

Aus der
Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin Tübingen
Abteilung Kinderheilkunde IV
(Schwerpunkt: Neonatologie, neonatologische Intensivmedizin)

**Einfluss von Medienkonsum auf das Schlaf- und
Aktivitätsverhalten im Zusammenhang mit der
Körperzusammensetzung im Kindergarten- und
Grundschulalter**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Deutsch, Helen Maria

2025

| | |
|----------------------|------------------------------|
| Dekan: | Professor Dr. B. Pichler |
| 1. Berichterstatter: | Professorin Dr. M. Quante |
| 2. Berichterstatter: | Professor Dr. W. S. Gröschel |
| Tag der Disputation: | 20.08.2025 |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Abbildungsverzeichnis..... | I |
| Tabellenverzeichnis..... | II |
| Abkürzungsverzeichnis..... | III |
| Einleitung..... | 1 |
| <i>Schlaf im Kindesalter</i> | 1 |
| <i>Erfassung des Schlafverhaltens</i> | 4 |
| <i>Polysomnographie</i> | 5 |
| <i>Aktigraphie</i> | 5 |
| <i>Schlaffragebögen</i> | 6 |
| <i>Schlafstagebuch</i> | 6 |
| <i>Medienkonsum und Schlaf</i> | 6 |
| <i>Übergewicht und Adipositas im Kindesalter</i> | 9 |
| <i>Bestimmung der Körperzusammensetzung</i> | 12 |
| <i>Methoden zur Messung der Körperzusammensetzung</i> | 12 |
| <i>Luftverdrängungsplethysmographie</i> | 14 |
| <i>Fragestellungen und Forschungshypothesen</i> | 14 |
| Material und Methoden..... | 16 |
| <i>Studienbeschreibung</i> | 16 |
| <i>Ethik</i> | 16 |
| <i>Studiendesign</i> | 16 |
| <i>Studienpopulation</i> | 16 |
| <i>Fallzahl</i> | 17 |
| <i>Studiendauer</i> | 17 |
| <i>Messungen</i> | 18 |
| <i>Blutdruckmessung</i> | 18 |
| <i>Ermittlung anthropometrischer Daten</i> | 18 |
| <i>Fragebogen</i> | 19 |
| <i>Hautfaltendickemessung</i> | 19 |
| <i>Bestimmung des Schlafverhaltens</i> | 20 |
| <i>Aktigraphie Messung</i> | 20 |
| <i>Schlafstagebuch</i> | 23 |

| | |
|---|-----------|
| Schlafragebogen..... | 24 |
| <i>Bestimmung der Körperzusammensetzung.....</i> | <i>25</i> |
| Bestandteile und Grundlagen des BODPOD-Systems..... | 25 |
| Vorbereitung..... | 27 |
| Messung von Körpergewicht und Körpervolumen..... | 28 |
| Hygiene..... | 29 |
| <i>Statistische Auswertung.....</i> | <i>30</i> |
| Ergebnisse..... | 32 |
| <i>Proband:innenkollektiv.....</i> | <i>32</i> |
| Demographische Daten..... | 33 |
| Medienkonsum..... | 34 |
| Deskriptiver Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum wochentags..... | 34 |
| Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum am Wochenende..... | 35 |
| Messergebnisse der Körperzusammensetzung..... | 36 |
| Anteil an übergewichtigen und adipösen Proband:innen..... | 36 |
| Gruppenvergleich der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum wochentags..... | 37 |
| Gruppenvergleich der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum am Wochenende..... | 37 |
| Messergebnisse des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen..... | 38 |
| Gruppenvergleich des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen in Bezug auf den Medienkonsum wochentags..... | 40 |
| Gruppenvergleich des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen nach Medienkonsum am Wochenende..... | 42 |
| Körperliche Aktivität..... | 49 |
| Bivariate Korrelationsanalyse..... | 52 |
| Lineare Regressionsanalyse..... | 54 |
| Diskussion..... | 56 |
| Medienkonsum und Schlaf..... | 56 |
| Medienkonsum und körperliche Aktivität..... | 67 |
| Schlaf und Körperzusammensetzung..... | 70 |
| Methodendiskussion..... | 73 |
| Beurteilung der Aktigraphie..... | 73 |
| Validierung der Aktigraphie..... | 74 |
| Beurteilung der ADP und des BODPODs..... | 75 |
| Validierung der ADP..... | 76 |
| Limitationen..... | 77 |
| Zusammenfassung und Ausblick..... | 79 |
| Literaturverzeichnis..... | 83 |
| Erklärung zum Eigenanteil..... | 94 |

| | |
|------------------------------|-----------|
| Danksagung | 95 |
| Anhang | 96 |
| <i>Schlafstagebuch</i> | 96 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Proband:innenkollektiv..... | 33 |
| Abbildung 2: Bettzeit an Wochentagen im Gruppenvergleich nach Medienkonsum an Wochentagen..... | 41 |
| Abbildung 3: L5 Mittelpunkt im Gruppenvergleich nach Medienkonsum an Wochentagen..... | 42 |
| Abbildung 4: Bettzeit an Wochentagen im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende..... | 44 |
| Abbildung 5: Aufstehzeit an Wochentagen im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende..... | 44 |
| Abbildung 6: Bettzeit am Wochenende im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende..... | 45 |
| Abbildung 7: Aufstehzeit am Wochenende im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende..... | 46 |
| Abbildung 8: Schlafmittelpunkt an Wochentagen im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende..... | 47 |
| Abbildung 9: Schlafmittelpunkt am Wochenende im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende..... | 48 |
| Abbildung 10: L5 Mittelpunkt im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende..... | 49 |
| Abbildung 11: LPA im Gruppenvergleich nach Fernsehkonsum an Wochentagen..... | 50 |
| Abbildung 12: MVPA im Gruppenvergleich nach Fernsehkonsum an Wochentagen..... | 51 |
| Abbildung 13: LPA im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende..... | 52 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Demographische Daten..... | 33 |
| Tabelle 2: Fernsehkonsum vor Beginn der Corona-Pandemie..... | 34 |
| Tabelle 3: Fernsehkonsum während der Corona-Pandemie..... | 34 |
| Tabelle 4: Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum wochentags..... | 35 |
| Tabelle 5: Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum am Wochenende..... | 35 |
| Tabelle 6: Messergebnisse der Körperzusammensetzung..... | 36 |
| Tabelle 7: Anteil an übergewichtigen und adipösen Proband:innen nach BMI-SDS..... | 36 |
| Tabelle 8: Gruppenvergleich der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum wochentags..... | 37 |
| Tabelle 9: Gruppenvergleich der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum am Wochenende..... | 38 |
| Tabelle 10: Messergebnisse des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen..... | 39 |
| Tabelle 11: Gruppenvergleich der Parameter des Schlafverhaltens und der Ruhe- Aktivitäts-Zyklen nach Medienkonsum wochentags..... | 40 |
| Tabelle 12: Gruppenvergleich der Parameter des Schlafverhaltens und der Ruhe- Aktivitäts-Zyklen nach Medienkonsum am Wochenende..... | 43 |
| Tabelle 13: Gruppenvergleich der körperlichen Aktivität nach Medienkonsum an Wochentagen..... | 50 |
| Tabelle 20: Gruppenvergleich der körperlichen Aktivität nach Medienkonsum am Wochenende..... | 51 |
| Tabelle 15: Bivariate Korrelation der Variablen..... | 53 |
| Tabelle 16: Lineare Regressionsanalyse: Multivariate Assoziationen zwischen dem Medienkonsum an Wochentagen, Schlaf und körperlicher Aktivität..... | 54 |
| Tabelle 17: Lineare Regressionsanalyse: Multivariate Assoziationen zwischen Medienkonsum am Wochenende, Schlaf und körperlicher Aktivität..... | 55 |

Abkürzungsverzeichnis

ADP = Air Displacement Plethysmographie (Luftverdrängungsplethysmographie)

BMI = Body Mass Index

CSHQ = Children's Sleep Habits Questionnaire

EEG = Elektroenzephalogramm

FFM = Fettfreie Masse

% FFM = prozentuale fettfreie Masse

FM = Fettmasse

% FM = prozentuale Fettmasse

HDL-Cholesterin = High Density Lipoprotein Cholesterin

IB = In Bed (Bettzeit)

LPA = light physical activity (leichte körperliche Aktivität)

LSSD = limit setting sleeping disorder

MPOS = Midpoint of sleep (Schlafmittelpunkt)

MVPA = moderate to vigorous physical activity (mäßige bis starke körperliche Aktivität)

OB = Out Bed (Aufstehzeit)

REM = Rapid-Eye-Movement

rMEQ = reduced Morningness-Eveningness Questionnaire

SOAD = sleep onset association disorder

Einleitung

Schlaf im Kindesalter

Der Schlaf spielt eine zentrale Rolle für eine gesunde kognitive, körperliche und sozio-emotionale Entwicklung. Das Schlafverhalten beeinflusst zahlreiche elementare Bereiche des alltäglichen Lebens wie Lernen, Verhalten und generelles Wohlbefinden (Ramar *et al.*, 2021). Zudem erfüllt der Schlaf eine Energiesparfunktion, dient der Reparatur von Zellgewebe, der Thermo- und Stoffwechselregulation und der adaptiven Immunfunktionen. Es werden verschiedene Funktionen des Schlafs für das Gehirn vermutet, welche die Entgiftung, den Ersatz von Glykogen und die Beteiligung an Gedächtnisleistungen und synaptischer Plastizität umfassen (Rasch and Born, 2013). Insbesondere die frühe Kindheit stellt eine vulnerable Phase dar, was die Auswirkung des Schlafverhaltens auf die Entwicklung betrifft (Schlieber and Han, 2021).

Der Schlaf kann definiert werden als ein Zustand verminderter Reaktionsfähigkeit auf äußere Reize und verringerter willkürlicher motorischer Aktivität, welcher natürlich und reversibel auftritt (Rasch and Born, 2013). Die Regulation von Zeitpunkt und Struktur des Schlafs erfolgt nach dem Zwei-Prozess-Modell durch das Zusammenspiel eines homöostatischen und zirkadianen Prozesses. Demnach resultierten Verlust oder Verzögerung des Schlafs in einem anschließend verlängerten Schlafbedürfnis (Borbély and Achermann, 1999).

Die Qualität des Schlafs umfasst verschiedene Komponenten: Guter Schlaf zeichnet sich aus durch eine kurze Einschlafzeit, welche zwischen fünfzehn bis dreißig Minuten liegen sollte, maximal einem Erwachen pro Nacht, einer Wachzeit nach dem Einschlafen von unter zwanzig Minuten und einer Schlafeffizienz von über 85 % (Ohayon *et al.*, 2017).

Viele verschiedene biologische, soziale und kulturelle Faktoren nehmen Einfluss auf das Schlafverhalten. El-Sheikh und Sadeh diskutieren ein Modell, das sich aus zahlreichen Einflussbereichen auf den kindlichen Schlaf zusammensetzt. Dieses umfasst individuelle kindliche Faktoren, wie Temperament, Gesundheitszustand und Gehirnentwicklung, familiäre Faktoren, wozu die Beziehung zwischen Eltern und Kind, das Verhalten der Eltern und die Familienstruktur zählt, das soziale sowie kulturelle Umfeld (El-Sheikh and Sadeh, 2015).

Die Implementierung einer gesunden Schlafhygiene im Kindesalter ist mit einer positiven Entwicklung assoziiert, was sich in das Jugend- und Erwachsenenalter fortsetzt (Schlieber and Han, 2021). Buxton et al. untersuchten in einer Studie den Schlaf in Familien mit mindestens einem Kind im Schulalter und fanden dabei heraus, dass Kinder mit guter Schlafhygiene, sprich schlafbezogenen Regeln und regelmäßigem Schlaf-Wach-Rhythmus, einen besseren Schlaf hatten (Buxton *et al.*, 2015).

Unzureichender Schlaf birgt vielfältige Risiken für die psychische und physische Gesundheit, Konzentrations- und Leistungsfähigkeit. Defizienter Schlaf wird definiert als Schlafdauer, die nicht ausreicht, um den Schlafbedarf zu decken, und als Schlafenszeit, die nicht mit den zirkadianen Rhythmen des Körpers übereinstimmt (Owens and Weiss, 2017).

Schlafprobleme haben eine hohe Prävalenz im Kindes- und Jugendalter. Dazu zählen unter anderem eine zu geringe Schlafdauer, eine schlechte Schlafqualität sowie ein unregelmäßiger Schlafrythmus (Schlieber and Han, 2021).

Bei Kleinkindern im Alter von zwei bis fünf Jahren liegt der Anteil an Schlafproblemen, welche vorwiegend Einschlafprobleme und Durchschlafschwierigkeiten umfassen, bei etwa 15 bis 30 %. Im Schulalter (sechs bis zwölf Jahre) ist dieser Anteil etwas geringer, beträgt aber immer noch 11 bis 15 %. Probleme des Schlafverhaltens führen zu einer geringeren Schlafdauer oder Fragmentierung des Schlafs, was in einer chronischen Schlafdeprivation resultiert und sich negativ auf die Gesundheit und das Wohlbefinden auswirken kann (Turnbull, Reid and Morton, 2013). Die Auswirkungen von Schlafentzug auf neurobehaviorale Funktionen wurde bei Erwachsenen bereits umfassend untersucht. Bei Kindern gibt es dagegen bisher erst wenige Studien.

Schlafstörungen können nach der *International Classification for Sleep Disorders, 3rd Edition* (ICSD-3) in verschiedene Kategorien eingeteilt werden, darunter die Insomnien, Parasomnien, Hypersomnien, schlafbezogene Atmungsstörungen, Störungen der zirkadianen Rhythmik und schlafbezogene Bewegungsstörungen (Sateia, 2014).

Die Insomnie stellt die häufigste Schlafstörung in der Kindheit dar (Nunes and Bruni, 2015). Sie wird als Problem der Initiation, Dauer und Konsolidierung des Schlafs

definiert und umfasst sowohl Einschlafschwierigkeiten als auch häufiges nächtliches Erwachen.

Insomnien treten häufig bei jüngeren Kindern auf. Im Alter von unter drei Jahren leiden 20 bis 30 % aller Kinder an Insomnien, bei den Vorschulkindern sind je nach Definition etwa 25 bis 50 % betroffen (Trosman and Ivanenko, 2021). Die Hauptursachen und auslösenden Faktoren für Insomnien variieren je nach Altersgruppe und Entwicklungsstand. Studien haben gezeigt, dass Insomnien bei Kindern klar definierte Verhaltensmerkmale aufweisen. Sie können in die sogenannte „sleep onset association disorder“ (SOAD) und die „limit setting sleeping disorder“ (LSSD) eingeteilt werden. Bei der SOAD lernen Kleinkinder, unter bestimmten Bedingungen einzuschlafen, was dazu führt, dass sie auf diese speziellen Bedingungen angewiesen sind, um einschlafen zu können. Dieser Umstand resultiert in einer Einschlafstörung, falls diese Bedingungen nicht gegeben sind. Häufig ist die Präsenz der Eltern nötig, damit das Kind einschlafen kann.

Bei der LSSD fällt es den Eltern schwer, Regeln für die Schlafenszeit zu etablieren und einzuhalten, was dazu führt, dass Kinder sich weigern, ein- oder durchzuschlafen. Dadurch kann sich die Gesamtschlafdauer verkürzen (Owens and Mindell, 2011; Nunes and Bruni, 2015).

Im Jugendalter kann die Insomnie mit einer unzureichenden Schlafhygiene oder einer verzögerten Schlafphase in Verbindung stehen. Sie kann ebenfalls einen psychopathologischen Ursprung haben.

Zu einer unzureichenden Schlafhygiene zählen unter anderem zu späte Einschlaf- und Aufwachzeiten, ein unregelmäßiger Schlafrhythmus zwischen Wochentagen und Wochenende und die Nutzung elektronischer Geräte im Schlafzimmer vor dem Schlafengehen (Nunes and Bruni, 2015). Insbesondere der Zusammenhang zwischen Mediennutzung und Schlafverhalten soll im Laufe dieser Arbeit näher erörtert werden. Die Insomnie aufgrund von mangelnder Schlafhygiene führt zu einer Verlängerung der Einschlafzeit und einer Verkürzung der Gesamtschlafdauer, was zu einer erhöhten Tagesmüdigkeit, Hyperaktivität und schulischen und zwischenmenschlichen Problemen führen kann.

Die Insomnie aufgrund von einer verzögerten Schlafphase zu einem verschobenen Schlafrhythmus führen, welcher zu einem späteren Erwachen beiträgt. Dies führt zu

Konflikten, da die Schlafenszeiten nicht mit den extrinsisch vorgegeben Einschlaf- und Aufstehzeiten übereinstimmen, was zu erhöhter Tagesmüdigkeit führt. Diese kann in Hyperaktivität, Lernschwierigkeiten und Aggression resultieren (Nunes and Bruni, 2015). Auf die Problematik eines verschobenen Schlafrhythmus soll im Laufe dieser Arbeit ebenfalls näher eingegangen werden.

Die vielfältigen Ursachen von Insomnien heben die Bedeutung von schlafbezogenen Regeln und Routinen sowie einer gesunden Schlafhygiene hervor. Aufgrund der zentralen Rolle, welche der Schlaf für eine gesunde Entwicklung spielt, ist es wichtig, die Ursachen von Schlafproblemen und Schlafstörungen näher zu untersuchen. Dies ermöglicht es, Ansatzpunkte zu finden, um das Schlafverhalten zu verbessern und Schlafprobleme zu reduzieren.

Erfassung des Schlafverhaltens

Der Schlaf stellt ein komplexes Phänomen dar, welches auf verschiedenen Ebenen untersucht werden kann. Diese umfassen die Verhaltensebene, welche Bewegungen während des Schlafs, Bewusstsein und Reaktionsfähigkeit umfasst, sowie die Hirnfunktion, welche mittels EEG gemessen werden kann. Das Schlafverhalten kann über die Dauer, die Verteilung der Schlafperioden über den Tag sowie die Qualität charakterisiert werden (Sadeh, 2015).

Um das Schlafverhalten zu untersuchen, existieren zahlreiche verschiedene Methoden. Meist handelt es sich dabei um binäre Funktionen, die den Schlafstatus als „Wach“ oder „Schlaf“ klassifizieren. Ein Beispiel hierfür ist die Aktigraphie, welche auch in der betreffenden Studie eingesetzt wurde. Durch diese Methodik können verschiedene Schlafparameter erfasst werden, beispielsweise Einschlaf- und Aufstehzeiten, Gesamtschlafzeit, Aufwachphasen und Schlafeffizienz, welche wichtige Rückschlüsse auf die Art und Qualität des Schlafs der jeweiligen Versuchsperson erlauben und dazu beitragen können, bestimmte Krankheiten und Schlafstörungen zu diagnostizieren. Andere Methoden ermöglichen zudem die Unterscheidung von „rapid-eye-movement“ (REM) und Non-REM-Phasen, beziehungsweise eine Differenzierung einzelner Non-REM-Phasen, wie im Falle der Polysomnographie (Ibáñez, Silva and Cauli, 2018).

Polysomnographie

Die Polysomnographie wird in der Medizin als Goldstandard der schlafmedizinischen Diagnostik betrachtet. Die Messung wird im Schlaflabor durchgeführt. Dabei werden verschiedene biologische Parameter während des Schlafs überwacht und aufgezeichnet, um anschließend ein individuelles Schlafprofil zu erstellen und die zugrundeliegenden Ursachen der Schlafstörungen zu untersuchen. Die Schlafstadien werden durch das Erstellen eines Elektroenzephalogramms (EEG), eines Elektrokulogramms (EOG) und eines Elektromyogramms (EMG) bestimmt. Zudem wird die Sauerstoffsättigung über Pulsoxymetrie erfasst und der Atemfluss sowie die Atemexkursionen gemessen (Bloch, 1997).

Problematisch bei der Polysomnographie ist eine zeit- und kostenaufwendige Durchführung, da die Messung im Schlaflabor stattfindet. Folglich eignet sich diese Methode nicht, um den Schlaf über mehrere Nächte im natürlichen Umfeld der Proband:innen zu erfassen (Chee *et al.*, 2021).

Aktigraphie

Die Aktigraphie wird bereits seit über dreißig Jahren in Studien zur Untersuchung des Schlafs eingesetzt. Dabei handelt es sich um eine Methode zur objektiven Erfassung des Schlafverhaltens durch die Aufzeichnung von Aktivitäts- und Ruhezyklen (Ancoli-Israel *et al.*, 2003).

Die Bewegungen der Proband:innen werden mit Hilfe von integrierten Beschleunigungssensoren erfasst. Aktigraphen sind kleine Apparate, die wie eine Armbanduhr am Handgelenk getragen werden. Die Messung kann über mehrere Tage im natürlichen Umfeld der Proband:innen erfolgen, welche durch den kleinen und leichten Aktigraphen kaum gestört oder in ihrem Schlafverhalten beeinflusst werden. Die Aktigraphie eignet sich daher sehr gut, das Schlafverhalten im ambulanten Setting über einen längeren Zeitraum zu bestimmen (Schoch, Kurth and Werner, 2020).

Schlaffragebögen

Schlaffragebögen eignen sich gut für einen ersten diagnostischen Test, da sie sehr kostengünstig sind und jederzeit durch die Proband:innen selbst ausgefüllt werden können. Sie dienen dazu, Schlafgewohnheiten sowie den natürlichen Biorhythmus der Proband:innen zu erfassen und Screenings zur Erkennung von Schlafstörungen durchzuführen (Ibáñez, Silva and Cauli, 2018). Nachteil ist, dass es sich um ein subjektives Instrument handelt und entsprechend ein Bias auftreten kann.

Schlafstagebuch

Schlafstagebücher stellen eine geeignete und kostengünstige Methode dar, um das Schlafverhalten eines Probanden über mehrere Tage zu erfassen. Sie werden über einen bestimmten Zeitraum kontinuierlich geführt und enthalten Angaben zu den Schlaf- und Wachzeiten der Testperson. In der betreffenden Studie wurde parallel zu der Aktigraphie-Messung über eine Woche ein Schlafstagebuch geführt (siehe Anhang). Folgende Informationen wurden darüber erfasst: Bettzeit, Einschlafzeit, Aufwachzeit, Aufstehzeit, nächtliche Wachphasen sowie Tagesschlaf. Zudem vermerkten die Eltern an den jeweiligen Tagen, ob etwas außergewöhnlich gewesen war, beispielsweise Krankheit oder ein Kindergeburtstag, was eine besonders niedrige oder hohe Aktivität erklären könnte. Die Zeiten, zu denen der Aktigraph ab- und wieder angelegt wurde, z.B. beim Baden, notierten die Eltern ebenfalls. In Kombination mit der Aktigraphie-Messung gestaltet sich ein Schlafstagebuch als besonders hilfreich, da die aufgezeichneten Daten mit den Angaben der Eltern abgeglichen werden können, wodurch die Aktigraphie-Messung präziser wird und bestimmte Fehlerquellen vermieden werden können (Schoch, Kurth and Werner, 2020).

Medienkonsum und Schlaf

Kinder und Jugendliche wachsen heutzutage in einer mediengeprägten Umgebung auf. Mit sozialen Medien, Fernsehen, Computern, Tablets und Handys existiert eine große Vielfalt an Medien, welche im Alltag präsent sind. Die Konfrontation mit Bildschirmen und verschiedenen Medien beginnt inzwischen bereits in der frühen Kindheit

(Zimmerman, Christakis and Meltzoff, 2007). Eltern setzen häufig den Fernseher, Tablets oder Smartphones ein, um ihre Kinder zu beschäftigen und abzulenken. Problematisch ist dabei zudem, dass Eltern die Medieninhalte zum Teil als lehrreich empfinden und folglich als positiv für die Entwicklung und den Bildungsstand ihrer Kinder ansehen (Linebarger and Walker, 2005).

Einer Studie an 1.009 Kindern in den USA zufolge sahen 90 % der zweijährigen Proband:innen bereits regelmäßig fern. Der mittlere Beginn eines regelmäßigen Medienkonsums lag dabei bereits bei neun Monaten. In der betreffenden Studie gaben die Eltern Bildung, Unterhaltung und Beschäftigung als Hauptgründe für den Konsum von Medien bei ihren Kindern unter zwei Jahren an (Zimmerman, Christakis and Meltzoff, 2007).

Einige Studien empfehlen, zwischen verschiedenen Medieninhalten zu differenzieren. Kinder können von bestimmten Programmen und Wissenssendungen profitieren. Hier könnte ein positiver Beitrag zu ihrer Bildung und ihrem Wissensstand geleistet werden (Anderson, 1998; Linebarger and Walker, 2005). Problematisch ist dabei, dass das Wissen über einen angemessenen Umgang mit Medien im Kindesalter häufig nicht weit genug verbreitet ist und Richtlinien und Empfehlungen zur zeitlichen Limitation oft nicht umgesetzt werden, was in einem übermäßigen Medienkonsum resultieren kann.

Die Mediennutzung von Kindern und Jugendlichen nimmt zudem stetig zu. Insbesondere während der Covid-19-Pandemie ist der Konsum verschiedener Medien weiter angestiegen. Die Bildschirmzeiten Sechs- bis Zehnjähriger während der Covid-19-Pandemie waren signifikant höher als jene davor (Schmidt *et al.*, 2020). Dies hing zum einen mit dem Einsatz von Medien für den Online-Unterricht während des Lockdowns zusammen, zum anderen stellte die Lockdown-Situation auch viele Familien vor große Herausforderungen, da die Kinder nicht mehr zur Schule oder in den Kindergarten gehen konnten und die Kinderbetreuung somit nicht sichergestellt war. Viele Eltern mussten im Homeoffice arbeiten und sich parallel um ihre Kinder kümmern, was häufig eine hohe Belastung darstellte und zum Einsatz verschiedener Medien, wie Fernsehen, Computern und Tablets, zur Ablenkung und Beschäftigung der Kinder führte. Viele andere Hobbys, wie Sport im Verein und soziale Interaktion mit

Freund:innen entfielen ebenfalls, sodass viel freie Zeit anderweitig gefüllt werden musste, wodurch die Bildschirmzeit bei einem großen Teil der Kinder anstieg.

Der Medienkonsum in der Kindheit geht mit verschiedenen gesundheitlichen und entwicklungspolitischen Bedenken einher. Insbesondere das frühe Kindesalter stellt eine vulnerable Phase dar, was die Gehirnentwicklung, den Aufbau von Beziehungen und die Etablierung gesunder Verhaltensweisen betrifft. Untersuchungen zeigen Zusammenhänge von hohem Medienkonsum mit einem erhöhten body-mass-index (BMI), unzureichendem Schlaf sowie Verzögerungen in der kognitiven, sprachlichen, sozialen und emotionalen Entwicklung (Council on communications and media, 2016a). Twenge et al. untersuchten in einer Studie die Auswirkungen des Medienkonsums in Form von tragbaren und nicht tragbaren elektronischen Geräten auf das Schlafverhalten von Kindern und Jugendlichen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass bei Kindern unter zehn Jahren die Zeit, welche diese an tragbaren elektronischen Geräten sowie nicht-tragbaren Geräten, wie Fernseher und Videospielekonsolen, verbrachten, einen bedeutenden Einfluss auf die Schlafdauer hatte (Twenge, Hisler and Krizan, 2019). Weitere Studien fanden ebenfalls Zusammenhänge mit einer verkürzten Schlafdauer und späteren Bettzeiten (Hale and Guan, 2015; LeBourgeois *et al.*, 2017). Untersuchungen zu den Ursachen für Insomnien in der Jugend zeigen bereits, dass die Nutzung von Medien, insbesondere von Fernseher, Computer und Handy, im Schlafzimmer vor dem Schlafengehen als Risikofaktor für die Entstehung einer Insomnie aufgrund von mangelnder Schlafhygiene gilt. Zudem wird ein Zusammenhang zwischen exzessivem Medienkonsum, unzureichendem Schlaf und Verhaltensauffälligkeiten vermutet. Eine Studie untersuchte dabei die interagierenden Effekte von Bildschirmzeit und Schlaf auf das Auftreten von Verhaltensauffälligkeiten bei Vorschulkindern. Die Ergebnisse zeigten, dass die Schlafdauer, Schlafenszeiten und die Schlaffeizienz mit der Bildschirmzeit in Verbindung stehen. Die Schlafdauer stellte dabei einen moderierenden Faktor für den Zusammenhang zwischen Bildschirmzeit und Verhaltensauffälligkeiten dar (Kahn *et al.*, 2021).

Die Nutzung unterschiedlicher Medien sollte aber differenzierter betrachtet werden, da diese mit verschiedenen Schlafproblemen und -auffälligkeiten einhergehen kann. Jugendliche mit hohem Fernsehkonsum neigen eher zu Schlafwandeln, wohingegen Einschlafprobleme häufig bei Jugendlichen mit hohem Konsum von Handy,

Videospielen, sozialen Netzwerken und Musikgeräten auftreten. Zudem wurde bei der erhöhten Nutzung aller Medien, ausgenommen Musikgeräte und Handys, vermehrte Probleme innerlich abzuschalten, festgestellt (Arora *et al.*, 2014).

