Zeitgeber des circadianen Rhythmus von Jugendlichen
Quantitative Fragebogenstudie und Unterrichtsevaluation

Von der Pädagogischen Hochschule Heidelberg
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.)
genehmigte Dissertation von

Christian Vollmer

aus Müllheim/Baden

2012

Erstgutachter: Prof. Dr. Christoph Randler
Zweitgutachter: Prof. Dr. Steffen Schaal
Fach: Biologie und ihre Didaktik
Tag der mündlichen Prüfung: 18. Dezember 2012

Dissertation im Projekt „Warum sind wir montags morgens immer so müde? – Entwicklung und Evaluation eines Unterrichtskonzeptes zur Chronobiologie“. Das Projekt wurde aus Mitteln der Pädagogischen Hochschule, Kostenstelle 70131211, gefördert.
Die empirische Datenerhebung an den teilnehmenden Schulen wurde vom Regierungspräsidium Karlsruhe, den Schulleitern an den teilnehmenden Schulen und den Eltern der teilnehmenden Schüler genehmigt. Die Teilnahme war freiwillig und anonym.

Dissertation an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, Heidelberg 2012

Abstract Adolescents are able to rate their sleep-wake preferences on a continuum from morningness to eveningness. Thus they can determine their individual chronotype. Chronotype is a personality trait and depends on genetic, psychological, socio-cultural and geo-physical factors. Based on these assumptions, we examined the sleep-wake-rhythm of pupils of grades 5 to 10 and evaluated a school intervention on sleep and sleep hygiene behaviour.

The questionnaire relied on tested and published scales. In 2009/2010, 3,501 pupils from 34 schools in Heidelberg, Mannheim and Rhein-Neckar-Kreis filled out a questionnaire about their sleep-wake-rhythm and related topics.

Eveningness increased from grade 5 to grade 9 from 8 % to 35 % (chapter 5.1). Pupils in grade 9 reported an average sleep debt of 100 minutes on schooldays. On weekends, they slept 3h 8min later and 1h 48min longer than on schooldays (chapter 5.2). As expected, evening types had more problems in going to bed timely and in returning to wakefulness before schooldays. Evening types reported more problems in adapting their individual rhythm to their social environment than earlier chronotypes (chapter 5.3). Consumption of stimulants that promote alertness was interpreted as a cause for eveningness, on one hand, and as a manifestation of eveningness, on the other hand. Both ways, the interaction of eveningness and consumption of sweets, caffeine, alcohol and cigarettes seemed like a vicious circle (chapter 5.4). Evening types with worse school marks had more school-related, parental and self-related problems. Morning types, which are more alert on schooldays, perceived their everyday life as easier to handle (chapter 5.5). Morning types preferred social personality values while evening types preferred individual personality values. Hence, evening types' distance to early social clock times of everyday school life was mirrored by their distance to social personality values (chapter 5.6). Concerning the social environment of adolescents, higher satisfaction of life, a higher socio-economic status, a traditional family background (mother is house-wife, father works full-time) as well as living together with younger siblings who share regular meal-times foster morningness orientation. Cultural variables like religious affiliation and country of birth were not associated with sleep variables (chapter 5.7). The use of electronic screen media like TV and computer had the strongest association with eveningness orientation. We assumed blue LED light exposure, which promotes alertness, as a cause for this association (chapter 5.8). Adolescents living in darker residential areas were earlier chronotypes. This result was expected, since brighter lit residential areas are those in larger cities with more leisure-time possibilities. However, interestingly the result persisted when controlling for number of inhabitants (chapter 5.9). We were able to show that the intrinsic biological clock is formed around birth and differences in daylight at birth persist to have an effect on chronotype in adolescence. This shows that chronotype is in part a deep-rooted personality trait and not a choice (chapter 5.10). Morning types had fewer misconceptions concerning the functions of sleep and correct sleep hygiene behaviour (chapter 5.11). Morning types' better gradings were explained by their parents' higher socio-economic status as well as their higher alertness on schooldays (chapter 5.12). The better performance of morning types in the short-term attention test was explained by better gradings and higher alertness (chapter 5.13).

Eveningness orientation is an indicator for high risk behaviour and correlates with preference of individual personality values, increased consumption of stimulants (caffeine, alcohol and cigarettes), increased everyday life problems, worse gradings and extensive use of electronic screen media. On the other hand, morning orientation acts like a protection against problematic behaviour and difficulties, because morning types are in sync with the early rhythms of school and social schedules and thus it is easier for them to meet societal expectations.

The school intervention program on sleep and sleep hygiene behaviour was evaluated with questionnaire data from 271 pupils of grade 6, split into treatment and control groups in a pre-post-test design (chapter 5.14). As a result, especially evening types' knowledge was enhanced. However, behavioral change was not stable and sleep hygiene behaviour got worse in both groups six weeks after treatment. The impairment was ascribed to increasing age, development of new social roles at the threshold to adolescence and hormonal changes at the start of puberty.

Abstract Jugendliche können ihr Schlafverhalten auf einem Kontinuum von Morgentyp bis Abendtyp einstufen und so ihren Chronotyp bestimmen. Der Chronotyp ist ein Persönlichkeitsmerkmal und speist sich aus genetischen, psychologischen, soziokulturellen und geophysischen Einflüssen. Wir untersuchten darauf aufbauend die Schlafgewohnheiten von Sekundarstufenschülern und evaluierten ein Unterrichtskonzept zu Schlaf und Schlafhygiene.

Im Fragebogendesign wurde, soweit möglich, auf bestehende Skalen zurückgegriffen. In 2009/2010 wurden 3.501 Sekundarstufenschüler an 34 Regelschulen in Heidelberg, Mannheim und im Rhein-Neckar-Kreis zu ihrem Schlafrhythmus und zu Faktoren, die den Schlafrhythmus beeinflussen können, befragt.

Der Anteil der Abendtypen stieg von Klassenstufe 5 nach Klassenstufe 9 von 8 % auf 35 % an (Kapitel 5.1). Schüler der Klassenstufe 9 entwickelten vor Schultagen ein Schlafdefizit von durchschnittlich 100 Minuten täglich und schliefen am Wochenende durchschnittlich 3h 8min später und 1h 48min länger als an Schultagen (Kapitel 5.2). Abendtypen hatten im Tagesverlauf erwartungsgemäß große Probleme, vor Schultagen rechtzeitig schlafen zu gehen und morgens wach zu werden. Abendtypen berichteten über größere Probleme in der zeitlichen Einpassung ihres Schlafbedürfnisses an den Alltag als frühere Chronotypen (Kapitel 5.3). Der Konsum von wachmachenden Stimulanzien kann als Ursache oder als Symptom der Abendorientierung interpretiert werden, jedenfalls stellte sich uns das Zusammenspiel von Abendorientierung und Süßigkeiten, Koffein, Alkohol und Zigaretten als ein Teufelskreislauf dar (Kapitel 5.4). Abendtypen, und hier vor allem Realschüler mit schlechteren Schulnoten, verspürten mehr Alltagsstress. Morgentypen schien vieles leichter zu fallen, weil sie Alltagsprobleme ausgeschlafen besser meistern können (Kapitel 5.5). Morgentypen bevorzugten vermehrt soziale Werte, während Abendtypen individuelle Werte präferierten. Ihre Distanz zu frühen sozialen Uhrzeiten im Schulalltag spiegelte sich in ihrer Ferne zu sozialen Persönlichkeitswerten wider (Kapitel 5.6). In unserer Studie konnten wir festhalten, dass ein höherer sozio-ökonomischer Status in einer traditionell gelebten Familie (Mutter ist Hausfrau, Vater arbeitet) mit jüngeren Geschwistern, regelmäßigen Mahlzeiten und höherer Lebenszufriedenheit positiv auf den Schlafrhythmus wirken. Kulturelle Variablen wie Religionszugehörigkeit und Herkunftsland hatten in unserer Stichprobe keine oder nur geringe Auswirkungen auf das Schlafverhalten (Kapitel 5.7). Den stärksten Einfluss auf den Chronotyp hatten elektronische Bildschirmmedien. Die häufige Nutzung elektronischer Bildschirmmedien wie Fernseher und Computer förderte die Abendorientierung stark, vermutlich weil diese wach machendes blaues Licht ausstrahlen (Kapitel 5.8). Schüler, die in dunkleren Wohngebieten schlafen, waren vermehrt Morgentypen. Dieses Ergebnis scheint auf den ersten Blick erwartbar, ist es doch in größeren Städten nachts heller und größere Städte bieten gleichzeitig mehr Freizeitinfrastruktur. Interessant wurde das Ergebnis, weil die Einwohnerzahl in der Analyse berücksichtigt wurde und die Lichtintensität weiterhin einen Einfluss auf vermehrte Abendorientierung hatte (Kapitel 5.9). Die biologische Prägung des circadianen Rhythmus bei der Geburt zeigt, dass es keine reine Wahlentscheidung ist, wenn Jugendliche später schlafen gehen, sondern dass der Chronotyp eine feste Persönlichkeitsstruktur mit geophysischen Wurzeln ist, die bereits durch Lichtverhältnisse während der Geburt geprägt wird (Kapitel 5.10). Morgentypen hatten weniger Fehlkonzepte, wenn es um die Funktionen des Schlafs und schlafhygienisch richtiges Verhalten geht (Kapitel 5.11). Die besseren Schulnoten der Morgentypen ließen sich einerseits durch den höheren sozio-ökonomischen Status der Eltern und andererseits durch die Ausgeschlafenheit der Morgentypen an Schultagen erklären (Kapitel 5.12). Auch die etwas bessere Aufmerksamkeitsleistung der Morgentypen ließ sich durch bessere Noten und erhöhte Wachheit erklären (Kapitel 5.13).

Abendorientierung ist ein Indikator für risikoreiches Verhalten, das sich in der Präferenz individueller Persönlichkeitswerte, im Konsum von Stimulanzien (Koffein, Alkohol und Zigaretten), in Alltagskonflikten in der Schule, mit den Eltern und sich selbst, in schlechten Schulnoten und in extensiver Nutzung elektronischer Bildschirmmedien wiederspiegelt. Morgenorientierung hingegen wirkt wie ein Schutz vor problematischem Verhalten und Schwierigkeiten, da Morgentypen denselben frühen Rhythmus wie die Erwachsenen leben und deswegen gesellschaftliche Erwartungen leichter erfüllen.

Der Unterrichtsentwurf zu Schlaf und Schlafhygiene wurde auf der Datengrundlage von 271 Realschülern der Klassenstufe 6, aufgeteilt in Treatment- und Kontrollgruppe, mit unterrichtsbegleitenden Fragebögen im Pre-Post-Test Design evaluiert (Kapitel 5.14). Im Ergebnis steigerte sich das Wissen insbesondere der Abendtypen, die vor dem Unterricht weniger wussten als die Morgentypen. Dauerhafte Verhaltensverbesserungen konnten jedoch nicht erreicht werden. Im Gegenteil, das schlafhygienische Verhalten verschlechterte sich auch in der Treatmentgruppe. Die Verschlechterung innerhalb des kurzen Zeitraums von sechs Wochen ist auf das ansteigende Alter, die Übernahme neuer sozialer Rollen im Übergang ins Jugendalter und die in diesem Alter beginnenden Hormonumstellungen zurückzuführen.

Danksagung

Ich möchte allen danken, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben:

- meinen Eltern Ingrid und Wilfried Vollmer für ihr Verständnis und ihre tatkräftige persönliche und finanzielle Unterstützung und weil sie immer für mich da sind
- meinem Doktorvater, Prof. Dr. Christoph Randler, Pädagogische Hochschule Heidelberg, die exzellente Betreuung meiner Doktorarbeit. Christoph begleitete mich auf allen Stufen meiner Arbeit, leitete mich an im Verfassen englischsprachiger Publikationen und ermöglichte mir Präsentationen auf nationalen und internationalen Kongressen sowie das Sammeln von Erfahrungen in der Lehre. Seine Vorarbeiten zu meinen Fragestellungen in Form des Projektantrags und der Bereitstellung thematisch relevanter wissenschaftlicher Artikel haben den Start meiner Promotion erheblich beschleunigt. Ich bedanke mich insbesondere für persönliche Gespräche, die immer wieder neue Anknüpfungspunkte und Ideen für meine Arbeit eröffneten
- Prof. Dr. Steffen Schaal, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, für die Übernahme der Zweitkorrektur und motivierende Diskussionen in Lyon
- Prof. Dr. Ulrich Michel, Pädagogische Hochschule Heidelberg, für die Einführung in geografische Analysemethoden, Ermöglichung der Nutzung von GIS 9.3 und die Berechnung der Daten zur Lichtintensität der bewohnten Gemeindeflächen (Kapitel 4.9)
- Prof. Dr. Lee Di Milia, Central Queensland University, School of Management, für die Ideen, Ratschläge und Textbausteine zum Kapitel 1.10
- Prof. Dr. Manuela Welzel-Breuer, Leiterin des Seminars für Nachwuchswissenschaftler an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, für formale Hinweise zur der Niederschrift der Dissertation
- Peter Wüst-Ackermann, akademischer Rat an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, für die Hilfe bei der Übersetzung von Teilen des Fragebogens aus dem Englischen
- Karin Schneider, technische Assistentin der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und gute Fee in der Biologiedidaktik, für die nie versiegende Kaffeequelle und Büromaterialien
- Dr. Eberhard Hummel, Seminar Ludwigsburg, und Prof. Dr. Steffen Schaal, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, für Textbausteine und Literatur zu Kapitel 1.5 sowie Dr. Eberhard Hummel für didaktische Ratschläge zur Fragebogengestaltung, Tipps zum Austausch mit den teilnehmenden Schulen und das Einspringen bei zwei Befragungsterminen
- Corina Dörr, Studentin der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, für die qualitative Erhebung von Schülervorstellungen zum Thema Schlafen, die mir als Vorlage für 19 geschlossene Fragen zum Wissen über den Schlaf dienten, die im quantitativen Fragebogen verwendet wurden

- Farina Pötsch, Studentin der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, für ihre Unterstützung bei der Durchführung der quantitativen Befragung in den Schulklassen
- Caroline Buhmann, Farina Pötsch und Lena Saliger, Studierende der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, für ihre Unterstützung bei der Dateneingabe der Fragebögen
- Judith Hammer, Christian Keller und Anna-Karina Maxand, Studierende der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, für die Erarbeitung der Unterrichtsentwürfe zu den Themen Chronobiologie und Traum sowie die Durchführung des Unterrichts an den teilnehmenden Schulen und die Unterstützung bei der Dateneingabe der unterrichtsbegleitenden Fragebögen
- den Förderschullehrern Natascha Kunkler und Heiko Vollmer für das Pre-testen der Fragebögen mit Förderschulklassen der Klassenstufen 5 und 6
- Dr. Brigitte Seybold, Gymnasiallehrerin, für Hinweise auf chronobiologische Texte in der lokalen Presse
- Ulrike Schulze für die wertvollen Gespräche und die Infrastruktur in den letzten Wochen der Fertigstellung
- Quirine Eilers und Ruth Muckle für das Korrekturlesen
- den Schulleitern an den 34 teilnehmenden Schulen der quantitativen Schülerbefragung und den Schulleitern an den fünf teilnehmenden Schulen, an denen der Unterrichtsentwurf erprobt wurde, für die Ermöglichung der empirischen Studien
- den am Projekt teilnehmenden Lehrern für ihre Kooperation und reibungslose Terminvereinbarung
- Jascha Detig, Schulleiter der Dietrich-Bonhoeffer Realschule Weinheim, für die Möglichkeit der Präsentation und für die inspirierende Diskussion von Studienergebnissen mit Eltern und Lehrern
- schließlich möchte ich den Herausgebern und Reviewern der Zeitschriften Chronobiology International, Personality and Individual Differences und Stress & Health für ihre zahlreichen Anmerkungen danken, welche dazu beigetragen haben, dass die Dissertationsschrift insgesamt an Qualität gewonnen hat

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung 1
   1.1. Chronotyp 1
   1.2. Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schlafmittelpunkt 7
   1.3. Schlafhygiene und Chronotyp 9
   1.4. Ernährung und Chronotyp 10
   1.5. Stress und Problemwahrnehmung im Jugendalter 12
   1.6. Persönlichkeitswerte 13
   1.7. Soziales Umfeld und Chronotyp 15
   1.8. Elektronische Bildschirmmedien und Chronotyp 17
   1.9. Lichtverschmutzung und Chronotyp 18
   1.10. Photoperiode bei Geburt und und Chronotyp 19
   1.11. Wissen über den Schlaf und Chronotyp 20
   1.12. Schulleistung und Chronotyp 21
   1.13. Aufmerksamkeit und Chronotyp 22
   1.14. Unterrichtsentwurf mit Begleitevaluation 24
2. Zielsetzung 27
3. Arbeitshypothesen 28
4. Methoden 33
   4.1. Chronotyp 37
   4.2. Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schlafmittelpunkt 40
   4.3. Schlafhygiene und Chronotyp 41
   4.4. Ernährung und Chronotyp 44
   4.5. Stress und Chronotyp 45
   4.6. Persönlichkeitswerte und Chronotyp 47
   4.7. Soziales Umfeld und Chronotyp 48
   4.8. Elektronische Bildschirmmedien und Chronotyp 49
   4.9. Lichtverschmutzung und Chronotyp 49
   4.10. Photoperiode bei Geburt und Chronotyp 51
   4.11. Wissen über den Schlaf und Chronotyp 52
   4.12. Schulische Leistung und Chronotyp 52
   4.13. Aufmerksamkeit und Chronotyp 53
   4.14. Unterrichtsentwurf mit Begleitevaluation 53
5. Ergebnisse 59
   5.1. Chronotyp 62
   5.2. Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schlafmittelpunkt 65
   5.3. Schlafhygiene und Chronotyp 78
   5.4. Ernährung und Chronotyp 85
   5.5. Stress und Chronotyp 91
   5.6. Persönlichkeitswerte und Chronotyp 98
   5.7. Soziales Umfeld und Chronotyp 102
   5.8. Elektronische Bildschirmmedien und Chronotyp 109
   5.9. Lichtverschmutzung und Chronotyp 115
   5.10. Photoperiode bei Geburt und Chronotyp 120
   5.11. Wissen über den Schlaf und Chronotyp 123
   5.12. Schulische Leistung und Chronotyp 128
   5.13. Aufmerksamkeit und Chronotyp 130

5.14. Unterrichtsentwurf mit Begleitevaluation 133
6. Diskussion 137
6.1. Chronotyp 137
6.2. Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schlafmittelpunkt 137
6.3. Schlafhygiene und Chronotyp 138
6.4. Ernährung und Chronotyp 140
6.5. Stress und Chronotyp 140
6.6. Persönlichkeitswerte und Chronotyp 142
6.7. Soziales Umfeld und Chronotyp 144
6.8. Elektronische Bildschirmmedien und Chronotyp 145
6.9. Lichtverschmutzung und Chronotyp 146
6.10. Photoperiode bei Geburt und Chronotyp 149
6.11. Wissen über den Schlaf und Chronotyp 150
6.12. Schulische Leistung und Chronotyp 150
6.13. Aufmerksamkeit und Chronotyp 151
6.14. Unterrichtsentwurf mit Begleitevaluation 151
Methodische Einschränkungen 152
7. Zusammenfassung 153
8. Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen 157
Literaturverzeichnis 164

Anhang I: Annotierter Fragebogen der Schülerbefragung zum Thema Schlaf

Anhang II: Häufigkeitstabellen der quantitativen Befragung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Verschiebung des Schlafrhythmus bei Jugendlichen 4
Abbildung 2: Theoretische Zusammensetzung von Persönlichkeitswerten (PVQ) 15
Abbildung 3: Hypothetisches Flußdiagramm der quantitativen Schülerbefragung 30
Abbildung 4: Karte der teilnehmenden Schulen an der quantitativen Befragung 34
Abbildung 5: Feldphase der quantitativen Befragung 35
Abbildung 6: Histogramm mit Normalverteilungskurve der CSM 40
Abbildung 7: Konfiguration von Problemen der Schlafhygiene im Tagesverlauf 43
Abbildung 8: Konfiguration psychischer Probleme (PQ) 46
Abbildung 9: Empirische Konfiguration von Persönlichkeitswerten (PVQ) 48
Abbildung 10: Tageslänge in den vier Photoperioden 52
Abbildung 11: Strukturskizze, Unterrichtseinheit Chronotyp (Treatmentgruppe) 55
Abbildung 12: Strukturskizze, Unterrichtseinheit Traum (Kontrollgruppe) 56
Abbildung 13: Alter der Befragten zum Befragungszeitpunkt in Jahren und Monaten 59
Abbildung 14: Strukturgleichung, Alter, Geschlecht, Schultyp -> Pubertätsstatus 62
Abbildung 15: Alter, Pubertätsstatus, Klassenstufe und Chronotyp (CSM) 63
Abbildung 16: Chronotyp (CSM) und Schultyp, Klassenstufe 63
Abbildung 17: Strukturgleichung, Alter -> Chronotyp (CSM, MSFsc) 64
Abbildung 18: Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schultypen, Klassenstufen 65
Abbildung 19: Schlafenszeiten, an Schultagen und am Wochenende 66
Abbildung 20: Schlafdefizite, an Schultagen und am Wochenende 66

