner) zugeordnet (siehe Tabelle 2). Diese Nummern werden mit der Anzahl der dort gelebten Jahre bis zum Alter 15 multipliziert und addiert. Als Maximalwert kann man 75 Punkte (Leben in einer Millionenstadt für die ersten 15 Lebensjahre) und als Minimalwert 15 Punkte (Leben in einer Landstadt in den ersten 15 Lebensjahren) erreichen. Je höher diese Summe ist, desto mehr Jahre wuchs der Proband in städtischen Regionen auf.

| Art der Stadt  | Einwohnerzahl        | Kategorie/ Punktwert |
|----------------|----------------------|----------------------|
| Millionenstadt | > 1 Million          | 5                    |
| Großstadt      | 100.000- < 1 Million | 4                    |
| Mittelstadt    | 20.000- <100.000     | 3                    |
| Kleinstadt     | 5000- < 20.000       | 2                    |
| Landstadt      | < 5000               | 1                    |

**Tabelle 2: Berechnung des Urbanitätsindex**

Der Gesamtscore wird in dieser Arbeit für weitere Analysen aufgeteilt in die zwei Gruppen Stadt und Land. Dabei zählen Orte ab 20.000 Einwohnern (Kategorie 3 im Urbanitätsscore) zu der Gruppe Stadt (15 Lebensjahre in einer Mittelstadt und mit dem Punktwert 3 multipliziert, ergibt einen Urbanitätsindex  $\geq 45$ ); Orte mit unter 20.000 Einwohnern zu der Kategorie Land (Urbanitätsindex  $< 45$ ). Dieser Cut-off wurde gewählt, angelehnt an die Aussage des BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung), dass ein Stadt- bzw. Landkreis als ländlich gilt, wenn der Anteil der Bevölkerung, der in Groß- und Mittelstädten (bis 20.000 Einwohner) lebt, unter 50% liegt (111). Es wird auch der aktuelle Wohnort erhoben und in die letztgenannten zwei Kategorien eingeteilt.

### 3.3.4. Perceived Stress Scale (PSS)

Der PSS Fragebogen (106) wird weit verbreitet als psychologisches Instrument genutzt, um die subjektive Stresswahrnehmung zu quantifizieren. Er misst, inwieweit bestimmte Lebenssituationen von den Probanden individuell als stresserzeugend empfunden werden. Die Items dienen der Einordnung wie unkontrollierbar, unvorhersehbar und überlastet Probanden ihr Leben empfinden. Dabei wird akut erlebter Stress der letzten vier Wochen abgefragt. Ursprünglich aus 14 Items bestehend, wurde der Fragebogen später auf 10 Items gekürzt (112). Jede der 10 Fragen kann auf einer Skala von 1 bis 4 beantwortet werden. Um den Gesamtscore zu bilden, werden die Werte addiert, wobei Item 4,5,7 und 8 zunächst umgepolt werden. Dabei ist mit dem maximalen Wert von 40 Punkten das höchste Stresslevel assoziiert. Da der PSS kein diagnostisches Instrument ist, existieren keine Cut-off Scores.

### 3.3.5. Patient Health Questionnaire – Depression Section (PHQ9)

Die deutsche Version des Gesundheitsfragebogens für Patienten (107) dient der Erkennung und dem Screening der häufigsten psychischen Störungen in der Primärmedizin. Die hier angewendete deutsche Kurzform des Fragebogens (PHQ9) mit neun Items erfasst aktuell bestehende depressive Symptome. Es können fünf Schweregrade für den Bereich Depressivität

gebildet werden. Zur Auswertung werden den Antwortkategorien Werte von 0 bis 3 zugewiesen: 0 („Überhaupt nicht“); 1 („An einzelnen Tagen“); 2 („An mehr als der Hälfte der Tage“); 3 („Beinahe jeden Tag“). Der Ausprägungsgrad der Depressivität entspricht der Summe der Punktwerte der neun Items und kann Werte von minimal 0 und maximal 27 Punkten annehmen, wobei ein höherer Wert mit einem höheren Grad an Depressivität assoziiert ist. Ein Punktwert von 0 bis 4 entspricht dem Fehlen bis minimaler Ausprägung einer depressiven Störung. Ab einem Wert von 5 Punkten wird von einer depressiven Symptomatik gesprochen. Werte zwischen 5 und 9 Punkten werden zumeist bei Patienten mit leichten depressiven Symptomen gefunden (milder Schweregrad). Bei Patienten mit Major Depression ist ein Punktwert von 10 und höher zu erwarten, wobei man zwischen einem moderaten (10-14 Punkte), ausgeprägten (15-19 Punkte) und schweren (20-27 Punkte) Grad der Symptomatik unterscheidet.

### **3.3.6. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)**

Der PSQI (108) ist ein international bekannter Fragebogen zur Erfassung der Schlafqualität. Er erfragt retrospektiv für einen Zeitraum von vier Wochen die Häufigkeit schlafstörender Ereignisse, die Einschätzung der Schlafqualität, die gewöhnlichen Schlafzeiten, Einschlafzeit und Schlafdauer, die Einnahme von schlaffördernder Medikation, sowie die Tagesmüdigkeit. Es werden insgesamt 18 Items zur quantitativen Auswertung herangezogen und sieben Komponenten zugeordnet, die jeweils einen Wertebereich von 0 („sehr gut“) bis 3 („sehr schlecht“) annehmen können. Der Gesamtscore ergibt sich aus der Summe der Komponentenscores und kann von 0 bis 21 Punkten variieren, wobei ein höherer Punktwert einer verringerten Schlafqualität entspricht. Eine empirisch ermittelte Cut-off-Grenze liegt bei fünf und erlaubt eine Einteilung der Probanden in gute ( $\leq 5$  Punkte) und schlechte Schläfer ( $> 5$  Punkte).

### **3.4. Statistische Methoden**

Sämtliche statistische Auswertungen zur Beantwortung der Hypothesen wurden mit dem Programm SPSS für Windows Version 23.0 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA) durchgeführt. Zur deskriptiven Beschreibung der verschiedenen Variablen wurden Häufigkeitsverteilungen, Maße der zentralen Tendenz (arithmetisches Mittel) und Dispersionsmaße (Variationsbreite, Minimal- und Maximalwert und Standardabweichung) für Geschlechter getrennt ermittelt und in Form von Tabellen, Histogrammen, Linien- oder Balkendiagrammen dargestellt. Die Prüfung der Daten auf Normalverteilung erfolgte mittels Kolmogorow-Smirnow-Anpassungstest (K-S Test) sowie grafisch anhand der Beurteilung von Histogrammen. Da die meisten der geprüften Variablen keine normalverteilten Werte aufwiesen, wurden non-parametrische Verfahren

angewendet: Zum Vergleich von jeweils zwei Untergruppen wurde der zweiseitige Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Um Assoziationen zwischen zwei Variablen zu detektieren und (monotone) Zusammenhänge darzustellen, erfolgte die Erstellung von Korrelationsanalysen mithilfe des Rangkorrelationskoeffizienten von Spearman-Rho, bzw. mittels partieller Korrelation, kontrolliert nach Alter und Geschlecht, wenn ein entsprechender Einfluss bei beiden zu testenden Variablen gefunden wurde. Die partielle Korrelation wird im verwendeten Statistikprogramm SPSS nach Pearson berechnet und erfordert daher genau genommen als parametrisches Verfahren normalverteilte Daten. Da im Programm SPSS keine nicht-parametrische Alternative zum Berechnen von partiellen Korrelationen vorgesehen ist, wurde im Internet eine Syntax zur Berechnung einer partiellen Korrelation nach Spearman heruntergeladen (113).

Zur Prüfung auf Gruppenunterschiede für mehr als zwei unabhängige Stichproben kam der Kruskal-Wallis-Test zur Anwendung. Bei signifikantem Ergebnis wurden im Anschluss signifikante Unterschiede durch Post hoc Tests mittels Mann-Whitney Tests paarweise detektiert. Um Unterschiede zwischen kategorialen Variablen festzustellen, wurde der Chi-Quadrat-Test genutzt.

Die Studie war in zwei Erhebungsphasen eingeteilt, wobei sich die Probandenzahlen zwischen den Phasen unterschieden, sodass Teile der Auswertung mit der Gesamtstichprobe ( $n=1308$ ) und andere Teile mit einer Teilstichprobe ( $n=688$ ) durchgeführt wurden. Phase I beschreibt den MCTQ-Datensatz und Phase II den Datensatz aus „LimeSurvey“, der die Fragebögen zu gesundheitlichen Folgen und der Urbanität beinhaltet. Daher werden die Auswertungen zu Variablen, die mit dem MCTQ erhoben wurden, mit der Gesamtstichprobe von 1308 Probanden berechnet (SJM, Schlafdefizit, Chronotyp, Einschlaf- /Aufwachzeiten, Schlafdauer, BMI und Substanzkonsum) und Variablen, die über „LimeSurvey“ akquiriert wurden (PSS, PHQ9, PSQI, Urbanitätsindex), mit der Teilstichprobe von 688 Probanden. Im Ergebnisteil dieser Arbeit wird explizit darauf hingewiesen, mit welcher der beiden Stichproben in dem jeweiligen Abschnitt gerechnet wurde. Das Signifikanzniveau wurde nach allgemein üblichem Standard auf  $p < .05$  festgelegt. Es wurden multiple Testungen durchgeführt, die streng genommen eine Korrektur des Alpha-Niveaus erfordern (114,115). Da es sich in dieser Arbeit nicht um eine rein confirmatorische Datenanalyse handelt, statistische Zusammenhänge zudem noch nicht konsistent in der Literatur aufgezeigt werden konnten und Untersuchungen in dieser Studie mit teils unterschiedlicher Stichprobenzusammensetzung durchgeführt wurden, wird in dieser Arbeit auf die Korrektur der Alpha-Fehler-Kumulierung verzichtet.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Studienpopulation

Die Gesamtstichprobe von 1308 eingeschlossenen Probanden aus der Phase I setzte sich zusammen aus 366 (28%) Männern und 942 (72%) Frauen. Das mittlere Alter der Gesamtstichprobe lag bei  $37,5 \pm 13,3$  (18-87) Jahren. Das Durchschnittsalter der Frauen betrug  $37,1 \pm 13,0$  Jahre und das der Männer  $38,4 \pm 13,9$  Jahre. Für weitere Auswertungen wurde die Gesamtstichprobe in fünf Altersgruppen unterteilt. Dabei fanden sich in der Gruppe der 18-

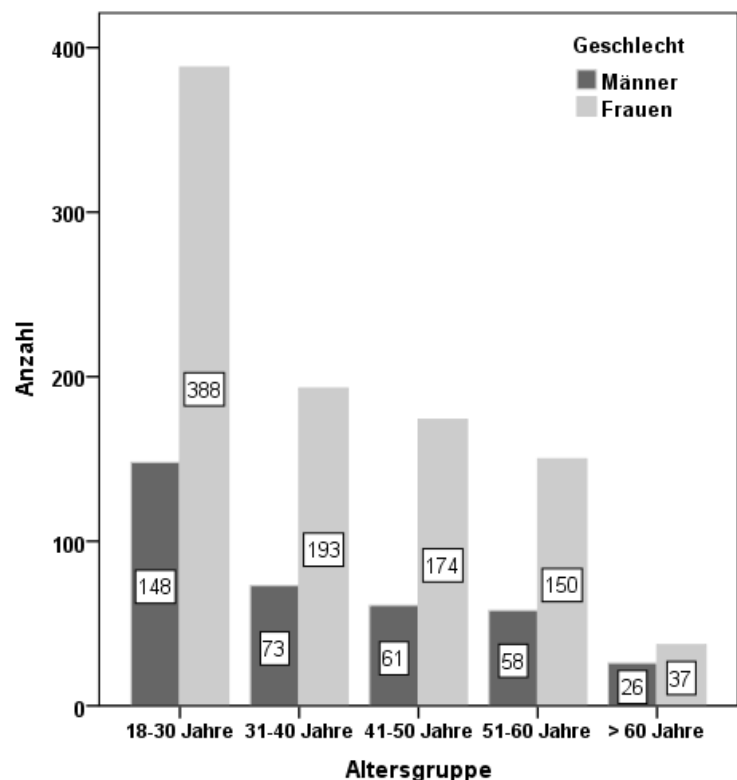


Abbildung 2: Altersverteilung getrennt für beide Geschlechter der Gesamtstichprobe (n= 1308)

30-jährigen 536 (41%) Probanden, 266 (20,3%) der Probanden waren zwischen

31- 40 Jahre alt, zu der Altersgruppe der 41- 50-jährigen gehörten 235 (18%), zwischen 51 und 60 Jahren wurden 208 (15,9%) erfasst und schließlich bildeten 63 Teilnehmer (4,8%) die Gruppe der über 60-jährigen (Abbildung 2).

Eine grafische Beschreibung der Gesamtstichprobe der Phase I anhand einiger im MCTQ abgefragten Schlafvariablen (getrennt für freie Tagen und Arbeitstage: Einschlaf-, Aufwachzeiten, Schlafdauer) findet sich aufgeteilt nach beiden Geschlechtern und allen Altersgruppen in Abbildung 3. Dabei werden zum besseren Verständnis auch der SJL, MSF und  $MSF_{sc}$  (Chronotypen) dargestellt, auf die unter Punkt 4.2 noch detaillierter eingegangen wird.

Ergebnisse des folgenden Abschnitts werden in Abbildung 3 dargestellt. Insgesamt schiefen die Probanden an Arbeitstagen durchschnittlich um 23:29 Uhr  $\pm 1$  h 05 min ein, während sie an freien Tagen erst circa eine Stunde später (00:26 Uhr  $\pm 1$  h 21 min) einschliefen. Unter der Arbeitswoche wachten die Teilnehmer durchschnittlich um 06:27 Uhr  $\pm 1$  h 04 min auf, demnach zwei Stunden früher als am Wochenende (08:27 Uhr  $\pm 1$  h 31 min). 63,7% der Teilnehmer wachten unter der Arbeitswoche zwischen 06:00 und 08:00 auf, dabei gaben 79% an,



einen Wecker zu benutzen. Durchschnittlich schliefen die Teilnehmer über die gesamte Woche gemittelt 7 h 17 min  $\pm$  57 min pro Nacht. 9,3% schliefen unter 6 Stunden, 27% zwischen 6 und 7 Stunden und 43% zwischen 7 und 8 Stunden. Die Schlafdauer an Arbeitstagen betrug 6 h 58 min  $\pm$  1 h 01 min, während sie am Wochenende knapp eine Stunde länger bei 8 h 01 min  $\pm$  1 h 14 min war.

Männer schliefen durchschnittlich sowohl an Arbeits- als auch freien Tagen später ein und wachten später auf als Frauen und zeigten im Durchschnitt eine kürzere Schlafdauer sowohl unter der Woche als auch an freien Tagen als Frauen.

Es zeigte sich, dass mit steigendem Alter die wöchentliche Schlafdauer pro Nacht abnahm. Am längsten schliefen die 18- 30-jährigen mit einer Schlafdauer von durchschnittlich 7 h 31 min  $\pm$  57 min pro Nacht und am kürzesten die über 60- jährigen mit 6 h 57 min  $\pm$  1 h 01 min. Die Altersgruppe der 18- 30-jährigen schlief an freien Tagen 1 h 08 min länger als an Arbeitstagen und hatte damit gemeinsam mit den 41- 50-jährigen die größte Diskrepanz bezüglich der Schlafdauer zwischen freien und Arbeitstagen. Die jüngste Altersgruppe schlief durchschnittlich an Arbeitstagen am spätesten ein (23:40 Uhr  $\pm$  1 h 09 min) und wachte an freien Tagen 1 h 40 min (09:10 Uhr  $\pm$  1 h 23 min) später auf als die älteste Altersgruppe der über 60- jährigen.

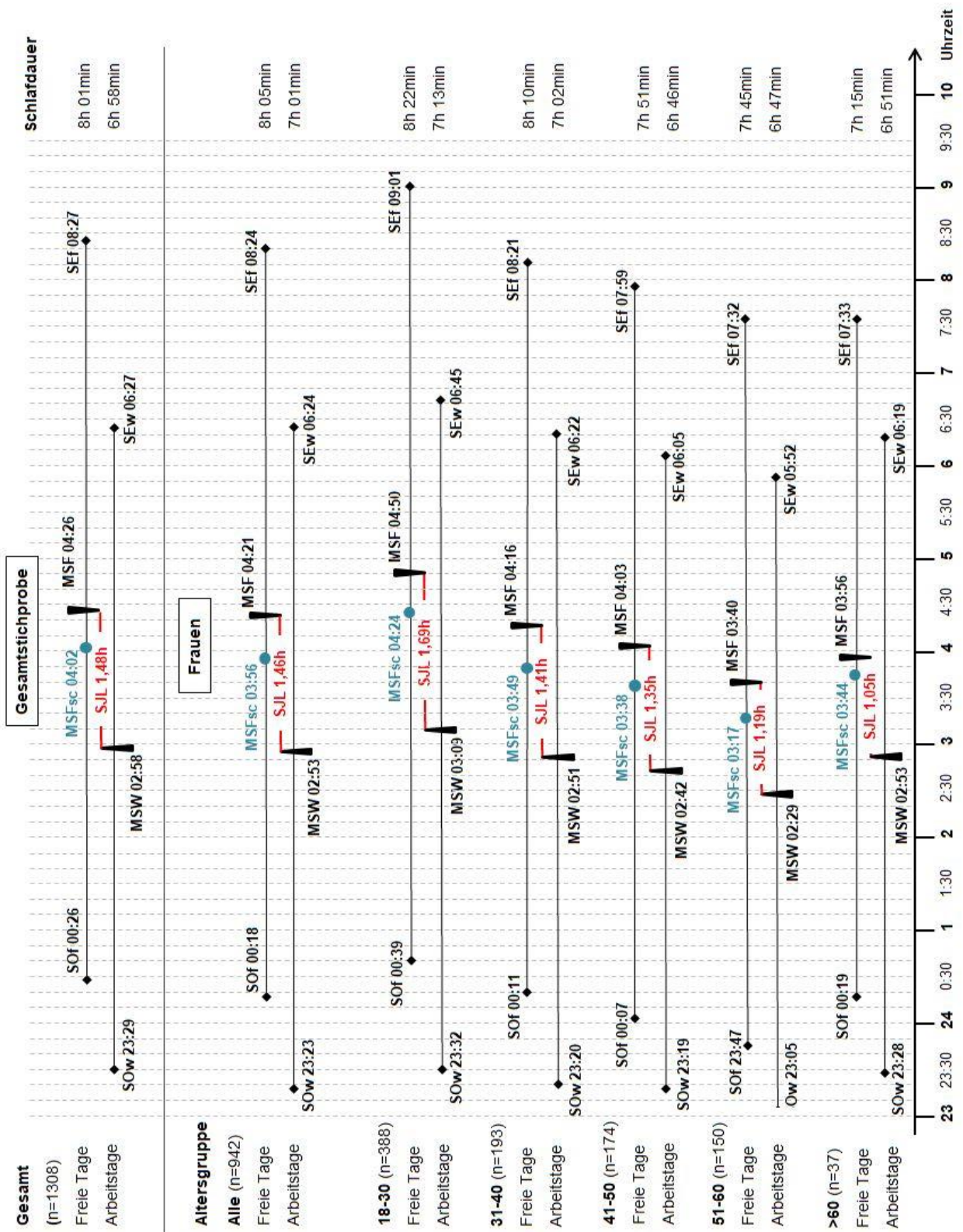
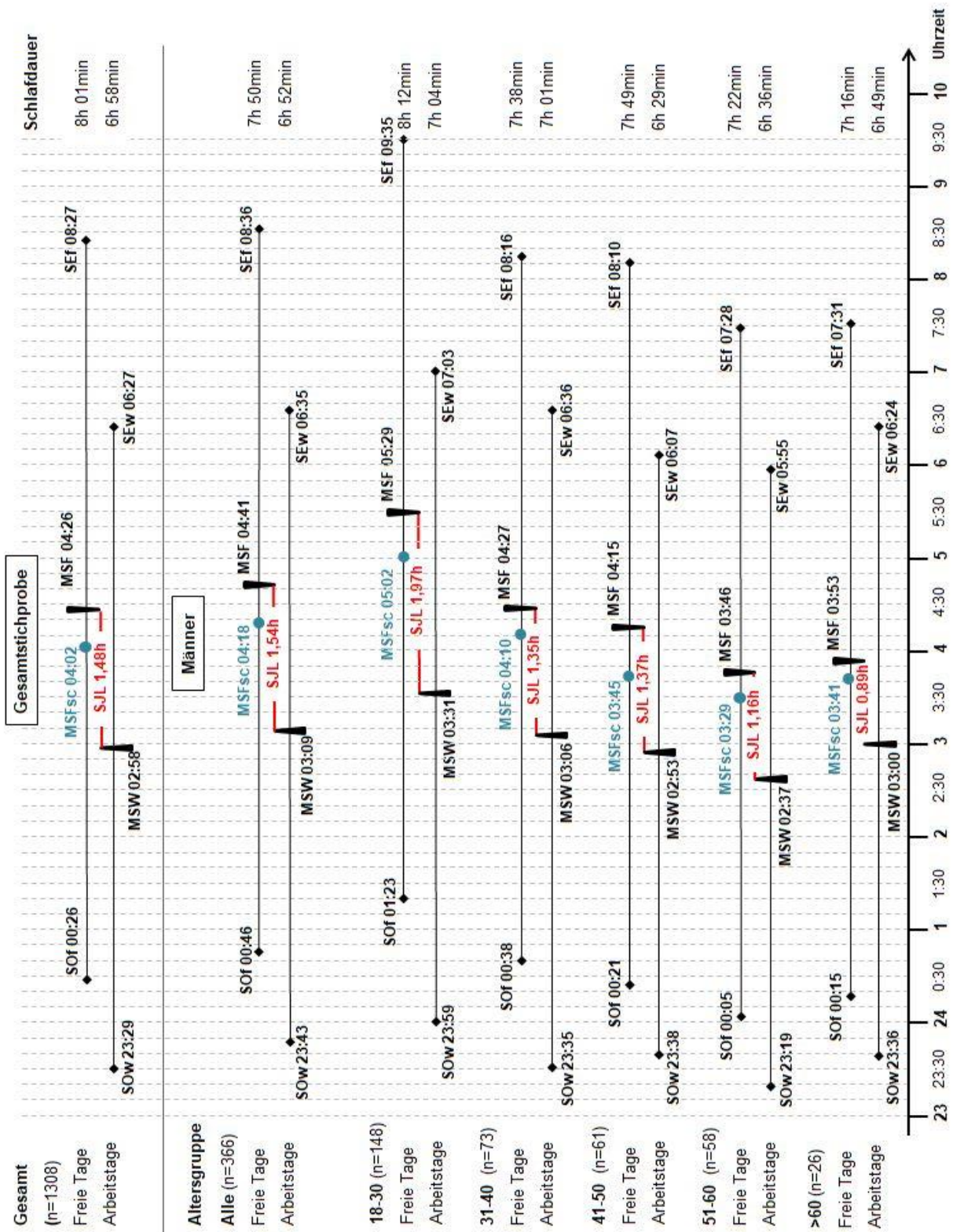


Abbildung 3: Darstellung der verschiedenen Schlafvariablen (siehe Legende nächste Seite) getrennt nach freien Tagen und Arbeitstagen und nach Geschlechtern in Abhängigkeit der Altersgruppen



Fortsetzung Abbildung 3: Legende

- Sof/Sow: Einschlafzeit an freien Tagen/ an Arbeitstagen
- SeF/SEw: Aufwachtzeit an freien Tagen/ an Arbeitstagen
- MSF: Schlafmittelpunkt an freien Tagen (Midpoint of Sleep Free days)
- MSFsc: schlafkorrigierter Schlafmittelpunkt an freien Tagen (Midpoint of Sleep Free days sleep corrected)
- S:JL: Sozialer Jetlag

Die Teilstichprobe (n= 688) der Phase II, siehe Abbildung 1, setzte sich zusammen aus 167 Männern (24,3%) und 521 Frauen (75,7%). Das mittlere Alter lag bei  $38,6 \pm 13,4$  (18-87) Jahren. Männer waren durchschnittlich  $38,4 \pm 13,7$  und Frauen  $38,64 \pm 13,4$  Jahre alt. Es wurden erneut die oben beschriebenen Altersgruppen mit fünf Kategorien gebildet (Abbildung 4).

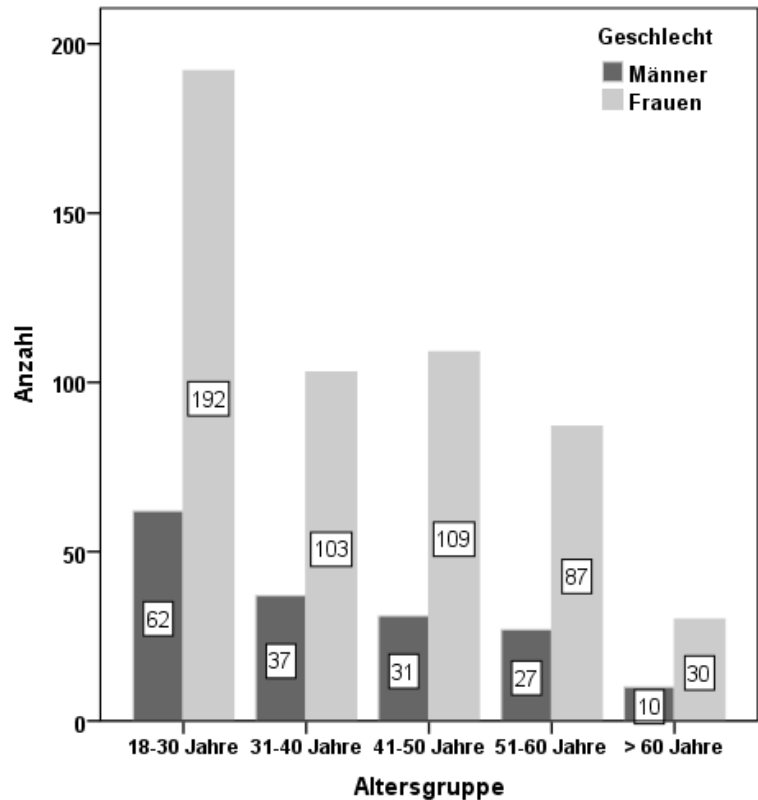


Abbildung 4: Altersverteilung getrennt für beide Geschlechter der Teilstichprobe (n= 688)

Knapp 70% der Probanden der Teilstichprobe (n= 688) waren berufstätig, 24,1% waren Studenten, 6,8% gaben die Kategorie „Andere“ für ihre aktuelle Tätigkeit an und 0,6% machten aktuell eine Berufsausbildung. 80% der Probanden hatten Abitur oder einen Hochschulabschluss und 20% der Teilnehmer hatten ihre Schulbildung nicht mit dem Abitur abgeschlossen (Abbildung 5).