Ein aktuelles Problem stellt die Entwicklung eines Trends dar, welcher dahin geht, dass viele Eltern der Überzeugung sind, dass abendliches Fernsehen ihren Kindern helfe zu entspannen, abzuschalten und folglich besser einschlafen zu können. Diesem Trend folgend werden momentan immer mehr Shows und Apps entwickelt, welche einen beruhigenden und entspannenden Effekt auf Kinder haben sollen. Es existiert jedoch bisher keine Evidenz, welche einen solchen Medieneinsatz rechtfertigen und unterstützen würde, vielmehr gibt es bisher zahlreiche Untersuchungen, welche einen Zusammenhang zwischen Medienkonsum und problematischem Schlafverhalten feststellen konnten (Hale *et al.*, 2018).

Die meisten Studien, welche bisher durchgeführt wurden, beziehen sich auf das Jugendalter. Untersuchungen bei jüngeren Kindern sind jedoch von zentraler Bedeutung, da der erste Kontakt mit Medien immer früher stattfindet und ein gesunder Umgang damit bereits im frühen Kindesalter etabliert werden sollte, um negative Effekte auf die Entwicklung zu vermeiden.

Übergewicht und Adipositas im Kindesalter

Adipositas in der Kindheit stellt ein wachsendes Problem der Gesellschaft dar. Den Ergebnissen der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGs Welle 2, 2014-2017) zufolge waren 15 % der Kinder und Jugendlichen zwischen drei und siebzehn Jahren in diesem Zeitraum übergewichtig. Mehr als ein Drittel davon (6,3 %) litt unter Adipositas (Schienkiewitz *et al.*, 2019).

Kindliches Übergewicht wird häufig im Erwachsenenalter beibehalten, was ein erhöhtes Risiko für damit verbundene gesundheitliche Probleme mit sich bringt. Einer Studie von Ward *et al.* zufolge wird angesichts des derzeitigen Ausmaßes der Adipositas in der Kindheit die Mehrheit der heutigen Kinder im Alter von 35 Jahren adipös sein, wobei etwa die Hälfte der prognostizierten Fälle bereits in der Kindheit auftreten wird (Ward *et al.*, 2017). Dadurch steigt das Risiko für Folge-Erkrankungen im Erwachsenenalter an, wozu unter anderem Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus Typ 2,

Schlaganfall und verschiedene Krebserkrankungen zählen (Kelley, Kelley and Pate, 2019).

Folglich ist es von elementarer Bedeutung, Faktoren zu identifizieren, welche einen erhöhten Körperfettanteil begünstigen, um Ansatzpunkte zur gezielten Verbesserung der körperlichen Gesundheit zu finden.

Die Entstehung einer Adipositas wird durch eine Vielzahl verschiedener Faktoren begünstigt. Zu den bekannten Faktoren zählen ungesunde Ernährung, eine übermäßige Kalorienzufuhr, mangelnde Bewegung sowie eine genetische Vorbelastung (Mata and Munsch, 2011). Die Covid-19-Pandemie barg ebenfalls ein Risiko, die Entstehung von Adipositas zu begünstigen. Während der Lockdown-Zeiten verbrachten die meisten Kinder sehr viel Zeit zuhause. Studien zufolge stieg der Medienkonsum deutlich an (Bergmann *et al.*, 2022) und das Bewegungsverhalten nahm ab, da beispielsweise Sport im Verein oder in der Schule nicht möglich war und auch die alltägliche Bewegung, wie z.B. der Schulweg durch Homeschooling entfiel (Schmidt *et al.*, 2020). Folglich stellt Übergewicht und Adipositas, insbesondere als Folge der Covid-19-Pandemie, ein sehr aktuelles und relevantes Thema dar.

Neben den bekannten Faktoren, welche zur Entstehung einer Adipositas beitragen, hat der Schlaf ebenfalls einen bedeutsamen Einfluss auf die Gewichtsentwicklung und kardiometabolische Gesundheit.

Eine Studie von Cespedes Feliciano *et al.* beschäftigte sich beispielsweise mit dem Zusammenhang von Schlafvariablen und Adipositas im Jugendalter. Die Ergebnisse zeigten, dass kürzere Schlafdauern mit einer kindlichen Adipositas assoziiert waren. Eine längere Schlafdauer und bessere Schlafqualität hingegen wirkten sich positiv auf den Taillenumfang, den systolischen Blutdruck, das HDL-Cholesterin sowie den Körperfettanteil aus, was ein besseres kardiometabolisches Profil zur Folge hatte (Cespedes Feliciano *et al.*, 2018). Matricciani *et al.* stellten in einem Meta-Review zu Schlaf und Kindergesundheit ebenfalls einen gesicherten Einfluss einer verkürzten Schlafdauer auf eine Adipositas fest (Matricciani *et al.*, 2019).

Vorangegangene Untersuchungen zeigten, dass neben der Schlafdauer weitere schlafbezogene Faktoren die kardiometabolische Gesundheit beeinflussen. Xiu *et al.* untersuchten in einer Vergleichsstudie den Einfluss von Schlafeffizienz, -

regelmäßigkeit sowie einer späten Einschlafzeit auf eine Adipositas und fanden dabei ebenfalls einen Zusammenhang zwischen dem sogenannten „späten Chronotyp“, was die zirkadiane Präferenz einer späten Schlafphase beschreibt, und einer Adipositas (Xiu *et al.*, 2020). Bei Erwachsenen liegen mehrere Studien vor, welche einen Zusammenhang zwischen einem unregelmäßigen Schlaf-Wach-Rhythmus mit Aufbau eines Schlafdefizits unter der Woche und „Catch-up“-Schlaf am Wochenende, auch als „Social Jetlag“ bezeichnet, sowie einem späten Chronotyp und einem erhöhten Risiko für Adipositas und kardiovaskuläre Erkrankungen belegen konnten (Wong *et al.*, 2015, p. 2; McMahon *et al.*, 2019).

Trifft nun die Hypothese eines schlechten Schlafs im Kontext eines hohen Medienkonsums zu, so hat dies folglich ebenfalls Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung. Es existieren zudem Studien, welche den direkten Zusammenhang zwischen einem hohem Medienkonsum und der Körperzusammensetzung untersucht haben. Eine Studie von Chaput *et al.* fand hier beispielsweise einen signifikant höheren Körperfettanteil bei Kindern mit zwei bis drei Bildschirmen in ihren Zimmern im Vergleich zu Kindern ohne Bildschirm im Zimmer (Chaput *et al.*, 2014). Eine weitere Studie, welche bei Erwachsenen durchgeführt wurde, untersuchte den Effekt von Bildschirmzeit als sitzende Tätigkeit auf das Adipositas-Risiko. Diese fand eine Korrelation zwischen TV-Konsum und einem erhöhten Risiko für Adipositas (Biddle *et al.*, 2017).

Eine Adipositas ist mit kardiovaskulären Risikofaktoren assoziiert, wozu unter anderem ein hoher Blutdruck und hohe Cholesterinwerte zählen (Kelley, Kelley and Pate, 2019). In einer Studie von Freedman *et al.*, welche an 10.099 Kindern und Jugendlichen in den USA im Alter von fünf bis siebzehn Jahren durchgeführt wurde, wiesen etwa 70 % der adipösen Proband:innen mindestens einen dieser Risikofaktoren auf (Freedman *et al.*, 2007). Weitere gesundheitliche Folgen können Knochen- und Gelenkprobleme sowie die Entwicklung einer obstruktiven Schlafapnoe sein. Psychologische Aspekte spielen bei der Adipositas ebenfalls eine bedeutende Rolle. Viele der Betroffenen leiden unter Stigmatisierung, einem geringen Selbstwertgefühl und einer verminderten Lebensqualität (Kelley, Kelley and Pate, 2019).

Bestimmung der Körperzusammensetzung

Die Bestimmung BMI stellt eine weit verbreitete Methode dar, um Übergewicht und Adipositas zu erfassen. Der BMI wird häufig eingesetzt, um den Körperfettanteil zu beurteilen, da er kostengünstig und einfach zu berechnen ist (Kuriyan, 2018). Gemäß einer britischen repräsentative Längsschnittstudie kann der BMI der Eltern als prädiktiver Wert für den BMI der Nachkommen im Erwachsenenalter dienen (Cooper *et al.*, 2010). Allerdings sind die Aussagekraft und der Nutzen des BMIs zur Einschätzung des Körperfettanteils bei Kindern unklar (Heard-Lipsmeyer *et al.*, 2020). Forsum *et al.* untersuchten in einer Studie bei vierjährigen Kindern den Zusammenhang zwischen dem Körperfettanteil, der mittels Luftverdrängungsplethysmographie ermittelt wurde, und dem BMI. Die Untersuchungen zeigten, dass Kinder mit einem hohen Körperfettanteil nicht eindeutig über BMI-basierte Grenzwerte identifiziert werden können, weshalb andere Methoden nötig sind, um diesen zu bestimmen (Forsum *et al.*, 2013).

Methoden zur Messung der Körperzusammensetzung

Zu den Methoden, welche häufig verwendet werden, um die Körperzusammensetzung zu bestimmen, zählen unter anderem die Anthropometrie, die Bioimpedanzanalyse sowie die Dual-Energy-X-Ray-Absorptiometrie (Ortiz-Hernández *et al.*, 2017; Borga *et al.*, 2018).

Bei der Anthropometrie wird die Körperzusammensetzung durch die Ermittlung verschiedener Körpermaße bestimmt (Ortiz-Hernández *et al.*, 2017). Durch die Messung der Hautfaldendicke kann die subkutane Fettmasse geschätzt werden. Der Mittelarm- oder Oberschenkelumfang kann dazu dienen, die Skelettmuskelmasse zu berechnen (Müller *et al.*, 2016). Um das intraabdominelle Fett zu beurteilen, kann der Taillenumfang gemessen werden. Die Anthropometrie eignet sich gut, um den Ernährungszustand sowie die Muskelmasse und Fettdepots zu beurteilen, da die Messungen einfach durchzuführen und kostengünstig sind. Sie wird daher im klinischen Setting sowie bei großen epidemiologischen Studien häufig angewendet. Die Anthropometrie eignet sich gut zur ersten Einschätzung des Ernährungszustands,

allerdings liefert die Messung vergleichsweise ungenauere Werte für den Körperfettanteil (Kuriyan, 2018).

Die Bioimpedanzanalyse (BIA) nutzt die elektrische Leitfähigkeit des Körpers, um die Körperzusammensetzung zu bestimmen. Während Wasser und Elektrolyte, welche Bestandteile der fettfreien Körpermasse sind, eine gute elektrische Leitfähigkeit besitzen, ist die elektrische Leitfähigkeit des Körperfetts schlecht (Chiplonkar *et al.*, 2017; Kuriyan, 2018). Für die Messung wird ein niederfrequenter Wechselstrom über Hautelektroden angelegt und der Spannungsabfall im Gewebe gemessen (Schindler and Ludvik, 2004). Vorteile sind dabei eine einfache und kostengünstige Durchführung (Vicente-Rodríguez *et al.*, 2012). Allerdings liefert diese Methode nur ungenaue und fehlerhafte Ergebnisse, wenn es sich bei den Proband:innen um kranke oder extrem unter- beziehungsweise übergewichtige Individuen handelt oder der Elektrolyt- beziehungsweise Flüssigkeitshaushalt gestört ist (Schindler and Ludvik, 2004). Zudem variieren die Ergebnisse häufig, abhängig von der Tageszeit oder den Messbedingungen (Vicente-Rodríguez *et al.*, 2012).

Die Dual-Energy-X-Ray Absorptiometrie (DXA) wurde ursprünglich zur Messung der Knochendichte für die Diagnose und Überwachung von Osteoporose entwickelt (Fosbøl and Zerahn, 2015). Bei dieser Methode wird eine Strahlenquelle verwendet, die Röntgenstrahlen zweier verschiedener Energieniveaus emittiert. Je nach Gewebeart verliert die Strahlung beim Durchdringen des Körpers unterschiedlich viel Energie. Ein Detektor erfasst die Reststrahlung. Über die relative Abschwächung der Energie können die Fett- und Knochenmasse sowie das fettfreie Weichteilgewebe differenziert werden. Diese Methode eignet sich zudem, um Aussagen über die regionale Fettverteilung zu treffen, allerdings mit vergleichsweise geringer Präzision (Schindler and Ludvik, 2004). Die Datenlage in Bezug auf die DXA-Messung bei Kleinkindern ist dürftig, was sicherlich an der mit der Methode verbundenen Strahlenbelastung liegt. Bewegungen der Proband:innen während der Messung sowie Unterschiede in der Datenerfassung und Analyse können die Messergebnisse beeinflussen (Kuriyan, 2018).

Luftverdrängungsplethysmographie

Bei der Luftverdrängungsplethysmographie (ADP) wird die Körperdichte über das Verhältnis von Körpermasse und Körpervolumen berechnet (Müller *et al.*, 2016). Über die Körperdichte können durch die Annahme eines festen Dichtewertes für die Fettmasse sowie durch alters- und geschlechtsspezifische Schätzungen der Dichte der fettfreien Masse die jeweiligen Anteile berechnet werden.

Aktuell existieren zwei kommerziell erhältliche Systeme, um die Körperzusammensetzung mittels ADP zu bestimmen: Der BODPOD für Kinder im Alter von über zwei Jahren und Erwachsenen sowie der PeaPod für Säuglinge von der Geburt bis zum Alter von etwa sechs Monaten, beide werden von der Firma COSMED (COSMED USA, Inc. California, USA) vertrieben (Mazahery *et al.*, 2018).

Die ADP stellt eine zuverlässige und genaue Methode dar, um den Körperfettanteil zu bestimmen. Sie eignet sich gut, um die Körperzusammensetzung bei Kindern zu messen, da sie nicht-invasiv, sicher und schnell durchführbar ist (Ellis *et al.*, 2007; Kuriyan, 2018).

Fragestellungen und Forschungshypothesen

Die vorliegende Arbeit untersuchte den Einfluss von Medienkonsum auf die Körperzusammensetzung, sowie das Schlaf- und Aktivitätsverhalten von Kindern im Alter von vier bis sieben Jahren.

Dazu wurde das Ruhe- und Aktivitätsprofil der Proband:innen sowie schlafbezogene Parameter mittels Aktigraphie ermittelt. Der Medienkonsum wurde mit Hilfe von Fragebögen erfasst. Die Körperzusammensetzung wurde mittels ADP bestimmt.

Folgende Fragestellungen sollten betrachtet werden:

1. Beeinflusst der Konsum elektronischer Medien im Kindesalter das Schlafverhalten?
Hypothese: Ein hoher Medienkonsum steht in Verbindung mit
 - a) einem späteren Schlafrhythmus, welcher eine spätere Bett- und Aufstehzeit sowie einen späteren Schlafmittelpunkt umfasst,

- b) einer verkürzten Schlafdauer,
- c) und einer schlechteren Schlafqualität.

2. Wirkt sich der Medienkonsum auf die körperliche Aktivität aus?

Hypothese: Ein hoher Medienkonsum führt zu einem eingeschränkten Bewegungsverhalten.

3. Besteht ein Zusammenhang zwischen einer verkürzten Schlafdauer und einer späten Schlafphase mit einem höheren Körperfettanteil und höheren BMI?

Hypothese: Eine geringere Schlafdauer und eine späterer Schlafphase sind mit einem

- a) höheren Körperfettanteil und
- b) einem höheren BMI assoziiert.

Material und Methoden

Studienbeschreibung

Im folgenden Abschnitt soll der Ablauf der Studie erläutert werden.

Ethik

Am 23.03.2021 gab die Ethikkommission ihre Zustimmung zur Durchführung der Studie mit der Projektnummer 161/2021BO1. Die Eltern der Studienteilnehmer:innen wurden schriftlich durch die „Aufklärung für die Eltern“ in der Version 1.0 über die Studie aufgeklärt, erhielten die Möglichkeit Fragen zu stellen und gaben mittels Unterschrift auf der „Einverständniserklärung zur Studienteilnahme“, Version 1.0 ihre Zustimmung zur Durchführung der Studie.

Studiendesign

Bei der Studie handelte es sich um eine monozentrische Querschnittsstudie im Rahmen einer prospektiven Beobachtungsstudie. Die Kohorte wurde bereits bei Geburt generiert und nun im Alter von vier bis sieben Jahren erneut einmalig nachuntersucht.

Studienpopulation

Die Studie zur Körperzusammensetzung bei Kindern stellt einen Abschnitt einer geplanten longitudinalen Kohortenuntersuchung dar. Somit existierte bereits ein Kollektiv von 365 Kindern, bei denen als Neugeborenes im Zeitraum von Juli 2014 bis Juni 2015 die Körperzusammensetzung mittels ADP ermittelt worden war. Zunächst wurden die Eltern dieser Kinder telefonisch kontaktiert, um ihnen von unserer geplanten Studie zu berichten und einen persönlichen Erstkontakt herzustellen. Anschließend erhielten die Eltern bei Interesse per Post eine Elternaufklärung, eine Einverständniserklärung zur Studienteilnahme sowie einen Fragebogen zur Demographie und zu den Ernährungs- und Schlafgewohnheiten ihres Kindes, welchen sie im Rahmen der Studie ausfüllten und zu ihrem Termin in der Klinik mitbringen

sollten. Anschließend wurde mit den Familien telefonisch ein Termin in der Kinderklinik Tübingen zur Datenerhebung vereinbart. Voraussetzung für die Studienteilnahme war eine unterschriebene Einverständniserklärung.

Von der Datenanalyse ausgeschlossen wurden Proband:innen bei Frühgeburtlichkeit, einer nicht durchgeführten BODPOD-Messung, einer abgebrochene Aktigraphie-Messung, technischen Probleme bei der Aktigraphie-Messung oder einer Tragezeit des Aktigraphen von weniger als 10 Stunden tagsüber.

Fallzahl

Da seit der ersten Messung sechs bis sieben Jahre vergangen waren, wurde davon ausgegangen, dass ein Teil der Familien durch eine Änderung der Kontaktdaten nicht mehr erreicht werden konnte oder der Anfahrtsweg durch einen Umzug zu lang geworden war. Es wurde davon ausgegangen, dass etwa 50 % der kontaktierten Eltern der Studienteilnahme zustimmen würden.

Es handelte sich um eine explorative Studie, was bedeutet, dass diese hypothesengenerierend ausgelegt war, da keine vergleichbaren Messwerte für die Bestimmung der Körperzusammensetzung bei deutschen Kindern mittels ADP existierten.

Bei den verwendeten Fragebögen und der Hautfaltendickenmessung gab es Referenzwerte, da diese zum Teil in der KiGGs Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGs Welle 2, 2014-2017) eingesetzt worden waren (Kurth *et al.*, 2019).

Studiendauer

Die Messungen fanden im Zeitraum Mai 2021 bis Oktober 2021 statt, meistens an den Wochenenden oder wochentags am Nachmittag. Geplant sind erneute Messungen der Studienteilnehmer im Alter von acht bis neun sowie vierzehn bis sechzehn Jahren. Bei Einverständnis für die Durchführung der Studie wurden die Eltern gefragt, ob sie sich eine erneute Teilnahme in etwa zwei Jahren vorstellen könnten und eine erneute Kontaktaufnahme erlauben würden.

Messungen

- Bestimmung des Blutdrucks
- Ermittlung anthropometrischer Daten
- Ausfüllen eines Fragebogens
- Messung der Hautfaltendicke
- Bestimmung der Körperzusammensetzung mittels ADP
- Bestimmung des Schlaf-Bewegungsverhaltens mittels Aktigraphie
- Paralleles Führen eines Schlaftagebuchs

Blutdruckmessung

Der Blutdruck der Probanden wurde mit einem batteriebetriebenen Blutdruckmessgerät (Boso medicus prestige der Firma BOSCH+SOHN GmbH & Co KG, Jungingen, Deutschland) ermittelt. Dafür wurde eine Blutdruckmanschette für Kinder um den Oberarm des Probanden/der Probandin gelegt. Das Messgerät bläst die Manschette automatisch auf und entlässt die Luft anschließend wieder. Durch die Messung der Schwingung der pulsierenden Schlagader kann das Gerät einen systolischen und diastolischen Wert ermitteln, welche von den Versuchsleitern notiert wurden. Wichtig war, dass der Proband/die Probandin während der Messung stillsaß und den Arm entspannt seitlich hängen ließ.

Ermittlung anthropometrischer Daten

Die Studienteilnahme umfasste ebenfalls die Bestimmung des Körpergewichts, der Körpergröße sowie dem Kopfumfang. Die Messung des Körpergewichts erfolgte mittels einer Waage, welche mit dem BODPOD zur Bestimmung der Körperzusammensetzung in Verbindung stand. Für die Ermittlung der Körpergröße wurde eine Messlatte (Dr. Keller I der Firma Längenmesstechnik-GmbH, Limbach-Oberfrohna, Deutschland) verwendet und ein Maßband für die Messung des Kopfumfangs.

Vorwerte wurde dem gelben Kindervorsorgeuntersuchungsheft entnommen.

Fragebogen

Die Eltern der Studienteilnehmer erhielten gemeinsam mit der Elternaufklärung und der Einverständniserklärung vorab einen Fragebogen. Dieser umfasste Fragen zur Demographie, zur Ernährung, zum Medienkonsum, sowie zum Aktivitäts- und Schlafverhalten. Zum Teil wurden Fragen dem Fragebogen der KiGGS-Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen entnommen (Kurth *et al.*, 2019). Dabei wurde ebenfalls auf mögliche Veränderungen während der Corona-Pandemie eingegangen.

Um die Mediennutzung der Proband:innen zu ermitteln, wurde jeweils nach der durchschnittlichen täglichen Mediennutzung wochentags und am Wochenende gefragt. Die Eltern konnten angeben, ob diese null Stunden, weniger als eine Stunde, ein bis zwei Stunden, drei bis vier Stunden oder mehr als vier Stunden betrug. Dabei wurde nach der Nutzung von Handy/Smartphone, Computer/Tablet, Fernsehen und Playstation/Wii/Konsole gefragt. Die Mediennutzung wurde jeweils vor Beginn der Corona-Pandemie und während der Corona-Pandemie erfragt.

Weitere Bestandteile des Elternfragebogens waren der Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ) und der rMEQ-CP (Reduced Morningness-Eveningness-Questionnaire for Children and Adolescents - Parent version) zur Erfassung des Schlafverhaltens und des Chronotyps, auf die im Folgenden noch näher eingegangen werden soll (Schlarb, Schwerdtle and Hautzinger, 2010; Randler *et al.*, 2016).

Hautfaltendickemessung

Die Messung der Hautfaltendicke erfolgte mittels einer Körperfettzange (Harpden-Caliper der Firma Holtain Limited, Crymych, Wales). An Oberarm, Schulter und Abdomen wurde am unbekleideten Oberkörper des Probanden/der Probandin auf der jeweils rechten Seite die Dicke der Hautfalten gemessen. Bei der Körperfettzange handelt es sich um ein präzises Instrument, um die Hautfaltendicke zu messen und darüber die Masse des Körperfetts abzuschätzen, welches sich seit über vierzig Jahren im Einsatz befindet und in vielen Studien, unter anderem der KiGGS-Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen, verwendet wurde. Der Messbereich des

Harpenden-Caliper beträgt 0 bis 40 mm (Fernandes Filho *et al.*, 2017; Kurth *et al.*, 2019).

Bestimmung des Schlafverhaltens

Die Bestimmung des Schlafverhaltens der Proband:innen erfolgte mittels Aktigraphie für die Dauer von einer Woche und einem Schlaftagebuch, welches ergänzend geführt wurde.

Aktigraphie Messung

Die Aktigraphie dient der objektiven Erfassung von Aktivitäts- und Ruhezyklen. Sie erfolgt über die Aufzeichnung von motorischer Aktivität mit Hilfe von Beschleunigungsmessern, sogenannten Akzelerometern, und basiert auf der Annahme, dass die Proband:innen während des Schlafs eine geringere körperliche Aktivität aufweisen als im Wachzustand (Ancoli-Israel *et al.*, 2015). Aktigraphen sind kleine Apparate, welche in Form und Größe einer Armbanduhr ähneln und am nicht-dominanten Handgelenk getragen werden. Für die Studie wurde das Model wGT3X-BT der Firma ActiGraph (Pensacola, USA) verwendet. Die Studienteilnehmer:innen trugen die Aktigraphen während einer Woche durchgängig und legten sie nur ab, wenn die Gefahr bestand, dass diese nass wurden oder sich die Kinder verletzen könnten, wie beispielsweise beim Kontaktsport. Die Ablegezeiten wurden im Schlaftagebuch vermerkt. Gestartet wurde die Messung am Versuchstag um 19 Uhr und lief genau sieben Tage bis um 19 Uhr des letzten Messtages.

Nach Abschluss der Messung legten die Eltern den Aktigraphen gemeinsam mit dem Schlaftagebuch in einen für den Rückversand vorfrankierten Umschlag, welchen sie bei ihrem Termin in der Klinik von den Versuchsleitern erhalten hatten, und sendeten ihn zurück an das Kinderschlaflabor der Universitätskinderklinik.

Bei der Aktigraphie werden die Bewegungen des Probanden durch einen integrierten piezoelektrischen Beschleunigungssensor erfasst (Sadeh and Acebo, 2002). Da die Beschleunigung als Änderung der Geschwindigkeit in Bezug auf die Zeit definiert wird, können Beschleunigungsmesser die Intensität von Bewegungen quantifizieren (Corder, Brage and Ekelund, 2007). Dadurch können Schlaf-/Wachzyklen identifiziert und

verschiedene Stadien körperlicher Aktivität unterschieden werden. Ein eingebauter Mikroprozessor berechnet Intensität, Häufigkeit und Dauer der Bewegung und wandelt die entsprechende Spannung in eine Aktivitätszahl (*Counts*) um, welche im Aktigraphen gespeichert wird (Sadeh and Acebo, 2002). Die Signale der Beschleunigungssensoren werden über eine festgelegte Zeitspanne summiert, die als Epoche bezeichnet wird und zwischen einer Sekunde und fünf Minuten liegen kann (Ancoli-Israel *et al.*, 2015; Akkerman *et al.*, 2018). In der betreffenden Studie wurde ein Messintervall von 60 Sekunden gewählt, um eine gute zeitliche Auflösung zu erreichen und eine ausreichend lange Aufzeichnung zu ermöglichen.

Beschleunigungsmesser können uniaxial sein, was bedeutet, dass sie in der Regel auf Bewegungen in der vertikalen Achse reagieren. Biaxiale und triaxiale Beschleunigungsmesser reagieren zudem auf Beschleunigungen in der anterioposterioren und/oder lateralen Achse (Corder, Brage and Ekelund, 2007).

In dieser Studie wurden Aktigraphen eingesetzt, die am Handgelenk der Proband:innen platziert wurden. Die betreffenden Beschleunigungssensoren sind eher horizontal orientiert und daher sensibel für Armbewegungen (Quante *et al.*, 2015).