Abbildung 21: Aufstehzeit an Schultagen, Chronotyp (CSM), Klassenstufe, Schultyp..... 67
Abbildung 22: Bettgehzeit vor Schultagen, Chronotyp (CSM), Klassenstufe, Schultyp 67
Abbildung 23: Aufstehzeit am Wochenende, Chronotyp (CSM), Klassenstufe, Schultyp. 68
Abbildung 24: Bettgehzeit am Wochenende, Chronotyp (CSM), Klassenstufe, Schultyp. 68
Abbildung 25: Schlafstunden an Schultagen und am Wochenende, Chronotyp (CSM) 69
Abbildung 26: Chronotyp (CSM) und Schlafmittelpunkt (MSFsc), Streudiagramm..... 72
Abbildung 27: Schlafmittelpunkt (MSFsc) nach Chronotyp (CSM) und Klassenstufe..... 72
Abbildung 28: Sozialer Jetlag nach Chronotyp (CSM) und Klassenstufe 73
Abbildung 29: Karte der teilnehmenden Schulen mit Uhrzeiten..... 75
Abbildung 30: Strukturgleichung, Chronotyp -> Schlafdauer..... 76
Abbildung 31: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM) -> Aufsteh- und Bettgehzeiten..... 77
Abbildung 32: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM) -> Zeitbudget vor Schulbeginn 78
Abbildung 33: Schlafensgrund und Chronotyp (CSM), Klassenstufe 79
Abbildung 34: Schlafensgrund und Chronotyp (CSM), Schultyp 80
Abbildung 35: Probleme in 6 Phasen des circadianen Rhythmus nach Alter..... 82
Abbildung 36: Probleme in 6 Phasen des circadianen Rhythmus nach Schultyp 83
Abbildung 37: Probleme in 6 Phasen des circadianen Rhythmus nach CSM..... 84
Abbildung 38: Strukturgleichung, Chronotyp -> Probleme in circadianen Phasen 85
Abbildung 39: Lebensmittelkonsum und Klassenstufe, Chronotyp (CSM)..... 86
Abbildung 40: Ernährungsverhalten und Chronotyp (CSM), Geschlecht, Schultyp 87
Abbildung 41: Body-Mass-Index, Schultyp, Geschlecht und Chronotyp (CSM) 88
Abbildung 42: Strukturgleichung, CSM -> Konsum von Stimulanzien -> MSFsc..... 90
Abbildung 43: Chronotyp (CSM) und Stress (PQ), Streudiagramme 92
Abbildung 44: Chronotyp (CSM) und Stress (PQ)..... 93
Abbildung 45: Stress (PQ) und Notendurchschnitt..... 93
Abbildung 46: Stress (PQ) und Chronotyp (CSM), Schultyp..... 94
Abbildung 47: Stress (PQ) und Chronotyp (CSM), Klassenstufe..... 94
Abbildung 48: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Stress (PQ) 96
Abbildung 49: Zeitorientierung und Chronotyp (CSM), Schultyp 97
Abbildung 50: 10 Persönlichkeitswerte (PVQ) und Chronotyp (CSM) 98
Abbildung 51: Persönlichkeitswerte (PVQ), Geschlecht und Chronotyp (CSM)..... 99
Abbildung 52: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM) -> Persönlichkeitswerte (PVQ) 102
Abbildung 53: Wohnumfeld der Schüler.....103
Abbildung 54: Chronotyp (CSM) und Wohnumfeld, Schultyp 104
Abbildung 55: Chronotyp (CSM) und familiäres Umfeld 104
Abbildung 56: Gemeinsames Essen und Chronotyp (CSM), Klassenstufe.....105
Abbildung 57: Gemeinsames Essen und Chronotyp (CSM), Schultyp.....105
Abbildung 58: Bettgehzeit im Vergleich mit Freunden, Chronotyp (CSM), Schultyp 106
Abbildung 59: Anzahl der Bücher zuhause und Chronotyp (CSM), Schultyp 106
Abbildung 60: Strukturgleichung, sozialer Hintergrund -> Chronotyp (CSM, MSFsc)....108
Abbildung 61: Zufriedenheit in Lebensbereichen und Chronotyp (CSM), Schultyp 109
Abbildung 62: Freizeitverhalten an Schultagen und Chronotyp (CSM), Klassenstufe 110
Abbildung 63: Anzahl der Medien zuhause und Chronotyp (CSM), Schultyp.....111
Abbildung 64: Medienbesitz und Chronotyp (CSM), Schultyp 112
Abbildung 65: Medienbesitz und Chronotyp (CSM), Klassenstufe 113
Abbildung 66: Strukturgleichung, Bildschirmmedien -> Chronotyp (CSM, MSFsc).....114
Abbildung 67: Lichtverschmutzung im Wohngebiet der befragten Schüler.....116
Abbildung 68: Nächtliche Lichtintensität nach Landkreis und Chronotyp (CSM).....117
Abbildung 69: Chronotyp (CSM) und Sonnenaufgang am Befragungstag, Schultyp.....118
Abbildung 70: Strukturgleichung, Lichtintensität -> Chronotyp (CSM, MSFsc) 120

Abbildung 71: Chronotyp (zCSM, zMSFsc) und Photoperiode bei Geburt....121
Abbildung 72: Randmittel, Photoperiode bei Geburt -> Chronotyp (CSM, MSFsc)....122
Abbildung 73: Kosinusregression, Photoperiode -> Chronotyp (CSM, MSFsc)....122
Abbildung 74: Schlafwissen nach Schultyp....124
Abbildung 75: Schlafwissen nach Klassenstufe....125
Abbildung 76: Schlafwissen (Teil 2) nach Schultyp....126
Abbildung 77: Schlafwissen und Chronotyp (CSM), Klassenstufe....127
Abbildung 78: Strukturgleichung, Schlafwissen -> Chronotyp (CSM)....128
Abbildung 80: Schulnoten und Chronotyp (CSM), Klassenstufe....129
Abbildung 81: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Schulnoten....130
Abbildung 82: Konzentrationsleistung und Schultyp, Klassenstufe....130
Abbildung 83: Konzentrationsleistung (geeicht) und Chronotyp (CSM), Schultyp....131
Abbildung 84: Konzentrationsleistung und Chronotyp (CSM), Klassenstufe....131
Abbildung 85: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Aufmerksamkeit....132
Abbildung 86: Auswirkung des Unterrichts auf Wissen und Verhalten....134
Abbildung 87: Strukturgleichung, Determinanten des Chronotyps (CSM, MSFsc)....156

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitgeber, die den Chronotyp beeinflussen....3
Tabelle 2: Zeitplan....36
Tabelle 3: Adaption der deutschen Version der CSM für Schüler ab Klassenstufe 5....39
Tabelle 4: Fragebogen zum Unterrichtskonzept, erste Welle, Seite 1....57
Tabelle 5: Zeitrahmen der Begleitforschung....58
Tabelle 6: Häufigkeiten, Geschlecht....59
Tabelle 7: Häufigkeiten, Klassenstufe....59
Tabelle 8: Häufigkeiten, Klassenstufe nach Schultyp....60
Tabelle 9: Häufigkeiten, Schultyp nach Landkreis....61
Tabelle 10: Regression, Alter, Geschlecht, Schultyp -> Pubertätsstatus....61
Tabelle 11: Regressionen, Alter -> Chronotyp (CSM, MSFsc)....64
Tabelle 12: Mittelwert, Schlafenszeit & Aufstehzeit nach Schultyp, Klassenstufe....70
Tabelle 13: Schlafdauer und Schlafmittelpunkt nach CSM, Klassenstufe....71
Tabelle 14: Regressionen, Chronotyp (CSM) -> Aufsteh- und Bettgehzeiten....74
Tabelle 15: Regressionen, Chronotyp (CSM) -> Zeitbudget vor Schulbeginn....77
Tabelle 16: Mittelwerte, Probleme in circadianen Phasen nach Alter, Geschlecht, CSM....81
Tabelle 17: Regressionen, Chronotyp (CSM) -> Probleme in circadianen Phasen....84
Tabelle 18: Essverhalten * Chronotyp nach Geschlecht....88
Tabelle 19: Regression, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Body-Mass-Index (BMI)....89
Tabelle 20: Regressionen, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Konsum von Stimulanzien....89
Tabelle 21: Regressionen, Konsum von Stimulanzien -> Chronotyp (CSM, MSFsc)....90
Tabelle 22: Bivariate Zusammenhänge, Stress (PQ) und Chronotyp (CSM)....91
Tabelle 23: Regressionen, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Stress (PQ)....95
Tabelle 24: Korrelationen, Persönlichkeit (PVQ) * Chronotyp (CSM) * Geschlecht....100
Tabelle 25: Regressionen, Chronotyp (CSM) -> Persönlichkeitswerte (PVQ)....101
Tabelle 26: Regressionen, sozialer Hintergrund -> Chronotyp (CSM, MSFsc)....107
Tabelle 27: Regressionen, Bildschirmmedien -> Chronotyp (CSM, MSFsc)....114
Tabelle 28: Regressionen, Lichtintensität -> Chronotyp (CSM, MSFsc)....119

Tabelle 29: Varianzanalyse, Photoperiode bei Geburt -> Chronotyp (CSM, MSFsc).....121
Tabelle 30: Regression, Schlafwissen -> Chronotyp (CSM, MSFsc) 127
Tabelle 31: Regression, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Schulnoten.....129
Tabelle 32: Regression, Chronotyp (CSM) -> Aufmerksamkeit.....132
Tabelle 33: Regression, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Aufmerksamkeit.....133
Tabelle 34: Varianzanalyse, Treatment -> Wissen zum Thema Schlaf.....135
Tabelle 35: Varianzanalyse, Treatment -> Wissen zum Thema Schlafhygiene.....135
Tabelle 36: Varianzanalyse, Treatment -> gelebtes Verhalten.....135

1. Einleitung und Problemstellung

Diese Arbeit untersucht das Schlafverhalten von Jugendlichen in einer quantitativen Querschnitterhebung von Schülern der Sekundarstufe I an Regelschulen in Heidelberg, Mannheim und im Rhein-Neckar-Kreis (siehe die Unterkapitel .1-.13) und erprobt im Anschluss daran ein Unterrichtskonzept zum Thema Chronobiologie (siehe die Unterkapitel .14).
Im Folgenden wird zuerst der Stand der Forschung besprochen (Kapitel 1), dann werden die Ziele dieser Arbeit dargelegt (Kapitel 2) und die Forschungshypothesen diskutiert (Kapitel 3). Danach werden die verwendeten Forschungsmethoden und Erhebungsinstrumente vorgestellt (Kapitel 4), die Ergebnisse beider emirischer Studien (Querschnittstudie, Kapitel 5.1 bis 5.13, und Unterrichtsevaluation, Kapitel 5.14) präsentiert und schließlich werden in der Diskussion (Kapitel 6) die Ergebnisse mit dem Stand bisheriger Forschung in Beziehung gebracht, zusammengefasst (Kapitel 7) und Schlussfolgerungen für die Schulpraxis gezogen (Kapitel 8).

Das körperliche wie soziale Leben gestaltet sich als ein rhythmischer Wechsel aus Schlafen und Wachsein, aus Rückzug und Aktivität. Schlaf ist essentiell wichtig für die körperliche Leistungsfähigkeit. Das richtige Timing des Schlafs im Tag-Nacht-Zyklus hingegen ist essentiell wichtig für die soziale Leistungsfähigkeit. Das Timing des Schlafs ist abhängig von geophysischen, physiologischen, psychologischen und soziokulturellen Zeitgebern (Roenneberg et al. 2003a). Jugendliche durchleben rasante und tiefgreifende Veränderungen der drei letztgenannten Einflussfaktoren, die in der Konsequenz den Zeitpunkt des Schlafs im Tagesverlauf verzögern und ein Schlafdefizit an Schultagen erzeugen.
Das Schlafdefizit der Jugendlichen geht mit vielen Risiken einher, zum Beispiel mit erhöhtem Stress, Depression, Verkehrsunfällen, Stoffwechselanomalien, Fettleibigkeit, einer Schwächung des Immunsystems und Krebs (Foster & Roenneberg 2008). Es befremdet deshalb, dass Chronobiologie, Schlaf und Schlafhygiene im Schulunterricht bisher nicht thematisiert wurden.

1.1. Chronotyp

Der Mensch hat einen circa 24 Stunden langen Schlaf-Wach-Rhythmus (circadianer Rhythmus)[1], der somit ungefähr dem 24-stündigen Erdentag entspricht. Man kann sich diesen Rhythmus als eine sinusförmige Kurve vorstellen, die alle 24 Stunden einmal oszilliert (Abbildung 1). Geophysische, physiologische, psychologische und soziokulturelle Zeitgeber führen aber zu individuell differierenden Schlaf-Wach-Zyklen, so dass diese

[1] Genau genommen ist der circadiane Rhythmus des Menschen durchschnittlich etwas länger als 24 Stunden (Aschoff & Wever 1962; Czeisler et al. 1999; Dijk & von Schantz 2005).

von dem 24-stündigen Rhythmus etwas abweichen – die Periode einer Oszillation ist dann etwas kürzer oder etwas länger.
Diese Unterschiede in den präferierten Schlafenszeiten im Tagesverlauf bestimmen den Chronotyp eines Menschen. Menschen lassen sich folglich auf einem Kontinuum von Morgentyp (frühaufstehende „Lerche“) bis Abendtyp (nachtaktive „Eule“; Horne & Östberg 1976) einordnen. Morgentypen (ca. 20 % der Menschen) bevorzugen frühe Aufsteh- und Bettgehzeiten, Abendtypen (weitere 20 %) bevorzugen späte Zeiten. Die meisten Menschen (60 %) liegen aber irgendwo zwischen diesen beiden Extremen und sind Mischtypen (Abbildung 6).
Tabelle 1 zeigt Zeitgeber, die den Chronotyp, also die individuell präferierten Schlafenszeiten, beeinflussen, im Überblick. Der geophysische Zeitgeber (Roenneberg et al. 2007b) ozilliert zwar konstant alle 24 Stunden beziehungsweise jährlich, aber die Länge von Tag und Nacht ändert sich in unseren Breitengraden (Heidelberg: 49,4° nördlicher Breite) mit den Jahreszeiten. Physiologische Zeitgeber arbeiten als Feed-back-Mechanismen innerhalb des menschlichen Körpers und sind ein Zusammenspiel von Genen (Koskenvuo et al. 2007) und Hormonen. Beispiele dafür sind die Melatoninausschüttung (Wirz-Justice 2007), die Absenkung der Körpertemperatur vor dem Einschlafen und der morgendliche Anstieg des Kortisolspiegels.[2] Psychologische Zeitgeber (Tsaousis 2010) formen sich durch Gefühle und Einstellungen (Charaktereigenschaften). Soziale Verpflichtungen schließlich sind soziokulturelle Zeitgeber (Monk et al. 2004). Physiologische und psychologische Zeitgeber sind endgogene Rhythmen, die die Besonderheiten jedes einzelnen Menschen verstärken; geophysikalische und soziokulturelle Zeitgeber hingegen sorgen für eine gemeinsame Basis für alle Menschen einer Gesellschaft; also dafür, dass alle zur gleichen Zeit ansprechbar sind. Der interne circadiane Rhythmus der physiologischen und der psychologischen Ebene bleibt auch dann bestehen, wenn externe Zeitgeber, wie zum Beispiel das Sonnenlicht, nicht vorhanden sind (Review: Arendt 2006). Andererseits kann sich der interne Rhythmus wie beispielsweise die tägliche Melatoninausschüttung auch neu justieren. So verspätete sich die Melatoninausschüttung um 2,5 Stunden, nachdem Individuen zwei Wochen lang regelmäßig drei Stunden später aufstanden (Burgess & Eastman 2006).
Die Forschung zum Chronotyp ist ein interdisziplinäres Forschungsfeld. Die Entstehung der Chronobiologie gab Anlass für weitere Disziplinen, sich dem Thema Chronotyp zu widmen, beispielsweise für die Medizin, die Psychologie und die Pädagogik; andererseits war das Thema in den Sozial- und Kulturwissenschaften bisher kaum präsent.

[2] Der Schlaf selbst wirkt auch als Zeitgeber auf der physiologischen Ebene, ist aber als eher schwacher Zeitgeber einzustufen (Danilenko et al. 2003).

Tabelle 1: Zeitgeber, die den Chronotyp beeinflussen

Ebene	Zeit	Rhythmus	Eigenschaft
geophysikalisch	*geophysische Zeit*	Tag/Nacht-Rhythmus	*ordnet von außen*
biologisch	*physiologische Zeit*	circadianer Rhythmus	*ordnet von innen, vereinzelt nach außen*
psychologisch	*psychologische Zeit*	persönlicher Tagesrhythmus	*Kompromiss zwischen Biologie und Soziokultur*
soziokulturell	*soziokulturelle Zeit*	normativer Rhythmus	*ordnet von außen*

Quelle: Projekt MMSM[3] 2009-2012

Die Chronobiologie ist ein junges Forschungsfeld, das seit den 1990er Jahren mehr und mehr das Interesse zahlreicher Forscher weckte. Diese Entwicklung führte auch zu einem gesteigerten Interesse in der Medizin (Chronomedizin) und der Psychologie (Chronopsychologie). So erforschten Wissenschaftler das Zusammenspiel von circadianen Schlaf-Wach-Rhythmen und Pubertät, Unterrichtszeiten (Wolfson & Carskadon 1998; Dahl; Lewin 2002), Freizeitaktivitäten (Adam et al. 2007; Higuchi et al. 2005), familiären Konflikten (Cofer et al. 1999; Takeuchi et al. 2001), Stress (Vollmer et al. 2011), Schlafhygiene (LeBourgeois et al. 2005), Schlafqualität (LeBourgeois et al. 2005), depressiver Verstimmung (Takeuchi et al. 2002), Konsum von Stimulanzien und Hypnotika (Taillard et al. 1999; Patten et al. 2000; Randler 2008e), Krankheitsbildern (Snell et al. 2007) und Aufmerksamkeit beziehungsweise Schulleistung (Fredriksen et al. 2004; Randler & Frech 2006). Die Sozialwissenschaften hingegen klammerten das Thema Schlaf fast gänzlich aus; eine Chronosoziologie zeichnet sich bisher kaum ab.[4] Es existieren wenige allgemein gehaltene soziologische Zeitschriftenartikel zum Thema Schlaf (Schwartz 1970; Melbin 1978; Lee 2008; Moran-Ellis & Venn 2007; Taylor 1993; Meadows 2005; Williams 2002, 2008, 2007; Williams & Crossley 2008), ein Sammelband (Young & Schuller 1988), ein Zeitschriftenbeitrag zum Verhältnis Schlaf und sozioökonomischem Status (Williams 2007) und ein anthropologischer Beitrag zu Rhythmus als grundlegendem Muster des Lebens (You 1994).

Siehe auch: Kapitel 4.1, 5.1 und 6.1

Alter, Pubertätsstatus, Geschlecht und Schultyp (Kontrollvariablen)

Im Folgenden wird die Relevanz der in der Datenauswertung eingesetzten Kontrollvariablen Alter, Pubertätsstatus und Geschlecht in der bisherigen Forschung zum Thema Chronotyp diskutiert.

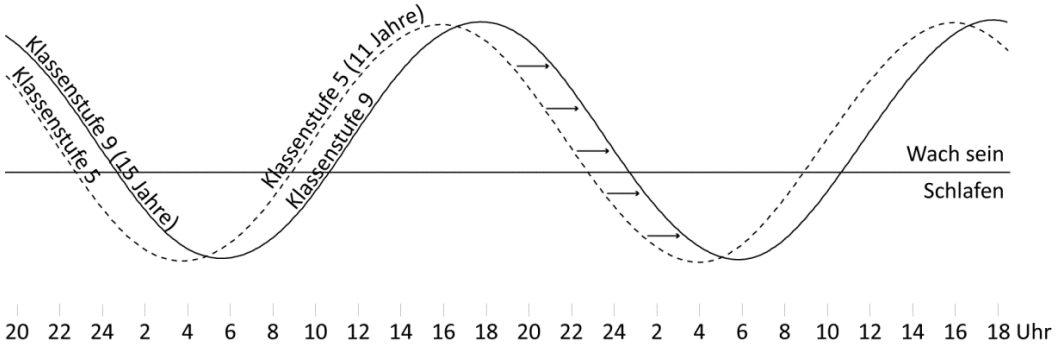
---

[3] „MMSM" ist das Kürzel des Arbeitstitels der Dissertation und steht für „**m**ontags **m**orgens immer **s**o **m**üde". Es handelt sich um bei den so bezeichneten Grafiken und Tabellen um eigene Darstellungen des Autors.