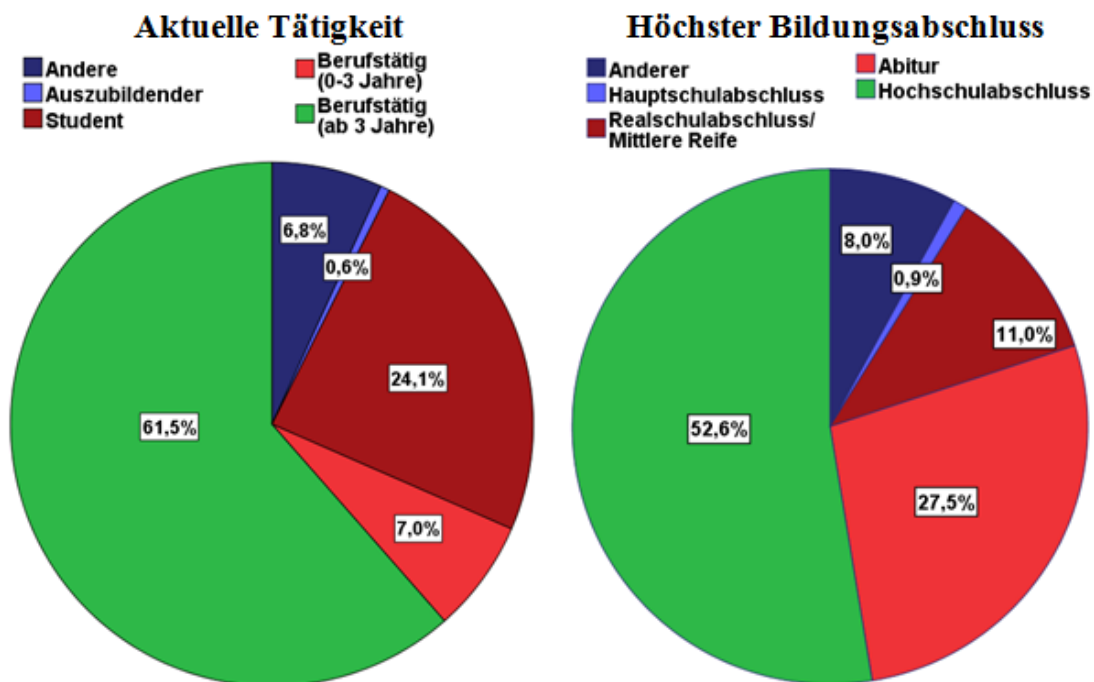


Abbildung 5: Darstellung der aktuellen Tätigkeit und des höchsten Bildungsabschlusses der Teilstichprobe

## 4.2. Basisdaten zum Sozialen Jetlag

### 4.2.1. Chronotyp (MSF und MSF<sub>sc</sub>)

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Gesamtstichprobe (n= 1308). Der Mittelwert des nicht korrigierten MSF lag in dieser Stichprobe bei 04:26 Uhr  $\pm$  1h 18min lokaler Zeit, der Maximalwert bei 09:32 Uhr und der Minimalwert bei 00:35 Uhr. Der Mittelwert des um das Schlafdefizit korrigierten MSF<sub>sc</sub> wiederum lag bei 04:02 Uhr  $\pm$  1h 15min lokaler Zeit, der Maximalwert bei 08:54 Uhr und der Minimalwert bei 00:20 Uhr. Der MSF und MSF<sub>sc</sub> unserer Stichprobe zeigten bei grafischer Beurteilung annähernd eine Normalverteilung (Abbildung 6A und B). Diese konnte im K-S Test jedoch nicht bestätigt werden.

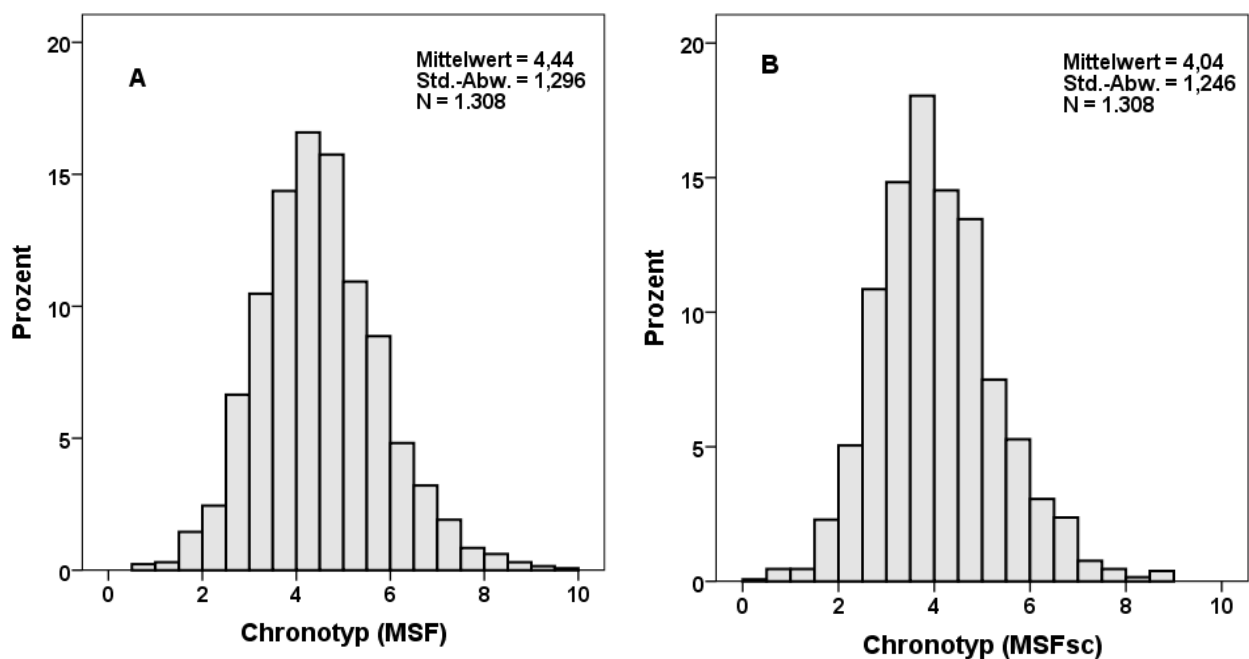


Abbildung 6: Verteilung der Chronotypen [Uhrzeit] A) MSF und B) MSF<sub>sc</sub>

Die Chronotypen wurden in sieben verschiedene Kategorien gruppiert ( $\leq 2$  (vor beziehungsweise gleich 02:00 Uhr); 2- 3 ( $> 02:00- \leq 03:00$  Uhr); 3- 4 ( $> 03:00- \leq 04:00$  Uhr); 4- 5 ( $> 04:00- \leq 05:00$  Uhr); 5- 6 ( $> 05:00- \leq 06:00$  Uhr); 6- 7 ( $> 06:00- \leq 07:00$  Uhr);  $> 7$  (nach 07:00 Uhr); Abbildung 7A und B). Dabei zeigte sich bei der Verteilung des Chronotyps nach MSF, dass mit 32% am häufigsten ein Chronotyp zwischen 04:00 und 05:00 Uhr vertreten war (Abbildung 7A). Bei der Verteilung des Chronotyps nach MSF<sub>sc</sub> fand eine Verschiebung des Häufigkeitsgipfels in den früheren Bereich statt: 33% hatten einen Chronotyp zwischen 03:00 und 04:00 Uhr; 48% schliefen später und 19% früher (Abbildung 7B).

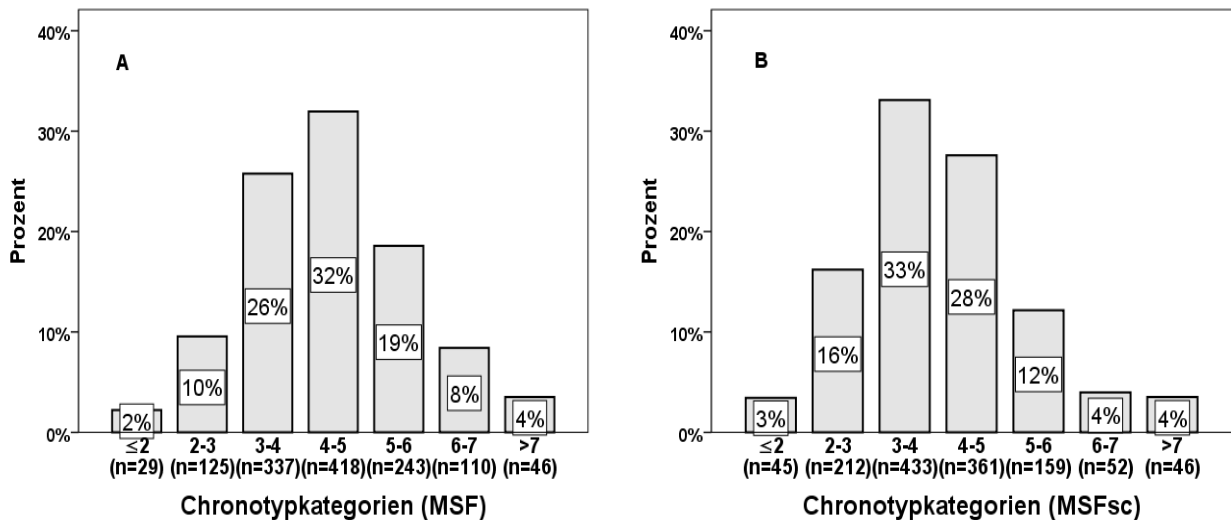


Abbildung 7: Verteilung des Chronotyps [Uhrzeit] eingeteilt nach Kategorien A) MSF und B) MSF<sub>sc</sub>

Die weiblichen Probanden unserer Stichprobe hatten mit 04:21 Uhr ± 1 h 15 min / 03:56 Uhr ± 1 h 12 min (MSF/ MSF<sub>sc</sub>) durchschnittlich einen früheren Chronotyp als die männlichen Probanden mit 04:41 Uhr ± 1 h 22 min / 04:18 Uhr ± 1 h 20 min (Abbildung 8A und B). Dieser Unterschied erwies sich sowohl beim MSF als auch beim MSF<sub>sc</sub> als hochsignifikant (U(942, 366)= 143524; p <.0001) beziehungsweise (U(942, 366)= 147400; p <.0001). Es zeigte sich, dass der mittlere MSF und MSF<sub>sc</sub> mit zunehmendem Alter abnahmen (Abbildung 8A und B). Dies konnte bei beiden Variablen als hoch signifikant eingeordnet werden ( $\chi^2$  (df=4)= 205; p <.0001). Post hoc hatten Probanden der Altersgruppe zwischen 18- 30 Jahren bei 05:07 Uhr ± 1 h 14 min / 04:35 Uhr ± 1 h 14 min (MSF/ MSF<sub>sc</sub>) den spätesten Chronotyp im Vergleich zu allen anderen Altersgruppen (31- 40: U(536,266)= 48368; 41- 50: U(536,235)= 38052; 51- 60: U(536,208)= 22694; >60: U(536,63)= 8599; alle p <.0001). Mittels Mann-Whitney-U-Tests konnte post hoc außerdem beim MSF beziehungsweise MSF<sub>sc</sub> ein signifikanter Unterschied zwischen den Altersgruppen der 51- 60- und der 31- 40-jährigen (U(208,266)= 19792; p <.0001), sowie der 41- 50- (U(208,235)= 18935; p <.0001) und der über 60-jährigen (U(208,63)= 5427; p= .039 bzw. U(208,63)= 4860; p= .002) festgestellt werden.

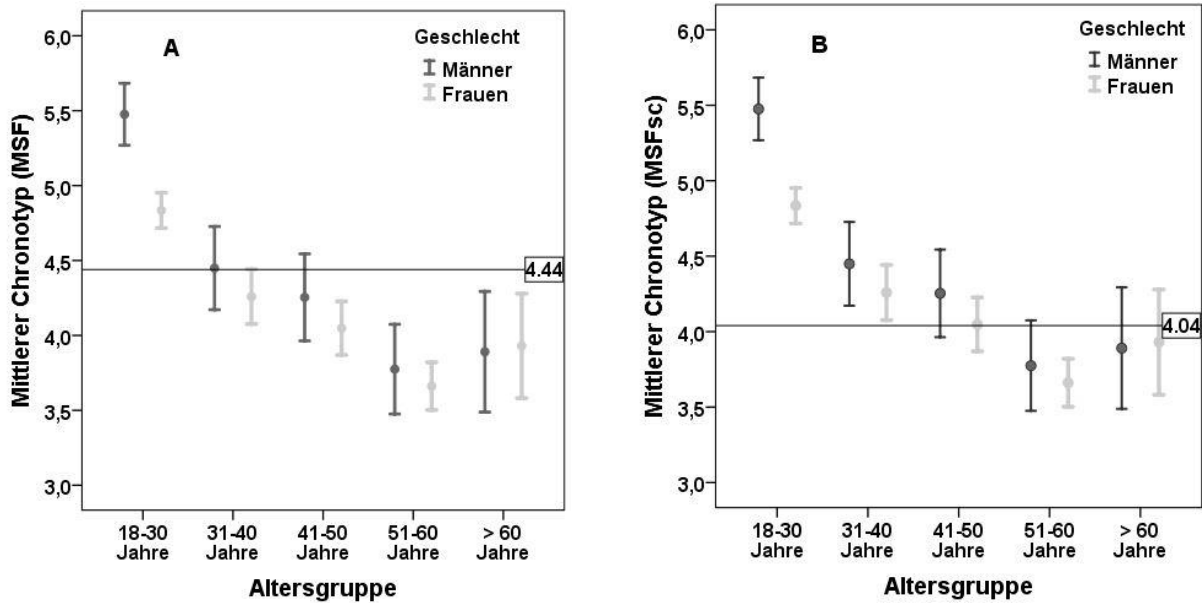


Abbildung 8: Mittelwerte des Chronotyps [Uhrzeit] getrennt für beide Geschlechter und in Abhängigkeit der Altersgruppen für A) MSF und B) MSF<sub>sc</sub>; Bezugslinie mit jeweiligem Mittelwert des Chronotyps; Fehlerbalken= 95% Konfidenzintervalle

#### 4.2.2. Sozialer Jetlag

Der folgende Abschnitt bezieht sich auf die Gesamtstichprobe (n= 1308). Der mittlere Wert des SJL lag in unserer Gesamtstichprobe bei  $1,48 \pm 0,92$  (0- 5,68) Stunden. Der SJL zeigte bei deskriptiver Auswertung eine rechtsschiefe Verteilung (Abbildung 9A). Auch mittels K-S-Test konnte keine Normalverteilung bestätigt werden. Für spätere Analysen wurde der SJL in sechs Kategorien eingeteilt (0 h; 0- 1 (> 0- ≤ 1 h); 1- 2 (> 1- ≤ 2 h); 2- 3 (> 2- ≤ 3 h); 3- 4 (> 3- ≤ 4 h); > 4h). Während 4% der Probanden keinen SJL aufwiesen, konnte bei 31% ein SJL zwischen über 0 bis einschließlich 1 Stunde und bei 41% zwischen über 1 bis einschließlich 2 Stunden festgestellt werden. Circa 25% der Probanden hatten einen SJL von über zwei Stunden (Abbildung 9B).

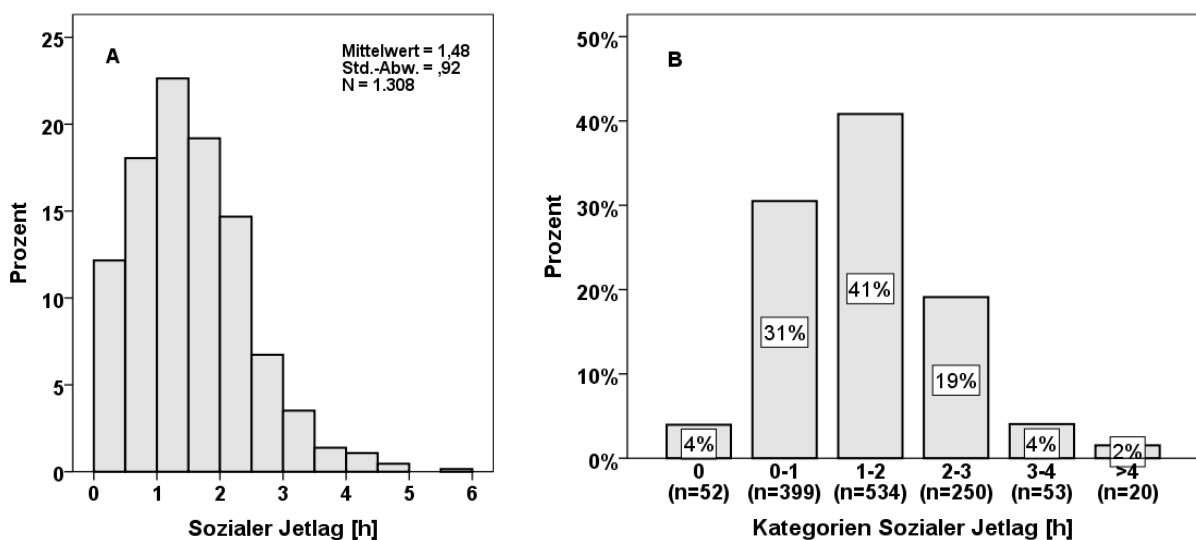


Abbildung 9: A) Verteilung des SJL [h] und B) Einteilung des SJL [h] in Kategorien

Der mittlere Wert des SJL war bei Frauen mit  $1,46 \pm 0,89$  Stunden etwas geringer als bei Männern mit  $1,54 \pm 0,98$  Stunden, jedoch war dieser Unterschied nicht signifikant ( $U(942, 366)=165281$ ;  $p=.247$ ). Der SJL nahm mit steigendem Lebensalter ab. Diese erwies sich im Kruskal-Wallis-Test als signifikant ( $\chi^2_{(df=4)}=105$ ;  $p<.0001$ ). In der Gruppe der 18- 30-jährigen wurde der größte SJL mit  $1,77 \pm 0,92$  Stunden festgestellt (Abbildung 10). Post hoc war dieser Unterschied signifikant im Vergleich zu allen anderen Altersgruppen (31- 40:  $U(536,266)=53625$ ; 41- 50:  $U(536,235)=46426$ ; 51- 60:  $U(536,208)=34906$ ; >60:  $U(536,63)=8364$ ; alle  $p<.0001$ ). Post hoc zeigten sich außerdem signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen der über 60-jährigen und der Altersgruppe der 31- 40- ( $U(63,266)=6011$ ;  $p<.0001$ ), der Altersgruppe der 41- 50- ( $U(63,235)=5316$ ;  $p<.001$ ) und der Altersgruppe der 51- 60-jährigen ( $U(63,208)=5286$ ;  $p=.020$ ). Bei allen folgenden Untersuchungen des SJL in Bezug auf andere Parameter (Urbanität, Depressivität, Stress, Schlafqualität, Substanzkonsum, BMI) wurde der gefundene Einfluss des Alters auf den SJL mittels getrennter Berechnungen in den einzelnen Altersgruppen betrachtet. Um eine bessere Übersichtlichkeit zu erhalten, wurden die Ergebnisse aber nur dann nach Altersgruppen unterteilt dargestellt, wenn bedeutsame Unterschiede gefunden wurden.

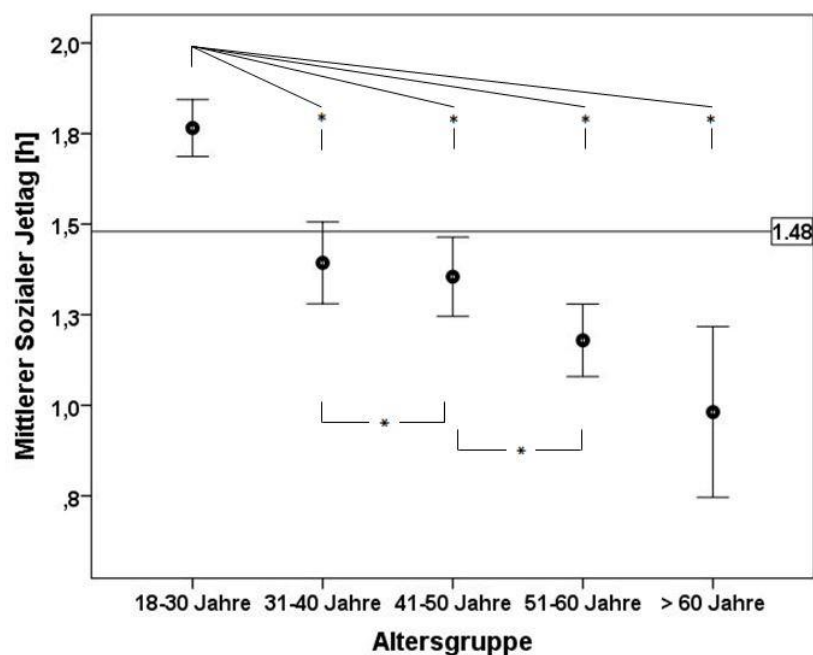


Abbildung 10: Mittelwerte des SJL [h] in Abhängigkeit der Altersgruppen; Bezugslinie mit Mittelwert; Fehlerbalken= 95% Konfidenzintervalle

Ein Trend zeigte sich bei Betrachtung der Einschlaf- und Aufwachzeiten je nach Ausmaß des SJL: Je mehr SJL die Probanden hatten, desto später schliefen sie an freien Tagen ein und desto später wachten sie auf. Während sich Einschlaf- und Aufwachzeiten an Arbeitstagen nur um

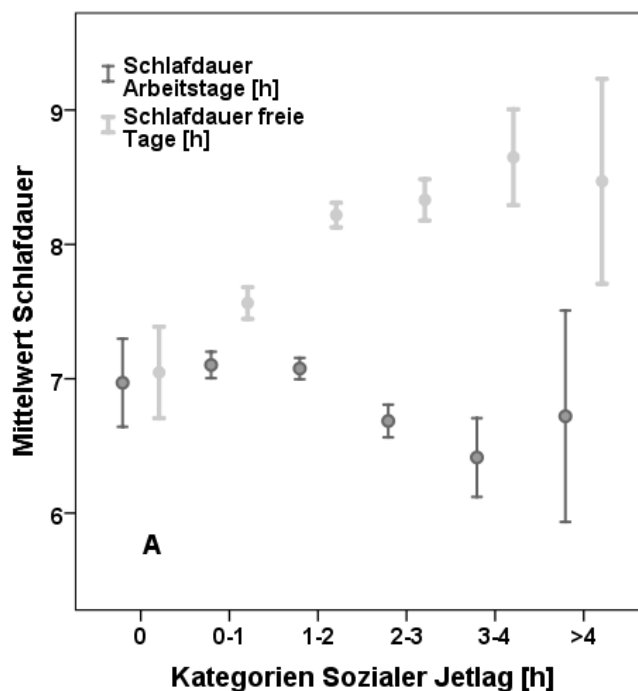


maximal circa 30 Minuten zwischen den verschiedenen Kategorien des SJL unterschieden, zeigten sich an freien Tagen zum Teil Unterschiede von über drei Stunden bei der Einschlafzeit und bis zu beinahe fünf Stunden bei der Aufwachzeit, abhängig vom Ausmaß des SJL (Tabelle 3).

| SJL         | SOw          | SOf         | SEw         | SEf         |
|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 0 (n=52)    | 23:27±1h16m  | 23:24±1h16m | 06:25±1h17m | 06:27±1h18m |
| 0-1 (n=399) | 23:27±1h01m  | 23:50±1h02m | 06:33±1h03m | 07:24±1h11m |
| 1-2 (n=534) | 23:26 ±1h01m | 00:22±1h10m | 06:30±1h03m | 08:35±1h04m |
| 2-3 (n=250) | 23:36 ±1h10m | 01:12±1h14m | 06:17±1h03m | 09:32±1h10m |
| 3-4 (n=53)  | 23:46±1h11m  | 02:04±1h19m | 06:10±1h01m | 10:43±1h04m |
| >4 (n=20)   | 23:11±1h37m  | 02:47±1h35m | 05:54±1h20m | 11:15±1h04m |

**Tabelle 3: Darstellung von Einschlaf- und Aufwachzeiten (SO/SE), jeweils an freien Tagen und Arbeitstagen [Uhrzeit] getrennt für die Kategorien des SJL [h]**

Bei Betrachtung der Schlafdauer in Zusammenhang mit dem SJL konnte folgendes beobachtet werden: Je größer der SJL, desto länger war tendenziell die Schlafdauer an freien Tagen und desto geringer die an Arbeitstagen (Abbildung 11).



**Abbildung 11: Mittelwerte der Schlafdauer [h] an freien Tagen und Arbeitstagen für Kategorien des SJL [h] Fehlerbalken= 95% Konfidenzintervalle**

Deskriptiv wurde festgestellt, dass Probanden mit späterem Chronotyp in Form des  $MSF_{sc}$  mehr SJL aufwiesen. Dies spiegelte sich auch in der Korrelationsanalyse wider ( $r_s(1306) = .550$ ;  $p < .0001$ ); (Abbildung 12A). Dabei zeigte sich zum Beispiel bei einem SJL ab 2 Stunden ein

durchschnittlicher Chronotyp von 05:00 Uhr, während die höchste Kategorie des SJL einen durchschnittlichen Chronotyp von 06:00 Uhr hatte (Abbildung 12B).

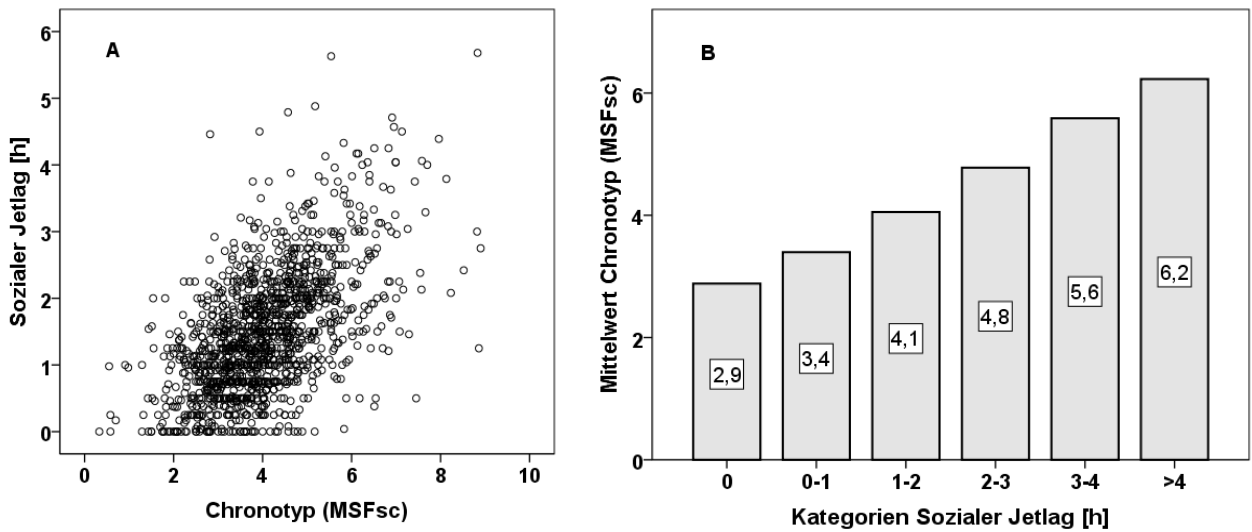


Abbildung 12: A) SJL [h] und Chronotyp (MSF<sub>sc</sub>) [Uhrzeit] und B) Mittelwerte des MSF<sub>sc</sub> [Uhrzeit] für Kategorien des SJL[h]

#### 4.2.3. Sozialer Jetlag und Schlafdefizit

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Gesamtstichprobe (n= 1308). Probanden, für die ein negatives Schlafdefizit berechnet wurde, wurden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Für die Auswertung des Schlafdefizits blieben somit 1113 Probanden mit einem mittleren Wert pro Woche von  $1,87 \pm 1,49$  (0- 9,95) Stunden (Abbildung 13A). Das Schlafdefizit war weder im Histogramm noch per Testung mittels K-S Test normalverteilt. 42% der Probanden hatten ein Schlafdefizit von über zwei Stunden pro Woche und 20% über drei Stunden. Für spätere Analysen wurde das Schlafdefizit in fünf Kategorien eingeteilt (0- 1 (0- < 1 h); 1- 2 (1- < 2 h); 2- 3 (2- < 3 h); 3- 4 (3- < 4 h);  $\geq 4$  h; Abbildung 13B).