Für die Auswertung und Analyse der Aktigraphie-Daten wurde der Aktigraph nach Beendigung der Messung an einen Laptop angeschlossen, auf dem die Auswertesoftware ActiLife 6 installiert war. Zunächst wurden die gespeicherten Daten heruntergeladen und in einem separaten Ordner für die jeweilige Versuchsperson gespeichert. Anschließend konnte die Analyse des Schlafverhaltens erfolgen. Dafür wurden die Daten in der Kategorie „Sleep“ geöffnet. Das Programm zeigte das Aktivitätsprofil der jeweiligen Testperson in Form der *Counts*. Die jeweiligen Bett- und Aufstehzeiten wurden dem Schlaftagebuch entnommen und manuell eingetragen. Die Einschlafzeit entsprach einem starken Abfall der *Counts*, während die Aufwachzeit einen starken Anstieg darstellte. Bei einer zu starken Abweichung von über dreißig Minuten zwischen der im Schlaftagebuch angegeben und der vom Aktigraphen registrierten Zeit, wurde der Abfall beziehungsweise Anstieg der *Counts* als Marker verwendet. Nach Eintragen aller Schlafperioden konnte ein Bericht (Sleepreport) für die jeweilige Versuchsperson erstellt werden, welcher die folgende Schlafparameter enthielt: Bettzeit (In Bed), Aufstehzeit (Out Bed), Zeit zwischen Bettzeit und Schlafbeginn (Latency), Schlafeffizienz (Efficiency), Gesamtzeit im Bett (Total Time in

Bed), Gesamtschlafdauer (Total Sleep Time), Erwachen nach Einsetzen des Schlafs (Wake After Sleep Onset [WASO]), Anzahl der Aufwachperioden (Number of Awakenings) und durchschnittliche Dauer der Aufwachperioden (Average Awakening). Für die Schlafanalyse wurde der Algorithmus von Cole et al. verwendet (Cole *et al.*, 1992). Die Algorithmen von Sadeh et al. und Cole et al. sind einem Review von Meltzer et al. zufolge die gängigsten Algorithmen in der pädiatrischen Aktigraphie (Meltzer *et al.*, 2012). Der Aktigraph wGT3X-BT wurde gegenüber ambulanten Polysomnographie-Daten für das Jugendalter validiert (Quante *et al.*, 2018). Anschließend wurde eine Validierung der Tragezeiten (Wear Time Validation) unter Verwendung des Troiano Algorithmus durchgeführt (Troiano *et al.*, 2008). Dafür wurden die im Schlaftagebuch angegebenen Zeiten, die der Aktigraph abgelegt wurde, mit jenen abgeglichen, welche der Sensor des Aktigraphen als "Nicht-Trage-Zeit" erkannt hatte. Folgende Mindestanforderungen mussten erfüllt werden, damit ein Aktigraphie-Datensatz in die Auswertung eingeschlossen wurde: ein gültiger Aufzeichnungszeitraum von mindestens 10 Stunden im Wachzustand und mindestens 4 valide Tage. In der Auswertung dieser Arbeit wurden die Parameter Bettzeit, Aufstehzeit und Gesamtschlafdauer analysiert. Zudem wurde der Schlafmittelpunkt nach der folgenden Formel bestimmt:

$$MPOS = \frac{(IB + (OB + 24))}{2} - 24$$

Gleichung 1: Bestimmung des Schlafmittelpunkts

MPOS = Midpoint of sleep (Schlafmittelpunkt)

IB = In Bed (Bettzeit)

OB = Out Bed (Aufstehzeit)

Diese Formel wird so angewendet, wenn zwischen Bettzeit und Aufstehzeit eine Tagesgrenze liegt. Die Angabe der Zeiten erfolgt in Stunden.

Beispielhaft ergibt sich bei einer Bettzeit um 22 Uhr und einer Aufstehzeit um 8 Uhr folgende Rechnung:

$$MPOS = \frac{(22 + (8 + 24))}{2} - 24$$

$$MPOS = 3$$

Gleichung 2: Beispielhafte Berechnung des Schlafmittelpunkts

Zusätzlich zu der Bestimmung der Schlafparameter erfolgte eine Analyse der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen (Rest-Activity-patterns). Diese umfasste unter anderem die Parameter L5 Mittelpunkt und M10 Mittelpunkt, wobei der L5 Mittelpunkt die mittlere dezimale Uhrzeit der fünf am wenigsten aktiven aufeinanderfolgenden Stunden im 24-Stunden-Zyklus beschreibt und der M10 Mittelpunkt die mittlere dezimale Uhrzeit der zehn aktivsten aufeinanderfolgenden Stunden im 24-Stunden-Zyklus darstellt. Für die Auswertung dieser Arbeit wurde lediglich der L5 Mittelpunkt herangezogen.

Um die körperliche Aktivität anhand der *Counts* zu klassifizieren und zur Abgrenzung von Schlaf- und Ruhephasen wurden Grenzwerte (cut points) angewandt. Für die einzelnen Altersgruppen existieren verschiedene validierte Grenzwerte. Diese wurden angewandt, um verschiedene Bereiche körperlicher Aktivität zu klassifizieren: sitzende Tätigkeit, leichte körperliche Aktivität, moderate körperliche Aktivität, intensive körperliche Aktivität und moderate bis intensive körperliche Aktivität (Quante *et al.*, 2015). Für die betreffende Studie wurden die von Chandler *et al.* publizierten Grenzwerte für die Aktivitätsbestimmung mittels Aktigraphie vom Handgelenk bei Kindern gewählt (Chandler *et al.*, 2016).

Schlafstagebuch

Ergänzend zu der Aktigraphie-Messung erhielten die Studienteilnehmer:innen ein Schlafstagebuch, welches sie über eine Woche parallel führen sollten (siehe Anhang). Darin wurde das jeweilige Datum eingetragen, die Zeit, zu der das Kind zu Bett gegangen und aufgestanden ist, sowie die Einschlaf- und Aufwachzeiten, Schlafphasen tagsüber und nächtliche Wachphasen. Für jeden Tag sollten die Eltern notieren, ob es

sich um einen typischen Tag gehandelt hatte, oder etwas außergewöhnlich (z.B. Krankheit des Kindes) gewesen war. Zeitpunkte, zu denen der Aktigraph ab- und wieder angelegt wurde, trugen die Eltern ebenfalls in das Schlaftagebuch ein. Nach Herunterladen der Aktigraphie-Daten wurden die Zubettgeh- sowie Aufstehzeiten manuell über die Software eingetragen und mit den Aktivitätsmustern abgeglichen. Die Ablegezeiten des Aktigraphen wurden verwendet, um eine Validierung der Tragezeiten durchzuführen.

Schlaftagebücher eignen sich gut, um das subjektive Schlafverhalten einer Testperson zu erfassen, da sie über einen bestimmten Zeitraum kontinuierlich geführt werden, statt einmalig retrospektiv ausgefüllt zu werden, wie es bei Schlafragebögen der Fall ist. Da die Angaben täglich gemacht werden, hängen Schlaftagebücher weniger von der Erinnerung ab und enthalten dadurch genauere Informationen (Ibáñez, Silva and Cauli, 2018).

Schlafragebogen

Für die Erfassung des Schlafverhaltens der Proband:innen wurde die deutschsprachige Version des CSHQ eingesetzt. Dabei handelt es sich um einen Fragebogen zur Erfassung von Schlafgewohnheiten bei Kindern, welcher als validiertes Screeninginstrument zur Erkennung von Schlafstörungen gilt (Schlarb, Schwerdtle and Hautzinger, 2010).

Der Fragebogen basiert auf dem Urteil der Eltern und gliedert sich in fünf Abschnitte: Schlafenszeit, Schlafverhalten, nächtliches Erwachen, morgendliches Erwachen und Tagesmüdigkeit. Die Eltern des Probanden geben jeweils an, ob die betreffende Aussage gewöhnlich, manchmal oder selten zutrifft und ob dies ein Problem für sie darstellt.

Zudem wurde die deutsche Version des rMEQ-CP (Randler *et al.*, 2016) (Schlarb, Roeser, Randler, 2016) verwendet, um die zirkadiane Präferenzen (Morgen- versus Abendtypus) zu bewerten. Der Fragebogen wurde von Paciello *et al.* anhand aktigraphischer Aktivitäts- und Schlafparameter validiert. Die Ergebnisse der Studie ergaben, dass der rMEQ-CP ein valides Instrument zur Bestimmung der zirkadianen Präferenz darstellt (Paciello *et al.*, 2022).

Schlaffragebögen eignen sich gut für eine erste Einschätzung des Schlafverhaltens, da sie kostengünstig sind und schnell durchgeführt werden können. Sie erfassen die subjektive Wahrnehmung der Versuchsperson, beziehungsweise bei Kindern der Eltern quantitativ zusammen, können dadurch allerdings auch von Ungenauigkeit und Voreingenommenheit beeinflusst werden und sollten für eine bessere und objektivere Beurteilung durch andere Methoden zur Erfassung des Schlafverhaltens ergänzt werden, wie es in der betreffenden Studie (hier Aktigraphie) der Fall war (Ibáñez, Silva and Cauli, 2018).

Bestimmung der Körperzusammensetzung

Die Körperzusammensetzung der Studienteilnehmer wurde mittels ADP bestimmt. Dafür wurde der BODPOD der Firma COSMED (COSMED USA, Inc. California, USA) in der pädiatrischen Variante verwendet.

Bestandteile und Grundlagen des BODPOD-Systems

Das BODPOD-System umfasste folgende Komponenten: Eine elektronische Waage, einen Computer mit Bildschirm und Tastatur, einen Drucker, eine Prüfkammer und eine Referenzkammer. Eine Wand mit integriertem Sitz trennte die beiden Kammern voneinander. Die Proband:innen betraten die Prüfkammer durch eine Tür, die ein großes Fenster enthielt. Während der Messung wurde die Kammer mit Hilfe von Elektromagneten und einer Luftdichtung verschlossen. Zwischen Prüfkammer und Referenzkammer befand sich eine Membran.

Die Proband:innen hatten jederzeit die Möglichkeit, die Messung abzubrechen, indem sie eine Taste drückten, die sich an dem Sitz befand.

Die elektronische Waage diente der Messung des Körpergewichts. Die Füße konnten verstellt werden, um einen waagerechten Stand zu gewährleisten. Über den angeschlossenen Computer wurden die Meta-Daten der jeweiligen Testperson eingegeben und die Kalibrierung sowie Durchführung der Messung gesteuert. Die Messung der Körperzusammensetzung erfolgte mittels Densitometrie. Mit Hilfe von Körpermasse (M_B) und -volumen (V_B) kann so die Körperdichte (D_B) bestimmt werden.

$$D_B = \frac{M_B}{V_B}$$

Gleichung 3: Bestimmung der Körperdichte

Die Densitometrie basiert auf dem Zwei-Kompartimenten-Modell, welches vor über 70 Jahren zu den Anfängen der Körperzusammensetzungsmessung entwickelt wurde. Demnach wird der Körper in zwei Kompartimente eingeteilt: Körperfett (F), das zu etwa 80 % aus Triacylglyceriden besteht, und die fettfreie Körpermasse (FFM), welche sich aus Eiweiß, Wasser, Mineralien und Glykogen zusammensetzt (Müller *et al.*, 2016).

Das Modell kann wie folgt definiert werden:

$$\frac{1}{D_B} = \frac{F}{D_F} + \frac{FFM}{D_{FFM}}$$

Gleichung 4: Bestimmung der Dichtewerte von Fettmasse und fettfreier Masse

Nach Bestimmung der Körperdichte (D_B) wurden standardisierte Werte für die Dichte von Körperfett (D_F) und fettfreier Körpermasse (D_{FFM}) verwendet, um die relativen Anteile zu berechnen. Diese standardisierten Werte wurden anhand von mehreren früheren Studien an Leichen bestimmt, welche gezeigt hatten, dass die Werte von der Ethnizität, dem Geschlecht und dem Alter abhängen. Darauf basierend wurden für die einzelnen Bevölkerungsgruppen verschiedene Gleichungen entwickelt, wodurch dieser Faktor in die Berechnung mit einbezogen werden konnte (*BOD POD® Gold Standard Body Composition Tracking System Operator's Manual*, 2017).

Nach Bestimmung der relativen Fettmasse können die relative fettfreie Masse (% FFM), die absolute Fettmasse (F) sowie die absolute fettfreie Masse (FFM) durch folgende Gleichungen berechnet werden:

$$\%FFM = 100 - \%F$$

Gleichung 5: Bestimmung von %FFM

$$F = (\%F)$$

Gleichung 6: Bestimmung von F

$$FFM = M_B - F$$

Gleichung 7: Bestimmung von FFM

(BOD POD® Gold Standard Body Composition Tracking System Operator's Manual, 2017)

Vorbereitung

Für die Durchführung der Messung mussten sich die Studienteilnehmer:innen bis auf die Unterwäsche entkleiden, beziehungsweise einen engen Badeanzug oder eine enge Badehose tragen. Schmuck und Armbanduhren wurden abgelegt. Für die Dauer der Messung trugen die Kinder eine Badekappe. Zu Beginn jedes Messtages wurde der BODPOD kalibriert.

Um die Genauigkeit der Messung sicherzustellen, wurde die Waage in regelmäßigen Abständen von vierzehn Tagen oder nach einem Standortwechsel kalibriert. Dazu wurden spezielle Kalibriergewichte verwendet, welche abwechselnd auf der Waage platziert und wieder entfernt wurden.

Die Funktion der Waage wurde zu Beginn jedes Messtages durch den „Check Scale“ getestet. Dafür wurden ebenfalls Kalibriergewichte auf die Waage gelegt und anschließend wieder entfernt.

Um die Stabilität des BODPODs und seines Umfelds zu überprüfen, wurde anschließend der Schritt „Autorun“ durchgeführt. Mit Hilfe des Volumenphantoms der Firma COSMED wurde eine Volumenkalibrierung sowie sechs Volumenmessungen durchgeführt, welche anschließend in einer Tabelle angezeigt wurden.

Der Schritt „Volume“ diente dazu, die Genauigkeit der Volumenmessungen zu testen. Zunächst erfolgte eine Volumenkalibrierung, anschließend drei Volumenmessungen mit Hilfe des Volumenphantoms und zuletzt eine weitere Volumenkalibrierung. Zwischen den einzelnen Messdurchgängen wurde die Tür zur Prüfkammer geöffnet und wieder verschlossen. Bei bestandenem Test war die Qualitätssicherung abgeschlossen und die Messungen konnten durchgeführt werden.

An einem Computer wurde über die Software des BODPODs die ID, das Geburtsdatum, die Größe, das Geschlecht und die Ethnie der jeweiligen Versuchsperson eingetragen. Das Dichtemodell „Lohmann“ wurde ausgewählt und das thorakale Gasvolumen als prognostiziert angegeben.

Vor jeder Messung erfolgte eine Kalibrierung. Dafür wurde die leere Testkammer geschlossen. Im Anschluss daran wurde für die Volumen-Kalibrierung ein Zylinder in die Testkammer gestellt und diese wieder geschlossen. Nach Abschluss der Kalibrierung konnte die nächste Messung beginnen (*BOD POD® Gold Standard Body Composition Tracking System Operator's Manual*, 2017).

Messung von Körpergewicht und Körpervolumen

Vor jeder Messung wurde die Waage tariert. Anschließend stellte sich die Testperson in Unterwäsche oder Badeanzug beziehungsweise Badehose auf die Waage. Wichtig war dabei, dass das Kind sich während der laufenden Messung möglichst wenig bewegte. War dies nicht der Fall, forderte das Programm zu einer erneuten Messung auf. In der Regel nahm die Bestimmung des Körpergewichts nur wenige Sekunden in Anspruch. Um die Messung des Körpervolumens durchzuführen, wurde die jeweilige Versuchsperson angewiesen, sich in Unterwäsche oder Badebekleidung in die Messkapsel des BODPODs zu setzen. Vor Beginn der Messung erhielten alle Studienteilnehmer:innen die Instruktion, sich möglichst wenig zu bewegen und ganz ruhig und gleichmäßig zu atmen. Die Kapsel wurde anschließend geschlossen und die Messung gestartet. Bei jeder Versuchsperson wurden zwei Messungen durchgeführt, welche jeweils etwa fünfzig Sekunden dauerten. Der jeweilige Fortschritt der Messung konnte an einem Balken auf dem Bildschirm abgelesen werden. Während der Messung konnte das Kind die ganze Zeit durch eine Scheibe nach draußen schauen und selbst beobachtet werden. Zwischen beiden Durchgängen wurde die Kapsel einmal geöffnet. Falls beide Messergebnisse zu stark voneinander abwichen, was darauf zurückzuführen war, dass sich das Kind zu viel bewegt hatte, war eine dritte Messung erforderlich. Nach Abschluss der letzten Messung konnte die Tür der Messkapsel geöffnet werden und das Kind aussteigen. Anschließend wurde die Tür wieder geschlossen und am Bildschirm konnten die Messergebnisse abgelesen werden.

Um das Körpervolumen zu bestimmen, verwendet der BODPOD die ADP. Dabei wird die Beziehung zwischen Druck und Volumen genutzt, um durch Druckmessung ein unbekanntes Volumen abzuleiten. Über das ermittelte Volumen und die gemessene Körpermasse kann die Körperdichte berechnet und anschließend der prozentuale Anteil der Fettmasse sowie der fettfreien Körpermasse abgeschätzt werden (Dempster and Aitkens, 1995).

Die Luft in der Nähe der Oberfläche und in den Lungen der Testperson verhält sich isotherm. Da bei der Messung adiabatische Bedingungen angenommen werden, was bedeutet, dass ein thermodynamisches System keine Wärmeenergie mit seiner Umgebung austauscht, wird das Volumen der Testperson um 40 % unterschätzt. Das Messergebnis wird daher automatisch um den Einfluss der isothermen Bedingungen korrigiert, welche in Form eines Faktors in die Gleichung miteinfließt. Diese Anpassung wird als Oberflächenartfakt bezeichnet.

Das thorakale Gasvolumen wird ebenfalls um 40 % unterschätzt. Daher wird dieses Volumen vorausgesagt und 40 % des Wertes zum gemessenen Körpervolumen der Testperson addiert (Urlando, Dempster and Aitkens, 2003).

Hygiene

Um die Messung für die Proband:innen und ihre Begleitpersonen sicher zu gestalten, wurde ein Hygienekonzept ausgearbeitet. Demnach wurden zunächst von der Einlasskontrolle der Kinderklinik Covid-19-typische Symptome abgefragt und ein Betreten der Klinik nur bei symptomfreien Kindern und Erwachsenen gestattet. Die Kinder und deren Begleitpersonen trugen eine Mund-Nase-Bedeckung, welche lediglich für die Dauer der Messung im BODPOD abgelegt wurde.

In einem separaten Raum erfolgte zunächst ein Covid-Antikörperschnelltest der Firma Abbott bei den Studienteilnehmern:innen.

In dem Raum, in welchem die Messung mit dem BODPOD durchgeführt wurde, platzierten wir ein Luftreinigungsgerät mit HEPA 14 Filter, welches bereits in der Pulmologie bei Lungenfunktionstests eingesetzt wurde.

Nach jeder Messung erfolgte eine Wischdesinfektion des BODPODs mit Desinfektionstüchern. Die nächste Messung war nach einer Pause von fünfzehn Minuten möglich.

Statistische Auswertung

Die Daten wurden mit dem Programm Microsoft Excel (Version 16.59) verwaltet. Für die statistische Auswertung wurde das Programm SPSS (Version 28.0.1.0) verwendet. Für die Auswertung der erhobenen und vorgescorten Aktigraphie-Daten wurden diese im ersten Schritt mit dem Open Source Python Framework pyActigraphy (Hammad *et al.*, 2021) voranalysiert und visualisiert. Das Framework pyActigraphy bietet Schnittstellen für diverse Datenformate, sowie Berechnungs- und Visualisierungsmethoden. Darüber hinaus wurden die Daten für jede Versuchsperson im Hinblick auf die Berechnung der Mittelwerte der verschiedenen Schlafparameter durch effiziente Datensatzberechnungen unter Verwendung der Python-Datenanalysebibliothek Pandas weiter zusammengefasst und analysiert (McKinney, 2012).

Zur adäquaten Berechnung von Zeitdurchschnittswerten über Mitternacht bzw. Tagesgrenzen hinaus für die Parameter Einschlafenzeit, L5-Mittelpunkt und den Schlafmittelpunkt wurden 24 Stunden zu den Zeiten unter einem geeigneten Pivotelement vor der Durchschnittsbildung addiert und dann gegebenenfalls nach der Durchschnittsbildung 24 Stunden subtrahiert, wenn der jeweilige berechnete Wert mehr als 24 Stunden abbildete. Die Software, die unter Verwendung von pyActigraphy und Pandas die Mittelwerte berechnete, ist als Open Source Software auf <https://github.com/spuetz/actigraphy.git> mit einer detaillierten Beschreibung frei zugänglich.

Mittels deskriptiver Statistik wurden Mittelwerte, Standardabweichungen, Mediane und sonstige deskriptive Daten ermittelt.

Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte mittels Shapiro-Wilk-Test und Visualisierung. Um die Proband:innen mit hohem versus niedrigem Medienkonsum zu vergleichen, wurden t-Tests und Mediantests durchgeführt. Dabei wurde ein niedriger Medienkonsum als tägliche Mediennutzung bis zu einer Stunde definiert, ein hoher Medienkonsum als Mediennutzung über einer Stunde. Bei einem p-Wert $< 0,05$ wurde für alle Tests ein signifikanter Gruppenunterschied angenommen. Die Tests wurde

jeweils für den Medienkonsum wochentags und am Wochenende separat durchgeführt. Die Korrelation zwischen zwei Merkmalen wurde mit dem Korrelationskoeffizient ρ nach Spearman berechnet. Für die genauere Betrachtung der Zusammenhänge und möglicher Einflussfaktoren wurde eine multivariate lineare Regressionsanalyse für die Parameter Medienkonsum, L5 Mittelpunkt, leichte körperliche Aktivität und mäßige bis starke körperliche Aktivität durchgeführt. Als Kovariablen wurden das Geschlecht, das Alter, der BMI-SDS (Standardabweichungswert) und der mütterliche Bildungsstand gewählt. Die Messwerte wurden mittels British Growth Reference in BMI-SDS Werte konvertiert, um die Abweichungen vom Mittelwert zu bestimmen (Cole, Freeman and Preece, 1998).

Ergebnisse

Proband:innenkollektiv

Von den 365 Neugeborenen, bei denen in den Jahren 2014/2015 Messwerte der Körperzusammensetzung mittels ADP erhoben worden waren, konnten 176 Familien erreicht werden. Bei 62 Familien war die Telefon-Nummer nicht mehr aktuell oder falsch. 127 Familien gingen bei mehreren Anrufen nicht ans Telefon. Von den kontaktierten Familien äußerten 150 Interesse an einer Studienteilnahme und erhielten daraufhin per Post den Fragebogen sowie die Elternaufklärung zugeschickt. Insgesamt 102 Familien willigten in die Studienteilnahme ein und erschienen für die Messung in der Klinik. 48 Familien gaben nach Zusendung der Unterlagen keine Einwilligung in die Studienteilnahme. Gründe hierfür waren vorrangig Angst des Kindes vor der Untersuchung oder ein zu großer zeitlicher Aufwand. Von den 102 Kindern, deren Eltern einer Studienteilnahme zugestimmt hatten, mussten vierzehn von der Studie ausgeschlossen werden. Gründe für den Ausschluss waren Frühgeburtlichkeit (n=4), eine nicht durchgeführte BODPOD-Messung (n=1), eine abgebrochene Aktigraphie-Messung (n=3), technische Probleme bei der Aktigraphie-Messung (n=4) und eine Tragezeit des Aktigraphen von weniger als 10 Stunden tagsüber (n=2). Somit ergab sich eine Studienpopulation für die Analyse von 88 Probanden.

Abbildung 1: Proband:innenkollektiv

Demographische Daten

In Tabelle 1 sind die demographischen Daten der Proband:innen dargestellt.

Tabelle 1: Demographische Daten

| Gesamt, N=88 | |
|--|--------------------|
| N (%) oder Mittelwert \pm SD | |
| Weiblich | 50 (56,82) |
| Mütterlicher Bildungsstand mit universitärem Abschluss | 52 (59,09) |
| Migrationshintergrund | 17 (19,3) |
| Alter, Jahre | 5,99 (\pm 0,24) |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung.

Medienkonsum

In Tabelle 2 und 3 ist der Fernsehkonsum der Probanden jeweils wochentags und am Wochenende vor Beginn der Corona-Pandemie und während der Corona-Pandemie dargestellt.

Tabelle 2: Fernsehkonsum vor Beginn der Corona-Pandemie

| | < 1 Stunde | > 1 Stunde |
|-----------------------------|------------|------------|
| | N (%) | |
| Fernsehkonsum wochentags | 73 (83,0) | 15 (17,0) |
| Fernsehkonsum am Wochenende | 50 (56,8) | 38 (43,2) |

Vor Beginn der Corona-Pandemie hatte die Mehrheit der Kinder einen Fernsehkonsum von < 1 Stunde wochentags (83 %) und auch am Wochenende (57 %).

Tabelle 3: Fernsehkonsum während der Corona-Pandemie

| | < 1 Stunde | > 1 Stunde |
|-----------------------------|------------|------------|
| | N (%) | |
| Fernsehkonsum wochentags | 61 (69,3) | 27 (30,7) |
| Fernsehkonsum am Wochenende | 43 (48,9) | 45 (51,1) |

Während der Corona-Pandemie kam es zu einem deutlichen Anstieg der Kinder mit einem Medienkonsum >1 Stunde wochentags (31 %) und auch am Wochenende (51 %).

Deskriptiver Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum wochentags

Tabelle 4 zeigt den Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum wochentags.

Tabelle 4: Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum wochentags

| | Gesamt, N=88 | Niedriger Medienkonsum N=61 | Hoher Medienkonsum N=27 | p-Wert |
|---|------------------|--------------------------------|----------------------------|--------|
| N (%) oder Mittelwert (\pm SD) | | | | |
| Weiblich | 50 (56,8) | 35 (70,0) | 15 (30,0) | 0,88 |
| Mütterliches Bildungsniveau mit universitärem Abschluss | 52 (59,1) | 40 (76,9) | 12 (23,1) | 0,09 |
| Migrationshintergrund | 17 (19,3) | 10 (58,8) | 7 (41,2) | 0,30 |
| Alter, Jahre | 6,0 (\pm 0,2) | 6,0 (\pm 0,1) | 5,9 (\pm 0,4) | 0,24 |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung.

Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum am Wochenende

In Tabelle 5 ist der Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum am Wochenende dargestellt. Insgesamt ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der demographischen Variablen in Bezug auf hohen versus niedrigen Medienkonsum wochentags und auch am Wochenende.

Tabelle 5: Gruppenvergleich der demographischen Daten nach Medienkonsum am Wochenende

| | Gesamt, N=88 | Niedriger Medienkonsum N=43 | Hoher Medienkonsum N=45 | p-Wert |
|---|------------------|--------------------------------|----------------------------|--------|
| N (%) oder Mittelwert (\pm SD) | | | | |
| Weiblich | 50 (56,8) | 22 (44,0) | 28 (62,2) | 0,30 |
| Mütterliches Bildungsniveau mit universitärem Abschluss | 52 (59,1) | 29 (55,8) | 23 (44,2) | 0,15 |
| Migrationshintergrund | 17 (19,3) | 6 (35,3) | 11 (64,7) | 0,22 |
| Alter, Jahre | 6,0 (\pm 0,2) | 6,0 (\pm 0,2) | 6,0 (\pm 0,3) | 0,19 |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung.

Messergebnisse der Körperzusammensetzung

In Tabelle 6 sind die Messergebnisse der Körperzusammensetzung aufgelistet.

Tabelle 6: Messergebnisse der Körperzusammensetzung

| Gesamt, N=88 | |
|---|--------------------|
| Mittelwert (\pm SD) oder Median (Interquartilsabstand) | |
| BMI SDS | 0,12 (\pm 1,16) |
| % FM | 14,6 (11,8; 18,8) |
| Hautfaltendicke, mm | 16,5 (14,3; 20,8) |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung. BMI-SDS=Body Mass Index Standard Deviation Score. % FM=prozentuale Körperfettmasse.

Anteil an übergewichtigen und adipösen Proband:innen

Tabelle 7 zeigt den jeweiligen Anteil der übergewichtigen und adipösen Proband:innen nach Geschlecht.

Tabelle 7: Anteil an übergewichtigen und adipösen Proband:innen nach Geschlecht

| | Gesamt | Männlich | Weiblich |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| | N (%) | | |
| BMI-SDS < 1,28 | 77 (76,2) | 33 (86,8) | 44 (88,0) |
| BMI-SDS 1,28-1,87 | 4 (4,0) | 1 (2,6) | 3 (6,0) |
| BMI-SDS > 1,88 | 7 (6,9) | 4 (10,5) | 3 (6,0) |

Anmerkungen: BMI-SDS=Body Mass Index Standard Deviation Score.

Gemäß der Leitlinie der deutschen Arbeitsgruppe für Adipositas gilt ein BMI-SDS-Wert zwischen 1,28 und 1,88 als übergewichtig und ein BMI-SDS-Wert ab 1,88 als adipös (Reinehr, Holl and Wabitsch, 2008). Insgesamt war der Anteil adipöser Kinder niedrig in der Kohorte, anteilig jedoch am höchsten bei den Jungen.

Gruppenvergleich der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum wochentags

In Tabelle 8 ist der Gruppenvergleich der Messergebnisse der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum wochentags dargestellt. Hier ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Tabelle 8: Gruppenvergleich der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum wochentags

| | Gesamt, N=88 | Niedriger Medienkonsum N=61 | Hoher Medienkonsum N=27 | p-Wert |
|---|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------|
| Mittelwert (\pm SD) oder Median (Interquartilsabstand) | | | | |
| BMI SDS | 0,12 (\pm 1,16) | 0,04 (\pm 1,05) | 0,28 (\pm 1,39) | 0,43 |
| % FM | | 14,3 (11,1; 18,55) | 15,9 (13,5; 20,1) | 0,17 |
| Hautfaltendicke, mm | | 16 (13,5; 20,5) | 18 (15; 21) | 0,64 |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung. BMI-SDS=Body Mass Index Standard Deviation Score. %FM=prozentuale Körperfettmasse.

Bezüglich der BMI-SDS Werte, prozentualen Körperfettmasse und Hautfaltendicke zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen mit niedrigem versus hohem Medienkonsum wochentags.