[4] Eine Volltextsuche in 423 Zeitschriftenartikeln (.pdf) zum Thema Chronotyp ergab zum Stichwort „Chronobiologie" bzw. „Chronobiology" 790 Treffer in 214 Dokumenten, zum Stichwort „Chronopsychologie" bzw. „Chronopsychology" 15 Treffer in 13 Dokumenten und zum Stichwort „ Chronosoziologie" bzw. „Chronosociology" keine Treffer.

Alter: Der Chronotyp – auch Morningness-Eveningness genannt – verändert sich im Laufe des Lebens (Carrier et al. 1997). Insbesondere Sekundarstufenschüler[5] weisen beginnend mit Eintritt der Pubertät eine starke Neigung zum Abendtyp auf (Carskadon 2002b; Kim et al. 2002; Russo et al. 2007; Gau & Soong 2003; Reviews: Crowley et al. 2007; Dahl & Lewin 2002). Der Tag der Jugendlichen dauert dann länger als ein Erdentag, weil die Periodenlänge ihres intrinsischen circadianen Rhythmus länger als 24 Stunden ist (Carskadon et al. 1999). Der Tagesrhythmus verschiebt sich in die Abendstunden (Abbildung 1) und das Aufstehen fällt schwer. Gründe für die Versschiebung hin zu einem späten Tagesrhythmus mit ansteigendem Alter in der Adoleszenz sind physiologische Veränderungen im homöostatischen Prozess. Der tagsüber auf Schlafentzug aufbauende Schlafdruck sammelt sich dann langsamer an (Hagenauer et al. 2009).
Mit zunehmendem Alter werden die Impulse zur circadianen Regulation von Schlafen und Wachsein im menschlichen Körper schwächer (Cajochen et al. 2006). Während der Adoleszenz nimmt beispielsweise die Stärke des niedrigfrequenziellen EEG ab, was zu verringerter Schlafdauer im Jugendalter führen kann (Campbell et al. 2007), wobei berücksichtigt werden muss, dass die Jugendlichen an Schultagen gegen ihren physiologischen Rhythmus leben und durch den frühen Schulrhythmus ein Schlafdefizit anhäufen. Insgesamt gesehen sind der circadiane Rhythmus und die Schlafhomöostase – der Schlafdruck – während der Pubertät weniger robust als davor und danach. In der Folge sind die Heranwachsenden empfänglicher für spätere Schlafenszeiten und neigen dazu ihren Schlafrhythmus zu verzögern (Carskadon et al. 2001).

Abbildung 1: Die Verschiebung des Schlafrhythmus bei Jugendlichen



Theoretisches Modell, Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

Pubertät: Die Verschiebung des circadianen Rhythmus der Jugendlichen resultiert zum Großteil aus hormonellen Veränderungen, die sich auf die Schlafarchitektur und das Timing des Schlafs auswirken (Hagenauer et al. 2009; Feinberg & Campbell 2010; Buchmann et al. 2011; Colrain & Baker 2011). Piffer (2010) vermutet, dass das Überwiegen der Eveningness bei männlichen Jugendlichen durch evolutionäre Auslese entstanden ist, weil Abendtypen sich erfolgreicher fortpflanzen. Mit Eintritt der Pubertät erfährt der

[5] Im Interesse der Lesbarkeit wurde auf die Unterscheidung von männlicher und weiblicher Form verzichtet. Selbstverständlich sind immer beide Geschlechter angesprochen.

Heranwachsende jedenfalls gewaltige hormonelle Veränderungen, die sich auf den Körperbau, die kognitive Entwicklung, die Schlafarchitektur, die Psyche, das Verhalten und den Lebenswandel des Jugendlichen auswirken (Blakemore et al. 2010; Buchmann et al. 2011; Colrain & Baker 2011), sodass nicht nur das Alter der Jugendlichen, sondern auch der Pubertätsstatus einen Teil der Varianz in den individuellen circadianen Präferenzen erklären kann (Carskadon et al. 1997; Carskadon et al. 1980; Carskadon et al. 1993). Sexualhormone haben folglich einen Einfluss auf den Chronotyp. Randler et al. (2012a) zeigten, dass Männer mit höheren Testosteronwerten eine stärkere Abendorientierung aufweisen und Mong et al. (2011) wiesen darauf hin, dass auch Östrogen den Chronotyp beeinflussen kann. Bei Mädchen beginnt die Pubertät früher als bei Jungen (Petersen et al. 1988; Laberge et al. 2001) und auch bei Kindern mit höherem Body Mass Index (BMI) beginnt die Pubertät früher (Juul et al. 2006); außerdem fanden Juul et al. (2006) heraus, dass Kinder aus den USA wesentlich früher in die Pubertät kommen als Kinder aus Dänemark, wobei dieser Unterschied nicht allein auf den höheren BMI der US-amerikanischen Kinder zurückzuführen war. Frey et al. (2009b) untersuchten Mädchen und Frauen zwischen fünf und 51 Jahren und stellten fest, dass Mädchen ihren Schlafrhythmus vom Auftreten der ersten Regelblutung an und über die darauffolgenden fünf Jahre hin stark in die Abendstunden verzögern. Nach diesen fünf Jahren dreht sich der circadiane Rhythmus der jungen Frauen wieder in Richtung Morgenorientierung. Takeuchi et al. (2003) und Takeuchi et al. (2005) fanden heraus, dass Mädchen mit instabilem Menstruationszyklus später schlafen gehen als Mädchen mit stabilem Menstruationszyklus. Präpubertäre Kinder wiesen im Vergleich zu drei Jahre älteren Jugendlichen, deren sekundäre Geschlechtsmerkmale schon voll entwickelt waren, eine kürzere Sleep-Onset-Latency auf (Taylor et al. 2005); das heißt, die jüngeren Kinder konnten früher und leichter einschlafen. Sadeh et al. (2009) zeigten anhand von longitudinalen Daten, dass die mit der Pubertät auftretenden Veränderungen des Schlafverhaltens – verzögerter Schlafrhythmus und Schlafrhythmusstörungen – der Ausbildung der körperlichen sekundären Geschlechtsmerkale vorauseilen. Die Verschiebung des Tagesrhythmus zum Abendtyp, die mit der Pubertät einhergeht, wurde nicht nur beim Menschen, sondern auch in Laborstudien bei anderen Säugetieren beschrieben und ist mit geschlechtsspezifischen hormonellen Veränderungen verknüpft, die die innere Uhr umstellen (Hagenauer 2012).

Geschlecht: Chelminski et al. (1997) belegten als erste, dass jugendliche Frauen eher einen frühen Tagesrhythmus präferieren als jugendliche Männer. Natale und Danesi (2002), Lehnkering und Siegmund (2007) sowie Natale et al. (2009) fanden diesen Zusammenhang auch für Studierende; es wurden jedoch keine Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der Schlafdauer oder der Schlafeffizienz festgestellt. Randler (2011a) konnte für eine große Stichprobe (n = 7.480) von jugendlichen Schülern nachweisen, dass Mädchen vermehrt morgenorientiert sind. Adan und Natale (2002) erörterten, dass Geschlechterdifferenzen bei Studierenden vor allem in den Chronotyp-Dimensionen „time of greatest efficiency“ und „sleep time/sleep phase“ wirken, aber nicht in „awakening time/sleep inertia“. In Meta-Analysen (Randler 2007; Tankova et al. 1994) bestätigte sich, dass Mädchen und Frauen eher morgenorientiert sind als Jungen und Männer, wo-

bei mit der Composite Scale of Morningness (CSM) und bei Studierenden die größten Geschlechtsunterschiede nachgewiesen wurden. Barclay et al. (2010) konnten diesen Gender-Effekt erneut nachweisen.

Schultyp: Ziel der Studie war es, eine Zufallsstichprobe aller Schüler der Sekundarstufe I an Regelschulen in Heidelberg, Mannheim und im Rhein-Neckar-Kreis im Querschnitt zu erfassen. Der Schultyp bietet sich hierbei als Kontrollvariable an, nicht zuletzt weil er auch als Indikator für den sozio-ökonomischen Status des Elternhauses dienen kann.

Neben den in unserer Studie durchgehend kontrollierten Variablen (Alter, Geschlecht, Schultyp und Pubertätsstatus) gibt es weitere Einflussfaktoren, die in der Fragebogenstudie nicht erfasst werden konnten. So wird genetischen Grundlagen eine hohe Relevanz für die Ausbildung individueller Unterschiede im Chronotyp beigemessen.

Genetische Grundlagen: Kerkhof und Dongen (1996) zeigten im Vergleich von Alltags- und Laborbedingungen (gelebter Schlafrhythmus gegenüber Schlafentzug), dass der circadiane Rhythmus des Menschen endogene, biologische Grundlagen hat. Es wurde mehrmals in Zwillingsstudien (Hur et al. 1998; Hur 2007; Koskenvuo et al. 2007; Vink et al. 2001; Drennan et al. 1992; Barclay et al. 2010) und einer Familienstudie (Klei et al. 2005) erforscht, dass ein Großteil (bis zu 50%) der individuellen Unterschiede im Chronotyp durch genetische Vererbung erklärt werden können.
Die Zuschreibung circadianer Differenzen auf einzelne Gene wird kontrovers diskutiert. Die Forschergruppen kamen zu folgenden Ergebnissen: Genetische Varianten des PERIOD1-, PERIOD2- und PERIOD3-Gens wurden mit der Präferenz früher und später circadianer Rhythmen in Verbindung gebracht. Katzenberg et al. (1998) und Archer et al. (2003) identifizierten die Länge des CLOCK-Gens PERIOD3 als einen molekulargenetischen Marker für Eveningness. Viola et al. (2007) wiesen nach, dass Träger des PERIOD3-Polymorphismus nach Schlafentzug in einem Leistungstest schlechter abschnitten. Carpen et al. (2005) assoziierten die Häufigkeit eines PERIOD2-111G-Polymorphismus mit dem Morgentyp. Carpen et al. (2006) ordneten des Weiteren einen Polymorphismus im PERIOD1-Gen extremen circadianen Frühtypen zu. Barclay et al. (2011) korrelierten Genvarianten von PERIOD3, THTTLPR und CLOCK3111 von Abstrichen aus der Mundschleimhaut mit circadianen Präferenzen der Testpersonen, wobei jedoch kein Zusammenhang mit Morningness-Eveningness nachgewiesen werden konnte. Auch Osland et al. (2011) und Chang (2011) fanden keine signifikanten Auswirkungen des PERIOD3-(CLOCK3111)-Gens auf den Chronotyp. Pedrazzoli et al. (2007) untersuchten die vermuteten CLOCK-Gene nur in extremen Morgen- und Abendtypen und nicht in Mischtypen, fanden jedoch keinen Zusammenhang zwischen den Polymorphismen T3111C beziehungsweise T257G und circadianen Präferenzen. Allebrandt und Roenneberg (2008) gaben einen Überblick über Studien zu genetischen Einflüssen. Nicht nur der Chronotyp, sondern auch die Schlafdauer kann von genetischen Unterschieden im CLOCK-Gen beeinflusst sein (Allebrandt et al. 2010). Das Phänomen des Chronotyps ist aber nicht ausschließlich monokausal biologisch und genetisch erklärbar. Zhu et al. (2011) erforschten epigenetische Auswirkungen von Schichtarbeit; das heißt, dass der Chronotyp auf Le-

bensumstände reagiert und diese Lebensumstände in umgekehrter Kausalität auf den Chronotyp zurückwirken können.

Physiologische Kennwerte: Neben externen Zeitgebern arbeitet im menschlichen Körper ein circadianer Feed-back-Mechanismus. Zur Bestimmung des individuellen circadianen Rhythmus werden häufig physiologische Kennwerte als Marker für den Chronotyp herangezogen. Baehr et al. (2000) führt den längeren circadianen Rhythmus der Abendtypen physiologisch auf eine stärkere Amplitude ihres nächtlichen Körpertemperaturminimums zurück. Das nächtliche Temperaturminimum ist nach Waterhouse et al. (2001) bei Morgentypen tiefer, außerdem schliefen Morgentypen in einer späteren Phase ihres circadianen Temperaturrhythmus. Im Gegensatz dazu scheint die morgendliche Amplitude von Kortisol bei Morgentypen stärker zu sein als bei Abendtypen (Bailey & Heitkemper 2001), wobei anzumerken ist, dass die Amplitudenhöhe jeweils einen Mittelwert von individuellen Amplituden darstellt und die Amplitudenstärke mit größerer Streuung der individuellen Messwerte abnimmt. Es können zahlreiche weitere Körperfunktionen und -abläufe gemessen werden, wie zum Beispiel die Hormonausschüttung (Melatonin, Kortisol, Serotonin), die Polysomnographie zur Messung von Hirnstrombild, Körpertemperatur, Herzschlagrate und die Bewegungsintensität im Tagesverlauf mittels Aktigraphie (Willis et al. 2005; Gibertini et al. 1999; Hanneman 2001; Acebo et al. 1999; Bailey & Heitkemper 2001; Burgess & Fogg 2008; Carskadon et al. 2004; Littner et al. 2003; Crowley et al. 2006; Fallone et al. 2001; Gaina et al. 2004; Gaina et al. 2005b; Ishihara et al. 1987; Mongrain et al. 2004; Pontes et al. 2010; Randler & Schaal 2010; Susman et al. 2007; Taylor et al. 2005; Duffy et al. 1999; Nováková et al. 2011; Griefahn 2002; Wyatt et al. 2006; Molina & Burgess 2011). Physiologische Werte wurden in unserer Fragebogenstudie nicht gemessen.

1.2. Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schlafmittelpunkt

Chronotyp und Schlafdauer sind zwei verschiedene Persönlichkeitsmerkmale („traits“; Roenneberg et al. 2007a). Individuen unterscheiden sich bezüglich ihrer Schlafdauer. Die Schlafdauer, die ein Mensch täglich braucht, bleibt über Jahre hinweg konstant. Thorleifsdottir et al. (2002) zeigten, dass die individuelle Schlafdauer über eine Zeitspanne von 10 Jahren hoch korreliert ($r = 0{,}73$). Das heißt, der circadiane Rhythmus verschiebt sich bei meist gleichbleibender Schlafdauer. Jugendliche benötigen 9 bis 10 Stunden Schlaf, und diese notwendige Schlafdauer nimmt auch im Jugendalter nicht ab, obwohl die nächtliche Schlafdauer bei Jugendlichen mit zunehmendem Alter empirisch gemessen stetig abnimmt (Carskadon 2011). Der theoretisch notwendigen Schlafdauer steht gegenüber, dass über die Hälfte der Kinder im Übergang zur Pubertät im Alter von 10 bis 14 Jahren zu wenig schlafen und sich in einer Studie von Strauch und Meier (1988) 1,7 Stunden mehr Schlaf vor Schultagen wünschten. Abendtypen berichteten von verkürzter Schlafdauer an Schultagen, häufen so Schlafschulden an und entwickeln einen unregelmäßigen Schlafrhythmus (Taillard et al. 1999). Die Verschiebung des Chronotyps hat ein erhebliches Schlafdefizit und Tagesschläfrigkeit (Bearpark & Michie 1987) zur Folge: Abendtypen schlafen abends später ein, aber die Schule fängt für alle

Chronotypen am nächsten Morgen zur selben Zeit an, was einen „sozialen Jetlag“ (Wittmann et al. 2006) für die Abendtypen verursacht.
Schüler der US-amerikanischen Elementarstufe (8 bis 11 Jahre) berichteten über eine noch ausreichende Schlafdauer von 9,6 Stunden, wobei diese mit zunehmendem Alter jedoch abnahm (Spilsbury et al. 2004). Koreanische Jugendliche schlafen vor Schultagen nur 6,4 Stunden, wobei die resultierende Tagesschläfrigkeit mit schlechten Schulnoten korrelierte (Shin et al. 2003). Eine Fragebogenstudie aus Südwestdeutschland stellte fest, dass Jugendliche im Alter von 12 bis 18 Jahren unter der Woche 8,0 Stunden und am Wochenende 9,5 Stunden schliefen, wobei die Schlafdauer vor Schultagen mit zunehmendem Alter von 8,6 Stunden (12-13-jährige) auf 7,8 Stunden (über 16-jährige) abfiel (Loessl et al. 2008). Paraskakis et al. (2008) stellten bei griechischen Jugendlichen im Alter von 14 bis 18 Jahren eine Schlafdauer von nur 7,5 Stunden vor Schultagen fest, wobei 43 % zum Ausgleich regelmäßig Siesta hielten. Nixon et al. (2008) untersuchten 7-jährige Kinder und stellten eine durchschnittliche Schlafdauer von 10,9 Stunden (Selbsteinschätzung) beziehungsweise 10,1 Stunden (Aktigraphie) fest, wobei die Schlafdauer am Wochenende 32 Minuten länger war als unter der Woche – mit längster Schlafdauer an Winterwochenenden. (Yu et al. 2007) stellten in einer Studie chinesischer Zwillinge fest, dass die Schlafdauer bis zum Alter von 15 Jahren sinkt. Eine Meta-Analyse (Ohayon et al. 2004) kam zu dem Ergebnis, dass die Schlafdauer nur an Schultagen mit zunehmendem Alter der Schüler abnimmt. Iglowstein et al. (2003) fand in einer Längsschnittstudie, die Kinder vom ersten Lebensjahr bis zum Alter von 16 Jahren begleitete, heraus, dass die Schlafdauer von 14,2 Stunden im Alter von 6 Monaten auf 8,1 Stunden im Alter von 16 Jahren sinkt; als Grund wurden spätere Schlafenszeiten genannt. Die durchschnittliche Schlafdauer nahm im Vergleich von 13-jährigen zu 19-jährigen Schülern um ca. 45 Minuten ab (Wolfson & Carskadon 1998), und zwar wieder aufgrund von späteren Schlafenszeiten.
Jugendliche schlafen also mit ansteigendem Alter kürzer und später (Carskadon 2002a). Hinzu kommt, dass sich ihre Rhythmen am Wochenende und unter der Woche stark unterscheiden (Acebo & Carskadon 2002). Jugendliche schlafen am Wochenende eine bis zwei Stunden länger, wobei sie eine Stunde später einschlafen und drei Stunden später aufstehen als unter der Woche (Andrade et al. 1993). Eliasson et al. (2002) berichten, dass jugendliche Schüler vor Schultagen 6,7 Stunden und am Wochenende 7,7 Stunden schlafen, wobei diese Schüler davon ausgingen, dass eigentlich 8,4 Stunden Schlaf nötig wären. Dementsprechend fühlten sich 90 % der Schüler morgens an Schultagen groggy. Touchette et al. (2008) fanden in einer Langzeitstudie von 4- bis 6-jährigen spätere Bettgehzeiten und kürzere Schlafdauer am Wochenende im Vergleich mit Wochentagen. In einer Langzeitstudie zeigten Warner et al. (2008), dass Jugendliche an Schultagen im Vergleich zu Ferien ein Schlafdefizit anhäufen. Der soziale Jetlag der Jugendlichen ist problematisch, weil sie ihren verspäteten Wochenend-Schlafrhythmus nur schwer wieder zurück auf den frühen Schulrhythmus einstellen können (Dahl & Lewin 2002) – die Beschleunigung des circadianen Rhythmus ist schwerer zu bewerkstelligen als die Verzögerung, wie Waterhouse et al. (2002) in einer Studie über Flugreisende belegten, die nach einem Flug vom Vereinigten Königreich nach Australien ihren Rhythmus in der Anpassung an die australische Zeit entweder beschleunigten oder verzögerten.