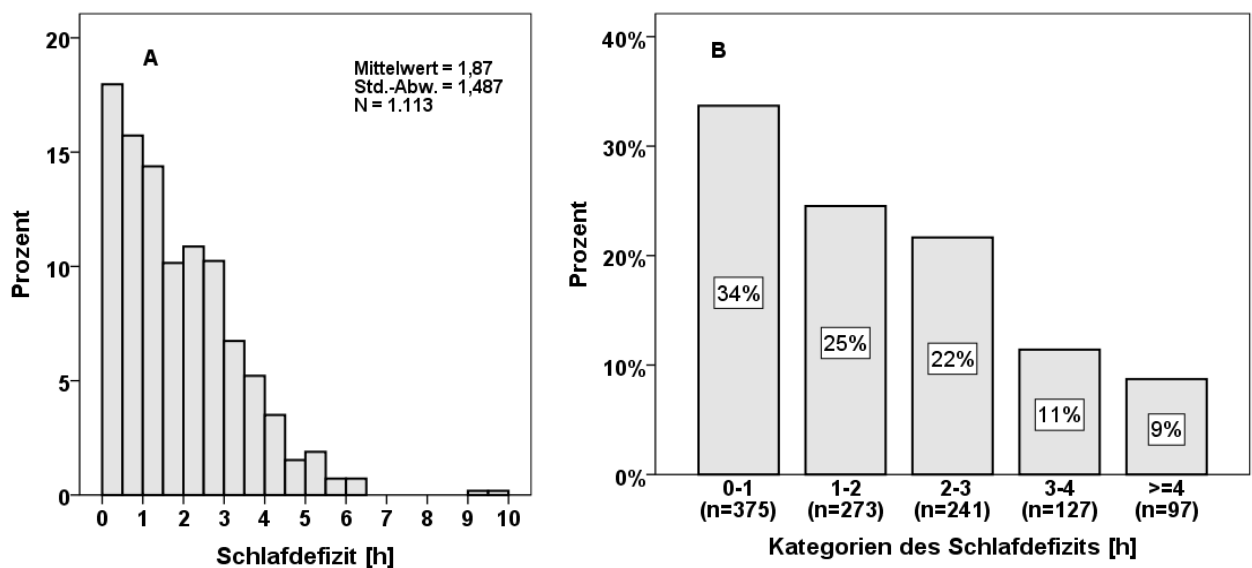


Abbildung 13: A) Verteilung des Schlafdefizits [h] und B) Kategorien des Schlafdefizits [h]

Männer (n= 303) hatten mit  $1,79 \pm 1,52$  Stunden durchschnittlich ein geringeres Schlafdefizit als Frauen (n= 805) bei  $1,90 \pm 1,47$  Stunden, jedoch war dieser Unterschied nicht signifikant ( $U(303,810)= 116758$ ;  $p= .212$ ). Die jüngste Altersgruppe zeigte mit  $2,08 \pm 1,54$  Stunden den höchsten Wert und die Altersgruppe der über 60-jährigen mit  $0,97 \pm 1,09$  Stunden das niedrigste Schlafdefizit (Abbildung 14). Die Gruppenunterschiede zwischen den Altersgruppen erwiesen sich im Kruskal-Wallis-Test als statistisch signifikant ( $\chi^2_{(df=4)}= 37.72$ ;  $p < .0001$ ). Post hoc konnte mittels Mann-Whitney-U-Test ein signifikanter Unterschied zwischen der jüngsten Altersgruppe der 18- 30-jährigen und allen anderen Altersgruppen gefunden werden (31- 40: ( $U(451,220)= 44769$ ;  $p= .040$ ); 41- 50 ( $U(451,213)= 43452$ ;  $p= .047$ ); 51- 60 ( $U(451,178)= 32689$ ;  $p < .0001$ ); >60 ( $U(451,51)= 6190$ ; alle  $p < .0001$ )). Es konnte auch zwischen der Altersgruppe der über 60-jährigen und der 31- 40- ( $U(51,220)= 3462$ ;  $p < .0001$ ), der 41- 50-jährigen ( $U(51,213)= 3432$ ;  $p < .0001$ ) und 51- 60-jährigen ( $U(51,178)= 3217$ ;  $p < .0001$ ) signifikante Unterschiede festgestellt werden.

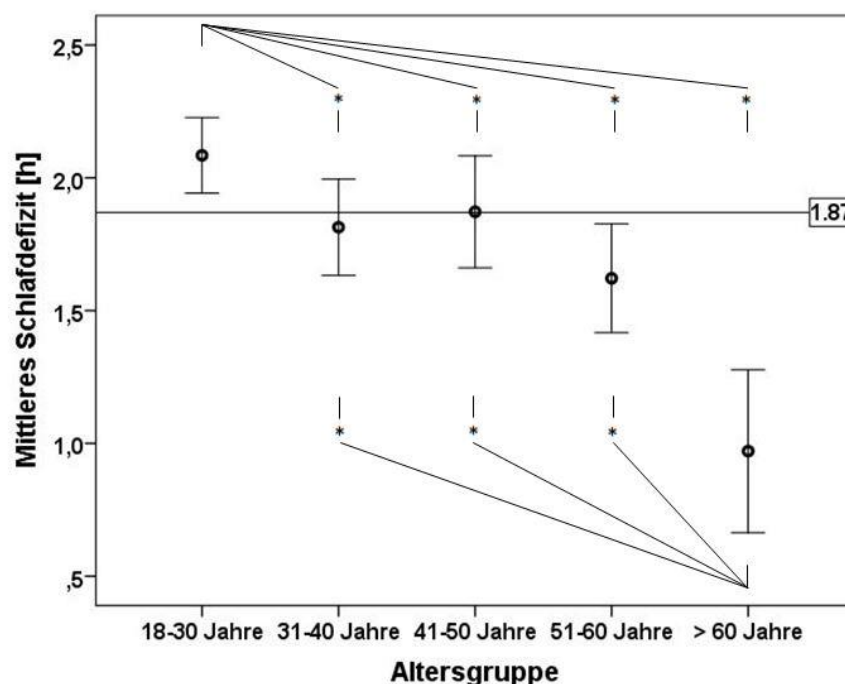


Abbildung 14: Mittleres Schlafdefizit [h] in Abhängigkeit der Altersgruppe; Bezugslinie mit Mittelwert; Fehlerbalken= 95% Konfidenzintervalle

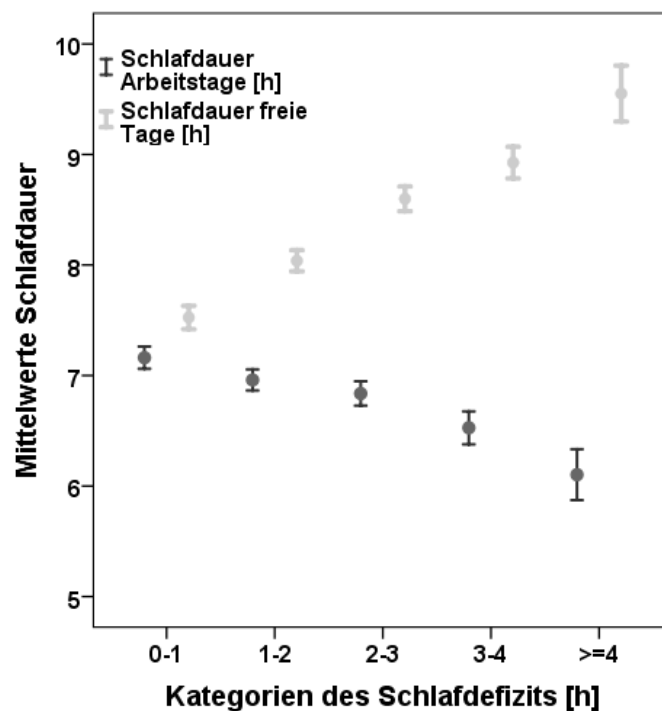
Probanden mit unter drei Stunden Schlafdefizit pro Woche schliefen sowohl an Arbeits- als auch an freien Tagen früher ein als Teilnehmer, die ein Schlafdefizit über drei Stunden hatten. Je größer das Schlafdefizit war, desto früher wachten die jeweiligen Probanden an Arbeitstagen auf und desto später an freien Tagen. Dabei betrug der maximale Unterschied der Aufwachzeiten an

freien Tagen zwischen Probanden mit dem niedrigsten und solchen mit höchstem Schlafdefizit 2 h 20 min, während er an Arbeitstagen bei 36 Minuten lag (Tabelle 4).

|                    | SOw          | SOf         | SEw         | SEf         |
|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>0-1</b> (n=375) | 23:27±1h07m  | 00:20±1h23m | 06:36±1h11m | 07:51±1h29m |
| <b>1-2</b> (n=273) | 23:27±56m    | 00:23±1h10m | 06:25±54m   | 08:26±1h12m |
| <b>2-3</b> (n=241) | 23:26 ±1h01m | 00:18±1h15m | 06:16±54m   | 08:54±1h09m |
| <b>3-4</b> (n=127) | 23:36 ±1h03m | 00:27±1h23m | 06:08±55m   | 09:23±1h13m |
| <b>≥4</b> (n=97)   | 23:54±1h20m  | 00:37±1h37m | 06:00±1h03m | 10:10±1h17m |

**Tabelle 4: Darstellung von Einschlaf- und Aufwachzeiten (SO/SE), jeweils an freien Tagen und Arbeitstagen [Uhrzeit] getrennt für die Kategorien des Schlafdefizits [h]**

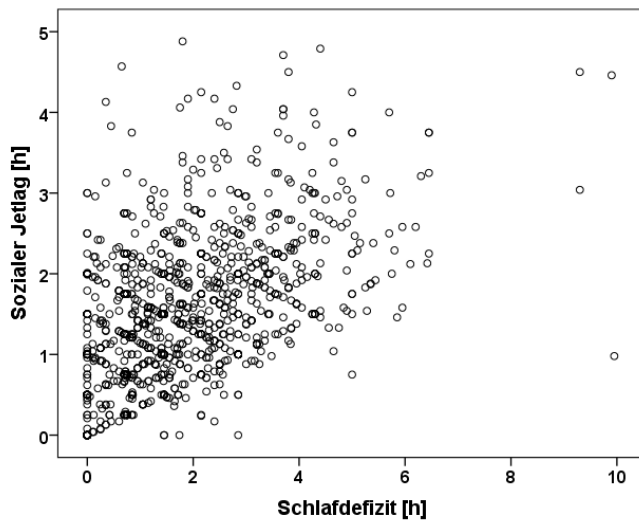
Tendenziell hatten Personen mit höherem Schlafdefizit eine kürzere Schlafdauer an Arbeitstagen, aber eine längere Schlafdauer an freien Tagen, verglichen mit Probanden mit weniger Schlafdefizit (Abbildung 15).



**Abbildung 15: Mittelwerte der Schlafdauer [h] an freien Tagen und Arbeitstagen für Kategorien des Schlafdefizits [h]; Fehlerbalken= 95% Konfidenzintervalle**

Bei Gegenüberstellung von Schlafdefizit und Ausprägung des SJL zeigte sich, dass Personen mit steigendem Schlafdefizit auch einen höheren SJL hatten (Abbildung 16). Während Probanden mit einem SJL bis zwei Stunden ein maximales Schlafdefizit von durchschnittlich  $1,96 \pm 1,28$  Stunden hatten, konnten bei den Teilnehmern mit einem SJL ab zwei Stunden Mittelwerte des Schlafdefizits von  $2,52 \pm 1,48$  Stunden bis zu  $3,53 \pm 2,60$  Stunden bei Probanden mit einem SJL

von über 4 Stunden erfasst werden (Tabelle 5). Die Korrelation zwischen SJL und Schlafdefizit war positiv und hochsignifikant ( $r_s(1111) = .506$ ;  $p < .0001$ ).



| SJL Kategorie [h] | Mittelwerte Schlafdefizit [h] |
|-------------------|-------------------------------|
| 0 (n= 51)         | 0,15±0,53                     |
| 0-1 (n=295)       | 1,13±1,03                     |
| 1-2 (n=469)       | 1,96±1,28                     |
| 2-3 (n=232)       | 2,52±1,48                     |
| 3-4 (n= 49)       | 3,51±1,81                     |
| >4 (n= 17)        | 3,53±2,60                     |

Abbildung 16: Streudiagramm für den SJL [h] und das Schlafdefizit [h] Tabelle 5: Mittelwerte des Schlafdefizits [h] für Kategorien des SJL [h]

#### 4.2.4. Geographische Verbreitung des Sozialen Jetlags- Urbanitätsindex

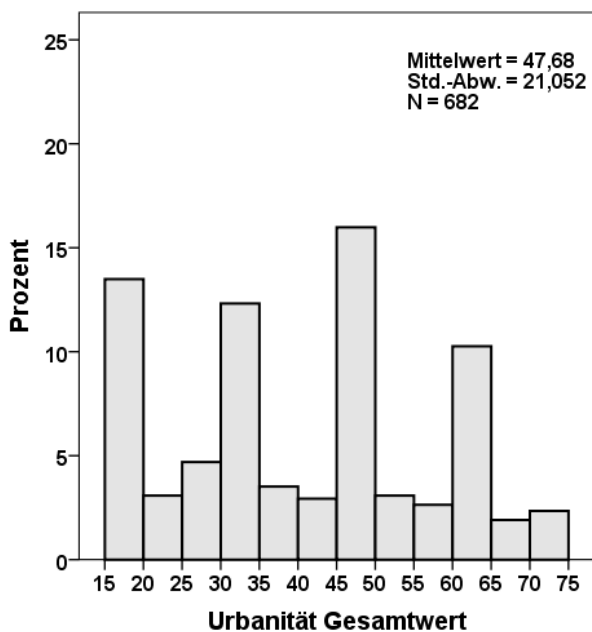


Abbildung 17: Gesamtwerte der Urbanität für die Teilstichprobe

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Teilstichprobe ( $n = 688$ ). Sechs Probanden gaben keine eindeutigen Angaben zur Region ihres Aufwachsens an und wurden daraufhin ausgeschlossen. Die Verteilung wird als nicht normalverteilt angenommen (Abbildung 17) und konnte im K-S Test auch nicht bestätigt werden.

Der mittlere Wert des Urbanitätsscores lag bei  $47,7 \pm 21,1$  während der kleinste Wert 15 und der größte 75 war. Nach Bildung von zwei Kategorien aus den Ergebnissen mittels des Grenzwertes von 45 konnten 273 Probanden (40%) der Gruppe Land und 409 (60%) der

Gruppe Stadt zugeordnet werden. Bei Betrachtung des aktuellen Wohnortes, lebten von 681 Probanden 603 (88,4%) in einer Stadt (ab 20.000 Einwohner) und 78 (11,4%) in einer ländlicheren Region (unter 20.000 Einwohner).

Die Korrelationsberechnung zwischen SJL und Urbanitätsscore erwies sich als signifikant ( $r_s(682) = .102$ ;  $p = .008$ ). Auch nach Einteilung der Urbanitätsscores in die zwei Gruppen Stadt oder Land konnte gezeigt werden, dass schwach signifikant ein höherer SJL vorlag bei Probanden, die der Kategorie Stadt angehörten (Abbildung 18) ( $U(273,409) = 50258$ ;  $p = .027$ ).

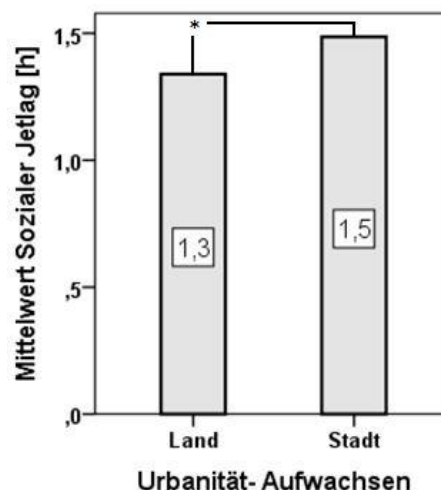


Abbildung 18: Mittelwerte des SJL [h] je nach Kategorie der Urbanität; U-Test \* $p < 0,05$

### 4.3. Psychische Folgen des Sozialen Jetlags

Im Folgenden werden Analysen zu möglichen gesundheitlichen Folgen des SJL beziehungsweise Schlafdefizits dargestellt. Für die Teilstichprobe ( $n = 688$ ) der Phase II ist die Anzahl der Probanden pro Kategorie SJL in Tabelle 6 angegeben.

| SJL [h] | 0  | > 0- ≤ 1 | > 1- ≤ 2 | > 2- ≤ 3 | > 3- ≤ 4 | > 4 |
|---------|----|----------|----------|----------|----------|-----|
| n       | 34 | 229      | 270      | 124      | 22       | 9   |

Tabelle 6 : Anzahl Probanden pro Kategorie des SJL [h]

Für die Teilstichprobe ( $n = 688$ ) der Phase II blieben 597 Probanden für die Auswertungen zum Schlafdefizit. Die Anzahl der Probanden pro Kategorie des Schlafdefizits wird in Tabelle 7 angegeben.

| Schlafdefizit [h] | 0- < 1 | 1- < 2 | 2- < 3 | 3- < 4 | ≥ 4 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|-----|
| n                 | 207    | 139    | 131    | 65     | 55  |

Tabelle 7: Anzahl Probanden pro Kategorie des Schlafdefizits [h]

### 4.3.1. Stressempfinden (PSS)

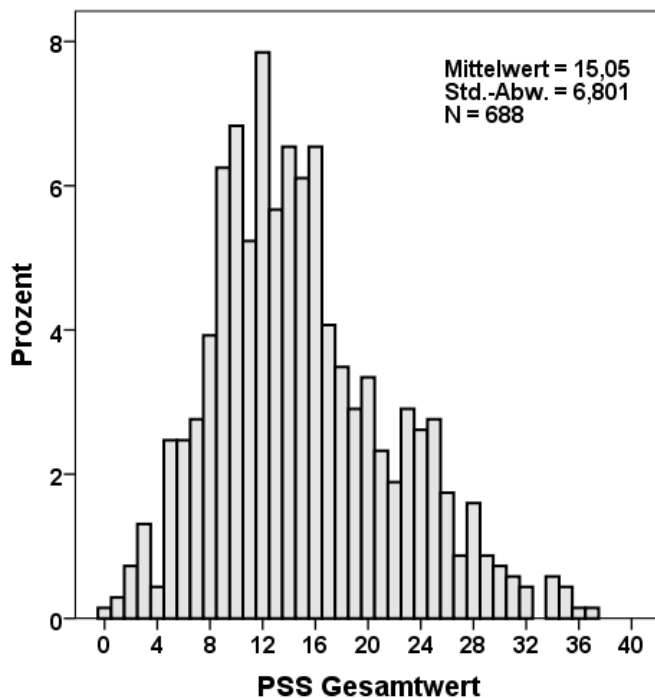


Abbildung 19: Gesamtwerte des PSS für die Teilstichprobe

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Teilstichprobe (n= 688). Alle 688 Probanden der Teilstichprobe gingen in die Auswertungen des Stressfragebogens PSS mit ein. Die grafische Darstellung der PSS-Gesamtwerte zeigte eine Annäherung an die Normalverteilung (Abbildung 19). Diese konnte jedoch im K-S Test nicht bestätigt werden. Der Mittelwert lag bei  $15,05 \pm 6,80$  Punkten mit einem Maximalwert von 37 Punkten und einem Minimalwert von 0 Punkten und am häufigsten erreichten Probanden einen Wert von 12 Punkten. Die Frauen unserer Stichprobe zeigten einen höheren

Mittelwert mit  $15,32 \pm 6,88$  Punkten im Gegensatz zu den Männern mit  $14,18 \pm 6,48$  Punkten, was sich statistisch jedoch als nicht signifikant erwies ( $U(521,167) = 39467$ ;  $p = .071$ ). Bei Betrachtung der PSS-Gesamtwerte in Abhängigkeit vom Lebensalter, konnte die durchschnittlich höchste Punktzahl in der jüngsten Altersgruppe der 18-30-jährigen mit  $15,65 \pm 6,81$  im Gegensatz zu dem durchschnittlich niedrigsten Wert in der ältesten Altersgruppe der über 60-jährigen mit  $13,38 \pm 5,90$  festgestellt werden. Die Gruppenunterschiede hatten jedoch im Kruskal-Wallis-Test keine statistische Signifikanz ( $\chi^2_{(df=4)} = 6.993$ ;  $p = .136$ ).

Es bestand keine signifikante Assoziation zwischen SJL und den PSS-Gesamtwerten ( $r_s(686) = .039$ ;  $p = .308$ ). Analysen zu Gesamtwerten des PSS und SJL zeigten einen Trend zu größeren PSS Punktwerten bei höherer Kategorie des SJL. So hatten Probanden ohne SJL einen mittleren Wert bei  $14,45 \pm 6,99$ , während die mittleren Werte bei einem Jetlag ab zwei Stunden bei  $15,15 \pm 6,71$  und in der Kategorie über vier Stunden bis  $19,11 \pm 8,48$  reichten (Abbildung 20A). Es sollte jedoch bedacht werden, dass die Anzahl der Probanden in der letzten Kategorie sehr gering war und eine große Varianz vorhanden war. Die Gruppenunterschiede erreichten keine statistische Signifikanz ( $\chi^2_{(df=5)} = 3.368$ ;  $p = .643$ ).

Bei Betrachtung der PSS-Gesamtwerte in Verbindung mit dem Schlafdefizit zeigten sich tendenziell höhere Werte bei steigendem Schlafdefizit. Teilnehmer unter zwei Stunden Schlafdefizit hatten PSS-Werte unter 15, während ab zwei Stunden Schlafdefizit PSS-Werte von

15,39 ± 7,06 bis 16,53 ± 7,91 erreicht wurden (Abbildung 20B). Bei Prüfung auf eine Assoziation zwischen Schlafdefizit und PSS-Gesamtwerten konnte kein signifikantes Ergebnis festgestellt werden ( $r_s(595) = .057$ ;  $p = .166$ ).

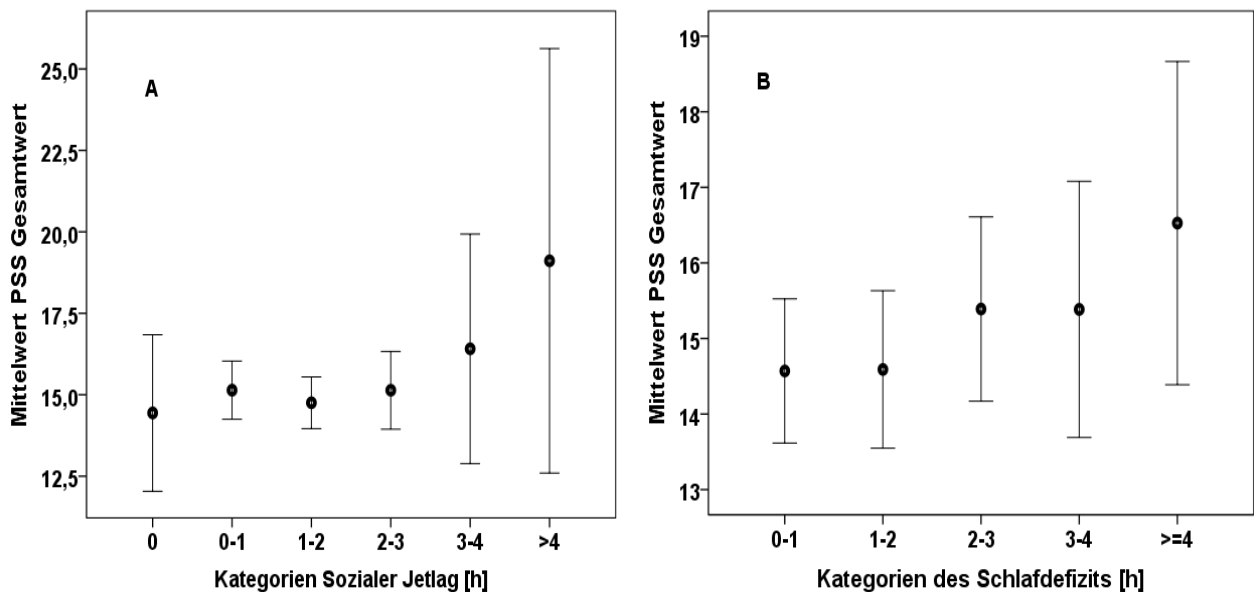


Abbildung 20: Mittelwerte des PSS getrennt für A) Kategorien des SJL [h] und B) Schlafdefizits [h]; Fehlerbalken=95% Konfidenzintervall

#### 4.3.2. Depressivität (PHQ9)

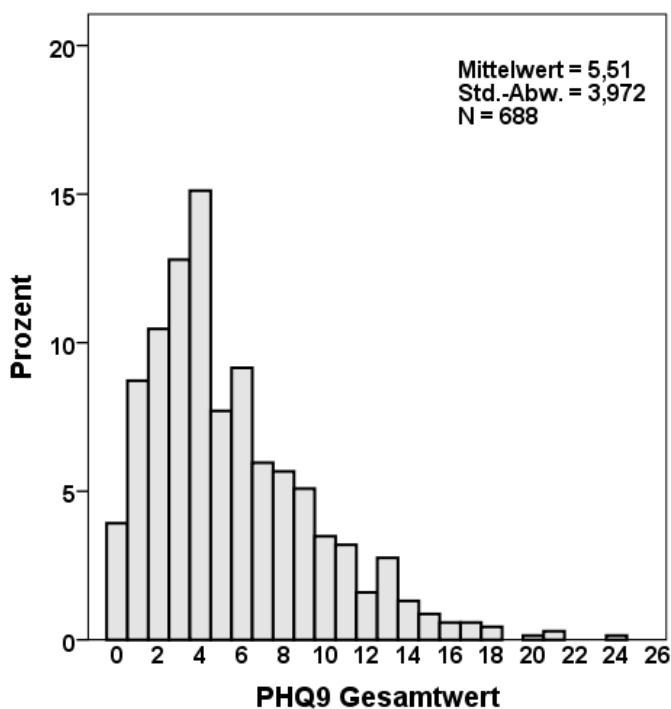


Abbildung 21: PHQ9-Gesamtwerte für die Teilstichprobe

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Teilstichprobe ( $n = 688$ ). Insgesamt konnten für den PHQ9-Fragebogen alle 688 Probanden der Teilstichprobe zur Analyse herangezogen werden. In Abbildung 21 zeigte sich eine rechtsschiefe Verteilung der PHQ9-Ergebnisse und im K-S Test konnte ebenso keine Normalverteilung bestätigt werden. Der Mittelwert lag bei  $5,51 \pm 3,97$  Punkten mit einer Range von 0 bis maximal 24 Punkten und am häufigsten hatten Probanden einen Wert von 4 Punkten. Nach Gruppeneinteilung der PHQ9-Gesamtsumme wiesen 51% ( $n = 351$ ) keinerlei depressive Symptomatik auf (0- 4 Punkte). Von den

verbleibenden 49% hatten 33,6% ( $n = 231$ ) eine milde depressive Symptomatik (5- 9 Punkte)



während 15,5% (n= 106) moderate (n= 85; 10- 14 Punkte), ausgeprägte (n= 17; 15- 19 Punkte) und schwere Symptome (n= 4; 20- 27 Punkte) zeigten. 74 (10,8%) Probanden gaben insgesamt an, je schon einmal unter einer depressiven Störung gelitten zu haben. Frauen hatten einen höheren Mittelwert mit  $5,67 \pm 3,98$  Punkten als Männer mit  $5,02 \pm 3,91$  Punkten. Dieser Unterschied war statistisch signifikant ( $U(521,167)= 39017$ ;  $p= .044$ ). Der PQH9-Gesamtwert zeigte tendenziell höhere Werte bei jüngeren Probanden. So hatte die Altersgruppe der 18-30-jährigen mit  $6,07 \pm 4,04$  Punkten den höchsten Mittelwert im Vergleich zu den anderen Altersgruppen (Tabelle 8). Diese Gruppenunterschiede hatten statistische Signifikanz im Kruskal-Wallis-Test ( $\chi^2_{(df=4)}= 13.406$ ;  $p= .009$ ). Post hoc mittels Mann-Whitney-U-Test unterschied sich die jüngste Altersgruppe signifikant von den beiden ältesten Altersgruppen der 51- 60- ( $U(254,114)= 12185$ ;  $p= .015$ ) und über 60-jährigen ( $U(254,40)= 3575$ ;  $p= .002$ ).