Gruppenvergleich der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum am Wochenende

In Tabelle 9 ist der Gruppenvergleich der Messergebnisse der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum am Wochenende dargestellt.

Tabelle 9: Gruppenvergleich der Körperzusammensetzung nach Medienkonsum am Wochenende

| | Gesamt, N=88 | Niedriger Medienkonsum N=43 | Hoher Medienkonsum N=45 | p-Wert |
|--|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------|
| Mittelwert (± SD) oder Median (Interquartilsabstand) | | | | |
| BMI SDS | 0,12 (1,16) | 0,10 (1,14) | 0,13 (1,19) | 0,89 |
| % FM | | 13,7 (11,2; 18,4) | 15,6 (12,5; 19,5) | 0,20 |
| Hautfaltendicke | | 17 (13; 20) | 16 (15; 21) | 1,00 |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung. BMI-SDS=Body Mass Index Standard Deviation Score. %FM=prozentuale Körperfettmasse.

Die BMI-SDS Werte, prozentuale Körperfettmasse und Hautfaltendicke unterschieden sich nicht signifikant in den Gruppen mit niedrigem im Vergleich zu hohem Medienkonsum am Wochenende.

Messergebnisse des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen

In Tabelle 10 sind die Messergebnisse des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen mittels Aktigraphie dargestellt. Der L5 Mittelpunkt beschreibt die mittlere dezimale Uhrzeit der fünf am wenigsten aktiven aufeinanderfolgenden Stunden im 24-Stunden-Zyklus.

Tabelle 10: Messergebnisse des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen

| Gesamt, N=88 | |
|--|---------------------|
| Mittelwert (\pm SD) | |
| Gesamtschlafdauer (Stunden/Tag) | 8:34 (\pm 0:33) |
| Bettzeit wochentags (Uhrzeit) | 21:00 (\pm 0:50) |
| Aufstehzeit wochentags (Uhrzeit) | 7:07 (\pm 0:47) |
| Bettzeit Wochenende (Uhrzeit) | 21:30 (\pm 0:55) |
| Aufstehzeit Wochenende (Uhrzeit) | 7:39 (\pm 0:56) |
| Schlafmittelpunkt wochentags (Uhrzeit) | 1:25 (\pm 0:47) |
| Schlafmittelpunkt Wochenende (Uhrzeit) | 1:59 (\pm 0:53) |
| L5 Mittelpunkt (Uhrzeit) | 0:58 (\pm 1:17) |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung.

Mit Hilfe des CSHQ-Fragebogens wurde der sogenannte „Sleep Disturbance Score“ bestimmt, welcher als Screening Instrument für problematisches Schlafverhalten eingesetzt wird. Dreizehn der Proband:innen mussten aus der Auswertung des CSHQ ausgeschlossen werden, da die Fragebögen nicht vollständig ausgefüllt waren. Somit konnte bei 75 Probanden eine valide Auswertung des CSHQ erzielt werden. Der Sleep Disturbance Score betrug im Median 42 (Interquartilsabstand 38; 46).

Einer Veröffentlichung von Lewien et al. aus dem Jahr 2021 zufolge lag der Cut-off Wert in einer repräsentativen deutschen Kohorte bei 47, welcher die 90. Perzentile darstellte. Werte, die darüber liegen, stehen folglich für ein problematisches Maß an schlafbezogenen Schwierigkeiten (Lewien *et al.*, 2021). Dies wurde in der Studienpopulation im Durchschnitt nicht erfüllt. Der Anteil der Proband:innen, deren Sleep Disturbance Score über dem Cut-off Wert von 47 lag, betrug 18,7 %.

Gruppenvergleich des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen in Bezug auf den Medienkonsum wochentags

Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse des Gruppenvergleichs der Parameter des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen hinsichtlich des Medienkonsums wochentags.

Tabelle 11: Gruppenvergleich der Parameter des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen nach Medienkonsum wochentags

| | Gesamt, N=88 | Niedriger Medienkonsum N=61 | Hoher Medienkonsum N=27 | p-Wert |
|--|------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------|
| | Mittelwert (\pm SD) | | | |
| Gesamtschlafdauer (Stunden/Tag) | 8:34 (\pm 0:33) | 8:36 (\pm 0:30) | 8:31 (\pm 0:38) | 0,53 |
| Bettzeit wochentags (Uhrzeit) | 21:00 (\pm 0:50) | 20:52 (\pm 0:43) | 21:18 (\pm 1:01) | 0,047* |
| Aufstehzeit Wochentag (Uhrzeit) | 7:07 (\pm 0:47) | 7:01 (\pm 0:44) | 7:20 (\pm 0:52) | 0,08 |
| Bettzeit Wochenende (Uhrzeit) | 21:30 (\pm 0:55) | 21:23 (\pm 0:51) | 21:48 (\pm 1:00) | 0,05 |
| Aufstehzeit Wochenende (Uhrzeit) | 7:39 (\pm 0:56) | 7:33 (\pm 0:57) | 7:53 (\pm 0:55) | 0,13 |
| Schlafmittelpunkt wochentags (Uhrzeit) | 1:25 (\pm 0:47) | 1:17 (\pm 0:39) | 1:42 (\pm 0:58) | 0,06 |
| Schlafmittelpunkt Wochenende (Uhrzeit) | 1:59 (\pm 0:53) | 1:52 (\pm 0:49) | 2:15 (\pm 0:58) | 0,08 |
| L5 Mittelpunkt (Uhrzeit) | 0:58 (\pm 1:17) | 0:47 (\pm 1:06) | 1:25 (\pm 1:33) | 0,03* |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung.

Der Gruppenvergleich des Sleep Disturbance Scores des CSHQ nach Medienkonsum wochentags ergab, dass der Sleep Disturbance Score bei den Proband:innen mit niedrigem Medienkonsum im Median bei 41,5 (38; 46,75) und bei den Proband:innen mit hohem Medienkonsum leicht höher bei 43 (38; 46) lag. Dies stellte aber keinen signifikanten Unterschied dar.

Abbildung 2 stellt den Gruppenvergleich der Bettzeiten wochentags nach Medienkonsum an Wochentagen als Boxplots dar.

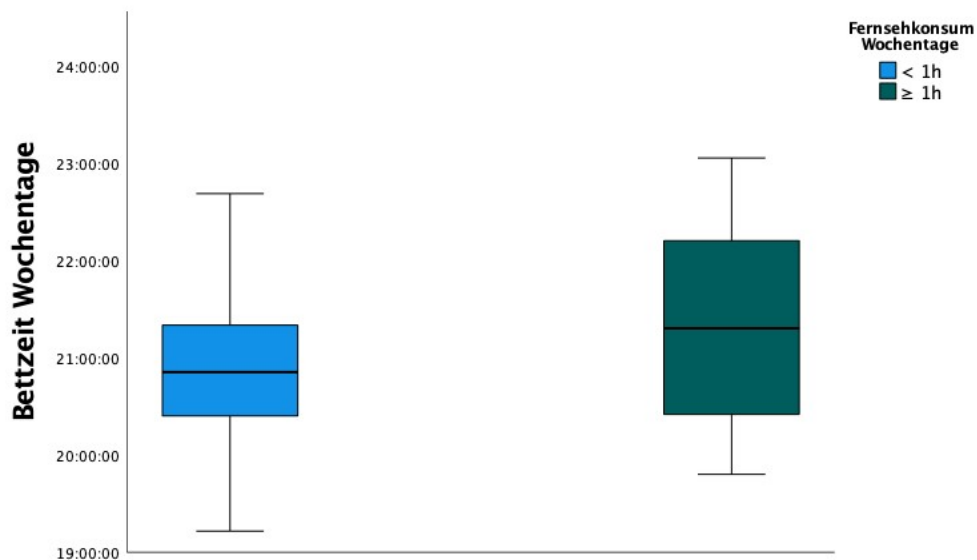


Abbildung 2: Bettzeit an Wochentagen im Gruppenvergleich nach Medienkonsum an Wochentagen

Bei der Bettzeit an Wochentagen lag ein signifikanter Gruppenunterschied vor. Diese lag bei einem niedrigen Medienkonsum bei 20:52 Uhr versus 21:18 Uhr und damit 26 Minuten früher.

In Abbildung 3 ist der Gruppenvergleich des L5 Mittelpunkts nach Fernsehkonsum an Wochentagen dargestellt.

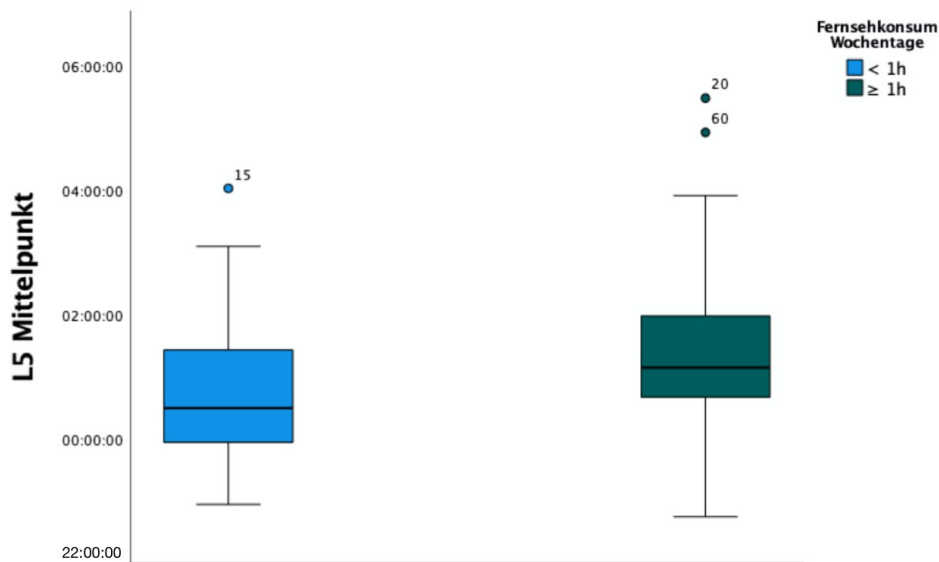


Abbildung 3: L5 Mittelpunkt im Gruppenvergleich nach Medienkonsum an Wochentagen

Der L5 Mittelpunkt war in der Gruppe Proband:innen mit einem Medienkonsum von unter einer Stunde an Wochentagen im Durchschnitt um 0:47 Uhr, in der Gruppe mit einem Medienkonsum von über einer Stunde um 1:25 Uhr und damit 38 Minuten später. Die Gruppen unterschieden sich signifikant.

Bezüglich der Schlafdauern, Aufstehzeiten, Bettzeiten am Wochenende und Schlafmittelpunkte zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Gruppenvergleich des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen nach Medienkonsum am Wochenende

In Tabelle 12 ist der Gruppenvergleich der Schlaf- und Ruhe-Aktivitäts-Parameter bezüglich Medienkonsum am Wochenende dargestellt.

Tabelle 12: Gruppenvergleich der Parameter des Schlafverhaltens und der Ruhe-Aktivitäts-Zyklen nach Medienkonsum am Wochenende

| | Gesamt N=88 | Niedriger Medienkonsum N=43 | Hoher Medienkonsum N=45 | p-Wert |
|--|------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------|
| | Mittelwert (\pm SD) | | | |
| Gesamtschlafdauer (Stunden/Tag) | 8:34 (\pm 0:33) | 8:37 (\pm 0:28) | 8:31 (\pm 0:37) | 0,36 |
| Bettzeit wochentags (Uhrzeit) | 21:00 (\pm 0:50) | 20:46 (\pm 0:43) | 21:13 (\pm 0:54) | 0,01* |
| Aufstehzeit Wochentag (Uhrzeit) | 7:07 (\pm 0:47) | 6:56 (\pm 0:42) | 7:17 (\pm 0:50) | 0,04* |
| Bettzeit Wochenende (Uhrzeit) | 21:30 (\pm 0:55) | 21:14 (\pm 0:49) | 21:46 (\pm 0:56) | 0,01* |
| Aufstehzeit Wochenende (Uhrzeit) | 7:39 (\pm 0:56) | 7:20 (\pm 0:49) | 7:57 (\pm 0:57) | 0,001** |
| Schlafmittelpunkt Wochentag (Uhrzeit) | 1:25 (\pm 0:47) | 1:13 (\pm 0:40) | 1:36 (\pm 0:51) | 0,02* |
| Schlafmittelpunkt Wochenende (Uhrzeit) | 1:59 (\pm 0:53) | 1:43 (\pm 0:48) | 2:14 (\pm 0:53) | 0,01* |
| L5 Mittelpunkt (Uhrzeit) | 0:58 (\pm 1:17) | 0:35 (\pm 1:04) | 1:21 (\pm 1:21) | 0,004** |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung.

Der Gruppenvergleich des Sleep Disturbance Scores des CSHQ am Wochenende ergab in der Gruppe der Proband:innen mit niedrigem Medienkonsum im Median einen Sleep Disturbance Score von 40 (38; 46) und in der Gruppe mit hohem Medienkonsum einen höheren Score von 42,5 (38; 47), was jedoch keinen signifikanten Unterschied darstellte.

In Abbildung 4 ist der Gruppenvergleich der Bettzeiten wochentags hinsichtlich des Fernsehkonsums am Wochenende dargestellt

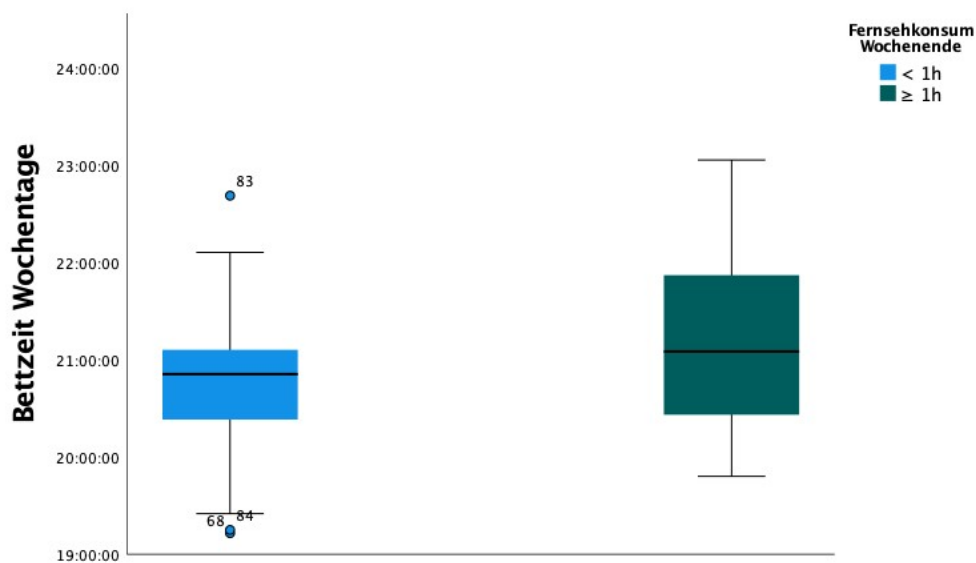


Abbildung 4: Bettzeit an Wochentagen im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende

Bei der Bettzeit an Wochentagen lag ein signifikanter Gruppenunterschied vor. Diese lag in der Gruppe mit einem niedrigen Medienkonsum bei 20:46 Uhr versus 21:13 Uhr und damit 27 Minuten später.

Abbildung 5 zeigt den Vergleich der Aufstehzeit an Wochentagen nach Fernsehkonsum an Wochentagen.

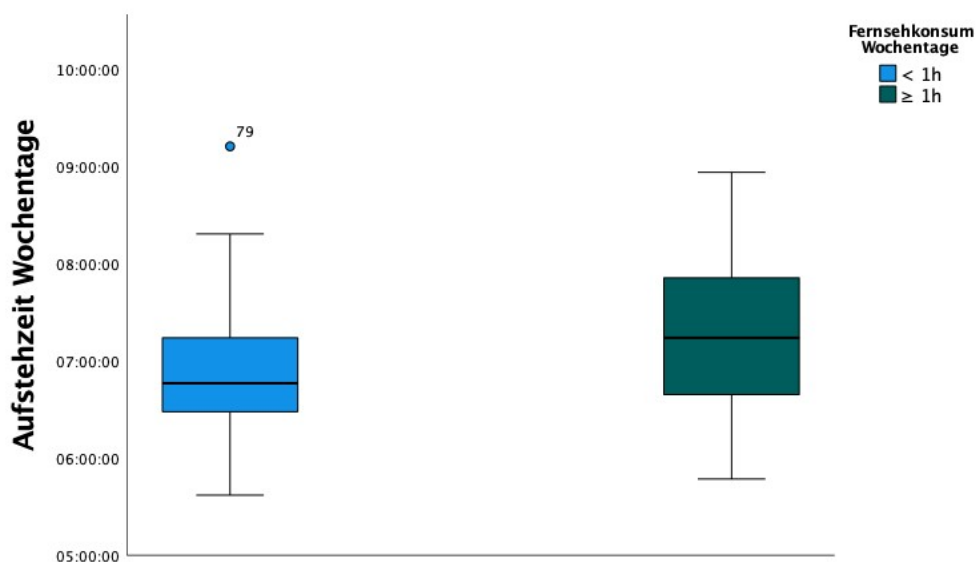


Abbildung 5: Aufstehzeit an Wochentagen im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende

Die Aufstehzeit wochentags lag in der Gruppe mit einem niedrigen Medienkonsum bei durchschnittlich 6:56 Uhr versus 7:17 Uhr und damit 21 Minuten früher. Dies stellt einen signifikanten Gruppenunterschied dar.

Abbildung 6 stellt den Vergleich der Bettzeit am Wochenende nach Medienkonsum am Wochenende dar.

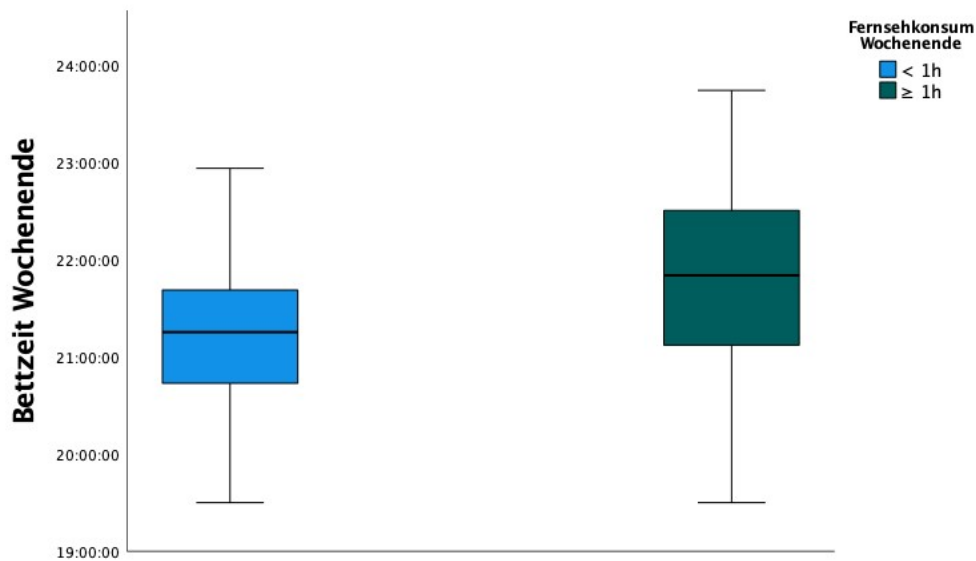


Abbildung 6: Bettzeit am Wochenende im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende

Die Bettzeit am Wochenende unterschied sich ebenfalls signifikant zwischen den beiden Gruppen. Diese lag bei einem Medienkonsum von unter einer Stunde pro Tag am Wochenende bei durchschnittlich 21:14 Uhr, bei einem Medienkonsum von über einer Stunde pro Tag bei 21:46 Uhr und damit 32 Minuten später.

Abbildung 7 zeigt den Gruppenvergleich der Aufstehzeiten am Wochenende nach Medienkonsum am Wochenende.

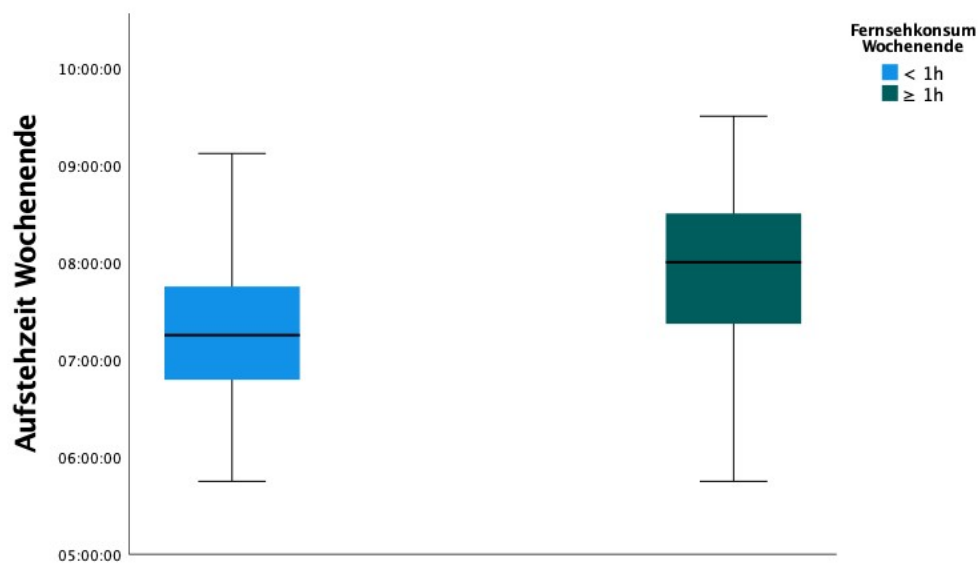


Abbildung 7: Aufstehzeit am Wochenende im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende

Die Aufstehzeiten am Wochenende lagen in der Gruppe mit einem niedrigen Medienkonsum im Mittel bei 7:20 Uhr versus 7:57 Uhr und damit 37 Minuten früher, was ebenfalls einen signifikanten Gruppenunterschied darstellt.

In Abbildung 8 ist der Vergleich des Schlafmittelpunkts wochentags hinsichtlich des Medienkonsum am Wochenende dargestellt.

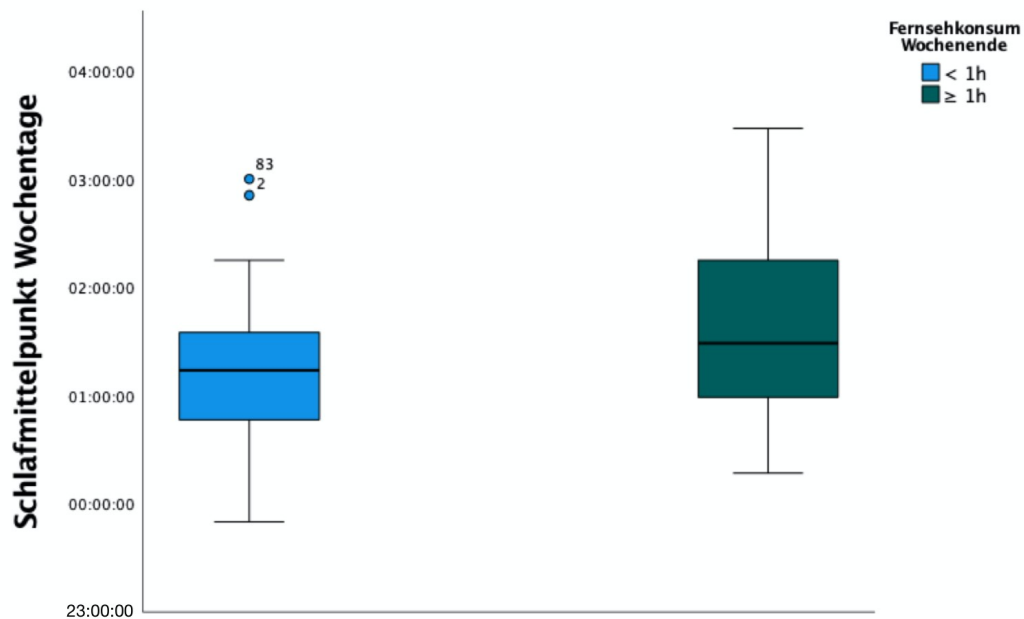


Abbildung 8: Schlafmittelpunkt an Wochentagen im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende

Der Schlafmittelpunkt an Wochentagen unterschied sich signifikant zwischen den beiden Gruppen. Dieser lag bei einem niedrigen Medienkonsum bei durchschnittlich 1:13 Uhr, bei einem hohen Medienkonsum bei 1:36 Uhr und damit 23 Minuten später.

Abbildung 9 veranschaulicht den Gruppenvergleich des Schlafmittelpunkts am Wochenende nach Medienkonsum am Wochenende.

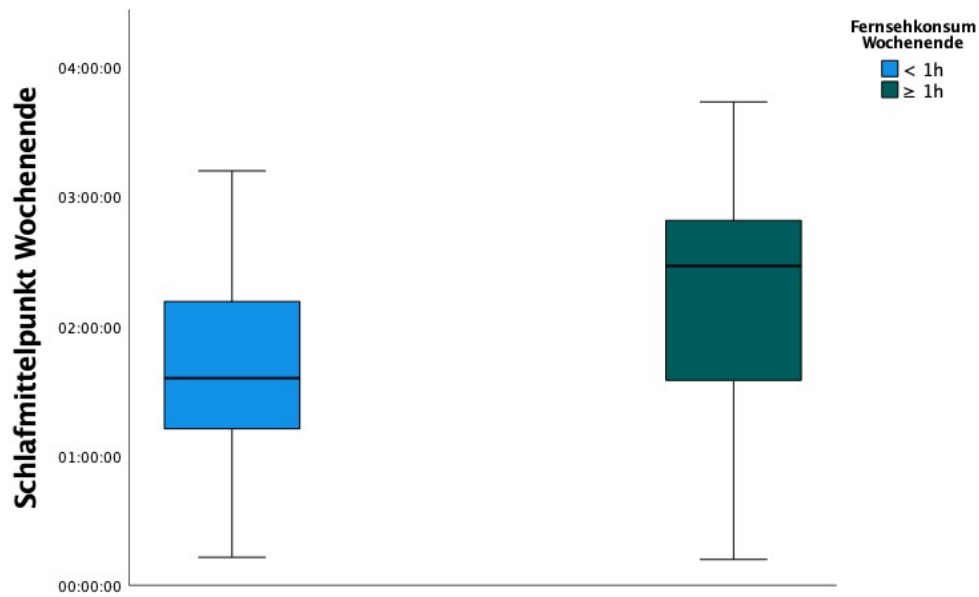


Abbildung 9: Schlafmittelpunkt am Wochenende im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende

Beim Schlafmittelpunkt am Wochenende lag ebenfalls ein signifikanter Gruppenunterschied vor. Dieser lag bei einem Medienkonsum von unter einer Stunde am Wochenende im Mittel bei 1:43 Uhr versus 2:14 Uhr, was 31 Minuten später ist.

Abbildung 10 zeigt den Gruppenvergleich des L5 Mittelpunkts hinsichtlich Medienkonsum am Wochenende.

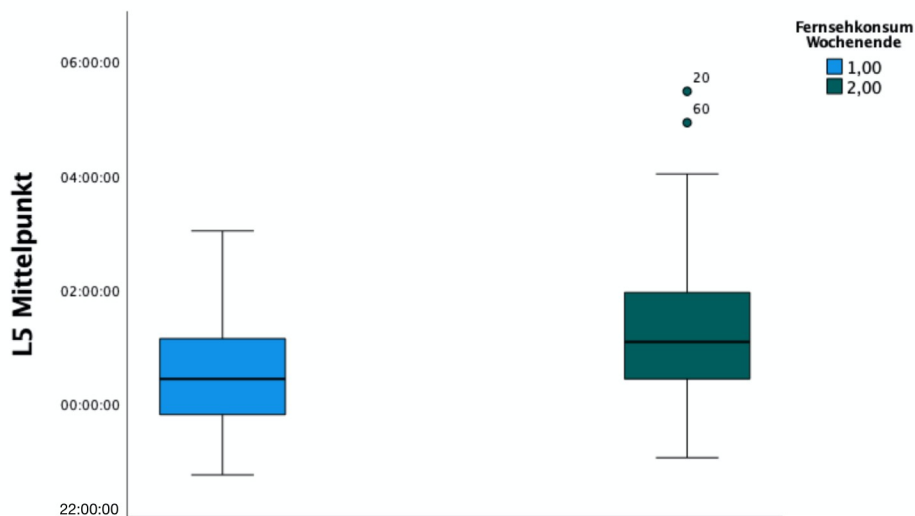


Abbildung 10: L5 Mittelpunkt im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende

Der L5 Mittelpunkt war in der Gruppe mit einem niedrigen Medienkonsum am Wochenende um durchschnittlich 0:35 Uhr und in der Gruppe mit einem hohen Medienkonsum 46 Minuten später (1:21 Uhr) was einen signifikanten Gruppenunterschied darstellt.