Schüler mit früherem Schulbeginn und längerem Schulweg schlafen vor Schultagen kürzer (Adam et al. 2007; Carskadon et al. 1998). Auch Epstein et al. (1998) untersuchten die Auswirkungen der Uhrzeit des Unterrichtsbeginns auf das Schlafverhalten: Schüler mit früher Schulanfangszeit schliefen kürzer und berichteten über Tagesschläfrigkeit sowie Konzentrationsschwächen, wobei diese Beschwerden interessanterweise nicht mit der Schlafdauer in Zusammenhang standen. Jungen stehen an Schultagen später auf als Mädchen (Lee et al. 1999). Auch die späten Bettgehzeiten am Wochenende scheinen bei Jungen (23:17 Uhr) extremer zu sein als bei Mädchen (22:49 Uhr; Gaina et al. 2005a). Dollman et al. (2007) verglichen die Schlafdauer von jugendlichen Schülern über eine Zeitspanne von 20 Jahren und fanden heraus, dass sich die Schlafdauer vor allem bei Jungen mit niedrigerem sozio-ökonomischem Status verkürzte. Eine kürzere Schlafdauer ist während der Schulzeit vor allem durch die frühen Unterrichtszeiten verursacht (Fischer et al. 2008). Das vor Schultagen angesammelte Schlafdefizit wird dann am Wochenende „abgeschlafen". Yang (2005) berichtete über spätere Aufstehzeiten und Bettgehzeiten, um drei Stunden verkürzte Schlafdauer und verstärkten sozialen Jetlag bei koreanischen Jugendlichen in Klassenstufe 12 im Vergleich zu Klassenstufe 5, wodurch sich die Tagesschläfrigkeit, Schlafprobleme und Depression der Jugendlichen erhöhten. Als Gründe nannten die Jugendlichen frühe Unterrichtszeiten, gesteigerte schulische Anforderungen und die Nutzung von Bildschirmmedien (Internet und Fernsehen). Carskadon (2011) stellte zusammenfassend fest, dass die sich verkürzende Schlafdauer im Jugendalter nicht der Ausdruck eines verringerten Schlafbedürfnisses ist, sondern einer Verstrickung von physiologischen, psychologischen und soziokulturellen Einflüssen zuzuschreiben ist, wie beispielsweise dem pubertären „Drift to eveningness", dem Bestreben der Jugendlichen nach Unabhängigkeit von elterlichen Vorgaben, abendlicher Bildschirmmediennutzung und schulischem Leistungsdruck. Demgegenüber steht der unverändert frühe Schulbeginn.

Siehe auch: Kapitel 4.2, 5.2 und 6.2

1.3. Schlafhygiene und Chronotyp

Die drastischen Veränderungen im circadianen Timing des Schlafs im Jugendalter führen zu chronischem Schlafdefizit (Laberge et al. 2001; Gau & Soong 1995), unregelmäßigem Schlafmuster (Strauch & Meier 1988) und reduzierter Schlafqualität (Bearpark & Michie 1987). Die folglich mangelhafte Schlafqualität wird durch zahlreiche Fehler in der Schlafhygiene verstärkt, insbesondere dann, wenn die abendlichen Freizeitbeschäftigungen den Schlaf hinauszögern, wie beispielsweise die Nutzung elektronischer Bildschirmmedien (Gaina et al. 2006) oder der Konsum von Stimulanzien und Hypnotika (Giannotti et al. 2002). Diese Verhaltensmuster führen dann zu mangelhafter Schlafqualität, wie Unvermögen abends früh einzuschlafen, Schlaflosigkeit, morgens durch den Wecker verkürztem Schlaf, entsprechender Tagesschläfrigkeit (Acebo & Carskadon 2002; Liu & Zhou 2002; Sadeh et al. 2003), dem Nachholen des Schlafdefizits am Wochenende (Gau et al. 2007), chronisch schlechter Schlafqualität (Manni et al. 1997), verminderter schulischer Leistung (Goldstein et al. 2007; Gibson et al. 2006; Shin et al.

2003; Randler & Frech 2009; Wolfson & Carskadon 2003), gesteigerten Verhaltensauffälligkeiten (Lange & Randler 2011), gesteigerter Ängstlichkeit (Talbot et al. 2010) und psychischen Konflikten im Schulumfeld und mit den Eltern (Vollmer et al. 2011). Die gesteigerte Wahrnehmung von stressigen Situationen, induziert durch Schlafentzug und Pubertät, droht zu einem Teufelskreislauf von Stress und Schlafdefizit zu werden, die sich gegenseitig verstärken (Dahl 2002). Da ausreichend Schlaf und eine gute Schlafqualität für die tägliche Leistungsfähigkeit erforderlich sind, ist das späte und unzureichende Schlafverhalten der Jugendlichen äußerst problematisch für ihre Gesundheit. Insbesondere Abendtypen sind stark für die negativen Auswirkungen mangelnder Schlafhygiene empfänglich und berichteten eine geringere Schlafqualität (Russo et al. 2007). Mädchen zeigten mittels Aktigraphie eine bessere Schlafqualität als Jungen (Gaina et al. 2005a), Morgentypen eine bessere als Abendtypen (Gaina et al. 2005b). Vor allem abendorientierte Mädchen berichteten über häufigere Alpträume (Nielsen 2010).
Es ist erwiesen (Barclay et al. 2010), dass ein Großteil (43 %) der Schlafqualität durch genetische Grundlagen beeinflusst wird. Barclay et al. (2010) vermuten Umwelteinflüsse als Ursachen für die übrigen 57 % individuellen Unterschiede in der Schlafqualität, wie beispielsweise prägende Ereignisse im Lebenslauf, Beziehungsprobleme, familiäre Konflikte, Arbeitslosigkeit oder Krankheit.
Randler et al. (2009) stellten fest, dass die elterliche Festlegung der Bettgehzeiten von Jugendlichen mit ansteigendem Alter abnimmt und dass eine fehlende Einflussnahme der Eltern späte Bettgehzeiten der Jugendlichen begünstigt. Takeuchi et al. (2001) hingegen kamen zu dem Schluss, dass das elterliche Drängen auf frühe Bettgehzeiten eine spätere Abendorientierung ihrer Sprösslinge begünstigt.

Siehe auch: Kapitel 4.3, 5.3 und 6.3

1.4. Ernährung und Chronotyp

Frühes Einschlafen wird durch richtige Ernährung begünstigt. Fleig und Randler (2009) fanden heraus, dass Abendtypen vermehrt Koffein und Fastfood, aber weniger Milchprodukte konsumieren; kein Zusammenhang wurde zwischen Chronotyp und Süßigkeiten, Gemüse und Fleisch gefunden. Kanerva et al. (2012) berichteten, dass Abendtypen vermehrt Wein, Schokolade und Limonade konsumieren, während Morgentypen vermehrt gesündere Lebensmittel (Vollkorn, Roggen, Kartoffeln, Gemüse, Fisch und Früchte) konsumieren. Die kausale Wirkung von Eveningness-Orientierung auf den Konsum von Stimulanzien ist nicht erwiesen. Es wird aber vermutet, dass Suchtmittelmissbrauch von Jugendlichen eine Konsequenz unzureichenden Schlafs ist (Dahl; Lewin 2002). Erwiesen ist jedenfalls, dass jugendliche Abendtypen vermehrt Alkohol und Zigaretten konsumieren (Gau et al. 2007; Giannotti et al. 2002; Randler 2008a) und es wird vermutet, dass dieser erhöhte Stimulanzienkonsum der Abendtypen mit ihrer Persönlichkeitsstruktur – beispielsweise mit der Trait-Komponente Impulsivity – zusammenhängt (Adan 1994). Adan (1994) zeigte, dass der Konsum von Stimulanzien mit dem Chronotyp von Fachpersonal und Studierenden korreliert: Abendtypen konsumierten vermehrt Alkohol, Nikotin und Koffein. Mindell et al. (2009) berichteten, dass Koffein bei Kindern

im Alter von 5 bis 10 Jahren zu verkürzter Schlafdauer führt. Abendtypen konsumieren bedeutend mehr Koffein als Morgentypen (Mitchell & Redman 1993). Koffein reduziert die Tagesschläfrigkeit, vermindert aber auch die Schlafqualität (Beaumont et al. 2004). Auch Taylor et al. (2011) diskutierte den Zusammenhang zwischen Abendorientierung und Alkohol-/Koffeinkonsum bei Jugendlichen. Menschen, die gegen ihren physiologischen Rhythmus leben, rauchen vermehrt, vermutlich um ihren sozialen Jetlag zu kompensieren (Wittmann et al. 2006). Jugendliche Raucher im Alter von 12 bis 18 Jahren berichteten vier Jahre später eher über Schlafprobleme als jugendliche Nichtraucher. Patten et al. (2000) schlossen daraus, dass Rauchen Schlafprobleme verursacht. Adan et al. (2004) untersuchten Raucher und Nichtraucher, wobei Raucher abendorientierter waren: Nikotin steigerte die Alertness, jedoch waren Nichtraucher in subjektiv positiverer Gemütslage. Es ist lange bekannt, dass Rauchen den Zeitpunkt des Einschlafens verzögert, wobei Raucher gleichzeitig auch mehr Koffein und Alkohol konsumieren (Lexcen & Hicks 1993). Reinberg et al. (2010) belegten in einer longitudinalen Studie die Desynchronisation des Chronotyps unter dem Einfluss von gewohnheitsmäßig konsumierten Alkohols (Wein) zum Abendessen: die Folge waren Aufmerksamkeitsstörungen. Alkoholabhängige zeigten in einer Studie von Conroy et al. (2012) abends einen 18 Minuten späteren und langsameren Anstieg von Melatonin und eine niedrigere maximale Amplitude des Melatoninrhythmus. Der Konsum von Zigaretten und Koffein ist mit Abendorientierung assoziiert (Ottoni et al. 2011). Konsum von Zigaretten, Alkohol und illegalen Drogen stehen in Zusammenhang mit Schlafproblemen, wobei Johnson und Breslau (2001) zeigen konnten, dass dieser Zusammenhang teilweise durch psychische Probleme (beispielsweise Depression und Aggressivität) erklärt werden kann. Bereits Ishihara et al. (1985) zeigten, dass Abendtypen vermehrt rauchen, Koffein und Alkohol konsumieren und zu späten Nachtzeiten essen, aber dann morgens das Frühstück überspringen. Auch Giannotti et al. (2002) beschrieben einen Zusammenhang zwischen Abendorientierung und Koffeinkonsum. Urbán et al. (2011) berichteten, dass Morgentypen eher nicht rauchen und weniger Alkohol trinken, aber mehr Sport treiben. Wong et al. (2004) führen Alkohol- und anderen Drogenmissbrauch im Jugendalter auf Schlafprobleme in der Kindheit zurück und konnten einen Kausalzusammenhang herstellen, indem Sie Mütter nach den zurückliegenden Schlafproblemen ihrer Kinder fragten. Abendtypen konsumieren mehr Koffein (Taillard et al. 1999). Auch die Übersicht von Tankova et al. (1994) stellte heraus, dass Abendtypen vermehrt psychoaktive Substanzen wie Zigaretten, Koffein, Cola und Alkohol konsumieren. Tynjälä et al. (1997) berichten über einen Zusammenhang zwischen dem Konsum psychoaktiver Substanzen (Alkohol, Tabak und Koffein) von Jugendlichen und subjektiver Tagesschläfrigkeit. Zusätzlich zu Zigaretten und Alkohol untersuchten Negriff et al. (2011) auch den Konsum von Marihuana, aber fanden nur eine Korrelation von Abendorientierung und Zigarettenkonsum. Jungen konsumieren deutlich mehr Koffein als Mädchen (Lee et al. 1999), und jene die Alkohol konsumierten, berichteten vermehrt, dass sie vormittags im Klassenzimmer einschlafen. Prat und Adan (2011) stellten fest, dass Abendtypen vermehrt legale wie illegale Drogen zu sich nehmen (Cola, Nikotin, Cannabis und Ecstasy), Alkohol in risikoreichen Mengen konsumieren und vermehrt über Hangover-Symptome berichten. Der Drogenkonsum korreliert stark mit der Pubertätsentwicklung (Patton 2004).

Insbesondere was wann gegessen wird, spielt eine große Rolle. Abendtypen nehmen Mahlzeiten später ein als Morgentypen. Der richtige Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme im Einklang mit dem circadianen Rhythmus kann das Einschlafen erleichtern und ist ein Baustein guter Schlafhygiene. Morgentypen essen im Tagesverlauf regelmäßiger; Abendtypen hingegen lassen insbesondere das Frühstück aus oder nehmen es sehr spät ein (Fleig & Randler 2009). Morgentypen essen eher kontrolliert (Cognitive restraint), Abendtypen essen eher ungehemmt (Schubert & Randler 2008). Eveningness ist auch mit bulimischer Essstörung assoziiert (Kasof 2001). Wenn Kinder zugegen sind, werden reguläre Mahlzeiten eher eingehalten (Costa et al. 1987). Werktätige sehen sich aus Zeitdruck gezwungen, Mahlzeiten auszulassen, kleinere Snacks zu essen oder nicht das zu essen, was sie eigentlich wollten (Waterhouse et al. 2005). Wir vermuten, dass diese Einschränkung insbesondere auf jugendliche Abendtypen zutreffen kann. 12 % einer Stichprobe 13-jährige Australier übersprangen das Frühstück, wobei diese Angewohnheit bei Mädchen dreimal so häufig ist wie bei Jungen und mit subjektiv empfundenen Übergewicht zusammenhing, jedoch angegeben wurde, dass morgens die Zeit für ein Frühstück fehle (Shaw 1998).
Zu wenig Schlaf (Schlafentzug) ist mit Übergewicht assoziiert (Patel et al. 2006; Beebe et al. 2007; Noland et al. 2009), wobei wenig über die molekularen Abläufe bekannt ist, die zu schlafentzugsbedingtem Übergewicht führen (Bray & Young 2007). Yu et al. (2007) berichten, dass nicht Jungen, aber Mädchen ab 12 Jahren, die weniger schlafen, Übergewicht haben. Nixon et al. (2008) stellten fest, dass schon bei 7-jährigen eine zu kurze Schlafdauer (weniger als 9 Stunden) mit emotionaler Instabilität, Aufmerksamkeitsstörungen und Übergewicht verbunden ist, wobei dieses Übergewicht nicht durch verminderte sportliche Aktivität oder vermehrtes Fernsehen erklärt werden konnte. Anhand longitudinaler Daten zeigte sich, dass Kinder und Jugendliche, die kürzer schliefen (später einschliefen beziehungsweise früher aufstanden), fünf Jahre später einen höheren Body-Mass-Index hatten (Snell et al. 2007).

Siehe auch: Kapitel 4.4, 5.4 und 6.4

1.5. Stress und Problemwahrnehmung im Jugendalter[6]

Das chronische Schlafdefizit der Jugendlichen ist mit behavioralen und emotionalen Konflikten assoziiert (Gau et al. 2007). Schlechte Schlafqualität an Schultagen und unterschiedliche Schlafgewohnheiten im Vergleich Wochentag – Wochenende korrelieren mit schulischem und emotionalem Stress (Lund et al. 2009). Abendtypen fühlen sich in stressigen Situationen unwohler (Buschkens et al. 2010) und berichten über mehr Schwierigkeiten, mit sozialen Anforderungen zurechtzukommen (Mecacci & Rocchetti 1998; vgl. auch Takao et al. 2007 mit unterschiedlichen Ergebnissen). Morningness korrelierte negativ mit Ängstlichkeit bei Frauen, aber positiv oder nicht signifikant bei Männern (Díaz-Morales & Sánchez-López 2008; Muro et al. 2009), was auf einen Ein-

[6] Dieser Abschnitt ist teilweise auch in folgendem Zeitschriftenartikel zusammengefasst, der zeitgleich zur Dissertation veröffentlicht wird: Vollmer et al. (2011).

fluss des Geschlechts hinweist. Auch depressive Verstimmungen sind mit Abendorientierung und Tagesschläfrigkeit assoziiert (Moore et al. 2009; Abe et al. 2011).
Heranwachsende müssen sich mit einer Vielzahl alltäglicher Konflikte auseinandersetzen. Sie haben mit Aspekten ihrer körperlichen und psychischen Entwicklung zu kämpfen. Die lebensverändernden Ereignisse im Übergang von Kindheit zum Erwachsensein übersteigen ihre individuellen Ressourcen (Lazarus & Folkman 1984; McNamara 2000; Steinberg & Morris 2001). In dieser Lebensphase der schnellen körperlichen und psychischen Entwicklung kämpfen die Jugendlichen mit neuen und sich widersprechenden sozialen Rollen und haben Schwierigkeiten oder schaffen es nicht, die Erwartungen ihrer Umgebung zu erfüllen. Die Identitätsbildung und alle Facetten zwischenmenschlicher Beziehungen (beispielsweise die Beziehungen zu den Eltern, zu Gleichaltrigen und erste Liebesbeziehungen) bieten ein großes Potential gesteigerter Stresswahrnehmung (Rudoph 2002; Seiffge-Krenke et al. 2001; Seiffge-Krenke 2006; Wadsworth & Compas 2002). Hinzu kommen Stressoren, die sich auf zukünftige Aspekte des Lebens wie die schulische Leistung und die daraus resultierenden Berufsaussichten beziehen (Byrne et al. 2007; Nurmi et al. 1994). Jugendliche reagieren oft mit Stimmungsschwankungen, inkonsistentem und zwiespältigem Sozialverhalten, Nichtübereinstimmung der individuellen Haltung mit den allgemein anerkannten Ansichten (Nonkonformität) und Antipathie gegenüber den Eltern (McNamara 2000).
Nach der Social-Zeitgeber-Theorie (Ehlers et al. 1988) sind Stress und Chronotyp in einer Kausalkette miteinander verknüpft: Stress führt zu Verstimmungen, die alltäglichen Routinen stören und damit auch ihren circadianen Rhythmus verschieben können. Andere Theorien gehen davon aus, dass physiologische Faktoren den Biorhythmus beeinflussen und dass ein biologisch bedingter circadianer Rhythmus in Opposition zu den sozialen Rhythmen steht und in der Folge zu mehr Alltagstress führt (Review: Grandin et al. 2006). Wir folgen in der Hypothesenbildung dieser Vermutung, weil diese auch von Warner et al. (2008) empirisch belegt wurde.

Siehe auch: Kapitel 4.5, 5.5 und 6.5

1.6. Persönlichkeitswerte[7]

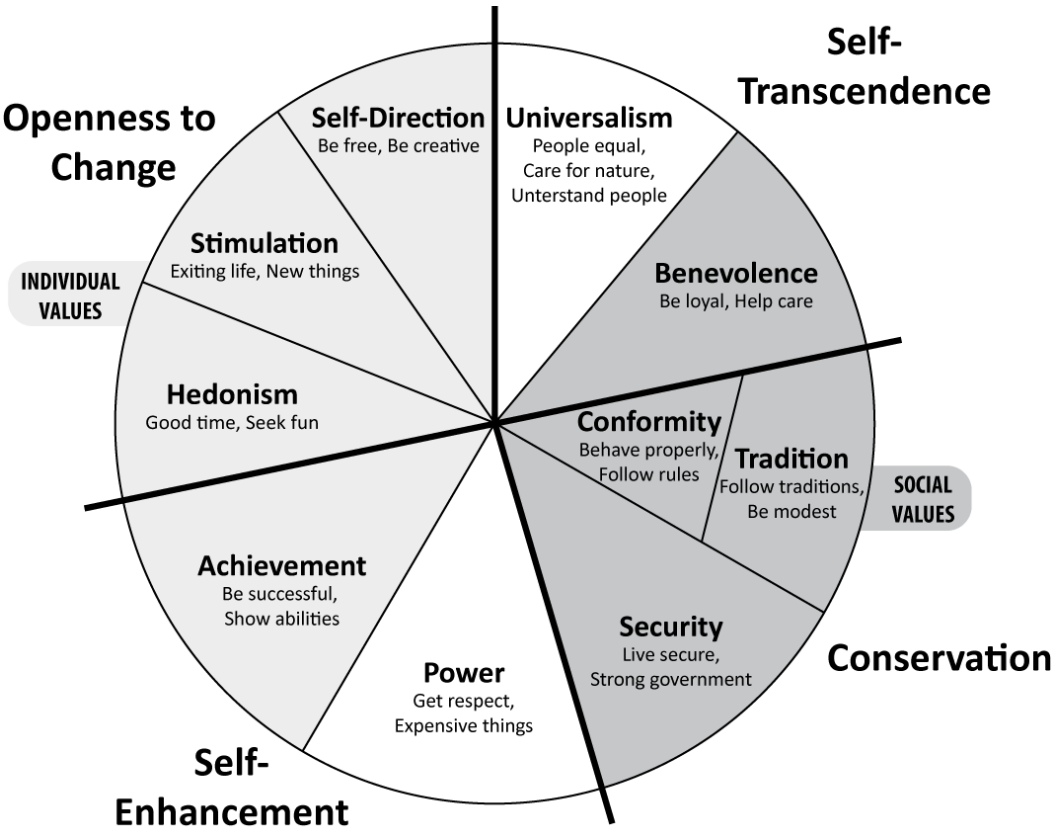
Der Chronotyp steht in Zusammenhang mit der Persönlichkeit. Dieser Zusammenhang ist schon deshalb nachvollziehbar, weil der Chronotyp ein Maß der Präferenz von bestimmten Verhaltensweisen ist. Dieser Zusammenhang wurde bereits in zahlreichen Studien thematisiert. In frühen Studien wurden die Charaktereigenschaften Extraversion (Impulsivity), Neuroticism und Psychoticism des Eysenck-Personality-Inventory (EPI; Eysenck et al. 1985) mit Eveningness in Verbindung gebracht (Reviews: Tsaousis 2010; Tonetti 2011). Des Weiteren korreliert der Chronotyp auch mit den Charaktereigenschaften des Big-Five-Inventory (BFI; Costa & McCrae 1992). Conscientiousness, das heißt, zielorientiert, gewissenhaft, impulskontrolliert und vorsichtig zu sein, war von

[7] Dieser Abschnitt ist auch in folgendem Zeitschriftenartikel zusammengefasst, der zeitgleich zur Dissertation veröffentlicht wird: Vollmer und Randler (2012).

allen Persönlichkeitsdimensionen am stärksten mit Morningness assoziiert. Agreeableness, das heißt, sich gut in sozialen Situationen zurechtzufinden, war auch mit Morningness korreliert. Einige Studien berichten positive, einige berichten negative Zusammenhänge zwischen Eveningness und den Big Five Dimensionen Openness-to-experience (offen sein für neue Ideen), Extraversion (gesellig und durchsetzungsfähig zu sein) und Neuroticism (emotional instabil sein). In einer Meta-Analyse (Tsaousis 2010) trug jede dieser drei Persönlichkeitsdimensionen nur wenig zur Abendorientierung (Eveningness) bei. Im Temperament-Character-Inventory (TCI; Cloninger 1994) luden Abendtypen höher in Novelty-Seeking und niedriger in Harm-Avoidance, Persistence und Self-Directedness, das heißt die Anpassung des eigenen Verhaltens an seine persönlichen Vorstellungen (Adan et al. 2010a; Caci et al. 2004; Randler & Saliger 2011). Díaz-Morales (2007) berichtete schwache Korrelationen des Millon-Index-of-Personality-Styles (MIPS) mit dem Chronotyp. Abendtypen präferierten hier die Denkstile imaginative (einfallsreich), feeling-guided (gefühlsgelenkt) und innovation-seeking (Neues suchend) während Morgentypen die Denkstile realistic (realitätsnah), thought-guided (rational) und conservation-seeking (Traditionen bewahrend) bevorzugten. Abendtypen präferierten außerdem den Verhaltensstil unconventional (zwanglos), während Morgentypen den Verhaltensstil dutiful (pflichtbewusst) bevorzugten. Schließlich, befragt mit dem Problem-Fragebogen (PQ) von Seiffge-Krenke et al. (2001), fühlen sich Abendtypen im Vergleich zu Morgentypen vermehrt alltäglichen Schwierigkeiten ausgesetzt und haben folglich größere Probleme ihrer sozialen Umgebung gerecht zu werden (Vollmer et al. 2011).