| Altersgruppe  | 18-30       | 31-40       | 41-50       | 51-60       | >60         | Gesamt      |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Anzahl        | (n=254)     | (n=140)     | (n=140)     | (n=114)     | (n=40)      | (n=688)     |
| <b>Gesamt</b> | 6,07 ± 4,04 | 5,33 ± 3,81 | 5,45 ± 4,24 | 5,05 ± 3,73 | 4,18 ± 3,36 | 5,51 ± 3,97 |
| <b>Männer</b> | 5,77 ± 4,02 | 4,08 ± 2,82 | 6,71 ± 4,77 | 3,41 ± 3,21 | 2,90 ± 2,23 | 5,02 ± 3,91 |
| <b>Frauen</b> | 6,16 ± 4,05 | 5,78 ± 4,02 | 5,09 ± 4,03 | 5,53 ± 3,76 | 4,60 ± 3,59 | 5,67 ± 3,98 |

**Tabelle 8: PHQ9-Punkte getrennt für beide Geschlechter und in Abhängigkeit der Altersgruppen**

In der partiellen Korrelationsanalyse kontrolliert für Alter und Geschlecht zeigte sich keine signifikante Assoziation zwischen SJL und PHQ9-Werten ( $r(686)= .063$ ;  $p= .100$ ). Betrachtete man die Mittelwerte der PHQ9-Gesamtsumme je nach Kategorie des SJL konnte man einen leichten Anstieg der Werte ab einem SJL von zwei Stunden beobachten (Abbildung 23A). Aufgrund einer Probandenanzahl von lediglich neun Teilnehmern in der höchsten Kategorie des SJL konnte hier eine große Streuung der PHQ9-Werte festgestellt werden. Die Gruppenunterschiede waren ohne statistische Signifikanz ( $\chi^2_{(df=5)}= 8.972$ ;  $p= .110$ ). Nach Unterteilung der PHQ9-Werte in zwei Gruppen (bis zu vier Punkte „Keine depressive Symptomatik“; über vier Punkte „Depressive Symptomatik“) konnten etwas höhere SJL Mittelwerte bei Probanden mit als bei Probanden ohne jegliche Symptomatik gefunden werden ( $1,36 \pm 0,87$  Punkte versus  $1,49 \pm 0,93$  Punkte). Dieser Unterschied erwies sich jedoch als nicht signifikant ( $U(337,351)= 54205$ ;  $p= .058$ ).

Die Mittelwerte des PHQ9-Fragebogens waren höher bei Probanden mit mehr Schlafdefizit, denn so zeigten Teilnehmer mit einem Schlafdefizit unter zwei Stunden PHQ9-Ergebnisse von unter  $5,25 \pm 4,02$  Punkten, während ab einem Schlafdefizit von zwei Stunden die Werte von

5,69 ± 3,91 bis 6,95 ± 5,10 Punkten in der höchsten Kategorie reichten (Abbildung 23B), jedoch mit einer sehr großen Streuung. Die Korrelationsanalyse kontrolliert für Alter und Geschlecht ergab eine positives und signifikantes Ergebnis zwischen dem Schlafdefizit und PHQ9-Gesamtsumme ( $r(595) = .092$ ;  $p = .025$ ), Abbildung 22.

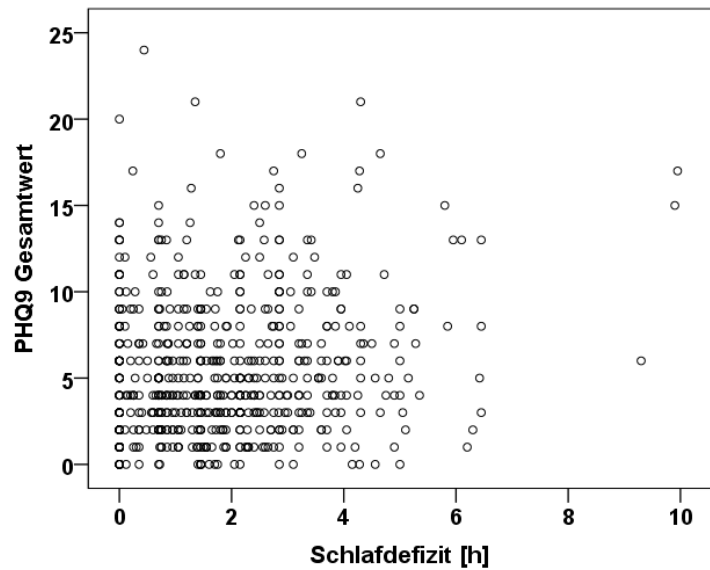


Abbildung 22: Punktwolke Schlafdefizit [h] und PHQ-Gesamtwert

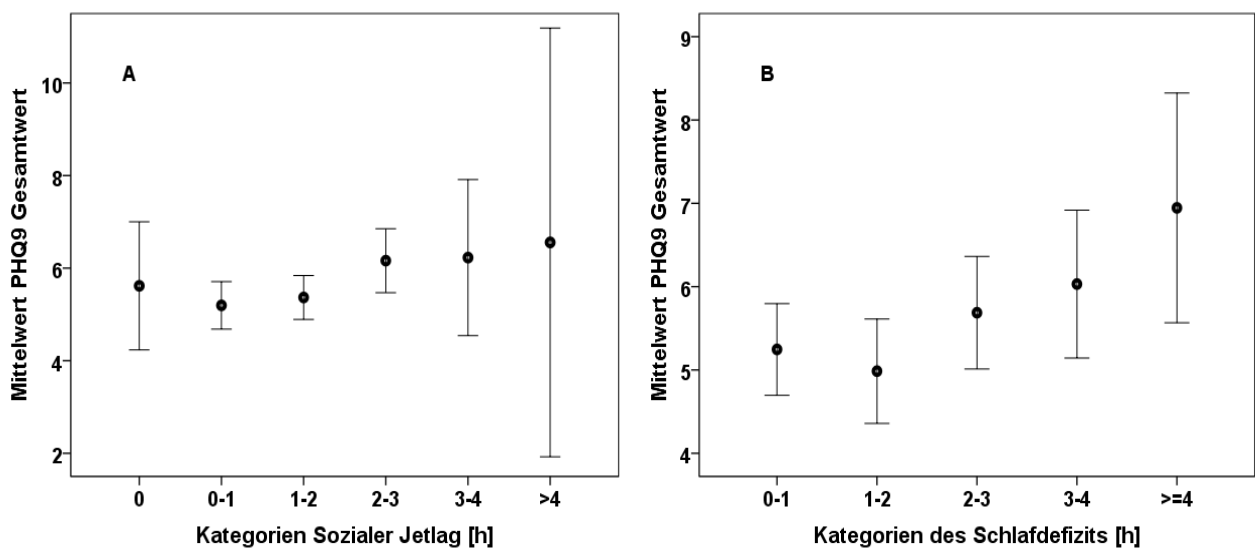


Abbildung 23: Mittelwerte des PHQ9 Gesamtwerts für A) Kategorien des SJL [h] und B) des Schlafdefizits [h]; Fehlerbalken= 95% Konfidenzintervalle

### 4.3.3. Schlafqualität (PSQI)

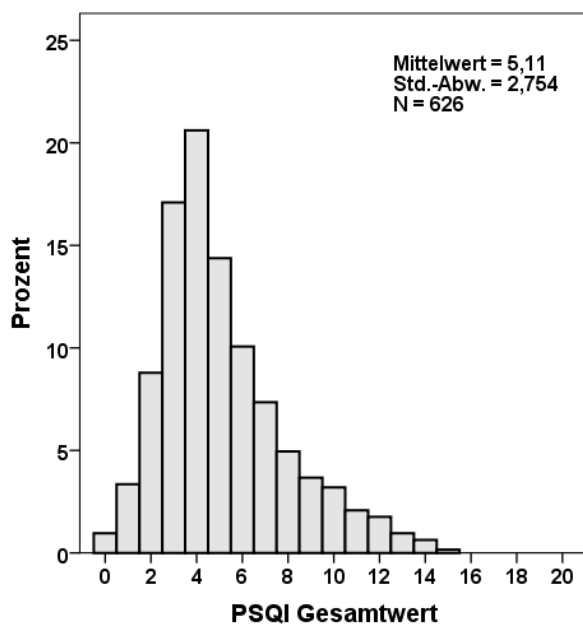


Abbildung 24: PSQI-Gesamtwerte für die Teilstichprobe

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Teilstichprobe (n= 688). Nicht in die Auswertung miteinbezogen wurden Probanden, deren Schlafeffizienz einen Wert über 100% ergab (n= 62). Es konnten 626 Probanden der Teilstichprobe in die Auswertungen mit dem Schlafragebogen PSQI miteinbezogen werden, davon waren 152 Männer und 474 Frauen. In Abbildung 24 zeigt sich eine rechtsschiefe Verteilung der PSQI-Werte und auch im K-S

Test konnte keine Normalverteilung festgestellt werden. Der mittlere Wert der Gesamtsumme lag bei  $5,11 \pm 2,75$  Punkten, die Verteilung

reichte von minimal 0 bis maximal 15 Punkte, während 4 die am häufigsten erreichte Summe darstellte. 218 Probanden (34,8%) erwiesen sich laut PSQI-Gesamtwert über fünf Punkten als schlechte Schläfer und 408 (65,2%) waren mit einer Gesamtsumme bis zu fünf Punkten gute Schläfer. Frauen hatten im Vergleich zu Männern einen durchschnittlich höheren Wert bei  $5,18 \pm 2,83$  Punkten versus  $4,89 \pm 2,50$  Punkten, der jedoch keine statistische Signifikanz erreichte ( $U(474,152)= 34460$ ;  $p= .416$ ). Deskriptiv zeigte die Altersgruppe zwischen 51-60 Jahren den höchsten durchschnittlichen Wert mit  $5,71 \pm 3,38$  Punkten. Gruppenunterschiede zwischen den Altersgruppen hatten jedoch keine statistische Signifikanz ( $\chi^2_{(df=4)}= 3.940$ ;  $p= .414$ ).

Zwischen SJL und PSQI-Werten konnte keine Assoziation festgestellt werden ( $r_s(624)= .030$ ;  $p= .452$ ). Betrachtete man den SJL in der bereits zuvor verwendeten Einteilung in sechs Gruppen, konnten ebenso keine Hinweise auf einen Unterschied von PSQI-Gesamtwerten gefunden werden ( $\chi^2_{(df=5)}= 6.427$ ;  $p= .267$ ). Nach Unterteilung der Stichprobe in gute und schlechte Schläfer, zeigte sich ein leicht höherer Mittelwert des SJL bei den schlechten ( $1,44 \pm 0,98$  Stunden) im Vergleich zu den guten Schläfern ( $1,39 \pm 0,84$  Stunden). Dieser Unterschied hatte keine statistische Signifikanz ( $U(218,408)= 44162$ ;  $p= .886$ ).

Bei der Analyse eines möglichen Zusammenhangs zwischen Schlafdefizit und PSQI-Werten konnten höhere Werte bei größerer Ausprägung des Schlafdefizits festgestellt werden. Es zeigte sich eine geringe positive und signifikante Korrelation der beiden Variablen miteinander ( $r_s(540) = .105$ ;  $p = .015$ ), Abbildung 25.

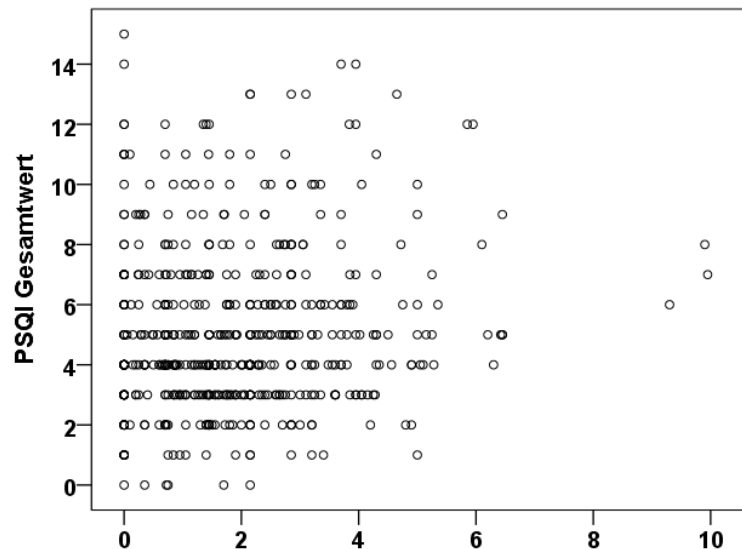


Abbildung 25: Punktwolke Schlafdefizit [h] und PSQI-Gesamtwert

#### 4.3.4. Substanzkonsum

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Gesamtstichprobe ( $n = 1308$ ). Insgesamt gaben 274 Probanden der Gesamtstichprobe (20,9%) an Nikotin zu konsumieren, dabei rauchten 19,9% der Frauen und 23,8% der Männer. Dieser Unterschied zeigte keine Signifikanz im Chi-Quadrat-Test (0,118). Die beiden jüngeren Altersgruppen der 18-30-jährigen und der 31-40-jährigen hatten den höchsten Anteil an Rauchern bei 20,1% beziehungsweise 27,1% im Gegensatz zu den älteren Probanden, bei denen der Anteil jeweils unter 20% lag. Im Chi-Quadrat-Test wurden Unterschiede zwischen Raucherstatus zwischen den verschiedenen Altersgruppen getestet und es zeigte sich eine asymptotische Signifikanz von 0.035.

Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied von Mittelwerten des SJL zwischen Rauchern ( $1,69 \pm 1,07$  Stunden) und Nichtrauchern ( $1,43 \pm 0,87$  Stunden) ( $U(274,1034) = 122097$ ;  $p < .0001$ ; Abbildung 26).

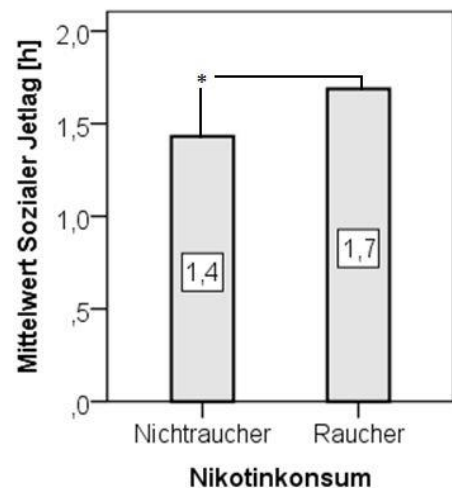


Abbildung 26: Mittelwerte des SJL [h] je nach Kategorie des Nikotinkonsums; U-Test \* $p < 0,05$

Bei Betrachtung des SJL und dem Anteil an Rauchern zeigte sich der Trend eines höheren Raucheranteils bei höherem SJL: Während bei einem SJL unter zwei Stunden der Raucheranteil 23% nicht überstieg, konnte bei einem SJL über zwei Stunden mindestens ein Anteil von 27%

beobachtet werden mit einem Anstieg in der höchsten Kategorie auf 50% Raucher (Abbildung 27A).

Statistisch konnte bezüglich des Schlafdefizits kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte des SJL zwischen Rauchern ( $1,86 \pm 1,53$  Stunden) und Nichtrauchern ( $1,87 \pm 1,48$  Stunden) festgestellt werden ( $U(228, 885) = 99710$ ;  $p = .785$ ). Bei Analyse von möglichen Unterschieden im Nikotinkonsum zwischen Gruppen mit unterschiedlich ausgeprägtem Schlafdefizit, zeigte sich mit 23% der höchste Raucheranteil bei Personen mit dem höchsten Schlafdefizit, jedoch konnte kein klarer Trend beobachtet werden (Abbildung 27B).

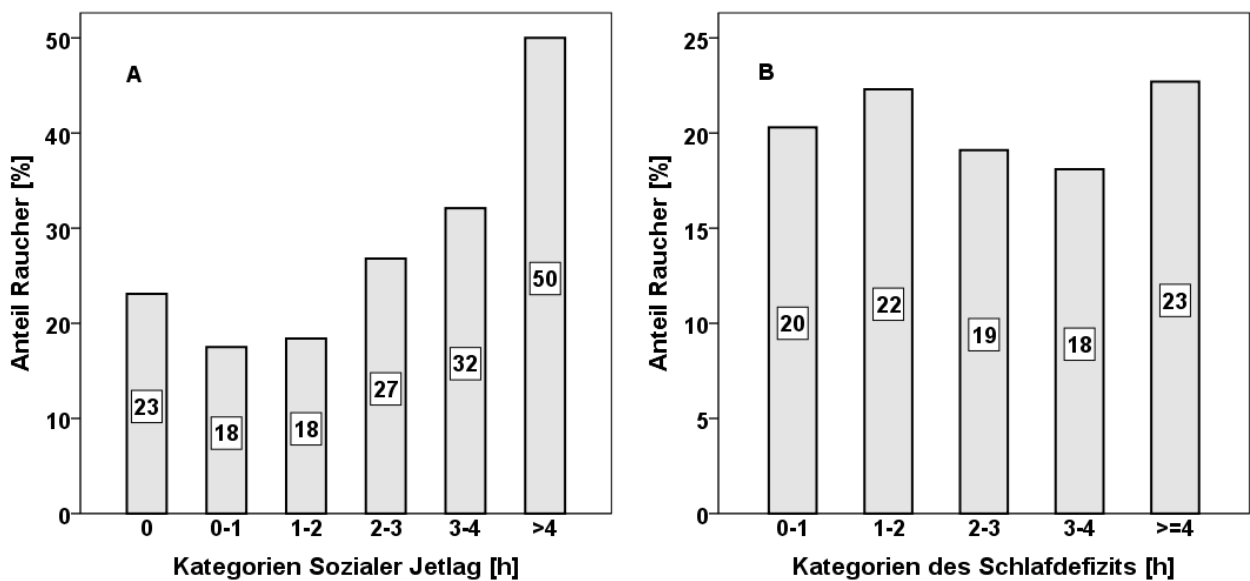


Abbildung 27: Anteil an Rauchern [%] für Kategorien des A) SJL [h] und B) Schlafdefizits [h]

911 Probanden (69,6%) bejahten einen Alkoholkonsum, dabei tranken 66,7% der Frauen und 77,3% der Männer Alkohol. Zwischen den Altersgruppen konnte kein klarer Trend festgestellt werden, ältere Probanden bejahten tendenziell etwas häufiger den Alkoholkonsum als jüngere Probanden, jedoch ohne Signifikanz im Chi-Quadrat-Test (0.054). Der mittlere Alkoholkonsum der Probanden lag bei  $7,27 \pm 10,21$  g/ Tag (beziehungsweise aufgerundet bei 2,65 l/ Jahr). Auch hier tranken die Männer mit  $11,33 \pm 14,07$  g/ Tag mehr Alkohol als die Frauen mit  $5,69 \pm 7,69$  g/ Tag. Ältere Altersgruppen ab 40 Jahre tranken durchschnittlich mehr Alkohol (zwischen 7-12 g/ Tag) als jüngere Probanden bis 40 Jahre (circa 6 g/ Tag).

Bei der Gegenüberstellung von Alkoholkonsum und Ausmaß an SJL konnte keine spezifische Tendenz beobachtet werden in der kategorialen Variable des Alkoholkonsums. Auch in der partiellen Korrelationsberechnung kontrolliert für Alter und Geschlecht zwischen SJL und genauen Alkoholmengen in g/ Tag konnte kein signifikantes Ergebnis gefunden werden ( $r(1302) = .038$ ;  $p = .172$ ).

Weder bei der Betrachtung der kategorialen Variable des Alkoholkonsums noch bei quantitativer Analyse mittels partieller Korrelationsanalyse kontrolliert für Alter und Geschlecht zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Probanden mit viel beziehungsweise wenig Schlafdefizit ( $r(1107) = -.010$ ;  $p = .737$ ).

#### 4.3.5. Übergewicht (BMI)

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Gesamtstichprobe ( $n = 1308$ ). Es wurden drei Probanden aufgrund fehlender Angaben ausgeschlossen. Der mittlere Body Mass Index (BMI) der 1305 Probanden lag bei  $23,57 \pm 4,34$  ( $15,39 - 50,08$ )  $\text{kg/m}^2$ . Der BMI wurde in zwei Gruppen eingeteilt: Als normalgewichtig wurden Personen bis zu einem BMI von unter  $25 \text{ kg/m}^2$  angesehen, Personen ab  $25 \text{ kg/m}^2$  als übergewichtig. In die Gruppe der Normalgewichtigen fielen 73,8%, in die der Übergewichtigen 26,2% der Stichprobe. Männer hatten durchschnittlich einen höheren BMI mit  $24,36 \pm 3,48 \text{ kg/m}^2$  als Frauen mit  $23,26 \pm 4,60 \text{ kg/m}^2$ , wobei sich dieser Unterschied als statistisch signifikant erwies ( $U(366,939) = 125860$ ;  $p < .0001$ ). In der Altersgruppe der 18-30-jährigen lag der Mittelwert des BMI am niedrigsten bei  $22,21 \pm 3,67 \text{ kg/m}^2$  und wurde mit zunehmendem Alter höher (Tabelle 9). Der Gruppenunterschied erwies sich als statistisch signifikant ( $\chi^2_{(df=4)} = 157.905$ ;  $p < .0001$ ). Post hoc zeigte sich dabei mittels Mann-Whitney-U-Test ein signifikanter Unterschied der Altersgruppe der 18- 30-jährigen zu allen anderen Altersgruppen (31- 40:  $U(534,266) = 55881$ ; 41- 50:  $U(534,234) = 38097$ ; 51- 60:  $U(534,208) = 28279$ ; >60:  $U(534,63) = 8856$ ; alle  $p < .0001$ ), sowie zwischen der Altersgruppe der 31-40- und 41-50-jährigen ( $U(266,234) = 25527$ ;  $p = .001$ ), 31- 40- und 51- 60-jährigen ( $U(266,208) = 19449$ ;  $p < .0001$ ) und über 60- jährigen ( $U(266,63) = 6200209$ ;  $p < .001$ ) und 41- 50 und 51- 60 ( $U(234,208) = 21124$ ;  $p = .017$ ).

| <b>BMI</b>    | <b>18-30</b>   | <b>31-40</b>   | <b>41-50</b>   | <b>51-60</b>   | <b>&gt;60</b> | <b>Gesamt</b>   |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| <b>Anzahl</b> | <b>(n=534)</b> | <b>(n=266)</b> | <b>(n=234)</b> | <b>(n=208)</b> | <b>(n=63)</b> | <b>(n=1305)</b> |
| <b>Gesamt</b> | 22,21±3,67     | 23,55±4,33     | 24,63±4,44     | 25,55±4,91     | 24,56±3,41    | 23,57±4,34      |
| <b>Männer</b> | 23,06±2,88     | 24,73±3,40     | 24,90±3,57     | 26,17±4,02     | 25,45±2,68    | 24,36±3,48      |
| <b>Frauen</b> | 21,89±3,89     | 23,11±4,56     | 24,53±4,71     | 25,32±5,21     | 24,06±3,77    | 23,26 ±4,60     |

**Tabelle 9 : Mittelwerte BMI [ $\text{kg/m}^2$ ] für beide Geschlechter und in Abhängigkeit der Altersgruppen**

Nach Ausschluss des Einflusses von Alter und Geschlecht durch eine partielle Korrelationsanalyse, ergab die Prüfung einer Assoziation zwischen BMI und SJL kein signifikantes Ergebnis ( $r(1299) = .040$ ;  $p = .148$ ). In fast allen Altersgruppen zeigte sich eine leichte Tendenz zum Übergewicht bei höherem SJL: So konnten jeweils höhere Mittelwerte des

SJL bei Probanden mit Übergewicht festgestellt werden als bei solchen mit Normalgewicht, außer bei den über 60-jährigen (Tabelle 9). Der Unterschied von Mittelwerten des SJL zwischen Probanden ohne oder mit Übergewicht erwies sich nicht als signifikant ( $U(342,963) = 159897$ ;  $p = .425$ ).