Hinsichtlich der Schlafdauern zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Körperliche Aktivität

Das Aktivitätsverhalten der Proband:innen wurde ebenfalls mittels Aktigraphie ermittelt. In der betreffenden Studie wurde zwischen leichter (LPA) und mäßiger bis starker körperlicher Aktivität (MVPA) unterschieden. In Tabelle 13 sind die Aktivitätsparameter im Gruppenvergleich nach Medienkonsum an Wochentagen dargestellt. Die Angaben beschreiben die durchschnittliche tägliche Aktivität in Minuten.

Tabelle 13: Gruppenvergleich der körperlichen Aktivität nach Medienkonsum wochentags

| | Gesamt, N=88 | Niedriger Medienkonsum N=61 | Hoher Medienkonsum N=27 | p-Wert |
|----------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------|
| | Mittelwert (\pm SD) | | | |
| LPA (min/Tag) | 323,21 (\pm 51,16) | 333,8 (\pm 50,91) | 299,29 (\pm 43,82) | 0,003** |
| MVPA (min/Tag) | 66,75 (\pm 23,47) | 62,78 (\pm 21,97) | 75,71 (\pm 24,67) | 0,02* |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung. LPA=leichte körperliche Aktivität. MVPA=mäßige bis starke körperliche Aktivität.

Im Abbildung 11 ist der deskriptive Gruppenvergleich der leichten körperlichen Aktivität nach Medienkonsum wochentags graphisch dargestellt.

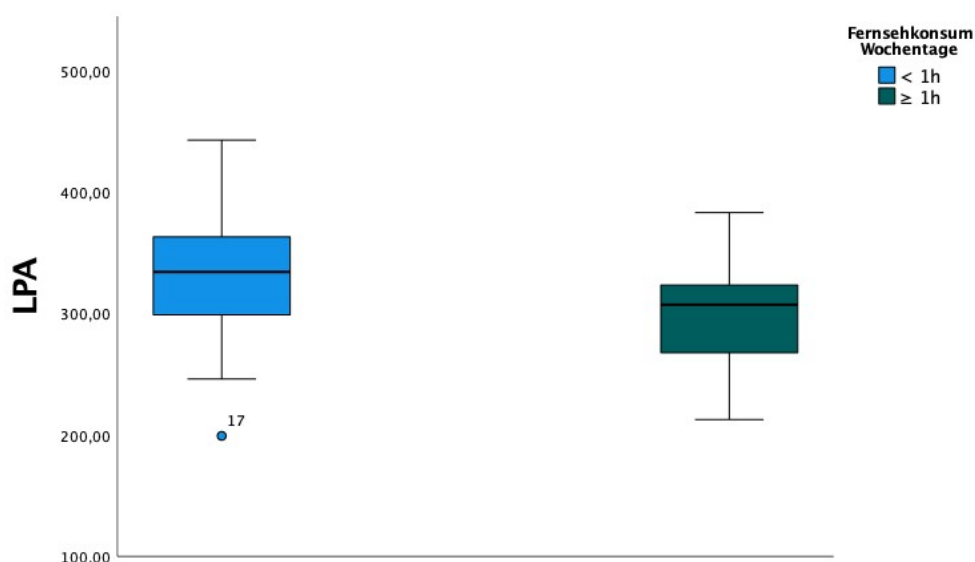


Abbildung 11: LPA im Gruppenvergleich nach Fernsehkonsum an Wochentagen

Die LPA lag in der Gruppe Proband:innen mit einem Medienkonsum von unter einer Stunde an Wochentagen im Mittel bei 334 Minuten pro Tag, in der Gruppe mit einem Medienkonsum von über einer Stunde bei 300 Minuten. Die leichte körperliche Aktivität war somit bei einem hohen Medienkonsum durchschnittlich 35 Minuten niedriger, was einen signifikanten Gruppenunterschied darstellt.

Abbildung 12 zeigt den Vergleich der MVPA hinsichtlich Medienkonsum wochentags.

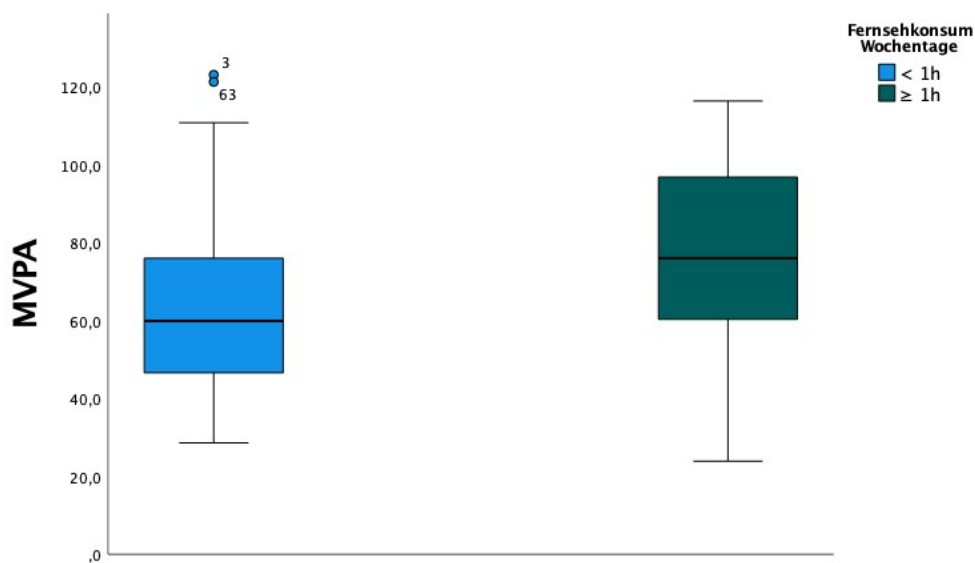


Abbildung 12: MVPA im Gruppenvergleich nach Fernsehkonsum an Wochentagen

Die MVPA lag in der Gruppe mit einem niedrigen Medienkonsum wochentags bei 63 Minuten pro Tag versus 76 Minuten bei einem hohen Medienkonsum, was eine Differenz von 13 Minuten bedeutet. Die Gruppen unterschieden sich somit signifikant.

Tabelle 14 zeigt die Parameter der körperlichen Aktivität im Gruppenvergleich bezüglich Medienkonsum am Wochenende.

Tabelle 14: Gruppenvergleich der körperlichen Aktivität nach Medienkonsum am Wochenende

| | Gesamt, N=88 | Niedriger Medienkonsum N=43 | Hoher Medienkonsum N=45 | p-Wert |
|----------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------|
| | Mittelwert (\pm SD) | | | |
| LPA (min/day) | 323,21 (\pm 51,16) | 335,19 (\pm 51,63) | 311,76 (\pm 48,55) | 0,03* |
| MVPA (min/day) | 66,75 (\pm 23,47) | 66,45 (\pm 24,48) | 67,04 (\pm 22,73) | 0,91 |

Anmerkungen: SD=Standardabweichung. LPA=leichte körperliche Aktivität. MVPA=mäßige bis starke körperliche Aktivität.

Abbildung 13 dient der Veranschaulichung des Gruppenvergleichs der LPA nach Medienkonsum am Wochenende.

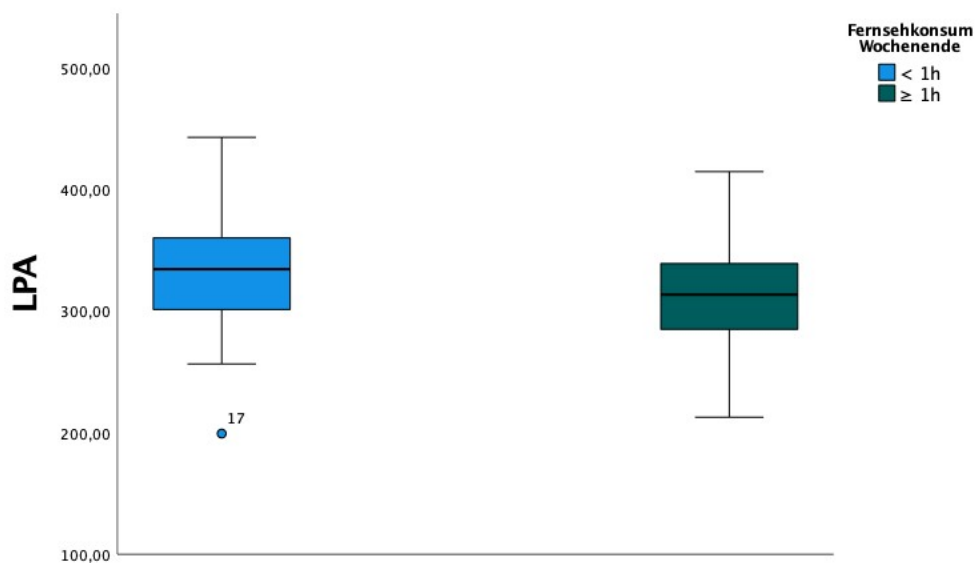


Abbildung 13: LPA im Gruppenvergleich nach Medienkonsum am Wochenende

Die LPA lag bei einem niedrigen Medienkonsum am Wochenende im Mittel bei 335 Minuten pro Tag versus 312 Minuten und damit 23 Minuten höher. Dies stellt einen signifikanten Gruppenunterschied dar.

Bezüglich der MVPA unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant.

Bivariate Korrelationsanalyse

Mittels Korrelation nach Spearman wurden die Zusammenhänge zwischen den Parametern Alter, BMI-SDS, prozentualer Körperfettanteil, Schlafdauer, Bettzeit, Aufstehzeit, Schlafmittelpunkt, L5-Mittelpunkt, leichter körperliche Aktivität, mäßiger bis starker körperlicher Aktivität und Medienkonsum untersucht. Die Korrelationen wurden für den Medienkonsum unter der Woche sowie den Medienkonsum am Wochenende durchgeführt.

In Tabelle 15 sind die Korrelationskoeffizienten der betreffenden Korrelationen dargestellt.

Tabelle 15: Bivariate Korrelation der Variablen

| Variable | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|----|
| 1. Alter | - | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. BMI SDS | 0,2 | - | | | | | | | | | | | | | |
| 3. % FM | 0,17 | 0,64* | - | | | | | | | | | | | | |
| 4. Schlafdauer (h/d) | - | -0,19 | - | - | | | | | | | | | | | |
| | 0,09 | | 0,15 | | | | | | | | | | | | |
| 5. Bettzeit – wochentags (h) | 0,24 | 0,13 | 0,07 | - | - | | | | | | | | | | |
| | * | | | 0,32* | | | | | | | | | | | |
| 6. Aufstehzeit – wochentags (h) | 0,24 | -0,07 | - | 0,17 | 0,66* | | | | | | | | | | |
| | * | | 0,01 | | * | | | | | | | | | | |
| 7. Bettzeit – Wochenende (h) | 0,21 | 0,08 | 0,13 | 0,14 | 0,67* | 0,62* | - | | | | | | | | |
| | | | | | * | * | | | | | | | | | |
| 8. Aufstehzeit – Wochenende (h) | 0,21 | -0,06 | 0,06 | 0,1 | 0,57* | 0,74* | 0,77** | | | | | | | | |
| | | | | | * | * | | | | | | | | | |
| 9. Schlafmittelpunkt wochentags (h) | 0,23 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,91* | 0,76* | 0,71* | 0,62* | - | | | | | | |
| | * | | | | * | * | * | * | | | | | | | |
| 10. Schlafmittelpunkt – Wochenende (h) | 0,21 | 0,00 | 0,07 | 0,03 | 0,67* | 0,66* | 0,93* | 0,82* | 0,75* | - | | | | | |
| | | | | | * | * | * | * | * | | | | | | |
| 11. L5 Mittelpunkt (h) | 0,16 | 0,01 | 0,04 | -0,19 | 0,52* | 0,47* | 0,67* | 0,51* | 0,51* | 0,63* | - | | | | |
| | | | | | * | * | * | * | * | * | | | | | |
| 12. LPA (min/Tag) | 0,17 | 0,07 | - | - | 0,44 | -0,12 | 0,01 | -0,14 | -0,00 | -0,08 | -0,02 | - | | | |
| | | | 0,07 | 0,28* | | | | | | | | | | | |
| 13. MVPA (min/d) | -0,1 | 0,01 | 0,03 | - | 0,16 | -0,06 | 0,14 | 0,00 | 0,1 | 0,1 | 0,04 | 0,05 | - | | |
| | | | | 0,24* | | | | | | | | | | | |
| 14. Medienkonsum – wochentags | - | 0,05 | 0,16 | -0,01 | 0,18 | 0,17 | 0,22* | 0,16 | 0,16 | 0,18 | 0,23* | - | 0,26 | - | |
| | 0,16 | | | | | | | | | | | * | | | |
| 15. Medienkonsum – Wochenende | - | -0,03 | 0,13 | -0,06 | 0,20 | 0,22* | 0,30* | 0,34* | 0,18 | 0,29* | 0,31* | - | 0,04 | 0,60* | - |
| | 0,19 | | | | | | * | * | * | * | * | 0,23* | | * | |

Anmerkungen: BMI SDS=Body Mass Index-Standard Deviation Score. % FM=prozentuale Fettmasse. h/d=Stunden pro Tag. h=Stunden. LPA=leichte körperliche Aktivität. MVPA=mäßige bis starke körperliche Aktivität.

Die Analyse zeigt eine schwach positive Korrelation zwischen Medienkonsum an Wochentagen und Bettzeit am Wochenende ($\rho=0,22$), L5 Mittelpunkt ($\rho=0,23$) sowie MVPA ($\rho=0,26$). Zwischen dem Medienkonsum wochentags und der LPA wurde eine moderate negative Korrelation gefunden ($\rho=-0,32$).

Was den Medienkonsum am Wochenende betraf, so wurde eine schwach positive Korrelation zwischen dem Medienkonsum am Wochenende und der Aufstehzeit an Wochentagen ($\rho=0,22$) und eine schwach negative Korrelation zwischen dem Medienkonsum am Wochenende und leichter körperlicher Aktivität ($\rho=-0,23$) festgestellt. Zwischen dem Medienkonsum am Wochenende und der Bettzeit am Wochenende ($\rho=0,30$), der Aufstehzeit am Wochenende ($\rho=0,34$) und dem Schlafmittelpunkt am Wochenende ($\rho=0,29$) und dem L5 Mittelpunkt ($\rho=0,31$) fand sich eine moderate positive Korrelation.

Die Korrelationen nach Spearman zeigten keine statistisch signifikante Korrelation zwischen den Schlafparametern und den Parametern der Körperzusammensetzung.

Lineare Regressionsanalyse

Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zwischen dem Medienkonsum an Wochentagen, dem L5 Mittelpunkt, der LPA und der MVPA.

Tabelle 16: Lineare Regressionsanalyse: Multivariate Assoziationen zwischen dem Medienkonsum wochentags, dem Schlaf und der körperlichen Aktivität

| Medienkonsum | L5 Mittelpunkt (Dezimalstunden) | LPA (Min/Tag) | MVPA (Min/Tag) |
|--|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| | | Beta (95% CI), p-Wert | |
| Medienkonsum (wochentags) hoch vs. niedrig | 0,26 (7,09; 80,87), 0,02 | -0,24 (-49,62; - 2,69), 0,03 | 0,24 (1,22;23,05), 0,03 |

Anmerkungen: LPA=leichte körperliche Aktivität. MVPA=mäßige bis starke körperliche Aktivität. CI=Konfidenzintervall. Co-Variablen: Geschlecht, Alter, BMI-SDS, mütterlicher Bildungsstand

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass der Medienkonsum an Wochentagen ein signifikanter Prädiktor für den L5 Mittelpunkt war (Beta=0,26, p=0,02).

Der Medienkonsum an Wochentagen war zudem ein signifikanter Prädiktor für die leichte körperliche Aktivität (Beta=-0,24, p=0,03). Für die mäßige bis starke körperliche Aktivität fungierte der Medienkonsum an Wochentagen ebenfalls als signifikanter Prädiktor (Beta=0,237, p=0,03). Kinder mit einem hohen Medienkonsum hatten somit eine um -0,2 Minuten niedrigere leichte körperliche Aktivität und eine um 0,2 Minuten höhere mäßige bis starke körperliche Aktivität. Außerdem war der Schlafmittelpunkt um 16 Minuten nach hinten verschoben.

In Tabelle 17 sind die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zwischen dem Medienkonsum am Wochenende, dem L5 Mittelpunkt, der LPA und der MVPA dargestellt.

Tabelle 17: Lineare Regressionsanalyse: Multivariate Assoziationen zwischen dem Medienkonsum wochentags, dem Schlaf und der körperlichen Aktivität

| Medienkonsum | L5 Mittelpunkt (Dezimalstunden) | LPA (Min/Tag) | MVPA (Min/Tag) |
|--|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | | Beta (95% CI), p-Wert | |
| Medienkonsum (Wochenende) hoch vs. niedrig | 0,31 (14,48;80,51), 0,005 | -0,19 (-40,97; 2,08), 0,08 | 0,01 (-9,58;10,84), 0,90 |

Anmerkungen: LPA=leichte körperliche Aktivität. MVPA=mäßige bis starke körperliche Aktivität. CI=Konfidenzintervall. Co-Variablen: Geschlecht, Alter, BMI-SDS, mütterlicher Bildungsstand

Der Medienkonsum am Wochenende stellte einen signifikanten Prädiktor für den L5 Mittelpunkt dar (Beta=0,31, p=0,005). Kinder mit einem hohen Medienkonsum am Wochenende hatten folglich einen um 19 Minuten späteren Schlafmittelpunkt. Auf die leichte sowie mäßige bis starke körperliche Aktivität hatte der Medienkonsum am Wochenende dagegen keinen signifikanten Einfluss.

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden die Zusammenhänge zwischen dem Medienkonsum und dem Schlaf- sowie Aktivitätsverhalten von Kindern im Alter von vier bis sieben Jahren untersucht. Zudem wurde geprüft, ob das Schlafverhalten die Körperzusammensetzung beeinflusst.

Dabei wurde der Fragestellung nachgegangen, ob ein hoher Medienkonsum eine kurze Schlafdauer und spätere Bettzeiten nach sich zieht. Die Ergebnisse der Studie bestätigen die Hypothese, da die Proband:innen mit einem hohen Medienkonsum später schlafen gingen, später aufwachten, einen späteren Schlafmittelpunkt und einen späteren L5 Mittelpunkt hatten.

In Bezug auf die körperliche Aktivität wurde die Hypothese aufgestellt, dass Kinder mit einem hohen Medienkonsum ein verändertes Bewegungsverhalten aufweisen, welche ebenfalls bestätigt werden konnte, da die Proband:innen mit einem hohen Medienkonsum eine niedrigere leichte körperliche Aktivität sowie eine höhere mäßige bis starke körperliche Aktivität aufwiesen.

Bezüglich Schlafverhalten und Körperzusammensetzung konnte die Hypothese, dass eine kurze Schlafdauer und späte Einschlaf- und Aufstehzeit mit einem hohen Körperfettanteil und hohen BMI einhergeht, nicht bestätigt werden.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse diskutiert und in den aktuellen Forschungskontext eingeordnet werden.

Medienkonsum und Schlaf

Der Fokus dieser Arbeit lag auf dem Zusammenhang von Medienkonsum und Schlaf, weshalb dieses Thema den Hauptanteil dieses Kapitels einnimmt.

Die Auswertung der in der Studie dieser Arbeit erhobenen Daten ergab, dass Kinder mit einem hohen Medienkonsum im Vergleich zu Kindern mit einem niedrigen Medienkonsum eine spätere Schlafphase hatten. Im Vergleich zu den Proband:innen mit einem Medienkonsum von unter einer Stunde wiesen die Proband:innen mit einem Medienkonsum von über einer Stunde signifikant spätere Bettzeiten, Aufstehzeiten, Schlafmittelpunkte und L5 Mittelpunkte auf.

Die Schlafdauer und der Gesamtscore des CSHQ, welcher als Screening Instrument für problematisches Schlafverhalten eingesetzt wurde, unterschieden sich nicht signifikant zwischen der Gruppe Proband:innen mit niedrigem und der Gruppe mit hohem Medienkonsum.

Bisher existieren bereits mehrere Studien, welche den Zusammenhang zwischen dem Medienkonsum und Schlaf bei Kindern im Grundschulalter untersuchten. Erste wissenschaftliche Publikationen bestätigen einen negativen Einfluss von hohem Medienkonsum auf das Schlafverhalten (Buxton *et al.*, 2015; Hale and Guan, 2015; Touitou, Touitou and Reinberg, 2016; LeBourgeois *et al.*, 2017; Owens and Weiss, 2017; Helm and Spencer, 2019; Twenge, Hisler and Krizan, 2019; Tomaz *et al.*, 2020; Hiltunen *et al.*, 2021; Chu *et al.*, 2023).

Auf die Studien von Hiltunen *et al.*, Helm *et al.*, Twenge *et al.*, Chu *et al.*, Tomaz *et al.*, Kahn *et al.* und Nunes *et al.* soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Die beiden Studien von Hiltunen *et al.* und Helm *et al.*, welche im Folgenden diskutiert werden, untersuchten wie die Studie dieser Arbeit die Auswirkungen von Medienkonsum auf die Schlafenszeiten und die Schlafdauer. Die Studie von Twenge *et al.* befasste sich mit dem Zusammenhang zwischen dem Konsum verschiedener Medien und der Schlafdauer.

Die Studie von Hiltunen *et al.* untersuchte den Zusammenhang zwischen Bildschirmzeit und Schlaf bei Vorschulkindern. Dabei handelte es sich um eine Querschnittsstudie, welche in den Jahren 2015/2016 in Finnland durchgeführt wurde. Die Studienpopulation umfasst 736 Kinder im Alter von drei bis sechs Jahren. Die Bildschirmzeit wurde von den Eltern über einen Zeitraum von einer Woche in einem Tagebuch erfasst. Dabei wurden separate Angaben zur Nutzung der unterschiedlichen Medien, wie Fernsehen, Tablets oder Smartphones gemacht. Die Eltern trugen ebenfalls die Einschlaf- und Aufwachzeit der Kinder ein, woraus die Schlafdauer berechnet wurde. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die Zunahme der Gesamtbildschirmzeit um eine Stunde mit einer elf Minuten späteren Schlafphase ($p < 0,001$) und einer zehn Minuten kürzeren Schlafdauer ($p < 0,001$) assoziiert war. Zwischen der Bildschirmzeit und der Aufwachzeit wurde kein signifikanter Zusammenhang gefunden. Bei allen

Bildschirmmedien, welche separat untersucht wurden, konnte ein Zusammenhang mit mindestens einem der Schlafparameter beobachtet werden. Ein Fernsehkonsum von ≥ 70 Minuten pro Tag war mit einer acht Minuten späteren Bettzeit ($p=0,016$) und einer zehn Minuten kürzeren Schlafdauer ($p=0,001$) assoziiert (Hiltunen *et al.*, 2021).

Diese Arbeit untersuchte ebenfalls die Schlafenszeiten sowie die Schlafdauer. Die Methode der Aktigraphie, welche eingesetzt wurde, um das Schlafverhalten zu untersuchen, stellt dabei einen Vorteil gegenüber der Erfassung des Schlafs mittels Fragebögen dar, da es sich um eine objektive und präzise Messmethode handelt. Allerdings konnte lediglich der Fernsehkonsum in die Auswertung aufgenommen werden, wodurch keine Aussage über den Einfluss anderer Bildschirmmedien getroffen werden kann. Bei der Auswertung der im Rahmen der vorliegenden Arbeit erhobenen Daten konnte ebenfalls eine spätere Schlafphase festgestellt werden, welche sich in späteren Bettzeiten, späteren Aufwachzeiten, einem späteren Schlafmittelpunkt und einem späteren L5 Mittelpunkt sowohl an Wochentagen als auch am Wochenende zeigte. Die Bettzeit unterschied sich im Vergleich zu der Studie von Hiltunen *et al.* noch deutlicher zwischen den Gruppen mit hohem und niedrigem Medienkonsum. Bei einem hohen Medienkonsum an Wochentagen konnte eine 26 Minuten spätere Bettzeit unter der Woche festgestellt werden ($p=0,047$), bei einem hohen Medienkonsum am Wochenende eine 27 Minuten spätere Bettzeit an Wochentagen ($p=0,01$) und eine 32 Minuten spätere Bettzeit am Wochenende ($p=0,01$). Ein Zusammenhang zwischen hohem Medienkonsum und einer kürzeren Schlafdauer konnte nicht gefunden werden. Ein Grund hierfür könnte darin liegen, dass ein Anteil der Messungen am Ende des mit der Covid Pandemie verbundenen Lockdowns stattfand. Im Jahr 2021 gab es bis zu den Pfingstferien noch keine Schulpflicht und somit keine Rückkehr zum regulären Präsenzunterricht. Dieser wurde durch Online-Unterricht ersetzt, welcher sich bezüglich der Zeiten deutlich flexibler gestaltete. Zudem fand ein Teil der Messungen während der Schulferien statt, was ebenfalls nicht den normalen Alltag widerspiegelt. Einen weiteren Faktor stellt die Studienteilnehmerzahl von $n=88$ dar, welche im Vergleich zu der finnischen Studie ($n=736$) deutlich geringer ist. Dadurch konnten möglicherweise keine statistisch signifikanten Effekte des Medienkonsums auf die Schlafdauer festgestellt werden.

Die Studie von Helm et al. untersuchte die Auswirkung von Fernsehen auf das Schlafverhalten bei Vorschulkindern im Alter von 33 bis 71 Monaten. Diese Studie wurde in Massachusetts durchgeführt. Bei n=470 Kindern wurde das Schlafverhalten mittels Aktigraphie über einen Zeitraum von sechzehn Tagen untersucht. Zudem erhielten die Eltern einen Fragebogen, welcher Fragen zum Verhalten, demographischen Daten sowie Fernsehkonsum des Kindes enthielt. Das Studiendesign war somit ähnlich zu jenem der vorliegenden Arbeit, da vergleichbare Methoden verwendet wurden, um das Schlafverhalten und den Medienkonsum zu ermitteln. Allerdings wurde der Aktigraph sechzehn Tage lang getragen, was im Vergleich zu sieben Tagen deutlich länger ist. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass Kinder mit höherem Fernsehkonsum und Fernseher im Schlafzimmer kürzer und schlechter schliefen. Zudem wurden die Bettzeit und die Aufstehzeit untersucht. Bei der Bettzeit konnte ein signifikanter Effekt sowohl von Fernsehkonsum an Wochentagen als auch am Wochenende festgestellt werden. Kinder mit einem Medienkonsum von unter einer Stunde an Wochentagen gingen dabei im Durchschnitt 35 Minuten früher ins Bett als Kinder mit einem Medienkonsum von ein bis drei Stunden. Am Wochenende lag der Durchschnitt der Bettzeit 46 Minuten früher bei einem Medienkonsum von unter einer Stunde im Vergleich zu über vier Stunden. Die Aufstehzeit korrelierte signifikant mit dem Medienkonsum an Wochentagen, nicht jedoch am Wochenende. Kinder mit einem Medienkonsum von unter einer Stunde an Wochentagen wachten durchschnittlich fünfzehn Minuten früher auf als Kinder mit einem Medienkonsum von ein bis drei Stunden (Helm and Spencer, 2019).

Die Ergebnisse der betreffenden Studie unterstützen die Hypothese dieser Arbeit, dass ein hoher Medienkonsum sowohl an Wochentagen als auch am Wochenende mit einer verspäteten Schlafphase in Verbindung steht, was in einem verschobenen Schlafrhythmus resultiert, da die Bett- und Aufstehzeiten in der Gruppe der Proband:innen mit hohem Medienkonsum signifikant später sind als in der Gruppe der Proband:innen mit niedrigem Medienkonsum.

In der betreffenden Studie wurde zudem ein signifikanter Effekt eines hohen Medienkonsums auf die Schlafdauer festgestellt. Kinder, die an Wochentagen weniger als eine Stunde fern sahen, schliefen 22 Minuten länger im Vergleich zu Kindern mit einem Fernsehkonsum von ein bis drei Stunden. Bei einem Medienkonsum von unter

einer Stunde am Wochenende war die Schlafdauer im Schnitt elf Minuten länger als in der Gruppe mit einem Medienkonsum von ein bis drei Stunden. Dagegen wurde in dieser Arbeit kein signifikanter Effekt eines hohen Medienkonsums auf die Schlafdauer festgestellt, was durch die oben aufgeführten Gründe erklärt werden könnte.