Über den Zusammenhang mit diesen individuellen Persönlichkeitswerten hinaus wird in Kapitel 5.6 weiter gezeigt, dass der Chronotyp auch mit sozialen (gesellschaftlichen) Persönlichkeitswerten korreliert ist. Schwartz (1992) entwickelte eine Theorie zur Struktur der individuellen und sozialen Persönlichkeitswerte (Abbildung 2). Nach dieser Theorie gibt es vier übergeordnete Wertedimensionen: *Openness to change* (Offenheit für Neues), *Self-enhancement* (persönlicher Erfolg und Status), *Conservation* (Tradition, Selbstdisziplin) und *Self-transcendence* (Wohlergehen anderer, Toleranz). Diese sind quasi-circumplex angeordnet, das heißt auf einer Kreisform, wobei die einzelnen Kuchenstücke nicht gleich groß sind. Es gibt zwei Achsen mit sich widersprechenden Enden: *Openness to change* vs. *Conservation* und *Self-enhancement* vs. *Self-transcendence*. Miteinander kompatible Werte grenzen aneinander (Schwartz; Boehnke 2004). *Openness to change* und *Self-enhancement* sind individuelle Persönlichkeitswerte; *Conservation* und *Self-transcendence* sind soziale Persönlichkeitswerte. Diese individuellen und sozialen Wertedifferenzen können mit dem Portrait-Values-Questionnaire (PVQ) (Schwartz 2003). Insbesondere die zwei sozialen Persönlichkeitswerte korrelieren mit ideologischen (religiösen und politischen) Einstellungen (Davidov et al. 2008). Im Projekt MMSM wurden die vier Persönlichkeitsdimensionen des PVQ an Jugendlichen auf die Einflüsse von Chronotyp und Geschlecht untersucht.

Abbildung 2: Theoretische Zusammensetzung von Persönlichkeitswerten (PVQ)



Quelle: (Schwartz 1992) | Grafik: Projekt MMSM 2009-2012

Siehe auch: Kapitel 4.6, 5.6 und 6.6

1.7. Soziales Umfeld und Chronotyp

Soziokulturelle Zeitgeber wurden in der Literatur, wenn überhaupt erwähnt, häufig als Umwelteinflüsse zusammengefasst. Diese sozialen Faktoren erklären vermutlich einen hohen Anteil der 50% der individuellen Unterschiede im Chronotyp, die nicht durch Genetik erklärt werden können (Barclay et al. 2010). Welche Umwelteinflüsse dies im Einzelnen sind und insbesondere wie groß ihr relativer Anteil ist, wurde bisher noch nicht erforscht. Barclay et al. (2010) vermuten externe Zwänge wie Arbeitszeiten und soziale Verpflichtungen als die größten Umwelteinflüsse. Die relative Einflussgröße mehrerer soziokultureller Zeitgeber ist noch unzureichend bekannt, weshalb ein Mehrwert dieses Forschungsvorhabens auch in der Erforschung von soziokulturellen Zeitgebern liegt.
Eltern gehen generell später zu Bett als ihre Kinder (in Klassenstufe 4), schlafen kürzer und sind eher Morgentypen (Gau & Merikangas 2004). Der Schlafrhythmus der Eltern korreliert mit dem Schlafrhythmus der Kinder (Leonhard & Randler 2009). Yamazaki (2007) zeigten, dass der familiäre Hintergrund den circadianen Rhythmus beeinflussen kann. Elterliche Durchsetzung von frühen Bettgehzeiten während der Kindheit steht kausal mit einem früheren Chronotyp in der Adoleszenz in Zusammenhang (Takeuchi et

al. 2001). Präpubertäre Kinder mit jüngeren Geschwistern schlafen länger als jene ohne Geschwister (Nixon et al. 2008).
Adam et al. (2007) wiesen nach, dass Schüler aus bildungsfernen Schichten vor Schultagen weniger schlafen. Des Weiteren waren Schüler dieser Studie, die mehr Zeit mit Essen verbrachten aber weniger Snacks zu sich nahmen, frühere Chronotypen. Niedriger Bildungsabschluss und Arbeitslosigkeit sind darüber hinaus mit Schlafproblemen und schlechter Gesundheit assoziiert (Arber et al. 2009). El-Sheikh et al. (2010) wiesen nach, dass Kinder und Jugendliche aus sozio-ökonomisch schlechter gestellten Familien ein höheres Risiko trugen, Schlafprobleme zu entwickeln. Eine Übersicht zu Zusammenhängen zwischen Chronotyp und sozio-ökonomischen Hintergrundvariablen lieferte Gellis (2011). Kinder aus Familien mit geringerem sozio-ökonomischem Status haben vermehrt mit Schlafproblemen zu kämpfen (Stein et al. 2001).
Bell und Belsky (2008) fanden heraus, dass alleinerziehende und jüngere Mütter sowie Mütter, die ihrem Kind gegenüber ablehnender und weniger einfühlsam waren bzw. es mehr Konflikte gab, dem Kind vermehrt Schlafprobleme bereiteten; Väter hatten keinen Einfluss.
Benedito-Silva et al. (1998) diskutierten Einwohnerzahl und Lebensstile als Einflussfaktoren des Chronotyps. Jugendliche in städtischem und ländlichem Umfeld zeigten unterschiedliches Schlafverhalten: das städtische Umfeld führte zu einem verzögerten Schlafrhythmus (Louzada & Menna-Barreto 2003). Borisenkov et al. (2010) fanden heraus, dass die Schlafdauer von Schülern auf dem Land 46 min länger war als jene von Schülern in der Stadt. Takeuchi et al. (2001) stellten fest, dass Jugendliche, die im Zentrum einer Großstadt leben, spätere Chronotypen sind als Jugendliche, die in den Vororten leben. Eine indische Studie (n=2.742) zeigte, dass Schüler mit städtischem Wohnumfeld eher zu extremen Skalenenden im Chronotyp (Morgentyp und Abendtyp) neigen (Achari & Pati 2007), wobei es überraschenderweise keine klare Präferenz der Stadtbewohner für den Abendtyp und der Landbewohner für den Morgentyp gab. Auch Yang et al. (2009) stellten beim Vergleich der Schlafprobleme von Schülern mit städtischem und ländlichem Wohnumfeld fest, dass sich das städtische Wohnumfeld negativ auf eine frühe Einschlafzeit, die Schlafdauer und Schlafqualität auswirkt und zu höherer Tagesschläfrigkeit beiträgt. Auch das Alter und der Bildungsabschluss der Mutter hatten einen Einfluss, wobei von Yang et al. (2009) vermutet wurde, dass die Arbeitszeiten der Eltern in städtischen Regionen eher durch Schichtarbeit bestimmt sind als auf dem Land und dass Kinder in städtischen Regionen besseren Zugang zu elektronischen Medien haben, die ihren Schlafrhythmus negativ beeinflussen könnten.
Jenni (2005) betont die Interaktion von biologischen und kulturellen Faktoren in der Ausbildung des Chronotyps. Owens (2004) gibt eine Übersicht zu kulturellen Unterschieden im Schlafhygieneverhalten – beispielsweise Rituale beim zu Bett gehen, die Gestaltung der Schlafumgebung, der Mittagsschlaf und elterliche Konzepte eines „normalen“ Schlafs ihrer Kinder. Wolfson und Richards (2011) geben einen Überblick zu möglichen sozialen und kulturellen Einflüssen auf den Chronotyp. Tynjälä et al. (1993) fanden kulturelle Unterschiede beim Vergleich der Schlafprobleme von Jugendlichen in 11 europäischen Ländern, wobei finnische Kinder die größten Schlafprobleme hatten. Natale et al. (2009) fanden nationale Unterschiede in den präferierten Schlafenszeiten,

aber nicht in der Schlafdauer. Beim interkulturellen Vergleich von Schlafmustern von chinesischen und US-amerikanischen Elementarschulkindern stellte sich heraus, dass chinesische Kinder 30 Minuten später zu Bett gingen und 30 Minuten früher aufstanden und über mehr Schlafprobleme berichteten (Liu 2005). Kim et al. (2002) berichten über kulturelle Unterschiede im Chronotyp: hispanoamerikanische Jugendliche (13-16 Jahre) waren im Vergleich zu kaukasischen und afroamerikanischen Jugendlichen tendenziell vermehrt morgenorientiert. Japanische Jugendliche schlafen später und kürzer als italienische Jugendliche (Shinomiya et al. 2004); als Grund sehen die Forscher, dass italienische Eltern (70 %) eher die Bettgehzeiten ihrer Kinder festlegen als japanische Eltern (40 %). Das Festlegen der Bettgehzeiten durch die Eltern hatte bei den jüngeren Jugendlichen im Alter von 12 bis 15 Jahren den Effekt, dass diese eher morgenorientiert waren; bei den älteren Jugendlichen hatte die Festlegung der Bettgehzeiten keinen Einfluss auf den Chronotyp (Shinomiya et al. 2004). Smith et al. (2002) fanden beim Vergleich der Chronotypen aus sechs Ländern, dass die Menschen in eher gemäßigten Klimazonen eher morgenorientiert waren. In einem US-Sample von Elementarstufenschülern zeigten sich spätere Bettgehzeiten bei Kindern aus ethnischen Minderheiten (Spilsbury et al. 2004).
Die Lebensqualität insgesamt betreffend fanden Biss und Hasher (2012) heraus, dass Morgentypen zufriedener sind und ihre Gesundheit positiver einschätzen. Tzischinsky und Shochat (2011) zeigten, dass Tagesschläfrigkeit, Schlafdauer an Wochentagen und Abendorientierung die Lebensqualität von Jugendlichen negativ beeinflusst.

Siehe auch: Kapitel 4.7, 5.7 und 6.7

1.8. Elektronische Bildschirmmedien und Chronotyp

Elektronische Bildschirmmedien sind mittlerweile so verbreitet, dass sie in vielen Kinderzimmern mehrfach vorhanden sind (Computer, Fernseher, Mobiltelefon etc.) und schon früh Einzug ins Leben der Kinder finden. Der Zusammenhang zwischen der Nutzung elektronischer Bildschirmmedien und Abendorientierung wurde bereits untersucht, jedoch ist der relative Einfluss im Vergleich zu anderen Zeitgebern nicht bekannt. Adam et al. (2007) berichteten, dass jugendliche Abendtypen länger fernsehen und Computer spielen als jugendliche Morgentypen. Owens et al. (1999) zeigten, dass langes Fernsehen vor dem zu Bett gehen, insbesondere dann, wenn der Fernseher im Kinderzimmer steht, mit Schlafstörungen und späterem Einschlafen und kürzerer Schlafdauer assoziiert sind. Mindell et al. (2009) berichten über eine verkürzte Schlafdauer bei Kindern im Alter von 5 bis 10 Jahren, die einen Fernseher im Kinderzimmer hatten. Japanische Schulkinder, die vermehrt fernsehen und Videospiele spielen, berichteten über eine vergrößerte Sleep-Onset-Latency (Gaina et al. 2006). Bulck (2004) untersuchten den Zusammenhang zwischen Bildschirmmediennutzung und Schlafenszeiten von Schülern, wobei Kinder, die einen Fernseher oder einen Computer im Zimmer hatten oder mehr fern sahen beziehungsweise mehr Computer spielten einen späteren Schlafrhythmus hatten und vermehrt über Müdigkeit klagten. Eine epidemiologische Studie über japani-

sche Studierende kam zu dem Ergebnis, dass Abendtypen vermehrt spät abends fernsehen (Harada et al. 2004). Das Spielen eines aufregenden Ego-Shooters unterdrückt die Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin, wenn die Bildschirmhelligkeit auf hoch eingestellt ist (Higuchi et al. 2005). Diese Laborstudie zeigte auch, dass die Herzfrequenz nach dem Spielen von Ego-Shootern höher ist, insbesondere mit einem hellen Bildschirm (Higuchi et al. 2005); auch die subjektive Schläfrigkeit dieser Probanden war geringer und die Dauer des REM-Schlafs war kürzer als bei der Kontrollgruppe. Die Mediennutzung ist wiederum abhängig vom sozio-ökonomischen Status der Eltern (Wight et al. 2009).

Siehe auch: Kapitel 4.8, 5.8 und 6.8

1.9. Lichtverschmutzung und Chronotyp[8]

Das Sonnenlicht scheint der wichtigste Faktor in der Einpassung (Entrainment) der menschlichen inneren Uhr an den 24-Stunden-Rhythmus seiner Umwelt zu sein (Foster & Roenneberg 2008). Ihm wird als externem Zeitgeber in der Ausbildung des circadianen Rhythmus eine hohe Relevanz beigemessen. Beispielsweise haben die Menschen im Osten Deutschlands einen früheren Chronotyp als die im Westen, was auf den früheren Sonnenaufgang im Osten Deutschlands zurückzuführen ist (Roenneberg et al. 2007b; Randler 2008b). Dieser Zusammenhang zwischen Tagesanfang und Chronotyp gilt auch für Jugendliche in der mitteleuropäischen Zeitzone (Randler 2008d). Seit dem 19. Jahrhundert und beginnend mit Gaslampen und später mit elektrischem Licht dehnte sich die menschliche Aktivität, einhergehend mit Verstädterung und Industrialisierung, in die künstlich erhellte Nacht aus (Melbin 1978). Auch im Jahresverlauf hat das Sonnenlicht einen Einfluss auf den Chronotyp. Dies schlägt sich beispielsweise in jahreszeitbedingten Unterschieden im Chronotyp nieder, die sich aus dem länger werdenden Tag im Frühling und dem kürzer werdenden Tag im Herbst bei Geburt ergeben.
Es wird vermutet, dass die hell erleuchtete Nacht als externer Zeitgeber den Chronotyp in Richtung Abendtyp verschieben könnte, weil künstliches Licht bei Nacht die Voraussetzung dafür ist, dass eine Vielzahl sozialer Aktivitäten auch nachts stattfinden können und auch künstliches Licht den physiologischen Rhythmus direkt beeinflussen kann (Jung et al. 2010). Danilenko et al. (2011) erforschten, dass die Zapfen (Fotorezeptoren) der Augen des Menschen gerade abends (um 20 Uhr) am empfindlichsten auf Licht reagieren und dass diese Lichtempfindlichkeit im Laufe der Nacht abnimmt. Aschoff und Wever (1962) zeigten vor 50 Jahren, dass der circadiane Rhythmus des Menschen etwa 25,2 Stunden beträgt, wenn alle Zeitgeber ausgeschlossen sind, wobei Czeisler et al. (1999) diesen Wert, belegt durch eine empirische Studie, auf 24,2 Stunden korrigierte, und argumentierte, dass die Lichtintensitäten in der Studie von Aschoff und Wever (1962) zu hoch gewesen seien. Im Projekt MMSM wurde der Zusammenhang zwischen Chronotyp (Morningness-Eveningness) und der Helligkeit nächtlicher Außenbeleuch-

[8] Dieser Abschnitt ist auch in folgendem Zeitschriftenartikel zusammengefasst, der zeitgleich zur Dissertation veröffentlicht wird: Vollmer et al. (2012).

tung untersucht. Bisherige Forschung hat gezeigt, dass künstliches Licht bei Nacht den circadianen Rhythmus des Menschen verzögern kann (Kripke et al. 2007). Dewan et al. (2011) fanden heraus, dass moderate (2.000 Lux) und hohe Lichtintensität (8.000 Lux) eine Verspätung der inneren Uhr des Menschen hervorrufen können, wenn die Dauer der Lichteinwirkung drei Stunden betrug. Künstliche Beleuchtung bei Nacht verzögert die abendliche Melatoninausschüttung und damit die Absenkung der Kernkörpertemperatur (Kräuchi et al. 1999) und die Wärmeableitung über die Extremitäten und verlängert die Einschlafphase beziehungsweise verzögert die subjektive Müdigkeit (Kräuchi et al. 1997a; Burgess et al. 2001). Zeitzer et al. (2000) und Cajochen et al. (2000) zeigten, dass Menschen sogar auf schwache Zimmerbeleuchtung (~100 Lux) vor dem Einschlafen („early biological night") empfindlich reagieren: Der Anstieg des Melatonins und ihr circadianer Rhythmus verzögerten sich. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass auch schwaches Licht, das von außerhalb des Hauses durch Fenster ins Schlafzimmer eindringen kann, die innere Uhr des Menschen verzögern kann. Brainard et al. (2001) und kürzlich auch Gooley et al. (2011) haben darüber hinaus nachgewiesen, dass normale Zimmerbeleuchtung im Gegensatz zu gedämpfter Beleuchtung die Melatoninausschüttung vor dem Schlafengehen und während des Schlafs unterdrückt und verzögert. Auch Haim et al. (2011) diskutieren den Einfluss von abendlichem künstlichem Licht auf das Schlafverhalten. Rüger et al. (2006) fanden heraus, dass helles Licht bei Nacht – jedoch nicht tagsüber – die Herzfrequenz erhöhte und die Kernkörpertemperatur ansteigen ließ.