Bei Betrachtung des Schlafdefizits und der BMI Werte zeigten sich etwas höhere Mittelwerte des Schlafdefizits bei Übergewichtigen als bei Normalgewichtigen in den Altersgruppen der 18-30-, 51-60- und über 60-jährigen (Tabelle 10). Bei Prüfung einer Assoziation zwischen Schlafdefizit und BMI erwies sich die Korrelation, kontrolliert für Alter und Geschlecht als schwach positiv und signifikant ( $r(1105) = .059$ ;  $p = .048$ ),

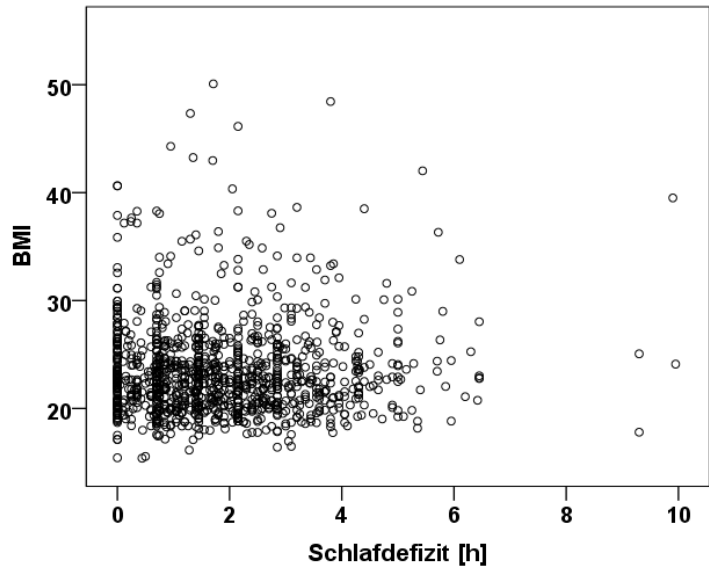


Abbildung 28: Punktwolke Schlafdefizit [h] und BMI

| Altersgruppe | BMI                  | Mittelwert        | Mittelwert |
|--------------|----------------------|-------------------|------------|
|              | [kg/m <sup>2</sup> ] | Schlafdefizit [h] | SJL [h]    |
| 18-30        | < 25                 | 2,04± 1,50        | 1,76± 0,94 |
|              | ≥ 25                 | 2,34± 1,74        | 1,84± 0,85 |
| 31-40        | < 25                 | 1,86± 1,34        | 1,36± 0,87 |
|              | ≥ 25                 | 1,68± 1,45        | 1,49± 1,11 |
| 41-50        | < 25                 | 1,86± 1,44        | 1,34± 0,78 |
|              | ≥ 25                 | 1,85± 1,77        | 1,37± 0,98 |
| 51-60        | < 25                 | 1,43± 1,26        | 1,07± 0,67 |
|              | ≥ 25                 | 1,85± 1,49        | 1,30± 0,78 |
| >60          | < 25                 | 0,91± 1,09        | 0,99± 0,98 |
|              | ≥ 25                 | 1,09± 1,11        | 0,96± 0,87 |

Tabelle 10: Mittelwerte des SJL [h] nach Normal- (BMI < 25) und Übergewicht (BMI ≥ 25) getrennt für alle Altersgruppen

#### 4.4. Schlafdefizitkorrigierte Form des Sozialen Jetlags (SJL<sub>sc</sub>)

Analog zu der von Jankowski et al. (22) kürzlich geänderten Berechnung des SJL frei vom Einfluss des akkumulierten Schlafdefizits, wurden die drei vorgeschlagenen Formen des SJL gebildet (siehe auch Punkt 3.3.1). Von der Gesamtpopulation der Phase I (n= 1308) gehörten 1059 (81%) der Probanden zur ersten Form, die an freien Tagen länger oder gleich lang schliefen und später oder um die gleiche Uhrzeit ins Bett gingen als an Arbeitstagen. Davon waren 287 Männer und 772 Frauen. 191 (15%) der Teilnehmer schliefen an Arbeitstagen länger und wachten früher oder um die gleiche Uhrzeit auf wie an freien Tagen und gehörten so dem zweiten Typ an. Dieser Gruppe wurden 61 Männer und 130 Frauen zugeordnet. 58 Probanden (4%) erfüllten weder die Kriterien der ersten, noch der zweiten Form und wurden somit dem dritten Typ eingeordnet, die aus 18 Männern und 40 Frauen bestand.

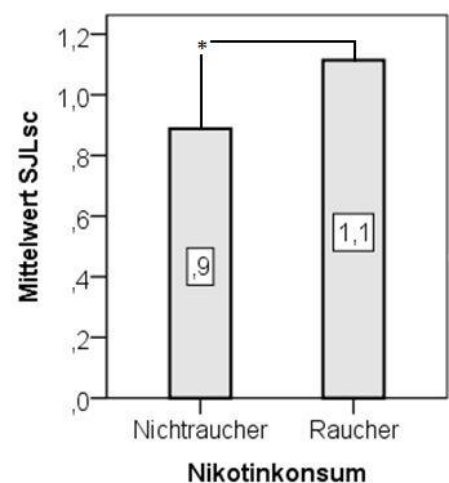
Es bestand eine positive und signifikante Korrelation zwischen SJL und SJL<sub>sc</sub> ( $r_s(1057) = .806$ ;  $p < .0001$ ). Während es eine positive und signifikante Korrelation zwischen alter Form des SJL und Schlafdefizit gab, verschwand dieser Zusammenhang zwischen SJL<sub>sc</sub> (beispielhaft anhand Typ 1) und dem Schlafdefizit. Korrelationen der neuen SJL-Form mit den Gesamtwerten der Fragebögen zu gesundheitlichen Folgen zeigten jeweils keine Signifikanzen (Tabelle 11).

|                                 | Schlafdefizit | PHQ9 | PSS  | PSQI  |
|---------------------------------|---------------|------|------|-------|
| <b>SJL<sub>sc</sub> (Typ 1)</b> |               |      |      |       |
| <b>r</b>                        | .018          | .024 | .009 | -.044 |
| <b>p (2-seitig)</b>             | .676          | .569 | .829 | .313  |

**Tabelle 11: Spearman Korrelationen von SJL<sub>sc</sub> (Typ 1) und Schlafdefizit, PHQ9-, PSS- und PSQI-Gesamtwerten**

Eine partielle Korrelationsberechnung kontrolliert für Alter und Geschlecht zwischen SJL<sub>sc</sub> und BMI erwies sich als nicht signifikant ( $r(1052) = .045$ ;  $p = .142$ ).

Beim SJL<sub>sc</sub> konnte ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte zwischen Nichtrauchern ( $0,89 \pm 0,72$  Stunden) und Rauchern ( $1,11 \pm 0,84$  Stunden) gefunden werden ( $U(844,215) = 76865$ ;  $p = .001$ ; siehe Abbildung 29).



**Abbildung 29: Mittelwerte des SJLsc Gruppe 1 [h] je nach Kategorie des Nikotinkonsums; U-Test \* $p < 0,05$**



## 4.5. Zusammenfassung der Ergebnisse

| <u>Hypothesen</u>  | <u>Ergebnis</u>  |
|--|--|
| <b>Haupthypothese</b>  |  |
| Der SJL hat negative Auswirkungen auf psychisches Wohlbefinden. Probanden mit größerem SJL haben daher im Vergleich zu Probanden mit geringerem SJL:   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein höheres Maß an subjektiv empfundenem Stress</li> </ul>  | nicht bestätigt, statistisch nicht signifikanter Trend   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• höhere Depressivitätswerte</li> </ul>   | nicht bestätigt, statistisch nicht signifikanter Trend   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine schlechtere Schlafqualität</li> </ul>  | nicht bestätigt  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine höhere Neigung zu Substanzkonsum (Alkohol und Nikotin)</li> </ul>  | bestätigt (Nikotinkonsum)<br>nicht bestätigt (Alkoholkonsum)   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen höheren Body Mass Index (BMI)</li> </ul>  | nicht bestätigt, statistisch nicht signifikanter Trend   |
| <b>Nebenhypothesen</b>   |  |
| 1. Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen SJL und Schlafdefizit. Die in der Haupthypothese beschriebenen psychischen Folgen des SJL hängen daher auch direkt mit dem Schlafdefizit zusammen.  | bestätigt<br>keine Aussage möglich   |
| 2. Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen SJL und Chronotyp, da besonders bei späteren Chronotypen eine höhere Wahrscheinlichkeit für einen SJL als bei anderen Chronotypen besteht.  | bestätigt  |
| 3. Alter und Geschlecht<br>Mit steigendem Alter werden <ul style="list-style-type: none"> <li>○ der Chronotyp früher</li> <li>○ der SJL geringer</li> <li>○ das Schlafdefizit geringer</li> </ul> Geschlecht: Männer haben einen ... als Frauen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ späteren Chronotyp</li> <li>○ einen höheren SJL</li> <li>○ höheres Schlafdefizit</li> </ul> | bestätigt<br>bestätigt<br>bestätigt<br><br>bestätigt<br>nicht bestätigt (fehlende statistische Signifikanz)<br>nicht bestätigt |
| 4. Das Auftreten des SJL unterscheidet sich zwischen Personen, die in ländlicheren und Personen, die in städtischen Gebieten aufwuchsen.   | bestätigt  |
| 5. Der positive Zusammenhang zwischen SJL und Schlafdefizit ist nicht mehr nachweisbar bei Berechnung mit der neuen Form des SJL nach Jankowski et al. (2017). Ebenso werden Zusammenhänge zwischen SJL und psychischen Folgen der Haupthypothese bei Betrachtung der neuen Form des SJL geringer oder sind nicht mehr nachweisbar.  | bestätigt<br><br>keine Aussage möglich   |

**Tabelle 12: Hypothesen und Zusammenfassung der Ergebnisse**

## **5. Diskussion**

Das Ziel dieser Studie war es, weitere Erkenntnisse über die Wirkung von SJL auf die psychische Gesundheit mithilfe psychometrischer Messverfahren zu erhalten. Insgesamt konnten in dieser Studie bei Probanden mit einem größeren SJL mehrheitlich Trends zu einer höheren Ausprägung der erfassten psychischen Parameter gefunden werden. So konnten deskriptiv beim PSS und PHQ9 höhere Durchschnittswerte in einer höheren SJL-Kategorie gefunden werden und auch beim BMI zeigte sich mit Ausnahme der ältesten Gruppe in allen Altersklassen ein durchschnittlich höherer SJL bei Probanden mit Übergewicht im Vergleich zu den Normalgewichtigen. Jedoch erreichte keiner dieser Unterschiede statistische Signifikanz. Eine Ausnahme stellte der Nikotinkonsum dar. Hier konnte im Gegensatz zu allen anderen untersuchten gesundheitlichen Parametern beobachtet werden, dass Raucher dieser Stichprobe einen signifikant höheren durchschnittlichen SJL hatten als Nichtraucher. Probanden, die im urbanen Raum aufwuchsen, hatten einen höheren SJL als Personen, die in ländlicheren Gebieten großgezogen wurden.

Die Relevanz der Forschung zur inneren Uhr wird hervorgehoben durch die Verleihung des Nobelpreises für Medizin 2017 an drei Chronobiologen. Das Nobelpreiskomitee erwähnte in der Pressemitteilung, dass ein längerfristiges Auseinanderweichen der inneren Uhr von unserem Lebensstil mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten verschiedener chronischer Erkrankungen zusammenhängen könnte (116). Damit rückt die zentrale Frage dieser Monografie durch die Verleihung eines so hochrangigen Preises in der Medizin für die genetische Grundlage der inneren Uhr vermehrt in den Fokus der Öffentlichkeit.

Im Folgenden wird zunächst die Stichprobe dieser Studie im Vergleich zu bestehenden MCTQ-Daten (11) betrachtet. Anschließend werden Ergebnisse hinsichtlich der Hypothesen zur Grundlage, Verbreitung und zu gesundheitlichen Folgen des SJL auf psychischer Ebene diskutiert, mit der aktuellen Studienlage verglichen und Limitationen mit einem Ausblick auf zukünftige Forschung angeführt. Da es eine kontroverse Diskussion über das Konzept des SJL und eine enge Verbindung zwischen SJL und Schlafdefizit gibt sowie eine ursächliche Zuordnung möglicher gesundheitlicher Folgen zu einer der beiden Variablen bisher nicht erfolgte beziehungsweise nicht möglich war, wurde das Schlafdefizit in Bezug auf psychische Parameter in dieser Arbeit neben dem SJL ebenfalls untersucht.

### **5.1. Chronotyp**

Wir konnten mit unserer Gesamtstichprobe von 1308 eingeschlossenen Probanden Ergebnisse im Vergleich zu der großen Stichprobe mit 65.000 Probanden der Langzeitstudie von Roenneberg et

al. (2007) (11) weitgehend replizieren in Hinblick auf den SJL, Chronotyp, Einschlafzeiten, Aufwachzeiten und die Schlafdauer getrennt für freie und Arbeitstage.

Der durchschnittliche nichtkorrigierte Chronotyp (MSF) unserer Studie lag bei 04:26 Uhr und war vergleichbar mit dem von Roenneberg et al. (2007) bei 04:18 Uhr (11). Der Chronotyp in der schlafkorrigierten Form ( $MSF_{sc}$ ) zeigte im Durchschnitt einen früheren Chronotyp (04:02 Uhr) als der MSF. Dies betont, dass der MSF durch das längere Schlafen an freien Tagen zur Kompensation eines angehäuften Schlafdefizits unter der Arbeitswoche später lag als der tatsächliche Schlafmittelpunkt ausgedrückt als  $MSF_{sc}$ . Hierdurch wird gezeigt, dass der MSF deutlich durch das entstehende Schlafdefizit verfälscht wird im Gegensatz zum korrigierten  $MSF_{sc}$ , weshalb es sinnvoll erscheint, letzteren Parameter für weitere Analysen zu verwenden. Der Chronotyp wurde mit steigendem Lebensalter früher, womit gezeigt wurde, dass jüngere Probanden auch in dieser Stichprobe am ehesten einem späten Chronotyp angehörten und dadurch dem Risiko ausgesetzt waren, einen SJL zu entwickeln (11,19,20). Es konnte ebenfalls in Einklang mit Roenneberg et al. (2003) (2) ein Einfluss des Geschlechts auf den Chronotyp gefunden werden. Männliche Probanden hatten in unserer Stichprobe durchschnittlich einen späteren Chronotyp als Frauen.

## **5.2. Sozialer Jetlag**

Probanden unserer Stichprobe hatten in Einklang mit früheren Studien (14,19,20,45) zu 25% einen SJL von mindestens zwei Stunden und zu 66% mindestens eine Stunde SJL. Dies spiegelt wider, dass der SJL ein weit verbreitetes Phänomen in unserer Gesellschaft ist. Wie bei Roenneberg et al. (2007) (11) nahmen in unserer Studie der SJL und das Schlafdefizit mit zunehmendem Lebensalter nach einem Peak in der jüngsten Altersgruppe ab. Jüngere Probanden waren somit am stärksten betroffen von einem SJL und seinen möglichen Auswirkungen. Ein Einfluss des Geschlechts konnte beim SJL und Schlafdefizit im Gegensatz zum Chronotyp nicht beobachtet werden, jedoch zeigte die Literatur hier eine inkonsistente Befundlage. In einigen Studien fand sich ein signifikanter Unterschied des SJL je nach Geschlecht (101), in anderen wiederum nicht (97,102). Somit kann gesagt werden, dass sich die Nebenhypothese 3 dieser Arbeit in Bezug auf den Einfluss von Alter und Geschlecht auf den Chronotyp und den Einfluss des Alters auf den SJL und das Schlafdefizit bestätigen ließ, während das Geschlecht jedoch auf den SJL und das Schlafdefizit keinen Einfluss zeigte.

### **5.2.1. Sozialer Jetlag und Chronotyp**

Wie auch schon in anderen Studien (20,45), zeigte sich in unserer Stichprobe eine deutliche positive Korrelation zwischen dem SJL und dem Chronotyp ( $MSF_{sc}$ ), wobei ein späterer

Chronotyp mit einem höheren SJL assoziiert war. Damit bestätigt sich die Nebenhypothese 2, die besagt, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen SJL und Chronotyp gibt. Dies betont, dass am ehesten bei späteren Chronotypen die innere Schlafpräferenz nicht in Einklang mit sozialen Zeitvorgaben steht. Verbunden mit den Ergebnissen früherer Studien, dass vermutlich gerade ein hoher SJL negative gesundheitliche Auswirkungen hervorruft, führte diese Beobachtung Wittmann et al. (2006) und Rutters et al. (2014) zu der Hypothese, dass womöglich nicht der späte Chronotyp an sich sondern vielmehr der SJL bei diesen Probanden das Risiko chronischer Erkrankungen erhöht (19,45).

### **5.2.2. Sozialer Jetlag und Schlafdefizit**

Es konnte gezeigt werden, dass das Schlafdefizit größer war, je höher der SJL der Probanden ausgeprägt war. Die Beobachtung, dass Schlafdefizit und SJL oft gemeinsam auftreten, bestätigt den ersten Teil der Nebenhypothese 1 (es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen SJL und Schlafdefizit) und begründet die parallele Untersuchung der beiden Variablen in dieser Monografie. Außerdem wird die bestehende Kontroverse um das Konzept und die Berechnung des SJL in der Literatur betont. Es konnte in unserer Studie gezeigt werden, dass das Schlafdefizit eng mit dem SJL verbunden und daher nicht eindeutig ist, welches Phänomen der SJL in der ursprünglichen Berechnungsform reflektiert.

In unserer Studie war die Diskrepanz zwischen Schlafdauer an freien und Arbeitstagen wie bei Roenneberg et al (2012) (20) am größten in der jüngsten Altersgruppe der 18-30-jährigen, während die älteste Altersgruppe den geringsten Unterschied der Schlafdauer zwischen freien und Arbeitstagen hatte. Dies spricht dafür, dass Probanden mit spätem Chronotyp und hohem SJL, also vor allem jüngere Probanden, auch ein höheres Schlafdefizit unter der Arbeitswoche entwickeln, das am Wochenende durch längeres Schlafen kompensiert wird (11,18–20). Dies konnte in unserer Studie so repliziert werden. 42% unserer Probanden hatten ein Schlafdefizit über zwei Stunden und knapp 36% der Probanden schliefen weniger als 7 Stunden in der Nacht. Probanden wachten tendenziell umso später auf an freien Tagen, desto höher das Schlafdefizit war. Diese Zahlen lassen sich vergleichen mit Deutschlands Allgemeinbevölkerung, die laut den von RAND Europe zusammengetragenen Daten zu 30% ebenfalls weniger als 7 Stunden pro Nacht schlief, obwohl durchschnittlich 7 bis 8 Stunden Schlaf empfohlen werden (117).

### **5.3. Geographische Verbreitung des Sozialen Jetlags (Urbanität)**

Ergebnisse der Forschung weisen darauf hin, dass ein früher Chronotyp häufiger in ruralen Gebieten beobachtet wird, als in urbanen Regionen, wo ein späterer Chronotyp vermehrt anzutreffen ist (118–120). In unserer Studie konnte eine schwache und positive Korrelation des

SJL mit dem Urbanitätsindex detektiert werden. Das heißt, dass Probanden, die urbaner aufgewachsen waren, unter einem höheren SJL litten, als Teilnehmer, die die ersten 15 Lebensjahre in ruraleren Gebieten lebten. Auch bei der Gruppenaufteilung konnte ein schwach signifikanter Unterschied zu höheren durchschnittlichen SJL-Werten in der Stadt-Gruppe im Vergleich zur Land-Gruppe gezeigt werden. So kann die Nebenhypothese 4 (das Auftreten des SJL unterscheidet sich zwischen Personen, die in ländlicheren und Personen, die in städtischeren Gebieten aufwuchsen) in dieser Arbeit bestätigt werden. Bisher wurde nach unserem Wissen nur in einer anderen Studie die direkte Beziehung zwischen Urbanität und SJL zusätzlich zum Chronotyp mittels MCTQ-Fragebogen untersucht (25). Sowohl diese Studie als auch unsere Untersuchung zeigten einen positiven Zusammenhang zwischen SJL und Urbanität. Bei zunehmender Urbanisierung der Gesellschaft könnte daher generell ein Trend zu höherem SJL in der Bevölkerung erwartet werden. Aus diesem Grund könnte die Chronobiologie und auftretende zirkadiane Missverhältnisse wie der SJL mit daraus folgenden negativen gesundheitlichen Folgen insbesondere auf die Psyche zu einem relevanten Problem der heutigen Zeit werden, da die Bevölkerung zunehmend in größeren Städten angesiedelt ist (28).

Ergebnisse unserer Studie müssen aufgrund schwach ausgeprägter Signifikanz aber auch mit Vorsicht behandelt werden. Die gewählten Cut-offs für die Einteilung der Kategorien Stadt beziehungsweise Land basieren nicht auf einer klaren Einteilungsvorgabe und sind kritisierbar. Obwohl die Ergebnisse zunächst in Einklang mit der früheren Beobachtung von Carvalho et al. (25) erscheinen, muss einschränkend die ungleiche Stichprobenverteilung hinsichtlich des Wohnortes und die Erhebungsmethode betrachtet werden: Der hier verwendete Urbanitätsindex bezieht sich ausschließlich auf urbanes Aufwachsen der ersten 15 Lebensjahre und nimmt dabei keine Rücksicht auf den aktuellen Wohnort der Probanden. Carvalho et al. untersuchten dagegen vor allem Assoziationen zwischen SJL und aktuellem Wohnort (25). Dabei bestand deren Stichprobe aus einem relativ hohen Anteil einer ruralen Bevölkerung mit 42,3% und einem etwa gleich vertretenen Anteil einer städtischen Bevölkerung mit 57,7%, die jedoch nur in einer Kleinstadt rekrutiert wurde. Zwar wurde der aktuelle Wohnort auch in unserer Studie erhoben, doch spiegeln die Daten durch einen mit über 80% unverhältnismäßig hohen Anteil von Menschen, die in einer Großstadt wohnen, die überwiegend im Berliner Raum durchgeführte Rekrutierung wider. Aufgrund dieses Missverhältnisses wurde von Analysen zwischen SJL und aktuellem Wohnort abgesehen. Um Ergebnisse besser vergleichen zu können und noch aussagekräftiger zu machen, könnte man sich in Zukunft auf eine einheitliche Erhebungsmethode einigen (Fokus auf urbanes Aufwachsen oder den aktuellen Wohnort) und bei der Rekrutierung auf eine Gleichverteilung zwischen urbaner und ruraler Gruppe achten.

## **5.4. Psychische Folgen des Sozialen Jetlags**

Es wurde bei nahezu allen untersuchten Parametern ein Trend zum Auftreten negativer psychischer Konsequenzen bei höherem SJL der Probanden beobachtet. Bezüglich des Nikotinkonsums konnte gezeigt werden, dass Raucher dieser Stichprobe durchschnittlich einen signifikant höheren SJL hatten als Nichtraucher. Trotz beschriebener Trends kann die Haupthypothese (Zusammenhang zwischen SJL und dem Auftreten psychischer Konsequenzen) aufgrund fehlender Signifikanzen bei den meisten Parametern nicht klar bestätigt werden (siehe auch Tabelle 12 auf Seite 57). Bei mitlaufender getrennter Betrachtung des mit dem SJL zusammenhängenden Schlafdefizits konnten nur vereinzelt Zusammenhänge zu gesundheitlichen Folgen gefunden werden, weshalb über den zweiten Teil der Nebenhypothese 1 (Schlafdefizit und gesundheitliche Folgen) keine klare Aussage getroffen werden kann. Lediglich bei Betrachtung des Schlafdefizits und des PHQ9- und PSQI-Gesamtwertes sowie des BMI konnten schwach positive signifikante Ergebnisse gefunden werden.

Im Folgenden wird noch einmal detailliert auf die gefundenen Ergebnisse bezüglich der Haupthypothese eingegangen.

### **5.4.1. Stressempfinden**

Stress ist grundsätzlich ein ubiquitäres Phänomen und wird, wenn er chronisch und schwer beeinflussbar ist, als ein Faktor für die Entwicklung psychischer Beeinträchtigungen sowie somatischer Folgen verantwortlich gemacht (53). Jedoch ist das Konzept von Stress beziehungsweise dessen Erfassung nicht einheitlich. Eine Form der Feststellung von psychischem Stress ist der hier verwendete Fragebogen PSS. In unserer Stichprobe konnten die höchsten Stresswerte bei der jüngsten im Vergleich zur ältesten Altersgruppe festgestellt werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit Beobachtungen einer kürzlich erschienenen deutschen Validierungsstudie des PSS (121). Ergebnisse für Männer und Frauen werden in der Literatur inkonsistent beschrieben, jedoch zeigen Frauen meist ein höheres Maß an empfundenem Stress (121,122), was in unserer Stichprobe jedoch keine statistische Signifikanz erreichte.

Ergebnisse dieser Studie weisen tendenziell auf ein stärker ausgeprägtes Stressempfinden gemessen anhand des PSS bei höherem SJL hin. Diese Beobachtung erreichte jedoch keine statistische Signifikanz. In einer Studie mit Fibromyalgiepatienten von Kantermann et al. konnte eine Assoziation von spätem Chronotyp und erhöhten Stresswerten gefunden werden (123). Obwohl der SJL von Kantermann et al. nicht explizit erfasst wurde, kann vermutet werden, dass diese Probanden auch an einem größeren SJL leiden als Teilnehmer mit früheren Chronotypen. Allerdings hatten die Probanden einen deutlich höheren durchschnittlichen PSS-Wert mit 40,5

von 56 Maximalpunkten im PSS-14 im Gegensatz zum Mittelwert unserer gesunden Stichprobe mit 15 von 40 Maximalpunkten im PSS-10 (123). Dies könnte ein Hinweis dafür sein, dass ein Zusammenhang zwischen späten Chronotypen und vermutlich auch zwischen SJL und Stresserleben, erst statistische Signifikanz erreicht bei einem höheren Basislevel an Stress einer Stichprobe.

Stress verschiedensten Ursprungs ruft im menschlichen Körper bekanntermaßen unter anderem eine Aktivierung des neuroendokrinen Stresssystems über die HPA-Achse hervor, die in einer Sekretion des Stresshormons Kortisol resultiert (56). In Einklang damit konnten Rutters et al. bei Probanden mit einem SJL von mindestens zwei Stunden erhöhte Werte des über eine Zeitspanne von fünf Stunden gemessenen Stresshormons Kortisol im Serum feststellen (45). Es wird vermutet, dass die verschiedenen negativen gesundheitlichen Folgen, die auch in dieser Arbeit untersucht wurden, bei höherer Ausprägung des SJL unter anderem mit einer Aktivierung des neuroendokrinen Stresssystems über die HPA-Achse zusammenhängen könnten (45,53,58). Der SJL selbst könnte in diesem Sinne also ebenfalls als ein Stressor fungieren. Diese Vermutungen geben Hinweise darauf, dass eine Assoziation zwischen Stress und SJL möglicherweise auch durch ein endokrines Assessment festgestellt werden könnte und nicht nur durch einen psychometrischen Fragebogen wie den PSS unserer Phase II. Dabei ist auch wichtig zu beachten, dass die Wahrnehmung von Stress individuell sehr variabel sein kann (53) und die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Stresslevel durch ausschließliche Erfassung durch einen subjektiven Fragebogen wie in unserer Studie hierdurch einschränkt ist. Es muss erwähnt werden, dass ebenso unklar bleibt, ob der SJL die Stressvulnerabilität erhöht und somit Betroffene anfälliger für Stressoren macht oder selbst als Stressor fungiert. Den Zusammenhang zwischen SJL und erhöhtem Kortisol könnte man nur dann als Indikator für chronischen Stress verwenden, wenn es eine Längsschnittstudie wäre. Ansonsten kann man nur feststellen, dass SJL und das Hormon, das Stress anzeigt, vermehrt gleichzeitig auftreten.

Wir denken dennoch, dass dem Zusammenhang zwischen SJL und Stress eine Schlüsselrolle bei der Betrachtung von möglichen negativen Konsequenzen des SJL zukommt, obwohl in dieser Arbeit der Trend zwischen größerem SJL und erhöhtem Stressempfinden keine statistische Signifikanz erreichte. Dies führen wir vor allem auf die Erhebungsmethoden beider Parameter zurück, die aufgrund der beschriebenen Kontroverse um den SJL einerseits und die hohe Subjektivität des Stressempfindens und folglich schwere Erfassbarkeit des Stresszustandes eines Menschen andererseits nur begrenzt beide Aspekte objektivieren und vergleichbar machen können. Zur Objektivierung von chronischem Stress und zur Unterscheidung, ob ein SJL per se zu chronischem Stress führt oder eventuell nur zu einer erhöhten Stressvulnerabilität, könnte sich

die gleichzeitige Anwendung verschiedener Methoden empfehlen. Neben subjektiven Fragebögen und neuroendokriner Erfassung mittels einfacher Kortisolmessungen oder der Kortisolaufwachreaktion (CAR; cortisol awakening response), welche nach dem Aufwachen frühmorgens die Konzentration des Kortisols bei gesunden Menschen ansteigen lässt (124,125), könnte auch der etablierte Trierer Social Stress Test (TSST) zur Erfassung der Reaktion auf psychischen Stress (126) zur Anwendung kommen. Zusätzlich wäre es von hoher Relevanz diese Parameter in Längsschnittstudien zu testen, um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten.