In der Studie von Helm et al. wurde ebenfalls untersucht, welche Effekte die Präsenz eines Fernsehers im Schlafzimmer auf das Schlafverhalten hatte, da die Vermutung nahe liegt, dass Kinder mit einem Fernseher im Zimmer noch kurz vor dem Einschlafen fernsehen. Diese Hypothese konnte bestätigt werden, da lediglich 13 % der untersuchten Proband:innen mit Fernseher im Schlafzimmer im Vergleich zu 50 % der Proband:innen ohne Fernseher im Schlafzimmer angaben, eine Stunde vor dem Zubettgehen nicht mehr fern zu sehen, was als Erklärung für eine schlechtere Schlafqualität und kürzere Schlafdauer dienen könnte. Zudem kann der Fernsehkonsum im Schlafzimmer vor dem Zubettgehen mit der Art der Programme zusammenhängen, welche geschaut werden. In der betreffenden Studie sahen die Kinder mit Fernseher im Schlafzimmer häufiger Programme für Erwachsene (Helm and Spencer, 2019), welche oft emotional erregender sind und sich somit negativ auf den Schlaf auswirken können (Cespedes *et al.*, 2014). In der Studie dieser Arbeit wurde die Präsenz eines Fernsehers im Schlafzimmer nicht untersucht, weshalb keine Aussage zum Zeitpunkt des Fernsehens sowie dem Zusammenhang zwischen abendlichem Fernsehen und dem Schlafverhalten getroffen werden kann. Es liegt jedoch die Vermutung nahe, dass bei einem hohen Medienkonsum die abendliche Bildschirmzeit ebenfalls erhöht ist.

Verglichen mit der Studie dieser Arbeit lag das mittlere Alter der Proband:innen mit 51,18 Monaten versus 5,99 Jahren, was 71,88 Monaten entspricht, niedriger. Die Studie wurde mit einer größeren Teilnehmerzahl (n=470 versus n=88) durchgeführt, wodurch die Ergebnisse repräsentativer sind und Zusammenhänge besser festgestellt werden konnten.

Bei der Studie von Twenge et al. handelte es sich um eine US-amerikanische bevölkerungsbezogene Studie, welche den Zusammenhang zwischen tragbaren und nicht tragbaren elektronischen Medien und der Schlafdauer untersuchte. Dafür wurden n=43.755 Kinder und Jugendliche im Alter von null bis siebzehn Jahren miteinander verglichen. Die Daten stammten aus einer nationalen Umfrage aus dem Jahr 2016. Die

Ergebnisse der Studie zeigten, dass Kinder und Jugendliche, welche mehr Zeit vor einem Bildschirm verbrachten, weniger Stunden und häufig nicht ausreichend schliefen. Zwei- bis Fünfjährige und Sechs- bis Zehnjährige, welche mindestens vier Stunden pro Tag vor Bildschirmen verbrachten, hatten ein doppelt so hohes Risiko für unzureichenden Schlaf wie diejenige, die keine elektronischen Medien nutzten. Die Korrelation zwischen tragbaren elektronischen Medien und der Schlafdauer war deutlich stärker als jene zwischen nicht tragbaren elektronischen Medien und der Schlafdauer (Twenge, Hisler and Krizan, 2019).

Bezüglich des Schlafverhaltens wurden in der Studie der vorliegenden Arbeit genauere Messungen durchgeführt, da eine Vielzahl an Parametern untersucht wurde und die Aktigraphie eine deutlich präzisere Messmethode darstellt, die im Vergleich zu einem Fragebogen weniger Störfaktoren aufweist, welche die Datenerhebung verfälschen können. Die Studie der vorliegenden Arbeit fand eine statistisch signifikante Korrelation zwischen hohem Medienkonsum und späterer Bettzeit sowie einem späteren L5 Mittelpunkt, jedoch nicht zwischen hohem Medienkonsum und einer kurzen Schlafdauer, was auf die bereits erwähnten Umstände zurückgeführt werden könnte. Zudem ist die Studienteilnehmerzahl von $n=88$ im Vergleich zu der US-amerikanischen Studie ($n=43.755$) deutlich geringer. Die Studie von Twenge et al. untersuchte zudem gezielt die Auswirkungen von tragbaren versus nicht-tragbaren elektronischen Medien auf die Schlafdauer, wobei der Effekt von tragbaren elektronischen Medien stärker ausgeprägt war. In der Studie dieser Arbeit wurde lediglich der Fernsehkonsum untersucht, welcher ein nicht tragbares elektronisches Medium darstellt. Dies könnte ebenfalls als Erklärung dienen, weshalb keine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Medienkonsum und der Schlafdauer nachgewiesen werden konnte.

Der systematische Review von Chu et al. untersuchte ebenfalls den Zusammenhang zwischen Medienkonsum und Schlaf, fokussierte sich dabei aber auf die Schlafqualität, Schlaflatenz und Schlafmangel. Siebzehn Studien mit insgesamt 36.485 Studienteilnehmer:innen wurden in die Auswertung eingeschlossen. Die Dosis-Response Analyse, welche in fünf Studien durchgeführt wurde, ergab einen Regressionskoeffizienten von 1,042 (1,027-1,058), zwischen der täglichen Smartphone-Nutzung und schlechter Schlafqualität, was eine signifikante positive Korrelation

bestätigte. Die Ergebnisse der Literaturrecherche zeigen, dass übermäßiger Medienkonsum mit schlechter Schlafqualität, Schlafentzug und verlängerter Schlaflatenz zusammenhängt (Chu *et al.*, 2023). In der vorliegenden Arbeit wurde die Schlafqualität mittels CSHQ-Fragebogen untersucht. Dabei wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Proband:innen mit niedrigem und jenen mit hohem Medienkonsum gefunden. Gründe hierfür könnten zum einen die vergleichsweise geringe Teilnehmer:innenzahl (n=88) sein, sowie die Erhebung der Schlafqualität, welche lediglich in Form des Gesamtscores des CSHQs bestimmt wurde. Diese könnte genauer und differenzierter erfasst werden.

Die folgende Studie von Tomaz *et al.* untersuchte, inwieweit Vorschulkinder in verschiedenen Einkommensgruppen die Richtlinien für Bildschirmzeit (<1h) und Schlaf (10-13h/24h) einhalten und welche Faktoren darauf Einfluss nehmen.

Die Studie umfasste n=265 Kinder im Alter von drei bis sechs Jahren. Die Daten stammten aus einer deskriptiven Querschnittsstudie in Südafrika aus den Jahren 2014 und 2015 und wurden mit Hilfe von Fragebögen erhoben. Dabei wurden Kinder aus städtischen Familien mit hohem und niedrigem Einkommen und Kinder aus ländlichen Familien mit niedrigem Einkommen untersucht. Kinder aus städtischen Familien mit hohem Einkommen wiesen höhere Raten an Überschreitungen der Richtlinien der Bildschirmzeit auf (67 %) als Kinder aus städtischen Familien mit niedrigem Einkommen (26 %). In den ländlichen Familien mit niedrigem Einkommen lagen die Raten noch niedriger (3,5 %). Was dagegen das Schlafverhalten betrifft, so erfüllten mehr Kinder aus städtischen Familien mit hohem Einkommen die Richtlinie als Kinder aus städtischen und ländlichen Familien mit niedrigem Einkommen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Problematik einer übermäßigen Bildschirmzeit in städtischen Familien mit hohem Einkommen am größten war, was sich als kontrovers zu bisherigen Forschungsergebnissen erweist (Asplund *et al.*, 2015; Carson and Kuzik, 2017). Ein wichtiger Aspekt ist dabei, dass deutlich mehr Kinder aus Hocheinkommensfamilien Zugang zu einem Fernseher besaßen, was als Erklärung für die höhere Bildschirmzeit dienen kann. Allerdings bestand eine Diskrepanz zwischen dem übermäßigen Fernsehkonsum und der Behauptung der betreffenden Eltern, die Bildschirmzeit ihrer Kinder zu limitieren. Das Bewusstsein um den negativen Effekt von Fernsehen auf die

Gesundheit ist gering (50 %), obwohl in diesen Familien eine höhere Bildung und damit mehr Zugang zu Informationen herrschte.

Betrachtet man die Studie der vorliegenden Arbeit, so wurde das Einkommen der Eltern in der Studienpopulation nicht erfasst, allerdings kann eine Aussage über den mütterlichen Bildungsstand getroffen werden. Die Analyse der im Rahmen der Studie erhobenen Daten zeigte, dass der überwiegende Teil der Proband:innen mit hohem mütterlichem Bildungsstand (76,92 %) einen Medienkonsum von unter einer Stunde angab, was sich von den Ergebnissen der Studie von Tomaz et al. unterscheidet und die Hypothese eines exzessiven Medienkonsums in Familien mit hohem Bildungsstand folglich nicht für diese Population unterstützt. Hierbei muss allerdings beachtet werden, dass in der Studie dieser Arbeit überwiegend Kinder mit mütterlichem Bildungsstand mit universitärem Abschluss untersucht wurden (59,09 %), wodurch kein guter Vergleich zwischen Familien mit hohem und niedrigem Bildungsstand gezogen werden konnte. Zudem wurden Einkommen und Wohnort nicht erfasst. Möglicherweise bestehen regionale Unterschiede, was die Mediennutzung und das Schlafverhalten betreffen, da die Studie von Tomaz et al. in Südafrika durchgeführt wurde und die Studie der vorliegenden Arbeit in Deutschland. Wichtig ist jedoch zu beachten, dass auch in der Studie dieser Arbeit 23,08 % der Kinder mit hohem mütterlichem Bildungsstand einen zu hohen Medienkonsum von über einer Stunde angaben, was zwar nicht die Mehrheit, aber dennoch einen relevanten Anteil der Studienpopulation darstellt. Folglich ist die Frage nach den Ursachen für zu hohen Medienkonsum trotz hohem Bildungsstand für die Kohorte dieser Arbeit ebenfalls von Bedeutung. Die Diskrepanz zwischen den Verhaltensweisen, dem Wissen und der Selbstwirksamkeit der Eltern und dem Verhalten ihrer Kinder bezüglich Richtlinien und Limitationen von Medienkonsum in Familien mit hohem Bildungsstand, welche in der Studie von Tomaz et al. thematisiert wurde, bedarf weiteren Untersuchungen und spielt eine wichtige Rolle für potenzielle Interventionen.

Es bestehen Parallelen zwischen den Ergebnissen der beiden Studien, da positive Korrelationen der Bettzeiten wochentags mit der Bildschirmzeit und Fernsehzeit an Wochentagen gefunden wurden (Tomaz *et al.*, 2020). Dieser Zusammenhang unterstützt die Hypothese, dass eine hohe Bildschirmzeit mit einer verzögerten Schlafphase in Verbindung steht.

Betrachtet man die Ergebnisse der aufgeführten Studien, so fällt auf, dass insgesamt ein negativer Einfluss von hohem Medienkonsum auf das Schlafverhalten festgestellt werden kann. Dieser äußert sich vielfältig und betrifft zahlreiche schlafbezogene Faktoren wie die Schlafdauer, den Schlafrhythmus und die Schlafqualität.

Zahlreiche weitere Studien identifizierten Medienkonsum als Risikofaktor für problematisches Schlafverhalten. Touitou et al. fanden einen unregelmäßigen, verkürzten und verzögerten Schlaf bei einem hohen Medienkonsum im Jugendalter (Touitou, Touitou and Reinberg, 2016). Owens et al. untersuchten Faktoren, welche zu Schlafmangel bei Jugendlichen führten, und identifizierten den abendlichen Medienkonsum als eine der Ursachen für unzureichenden Schlaf (Owens and Weiss, 2017). Die Ergebnisse der Studie von Buxton et al. zeigten einen Zusammenhang zwischen Schlafmangel und der Benutzung von elektronischen Medien nach der Bettgehzeit, was die Gefahr von technischen Geräten für die Schlafqualität unterstreicht (Buxton *et al.*, 2015).

Daraus ergeben sich Fragen nach Ursachen für diesen Zusammenhang sowie möglichen Konsequenzen.

Es wurden bisher verschiedene Mechanismen untersucht, durch die sich die Mediennutzung auf die Qualität und Quantität des Schlafs auswirkt. Zum einen spielt der zeitliche Faktor eine Rolle, da die Zeit, welche vor dem Bildschirm verbracht wird, den Schlaf und andere Aktivitäten, welche mit einer guten Schlafhygiene verbunden sind, ersetzt. Zudem kann der abendliche Medienkonsum dazu führen, dass Kinder physiologisch aufgeregt sind, was das Entspannen und Einschlafen erschwert (Cain and Gradisar, 2010). Einen dritten Aspekt stellt die Exposition gegenüber hellem Licht, insbesondere blauem Licht von Bildschirmen dar, da dieses die Melatoninausschüttung unterdrückt und damit den zirkadianen Rhythmus verzögern kann (Cain and Gradisar, 2010; Council on communications and media, 2016b).

Wie bereits erwähnt, stellt der Schlaf ein zentrales Element für Gesundheit und das Wohlbefinden dar. Schlafmangel kann folglich vielfältige negative Konsequenzen haben.

Die beiden Studien von Kahn et al. und Nunes und Bruni et al. (Nunes and Bruni, 2015; Kahn *et al.*, 2021) untersuchten die Auswirkungen von hohem Medienkonsum auf die

Inzidenz von Verhaltensauffälligkeiten und Schlafstörungen, was die Relevanz des Faktors Medienkonsum für die Gesundheit unterstreicht.

Kahn et al. führten eine Studie durch, um den Zusammenhang zwischen Schlaf, Bildschirmzeit und Verhaltensauffälligkeiten bei Vorschulkindern näher zu untersuchen. Das Probandenkollektiv umfasste insgesamt 145 Kinder im Alter von drei bis sechs Jahren. Das mittlere Alter lag bei 4,9 Jahren im Vergleich zu 5,99 Jahren in der Studie der vorliegenden Arbeit. Das Schlafverhalten wurde ebenfalls mittels Aktigraphie erfasst, allerdings trugen die Proband:innen die Aktigraphen lediglich während der Schlafenszeit über einen Zeitraum von einer Woche und nicht während der gesamten Zeit wie in der Studie dieser Arbeit. Folglich wurde lediglich der Schlaf und nicht die körperliche Aktivität darüber aufgezeichnet (Kahn *et al.*, 2021). Zudem wurden nur Wochentage in die Auswertung eingeschlossen, da der Schlafrhythmus an Wochenenden Studien zufolge bei Kindern häufig unregelmäßig ist und dadurch weniger repräsentativ für den typischen Schlaf-Wach-Rhythmus eines Kindes (Ward *et al.*, 2008; Kahn *et al.*, 2021). Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die Schlafdauer den Zusammenhang zwischen Bildschirmzeit und Verhaltensauffälligkeiten moderiert. Dieser war lediglich signifikant für eine niedrige Schlafdauer, woraus gefolgert wurde, dass sich die Konstellation einer hohen Bildschirmzeit und gleichzeitig niedrigen Schlafdauer als besonders nachteilig für die psychische Gesundheit von Kindern darstellt. Die Schlafparameter Schlafdauer, Einschlafzeit und Schlafeffizienz wurden ebenfalls erfasst. Die Bildschirmzeit wurde, wie in der Studie der vorliegenden Arbeit, ebenfalls über einen Fragebogen ermittelt. Es konnte ein Zusammenhang zwischen einer späteren Einschlafzeit und höheren Bildschirmzeit gefunden werden. Die Studie von Kahn et al. fand zudem einen Zusammenhang von höherer Bildschirmzeit und kürzerer Schlafdauer sowie schlechterer Schlafeffizienz (Kahn *et al.*, 2021).

Die Studie von Nunes et al. untersuchte Charakteristika, Komorbiditäten und Behandlungsmöglichkeiten von Insomnien in der Kindheit und im Jugendalter. Insbesondere im Jugendalter stehen mangelnde Schlafhygiene sowie eine verzögerte Schlafphase mit einem erhöhten Risiko für Insomnien in Verbindung. Eine mangelnde Schlafhygiene umfasst unter anderem die Nutzung von Medien wie Fernseher,

Computer und Handy vor dem Zubettgehen. Wie die Forschungsergebnisse dieser Arbeit sowie die Ergebnisse der oben aufgeführten Studien zeigten, steht ein erhöhter Medienkonsum ebenfalls mit einer verspäteten Bettzeit beziehungsweise verzögerten Schlafphase in Verbindung, was das Risiko für Insomnien folglich weiter erhöht. Nunes et al. zufolge sollten elektronische Medien mindestens eine Stunde vor dem Zubettgehen vermieden werden. Solche Regeln und Richtlinien für den Medienkonsum von Kindern und Jugendlichen sind wichtig und sollten etabliert werden, da Insomnien eine große Gefahr für Gesundheit und Wohlbefinden darstellen. Diese können zu Schlafmangel, Hyperaktivität, Aggression und Lernproblemen führen (Nunes and Bruni, 2015).

Es existieren zudem bereits Untersuchungen zu den Auswirkungen von einer späten Schlafphase und dem Chronotyp des Abend-Typs auf kognitive Fähigkeiten und psychiatrische Störungen. Taillard et al. konnten einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Depressionen und dem Abend-Typ in einer Population von 1.165 Proband:innen, welche nicht im Schichtdienst arbeiteten, feststellen (Taillard *et al.*, 2001). Dieser Zusammenhang konnte bereits in jungen Jahren gefunden werden. So wurde beispielsweise bei Kindern im Alter von sieben bis dreizehn Jahren eine höhere Neigung zu Depressionen mit Abendneigung in Verbindung gebracht (Chiu, Yang and Kuo, 2017). Haraden et al. konnten feststellen, dass Abendtypen bei Jugendlichen häufiger spätere Depressionen aufwiesen und Jugendliche mit einer früheren Depressionsanamnese eine Abendneigung entwickelten (Haraden, Mullin and Hankin, 2017). In einer weiteren Studie konnte der Abendtyp als Risikofaktor für depressive Symptome und das Auftreten einer depressiven Störung bei Jugendlichen identifiziert werden (Kivelä, Papadopoulos and Antypa, 2018).

Bei einer deutschen Studie mit 563 Proband:innen im Alter von vier bis sechs Jahren wurde zusätzlich zum Zusammenhang zwischen Medienkonsum und Schlafmittelpunkt der Einfluss auf die Schlafqualität untersucht. In der betreffenden Studie wurde ebenfalls der CSHQ eingesetzt, um die Schlafqualität zu bestimmen. Dieser korrelierte negativ mit der Schlafdauer und dem Schlafmittelpunkt. Die Studie fand heraus, dass

die Nutzung elektronischer Medien das Risiko für Schlafstörungen bei deutschen Vorschulkindern erhöht (Ricci *et al.*, 2021).

Diese Untersuchungen zeigen, dass ein hoher Medienkonsum im Kindesalter und die daraus resultierenden Veränderungen des Schlafrhythmus zahlreiche Risiken für die Gesundheit mit sich bringen.

Folglich sind schlafmedizinische Regeln und Richtlinien zum Umgang mit Mediennutzung bei Kindern und Jugendlichen von zentraler Bedeutung für eine gesunde Entwicklung und sollten weiter erforscht und umfassend etabliert werden.

Medienkonsum und körperliche Aktivität

Die Ergebnisse der Studie dieser Arbeit bestätigten die Hypothese, dass ein hoher Medienkonsum mit einem veränderten Bewegungsverhalten in Verbindung steht. Die Auswertung der erhobenen Daten zeigte, dass sich Kinder mit einem hohen Medienkonsum eher kurzfristig stark bewegen, während ihre leichte körperliche Aktivität vermindert ist.

Fernsehkonsument und eine erhöhte Bildschirmzeit gelten als anerkannte Risikofaktoren für eine Adipositas, da diese ein sitzendes, inaktives Verhalten fördern und die Zeit für körperliche Aktivität einschränken (Dabas and Seth, 2018). Folglich kann eine Abnahme der körperlichen Aktivität als logische Konsequenz eines erhöhten Medienkonsums betrachtet werden, was auch die Ergebnisse der Studie der vorliegenden Arbeit zeigten. Es konnte ein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden, sowohl für den Medienkonsum an Wochentagen als auch für den Medienkonsum am Wochenende. In der Gruppe der Proband:innen mit hohem Medienkonsum an Wochentagen war die leichte körperliche Aktivität pro Tag durchschnittlich 35 Minuten niedriger, bei einem hohen Medienkonsum am Wochenende im Durchschnitt 23 Minuten niedriger.

Eine weitere Studie ging der Fragestellung nach, ob der Besitz und die Nutzung elektronischer Medien mit der Zeit im sitzenden, inaktiven Zustand in Verbindung stehen. Es wurden n= 678 Kinder und Jugendliche im Alter von zehn bis fünfzehn Jahren untersucht. Die Parameter Medienkonsum und Zeit im sitzenden, inaktiven Zustand wurden mittels Fragebögen erfasst. Die Daten ergaben einen Zusammenhang

zwischen hohem Medienkonsum und hoher Zeit im sitzenden Zustand, was sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit teilweise deckt, welche einen Zusammenhang zwischen hohem Medienkonsum und geringer leichter körperlicher Aktivität fand (Sandercock, Alibrahim and Bellamy, 2016). Allerdings war die mäßige bis starke körperliche Aktivität in der Studie der vorliegenden Arbeit bei einem hohen Medienkonsum gesteigert und die körperliche Aktivität somit nicht insgesamt eingeschränkt. An dieser Stelle ist wichtig zu berücksichtigen, dass das Aktivitätsverhalten mittels der Methode der Aktigraphie genauer und objektiv erfasst und dadurch differenzierter betrachtet werden kann, da dieses über Beschleunigungssensoren aufgezeichnet wird und bei der Auswertung der Daten zwischen leichter und mäßiger bis starker körperlicher Aktivität unterschieden wird. Dagegen wird in Fragebögen in der Regel lediglich die körperliche Aktivität im Allgemeinen erfasst, was häufig keine Aussage über die Bewegung im Alltag, respektive leichte körperliche Aktivität zulässt.

Dieser Zusammenhang zwischen hohem Medienkonsum, hoher Zeit im sitzenden, inaktiven Zustand und geringer körperlicher Aktivität konnte in weiteren Studien festgestellt werden (Gorely, Marshall and Biddle, 2004; van Sluijs *et al.*, 2010). Nun stellt sich allerdings die Frage, wie der Zusammenhang zwischen hohem Medienkonsum und hoher mäßiger bis starker körperlicher Aktivität erklärt werden kann. Die Annahme, dass ein hoher Medienkonsum durch die körperliche Inaktivität und bestimmte Medieninhalte zu Unruhe führt, ist weit verbreitet. Es existieren allerdings bisher kaum Studien, welche diesen Zusammenhang auf physiologischer Ebene genauer untersuchten.

Im Folgenden sollen zwei chinesische Studien von Liu *et al.* und Wu *et al.* diskutiert werden. Diese untersuchten beide den Zusammenhang zwischen Bildschirmzeit und Verhaltensauffälligkeiten, welche auch Hyperaktivität miteinschließen. Hyperaktivität äußert sich in einem gesteigerten Bewegungsdrang sowie motorischer Unruhe und kann somit im Kontext der Forschungsergebnisse der vorliegenden Arbeit betrachtet werden, da diese eine Korrelation zwischen hohem Medienkonsum und erhöhter mäßiger bis starker Aktivität fand.

Die Studie von Liu *et al.* untersuchte den Zusammenhang zwischen Bildschirmzeit und der emotionalen und verhaltensbezogenen Gesundheit von Kindern in China. Dabei

wurden insgesamt 2.492 Kinder im Alter von vier Jahren mit Hilfe von Fragebögen untersucht. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass eine erhöhte Bildschirmzeit im Alter von sechs Monaten, 2,5 Jahren und vier Jahren einen Risikofaktor für Hyperaktivität im Alter von vier Jahren darstellt, was einen starken Bewegungsdrang und unkontrollierte motorische Unruhe impliziert (Liu *et al.*, 2021).

Die Studie von Wu *et al.* untersuchte ebenfalls mittels Fragebögen den Zusammenhang zwischen Bildschirmzeit, Schlafdauer und Verhaltensstörungen bei 8.900 Kindern im Alter von drei bis sechs Jahren. Diese fand ebenfalls einen Zusammenhang zwischen einer Bildschirmzeit ab zwei Stunden pro Tag und einem erhöhten Risiko für Hyperaktivität (Wu *et al.*, 2017). Die Hyperaktivität, welche in den beiden Studien untersucht wurde, könnte als erhöhte körperliche Aktivität gedeutet werden. Diese stellte vermutlich eine Folge des erhöhten Medienkonsums dar.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Zusammenhang zwischen höherem Medienkonsum und erhöhter kurzfristig starker Bewegung gefunden. In den beiden oben aufgeführten Studien wurde eine Korrelation von hohem Medienkonsum und Hyperaktivität entdeckt. Die Fragestellungen unterscheiden sich somit zwischen den beiden chinesischen Studien und der Studie dieser Arbeit, allerdings kann ein Vergleich gezogen werden, da die Ergebnisse aller drei Studien einen Zusammenhang zwischen hohem Medienkonsum und erhöhter motorischer Aktivität fanden. Der Faktor Hyperaktivität sollte ebenso wie die motorische Aktivität im Zusammenhang mit Schlafverhalten in weiterführenden Studien näher untersucht werden, um die Korrelationen und Interaktionen zwischen diesen Faktoren besser verstehen zu können. Zudem ist es wichtig, die körperliche Aktivität im Zusammenhang mit Medienkonsum näher zu untersuchen und dabei zwischen den verschiedenen Intensitäten körperlicher Aktivität zu unterscheiden. Dabei sollte ebenfalls erfasst werden, unter welchen Umständen die Aktivität stattfindet, beispielsweise ob diese sich strukturiert oder unstrukturiert gestaltet, welche Einstellung die Eltern zu Medienkonsum und Bewegung haben und welche häuslichen Regeln existieren.

Schlaf und Körperzusammensetzung

Bei der Auswertung der im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Daten konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer späten Einschlafzeit sowie kürzeren Schlafdauer und einem höheren Körperfettanteil gefunden werden.

Aktuellen Studien zufolge besteht allerdings ein Zusammenhang zwischen verschiedenen schlafbezogenen Parametern und der Körperzusammensetzung.

Insbesondere eine kurze Schlafdauer und eine späte Einschlafzeit sind in der Literatur mit einem höheren Körperfettanteil sowie höherem BMI assoziiert worden, siehe z.B.: (Derks *et al.*, 2017; Cespedes Feliciano *et al.*, 2018; Matricciani *et al.*, 2019; Xiu *et al.*, 2020; Wyszynska *et al.*, 2021).

Die Studien von Cespedes Feliciano *et al.* und Derks *et al.* sollen im Folgenden näher betrachtet werden. Beide Studien untersuchten die Korrelation einer kurzen Schlafdauer mit einem höheren Körperfettanteil.

Cespedes Feliciano *et al.* führten eine Querschnittsstudie durch, um den Zusammenhang zwischen Schlaf und Übergewicht näher zu untersuchen. Das Probandenkollektiv umfasste 829 Jugendliche mit einem Durchschnittsalter von 13,2 Jahren (SD=0,9). Um die Parameter Schlafdauer, Schlafeffizienz sowie MVPA zu erfassen, wurde ebenfalls die Aktigraphie eingesetzt. Die Messung fand über einen Zeitraum von fünf Tagen statt. Die Körperzusammensetzung wurde mittels Dual-X-Ray-Absorptiometrie bestimmt. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass eine längere Schlafdauer sowie eine höhere Schlafeffizienz mit einem besseren kardiometabolischen Risikoprofil assoziiert waren, welches die in der Studie untersuchten Parameter Taillenumfang, systolischer Blutdruck, HDL und Fettmasse umfasste (Cespedes Feliciano *et al.*, 2018).

Die vorliegende Arbeit konnte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Schlafparametern und der Körperzusammensetzung feststellen. Hierfür können mehrere Faktoren als Erklärung in Betracht gezogen werden. Zum einen lag das Durchschnittsalter der Proband:innen der Studie der vorliegenden Arbeit deutlich niedriger. Möglicherweise kann ein Zusammenhang erst bei älteren Kindern bzw. im Jugendalter festgestellt werden, da ein ungesundes Schlafverhalten dann bereits über einen längeren Zeitraum besteht und somit Effekte deutlicher erkennbar sind. Zudem ändern sich mit zunehmendem Alter und beginnender Pubertät der Hormonhaushalt und Stoffwechsel, wodurch der Anteil an übergewichtigen und adipösen Kindern steigt.

Die Schlafdauer lag bei einem überwiegenden Anteil der Proband:innen (78 %) bei durchschnittlich weniger als neun Stunden und bei allen Proband:innen unter zehn Stunden, was Studien zufolge als Referenzwert für die durchschnittliche Schlafdauer bei Kindern in diesem Alter angegeben wird (Chaput, Dutil and Sampasa-Kanyinga, 2018). Dadurch konnte der Unterschied der Körperzusammensetzung bei einer kurzen versus langen Schlafdauer vermutlich nicht ausreichend untersucht werden, da keine Vergleichsgruppe Proband:innen mit einer langen Schlafdauer existierte.