Siehe auch: Kapitel 4.9, 5.9 und 6.9

1.10. Photoperiode bei Geburt und und Chronotyp[9]

Einige Studien weisen auf saisonale Effekte hin, die den Chronotyp schon bei der Geburt – in den letzten Schwangerschaftsmonaten oder kurz nach der Geburt – beeinflussen könnten (Natale 1997; Chotai et al. 2006; Ciarleglio et al. 2011). Hier scheinen der saisonal sich verkürzende/kurze und verlängernde/lange Tag, die Sonnenstunden sowie andere klimatische Einflüsse wie die Temperatur, saisonale Infektionskrankheiten, die Ernährung und saisonale Lebensstile in der frühen Lebensphase auf den Chronotyp einzuwirken, wobei der sich verkürzende/kurze Tag zu einem schnelleren und der sich verlängernde/lange Tag zu einem langsameren circadianen Zyklus führen können. Natale und Adan (1999) sowie Natale et al. (2009) untersuchten italienische und spanische Studierende und fanden einen schwachen Zusammenhang zwischen Herbst-/Wintergeborenen und Morningness sowie zwischen Frühlings-/Sommergeborenen und Eveningness, jedoch nicht bei weiblichen Studierenden. Für die empirische Untersuchung wurde vorzugsweise eine nicht-lineare Regression mit einer Kosinusfunktion angewandt, die an den Lauf der Jahreszeiten angepasst ist und Alter und Geschlecht der Befragten berücksichtigt. Natale et al. (2002) sahen für die Geburtsmonate Dezember und Januar einen Zusammenhang mit Morningness und für Juni und Juli eine entspre-

[9] Dieser Abschnitt ist auch Thema eines Zeitschriftenartikels, der zeitgleich zur Dissertation veröffentlicht wird: Vollmer et al. (in press).

chende Korrelation mit Eveningness für beide Geschlechter; gleiches konnten die Autoren auch für die Jahreshälften Oktober–März (mehr Morgentypen) beziehungsweise April–September (mehr Abendtypen) nachweisen, wobei in dieser Studie Männer größere Effekte zeigten. Im nördlichen Russland (Breitengrad: 59.5°N - 67.6°N) zeigten sich hingegen keine Auswirkungen des Geburtsmonats auf den Chronotyp von 11- bis 18-jährigen (Borisenkov et al. 2012). Die zusätzlich herangezogenen Variablen Sonnenaufgang, Sonnenuntergang und Tageslänge bei Geburt hatten hingegen einen Einfluss auf die Präferenz früher oder später Schlafenszeiten, gemessen mit dem Munich Chronotype Questionnaire. Zhang et al. (2006) fanden in zwei Altersgruppen (19-23-jährige und 30-49-jährige) den Zusammenhang zwischen Morningness und Herbst-/Wintergeborenen beziehungsweise Eveningness und Frühling-/Sommergeborenen. Die kürzere/längere Photoperiode wird als Ursache vermutet. Alam et al. (2008) untersuchten Studierende in Südbrasilien, wobei die im Frühling und Sommer Geborenen vermehrt Abendtypen waren. Tęgowska et al. (2006) fanden bei jungen Frauen mehr sommergeborene Morgentypen und mehr frühlingsgeborene Abendtypen. Natale und Di Milia (2011) verglichen den Zusammenhang von Geburtsmonat und Chronotyp bei Menschen auf der Nord- und Südhalbkugel, mit ähnlichen Ergebnissen – während der längeren Photoperiode werden mehr Abendtypen geboren und während kürzerer Photoperiode werden entsprechend mehr Morgentypen geboren. Harada et al. (2011) wiesen diesen Effekt des Geburtsmonats auch für 2-12-jährige Mädchen in einer japanischen Population (Breitengrad: N°33) nach, jedoch nicht für Jungen und Jugendliche und führten die im Vergleich zu anderen Studien geringeren Unterschiede auf Nähe der Präfektur Tokushima zum Äquator zurück. Takao et al. (2009) fanden keine Unterschiede in der circadianen Präferenz, die auf den Geburtsmonat oder die Photoperiode nach der Geburt zurückzuführen wären. In einer Studie von Tonetti et al. (2011) modulierte der Geburtsmonat nicht den Chronotyp insgesamt, jedoch präferierten jugendliche Frühlingsgeborene spätere Bettgehzeiten und hatten einen späteren Schlafmittelpunkt als Herbstgeborene. Touchette et al. (2008) fanden keinen Zusammenhang von Geburtsmonat und Schlafmittelpunkt beziehungsweise von Geburtsmonat und Schlafdauer bei 4- bis 6-jährigen. Auch Mongrain et al. (2006) fanden bei 17- bis 35-jährigen aus Montreal, Canada, dass in der kürzeren Photoperiode Geborene (8- bis 10-Stunden-Tag, insbesondere im Herbst, aber nicht im Winter) vermehrt morgenorientiert waren, während Individuen, die in der längeren Photoperiode geboren wurden (12- bis 14-Stunden-Tag), vermehrt abendorientiert waren. Ob die Photoperiode bei Geburt wirklich den Chronotyp beeinflusst, bleibt aufgrund der widersprüchlichen und unzureichenden Datenlage bis auf weiteres ungeklärt und bedarf weiterer Forschung, vgl. Erren et al. (2012) sowie Natale und Di Milia (2012).

Siehe auch: Kapitel 4.10, 5.10 und 6.10

1.11. Wissen über den Schlaf und Chronotyp

Beim Thema Schlaf und Schlafhygiene ist davon auszugehen, dass die Schüler bereits eigene Konzepte besitzen und anwenden, die teilweise auch durch die Eltern geprägt

sind. Es wurde deshalb quantitativ erhoben, welche Vorstellungen und Konzepte Schüler über Chronobiologie, Schlaf und Schlafhygiene schon haben und wie gut diese Vorstellungen durch Wissen begründet sind.
Jungen und Abendtypen zeigten in einer Studie von Díaz-Morales et al. (2011) vermehrt falsche Konzepte über Schlaf und Schlafhygieneverhalten. Die Chance, dass Unterricht zum Thema Schlaf das Schlafverhalten tatsächlich verbessert, ist gering. Gallasch und Gradisar (2007) untersuchten Erwachsene, wobei das Wissen über den Schlaf stark mit dem gelebten Schlafverhalten und resultierender besserer Schlafqualität zusammenhing, jedoch nicht wenn für Alter und Geschlecht kontrolliert wurde. Die Autoren schlussfolgern daraus, dass die vorhandene Bildung zum Thema Schlaf nicht effektiv sei. Dysfunktionale Vermutungen und Einstellungen zum Thema Schlaf sind bereits bei Kindern im vorpubertären Alter (8-10 Jahre) mit Schlafproblemen assoziiert (Gregory et al. 2009). Jugendliche sind sich über die Konsequenzen von Schlafentzug bewusst; so gaben über 50 % in einer Studie von Noland et al. (2009) an, dass zu wenig Schlaf folgende negative Effekte haben kann: Tagesschläfrigkeit, Aufmerksamkeitsstörungen, schlechtere Schulnoten sowie soziale Konflikte.

Siehe auch: Kapitel 4.11, 5.11 und 6.11

1.12. Schulleistung und Chronotyp

Die Schulleistung leidet deutlich unter einer schlechteren Schlafqualität und dem größeren Schlafdefizit der Abendtypen. Schlechte Schlafqualität steht in Zusammenhang mit schlechteren Noten von Studierenden (Howell et al. 2004). 9- bis 14-jährige Schüler, die über eine bessere Schlafqualität und weniger Tagesschläfrigkeit berichteten, zeigten auch erhöhte schulische Motivation und bessere Schulleistungen (Meijer et al. 2000). Jugendliche, die schnarchen oder Tagesschläfrigkeit verspüren, haben schlechtere Schulnoten (Perez-Chada et al. 2007). In einer metanalytischen Übersicht stellten Dewald et al. (2010) fest, dass schlechte Schulleistung insbesondere mit Tagesschläfrigkeit, aber auch mit verminderter Schlafqualität und kürzerer Schlafdauer korrelieren. Wolfson und Carskadon (1998) sowie eine Review von Wolfson und Carskadon (2003) berichteten, dass Schüler mit schlechteren Noten vor Schultagen kürzer, später und unregelmäßig schlafen und eine geringere Schlafqualität aufweisen. Kurzschläfer mit sechs oder weniger Stunden Schlaf pro Nacht hatten bedeutend schlechtere Durchschnittsnoten als Schüler mit längerer Schlafdauer (Kelly et al. 2001). Fredriksen et al. (2004) untersuchten Schlafmuster und Schulleistung longitudinal und stellten fest, dass die Schlafdauer mit ansteigendem Alter abnahm und dass diejenigen Schüler, die in Klassenstufe 6 weniger schliefen, später schlechtere Noten hatten. Buckhalt und Staton (2011) sehen ausreichenden Schlaf als Mediator zwischen sozio-ökonomischem Status und Schulleistung. Die Schlafdauer ist vor einem sportlichen Wettkampf geringer als vor normalen Tagen (Savis et al. 1997); dieses Ergebnis ist auf eine Prüfungssituation in der Schule übertragbar. Eliasson et al. (2002) fanden hingegen keinen Zusammenhang zwischen Schlafdauer vor Schultagen und Schulleistung.

Vergleichbare Ergebnisse lieferte der Abgleich des Chronotyps mit Abiturnoten (Randler & Frech 2006) und mit Zeugnisnoten in den Fächern Deutsch, Mathematik und Englisch (Randler & Frech 2009), mit jeweils besseren Ergebnissen für Morgentypen. Borisenkov et al. (2010) stellten fest, dass der Chronotyp sich zweimal so stark wie die Schlafdauer auf die Schulleistung des vergangenen Vierteljahres auswirkt. Abendorientierung und, damit verbunden, ein größerer sozialer Jetlag korrelieren mit schlechterer Schulleistung (Giannotti & Cortesi 2002; Giannotti et al. 2002). Trockel et al. (2000) fand heraus, dass insbesondere die Aufwachzeit von Studierenden den größten Anteil der Varianz in ihren Durchschnittsnoten im ersten Studienjahr erklärt, wobei Abendtypen vermehrt schlechtere Noten hatten. McElroy und Mosteller (2006) zeigten für Studierende, dass Abendtypen nur schwer mit frühen Seminarzeiten zurechtkommen und sich schlechter an Inhalte des vorherigen Semesters erinnern, wenn diese morgens stattfanden.

Siehe auch: Kapitel 4.12, 5.12 und 6.12

1.13. Aufmerksamkeit und Chronotyp

Die Leistungsfähigkeit ist abhängig von der „Tagesform“ und der Tageszeit. Ein Orchester von internen und externen Zeitgebern bestimmt den Zeitpunkt des Tageshochs. Wie lange wir schon wach sind und wie lange wir davor geschlafen haben, bestimmen zusammen die Amplituden von Leistung und Schlafdruck (Dijk; von Schantz 2005). Das tägliche Körpertemperaturminimum korreliert stark mit dem Schlafmittelpunkt, wobei das Körpertemperaturminimum bei Abendtypen nicht wie bei Morgentypen mit ihrem Schlafmittelpunkt übereinstimmt, sondern später, also näher der Aufwachzeit, eintritt (Baehr et al. 2000); dies trifft umso mehr zu, weil der frühe Schulrhythmus den Abendtypen ein abruptes Endes ihres Nachtschlafs abverlangt. Hieraus lässt sich einerseits erklären, warum Abendtypen schlechter einschlafen als Morgentypen, andererseits aber lässt sich daraus auch schließen, warum Abendtypen morgens nach dem Aufwachen nicht so schnell wach werden und in den ersten Schulstunden eine schlechtere Aufmerksamkeitsleistung haben könnten: ihr Körper, angezeigt durch eine niedrigere Körpertemperatur, ist noch nicht richtig wach.
Es existiert bereits eine Fülle an Studien zu Aufmerksamkeit und Chronotyp. Die Aufmerksamkeit (Energetic Arousal) und Leistungsfähigkeit von Jugendlichen und Studierenden unterliegt circadianen Schwankungen, wobei Adan und Guàrdia (1993) zeigten, dass Morgentypen morgens aufmerksamer und nachmittags weniger aufmerksam waren, wobei Abendtypen in der Aufmerksamkeit (Energetic Arousal) keine Unterschiede zwischen morgens und nachmittags aufwiesen. In einer weiteren Studie zeigten sich keine Unterschiede zwischen Morgen- und Abendtypen bezüglich eines Schnelligkeitstests und eines kognitiven Tests (Adan 1991), es war jedoch bei Morgentypen und Mischtypen ein Post-lunch-Dip in der Gedächtnisleistung nachweisbar. Während die Tagesschläfrigkeit im Verlauf des Tages abnahm, stieg die Leistungsfähigkeit der Jugendlichen an (Andrade & Menna-Barreto 1996). Das chronische Schlafdefizit der älteren Jugendlichen ist mit verringerter Aufmerksamkeit im Unterricht assoziiert (Randler & Frech 2006). Beebe et al. (2008) berichten über verringerte Aufmerksamkeit bei Ju-

gendlichen mit experimentellem Schlafentzug. Bonnet und Arand (1995) referierten die negativen Konsequenzen eines konstanten Schlafentzugs von Erwachsenen, der jedoch auch jugendliche Schüler in den Schulwochen begleitet und verringerte Aufmerksamkeit und Unfallgefahr zur Folge haben kann. Riedel et al. (2011) stellten eine erhöhte Unfallgefahr fest, wenn Feuerwehrmänner nachts arbeiteten. Gründe für die erhöhte Unfallgefahr liegen einerseits im suboptimalen Entscheidungsprozess in der Folge von Schlafentzug (Killgore et al. 2012) und andererseits im größeren Risikoverhalten der Abendtypen (Killgore 2007 & Killgore et al. 2006). Stimulanzien wie Koffein sind in der Lage, die Schläfrigkeit und die psychomotorische Vigilanz bei Schlafentzug länger aufrechtzuerhalten, jedoch trifft dies auf andere kognitive Funktionen wie das Treffen von Entscheidungen nicht zu (Killgore et al. 2012). Caminada und de Bruijn (1992) stellten fest, dass Abendtypen ihren Peak im Energetic Arousal später im Tagesverlauf hatten als Morgentypen. Die intellektuelle Leistung in Fluid Intelligence war besser, wenn sie mit dem individuell präferierten Tagesrhythmus von Jugendlichen zusammenfiel (Goldstein et al. 2007). Einen Überblick über Studien zu Schwankungen in der Leistungsfähigkeit im Tagesverlauf lieferten Carrier und Monk (2000). Danach fluktuiert diese je nach Lage des circadianen Rhythmus und der Dauer der Wachheit des Individuums. Clarisse et al. (2010) untersuchten die Aufmerksamkeit jugendlicher Schüler und stellten eine Abhängigkeit von der circadianen Präferenz fest, wobei Abendtypen um 7:30 Uhr morgens deutlich schlechter abschnitten als Morgentypen. Fabbri (2008) untersuchte die subjektive Wachheit und das Zahlengedächtnis von Studierenden in Abhängigkeit von der Tageszeit: um 13 Uhr schnitten die Studierenden besser ab und gaben auch eine gesteigerte Wachheit an als um 9 Uhr morgens, wobei die Wissenschaftler das bessere Abschneiden um 13 Uhr auf ein um diese Uhrzeit effizienteres Arbeitsgedächtnis zurückführten. Wenn Individuen über lange Zeit (36 Stunden) stündlich kognitive Aufgaben erledigen müssen, äußern Abendtypen größere Müdigkeit, weil der Beginn des Tests morgens war, verfügen aber objektiv gemessen über eine ähnliche Wachheit (Alertness) wie Morgentypen (Taillard et al. 2011), wobei die Abendtypen in der darauffolgenden Nacht eine höhere Leistungsfähigkeit aufrechterhalten konnten. Abendtypen berichteten vermehrt über Aufmerksamkeitsprobleme in der Schule (Giannotti et al. 2002). Fallone et al. (2001) fanden heraus, dass Kinder und Jugendliche, die experimentell kontrolliertem Schlafentzug ausgesetzt waren, generell unaufmerksamer waren, jedoch schlug sich die reduzierte Wachheit nicht in den Ergebnissen von Vigilanztests nieder. Valdez et al. (2010) unterzogen Studierende einem 28-stündigen Langzeitaufmerksamkeitstest, wobei die Aufmerksamkeitsleistung aus homöostatischen Gründen (ansteigendem Schlafdruck) kontinuierlich abnahm. Die Fehlerrate zeigte circadiane Schwankungen. Die ersten 26 Sekunden lieferten die höchste Konzentrationsleistung. Hieraus lässt sich vermuten, dass die Aufmerksamkeitsleistung in der Schule im Tagesverlauf kontinuierlich abnimmt, und dass es Unterschiede in der Aufmerksamkeitsleistung von Morgentypen und Abendtypen in Abhängigkeit von der Tageszeit geben könnte. Schulkinder im Alter von 10-12 Jahren arbeiteten in einem Leistungstest frühmorgens langsamer aber konzentrierter als nachmittags (van der Heijden et al. 2010). Natale und Lorenzetti (1997) untersuchten das Leseverständnis von Morgen- und Abendtypen um 9 Uhr und um 17 Uhr, wobei erwartungsgemäß Morgentypen morgens und Abendtypen abends besser ab-

schnitten. Natale et al. (2003) fanden nur in einem visuellen Aufmerksamkeitstest unterschiedliche Leistungsfähigkeit der Chronotypen im Tagesverlauf, jedoch nicht in Logik, räumlichem Vorstellungsvermögen und Mathematik; sie vermuteten als Ursache für die Unterschiede eine tageszeitabhängige Aktivierung der linken Gehirnhälfte. In einer Studie von Hansen et al. (2005) schnitten Jugendliche in einem Leistungstest nachmittags (15 Uhr) besser ab als um 6:30 Uhr. Kinder mit schlechter Schlafqualität zeigten Verhaltensprobleme und schnitten in neuro-behavioralen Computertests schlechter ab (Sadeh et al. 2002). Der Chronotyp hat auch Auswirkungen auf die sportliche Leistungsfähigkeit im Tagesverlauf. Sargent et al. (2010) zeigten, dass die Griffstärke der dominanten Hand am circadianen Tiefpunkt am Schwächsten ist und am gegenüberliegenden circadianen Hochpunkt am stärksten ist. Schaal et al. (2010) zeigten, dass jugendliche Morgentypen sportlich aktiver sind, sich selbst als sportlich aktiver einschätzen und Sport mehr positive Wirkungen zuschreiben als Abendtypen. Die kognitive Leistungsfähigkeit ist von der Tageszeit und vom circadianen Rhythmus abhängig (Schmidt et al. 2007). Bei Morgentypen nimmt die Fähigkeit kognitiver Konfliktverarbeitung im Tagesverlauf ab, während sie bei Abendtypen im Tagesverlauf zunimmt – in Relation zu der wach verbrachten Zeit (Schmidt et al. 2012). Song und Stough (2000) hingegen fanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich Tageszeit, Chronotyp und Performance in einem kognitiven Fähigkeitstest, außer im Multidimensional-Aptitude-Battery-IQ (MAB-IQ) zum räumlichen Vorstellungsvermögen, wobei Morgentypen morgens interessanterweise schlechter abschnitten als Abendtypen, mit umgekehrtem Resultat am späten Nachmittag. Song und Stough (2000) schließen daraus, dass es kein verlässliches Bild eines Zusammenhangs zwischen Chronotyp, Tageszeit und kognitiver Fähigkeit gibt. Studierende schnitten in Leistungstests besser ab, wenn sie ausreichend schliefen und bessere Schlafqualität aufwiesen (Gomes et al. 2011).

Siehe auch: Kapitel 4.13, 5.13 und 6.13

1.14. Unterrichtsentwurf mit Begleitevaluation

Jugendliche schlafen aus physiologischen, psychischen und sozialen Gründen zu spät: Der späte Schlafrhythmus passt nicht zu den frühen Unterrichtszeiten (Hagenauer et al. 2009). Jugendliche schlafen daher zu wenig. Die negativen Konsequenzen sind Tagesschläfrigkeit, Unfallanfälligkeit (Carskadon 2004), Stimmungsschwankungen, Empfänglichkeit für Drogen und das Antrainieren von Schlafstörungen. Eine Aufklärung über angemessene Schlafhygiene könnte das Risikoverhalten der Jugendlichen mildern (Carskadon 1990).