#### **5.4.2. Depressivität**

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) sieht die Depression als eine der Hauptursachen für krankheitsbedingte Behinderung der industrialisierten Welt (127). Im Vergleich zu einer Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) (128) des Robert-Koch Instituts mit 7524 Probanden wurde in unserer Stichprobe ein etwas höherer Wert einer moderaten und schweren depressiven Symptomatik (PHQ9  $\geq$  10 Punkte) bei 15,5% versus 8,1% in der DEGS1-Studie gefunden. Es zeigte sich in der Häufigkeitsverteilung der PHQ9-Ergebnisse dennoch eine Linksverteilung unserer Stichprobe in den gesunden Bereich: Über die Hälfte unserer Probanden (51%) hatte keinerlei depressive Symptomatik. Frauen dieser Stichprobe zeigten wie auch in der DEGS1-Studie eine signifikant höhere Prävalenz als Männer in allen Altersgruppen. Bei uns konnte in der jüngsten Altersgruppe der 18-30-jährigen der höchste und bei den über 60-jährigen der niedrigste durchschnittliche Wert gefunden werden und diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den 18-29-jährigen bzw. der ältesten Altersgruppe der über 70-jährigen der DEGS1-Studie.

Probanden mit einem SJL von mindestens zwei Stunden hatten tendenziell etwas stärker ausgeprägte depressive Symptome als andere Teilnehmer unserer Studie. Im Gegensatz zu Levandovski et al., die signifikant höhere Depressionswerte bei eben diesen Probanden mit einem SJL von mindestens zwei Stunden fanden (70), konnte jedoch bei uns kein signifikanter Zusammenhang zwischen depressiven Symptomen und einem SJL gefunden werden. Eine jüngere Studie fand genau wie in unserer Untersuchung keinen statistisch höheren SJL bei Probanden mit psychischen Symptomen (129).

Viele Studien der letzten Jahre weisen der Chronobiologie, unter anderem dem späten Chronotyp und vor allem dem mit diesem verbundenen SJL, eine besondere Rolle in der Entwicklung der Erkrankung zu, jedoch sind die vielfältigen Zusammenhänge zwischen Schlaf, Depression und zirkadianer Rhythmik nicht bis zu jedem Detail geklärt (19,73). In unserer Studie konnte eine geringe Assoziation zwischen dem Schlafdefizit und depressiver Symptomatik gefunden werden, die jedoch aufgrund des kleinen positiven Korrelationskoeffizienten kaum Rückschlüsse zulässt



und zudem durch das bekannte Diagnosekriterium der Schlafstörungen bzw. -verkürzung bei der Depression (78,130) zu erwarten war.

Die kritische Betrachtung von früheren positiven Befunden erscheint vor dem Hintergrund bedeutsam, dass eine alleinige Erhebung depressiver Symptomatik mittels Fragebögen, die Fragen zu Einschlafproblemen, Tagesmüdigkeit und Konzentrationsfähigkeit einsetzen, sowohl bei einer Depression beeinträchtigt sein kann, als auch unabhängig vom Vorliegen einer Depression bei einem späten Chronotyp mit hohem SJL und damit einhergehendem Schlafmangel. In Betracht gezogen werden muss also die Möglichkeit, dass spätere Chronotypen mit hohem SJL in Fragebögen auch höhere Werte erzielen, aufgrund ihres akuten Schlafdefizits, das auch in unserer Studie bei späten Chronotypen mit hohem SJL vermehrt beschrieben wurde und nicht ausschließlich wegen einer Depression. Positive Ergebnisse früherer Studien könnten daher überschätzt worden sein, obwohl ein Zusammenhang aufgrund der Konsistenz der Befunde dennoch wahrscheinlich ist (73).

Betont werden muss, dass in unserer Studie aufgrund des Studiendesigns Probanden mit akuten schweren Depressionen unterrepräsentiert waren. Im Gegensatz zu der 12-Monats Prävalenz affektiver Störungen der Allgemeinbevölkerung von 12% laut Bundes-Gesundheitssurveys 1998 (BGS98) (131) gaben in unserer Studie nur 10,8% der Probanden insgesamt an, schon einmal an einer depressiven Störung gelitten zu haben und über die Hälfte der Probanden zeigten keine depressiven Symptome nach PHQ9-Gesamtwert. In einer Studie wurde eine Assoziation zwischen Chronotyp und depressiven Symptomen bei Patienten mit akuter Depression gefunden (132), nicht jedoch bei Probanden mit remittierender depressiver Störung. Eine weitere Studie fand auch keinen Zusammenhang zwischen SJL und Patienten mit remittierter Depression (133). Dies lässt vermuten, dass Zusammenhänge zwischen höherem SJL und depressiver Symptomatik erst stärker und deutlicher werden bei Probanden mit schwereren depressiven Einschränkungen als sie in unserer Kohorte zu finden waren und zum Teil daher möglicherweise keine signifikanten Ergebnisse erzielt wurden.

Von Bedeutung ist bei der Betrachtung von Assoziationen zwischen SJL und Depressionen ebenfalls, dass auch bei positiv gefundenem Zusammenhang in der Literatur bisher nicht geklärt ist, welche der beiden Variablen Ursache und Wirkung sein könnte und welche Faktoren als Mediatoren fungieren könnten. So kann bei einem gefundenen positiven Zusammenhang zwischen depressiver Symptomatik und zirkadianer Schlafstörung nicht unterschieden werden, ob depressive Patienten im Laufe ihrer Erkrankung einen gestörten zirkadianen Schlafrhythmus entwickeln oder ob dieser ursächlich an der Entstehung von depressiven Symptomen beteiligt ist. Der Effekt könnte laut Literatur zweiseitig sein (73): Erstens geht eine Depression oft mit einem

sozialen Rückzug einher und Betroffene verbringen so weniger Zeit im Sonnenlicht, wodurch ihr Chronotyp später wird. In diesem Sinne wurde beobachtet, dass depressive Patienten zu signifikant späteren Zeiten schlafen als gesunde Vergleichsgruppen (134). Zweitens könnte der SJL zu Schlafproblemen und schlechteren kognitiven Leistungen führen, die eine Depression bedingen (73). Es wäre jedoch bedeutsam, in zukünftigen Studien zwischen Ursache, Folge und mediiierenden Faktoren einer Assoziation unterscheiden zu können. Hier könnten zum Beispiel auch Längsschnittstudien durchgeführt werden, die die Dynamik zwischen zirkadianem Schlafrhythmus und der Depression genauer untersuchen und dabei vor allem darauf achten, ob sich der Chronotyp und die Größe des SJL im Verlauf einer Depression und einer Remission verändern oder nicht.

### **5.4.3. Schlafqualität**

Schlaf als ein wichtiger biologischer Prozess des Menschen hat Effekte auf das Verhalten, das psychische Befinden und die allgemeine Gesundheit (135). Im Vergleich zu einer größeren deutschen Studie, die den Schlaf an 2443 Universitätsstudenten mittels PSQI evaluierte, zeigte sich, dass bei dieser der Anteil an schlechten Schläfern mit 36,9% etwas höher war (136) als bei unserer Stichprobe mit 34,8% schlechten Schläfern.

Im Gegensatz zu drei früheren Studien (23,83,97) konnte in dieser Arbeit keine klare Beziehung zwischen SJL und Schlafqualität gefunden werden. Ein vermehrtes Schlafdefizit war geringfügig mit einer schlechteren Schlafqualität im PSQI-Gesamtwert assoziiert. Dieses Ergebnis ist aber aufgrund eines sehr geringen positiven Korrelationskoeffizienten mit Vorsicht zu betrachten, gerade vor dem Hintergrund, dass in den PSQI-Gesamtwert schon die Subkomponente der Schlafdauer miteinfließt und eine positive Korrelation daher zu erwarten war. In der Forschung erscheinen Assoziationen zwischen SJL und PSQI-Werten im Allgemeinen inkonsistent. In Einklang mit Beobachtungen unserer Erhebung fanden auch zwei kürzlich erschienene Studien in ihren Untersuchungen keine signifikanten Zusammenhänge zwischen SJL und PSQI-Gesamtwerten (45,137). Im Folgenden werden Ergebnisse unserer Studie bezüglich des SJL und PSQI kritisch mit den drei oben genannten Studien verglichen, die eine positive Assoziation zwischen den beiden Variablen beobachteten. Mit 65,2% gehörte die Mehrheit unserer Studienteilnehmer laut PSQI-Gesamtscore zu der Gruppe der guten Schläfer. Im Vergleich dazu gab es bei Önder et al. nur 33,7% gute Schläfer (83). Der Unterschied im PSQI-Durchschnittswert könnte daher ein Grund sein, dass im Rahmen unserer Arbeit im Gegensatz zu Erhebungen von Önder et al. mit höheren Durchschnittswerten des PSQI keine Assoziationen zum SJL gefunden wurden. Kritisch erwähnt werden kann, dass Polugrudov et al. in ihrer Studie

eine deutlich kleinere Stichprobe mit 62 Personen im Gegensatz zu unserem Sample der PSQI-Analyse von 626 Personen untersuchten (23), was zu unterschiedlichen Ergebnissen im Vergleich zu dieser Stichprobe führen kann. Außerdem fanden Polugrudov et al. nur signifikante Ergebnisse zwischen SJL und PSQI-Gesamtwert bei Frauen und nicht in der Gesamtauswertung (23), was die Aussagekraft der Beobachtungen weiter einschränkt. Wong et al. nutzten zum einen keinen Fragebogen, sondern die sogenannte Aktimetrie (siehe Punkt 5.5), um den SJL zu bestimmen. Zum anderen wiesen nur 6% der Probanden einen SJL über oder gleich einer Stunde auf bei einem durchschnittlichen SJL von 44 Minuten (97). Im Gegensatz dazu wurde in unserer Studie ein Fragebogen in Form des MCTQ zur Bestimmung des SJL verwendet und Teilnehmer zeigten zu 65% einen SJL über oder gleich einer Stunde bei einem mittleren SJL von 1,48 Stunden. Insgesamt kann also gesagt werden, dass aufgrund unterschiedlicher Studiendesigns, Stichprobenszusammensetzungen und Erhebungsmethoden bisherige Ergebnisse schwer miteinander vergleichbar sind.

#### **5.4.4. Substanzkonsum**

Trotz nachgewiesener Gesundheitsrisiken durch das Rauchen und einer immer größer werdenden Anti-Raucher Bewegung in der Bevölkerung, rauchten nach Untersuchungen des deutschen Ärzteblatts zwischen den Jahren 2016 und 2017 nach wie vor circa 28% der Deutschen (138). In unserer Stichprobe gab es im Vergleich dazu einen geringeren Anteil an Rauchern bei 20,9%. Wie schon in früherer Literatur beschrieben, rauchten auch hier vor allem jüngere Probanden (19). In dieser Studie konnten wir einen signifikant höheren SJL in der Gruppe der Raucher als der Nichtraucher finden. Dies deckt sich mit Ergebnissen aus bestehender Literatur (19,20). Die Haupthypothese dieser Arbeit kann somit in diesem Unterpunkt bestätigt werden und zeigt einen Unterschied zu dem nicht signifikanten Ergebnis beim Schlafdefizit. Somit konnte beobachtet werden, dass der SJL einen Einfluss auf schädlichen Substanzkonsum der Probanden hatte und ein Risikofaktor für Nikotinkonsum der Gesellschaft sein könnte.

Unsere Ergebnisse müssen trotz Signifikanz auch mit Vorsicht betrachtet werden. In weiteren Studien sollte unsere Beobachtung noch tiefergreifend analysiert werden, indem beispielsweise auch genauer betrachtet wird, auf welcher Ebene das Rauchen mit einem höheren SJL zusammenhängt, da hier noch Unklarheiten bestehen: So wird als mögliche Erklärung für eine Assoziation zwischen SJL und Nikotinkonsum angeführt, dass das Rauchen einen Coping-Versuch darstellen könnte mit den Herausforderungen eines höheren SJL umzugehen. Der SJL erzeugt wahrscheinlich Stress, welchen einige Individuen mittels Nikotinkonsum zu kompensieren versuchen (19,74). Jedoch ist der verbessernde Effekt dieses

Kompensationsversuchs nicht anhaltend und langfristig zeigten sich dosisabhängig vor allem negative Folgen des Nikotinkonsums auf die psychische Gesundheit (87,88,139). Der Beginn des Rauchens mit der die Aufmerksamkeit steigernden Wirkung wird in der Literatur als Reaktion auf kognitive Einbußen durch den SJL oder eine Depression angesehen (kurzfristig, Selbstmedikationshypothese) (74,140), jedoch vermutet man das Rauchen an sich längerfristig als Prädiktor für depressive Symptome durch neuroregulatorische Mechanismen (141,142). Diese Beobachtungen könnten als Erklärung dafür dienen, warum eine Assoziation von psychischen Auffälligkeiten, Schlafstörungen und späten Chronotypen bei Wittmann et al. (2010) nur gefunden wurde, wenn diese Probanden aufgrund des hohen SJL gleichzeitig auch Nikotin konsumierten (74). Der Raucheranteil der Stichprobe von Wittmann et al. lag mit einem Anteil von 26,8% allerdings etwas höher als in unserer Stichprobe. Es wurde daraufhin die Hypothese aufgestellt, dass der SJL, depressive Symptome und das Auftreten von Schlafstörungen möglicherweise nicht direkt miteinander assoziiert sind, sondern durch den Nikotinkonsum mediiert werden und erst bei regelmäßigem Nikotinkonsum zutage treten (74). In Zukunft sollte daher untersucht werden, ob das Rauchen eher Ursache, Folge oder Mediatorrolle in der Assoziation zum SJL einnimmt, vor allem in Bezug auf weitere gesundheitliche Folgen. In unserer Studie konnte die Verbindung zwischen SJL, Raucheranteil und dem Auftreten depressiver Symptome aufgrund der fehlenden Signifikanz zwischen SJL und PHQ9-Werten nicht genauer analysiert werden. Es lässt sich jedoch vermuten, dass der relativ niedrige Raucheranteil unserer Stichprobe im Vergleich zur Gesamtbevölkerung und anderen Studien, als weiterer Erklärungsansatz für das Fehlen eines signifikanten Zusammenhangs zwischen depressiven Symptomen, Schlafqualität und SJL dienen könnte.

Obwohl die Mehrheit unserer Probanden einen Alkoholkonsum angaben, war die Menge an getrunkenem Alkohol im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung moderat: Im Jahr 2013 trank die deutsche Bevölkerung pro Kopf rund 9,7 l reinen Alkohol (110,143), wohingegen Probanden unserer Studie laut eigenen Angaben nur circa 2,7 l Alkohol pro Jahr tranken. Riskanter Alkoholkonsum ist als eine durchschnittliche, tägliche Trinkmenge von mehr als 10–12 g/ Tag beziehungsweise 20–24 g/ Tag (Frauen bzw. Männer) Reinalkohol definiert (144). Probanden unserer Stichprobe tranken durchschnittlich nur 7,27 g/ Tag. Männliche Probanden konsumierten 11,3 g/ Tag und weibliche Probanden 5,7 g/ Tag, womit in unserer Stichprobe insgesamt durchschnittlich kein riskanter Alkoholkonsum vorlag. Diese im Vergleich zur deutschen Allgemeinbevölkerung sehr geringe Menge an konsumiertem Alkohol könnte zum Teil erklären, warum entgegen der Erwartungen keine Assoziationen zum Schlafdefizit oder SJL festgestellt werden konnten. Es muss allerdings die Erhebungsmethode des Alkoholkonsums in dieser

Studie kritisch erwähnt werden, die alleine auf einer Selbsteinschätzung der Probanden beruhte und dann mittels grober Schätzungen anhand von Richtwerten in die Variable Alkohol in g/Tag umgerechnet wurde (110). Hierdurch entstanden Ungenauigkeiten und eine große Varianz der Werte, die unter anderem zu einer größeren Standardabweichung im Vergleich zum Mittelwert führten und Vergleiche mit anderen Studien einschränken.

#### **5.4.5. Übergewicht**

Im Jahr 2013 lag der durchschnittliche BMI der deutschen Bevölkerung bei 25,9 kg/m<sup>2</sup>. Insgesamt waren 52% der erwachsenen Bevölkerung, davon 62% der Männer und 43% der Frauen, übergewichtig (145). Dies wird gemessen anhand einer Einstufung der WHO, nach der Erwachsene mit einem BMI über oder gleich 25 kg/m<sup>2</sup> als übergewichtig bezeichnet werden (109). In dieser Stichprobe war der durchschnittliche BMI im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung deutlich geringer bei nur 23,6 kg/m<sup>2</sup>. Lediglich 26,2% hatten einen BMI im Bereich des Übergewichts. Männer hatten auch in unserer Kohorte einen signifikant höheren BMI als Frauen und der BMI wurde, wie in der Literatur beschrieben, höher mit steigendem Alter (20).

Tendenziell zeigte sich in unserer Studie durchschnittlich ein höherer SJL bei den übergewichtigen Teilnehmern (BMI  $\geq$  25) als bei den Normalgewichtigen. Dies deckt sich mit der Beobachtung jüngerer Studien, in denen diskutiert wurde, dass eine Störung auf Ebene der zirkadianen Rhythmik, wie zum Beispiel durch den SJL ausgelöst, möglicherweise zu metabolischen Dysfunktionen beiträgt (146–148). Diese führen dann zu einem erhöhten Risiko für die Entwicklung von Diabetes und kardiovaskulären Ereignissen (149,150). Wenn dies der Fall sein sollte, könnte der SJL mit seiner relativ hohen Prävalenz in der Bevölkerung (20) ein weiterer wichtiger Faktor für zunehmendes Übergewicht in der Gesellschaft der letzten Jahre sein (96). Dies steht in Einklang mit Studien, die schon ein Schlafdefizit als mögliche Teilursache und alternativ ursächlichen Faktor neben verminderter körperlicher Aktivität und Ernährung für das Auftreten von Adipositas in der Gesellschaft vermuten (151,152). Auch Wong et al. fanden eine Assoziation des Schlafdefizits zu metabolischen Risikofaktoren (97). In unserer Studie konnte ebenfalls eine positive Assoziation zwischen Schlafdefizit und BMI gefunden werden, die allerdings einen geringen signifikanten Korrelationskoeffizienten hatte.

Trotz der beschriebenen deskriptiv höheren SJL-Werte der übergewichtigen im Vergleich zu den normalgewichtigen Teilnehmern in jeder Altersgruppe in unserer Studie, erreichte diese Tendenz keine statistische Signifikanz, im Gegensatz zu Ergebnissen jüngster Studien (20,96,97). Als ein Erklärungsansatz für diesen Unterschied muss erwähnt werden, dass Roenneberg et al. (2012)

zum einen mit einer deutlich größeren Stichprobe von 65.000 Probanden arbeiteten als wir, und zum anderen eine Assoziation zwischen BMI und SJL nur in der Gruppe der bereits übergewichtigen Probanden fanden (20). Vor diesem Hintergrund und der Feststellung, dass in unserer Studie Übergewichtige deutlich unterrepräsentiert waren, könnte die fehlende statistische Signifikanz des Zusammenhangs zwischen SJL und BMI in unserer Stichprobe erklärt werden. Ähnliches wird mit gleicher Begründung in einer anderen Studie berichtet, in der ebenfalls keine signifikanten Assoziationen von SJL und höherem BMI gefunden wurden. Allerdings konnten Rutters et al. zeigen, dass Probanden mit mindestens zwei Stunden SJL weniger sportlich aktiv waren und höhere Kortisolwerte hatten als Teilnehmer mit einem SJL unter oder gleich einer Stunde. Die Autoren schlussfolgerten, dass der SJL unabhängig vom BMI unter anderem durch das Hervorrufen einer neuroendokrinen Stressreaktion dennoch assoziiert ist mit einem endokrinen und auch verhaltensbezogenen Risikoprofil für die Entwicklung metabolischer Folgen (45). Ähnliches fanden Parsons et al., die neben einer positiven Assoziation des SJL zum BMI auch eine Verbindung eines SJL von mindestens zwei Stunden zu erhöhten Biomarkern metabolischer Erkrankungen beobachteten. Die Autoren vermuten, dass der Schwellenwert eines SJL von mindestens zwei Stunden für die Entwicklung von negativen Folgen verantwortlich sein könnte (96). Wong et al. beobachteten erhöhte Insulinwerte, BMI, Triglyzeride und einen größeren Hüftumfang bei Probanden mit SJL im Vergleich zu Teilnehmern ohne SJL (97).

### **5.5. Schlafdefizitkorrigierte Form des Sozialen Jetlags**

Aufgrund der bestehenden Kontroverse um das Konzept des SJL, wurde in dieser Arbeit zusätzlich eine alternative Form der Berechnung des SJL durchgeführt. Wie schon in der Einleitung erwähnt, wird in einem aktuellen Paper von Jankowski et al. (2017) die Problematik behandelt, dass der SJL in der Form wie er von Roenneberg et al. (2) berechnet wird, zwei miteinander verwandte Phänomene umfasst, die jedoch möglicherweise zu unterscheiden sind (22). Dies ist zum einen eine Verschiebung des Schlafzeitings zwischen freien und Arbeitstagen (SJL) und zum anderen ein über die Woche akkumuliertes Schlafdefizit. Aus diesem Grund wurden in dieser Studie neben dem SJL auch Assoziationen des Schlafdefizits und psychischen Parametern untersucht und zusätzlich die von Jankowski et al. postulierte, um das Schlafdefizit korrigierte Form des  $SJL_{sc}$  in drei Formen je nach Schlafverhalten unterteilt, berechnet. In unserer Stichprobe von 1308 Probanden gehörten 81% der Probanden der ersten Form (Probanden, die an freien Tagen länger oder gleich lang schlafen und später oder zum gleichen Zeitpunkt einschlafen als an Arbeitstagen) an, 15% der zweiten (Teilnehmer, die an Arbeitstagen länger schlafen und früher oder zur gleichen Zeit einschlafen als an freien Tagen) und 4% der

dritten (Personen, die keines der Kriterien für die ersten beiden Gruppen erfüllen). Im Vergleich dazu unternahm Jankowski et al. diese Unterteilung an nur 412 Leuten; dabei waren 74% in der ersten Form, 14% in der zweiten und 12% in der dritten (22). Es konnte gezeigt werden, dass die verschiedenen Formen unserer Stichprobe annähernd gleich verteilt waren wie bei Jankowski et al. (2017). Ebenso verschwand in dieser Stichprobe der positive Zusammenhang zwischen SJL und Schlafdefizit nach Berechnung der neuen Form des  $SJL_{sc}$ , weshalb der erste Teil der Nebenhypothese 5 (der positive Zusammenhang zwischen SJL und Schlafdefizit ist nicht mehr nachweisbar bei Berechnung mit der neuen Form des SJL) bestätigt werden kann. Über den zweiten Teil, der besagt, dass Zusammenhänge zwischen SJL und gesundheitlichen Folgen der Haupthypothese bei Betrachtung der neuen Form des SJL geringer werden oder verschwinden, kann jedoch keine klare Aussage getroffen werden. Es ergeben sich in dieser Arbeit Hinweise, dass der SJL unabhängig vom Schlafdefizit eine Auswirkung auf einen vermehrten Raucheranteil hat, da sich auch nach Korrektur zum  $SJL_{sc}$  dieses Ergebnis bestätigen ließ, während zwischen Schlafdefizit und Nikotinkonsum alleine keine Assoziation festgestellt werden konnte. Dies spricht dafür, dass der Einfluss eines höheren SJL auf den Substanzkonsum nicht auf das Schlafdefizit der Probanden zurückgeführt werden kann, sondern der SJL alleine für das erhöhte Risiko des Nikotinkonsums verantwortlich gemacht werden kann. Da mit Ausnahme des Nikotinkonsums bereits zwischen ursprünglicher Form des SJL und untersuchten psychischen Folgen keine signifikanten Ergebnisse gefunden werden konnten, kann ein postuliertes Verschwinden jener nach Korrektur zum  $SJL_{sc}$  nicht klar beurteilt werden. Somit erscheint der schlafdefizitkorrigierte Ansatz des SJL von Jankowski et al. eventuell nicht optimal, um Assoziationen zwischen SJL und psychischen Konsequenzen ergänzend zur ursprünglichen Form des SJL nach Roenneberg et al. (2003) zu untersuchen.

## **5.6. Konzept des Sozialen Jetlags**

Mit Blick auf die bestehende Literatur und Ergebnisse dieser Arbeit bleibt die Frage nach einer Berechnungsmethode des SJL, die möglichst akkurat zirkadiane Missverhältnisse erfasst, ohne durch soziale Erfordernisse oder ein akkumuliertes Schlafdefizit verfälscht zu werden. Aufgrund von dieser Unklarheit kann als wichtige Limitation dieser Studie das Konzept des SJL an sich angesehen werden. Wie von Jankowski et al. (22) betont, scheint dieses noch nicht ausgereift im Hinblick darauf, was der SJL darstellen und reflektieren soll, ob dieser vom Schlafdefizit abgegrenzt werden sollte und wie dieser optimal bestimmt werden könnte. Unterschiede zwischen SJL und Schlafdefizit ergaben sich in dieser Studie bei der Betrachtung des signifikant erhöhten Raucheranteils bei stärker ausgeprägtem SJL, der keine Assoziation zum Schlafdefizit

hatte. Es zeigten sich beim SJL lediglich nicht signifikante Trends zu vermehrt auftretenden psychischen Einschränkungen, wohingegen zwischen Schlafdefizit und BMI, PSQI und PHQ9 signifikante Assoziationen detektiert werden konnten, wobei die beiden letzten Zusammenhänge zu erwarten gewesen waren. Ob negative Folgen eines SJL eher Folge des damit zusammenhängendem Schlafdefizit sein könnten, kann im Rahmen dieser Arbeit aufgrund dieser Ergebnisse nicht beantwortet werden.