Darüber hinaus lag die Studienteilnehmerzahl in der Studie von Cespedes Feliciano et al. mit n=829 deutlich höher im Vergleich zu dieser Arbeit (n=88). Dadurch konnte möglicherweise kein statistisch signifikanter Effekt festgestellt werden.

Derks et al. untersuchten in einer longitudinalen Studie die Zusammenhänge zwischen Schlaf im Kleinkindalter und der Körperzusammensetzung im Alter von sechs Jahren. Das Schlafverhalten wurde bei 5.161 Kindern im Alter von zwei, sechs, 24 und 36 Monaten über die Angaben der Eltern erfasst. Im Alter von sechs Jahren wurde die Körperzusammensetzung mittels Dual-X-Ray-Absorptiometrie bestimmt. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass eine kürzere Schlafdauer im Alter von zwei Monaten einen Prädiktor für eine ungünstigere Körperzusammensetzung, respektive einen höheren Körperfettanteil darstellt (Derks *et al.*, 2017). Folglich zeigten sich die Konsequenzen der kurzen Schlafdauer erst sechs Jahre später, wodurch die Vermutung naheliegt, dass eine kürzere Schlafdauer einen zeitlich verzögerten Effekt nach sich zieht und das Schlafverhalten in der frühen Kindheit die kardiometabolische Gesundheit im Kindes- und Jugendalter möglicherweise grundlegend beeinflussen kann. Eine erneute Untersuchung der Kohorte der Studie dieser Arbeit würde vermutlich einen deutlicheren Effekt auf die Körperzusammensetzung der Proband:innen zeigen.

Einen weiteren Faktor stellt die besondere Kohorte dar, welche in der Studie dieser Arbeit untersucht wurde. Diese bestand überwiegend aus Familien aus Tübingen und Umgebung, da alle Kinder am Universitätsklinikum Tübingen geboren worden waren. Folglich setzte sich die Kohorte zu einem großen Anteil aus Kindern von Akademiker:innen zusammen, bei denen die Vermutung naheliegt, dass das Adipositas-Risiko tendenziell niedriger ist. 59 % der Mütter hatten einen universitären Abschluss. In diesen Familien stehen häufig mehr finanzielle Mittel zur Verfügung, um beispielsweise gesundes Essen und Sportkurse zu finanzieren. Dies führte

möglicherweise zu einer Reduktion des Anteils an übergewichtigen und adipösen Proband:innen. In dieser Arbeit waren lediglich 4 % der Proband:innen übergewichtig und 6,9 % der Proband:innen adipös. Dieser Sachverhalt schränkt die Repräsentativität der Studie ein.

Die Studie von Xiu et al. fand einen Zusammenhang zwischen einem spätem Schlafbeginn und einem höheren Risiko für Adipositas bei Kindern. Es wurden insgesamt 107 Kinder im Alter von zwei bis sechs Jahren aus einem Präventionsprogramm für Übergewicht in die Studie eingeschlossen. Die Schlafparameter wurden mittels Aktigraphie gemessen. Dabei wurde ein später Schlafbeginn als Schlafenszeit nach 21 Uhr definiert. Dieser stand in Verbindung mit einer höheren Gewichtszunahme, was einen höheren BMI-SDS sowie Taillenumfang zur Folge hatte. Die Körperzusammensetzung wurde nicht gemessen, weshalb über die FM % keine Aussage getroffen werden kann (Xiu *et al.*, 2020). In einer weiteren Studie mit 236 Teilnehmer:innen im Alter von 6 bis 10 Jahren, welche die freie Fettmasse ebenfalls untersuchte, wurde ein Zusammenhang zwischen einem späteren Schlafbeginn und höherem FM % gefunden (Thivel *et al.*, 2015).

Es werden verschiedene biologische und verhaltensbezogene Mechanismen diskutiert, welche den Zusammenhang zwischen Schlaf und Übergewicht zugrunde liegen sollen. Zum einen wird vermutet, dass eine kurze Schlafdauer durch hormonelle Veränderungen im Zusammenhang mit der Appetitregulierung, insbesondere durch die Ausschüttung von Leptin und Ghrelin, zu einer erhöhten Gewichtszunahme führt. Zudem wurde bei Erwachsenen festgestellt, dass diese dazu neigen, ihre Energiezufuhr nach Schlafrestriktion zu erhöhen, selbst wenn keine hormonellen Veränderungen vorliegen (Miller, Lumeng and LeBourgeois, 2015).

Bei Kindern im Schulalter führte eine längere Schlafdauer Untersuchungen zufolge zu einer geringeren Nahrungsaufnahme, niedrigeren Nüchtern-Leptinwerten und einem niedrigeren Gewicht (Hart *et al.*, 2013).

Der Zusammenhang zwischen spätem Schlaf und hohem BMI, FM % und Taillenumfang ist bisher ungeklärt. Bei Jugendlichen und Erwachsenen konnte allerdings bereits herausgefunden werden, dass ein späterer Schlafbeginn mit einer

ungesünderen Ernährung, welche eine höhere Energieaufnahme, einen höheren Konsum von Fast Food und einen geringeren Konsum von Gemüse umfasste, in Verbindung stand (Thivel *et al.*, 2015; Xiu *et al.*, 2020)

Methodendiskussion

Beurteilung der Aktigraphie

Die Aktigraphie stellt eine geeignete Methode dar, um Schlaf über einen längeren Zeitraum objektiv zu beurteilen (Ibáñez, Silva and Cauli, 2018). Vorteile liegen in der kostengünstigen Durchführung im natürlichen Umfeld der Versuchsperson, welches insbesondere bei Studien mit Kindern eine große Rolle spielt. Die Messung ist nicht invasiv und da der Aktigraph klein und leicht ist und wie eine Armbanduhr am Handgelenk getragen wird, beeinträchtigt er das Verhalten der Versuchsperson kaum. Ein problematischer Aspekt der Aktigraphie ist das Fehlen methodischer Standards. Die Abläufe der verschiedenen Studien unterscheiden sich in Bezug auf die verwendeten Apparate, die Parameter der Messung und die Auswertung, wodurch diese nur begrenzt vergleichbar sind und eine Generalisierung der Ergebnisse erschwert wird. Um die Vergleichbarkeit zu verbessern, wird daher empfohlen, sich strenger an mögliche Normen zu halten und einen Gold Standard für die Aktigraphie Messung zu etablieren (Schoch, Kurth and Werner, 2020).

Zudem hängen die Ergebnisse der Aktigraphie Messung stark davon ab, wie zuverlässig der Aktigraph getragen wurde und wie genau die Angaben der Eltern im parallel geführten Schlaftagebuch sind. Um die Zeiträume zu identifizieren, in denen der Aktigraph nicht getragen wurde, war besonders wichtig, dass die Eltern im Schlaftagebuch vermerkten, wann dieser jeweils ab- und wieder angelegt wurde. Die eigenen Angaben zu Bett- und Aufwachzeit der Testperson waren ebenfalls von großer Bedeutung, um die durch den Aktigraphen erfassten Schlafperioden manuell anzupassen (Miller *et al.*, 2021). Die Messung hängt folglich stark von der Compliance der Proband:innen und der Eltern ab.

In der betreffenden Studie kam erschwerend hinzu, dass die Messung zum Teil während der warmen Sommermonate stattfand und viele Proband:innen den Aktigraphen für längere Zeiträume zum Schwimmen ablegten. Die Angaben der Eltern erwiesen sich

jedoch als überaus zuverlässig und detailliert, sodass ein erfolgreicher Abgleich zwischen den aufgezeichneten Daten und den Angaben im Schlafstagebuch erfolgen konnte.

Validierung der Aktigraphie

Der Aktigraph, welcher in der betreffenden Studie gewählt wurde, war das Modell wGT3X-BT von der Firma Actigraph (Pensacola, USA). Quante et al. verglichen die Messungen von diesem Modell sowie der Actiwatch Spectrum mit jenen der Polysomnographie, dem bisherigen Goldstandard bei der Erfassung des Schlaf-Wach-Verhaltens. Die Untersuchung zeigte, dass der wGT3X-BT ein valides Messinstrument ist, um verschiedene Schlafparameter zu bestimmen, insbesondere die Gesamtschlafzeit, das Erwachen nach Einsetzen des Schlafs und die Schlafeffizienz. Da die Spezifität allerdings vergleichsweise gering ist, eignet sich der Aktigraph weniger, um Wachphasen zu erkennen. In Studien, in denen diese eine große Rolle spielen, sollte der Einsatz mit größerer Vorsicht erfolgen. Da es sich bei den Probanden der betreffenden Studie allerdings um gesunde Kinder handelte, eignete sich der wGT3X-BT gut, um die Schlaf-Wach-Zyklen und die körperliche Aktivität der Studienteilnehmer zu ermitteln (Quante *et al.*, 2018).

Der Literatur zufolge wird die höchste Validität der Aktigraphie-Messung bei gesunden Proband:innen erreicht (Sadeh *et al.*, 1995).

In einem Review von Ibanez et al. wird die Aktigraphie als zuverlässige Methode beschrieben, um Schlaf zu erkennen, deren Sensibilität bei über 90 % liegt (Ibáñez, Silva and Cauli, 2018).

Was die körperliche Aktivität betrifft, handelt es sich laut einer Validierungsstudie, die von Hänggi et al. durchgeführt wurde, bei dem wGT3X-BT um ein valides Instrument, um die Häufigkeit, Dauer und Intensität körperlicher Bewegung bei Kindern und Erwachsenen zu beurteilen (Hänggi, Phillips and Rowlands, 2013). Um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, wurde ein Messintervall von einer Woche gewählt. Gemäß einer Studie von Acebo et al. muss eine Messung über mindestens fünf Nächte erfolgen, um verlässliche Daten für den Schlaf zu erhalten. Mit zunehmender Messdauer steigt die Validität der Messmethode (Acebo *et al.*, 1999).

Für die Auswertung der Daten wurde der Algorithmus von Cole et al. gewählt. Dieser wurde bei Erwachsenen mit einem Motionlogger Aktigraphen validiert (Ambulatory Monitoring, Inc.). Die Firma Actigraph führte einen side-by-side-test mit dem Motionlogger Aktigraphen und dem GT3X+ Aktigraphen durch, bei dem beide Geräte gleichzeitig getragen wurde, um sie miteinander abzugleichen. Der Algorithmus von Cole et al. wurde durch Skalierung der *Counts* angepasst (Quante *et al.*, 2018). Chandler et al. führten eine Kalibrierungsstudie durch, um Grenzwerte für die Analyse der körperlichen Aktivität bei Tragen des Aktigraphen am Handgelenk zu erhalten. Aus den Ergebnissen kann gefolgert werden, dass sich die Grenzwerte gut eignen, um sitzendes Verhalten, leichte, mäßige und mäßige bis starke körperliche Aktivität zu klassifizieren. Achse 1, 2 und die Vektorgrößenwerte können mit ähnlicher Genauigkeit verwendet werden, um das Ausmaß und die Intensität der Aktivität zu bestimmen. Die Platzierung am nichtdominanten Handgelenk ist dabei von Vorteil (Chandler *et al.*, 2016).

Die Aktigraphie kann folglich als geeignete und zuverlässige Methode betrachtet werden, um Schlaf und körperliche Aktivität über 24 h zu bestimmen. Vorteile liegen hauptsächlich in der kostengünstigen, objektiven und einfach umsetzbaren Durchführung im natürlichen Umfeld der Proband:innen. Insbesondere bei Studien im pädiatrischen Bereich bringt diese Messmethode zahlreiche Vorteile mit sich. Um die Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit der Messergebnisse weiter zu verbessern, sollten allerdings methodische Standards eingeführt werden.

Beurteilung der ADP und des BODPODs

Die ADP stellt eine Methode zur Bestimmung der Körperzusammensetzung dar, welche zahlreiche Vorteile mit sich bringt. Der BODPOD ist leicht zu bedienen, da das Programm die einzelnen Schritte der Messung ankündigt und dem Versuchsleiter somit den Ablauf der Messung erleichtert. Dadurch kann es nicht passieren, dass die Messung durch einen fehlerhaften Ablauf verfälscht wird. Es handelt es sich bei der ADP um eine nicht invasive Methode, welche für die Proband:innen nicht unangenehm oder schmerzhaft ist. Dies stellt insbesondere bei der Arbeit mit Kindern einen großen

Vorteil dar (Fosbøl and Zerahn, 2015). Die Messung dauert lediglich wenige Minuten, wodurch der zeitliche Aufwand gering ist.

Durch einen Knopf an der Sitzfläche in der Messkammer kann die Messung jederzeit abgebrochen werden. Dadurch kann die Durchführung für die Proband:innen möglichst sicher gestaltet werden.

Der Literatur zufolge ist die ADP geeignet und zuverlässig für die Beurteilung der Körperzusammensetzung (Fields, Higgins and Radley, 2005). Laut Fields et al. stellt der BODPOD im Vergleich mit anderen Methoden eine valide Messmethode der Körperzusammensetzung bei Zwei- bis Sechsjährigen dar (Fields and Allison, 2012). Ein Nachteil des BODPODs ist der hohe Kostenaufwand. Nur wenige Institutionen verfügen über ein solches Messgerät, wodurch der Zugang zu dieser Messmethode begrenzt ist.

Ein weltweiter Vergleich ist schwierig, da bei verschiedenen Ethnien unterschiedliche genetische Veranlagungen für die Körperzusammensetzung existieren (Kuriyan, 2018). Problematisch ist zudem, dass die Bestimmung der Körperzusammensetzung mittels ADP auf Annahmen beruht, welche als stabil oder feststehend angesehen werden. Die einzelnen Körperkomponenten werden in ihrer Zusammensetzung als homogen angenommen, was jedoch nicht der Realität entspricht. Abhängig von der Gewebshydratation existieren erhebliche Unterschiede zwischen Menschen verschiedener Altersgruppen sowie übergewichtigen und normalgewichtigen Patient:innen (Müller *et al.*, 2016).

Validierung der ADP

Es wurden bisher mehrere Studien durchgeführt, welche die Validität und Reliabilität der ADP untersuchen.

Fiels et al. verglichen in einer Validierungsstudie die ADP in der pädiatrischen Version mit dem Vier-Kompartiment-Modell. Dafür wurde bei 31 Kindern im Alter von zwei bis sechs Jahren die Körperfettmasse mit beiden Methoden bestimmt. Für die Messung der Körperzusammensetzung mittels ADP wurde der BODPOD der Firma COSMED (COSMED USA, Inc. California, USA) eingesetzt, welcher ebenfalls in der Studie dieser Arbeit verwendet wurde. Für die Ermittlung des Körperfettanteils mittels Vier-Kompartiment-Modell wurden zunächst das Gesamt-Körperwasser mittels

Deuteriumdilution und der Knochenmindergehalt mittels Dual-X-Ray-Absorptiometrie bestimmt. Anschließend wurde das Vier-Kompartiment-Modell nach Lohman eingesetzt, um den Körperfettanteil zu berechnen.

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass es sich bei der pädiatrischen Version der ADP um ein präzises und zuverlässiges Instrument zur Bestimmung des Körperfettanteils handelt (Fields and Allison, 2012).

In einer weiteren Studie wurde der BODPOD als Instrument zur Messung der Körperzusammensetzung mit dem hydrostatischen Wiegen und der Hautfaltendickemessung mittels Körperfettzange verglichen. Dafür wurden bei 41 Proband:innen Messungen der Körperzusammensetzung sowohl von erfahrenen als auch unerfahrenen Versuchsleiter:innen durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen waren vergleichbar zwischen allen drei Methoden, was deren Eignung als valide Messinstrumente zur Bestimmung der Körperzusammensetzung unterstreicht (Talbert *et al.*, 2009).

Obwohl die ADP aktuell noch die oben aufgeführten Schwächen aufweist, stellt sie eine zuverlässige und präzise Methode dar, um die Körperzusammensetzung zu bestimmen. Die Messung ist nicht-invasiv, schnell und sicher und eignet sich daher gut, um bei Studien mit Proband:innen im Kindesalter eingesetzt zu werden.

Limitationen

Gegenüber den Ergebnissen der oben aufgeführten Studien stellt die vergleichsweise niedrige Teilnehmerzahl der Studie dieser Arbeit eine zentrale Limitation dar. Der Einsatz von Fragebögen schränkt zudem die Vergleichbarkeit der Studie ein, da diese keine objektive Methode darstellt, um den Medienkonsum der Proband:innen zu ermitteln. Diese Limitationen treffen allerdings ebenfalls auf die erwähnten Studien zu. Um den Medienkonsum präziser zu bestimmen, sollte der Einsatz einer objektiven Messmethode, wie beispielsweise einer App zur Erfassung der Bildschirmzeit, erwogen werden. In einer Studie zur Mediennutzung von Kindern in den USA wurde bei 346 Proband:innen die Nutzung von Smartphones und Tablets mittels Apps und Screenshots des Batteriezustands erfasst. Dadurch konnten detaillierte Daten zu Zeitpunkt, Dauer

und Inhalt der Mediennutzung gesammelt werden (Radesky *et al.*, 2020). Durch den Einsatz von Fragebögen kann jedoch bereits eine Tendenz ermittelt werden, wodurch die Proband:innen in Gruppen mit hohem und niedrigem Medienkonsum eingeteilt werden können.

Bezüglich Medienkonsum wurde in der Studie dieser Arbeit lediglich der Zusammenhang zwischen Fernsehkonsum und verschiedenen Schlafparametern untersucht. Der Grund hierfür lag darin, dass die Mehrheit der Eltern angab, dass ihre Kinder mit anderen Medien bisher kaum in Kontakt gekommen seien und sie daher keine Angaben machen könnten. Einige hatten diesen Abschnitt des Fragebogens nicht ausgefüllt und es konnten somit keine Gruppen mit hohem und niedrigem Konsum anderer Medien gebildet werden. Dies kann damit begründet werden, dass der Großteil der Familien aus dem Gebiet Tübingen und Umgebung kam und die meisten Eltern einen hohen Bildungsabschluss hatten. Die Vermutung liegt nahe, dass in Familien mit hohem Bildungsstand mehr Wissen über die negativen Effekte von Medienkonsum vorhanden ist und folglich verstärkt darauf geachtet wird, diesen einzuschränken und Beschäftigungen wie bspw. Lesen und Sport vermehrt zu etablieren. Durch bessere finanzielle Mittel für bspw. Musik- oder Sportunterricht sind die Beschäftigungsmöglichkeiten zudem häufig vielfältiger, was dazu führen kann, dass der Medienkonsum automatisch weniger Zeit einnimmt. Kaur *et al.* untersuchten in einem Review die verschiedenen Faktoren, welche zu einer hohen Bildschirmzeit führen. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass Studien zufolge in Ländern mit mittlerem Einkommen ein hoher Medienkonsum bei 21 bis 98 % der unter Fünfjährigen vorkommt. In Ländern mit hohem Einkommen liegt der Anteil dagegen nur bei 10 bis 93,7 % (Kaur *et al.*, 2019).

Kinder kommen heutzutage allerdings auf vielfältigen Wegen mit Medien in Kontakt, beispielsweise ebenfalls über Smartphones, Tablets oder Computer. Um die Auswirkungen von Medienkonsum auf das Schlafverhalten genauer zu ermitteln, sollte differenzierter untersucht werden, inwieweit die Proband:innen welche Medien nutzen und in welcher Häufigkeit. Zudem konnte mit Hilfe der Fragebögen keine Aussage über den Zeitpunkt der Mediennutzung getroffen werden. Es besteht allerdings der Literatur zufolge möglicherweise ein Zusammenhang zwischen dem abendlichen Medienkonsum und einem gestörten Schlafverhalten (Lemola *et al.*, 2015), was näher hätte untersucht

werden können. Viele Studien untersuchen die Präsenz von elektronischen Geräten im Schlafzimmer, was dazu beitragen kann, den Zeitpunkt der Nutzung besser zu bestimmen und den Medienkonsum vor dem Einschlafen genauer zu untersuchen (Helm and Spencer, 2019). Um den Medienkonsum präziser erfassen zu können, bedarf es objektiver Messmethoden, welche die Bildschirmzeit bestenfalls während der Nutzungsdauer aufzeichnen, beispielsweise in Form von Apps.

Bezüglich Schlaf und Körperzusammensetzung erweist sich die Kohorte der Studie dieser Arbeit als nur eingeschränkt repräsentativ, da der Anteil übergewichtiger und adipöser Proband:innen gering war und ein Großteil der untersuchten Kinder aus Akademikerfamilien stammte, was nicht die breite Bevölkerung abbildet.

Zusammenfassung und Ausblick

Schlaf ist lebenswichtig und spielt eine zentrale Rolle für die Gesundheit und das Wohlbefinden. Das Schlafverhalten beeinflusst zahlreiche elementare Bereiche des alltäglichen Lebens (Ramar *et al.*, 2021). Schlafprobleme haben bereits im Kindesalter eine hohe Prävalenz, was negative Konsequenzen für die psychische und physische Gesundheit, Konzentrations- und Leistungsfähigkeit hat (Schlieber and Han, 2021). Es ist daher von medizinischer Relevanz, Faktoren zu identifizieren, welche die Entstehung eines gestörten Schlafverhaltens begünstigen, um Ansatzpunkte für Prävention und Behandlung zu finden.

Erste Erkenntnisse zeigen, dass der Medienkonsum das Schlaf- und Aktivitätsverhalten beeinflusst. Zudem konnte bereits eine Auswirkung von Schlafverhalten auf die Körperzusammensetzung festgestellt werden.

In der Studie dieser Arbeit wurden die Zusammenhänge zwischen Medienkonsum und dem Aktivitäts- und Schlafverhalten und der Körperzusammensetzung bei Kindern im Kindergarten- und Grundschulalter untersucht. Dafür wurden bei 88 Kindern mit einem durchschnittlichen Alter von 5,99 Jahren Schlaf- und Aktivitätsmessungen mittels Aktigraphie und Messungen der Körperzusammensetzung mit Hilfe von ADP durchgeführt. Der Medienkonsum wurde mit Hilfe von Fragebögen erfasst. Es wurde den Fragestellungen nachgegangen, ob (1) Medienkonsum mit einem späteren Schlafrhythmus, einer kürzeren Schlafdauer und einer schlechteren Schlafqualität in Verbindung steht, (2) ein hoher Medienkonsum das Bewegungsverhalten beeinflusst, (3)

ein Zusammenhang zwischen einer kurzen Schlafdauer und einem höheren Körperfettanteil und BMI besteht, (4) eine späte Schlafphase mit einem höheren Körperfettanteil und BMI in Verbindung steht.

In dieser Arbeit konnte festgestellt werden, dass die Bettzeit bei einem Medienkonsum von über einer Stunde an Wochentagen im Mittel 26 Minuten später lag ($p=0,047$). Der L5 Mittelpunkt (Zeitpunkt der niedrigsten Aktivität) lag in der Gruppe mit einem hohem Medienkonsum durchschnittlich 38 Minuten später ($p=0,03$). Bei der bivariaten Korrelation wurde ein Zusammenhang zwischen Medienkonsum an Wochentagen und den Schlafparametern Bettzeit am Wochenende ($\rho=0,22$) und L5 Mittelpunkt ($\rho=0,23$) gefunden.

Die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zeigten, dass der Medienkonsum an Wochentagen ein signifikanter Prädiktor für den L5 Mittelpunkt ($\text{Beta}=0,263$, $p=0,02$) darstellt.

Bei einem Medienkonsum von über einer Stunde am Wochenende konnten ebenfalls statistisch signifikante Unterschiede der Bettzeiten, Aufstehzeiten und der Schlafmittelpunkte sowie L5 Mittelpunkte festgestellt werden. Bei einem hohen Medienkonsum am Wochenende kam es zu einer späteren Bettzeit von 27 Minuten unter der Woche ($p=0,01$) und 32 Minuten am Wochenende ($p=0,01$). Die Aufstehzeit lag ebenfalls an Wochentagen 21 Minuten später ($p=0,04$) und am Wochenende 37 Minuten später ($p=0,001$). In der Gruppe der Proband:innen mit hohem Medienkonsum konnte ebenfalls ein 23 Minuten späterer Schlafmittelpunkt an Wochentagen ($p=0,02$), 31 Minuten späterer Schlafmittelpunkt am Wochenende ($p=0,01$) und 46 Minuten späterer L5 Mittelpunkt ($p=0,004$) festgestellt werden. Die bivariate Korrelationsanalyse zeigte einen Zusammenhang zwischen hohem Medienkonsum am Wochenende und den Schlafparametern Aufstehzeit an Wochentagen ($\rho=0,22$), Bettzeit am Wochenende ($\rho=0,30$), Aufstehzeit am Wochenende ($\rho=0,34$), Schlafmittelpunkt am Wochenende ($\rho=0,29$) und L5 Mittelpunkt ($\rho=0,31$). Die multiple lineare Regression zeigte, dass der Medienkonsum am Wochenende einen signifikanten Prädiktor für den L5 Mittelpunkt darstellte ($\text{Beta}=0,309$, $p=0,005$).

Diese Ergebnisse bestätigen die Hypothese, dass hoher Medienkonsum im Kindesalter mit einer verspäteten Schlafphase in Verbindung steht, allerdings nicht die Hypothese einer kürzeren Schlafdauer und schlechteren Schlafqualität.

Bezüglich körperlicher Aktivität konnte sowohl bei der LPA als auch bei der MVPA ein signifikanter Gruppenunterschied zwischen den Proband:innen mit einem niedrigeren und einem höheren Medienkonsum an Wochentagen nachgewiesen werden. Die LPA war bei einem hohen Medienkonsum durchschnittlich 35 Minuten niedriger ($p=0,003$), die MVPA durchschnittlich 13 Minuten höher ($p=0,016$). Die Korrelationsanalyse ergab einen signifikanten Zusammenhang zwischen höherem Medienkonsum an Wochentagen und LPA ($\rho=-0,32$) und MVPA ($\rho=0,26$). Die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zeigten, dass der Medienkonsum an Wochentagen einen signifikanten Prädiktor für die LPA ($\text{Beta}=-0,239$, $p=0,029$) und die MVPA darstellt ($\text{Beta}=0,237$, $p=0,03$). Bei einem höheren Medienkonsum am Wochenende war die LPA durchschnittlich 23 Minuten niedriger ($p=0,03$). Zudem konnte eine Korrelation zwischen Medienkonsum und leichter körperlicher Aktivität ($\rho=-0,23$) festgestellt werden. Die Hypothese, dass Kinder mit hohem Medienkonsum ein verändertes Bewegungsverhalten aufweisen, wurde dadurch bestätigt.

Ein Zusammenhang von einer kurzen Schlafdauer und einem späteren Schlafrhythmus mit einem höheren Körperfettanteil und höheren BMI konnte durch die Auswertung der im Rahmen der Studie erhobenen Daten nicht bestätigt werden.

In den bislang veröffentlichten Arbeiten konnten bezüglich Medienkonsum und Schlafverhalten ähnliche Ergebnisse erzielt werden. Diese zeigen, dass der Medienkonsum das Schlafverhalten beeinflusst, was unter anderem eine späte Schlafphase, kurze Schlafdauer und schlechte Schlafqualität umfasst (Helm and Spencer, 2019; Twenge, Hisler and Krizan, 2019; Hiltunen *et al.*, 2021). Zudem wurde eine Korrelation von Medienkonsum und verändertem Bewegungsverhalten gefunden, wobei ein hoher Medienkonsum mit vermehrt sitzendem, inaktivem Verhalten sowie Hyperaktivität in Verbindung stand (Sandercock, Alibrahim and Bellamy, 2016; Wu *et al.*, 2017; Dabas and Seth, 2018; Liu *et al.*, 2021). Es gibt bereits Hinweise darauf, dass eine kurze Schlafdauer und eine späte Schlafphase mit einer veränderten Körperzusammensetzung in Verbindung stehen, welche durch die Auswertung der im Rahmen der Studie erhobenen Daten nicht bestätigt werden konnten (Derks *et al.*, 2017; Cespedes Feliciano *et al.*, 2018).

Es bedarf weiterer Studien, um den Zusammenhang zwischen Medienkonsum und Schlaf- und Aktivitätsverhalten sowie Schlaf und Körperzusammensetzung umfassend

zu untersuchen. Die Messungen sollten im normalen Schulalltag stattfinden und in einer größeren Kohorte durchgeführt werden, welche alle Einkommens- und Bevölkerungsschichten umfasst. Zudem sollten Dauer und Zeitpunkt des Konsums verschiedener Medien genauer und mit objektiven Messmethoden, wie beispielsweise Apps auf den jeweiligen Geräten, erfasst werden.

Insbesondere im frühen Kindesalter erweisen sich diese Messungen als von zentraler Bedeutung, da in diesem Alter die Grundlage für die weitere Entwicklung gelegt wird und hier entsprechend Präventionsprogramme wirksam greifen können.