Der frühe Unterrichtsbeginn an den teilnehmenden Schulen der quantitativen Befragung (Förderschulen starteten durchschnittlich um 8:02 Uhr in den Tag, Hauptschulen um 7:52 Uhr, Realschulen um 7:48 Uhr und Gymnasien um 7:43 Uhr; vgl. Kapitel 5.2) steht in starkem Kontrast zum präferierten späten circadianen Rhythmus der Jugendlichen (vgl. Kapitel 5.1), sodass sich für Abendtypen in Klassenstufe 9 vor Schultagen ein Schlafdefizit von ein bis zwei Stunden ergibt (Abbildung 20, Kapitel 5.2). Das Schlafdefi-

zit steht in Zusammenhang mit bedeutend schlechteren Schulnoten in vier untersuchten Fächern (Abbildung 79, Kapitel 5.12).
Frühere Studien haben gezeigt, dass das Wissen über die Abläufe und Funktionen des Schlafs mit einem Unterrichtsprogramm zunimmt (Azevedo et al. 2008). Auch mit zunehmendem Alter steigt das Wissen an, wobei mit fortschreitender Pubertät, vermutlich durch gesundem Schlaf entgegenwirkendes gelebtes Verhalten, das Wissen über den Schlaf abnimmt. Ein Unterrichtsprogramm zum Thema Schlaf sollte also eingesetzt werden, um jüngeren Schülern in Klassenstufe 5 und 6 auf die Veränderungen des Schlafrhythmus, die auf sie mit der Pubertät zukommen werden, gezielt vorzubereiten und um das in der Pubertät verloren gegangene Wissen über den Schlaf bei älteren Schülern ab Klassenstufe 7 in Erinnerung zu rufen.
Vo et al. (2003) entwickelten ein Unterrichtsprogramm zur Vorsorge und Verbesserung der Schlafhygiene und stellten einen bedeutenden positiven Effekt fest: verbesserte Verhaltensvorsätze und verbessertes Verhalten: verbesserte Regelmäßigkeit des Schlafs im Vergleich Schultag – Wochenende (und damit verringerter sozialer Jetlag), frühere Schlafenszeiten sowie längere Schlafdauer vor Schultagen, wobei die Kontrollgruppe eine Verschlechterung der Schlafgewohnheiten entwickelte. Moseley und Gradisar (2009) überprüften die Effizienz eines Unterrichtsprogramms, welches die Schlafqualität der Jugendlichen steigern sollte mit einem Pre-Post-Follow-up-Design mit Kontrollgruppe und 4-mal-50 Minuten Unterricht, wobei eine Steigerung des Schlafwissens erreicht wurde, jedoch keine generelle Reduktion der Schlafprobleme. Für Abendtypen wurde eine geringere Diskrepanz der Aufstehzeiten an Wochentagen und am Wochenende festgestellt. Insbesondere jugendliche Abendtypen profitierten von einem Unterrichtsprogramm zum Thema Schlaf in einer Studie von Díaz-Morales et al. (2011) durch Wissenszuwachs. Digdon (2010) untersuchte, ob die Schlafvorstellungen von Jugendlichen mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen über den Schlaf übereinstimmten, wobei sich vor allem Diskrepanzen in den Feldern „sportliche Betätigung“ sowie „Hausaufgaben kurz vor dem Schlafengehen“ und „das Bett für andere Dinge nutzen als Schlafen“ ergaben. Abendtypen hatten niedrigere Werte in der Selbstwirksamkeit. Rossi et al. (2002) entwickelten das Sleep-smart-Unterrichtsprogramm zur Gesundheitsbildung und fanden in der Treatmentgruppe danach keine Verbesserung im Schlafverhalten insgesamt, aber frühere Bettgehzeiten und Aufstehzeiten am Wochenende. Die Schüler des Treatments berichteten danach auch über eine verringerte Tagesschläfrigkeit am Wochenende. Kirby und Kirby (2006) zeigten bei Studierenden, dass „matching participants“ (Morgentypen, die morgens unterrichtet wurden und Abendtypen, die nachmittags unterrichtet wurden) bessere abschnitten als „non-matching participants“ (beispielsweise Morgentypen, die nachtmittags unterrichtet wurden). Tsai und Li (2004) unterrichteten Jugendliche über 18 Wochen in einem wöchentlichen zweistündigen „Schlafmanagement“-Kurs mit Frontalunterricht, Gruppendiskussion und Reflektion auf das eigene Schlafverhalten sowie einem Schlaftagebuch, das insgesamt über 21 Tage hinweg geführt wurde. Hierbei berichteten insbesondere die Mädchen über verbessere Schlafqualität im Vergleich zur Kontrollgruppe. Brown et al. (2006) testeten ein Interventionsprogramm für bessere Schlafqualität an Studierenden, wobei die Studierenden der Treatmentgruppe sechs Wochen später über eine verbesserte Schlafqualität und -

hygiene berichteten. Auch Cain et al. (2011) führten ein Interventionsprogramm mit Kontrollgruppe durch und konnten einen Wissenszuwachs und eine gesteigerte Motivation zur Anpassung der Aufstehzeit an die Schulzeiten sowie tendenziell auch zur Verlängerung der Schlafdauer feststellen, jedoch unterschieden sich die motivationalen Veränderungen nicht von jenen der Kontrollgruppe. Sousa et al. (2007) führten ein Unterrichtsprogramm zur Schlafhygiene durch, um den durch physiologische und behaviorale Ursachen bedingten späten Rhythmus der Jugendlichen abzuschwächen: der Unterricht dauerte 5-mal-50 Minuten, wobei im Ergebnis die starken Schwankungen in den Bettgehzeiten abnahmen, die Sleep-onset-latency abnahm und der Mittagsschlaf der Jugendlichen früher am Tag stattfand. Dahingegen zeigten Tagesschläfrigkeit und Schlafqualität keine Verbesserung.

Siehe auch: Kapitel 4.14, 5.14 und 6.14

2. Zielsetzung

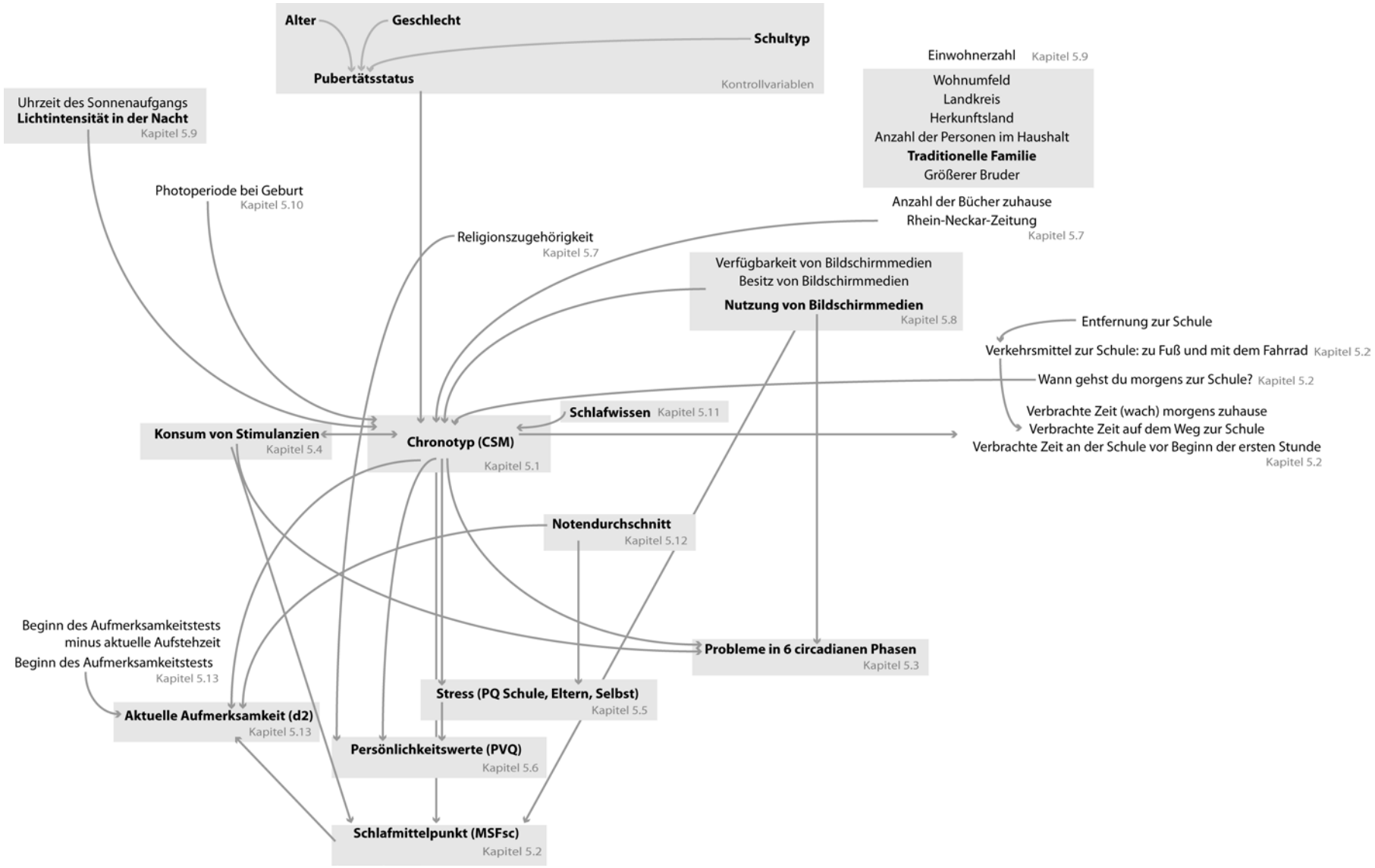
Bisherige Studien konzentrierten sich vor allem auf die phyisologischen und psychologischen Determinanten des Chronotyps. Soziokulturelle Einflüsse wurden oftmals ausgespart oder als Umwelteinflüsse zusammengefasst, die nicht empirisch erhoben wurden. Dieses Defizit begreift diese Arbeit als Chance zu interdisziplinärer Forschung. Diese verbindet Chronobiologie, eine erst im Entstehen begriffene Chronosoziologie und Pädagogik zur empirischen Analyse der Determinanten des Chronotyps und zur Evaluation eines Unterrichtskonzeptes zur Chronobiologie. Die Studie knüpft an die bestehende Forschung zur Chronobiologie an, untersucht das Schlafverhalten von Jugendlichen in einer großen quantitativen Befragung und wendet die gewonnenen Erkenntnisse auf ein Unterrichtskonzept zur Chronobiologie an. Ziel ist es, die Bedeutsamkeit geophysischer, physiologischer, psychologischer, sozialer und kultureller Faktoren, die den Chronotyp formen und verändern könnten, näher zu betrachten und ihren Einfluss auf den Chronotyp zu bestimmen. Es soll mittels quantitativer Datenanalyse herausgefunden werden, was den Chronotyp am meisten beeinflusst. Darauf aufbauend wird ein Unterrichtskonzept zur Chronobiologie entwickelt und empirisch evaluiert. Die Evaluation erfolgt in Prätest, Posttest und Behaltenstests, jeweils mit Kontrollgruppe. Neben kognitiven Wissensfragen werden in der Begleitforschung des Unterrichtskonzeptes auch das Verhalten und der Chronotyp der Schüler abgefragt. Ziel ist es, Verhaltensänderungen hin zu früheren Schlafenszeiten herbeizuführen.

3. Arbeitshypothesen

Das Flussdiagramm (Abbildung 3) veranschaulicht die Kausalzusammenhänge rund um den Chronotyp. Determinanten und Variablen, die in Abhängigkeit des Chronotyps variieren könnten, sind in in Relation zu einander positioniert. Über den durch zahlreiche Studien (vgl. Kapitel 1.1) belegten Einfluss genetischer Faktoren hinaus wird ein erheblicher Einfluss soziokultureller Faktoren auf die Schlafhygiene vermutet.
Die Verschiebung des Chronotyps in Richtung Abendtyp („Eule“) bei Heranwachsenden (Carskadon et al. 1993; Hagenauer et al. 2009; Colrain & Baker 2011) ist stark verknüpft mit ihrem Alter und dem Eintritt in die Pubertät, weshalb wir in der Analyse das Alter und den Pubertätsstatus der Jugendlichen kontrollierten. Des Weiteren berücksichtigten wir das Geschlecht, da die Pubertät bei Mädchen früher einsetzt als bei Jungen. Hinsichtlich der Kontrollvariablen wurde folglich aufgrund bisheriger Forschung (siehe Kapitel 1) vermutet, dass ältere Schüler einen späteren Chronotyp haben als jüngere, dass in der Pubertät weiter fortgeschrittene Schüler einen späteren Chronotyp haben als Schüler mit weniger ausgebildeten sekundären Geschlechtsmerkmalen, dass Jungen einen späteren Chronotyp als Mädchen haben und dass Haupt-/Werkrealschüler einen späteren Chronotyp haben als Gymnasiasten (-> Kapitel 5.1).
Für den Schlafmittelpunkt galten die gleichen Hypothesen wie für den mit der CSM (Composite Scale of Morningness; Smith et al., 1989) gemessenen Chronotyp. Es wurde außerdem angenommen, dass die Uhrzeit der ersten Schulstunde der stärkste Zeitgeber an Schultagen ist (-> Kapitel 5.2).
Die CSM behandelt bevorzugte Aufstehzeiten eingehender als Präferenzen in anderen Phasen des circadianen Rhythmus. Bevorzugte Schlafenszeiten haben wir mit zwei Items gemessen (Item 2 und Item 7), Bevorzugte Aufstehzeiten und morgendliche Aktivität hingegen mit 8 Items (Items 1, 3, 4, 5, 6, 10, 11 und 12). Die Items 9 und 13 thematisieren beides. Es wurde deswegen vermutet, dass Eveningness (CSM) stärker mit Problemen in Phase 5 („Probleme morgens wach zu werden“) und, wenn auch in geringerem Maße, mit Problemen der Phase 1 („Probleme abends schlafen zu gehen“) korreliert. Da Phasen 3 und 4 Probleme der Schlafqualität ansprechen und Schlafqualität eher nicht mit dem Chronotyp assoziiert wird – geringere Schlafqualität ist eher eine Folge des sozialen Jetlags und nicht des Chronotyps (Wittmann et al. 2006), erwarteten wir hier einen geringen Zusammenhang. Es wurde erwartet, dass Probleme der Schlafqualität und -hygiene mit zunehmendem Alter und in Pubertät ansteigen (Russo et al. 2007). Es wurde weiter angenommen, dass Abendtypen mehr Schlafrhythmusprobleme haben als Morgentypen. Es wurde auch erwartet, dass Mädchen über mehr circadiane Probleme berichten, weil bei Mädchen die Pubertät früher beginnt (Laberge et al. 2001) und weil Mädchen früher zum Abendtyp tendieren (Tonetti et al. 2008). Der Schultyp wurde in der Analyse berücksichtigt, weil diese Variable Auskunft über sozialen Hintergrund und die schulische Leistung geben kann und Defizite in beidem zu circadianen Problemen führen könnten (El-Sheikh et al. 2010). Es wurde vermutet, dass Hauptschüler und Real-

schüler vermehrt über circadiane Probleme in den Bereichen Schlafqualität/-hygiene berichten (-> Kapitel 5.3).
Wir untersuchten die Verzehrshäufigkeit von Stimulanzien (Koffein, Alkohol, Zigaretten), und nehmen an, dass diese mit einer verstärkten Neigung zum Abendtyp in Verbindung steht (Ishihara et al. 1985; -> Kapitel 5.4).
Es wurde erwartet, dass Abendtypen über mehr Stress in der Schule berichten – Lund et al. (2009) zeigten diesen Zusammenhang bereits für Studierende, auch weil Abendtypen schlechtere Noten haben (Randler & Frech 2006) und weniger Schlaf mit gesteigerter schulischer Belastung assoziiert ist (Gau & Soong 1995). Wir erwarteten ebenfalls höhere Stresswerte für Abendtypen im Bereich Elternhaus, weil Abendtypen spätere Bettgehzeiten bevorzugen und sich daraus und aus der resultierenden Tagesschläfrigkeit an Schultagen vermehrt Konflikte mit den Eltern ergeben können (Cofer et al. 1999). Sadeh et al. (2000) fand einen Zusammenhang zwischen schlechter Schlafqualität und familiärem Stress. Schließlich erwarteten wir, dass Abendtypen vermehrt Probleme mit der eigenen Person angeben, weil Abendtypen in früheren Studien höhere Werte auf Instabilitäts- und Depressionsskalen erreichten (Gaspar-Barba et al. 2009; Abe et al. 2011; Chelminski et al. 1999; Gangwisch et al. 2010; Levandovski et al. 2011; Randler 2011b; Randler et al. 2012b; Roberts et al. 2001; Kitamura et al. 2010; -> Kapitel 5.5).
Es wurde vermutet, dass jugendliche Morgentypen soziale Werte eher akzeptieren als jugendliche Abendtypen, weil Abendtypen Schwierigkeiten haben, ihren circadianen Rhythmus mit den frühen Zeiten des Schulalltags zu synchronisieren (Vollmer et al. 2011), und weil frühere Studien auf den Zusammenhang zwischen Morningness und sozial erwünschten Charaktereigenschaften wie Conscientiousness (BFI), Agreeableness (BFI), Harm-Avoidance (TCI), Persistence (TCI), Self-Directedness (TCI), traditionsbewussten Denkstilen (MIPS) und pflichtbewussten Verhaltensstilen (MIPS) hingewiesen haben. Andererseits nahmen wir an, dass jugendliche Abendtypen eine stärkere Präferenz für individuelle Persönlichkeitswerte angeben als Morgentypen, weil frühere Studien den Zusammenhang zwischen Eveningness und Extraversion (EPI, BFI), Openness-to-Experience (BFI), Novelty-Seeking (TCI), gefühlsbetonten und innovativen Gedankenstilen (MIPS) und unkonventionellen Verhaltensstilen (MIPS) herausgestellt haben (-> Kapitel 5.6).
Hinsichtlich des Einflusses des sozialen Hintergrunds auf den Chronotyp wurden folgende Hypothesen aufgestellt: Jugendliche, die in einer „traditionellen Familie“ (Eltern leben zusammen, Vater arbeitet, Mutter ist Hausfrau) aufwachsen, sind vermehrt Morgentypen. Es wurde vermutet, dass ältere Geschwister einen späten Chronotyp begünstigen, dass Jugendliche, die einen höheren Bildungshintergrund haben (mehr Bücher zuhause, höhere Bildungsabschlüsse der Eltern), einen früheren Chronotyp haben (-> Kapitel 5.7).

Abbildung 3: Hypothetisches Flußdiagramm der quantitativen Schülerbefragung



Wir nahmen an, dass die Verfügbarkeit, der Besitz und die Nutzung elektronischer Bildschirmmedien den Chronotyp in die Abendstunden verschieben. Vor allem die Zeit, die die Jugendlichen an elektronischen Bildschirmmedien (Computer, Fernseher, Spielekonsole) verbringen, könnte die Verschiebung des Chronotpys im Jugendalter (Drift to eveningness) erheblich begünstigen, weil die Nutzung dieser Medien in unserer Population die meist verbreitete Freizeitbeschäftigung ist und darüberhinaus, weil die exzessive Nutzung elektronischer Bildschirmmedien ein spätes Einschlafen fördert (Gaina et al. 2006). Elektronische Bildschirmmedien strahlen LED-Licht mit kurzer Wellenlänge (blaues Licht) aus, welches die Melatoninausschüttung und damit das Einschlafen verzögern (Cajochen et al. 2011) und die Schlafqualität vermindern kann (Kozaki et al. 2005). Blaues LED-Licht ist dafür bekannt die Melatoninausschüttung zu unterdrücken und die subjektive Wachheit beziehungsweise die Aktivitäten des zentralen Nervensystems zu steigern (Noguchi & Sakaguchi 1999; Phipps-Nelson et al. 2009; West et al. 2011). Es wird vermutet, dass das blaue Licht als Zeitgeber wirkt, weil es, aus evolutionsgeschichtlicher Sicht, mit der besseren Durchlässigkeit des Ozeans für blaues Licht und der blauen Farbe des Himmels erklärt werden kann (Holzman 2010; -> Kapitel 5.8).
Wir nahmen an, dass Jugendliche, die in nachts heller beleuchteten Wohngebieten leben, vermehrt Abendtypen sind, und dass Jugendliche, die in nachts dunkleren Wohngebieten leben, vermehrt Morgentypen sind. Die Einwohnerzahl des Wohnortes wurde als Kontrollvariable in die Analyse einbezogen, weil die nächtliche Beleuchtung in Großstädten weiter fortgeschritten ist als auf dem Land. Die Zeit des Sonnenaufgangs an den Befragungstagen wurde im Modell berücksichtigt, weil die Feldzeit über vier Monate hinweg andauerte (Abbildung 5). Der Schultyp (Haupt-/Werkrealschule, Realschule und Gymnasium) wurde auch kontrolliert, weil die drei teilnehmenden Schultypen nicht gleichmäßig auf die unterschiedlich dicht besiedelten Regionen verteilt waren und Hauptschüler eher zum Abendtyp neigen als Schüler anderer Schultypen. Unter Berücksichtigung all dieser Variablen vermuteten wir einen Zusammenhang zwischen der Helligkeit nächtlicher Außenbeleuchtung und dem Chronotyp der Schüler und zwar in der Richtung, dass hellere Nächte mit Abendorientierung korrelieren (-> Kapitel 5.9).
Wir nahmen an, dass sich der Season-of-birth-Effekt mit unserer neuen Photoperioden-Kategorisierung und in beiden Chronotyp-Messinstrumenten bei Jugendlichen zeigt. Wir vermuten, dass zunehmende und lange Photoperioden zu erhöhter Abendorientierung führen, während abnehmende und kurze Photoperioden zu erhöhter Morgenorientierung führen. Aufgrund von Abbildung 10 nahmen wir an, dass sich die Beziehung zwischen Chronotyp (Morningness-Eveningness) und Photoperiode innerhalb eines Jahres durch eine quadratische Funktion beschreiben lässt (-> Kapitel 5.10).
Hinsichtlich des Wissens über den Schlaf vermuteten wir, dass Morgentypen mehr wissen als Abendtypen. Wir gehen davon aus, dass Gymnasiasten und Schüler mit besseren Noten über mehr Wissen über den Schlaf verfügen (-> Kapitel 5.11).
Es wurde vermutet, dass der Chronotyp, vermittelt über die resultierende Tagesschläfrigkeit an Schultagen, sich auf schlechtere Schulnoten der Abendtypen auswirkt (-> Kapitel 5.12).