In der Literatur wird von den Entwicklern des SJL Konzepts einerseits oft kein Unterschied zwischen beiden Phänomenen, SJL und Schlafdefizit, gesetzt, sondern vielmehr das Schlafdefizit als eine Konsequenz und Teil des SJL angesehen (18). Andererseits werden von diesen an anderer Stelle beide Phänomene getrennt voneinander betrachtet und erwähnt, dass gesundheitliche Auswirkungen sowohl Folge eines zirkadianen Missverhältnis als auch eines Schlafdefizits sein können, die jedoch oft gemeinsam auftraten (24). Jankowski et al. (2017) nahmen eine Trennung des SJL vom Schlafdefizit in einer korrigierten Berechnungsform des SJL vor. Nach Überprüfung dieser neuen Methode in unseren Berechnungen, sehen wir auch hier keinen besseren Ansatz, um Zusammenhänge zwischen SJL und psychischen Folgen zu untersuchen. Es muss geklärt werden, ob das Schlafdefizit als Teil des SJL erwünscht ist beziehungsweise zwangsläufig dazugehören sollte oder nicht. Zudem besteht die Frage, ob der Chronotyp und SJL an freien Tagen wie bei Roenneberg et al. (2003) tatsächlich optimal erfasst werden können, oder ob hier soziale Faktoren und die Nachwirkungen einer Schlafverschiebung während der Arbeitswoche weiterhin den eigentlichen Schlaf/- Wach Rhythmus nach der inneren Uhr verfälschen und der Körper wie bei einem transienten Jetlag ebenso länger als ein Wochenende braucht, um sich wieder dem körpereigenen Rhythmus anzupassen (153). So stellt sich die kritische Frage, ob Schlafzeiten an freien Tagen tatsächlich isoliert von Einflüssen der vorangegangenen Arbeitswoche und sozialen Erfordernissen als Maß für die innere Uhr betrachtet werden können und der SJL mit dieser ursprünglichen Berechnungsgrundlage das gewünschte Phänomen akkurat erfassen kann (154). Insgesamt ist der SJL ein vergleichsweise jüngerer Forschungsgegenstand, weshalb bisher offensichtlich noch kontroverse Diskussionen um eine einheitliche Definition sowie Berechnungsmethode vorherrschen. Die optimale und akkurate Erfassung der inneren Uhr und zirkadianen Missverhältnissen stellt weiterhin eine Herausforderung dar. Daraus ergibt sich unserer Meinung nach, dass es weiterer Forschung bedarf, in welcher zunächst vor allem die Kontroverse um das Konzept des SJL einheitlich geklärt werden sollte. Grundsätzlich sehen wir das Konzept des SJL dennoch als relevanten und vielversprechenden Ansatz an, um die Entwicklung und Prävention von chronischem Stress und psychischen Einschränkungen besser verstehen und begegnen zu können. Dies ist von



besonderer Bedeutung, da vor allem junge Menschen von einem SJL betroffen sind, der weitreichende Konsequenzen auf das zukünftige Berufs- und Privatleben haben könnte. Es existieren bereits alternative Berechnungsvorschläge des SJL neben der ursprünglichen Variante von Roenneberg et al. (2003). Außer der Berechnungsform von Jankowski et al. (22), die in dieser Arbeit näher betrachtet wurde, wurde kürzlich eine weitere Möglichkeit vorgestellt, die unserer Meinung nach einen vielversprechenden Ansatz zeigt. Grundlage dieser neuen Methode ist die Berechnung des Chronotyps und eines SJL anhand Schlaf-/ Wachzeiten eines imaginären perfekten Tages (153,154). Wir sehen in dieser Berechnungsmethode des SJL eine Möglichkeit, die Diskussion über die Verfälschung des ursprünglichen SJL (19) durch das Schlafdefizit zu lösen, da an einem imaginären perfekten Tag keine tatsächlichen Schlafzeiten erfasst werden. Zudem könnte die innere Uhr und zirkadiane Missverhältnisse wie der SJL akkurater bestimmt werden ohne die Beeinflussung durch Arbeitszeiten, soziale Ereignisse und Schlafzeiten der vorangegangenen Arbeitswoche und Fehleinschätzungen so minimiert werden (153). Groß et al. kombinieren in ihrem Ansatz die Information nach persönlicher Schlafpräferenz, wie bereits im MEQ erfasst, mit der Bestimmung von exakten Schlafzeiten, wie im MCTQ verwendet, und bieten so eine gut durchdachte Alternative zur Berechnung zirkadianer Schlafparameter.

### **5.7. Limitationen und Ausblick**

Es ergeben sich neben Fragebogenspezifischen Einschränkungen und der Kritik am Konzept des SJL auch zahlreiche allgemeinere Limitationen dieser Studie, die im Folgenden aufgeführt werden.

Zunächst kann die Zusammensetzung unserer Stichprobe in Hinblick auf deren Repräsentativität vor allem aufgrund der ungleichen Verteilung bezüglich des Lebensortes durch überwiegende Rekrutierung im urbanen Raum und bezüglich der Bildungsvariablen kritisiert werden. Unsere Stichprobe bestand im Vergleich zur deutschen Allgemeinbevölkerung aus einem sehr hohen Anteil an Akademikern. So zeigte sich bei Betrachtung der beiden Bildungsvariablen (aktuelle Tätigkeit und höchster Bildungsabschluss), dass in dieser Studie 24% der Teilnehmer Studierende waren. 80% hatten einen Hochschulabschluss oder Abitur und lediglich 0,9% einen Hauptschulabschluss. Im Gegensatz dazu hatten im Jahr 2015 in Deutschland laut Daten vom statistischen Bundesamt nur knapp 15% einen Bachelor- bzw. Master- oder Diplom-Abschluss einer Universität und 48,5% dagegen eine Berufsausbildung. Nur 30% der Bevölkerung hatte ein Abitur, 33% dagegen aber einen Hauptschulabschluss (155).

Es fällt auf, dass die Verteilungen der in dieser Studie erhobenen gesundheitlichen Parameter eher rechtsschief waren. Teilnehmer wiesen folglich keine erheblichen gesundheitlichen

Einschränkungen oder Risikofaktoren auf. Es ergaben sich vermehrt Hinweise, dass Assoziationen zwischen SJL und anderen Parametern erst zutage treten bei höherer Ausprägung der in den einzelnen Fragebögen abgefragten Gesundheitsparameter (20,74,83,123,133). Ein Studiendesign mit einer anders zusammengesetzten Stichprobe hinsichtlich eines höheren Ausprägungsgrads gesundheitlicher Parameter scheint aus diesem Grund ergänzend notwendig, um Fragestellungen dieser Arbeit besser untersuchen und beurteilen zu können.

Wichtig ist es außerdem, die Untersuchungsmethoden dieser Studie kritisch zu beleuchten. Hervorzuheben ist hierbei, dass die eingesetzten Fragebögen ausschließlich auf einer subjektiven Selbsteinschätzung der Teilnehmer basieren, dadurch wenig objektivierbar sind und Ergebnisse so verzerrt werden könnten. Weitere Studien sind daher notwendig, um Assoziationen zwischen SJL und Gesundheitsparametern zusätzlich mit validen objektiven Methoden zu untersuchen: So wurde der SJL in einer anderen jüngeren Studie nicht auf Grundlage der von Probanden angegebenen Schlafzeiten eines Fragebogens bestimmt, sondern mittels Aktimetrie, einem nichtinvasiven Verfahren zur Erfassung von Aktivitäts- und Ruhephasen. Dazu werden in festen Zeitintervallen die Bewegungen des Probanden über ein Messgerät am Handgelenk dokumentiert, die in der Auswertung einen zuverlässigen Rückschluss auf den Schlaf-Wach-Rhythmus der Personen durch Ermittlung von Aktivitätsschwerpunkten ermöglichen (156). Anders als bei Daten aus Fragebögen werden die erhobenen Daten hierbei nicht durch retrospektive Betrachtung der Versuchspersonen eingeschränkt, wodurch die Objektivität stärker gewährleistet wird (97). Oft wird zusätzlich dazu ein tagtäglich auszufüllendes Schlaftagebuch zur Erhebung der verschiedenen Schlafvariablen verwendet. Sowohl die Aktimetrie als auch das Schlaftagebuch ergänzen neben dem MCTQ auch Komponenten des PSQI zur Detektion von Schlafstörungen. Eine andere Möglichkeit zur Objektivierung des SJL ist eine Temperaturmessung am Handgelenk, die mittels täglicher Amplitudenschwankung ein sensibler Marker für den SJL zu sein scheint (23). Es könnte außerdem der Zeitpunkt der abendlichen Melatoninsekretion im Speichel gemessen werden, um zirkadiane Schlafphasen genauer einzuschätzen und Schlafvariablen daraus akkurater bestimmen zu können (157). Ähnlich kann die Erfassung der Gesundheitsvariablen dieser Studie stärker objektiviert werden. So sollte Stress beispielsweise auch mittels Kortisolmessungen erfasst werden (45). Das metabolische Syndrom könnte mittels verschiedener objektiver Werte beschrieben werden, wie zum Beispiel der Messung des Hüftumfangs, Biomarkern eines metabolischen Syndroms wie HDL, LDL und Triglyzeriden und glyciertem Hämoglobin, und endokrinen Faktoren wie Insulin und erneut Kortisol (96,97). Zum Zweck des Depressionsscreenings könnte ergänzend ein klinisches diagnostisches Interview durchgeführt werden, in dem neben standardisierten Fragebögen

individuell der Gemütszustand des Probanden eingeschätzt werden kann. Es muss bedacht werden, dass Ergebnisse bei ausschließlicher Verwendung eines Fragebogens nicht direkt auf Patienten mit manifester depressiver Störung übertragbar sind (73). Der PHQ9 dient lediglich als erstes Screeninginstrument, das durch die ausschließlich subjektive Einschätzung der Probanden eingeschränkt wird. Auch Ergebnisse früherer Studien basieren bisher oft auf subjektiven Assessments, kaum eine Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen Chronotyp, SJL und Depression mit intensiver psychiatrischer Diagnostik zur Fremdeinschätzung (73). Keller et al. betonen jedoch, dass viele Studien, die einen Zusammenhang bei Erwachsenen zwischen spätem Chronotyp und einer stärker ausgeprägten depressiven Symptomatik fanden, sich methodisch vor allem dadurch auszeichneten, dass die Diagnose der Probanden meist sowohl im klinischen Interview als auch mit standardisierten Fragebögen gesichert wurde (73). Dabei muss bedacht werden, dass depressive Patienten nach Becks klassischem Model der Depression oft eine veränderte Selbstwahrnehmung haben, wodurch Depressive oft eine negative und pessimistische Wahrnehmung ihres körperlichen und mentalen Zustands entwickeln. Dadurch könnte vor allem bei der Beantwortung von subjektiven Fragebögen durch Fehleinschätzungen zum einen eine geringere Objektivität entstehen und zum anderen das psychische Befinden schlechter angegeben werden als es tatsächlich ist (73,158). Dies hebt hervor, wie wichtig der zusätzliche Aspekt einer Fremdeinschätzung sein könnte.

Es muss außerdem beachtet werden, dass keine einheitlichen Cut-offs für Gruppierungen weder für den Chronotyp noch für den SJL oder das Schlafdefizit existieren. So wurde der SJL in dieser Studie analog zu den Subgruppen von Wittmann et al. (2006) in sechs Gruppen eingeteilt (19). Levandovski et al. betrachteten dagegen nur drei Gruppen mit den Cut-off Grenzen von < 2 Stunden; 2 bis 4 Stunden und über 4 Stunden (70). Rutters et al. wiederum wählten drei Gruppen mit anderen Grenzwerten von  $\leq 1$  Stunde; 1 bis 2 Stunden und über oder gleich 2 Stunden (45). Daher sind Ergebnisse schwer miteinander vergleichbar und für weitere Untersuchungen sollte man sich auf eine gemeinsame Gruppierungsmöglichkeit einigen oder ausschließlich die kontinuierlichen Variablen zur Analyse verwenden. Zudem ergaben sich in den gewählten SJL-Kategorien unserer Studie zum Teil erhebliche Unterschiede bezüglich der Probandenanzahl pro Gruppe, was die Aussagekraft von Ergebnissen aus Gruppenvergleichen weiter einschränkt. Basierend auf Studien, die Assoziationen zwischen SJL und gesundheitlichen Folgen ab einem Grenzwert von zwei Stunden SJL fanden (45,70,96) aber darüber hinaus bei zunehmendem SJL keine Unterschiede mehr detektierten, sollte eventuell in zukünftigen Studien zum SJL auch auf den Grenzwert ab zwei Stunden SJL fokussiert werden.

Es gibt bisher nicht viele Studien, die den SJL und Chronotyp mit dem MCTQ erfassen. Vor allem ältere Literatur basiert auf dem MEQ und ist daher nur begrenzt für Vergleiche mit dieser Studie verwendbar, insbesondere da der SJL nicht explizit erfasst wird, sondern nur der späte Chronotyp, mit dem der SJL lediglich eng zusammenhängt. Daher stellen gefundene Ergebnisse zu einer Assoziation zwischen späten Chronotypen und negativen Auswirkungen auf die Gesundheit nur einen Hinweis für den ebenso möglichen Zusammenhang mit dem SJL dar. Beispielsweise definierten die meisten Studien, die den Zusammenhang von depressiven Störungen und zirkadianer Rhythmik untersuchten, den Chronotyp und SJL mithilfe des subjektiven Scores des MEQ-Fragebogens als tägliche Präferenz für verschiedene Aktivitäten wie physische und intellektuelle Arbeit und nur wenige nutzten bisher den stärker objektivierbaren Fragebogen MCTQ (73). Einschränkungen ergeben sich, wenn man bedenkt, dass nur beim MEQ im Gegensatz zum MCTQ während des Ausfüllens ein genauer Rückschluss auf den eigenen Chronotyp zugelassen wird, da die MEQ-Items einen Vergleich der eigenen Angaben zur Norm implizieren. Der MCTQ dagegen fragt ausschließlich nach exakten Uhrzeiten, weshalb ein Rückschluss erschwert ist (73). Weitere Studien sind notwendig, die den SJL mittels MCTQ erheben und den direkten Zusammenhang zwischen diesem und möglichen Folgen untersuchen, um direkte Schlussfolgerungen ableiten zu können.

Die Berechnungsform des Schlafdefizits erscheint nicht optimal, da sie abhängig von der durchschnittlichen wöchentlichen Schlafdauer ist. Diese wird berechnet unter der Annahme, dass ein Schlafdefizit unter der Woche am Wochenende durch längeres Schlafen ausgeglichen wird, weshalb zum Ende einer Woche kein Schlafdefizit und keine interindividuellen Unterschiede in der Schlafquantität mehr bestehen würden. Eventuell sollte hier eine alternative Möglichkeit einer einfacheren Formel gefunden werden wie zum Beispiel von Rutters et al., die das Schlafdefizit aus der Differenz der Schlafdauer an Arbeitstagen und der an freien Tagen berechnen (45).

Insgesamt muss beachtet werden, dass alle gefundenen signifikanten Assoziationen in Korrelationsberechnungen und Gruppenvergleichen nur Hinweise darstellen und nicht als kausale Zusammenhänge gewertet werden dürfen. Hier bedarf es weiterer confirmatorischer Studien.

## **5.8. Fazit**

Bei Detektion eines positiven Zusammenhangs zwischen SJL und dem Auftreten negativer psychischer Auswirkungen, die mehrheitlich stressassoziiert scheinen (49,50,52,54), könnte eine Reduktion des SJL ein wichtiger Schritt sein, um chronisches Stresserleben einzudämmen, das

Verständnis für den Konsum von Nikotin und Alkohol zu stärken und das Auftreten von Depressionen, Adipositas und Schlafproblemen zu beeinflussen, um damit Behandlungs- sowie Präventionsstrategien abzuleiten. SJL-assoziiertes Stress und die Diskussion über die individuell richtigen Arbeits-, Schul- oder Vorlesungszeiten könnten einen weitreichenden Einfluss auf zukünftige Arbeitsverhältnisse haben.

In dieser Studie wurden potentielle Zusammenhänge zwischen einem SJL und negativen stressassoziierten gesundheitlichen Folgen insbesondere auf psychischer Ebene untersucht. Im Detail wurde dabei das subjektive Stressempfinden, depressive Symptomatik, Schlafqualität, Substanzkonsum sowie der BMI näher betrachtet. Wir haben positive Assoziationen zwischen SJL und den untersuchten psychischen Parametern erwartet. In Zusammenschau unserer Ergebnisse zeigten sich mehrheitlich positive Trends zwischen höherem SJL und dem Auftreten von psychischen Einschränkungen jedoch ohne statistische Signifikanz. Lediglich in Bezug auf den Raucheranteil konnte ein solcher Zusammenhang statistisch belegt werden. Daraus ergibt sich, dass unsere Studie Hinweise eines Einflusses des SJL auf die psychische Gesundheit zeigte, jedoch bei vielen der untersuchten Auswirkungen aufgrund fehlender statistischer Signifikanz nicht auf klare Zusammenhänge schließen ließ. Grundsätzlich denken wir, dass es deutliche Gemeinsamkeiten zur Forschung bezüglich psychischer Beeinträchtigungen durch chronischen Stress bei Schichtarbeitern gibt. In der seit längerem existierenden Forschung zu Folgen der Schichtarbeit wird lediglich eine Extremform einer Verschiebung des Schlaf-/Wachrhythmus an einer relativ kleinen Gruppe der Bevölkerung beleuchtet. Das Konzept des SJL ermöglicht dagegen die Erforschung der Auswirkungen einer Diskrepanz zwischen tatsächlichen Schlaf-/Wachzeiten und der inneren Uhr, also einer abgeschwächten Form einer Verschiebung des Schlaf-/Wachrhythmus, an einer großen Gruppe der Allgemeinbevölkerung in vielen verschiedenen Berufsgruppen. Daher sprechen wir dem Konzept des SJL eine große Bedeutung für zukünftige Forschungsarbeiten mit hoher klinischer Relevanz zu. Wir glauben auch, dass der SJL in den nächsten Jahren durch die Bevölkerungsentwicklung im Sinne eines steigenden Trends zum Leben in den Städten vor allem bei jungen Menschen immer bedeutsamer werden wird. Eine Weiterentwicklung des Konzeptes des SJL, eine einheitliche und optimale Berechnungsmethode zur akkuraten Erfassung zirkadianer Missverhältnisse, sowie eine Vertiefung der möglichen Schlüsselrolle von Stress und SJL auf negative psychische Folgen sollten dabei als Grundlage zukünftiger Forschungsarbeiten fest etabliert werden.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Dimitrov A, Veer Ilya M, Kleeblatt J, Seyfarth F, Roenneberg T, Ising M, Uhr M, Keck ME, Kramer A, Berger M, von Koch L, Walter H, and Adli M. Chronotype is associated with psychological well-being depending on the composition of the study sample. *J Health Psychol.* 2018 Jan;1359105317751618.
2. Roenneberg T, Wirz-Justice A, and Mellow M. Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *J Biol Rhythm.* 2003/02/06. 2003;18(1):80–90.
3. Adan A, Archer SN, Hidalgo MP, Di Milia L, Natale V, and Randler C. Circadian typology: a comprehensive review. *Chronobiol Int.* 2012/09/26. 2012;29(9):1153–75.
4. Siwicki KK, Eastman C, Petersen G, Rosbash M, and Hall JC. Antibodies to the period gene product of *Drosophila* reveal diverse tissue distribution and rhythmic changes in the visual system. *Neuron.* 1988 Apr;1(2):141–50.
5. Bargiello TA, Jackson FR, and Young MW. Restoration of circadian behavioural rhythms by gene transfer in *Drosophila*. *Nature.* 312(5996):752–4.
6. Roenneberg T, Kumar CJ, and Mellow M. The human circadian clock entrains to sun time. *Curr Biol.* 2007/01/24. 2007;17(2):R44-5.
7. Roenneberg T, Kantermann T, Juda M, Vetter C, and Allebrandt K V. Light and the human circadian clock. *Handb Exp Pharmacol.* 2013/04/23. 2013;(217):311–31.
8. Roenneberg T, and Foster RG. Twilight times: light and the circadian system. *Photochem Photobiol.* 1998/01/10. 1997;66(5):549–61.
9. Roenneberg T, Daan S, and Mellow M. The art of entrainment. *J Biol Rhythm.* 2003/06/28. 2003;18(3):183–94.
10. Roenneberg T, Kuehnle T, Pramstaller PP, Ricken J, Havel M, Guth A, and Mellow M. A marker for the end of adolescence. *Curr Biol.* 2004/12/29. 2004;14(24):R1038-9.
11. Roenneberg T, Kuehnle T, Juda M, Kantermann T, Allebrandt K, Gordijn M, and Mellow M. Epidemiology of the human circadian clock. *Sleep Med Rev.* 2007/10/16. 2007;11(6):429–38.
12. Paine SJ, Gander PH, and Travier N. The epidemiology of morningness/eveningness: influence of age, gender, ethnicity, and socioeconomic factors in adults (30-49 years). *J Biol Rhythm.* 2006/02/08. 2006;21(1):68–76.
13. Natale V, Adan A, and Fabbri M. Season of birth, gender, and social-cultural effects on sleep timing preferences in humans. *Sleep.* 2009/03/20. 2009;32(3):423–6.
14. Roenneberg T, and Mellow M. Entrainment of the human circadian clock. *Cold Spring*

- Harb Symp Quant Biol. 2008/04/19. 2007;72:293–9.
15. Gau SF, and Soong WT. The transition of sleep-wake patterns in early adolescence. *Sleep*. 2003/07/05. 2003;26(4):449–54.
  16. Horne JA, and Ostberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol*. 1976/01/01. 1976;4(2):97–110.
  17. Zavada A, Gordijn MC, Beersma DG, Daan S, and Roenneberg T. Comparison of the Munich Chronotype Questionnaire with the Horne-Ostberg's Morningness-Eveningness Score. *Chronobiol Int*. 2005/07/19. 2005;22(2):267–78.
  18. Foster RG, Peirson SN, Wulff K, Winnebeck E, Vetter C, and Roenneberg T. Sleep and circadian rhythm disruption in social jetlag and mental illness. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2013/08/01. 2013;119:325–46.
  19. Wittmann M, Dinich J, Mellow M, and Roenneberg T. Social jetlag: misalignment of biological and social time. *Chronobiol Int*. 2006/05/12. 2006;23(1–2):497–509.
  20. Roenneberg T, Allebrandt K V, Mellow M, and Vetter C. Social jetlag and obesity. *Curr Biol*. 2012/05/15. 2012;22(10):939–43.
  21. Wyatt JK, Ritz-De Cecco A, Czeisler CA, and Dijk DJ. Circadian temperature and melatonin rhythms, sleep, and neurobehavioral function in humans living on a 20-h day. *Am J Physiol*. 1999/10/12. 1999;277(4 Pt 2):R1152-63.
  22. Jankowski KS. Social jet lag: Sleep-corrected formula. *Chronobiol Int*. 2017/03/21. 2017;34(4):531–5.
  23. Polugrudov AS, Panev AS, Smirnov VV, Paderin NM, Borisenkov MF, and Popov SV. Wrist temperature and cortisol awakening response in humans with social jetlag in the North Wrist temperature and cortisol awakening response in humans with social jetlag. *Chronobiol Int*. 2016;33(7):802–9.
  24. Roenneberg T, and Mellow M. The circadian clock and human health. *Curr Biol*. 2016;26(10):R432–43.
  25. Carvalho F, Hidalgo M, and Levandovski R. Differences in circadian patterns between rural and urban populations: an epidemiological study in countryside. *Chronobiol Int*. 2014 Apr 7;31(3):442–9.
  26. Martin J, Hébert M, Ledoux É, Gaudreault M, and Laberge L. Relationship of Chronotype to Sleep, Light Exposure, and Work-Related Fatigue in Student Workers. *Chronobiol Int*. 2012 Apr 6;29(3):295–304.
  27. Roenneberg T, Hut R, Daan S, and Mellow M. Entrainment concepts revisited. *J Biol*

- Rhythms. 2010 Oct;25(5):329–39.
28. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). S. Spacapan, & S. Oskamp (Eds.), *The Social Psychology of Health*. Newbury Park, UK: Sage.
  29. Chelminski I, Ferraro FR, Petros T V, and Plaud JJ. An analysis of the ‘eveningness-morningness’ dimension in ‘depressive’ college students. *J Affect Disord*. 1999/06/05. 1999;52(1–3):19–29.
  30. Giannotti F, Cortesi F, Sebastiani T, and Ottaviano S. Circadian preference, sleep and daytime behaviour in adolescence. *J Sleep Res*. 2002/09/11. 2002;11(3):191–9.
  31. Wang JL. Rural-urban differences in the prevalence of major depression and associated impairment. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*. 2004 Jan 1;39(1):19–25.
  32. Peen J, Schoevers RA, Beekman AT, and Dekker J. The current status of urban-rural differences in psychiatric disorders. *Acta Psychiatr Scand*. 2010 Feb;121(2):84–93.
  33. Doran SM, Van Dongen HP, and Dinges DF. Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability. *Arch Ital Biol*. 2001 Apr;139(3):253–67.
  34. Lo J, Groeger J, Cheng G, Dijk D, and Chee M. Self-reported sleep duration and cognitive performance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med*. 2016;17:87–98.
  35. Barger L, Cade B, Ayas N, Cronin J, Rosner B, Speizer F, Czeisler C, and Harvard Work Hours, Health and Safety Group. Extended work shifts and the risk of motor vehicle crashes among interns. *N Engl J Med*. 2005 Jan 13;352(2):125–34.
  36. Gomes A, Tavares J, and de Azevedo M. Sleep and Academic Performance in Undergraduates: A Multi-measure, Multi-predictor Approach. *Chronobiol Int*. 2011;28(9):786–801.
  37. Khan M, and Aouad R. The Effects of Insomnia and Sleep Loss on Cardiovascular Disease. *Sleep Med Clin*. 2017 Jun;12(2):167–77.
  38. Regestein Q, Natarajan V, Pavlova M, Kawasaki S, Gleason R, and Koff E. Sleep debt and depression in female college students. *Psychiatry Res*. 2010 Mar 30;176(1):34–9.
  39. Kecklund G, and Axelsson J. Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ*. 2016 Nov 1;i5210.
  40. Irwin M. Why sleep is important for health: a psychoneuroimmunology perspective. *Annu Rev Psychol*. 2015 Jan 3;66(1):143–72.
  41. Wang XS, Armstrong MEG, Cairns BJ, Key TJ, and Travis RC. Shift work and chronic



- disease: the epidemiological evidence. *Occup Med (Lond)*. 2011 Mar 1;61(2):78–89.
42. Gan Y, Yang C, Tong X, Sun H, Cong Y, Yin X, Li, Cao S, Dong X, Gong Y, Shi O, Deng J, Bi H, and Lu Z. Shift work and diabetes mellitus: a meta-analysis of observational studies. *Occup Environ Med*. 2015 Jan;72(1):72–8.
  43. Vyas M V., Garg AX, Iansavichus A V., Costella J, Donner A, Laugsand LE, Janszky I, Mrkobrada M, Parraga G, and Hackam DG. Shift work and vascular events: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2012 Jul 26;345(jul26 1):e4800–e4800.
  44. Wilson Janet L. The impact of shift patterns on healthcare professionals. *J Nurs Manag*. 2002 Jul;10(4):211–9.
  45. Rutters F, Lemmens S, Adam T, Bremmer M, Elders P, Nijpels G, and Dekker J. Is Social Jetlag Associated with an Adverse Endocrine, Behavioral, and Cardiovascular Risk Profile? *J Biol Rhythms*. 2014 Oct;29(5):377–83.
  46. Wiegner L, Hange D, Björkelund C, and Ahlberg G. Prevalence of perceived stress and associations to symptoms of exhaustion, depression and anxiety in a working age population seeking primary care--an observational study. *BMC Fam Pract*. 2015 Mar 19;16:38.
  47. Hammen C. Stress and Depression. *Annu Rev Clin Psychol*. 2005 Apr;1(1):293–319.
  48. Matheny K, Curlette W, Aysan F, Herrington A, Gfroerer C, Thompson D, and Hamarat E. Coping Resources, Perceived Stress, and Life Satisfaction Among Turkish and American University Students. *Int J Stress Manag*. 2002;9(2):81–97.
  49. Burke HM, Davis MC, Otte C, and Mohr DC. Depression and cortisol responses to psychological stress: a meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*. 2005/06/18. 2005;30(9):846–56.
  50. Björntorp P, and Rosmond R. Obesity and cortisol. *Nutrition*. 2000 Oct;16(10):924–36.
  51. Brunner Eric J, Chandola Tarani, and Marmot Michael G. Prospective effect of job strain on general and central obesity in the Whitehall II Study. *Am J Epidemiol*. 2007;165(7):828–37.
  52. Akerstedt T, Knutsson A, Westerholm P, Theorell T, Alfredsson L, and Kecklund G. Sleep disturbances, work stress and work hours: a cross-sectional study. *J Psychosom Res*. 2002 Sep;53(3):741–8.
  53. Björntorp P. Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities? *Obes Rev*. 2001 May;2(2):73–86.
  54. Lowry R, Johns M, Robin L, and Kann L. Social Stress and Substance Use Disparities by Sexual Orientation Among High School Students. *Am J Prev Med*. 2017 Oct;53(4):547–