Literaturverzeichnis

- Acebo, C. *et al.* (1999) 'Estimating sleep patterns with activity monitoring in children and adolescents: how many nights are necessary for reliable measures?', *Sleep*, 22(1), pp. 95–103. Available at: <https://doi.org/10.1093/sleep/22.1.95>.
- Akkerman, M. *et al.* (2018) 'Physical activity and sedentary behavior following pediatric burns - a preliminary investigation using objective activity monitoring', *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 10, p. 4. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13102-018-0093-5>.
- Ancoli-Israel, S. *et al.* (2003) 'The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms', *Sleep*, 26(3), pp. 342–392. Available at: <https://doi.org/10.1093/sleep/26.3.342>.
- Ancoli-Israel, S. *et al.* (2015) 'The SBSM Guide to Actigraphy Monitoring: Clinical and Research Applications', *Behavioral Sleep Medicine*, 13 Suppl 1, pp. S4–S38. Available at: <https://doi.org/10.1080/15402002.2015.1046356>.
- Anderson, D.R. (1998) 'Educational Television is not an Oxymoron', *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 557(1), pp. 24–38. Available at: <https://doi.org/10.1177/0002716298557000003>.
- Arora, T. *et al.* (2014) 'Associations between specific technologies and adolescent sleep quantity, sleep quality, and parasomnias', *Sleep Medicine*, 15(2), pp. 240–247. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.08.799>.
- Asplund, K.M. *et al.* (2015) 'Early Childhood Screen Time and Parental Attitudes Toward Child Television Viewing in a Low-Income Latino Population Attending the Special Supplemental Nutrition Program for Women, Infants, and Children', *Childhood Obesity (Print)*, 11(5), pp. 590–599. Available at: <https://doi.org/10.1089/chi.2015.0001>.
- Bergmann, C. *et al.* (2022) 'Young children's screen time during the first COVID-19 lockdown in 12 countries', *Scientific Reports*, 12, p. 2015. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05840-5>.
- Biddle, S.J.H. *et al.* (2017) 'Screen Time, Other Sedentary Behaviours, and Obesity Risk in Adults: A Review of Reviews', *Current Obesity Reports*, 6(2), pp. 134–147. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13679-017-0256-9>.
- Bloch, K.E. (1997) 'Polysomnography: a systematic review', *Technology and Health Care: Official Journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 5(4), pp. 285–305.
- BOD POD® Gold Standard Body Composition Tracking System Operator's Manual* (2017).

- Borbély, A.A. and Achermann, P. (1999) 'Sleep homeostasis and models of sleep regulation', *Journal of Biological Rhythms*, 14(6), pp. 557–568. Available at: <https://doi.org/10.1177/074873099129000894>.
- Borga, M. *et al.* (2018) 'Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling', *Journal of Investigative Medicine*, 66(5), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.1136/jim-2018-000722>.
- Buxton, O.M. *et al.* (2015) 'Sleep in the modern family: protective family routines for child and adolescent sleep', *Sleep Health*, 1(1), pp. 15–27. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.002>.
- Cain, N. and Gradisar, M. (2010) 'Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review', *Sleep Medicine*, 11(8), pp. 735–742. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.02.006>.
- Carson, V. and Kuzik, N. (2017) 'Demographic correlates of screen time and objectively measured sedentary time and physical activity among toddlers: a cross-sectional study', *BMC public health*, 17(1), p. 187. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4125-y>.
- Cespedes, E.M. *et al.* (2014) 'Television viewing, bedroom television, and sleep duration from infancy to mid-childhood', *Pediatrics*, 133(5), pp. e1163-1171. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3998>.
- Cespedes Feliciano, E.M. *et al.* (2018) 'Objective Sleep Characteristics and Cardiometabolic Health in Young Adolescents', *Pediatrics*, 142(1). Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2017-4085>.
- Chandler, J.L. *et al.* (2016) 'Classification of physical activity intensities using a wrist-worn accelerometer in 8–12-year-old children', *Pediatric Obesity*, 11(2), pp. 120–127. Available at: <https://doi.org/10.1111/ijpo.12033>.
- Chaput, J.-P. *et al.* (2014) 'Electronic screens in children's bedrooms and adiposity, physical activity and sleep: do the number and type of electronic devices matter?', *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne De Sante Publique*, 105(4), pp. e273-279. Available at: <https://doi.org/10.17269/cjph.105.4511>.
- Chaput, J.-P., Dutil, C. and Sampasa-Kanyinga, H. (2018) 'Sleeping hours: what is the ideal number and how does age impact this?', *Nature and Science of Sleep*, 10, p. 421. Available at: <https://doi.org/10.2147/NSS.S163071>.
- Chee, N.I.Y.N. *et al.* (2021) 'Multi-Night Validation of a Sleep Tracking Ring in Adolescents Compared with a Research Actigraph and Polysomnography', *Nature and Science of Sleep*, 13, pp. 177–190. Available at: <https://doi.org/10.2147/NSS.S286070>.
- Chiplonkar, S. *et al.* (2017) 'Validation of Bioelectric Impedance Analysis against

Dual-energy X-Ray Absorptiometry for Assessment of Body Composition in Indian Children Aged 5 to 18 Years', *Indian Pediatrics*, 54(11), pp. 919–924. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13312-017-1182-3>.

Chiu, W.-H., Yang, H.-J. and Kuo, P.-H. (2017) 'Chronotype preference matters for depression in youth', *Chronobiology International*, 34(7), pp. 933–941. Available at: <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1327441>.

Chu, Y. *et al.* (2023) 'Dose-response analysis of smartphone usage and self-reported sleep quality: a systematic review and meta-analysis of observational studies', *Journal of Clinical Sleep Medicine* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.5664/jcsm.10392>.

Cole, R.J. *et al.* (1992) 'Automatic Sleep/Wake Identification From Wrist Activity', *Sleep*, 15(5), pp. 461–469. Available at: <https://doi.org/10.1093/sleep/15.5.461>.

Cole, T.J., Freeman, J.V. and Preece, M.A. (1998) 'British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood', *Statistics in Medicine*, 17(4), pp. 407–429.

Cooper, R. *et al.* (2010) 'Associations between parental and offspring adiposity up to midlife: the contribution of adult lifestyle factors in the 1958 British Birth Cohort Study', *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92(4), pp. 946–953. Available at: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29477>.

Corder, K., Brage, S. and Ekelund, U. (2007) 'Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application', *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 10(5), pp. 597–603. Available at: <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328285d883>.

Council on communications and media (2016a) 'Media and Young Minds', *Pediatrics*, 138(5), p. e20162591. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2591>.

Council on communications and media (2016b) 'Media Use in School-Aged Children and Adolescents', *Pediatrics*, 138(5), p. e20162592. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2592>.

Dabas, A. and Seth, A. (2018) 'Prevention and Management of Childhood Obesity', *The Indian Journal of Pediatrics*, 85(7), pp. 546–553. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12098-018-2636-x>.

Dempster, P. and Aitkens, S. (1995) 'A new air displacement method for the determination of human body composition', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(12), pp. 1692–1697.

Derks, I.P.M. *et al.* (2017) 'Longitudinal Associations of Sleep Duration in Infancy and Early Childhood with Body Composition and Cardiometabolic Health at the Age of 6 Years: The Generation R Study', *Childhood Obesity (Print)*, 13(5), pp. 400–408. Available at: <https://doi.org/10.1089/chi.2016.0341>.

Ellis, K.J. *et al.* (2007) 'Body-composition assessment in infancy: air-displacement plethysmography compared with a reference 4-compartment model', *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(1), pp. 90–95. Available at: <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.1.90>.

El-Sheikh, M. and Sadeh, A. (2015) 'I. Sleep and Development: Introduction to the Monograph', *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 80(1), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1111/mono.12141>.

Fernandes Filho, J. *et al.* (2017) 'Evaluation and comparison of five skinfold calipers', *Nutricion Hospitalaria*, 34(1), pp. 111–115. Available at: <https://doi.org/10.20960/nh.985>.

Fields, D.A. and Allison, D.B. (2012) 'Air-displacement plethysmography pediatric option in 2-6 years old using the four-compartment model as a criterion method', *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 20(8), pp. 1732–1737. Available at: <https://doi.org/10.1038/oby.2012.28>.

Fields, D.A., Higgins, P.B. and Radley, D. (2005) 'Air-displacement plethysmography: here to stay', *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 8(6), pp. 624–629. Available at: <https://doi.org/10.1097/01.mco.0000171127.44525.07>.

Forsum, E. *et al.* (2013) 'Total body fat content versus BMI in 4-year-old healthy Swedish children', *Journal of Obesity*, 2013, p. 206715. Available at: <https://doi.org/10.1155/2013/206715>.

Fosbøl, M.Ø. and Zerahn, B. (2015) 'Contemporary methods of body composition measurement', *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35(2), pp. 81–97. Available at: <https://doi.org/10.1111/cpf.12152>.

Freedman, D.S. *et al.* (2007) 'Cardiovascular Risk Factors and Excess Adiposity Among Overweight Children and Adolescents: The Bogalusa Heart Study', *The Journal of Pediatrics*, 150(1), pp. 12–17.e2. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2006.08.042>.

Gorely, T., Marshall, S.J. and Biddle, S.J.H. (2004) 'Couch kids: correlates of television viewing among youth', *International Journal of Behavioral Medicine*, 11(3), pp. 152–163. Available at: https://doi.org/10.1207/s15327558ijbm1103_4.

Hale, L. *et al.* (2018) 'Youth screen media habits and sleep: sleep-friendly screen-behavior recommendations for clinicians, educators, and parents', *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*, 27(2), pp. 229–245. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chc.2017.11.014>.

Hale, L. and Guan, S. (2015) 'Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review', *Sleep Medicine Reviews*, 21, pp. 50–58. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.07.007>.

Hammad, G. *et al.* (2021) ‘pyActigraphy: Open-source python package for actigraphy data visualization and analysis’, *PLOS Computational Biology*, 17, p. e1009514. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009514>.

Hänggi, J.M., Phillips, L.R.S. and Rowlands, A.V. (2013) ‘Validation of the GT3X ActiGraph in children and comparison with the GT1M ActiGraph’, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(1), pp. 40–44. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.05.012>.

Haraden, D.A., Mullin, B.C. and Hankin, B.L. (2017) ‘The relationship between depression and chronotype: A longitudinal assessment during childhood and adolescence’, *Depression and Anxiety*, 34(10), pp. 967–976. Available at: <https://doi.org/10.1002/da.22682>.

Hart, C.N. *et al.* (2013) ‘Changes in children’s sleep duration on food intake, weight, and leptin’, *Pediatrics*, 132(6), pp. e1473-1480. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2013-1274>.

Heard-Lipsmeyer, M.E. *et al.* (2020) ‘Evaluating body composition in infancy and childhood: A comparison between 4C, QMR, DXA, and ADP’, *Pediatric Obesity*, 15(6), p. e12617. Available at: <https://doi.org/10.1111/ijpo.12617>.

Helm, A.F. and Spencer, R.M.C. (2019) ‘Television use and its effects on sleep in early childhood’, *Sleep Health*, 5(3), pp. 241–247. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2019.02.009>.

Hiltunen, P. *et al.* (2021) ‘Relationship between screen time and sleep among Finnish preschool children: results from the DAGIS study’, *Sleep Medicine*, 77, pp. 75–81. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.11.008>.

Ibáñez, V., Silva, J. and Cauli, O. (2018) ‘A survey on sleep assessment methods’, *PeerJ*, 6, p. e4849. Available at: <https://doi.org/10.7717/peerj.4849>.

Kahn, M. *et al.* (2021) ‘Sleep, screen time and behaviour problems in preschool children: an actigraphy study’, *European Child & Adolescent Psychiatry*, 30(11), pp. 1793–1802. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00787-020-01654-w>.

Kaur, N. *et al.* (2019) ‘Screen Time in Under-five Children’, *Indian Pediatrics*, 56(9), pp. 773–788.

Kelley, G.A., Kelley, K.S. and Pate, R.R. (2019) ‘Exercise and adiposity in overweight and obese children and adolescents: a systematic review with network meta-analysis of randomised trials’, *BMJ Open*, 9(11), p. e031220. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-031220>.

Kivelä, L., Papadopoulos, M.R. and Antypa, N. (2018) ‘Chronotype and Psychiatric Disorders’, *Current Sleep Medicine Reports*, 4(2), pp. 94–103. Available at:

<https://doi.org/10.1007/s40675-018-0113-8>.

Kuriyan, R. (2018) 'Body composition techniques', *The Indian Journal of Medical Research*, 148(5), pp. 648–658. Available at: https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1777_18.

Kurth, B.M. *et al.* (2019) 'KiGGS Welle 2 - „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland“'. [object Object]. Available at: <https://doi.org/10.7797/17-201417-1-1-1>.

LeBourgeois, M.K. *et al.* (2017) 'Digital Media and Sleep in Childhood and Adolescence', *Pediatrics*, 140(Suppl 2), pp. S92–S96. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758J>.

Lemola, S. *et al.* (2015) 'Adolescents' electronic media use at night, sleep disturbance, and depressive symptoms in the smartphone age', *Journal of Youth and Adolescence*, 44(2), pp. 405–418. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10964-014-0176-x>.

Lewien, C. *et al.* (2021) 'Sleep-related difficulties in healthy children and adolescents', *BMC pediatrics*, 21(1), p. 82. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02529-y>.

Linebarger, D.L. and Walker, D. (2005) 'Infants' and Toddlers' Television Viewing and Language Outcomes', *American Behavioral Scientist*, 48(5), pp. 624–645. Available at: <https://doi.org/10.1177/0002764204271505>.

Liu, W. *et al.* (2021) 'Early childhood screen time as a predictor of emotional and behavioral problems in children at 4 years: a birth cohort study in China', *Environmental Health and Preventive Medicine*, 26(1), p. 3. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12199-020-00926-w>.

Mata, J. and Munsch, S. (2011) 'Adipositas von Kindern und Jugendlichen', *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 54(5), pp. 548–554. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00103-011-1263-8>.

Matricciani, L. *et al.* (2019) 'Children's sleep and health: A meta-review', *Sleep Medicine Reviews*, 46, pp. 136–150. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2019.04.011>.

Mazahery, H. *et al.* (2018) 'Air displacement plethysmography (pea pod) in full-term and pre-term infants: a comprehensive review of accuracy, reproducibility, and practical challenges', *Maternal Health, Neonatology and Perinatology*, 4, p. 12. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40748-018-0079-z>.

McKinney, W. (2012) *Python for data analysis: Data wrangling with Pandas, NumPy, and IPython*.

McMahon, D.M. *et al.* (2019) 'Relationships between chronotype, social jetlag, sleep,

obesity and blood pressure in healthy young adults’, *Chronobiology International*, 36(4), pp. 493–509. Available at: <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1563094>.

Meltzer, L.J. *et al.* (2012) ‘Use of actigraphy for assessment in pediatric sleep research’, *Sleep Medicine Reviews*, 16(5), pp. 463–475. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2011.10.002>.

Miller, A.L., Lumeng, J.C. and LeBourgeois, M.K. (2015) ‘Sleep patterns and obesity in childhood’, *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity*, 22(1), pp. 41–47. Available at: <https://doi.org/10.1097/MED.0000000000000125>.

Miller, D.J. *et al.* (2021) ‘A Validation Study of a Commercial Wearable Device to Automatically Detect and Estimate Sleep’, *Biosensors*, 11(6), p. 185. Available at: <https://doi.org/10.3390/bios11060185>.

Müller, M.J. *et al.* (2016) ‘Application of standards and models in body composition analysis’, *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(2), pp. 181–187. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0029665115004206>.

Nunes, M.L. and Bruni, O. (2015) ‘Insomnia in childhood and adolescence: clinical aspects, diagnosis, and therapeutic approach’, *Jornal de Pediatria*, 91(6, Supplement 1), pp. S26–S35. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jped.2015.08.006>.

Ohayon, M. *et al.* (2017) ‘National Sleep Foundation’s sleep quality recommendations: first report’, *Sleep Health*, 3(1), pp. 6–19. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2016.11.006>.

Ortiz-Hernández, L. *et al.* (2017) ‘Equations based on anthropometry to predict body fat measured by absorptiometry in schoolchildren and adolescents’, *Jornal De Pediatria*, 93(4), pp. 365–373. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jped.2016.08.008>.

Owens, J.A. and Mindell, J.A. (2011) ‘Pediatric insomnia’, *Pediatric Clinics of North America*, 58(3), pp. 555–569. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2011.03.011>.

Owens, J.A. and Weiss, M.R. (2017) ‘Insufficient sleep in adolescents: causes and consequences’, *Minerva Pediatrica*, 69(4), pp. 326–336. Available at: <https://doi.org/10.23736/S0026-4946.17.04914-3>.

Paciello, L.M. *et al.* (2022) ‘Validity of chronotype questionnaires in adolescents: Correlations with actigraphy’, *Journal of Sleep Research*, 31(5), p. e13576. Available at: <https://doi.org/10.1111/jsr.13576>.

Quante, M. *et al.* (2015) ‘Practical considerations in using accelerometers to assess physical activity, sedentary behavior, and sleep’, *Sleep Health*, 1(4), pp. 275–284. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.09.002>.

Quante, M. *et al.* (2018) ‘Actigraphy-based sleep estimation in adolescents and adults: a comparison with polysomnography using two scoring algorithms’, *Nature and Science*

- of Sleep*, 10, pp. 13–20. Available at: <https://doi.org/10.2147/NSS.S151085>.
- Radesky, J.S. *et al.* (2020) ‘Young Children’s Use of Smartphones and Tablets’, *Pediatrics*, 146(1), p. e20193518. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2019-3518>.
- Ramar, K. *et al.* (2021) ‘Sleep is essential to health: an American Academy of Sleep Medicine position statement’, *Journal of Clinical Sleep Medicine : JCSM : Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 17(10), pp. 2115–2119. Available at: <https://doi.org/10.5664/jcsm.9476>.
- Randler, C. *et al.* (2016) ‘Morningness-eveningness in a large sample of German adolescents and adults’, *Heliyon*, 2(11), p. e00200. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00200>.
- Rasch, B. and Born, J. (2013) ‘About Sleep’s Role in Memory’, *Physiological Reviews*, 93(2), pp. 681–766. Available at: <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>.
- Reinehr, T., Holl, R.W. and Wabitsch, M. (2008) ‘The German Working Group of Obesity in Childhood and Adolescence (AGA): Improving the Quality of Care for Overweight and Obese Children in Germany’, *Obesity Facts*, 1(1), pp. 26–32. Available at: <https://doi.org/10.1159/000113405>.
- Ricci, C. *et al.* (2021) ‘The Associations Between Media Use, Midpoint of Sleep, and Sleep Quality in German Preschoolers: A Mediation Analysis Based on the Ulm SPATZ Health Study’, *Nature and Science of Sleep*, 13, pp. 1025–1035. Available at: <https://doi.org/10.2147/NSS.S307821>.
- Sadeh, A. *et al.* (1995) ‘The role of actigraphy in the evaluation of sleep disorders’, *Sleep*, 18(4), pp. 288–302. Available at: <https://doi.org/10.1093/sleep/18.4.288>.
- Sadeh, A. (2015) ‘Iii. Sleep assessment methods’, *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 80(1), pp. 33–48. Available at: <https://doi.org/10.1111/mono.12143>.
- Sadeh, A. and Acebo, C. (2002) ‘The role of actigraphy in sleep medicine’, *Sleep Medicine Reviews*, 6(2), pp. 113–124. Available at: <https://doi.org/10.1053/smr.2001.0182>.
- Sandercock, G.R.H., Alibrahim, M. and Bellamy, M. (2016) ‘Media device ownership and media use: Associations with sedentary time, physical activity and fitness in English youth’, *Preventive Medicine Reports*, 4, pp. 162–168. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.05.013>.
- Sateia, M.J. (2014) ‘International classification of sleep disorders-third edition: highlights and modifications’, *Chest*, 146(5), pp. 1387–1394. Available at: <https://doi.org/10.1378/chest.14-0970>.
- Schienkiewitz, A. *et al.* (2019) ‘[Body mass index among children and adolescents:

prevalences and distribution considering underweight and extreme obesity : Results of KiGGS Wave 2 and trends]’, *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 62(10), pp. 1225–1234. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00103-019-03015-8>.

Schindler, K. and Ludvik, B. (2004) ‘Assessment of body composition – methods and practical aspects’, *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 154(13–14), pp. 305–312. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10354-004-0079-7>.

Schlarb, A., Schwerdtle, B. and Hautzinger, M. (2010) ‘Validation and psychometric properties of the German version of the Children’s Sleep Version Questionnaire (CSHQ-DE)’, *Somnologie*, 14(4). Available at: <https://pub.uni-bielefeld.de/record/2717053> (Accessed: 29 September 2023).

Schlieber, M. and Han, J. (2021) ‘The Role of Sleep in Young Children’s Development: A Review’, *The Journal of Genetic Psychology*, 182(4), pp. 205–217. Available at: <https://doi.org/10.1080/00221325.2021.1908218>.

Schmidt, S.C.E. *et al.* (2020) ‘Physical activity and screen time of children and adolescents before and during the COVID-19 lockdown in Germany: a natural experiment’, *Scientific Reports*, 10(1), p. 21780. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78438-4>.

Schoch, S.F., Kurth, S. and Werner, H. (2020) ‘Actigraphy in sleep research with infants and young children: Current practices and future benefits of standardized reporting’, *Journal of Sleep Research*, p. e13134. Available at: <https://doi.org/10.1111/jsr.13134>.

van Sluijs, E.M.F. *et al.* (2010) ‘Behavioural and social correlates of sedentary time in young people’, *British Journal of Sports Medicine*, 44(10), pp. 747–755. Available at: <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.049783>.

Taillard, J. *et al.* (2001) ‘Is self-reported morbidity related to the circadian clock?’, *Journal of Biological Rhythms*, 16(2), pp. 183–190. Available at: <https://doi.org/10.1177/074873001129001764>.

Talbert, E.E. *et al.* (2009) ‘Comparison of Body Composition Measurements Using a New Caliper, Two Established Calipers, Hydrostatic Weighing, and BodPod’, *International Journal of Exercise Science*, 2(1), pp. 19–27.

Thivel, D. *et al.* (2015) ‘Bedtime and Sleep Timing but not Sleep Duration Are Associated With Eating Habits in Primary School Children’, *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 36(3), p. 158. Available at: <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000131>.

Tomaz, S.A. *et al.* (2020) ‘Screen Time and Sleep of Rural and Urban South African Preschool Children’, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), p. E5449. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph17155449>.

Touitou, Y., Touitou, D. and Reinberg, A. (2016) 'Disruption of adolescents' circadian clock: The vicious circle of media use, exposure to light at night, sleep loss and risk behaviors', *Journal of Physiology, Paris*, 110(4 Pt B), pp. 467–479. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2017.05.001>.

Troiano, R.P. *et al.* (2008) 'Physical activity in the United States measured by accelerometer', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1), pp. 181–188. Available at: <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815a51b3>.

Trosman, I. and Ivanenko, A. (2021) 'Classification and Epidemiology of Sleep Disorders in Children and Adolescents', *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 30(1), pp. 47–64. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chc.2020.08.002>.

Turnbull, K., Reid, G.J. and Morton, J.B. (2013) 'Behavioral Sleep Problems and their Potential Impact on Developing Executive Function in Children', *Sleep*, 36(7), pp. 1077–1084. Available at: <https://doi.org/10.5665/sleep.2814>.

Twenge, J.M., Hisler, G.C. and Krizan, Z. (2019) 'Associations between screen time and sleep duration are primarily driven by portable electronic devices: evidence from a population-based study of U.S. children ages 0-17', *Sleep Medicine*, 56, pp. 211–218. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.11.009>.

Urlando, A., Dempster, P. and Aitkens, S. (2003) 'A new air displacement plethysmograph for the measurement of body composition in infants', *Pediatric Research*, 53(3), pp. 486–492. Available at: <https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000049669.74793.E3>.

Vicente-Rodríguez, G. *et al.* (2012) 'Reliability and Intermethod Agreement for Body Fat Assessment Among Two Field and Two Laboratory Methods in Adolescents', *Obesity*, 20(1), pp. 221–228. Available at: <https://doi.org/10.1038/oby.2011.272>.

Ward, T.M. *et al.* (2008) 'Nocturnal Sleep and Daytime Nap Behaviors in Relation to Salivary Cortisol Levels and Temperament in Preschool-Age Children Attending Child Care', *Biological Research For Nursing*, 9(3), pp. 244–253. Available at: <https://doi.org/10.1177/1099800407310158>.

Ward, Z.J. *et al.* (2017) 'Simulation of Growth Trajectories of Childhood Obesity into Adulthood', *The New England Journal of Medicine*, 377(22), pp. 2145–2153. Available at: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1703860>.

Wong, P.M. *et al.* (2015) 'Social Jetlag, Chronotype, and Cardiometabolic Risk', *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 100(12), pp. 4612–4620. Available at: <https://doi.org/10.1210/jc.2015-2923>.

Wu, X. *et al.* (2017) 'The relationship between screen time, nighttime sleep duration, and behavioural problems in preschool children in China', *European Child &*

Adolescent Psychiatry, 26(5), pp. 541–548. Available at:
<https://doi.org/10.1007/s00787-016-0912-8>.

Wyszyńska, J. *et al.* (2021) ‘The association of actigraphic sleep measures and physical activity with excess weight and adiposity in kindergarteners’, *Scientific Reports*, 11(1), p. 2298. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82101-x>.

Xiu, L. *et al.* (2020) ‘Sleep and Adiposity in Children From 2 to 6 Years of Age’, *Pediatrics*, 145(3), p. e20191420. Available at: <https://doi.org/10.1542/peds.2019-1420>.

Zimmerman, F.J., Christakis, D.A. and Meltzoff, A.N. (2007) ‘Television and DVD/Video Viewing in Children Younger Than 2 Years’, *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 161(5), pp. 473–479. Available at:
<https://doi.org/10.1001/archpedi.161.5.473>.

Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in der Abteilung IV, Neonatologie am Universitätsklinikum Tübingen unter Betreuung von PD Dr. med. Mirja Quante durchgeführt. Die Konzeption der Studie erfolgte durch PD Dr. med. Mirja Quante, PD Dr. med. Cornelia Wiechers und Professor Dr. med. Axel Franz. Sämtliche Messungen wurden von mir in Zusammenarbeit mit Marleen Harnack durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte in Rücksprache mit PD Dr. med. Mirja Quante durch mich.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt allen teilnehmenden Kindern und deren Familien, die einen wertvollen Beitrag zu meiner Forschung geleistet haben.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an meine Betreuerin, PD Dr. med. Mirja Quante, für ihre wertvolle Unterstützung und ihr Vertrauen in meine Fähigkeiten. Ihre Expertise und ihr Engagement haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Professor Dr. med. Christian Poets danke ich, dass ich meine Doktorarbeit in der Abteilung für Neonatologie durchführen konnte.

Professor Dr. med. Axel Franz und PD Dr. med. Cornelia Wiechers danke ich für die Unterstützung bei der Durchführung der Studie, die gute Betreuung und die wertvollen Impulse.

Ein herzlicher Dank geht auch an alle Mitarbeitenden, die mich während meiner Forschungsarbeit begleitet haben. Insbesondere danke ich Marleen Harnack für die gute Zusammenarbeit bei der Durchführung der Studie.

Meiner Familie und meinen Freundinnen und Freunden danke ich von ganzem Herzen für ihre bedingungslose Unterstützung und ihr Verständnis. Ihr habt mir den Rückhalt und die Kraft gegeben, die ich brauchte, um meine Ziele zu verfolgen.

Anhang Schlafstagebuch

Datum Beginn: / /

Datum Ende: / /

Studienteilnehmer-Nr.: _____

| Uhrzeit | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | Schlafdauer Gesamt (h) | War heute ein typischer Tag? | Sonstige Kommentare | | |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------------------|------------------------------------|------------------------|--|--|
| Datum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Legende: ↓ Zubettgehen ↑ Aufstehen — Schlaf ☐ Wachphasen sind als Lücke zu vermerken

Bitte beantworte folgende Fragen täglich:

1) Bitte vermerke täglich in der Schlafabelle, ob es ein typischer Tag war oder ob heute etwas anders war als an einem typischen Tag (Bsp.: Krankheit).

2) Wann und wie lange hast Du heute den Aktigraphen abgelegt? Bitte trage die entsprechenden Uhrzeiten ein. Falls Du den Aktigraphen öfter als 5 Mal abgelegt hast, schreibe bitte auf, wie oft Du den Aktigraphen abgelegt hast.

Tag 1: —:—:—: Wie oft: _____

Tag 2: —:—:—: Wie oft: _____

Tag 3: —:—:—: Wie oft: _____

Tag 4: —:—:—: Wie oft: _____

Tag 5: —:—:—: Wie oft: _____

Tag 6: —:—:—: Wie oft: _____

Tag 7: —:—:—: Wie oft: _____