- 58.
55. National Institute of Drug Abuse Stress and Substance Abuse (NIDA). Community Drug Alert Bulletin - Stress & Substance Abuse, 2006. (Accessed November 13, 2017 at: <https://archives.drugabuse.gov/StressAlert/stressalert.html>.)
56. Tsigos C, and Chrousos G. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis, neuroendocrine factors and stress. *J Psychosom Res.* 2002 Oct;53(4):865–71.
57. Smyth J, Ockenfels MC, Porter L, Kirschbaum C, Hellhammer DH, and Stone AA. Stressors and mood measured on a momentary basis are associated with salivary cortisol secretion. *Psychoneuroendocrinology.* 1998 May;23(4):353–70.
58. Rutters F, Nieuwenhuizen A, Lemmens S, Born J, and Westerterp-Plantenga M. Hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis functioning in relation to body fat distribution. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2010 Jun 21;72(6):738–43.
59. Young EA, Kotun J, Haskett RF, Grunhaus L, Greden JF, Watson SJ, and Akil H. Dissociation between pituitary and adrenal suppression to dexamethasone in depression. *Arch Gen Psychiatry.* 1993 May;50(5):395–403.
60. Simon G. Social and economic burden of mood disorders. *Biol Psychiatry.* 2003 Aug 1;54(3):208–15.
61. Kitamura S, Hida A, Watanabe M, Enomoto M, Aritake-Okada S, Moriguchi Y, Kamei Y, and Mishima K. Evening preference is related to the incidence of depressive states independent of sleep-wake conditions. *Chronobiol Int.* 2010/10/26. 2010;27(9–10):1797–812.
62. Hidalgo MP, Caumo W, Posser M, Coccaro SB, Camozzato AL, and Chaves ML. Relationship between depressive mood and chronotype in healthy subjects. *Psychiatry Clin Neurosci.* 2009/07/02. 2009;63(3):283–90.
63. Abe T, Inoue Y, Komada Y, Nakamura M, Asaoka S, Kanno M, Shibui K, Hayashida K, Usui A, and Takahashi K. Relation between morningness-eveningness score and depressive symptoms among patients with delayed sleep phase syndrome. *Sleep Med.* 2011/06/15. 2011;12(7):680–4.
64. Selvi Y, Aydin A, Boysan M, Atli A, Agargun MY, and Besiroglu L. Associations between chronotype, sleep quality, suicidality, and depressive symptoms in patients with major depression and healthy controls. *Chronobiol Int.* 2010/10/26. 2010;27(9–10):1813–28.
65. Chan J, Lam S, Li S, Yu M, Chan N, Zhang J, and Wing YK. Eveningness and insomnia: independent risk factors of nonremission in major depressive disorder. *Sleep.* 2014 May

- 1;37(5):911–7.
66. Gaspar-Barba E, Calati R, Cruz-Fuentes CS, Ontiveros-Uribe MP, Natale V, De Ronchi D, and Serretti A. Depressive symptomatology is influenced by chronotypes. *J Affect Disord*. 2009/03/17. 2009;119(1–3):100–6.
  67. Hsu CY, Gau SSF, Shang CY, Chiu YN, and Lee MB. Associations between chronotypes, psychopathology, and personality among incoming college students. *Chronobiol Int*. 2012 May 12;29(4):491–501.
  68. Hirata FC, Lima MC, de Bruin VM, Nobrega PR, Wenceslau GP, and de Bruin PF. Depression in medical school: the influence of morningness-eveningness. *Chronobiol Int*. 2007/11/13. 2007;24(5):939–46.
  69. de Souza CM, and Hidalgo MP. Midpoint of sleep on school days is associated with depression among adolescents. *Chronobiol Int*. 2013/10/26. 2014;31(2):199–205.
  70. Levandovski R, Dantas G, Fernandes LC, Caumo W, Torres I, Roenneberg T, Hidalgo MP, and Allebrandt K V. Depression scores associate with chronotype and social jetlag in a rural population. *Chronobiol Int*. 2011/09/08. 2011;28(9):771–8.
  71. Kendler KS, Karkowski LM, and Prescott CA. Stressful life events and major depression: risk period, long-term contextual threat, and diagnostic specificity. *J Nerv Ment Dis*. 1998 Nov;186(11):661–9.
  72. Ising M. Stresshormonregulation und Depressionsrisiko- Perspektiven für die antidepressive Behandlung, Forschungsbericht 2012. Max-Planck- Institut für Psychiatrie, 2012. (Accessed March 26, 2018 at: [https://www.mpg.de/4752810/Antidepressive\\_Behandlung](https://www.mpg.de/4752810/Antidepressive_Behandlung)).
  73. Keller LK, Zöschg S, Grünewald B, Roenneberg T, and Schulte-Körne G. Chronotyp und Depression bei Jugendlichen – ein Review. *Zeitschrift für Kinder und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* 2016 Feb;44(2):113–26.
  74. Wittmann M, Paulus M, and Roenneberg T. Decreased psychological well-being in late ‘chronotypes’ is mediated by smoking and alcohol consumption. *Subst Use Misuse*. 2009/12/23. 2010;45(1–2):15–30.
  75. Meerlo P, Sgoifo A, and Suchecki D. Restricted and disrupted sleep: effects on autonomic function, neuroendocrine stress systems and stress responsivity. *Sleep Med Rev*. 2008 Jun;12(3):197–210.
  76. de Kloet E, Joëls M, and Holsboer F. Stress and the brain: from adaptation to disease. *Nat Rev Neurosci*. 2005 Jun;6(6):463–75.
  77. Ohayon M. Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to learn.

- Sleep Med Rev. 2002 Apr;6(2):97–111.
78. Wulff K, Gatti S, Wettstein JG, and Foster RG. Sleep and circadian rhythm disruption in psychiatric and neurodegenerative disease. *Nat Rev Neurosci*. 2010/07/16. 2010;11(8):589–99.
  79. McClung CA. Circadian genes, rhythms and the biology of mood disorders. *Pharmacol Ther*. 2007/03/31. 2007;114(2):222–32.
  80. Golden RN, Gaynes BN, Ekstrom RD, Hamer RM, Jacobsen FM, Suppes T, Wisner KL, and Nemeroff CB. The efficacy of light therapy in the treatment of mood disorders: a review and meta-analysis of the evidence. *Am J Psychiatry*. 2005/04/01. 2005;162(4):656–62.
  81. Wirz-Justice A, Benedetti F, Berger M, Lam R, Martiny K, Terman M, and Wu J. Chronotherapeutics (light and wake therapy) in affective disorders. *Psychol Med*. 2005 Jul;35(7):939–44.
  82. Valdez P, Reilly T, and Waterhouse J. Rhythms of Mental Performance. *Mind, Brain, Educ*. 2008 Mar;2(1):7–16.
  83. Önder I, Beşoluk Ş, Iskender M, Masal E, and Demirhan E. Circadian Preferences, Sleep Quality and Sleep Patterns, Personality, Academic Motivation and Academic Achievement of university students. *Learn Individ Differ*. 2014;32(May):184–92.
  84. Carciofo R, Du F, Song N, and Zhang K. Mind wandering, sleep quality, affect and chronotype: an exploratory study. Vinciguerra Manlio, editor. *PLoS One*. 2014 Mar 7;9(3):e91285.
  85. Vardar E, Vardar S, Molla T, Kaynak C, and Ersoz E. Psychological symptoms and sleep quality in young subjects with different circadian preferences. *Biol Rhythm Res*. 2008 Dec 1;39(6):493–500.
  86. Htoo A, Talwar A, Feinsilver S, and Greenberg H. Smoking and sleep disorders. *Med Clin North Am*. 2004 Nov;88(6):1575–91, xii.
  87. Martinez J, Mota G, Vianna E, Filho J, Silva G, and Rodrigues A. Impaired quality of life of healthy young smokers. *Chest*. 2004 Feb;125(2):425–8.
  88. Schmitz N, Kruse J, and Kugler J. Disabilities, quality of life, and mental disorders associated with smoking and nicotine dependence. *Am J Psychiatry*. 2003 Sep;160(9):1670–6.
  89. Strine T, Okoro C, Chapman D, Balluz L, Ford E, Ajani U, and Mokdad A. Health-related quality of life and health risk behaviors among smokers. *Am J Prev Med*. 2005 Feb;28(2):182–7.

90. Steinhausen HC, and Metzke CW. Frequency and correlates of substance use among preadolescents and adolescents in a Swiss epidemiological study. *J Child Psychol Psychiatry*. 1998/07/22. 1998;39(3):387–97.
91. Barness L, Opitz J, and Gilbert-Barness E. Obesity: genetic, molecular, and environmental aspects. *Am J Med Genet A*. 2007 Dec 15;143A(24):3016–34.
92. Mitchell N, Catenacci V, Wyatt H, and Hill J. Obesity: overview of an epidemic. *Psychiatr Clin North Am*. 2011 Dec;34(4):717–32.
93. Lauderdale D, Knutson K, Rathouz P, Yan L, Hulley S, and Liu K. Cross-sectional and longitudinal associations between objectively measured sleep duration and body mass index: the CARDIA Sleep Study. *Am J Epidemiol*. 2009 Oct 1;170(7):805–13.
94. Nielsen LS, Danielsen K V, and Sørensen TIA. Short sleep duration as a possible cause of obesity: critical analysis of the epidemiological evidence. *Obes Rev*. 2011 Feb;12(2):78–92.
95. Kantermann T, Duboutay F, Haubruge D, Kerkhofs M, Schmidt-Trucksass A, and Skene DJ. Atherosclerotic risk and social jetlag in rotating shift-workers: first evidence from a pilot study. *Work*. 2013/01/18. 2013;46(3):273–82.
96. Parsons MJ, Moffitt TE, Gregory AM, Goldman-Mellor S, Nolan PM, Poulton R, and Caspi A. Social jetlag, obesity and metabolic disorder: investigation in a cohort study. *Int J Obes (Lond)*. 2015 May 22;39(5):842–8.
97. Wong P, Hasler B, Kamarck T, Muldoon M, and Manuck S. Social Jetlag, Chronotype, and Cardiometabolic Risk. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015 Dec;100(12):4612–20.
98. Hidalgo M, Zanette C, Pedrotti M, Souza C, Nunes P, and Chaves M. Performance of chronotypes on memory tests during the morning and the evening shifts. *Psychol Rep*. 2004 Aug;95(1):75–85.
99. van der Vinne V, Zerbini G, Siersema A, Pieper A, Meroow M, Hut R, Roenneberg T, and Kantermann T. Timing of examinations affects school performance differently in early and late chronotypes. *J Biol Rhythms*. 2015 Feb;30(1):53–60.
100. Pritchett D, Wulff K, Oliver P, Bannerman D, Davies K, Harrison P, Peirson S, and Foster R. Evaluating the links between schizophrenia and sleep and circadian rhythm disruption. *J Neural Transm*. 2012 Oct 10;119(10):1061–75.
101. Díaz-morales J, and Escribano C. Social jetlag , academic achievement and cognitive performance : Understanding gender / sex differences Social jetlag , academic achievement and cognitive performance : 2015;528.
102. Haraszti RA, Ella K, Gyongyosi N, Roenneberg T, and Kaldi K. Social jetlag negatively

- correlates with academic performance in undergraduates. *Chronobiol Int.* 2014/02/05. 2014;31(5):603–12.
103. Panev AS, Tserne TA, Polugrudov AS, Bakutova LA, Petrova NB, Tatarinova O V, Kolosova ON, and Borisenkov MF. Association of chronotype and social jetlag with human non-verbal intelligence. *Chronobiol Int.* 2017 Aug 9;34(7):977–80.
  104. Roenneberg T. Chronobiology: the human sleep project. *Nature.* 2013 Jun 27;498(7455):427–8.
  105. Lederbogen F, Kirsch P, Haddad L, Streit F, Tost H, Schuch P, Wust S, Pruessner JC, Rietschel M, Deuschle M, and Meyer-Lindenberg A. City living and urban upbringing affect neural social stress processing in humans. *Nature.* 2011/06/24. 2011;474(7352):498–501.
  106. Cohen S, Kamarck T, and Mermelstein R. A global measure of perceived stress. *J Heal Soc Behav.* 1983/12/01. 1983;24(4):385–96.
  107. Kroenke K, Spitzer RL, and Williams JB. The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. *J Gen Intern Med.* 2001/09/15. 2001;16(9):606–13.
  108. Buysse DJ, Reynolds 3rd CF, Monk TH, Berman SR, and Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989/05/01. 1989;28(2):193–213.
  109. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2000;894:i–xii, 1-253.
  110. Bartsch G, Merfert-Diete C, Bischof G, and Hutterer C. *Alkohol Basisinformationen.* 13th ed. Hamm: Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V.; 2016. 52 p.
  111. Bundesinstitut für Bau- Stadt-und Raumplanung. Unterschiede zwischen Stadt und Land vergrößern sich. (Accessed 16 November, 2017 at: [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumeobachtung/InteraktiveAnwendungen/WachsendSchrumpfend/topthema\\_node.html](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumeobachtung/InteraktiveAnwendungen/WachsendSchrumpfend/topthema_node.html).)
  112. Cohen S., & Williamson GM. Perceived Stress in a Probability Sample in the United States. S. Spacapan, & S. Oskamp (Eds.), *The Social Psychology of Health.* Newbury Park, UK: Sage. 1988.
  113. Steven. How To Perform A Non-Parametric Partial Correlation In SPSS. (Accessed 14 November, 2017 at: <http://toptipbio.com/spearman-partial-correlation-spss/>.)
  114. Holm S. A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure. *Scand J Stat.* 1979;6(2):65–70.
  115. Abdi H. Holm’s sequential Bonferroni procedure. *Encycl Res Des.* 2010;1(8).

116. The Nobel Assembly of Karolinska Institutet. Press Release 02.10.2017- The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2017. (Accessed November 14, 2017 at: [https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/2017/press.html](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2017/press.html).)
117. Hafner M, Stepanek M, Taylor J, Troxel WM, and van Stolk C. Why sleep matters: The economic costs of insufficient sleep. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2017 (Accessed November 14, 2017 at: [https://www.rand.org/pubs/research\\_briefs/RB9962.html](https://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9962.html).)
118. Evans D, Snitker S, Wu SH, Mody A, Njajou O, Perlis M, Gehrman P, Shuldiner A, and Hsueh WC. Habitual sleep/wake patterns in the Old Order Amish: heritability and association with non-genetic factors. *Sleep*. 2011 May 1;34(5):661–9.
119. Louzada F Menna-Barreto L. Sleep-wake cycle expression in adolescence: Influences of social context. *Biol Rhythm Res* 34, 2003. :129–36.
120. Nag C, and Pradhan RK. Impact of lifestyle on circadian orientation and sleep behaviour. *Sleep Biol Rhythms*. 2012 Apr;10(2):94–9.
121. Klein E, Brähler E, Dreier M, Reinecke L, Müller K, Schmutzer G, Wölfling K, and Beutel M. The German version of the Perceived Stress Scale - psychometric characteristics in a representative German community sample. *BMC Psychiatry*. 2016 May 23;16(1):159.
122. Nordin M, and Nordin S. Psychometric evaluation and normative data of the Swedish version of the 10-item perceived stress scale. *Scand J Psychol*. 2013 Dec;54(6):502–7.
123. Kantermann T, Theadom A, Roenneberg T, and Croyley M. Fibromyalgia syndrome and chronotype: late chronotypes are more affected. *J Biol Rhythm*. 2012/04/06. 2012;27(2):176–9.
124. Pruessner JC, Wolf OT, Hellhammer DH, Buske-Kirschbaum A, von Auer K, Jobst S, Kaspers F, and Kirschbaum C. Free cortisol levels after awakening: a reliable biological marker for the assessment of adrenocortical activity. *Life Sci*. 1997;61(26):2539–49.
125. Schuler Keke L, Ruggero Camilo J, Goldstein Brandon L, Perlman Greg, Klein Daniel N, and Kotov Roman. Diurnal Cortisol Interacts With Stressful Events to Prospectively Predict Depressive Symptoms in Adolescent Girls. *J Adolesc Health*. 2017 Dec;61(6):767–72.
126. Kirschbaum C, Pirke KM, and Hellhammer DH. The ‘Trier Social Stress Test’--a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*. 1993/01/01. 1993;28(1–2):76–81.
127. World Health Organization. Depression- Fact sheet 2017 (Accessed November 17, 2017

at: [http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs369/en/.](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs369/en/))

128. Busch MA, Maske UE, Ryl L, Schlack R, and Hapke U. Prävalenz von depressiver Symptomatik und diagnostizierter Depression bei Erwachsenen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz*. 2013 May 25;56(5–6):733–9.
129. Sheaves B, Porcheret K, Tsanas A, Espie C, Foster RG, Freeman D, Harrison P, Wulff K, and Goodwin G. Insomnia, Nightmares, and Chronotype as Markers of Risk for Severe Mental Illness: Results from a Student Population. *Sleep*. 2016 Jan 1;39(1):173–81.
130. Benca RM, Obermeyer WH, Thisted RA, and Gillin JC. Sleep and psychiatric disorders. A meta-analysis. *Arch Gen Psychiatry*. 1992/08/01. 1992;49(8):651–70.
131. Robert Koch Institut. Depressive Erkrankungen- Heft 51 aus der Reihe ‘Gesundheitsberichterstattung des Bundes’. 2010. (Accessed November 24, 2017 at [http://www.gbebund.de/gbe10/abrechnung.prc\\_abr\\_test\\_logon?p\\_uid=gast&p\\_aid=0&p\\_knoten=FID&p\\_sprache=D&p\\_suchstring=13165.](http://www.gbebund.de/gbe10/abrechnung.prc_abr_test_logon?p_uid=gast&p_aid=0&p_knoten=FID&p_sprache=D&p_suchstring=13165))
132. Antypa N, Vogelzangs N, Meesters Y, Schoevers R, and Penninx B. Chronotype associations with depression and anxiety disorders in a large cohort study. *Depress Anxiety*. 2016 Jan;33(1):75–83.
133. Keller LK, Grünewald B, Vetter C, Roenneberg T, and Schulte-Körne G. Not later, but longer: sleep, chronotype and light exposure in adolescents with remitted depression compared to healthy controls. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2017 Mar 29;
134. Kripke DF. Critical interval hypotheses for depression. *Chronobiol Int*. 1984/01/01. 1984;1(1):73–80.
135. Megdal S, and Schernhammer E. Correlates for poor sleepers in a Los Angeles high school. *Sleep Med*. 2007 Dec;9(1):60–3.
136. Schlarb A, Claßen M, Hellmann S, Vögele C, and Gulewitsch M. Sleep and somatic complaints in university students. *J Pain Res*. 2017;10:1189–99.
137. McGowan N, Voinescu B, and Coogan A. Sleep quality, chronotype and social jetlag differentially associate with symptoms of attention deficit hyperactivity disorder in adults. *Chronobiol Int*. 2016 Nov 25;33(10):1433–43.
138. Kotz Daniel, Boeckmann Melanie, and Kastaun Sabrina. The use of tobacco, e-cigarettes, and methods to quit smoking in Germany—a representative study using 6 waves of data over 12 months (the DEBRA study). *Dtsch Aerzteblatt Online*. 2018 Apr 6;115:235–42.
139. Bellido-Casado J, Martín-Escudero J, Dueñas-Laita A, Mena-Martín FJ, Arzúa-Mouronte D, and Simal-Blanco F. The SF-36 Questionnaire as a measurement of health-related



- quality of life: assessing short- and medium-term effects of exposure to tobacco versus the known long-term effects. *Eur J Intern Med.* 2004 Dec;15(8):511–7.
140. Sacco K, Bannon K, and George T. Nicotinic receptor mechanisms and cognition in normal states and neuropsychiatric disorders. *J Psychopharmacol.* 2004 Dec;18(4):457–74.
  141. Brook J, Schuster E, and Zhang C. Cigarette smoking and depressive symptoms: a longitudinal study of adolescents and young adults. *Psychol Rep.* 2004 Aug;95(1):159–66.
  142. Korhonen T, Broms U, Varjonen J, Romanov K, Koskenvuo M, Kinnunen T, and Kaprio J. Smoking behaviour as a predictor of depression among Finnish men and women: a prospective cohort study of adult twins. *Psychol Med.* 2007 May 21;37(5):705–15.
  143. Gaertner B, Freyer-Adam J, Meyer C, John U. Alkohol – Zahlen und Fakten zum Konsum. In: Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen eV (Hrsg) *Jahrbuch Sucht 2013* Pabst., p. 36–66.
  144. Burger M, Brönstrup A, and Pietrzik K. Derivation of tolerable upper alcohol intake levels in Germany: a systematic review of risks and benefits of moderate alcohol consumption. *Prev Med (Baltim).* 2004 Jul;39(1):111–27.
  145. Statistisches Bundesamt. *Mikrozensus Fragen zur Gesundheit- Körpermaße 2013.* Wiesbaden; 2013.
  146. Bass J, and Takahashi J. Circadian integration of metabolism and energetics. *Science.* 2010 Dec 3;330(6009):1349–54.
  147. Green C, Takahashi J, and Bass J. The meter of metabolism. *Cell.* 2008 Sep 5;134(5):728–42.
  148. Scheer FA, Hilton MF, Mantzoros CS, and Shea SA. Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2009/03/04. 2009;106(11):4453–8.
  149. Kip K, Marroquin O, Kelley D, Johnson B, Kelsey S, Shaw L, Rogers W, and Reis S. Clinical importance of obesity versus the metabolic syndrome in cardiovascular risk in women: a report from the Women’s Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study. *Circulation.* 2004 Feb 17;109(6):706–13.
  150. Gregor M, and Hotamisligil G. Inflammatory mechanisms in obesity. *Annu Rev Immunol.* 2011 Apr 23;29(1):415–45.
  151. Putative contributors to the secular increase in obesity: exploring the roads less traveled. *Int J Obes (Lond).* 2006 Nov;30(11):1585–94.
  152. Ten putative contributors to the obesity epidemic. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2009 Nov 10;49(10):868–913.

153. Groß J V., Fritschi L, and Erren TC. Hypothesis: A perfect day conveys internal time. *Med Hypotheses*. 2017;101(February):85–9.
154. Groß J V, and Fritschi L. Complementing the Social Jet Lag by considering pristine internal time. *Chronobiol Int*. 2017 Sep 14;1–3.
155. Statistisches Bundesamt. Bildungsstand- Bevölkerung nach Bildungsabschluss in Deutschland (Ergebnisse des Mikrozensus). (Accessed November 14, 2017 at: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/Bildungsstand/Tabellen/Bildungsabschluss.html>.)
156. Philips Respironics. Handbuch Schlafdiagnostik- Praktische Aspekte der Schlafdiagnostik für medizinisch-technische Assistenten. In 2009. p. 19–23.
157. Molina T, and Burgess H. Calculating the Dim Light Melatonin Onset: The Impact of Threshold and Sampling Rate. *Chronobiol Int*. 2011 Oct 8;28(8):714–8.
158. Beck AT, Rush AJ, Shaw BF Emery G. *Cognitive Therapy of Depression*. Guilford Press; New York: 1979.

### **Eidesstattliche Versicherung**

„Ich, Julia Kleeblatt, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Führt ein Sozialer Jetlag zu einer Beeinträchtigung des psychischen Wohlbefindens? Konsequenzen einer Diskrepanz zwischen tatsächlichen Schlafzeiten und Chronotyp auf die psychische Gesundheit“ 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 beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE- [www.icmje.org](http://www.icmje.org)) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o.) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o.) und werden von mir verantwortet.

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

Datum

Unterschrift

### **Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen**

Julia Kleeblatt hatte Anteil an der folgenden Publikation:

Dimitrov A, Veer IM, Kleeblatt J, Seyfarth F, Roenneberg T, Ising M, Uhr M, Keck ME, Kramer A, Berger M, von Koch L, Walter H, Adli M: Chronotype is associated with Psychological Wellbeing depending on the Composition of the Study Sample, Journal of Health Psychology, 2018.

Diese Publikation wurde von einer Kollegin, Dipl. Psych. Annika Dimitrov, der gemeinsamen Arbeitsgruppe „Chronostress“ verfasst. Ergebnisse der Publikation basieren auf demselben Datensatz wie diese Monografie, jedoch wurden Analysen unabhängig voneinander durchgeführt. Berechnungen dieser Monografie waren tiefgreifender als die der Publikation hinsichtlich Alters- und Geschlechterunterschiede, umfassten zusätzlich auch Gruppenanalysen, weitere Variablen (zum Beispiel Nikotin- und Alkoholkonsum, BMI und Urbanitätsindex) sowie eine alternative Berechnung des Sozialen Jetlags. Mein Anteil an der Publikation bestand in der Beteiligung an der Datenaquirierung insbesondere der Studienplanung, Rekrutierung und Datenaufbereitung.

Unterschrift der Doktorandin

## **Lebenslauf**

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

## **Publikationsliste**

1. Dimitrov A, Veer I.M, Kleeblatt J, Seyfarth F, Roenneberg T, Ising M, Uhr M, Keck M.E, Kramer A, Berger M, von Koch L, Walter H, Adli M: Chronotype is associated with Psychological Wellbeing depending on the Composition of the Study Sample, *Journal of Health Psychology*, 2018.
2. Kleeblatt J, Betzler F, Kilarski LL, Bschor T, and Köhler S. Efficacy of off-label augmentation in unipolar depression: A systematic review of the evidence. *Eur Neuropsychopharmacol*, 2017.

## **Danksagung**

Ich danke zunächst PD Dr. Mazda Adli für die Überlassung des Themas und für seine Anregungen.

Besonders möchte ich mich auch bei Dipl. Psych. Annika Dimitrov bedanken für ihre Betreuung, das Korrekturlesen und ihre Anmerkungen während der gesamten Entstehungszeit der Arbeit.

Weiter danke ich Herrn Klaus Lenz (Institut für Biometrie, CBF) für die statistische Beratung.

Ich bedanke mich ebenso bei der Lieselotte und Dr. Karl Otto Winkler-Stiftung für die finanzielle Unterstützung im Rahmen eines Promotionsstipendiums. Meinem Vater und vor allem meinem Freund Julius danke ich für die vielen hilfreichen Hinweise, die Geduld und Unterstützung! Meiner Mutter und Tante danke ich ebenfalls für ihren liebevollen Beistand, genauso wie all meinen Freunden!

Außerdem bedanke ich mich natürlich herzlich bei den zahlreichen Teilnehmern dieser Studie.