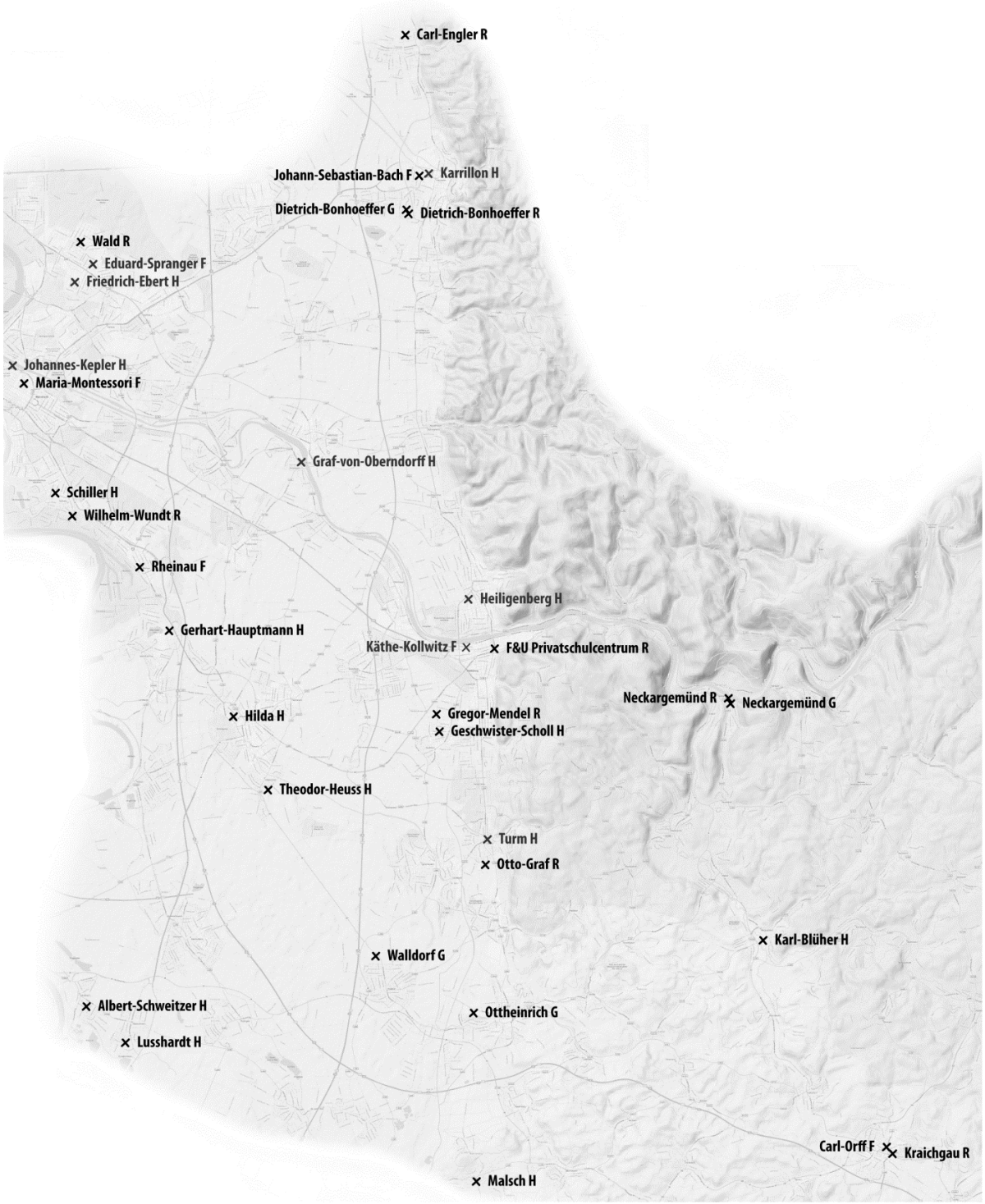
Aus demselben Grund nahmen wir an, dass die Aufmerksamkeitsleistung der Abendtypen unter den frühen Schulzeiten leidet und dass Abendtypen folglich schlechter im Test abscheiden als Morgentypen (-> Kapitel 5.13).
Es wird vorausgesetzt, dass das Unterrichtskonzept zum Chronotyp sich gut in den Biologieunterricht der Klassen 5 und 6 einbetten lässt und die Akzeptanz eines solchen Konzeptes bei Lehrern wie Schülern gegeben ist. Ferner wird vermutet, dass das Unterrichtskonzept das Wissen der Schüler um ihren eigenen Chronotyp erhöht, ihnen hilft ihr Schlafverhalten zu ändern und in Folge die Konflikte zwischen physiologischen und soziokulturellen Zeitgebern sowie die Konflikte innerhalb sozialer Zeitgeber vermindert. Es wird außerdem angenommen, dass in der Treatment-Gruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe ein signifikanter höherer Wissenszuwachs nach Durchführung des Unterrichtskonzeptes besteht. Es wird vermutet, dass die Treatment-Gruppe ihr Schlafverhalten nach Durchführung des Unterrichtskonzeptes zum Positiven (Synchronisierung mit dem Schulalltag) verändert (-> Kapitel 5.14).

4. Methoden

Grundgesamtheit und Datenerhebung

Die Grundgesamtheit der quantitativen Querschnittserhebung erstreckte sich auf alle Schüler der Sekundarstufe I (Klassenstufen 5 bis 9 beziehungsweise 10) an allen Regelschulen (Förderschulen, Haupt-/Werkrealschulen, Realschulen und Gymnasien) im Rhein-Neckar-Kreis, in Mannheim und in Heidelberg. Am 13. Juli 2009 wurden 171 Regelschulen per Briefpost und per E-Mail zur Teilnahme an der Befragung eingeladen. Auf die erste Einladung folgten bei fehlender Rückmeldung nach 14 Tagen eine Erinnerungs-E-Mail und nach weiteren zwei Wochen telefonische Kontaktaufnahme. Die Terminabstimmung erfolgte telefonisch und im persönlichen Gespräch mit den Schulleitern im September und im Oktober 2009. 34 Schulen nahmen an der Befragung teil (Abbildung 4). Das Regierungspräsidium Karlsruhe erteilte am 3. November die Genehmigung zur Durchführung (Aktenzeichen 71c2-6499.25). Die Studie entspricht den ethischen Richtlinien im Umgang mit personenbezogenen Daten der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Die schriftliche Erlaubnis der Eltern wurde durch die teilnehmenden Schulen eingeholt. Die teilnehmenden Klassen wurden vom Schulleiter ausgewählt, so dass von jeder Klassenstufe eine Klasse vertreten war. Die Teilnahme war für jeden Schüler freiwillig und anonym. Der Fragebogen wurde in sechs Varianten eingesetzt: a) für die Klassenstufen 5 bis 7 an allgemeinbildenden Schulen, b) für die Klassenstufen 8 bis 10 an allgemeinbildenden Schulen und c) für die Förderschule. Jede dieser drei Versionen gab es in einer weiteren Version mit abweichender Fragenreihenfolge, um Reihenfolgeeffekte zu vermeiden. Die Schüler füllten die Fragebögen im Klassenverband von bis zu 33 Schülern mittels Papier und Stift in den Klassenzimmern im Beisein des Klassenlehrers und eines Forschers der PH Heidelberg aus. Die Schüler benötigten, in Abhängigkeit von Klassenstufe und Schultyp, 30 bis 70 Minuten zum Ausfüllen des Fragebogens. Die Befragung dauerte vom 13. November 2009 bis zum 22. März 2010 während der Normalzeit („Winterzeit“; Abbildung 5) an. Dabei wurde darauf geachtet, die Feldphase so kurz wie möglich zu halten und im Winter abzuschließen, weil die Schlafdauer im Herbst länger ist als im Frühling (Lehnkering & Siegmund 2007). Das Zeitfenster der Feldphase war durch die Uhrzeitumstellung am Ende der Sommerzeit 2009 (25.10.2009) und am Beginn der Sommerzeit 2010 (28.03.2010) klar begrenzt, wobei nach dem Ende der Sommerzeit 2009 ein Puffer von 19 Tagen eingehalten wurde, sodass sichergestellt war, dass sich die Schüler bereits an die Umstellung von der Sommerzeit auf die Normalzeit gewöhnt hatten – gerade die Zeitumstellung zur Sommerzeit (der letzte Sonntag im März ist eine Stunde kürzer) kann einen störenden Einfluss auf den Schlafrhythmus von Abendtypen haben (Lahti et al. 2006b; Kantermann et al. 2007) sowie Schlafdauer und Schlafeffizienz vermindern (Lahti et al. 2006a). Dies trifft insbesondere auf Jugendliche zu, da diese vermehrt Abendtypen sind. Schneider und Randler (2009) zeigten, dass die Tagesschläfrigkeit von Jugendlichen bis drei Wochen nach dem Übergang zur Sommerzeit höher war als davor – insbesondere bei Abendtypen.

Abbildung 4: Karte der teilnehmenden Schulen an der quantitativen Befragung

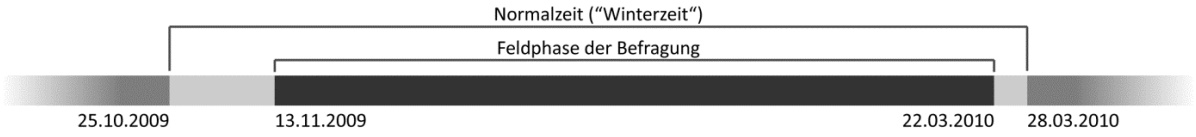


Quelle der Hintergrundkarte: Google Maps | Projekt MMSM 2009-2012

Der Fragebogen umfasste 13 Seiten mit insgesamt 280 Fragen. Die Klassenstufen 5 bis 7 füllten eine gekürzte Version des Fragebogens aus (225 Fragen). Die Version für Förderschüler wurde in Zusammenarbeit mit Förderschullehrern entwickelt und weiter gekürzt (121 Fragen). Im Anschluss an den Fragebogen durchliefen die Haupt-, Realschüler und Gymnasiasten außerdem einen 5-minütigen Aufmerksamkeitstest. In den Haupt-

schulen nahm auch, wenn vorhanden, die Klasse 10 (Werkrealschule) teil. In Realschule und Gymnasium nahmen auch die 10. Klassen und zwei gymnasiale 11. Klassen teil.[10]

Abbildung 5: Feldphase der quantitativen Befragung



Projekt MMSM 2009-2012

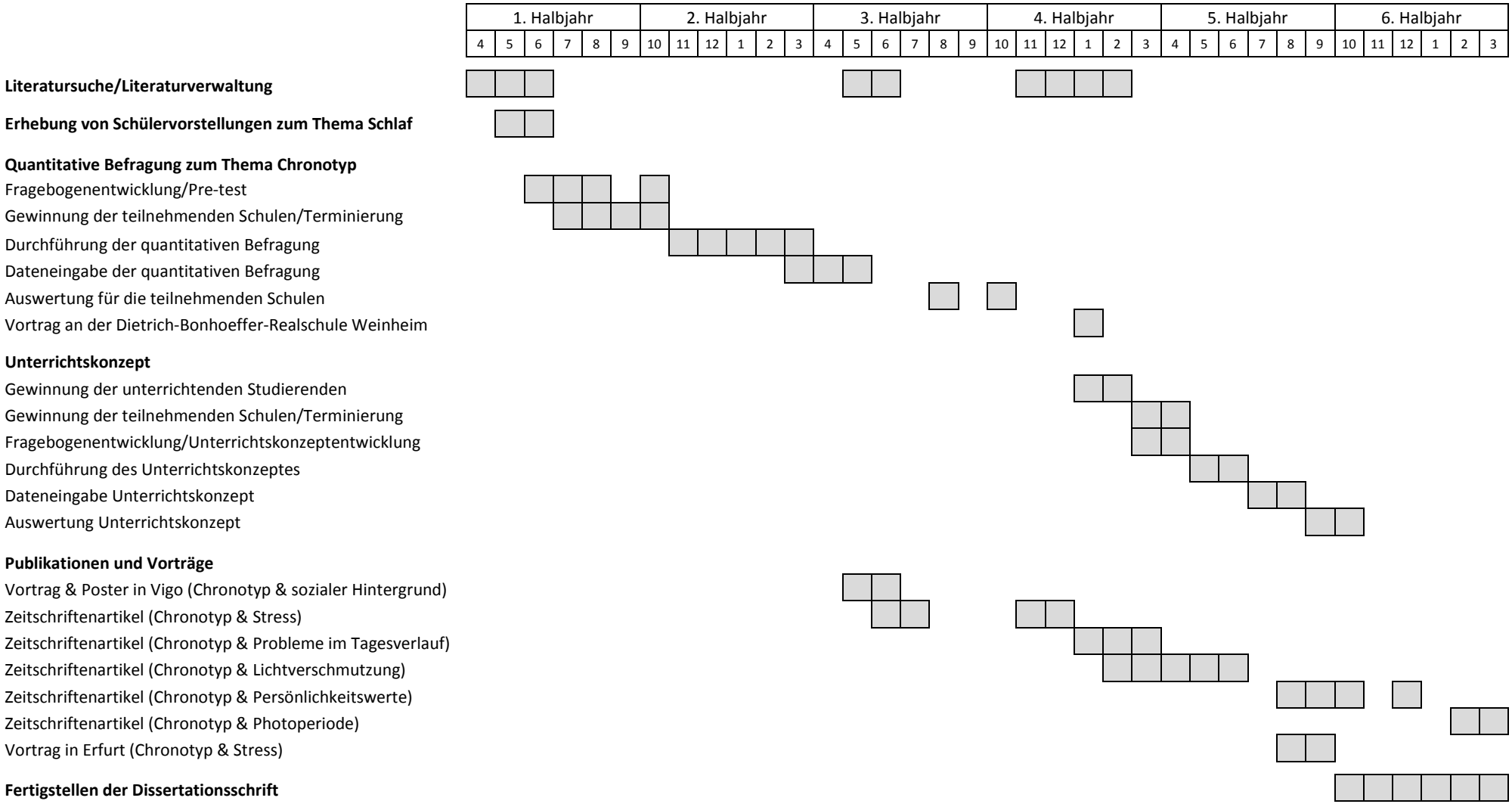
Vorgehensweise der Datenauswertung

Die Datenanalyse wurde mit SPSS 18 (IBM, Somers, NY, USA) durchgeführt. Die statistischen Tests wurden zweiseitig durchgeführt und die Akzeptanz der Alternativhypothese wurde mit $p < 0{,}050$ festgelegt. Korrelationen wurden nach Pearson (r) berechnet. Zur multivariaten Analyse der Daten wurden folgende Verfahren eingesetzt: Faktorenanalysen, zweidimensionale Skalierung und Reliabilitätsanalyse zur Gruppierung von Variablen für die Erstellung von Indizes (Summenscores) sowie Varianzanalyse, Regressionsanalyse und Strukturgleichungen zur Prüfung von Zusammenhängen. Die Abbildungen und Tabellen wurden mit SPSS 20 (IBM, Somers, NY, USA), Amos 20 (IBM, Somers, NY, USA), Excel 2010 (Microsoft, Redmond, WA, USA) und Illustrator CS4 (Adobe Systems, San Jose, CA, USA) erstellt.

Der Chronotyp, die Schülervorstellungen zum Thema Schlafhygiene, die Schlafqualität, die geophysischen, physiologischen, psychologischen und soziokulturellen Einflussfaktoren des Chronotyps wurden in einer Doppelstunde in schriftlicher Befragung im Klassenzimmer erhoben. Die quantitative Befragung mit Aufmerksamkeits-Belastungstest wurde in den teilnehmenden Schulen in Anwesenheit des Doktoranden oder einer studentischen Hilfskraft durchgeführt.

[10] Um die Vergleichbarkeit der Daten aus den vier Schultypen zu gewährleisten, wurden die 10. und 11. Klassen bei bestimmten Analysen ausgeschlossen (s. die Legenden der entsprechenden Abbildungen und Tabellen).

Tabelle 2: Zeitplan



Alter, Pubertätsstatus, Geschlecht und Schultyp (Kontrollvariablen)

Geschlecht: Das Geschlecht der Schüler wurde als soziales Geschlecht (gender) interpretiert und in zwei Kategorien (weiblich und männlich) abgefragt. Die Abfrage erfolgte unproblematisch, insbesondere weil diese Information in den Klassenstufen 8 bis 10 implizit ein zweites Mal im Fragekomplex zu den Persönlichkeitswerten vorhanden war, wo sich die Schüler für eine weibliche oder eine männliche Version der Frageformulierung entscheiden konnten.

Alter: Das Alter der Schüler zum Befragungszeitpunkt (in Monaten) wurde aus zwei Fragen bestimmt: dem Geburtsjahr und dem Geburtsmonat. Der Geburtstag wurde nicht verlangt, um die Anonymität der Befragten zu gewährleisten. Die Frage nach Geburtsmonat und Geburtsjahr ist der Frage „Wie alt bist du?" überlegen, weil sie exakter ist, unabhängig vom Befragungsdatum ist und weil die Schüler nicht überlegen müssen, wie alt sie sind, was vor allem dann zu Irritationen führen kann, wenn der Geburtstag unmittelbar bevorsteht oder nicht lange zurückliegt.

Pubertätsstatus: Der Pubertätsstatus wurde mit der Skala zum Selbstreport des Pubertätsstatus von Carskadon und Acebo (1993) erfasst, der jedoch nicht in den Förderschulen abgefragt wurde. Hier stuften Schüler ihren Pubertätsstatus auf einem Fragebogen selbst ein. Eine externe Validierung – Einstufung der Kinder durch einen Kinder- und Jugendarzt (Carskadon & Acebo 1993) – zeigte, dass dies ein relativ genaues Messinstrument ist. Auch die deutsche, in Heidelberg eingesetzte Version zeigte gute psychometrische Kennwerte. Sie hat gegenüber anderen Messinstrumenten den Vorteil, dass zur Einstufung keine Abbildungen (Taylor et al. 2001), Interviews oder medizinische Untersuchungen erforderlich sind. Ein relativer hoher Anteil von Non-response (39,1 % bei den Mädchen und 33,3 % bei den Jungen von insgesamt 3.201 Befragten; darunter ein Gymnasium mit n = 319, das die Durchführung dieses Teils der Befragung komplett ablehnte) war aufgrund der intimen Thematik und des Schwierigkeitsgrads der Fragen unvermeidbar. Um die unterschiedlichen Antwortskalen für Mädchen und Jungen auszugleichen wurden die Ergebnisse z-transformiert.

4.1. Chronotyp

Neben Instrumenten zur Messung physiologischer Kennwerte (siehe Kapitel 1.1) werden häufig auch standardisierte Fragebögen zur validen und zuverlässigen Erhebung des circadianen Rhythmus eingesetzt. Ein Vorteil des Fragebogens ist der geringe finanzielle Aufwand, so dass eine große Schülerzahl befragt werden kann. Fragebögen haben den Vorteil, dass zusätzlich viele weitere Variablen wie Verhalten (beispielsweise Routinen der Schlafhygiene vor dem Zubettgehen), Charaktereigenschaften (beispielsweise Persönlichkeitswerte), Interessen (beispielsweise Freizeitnutzung) und sozialer Hintergrund (beispielsweise Religionszugehörigkeit) abgefragt werden können.

Den Chronotyp der Schüler, das heißt die präferierten Bettgehzeiten und Aufstehzeiten, wurde im Fragebogen mit der Composite Scale of Morningness (CSM; Horne & Östberg 1976; Horne 1977; Smith et al. 1989; Greenwood 1994) abgefragt. Die CSM fragt nach der individuellen Präferenz früher oder später Aufsteh- und Schlafenszeiten, und unter

anderem nach den präferierten Zeiten für physische und geistige Aktivitäten und nach der subjektiven Wachheit kurz nach dem Aufstehen.
Alternative Chronotyp-Fragebogenskalen sind beispielsweise die Early/Late Preferences Scale (Bohle et al. 2001), die Basic Language Morningness Scale (Brown 1993; Pornpitakpan 2000), der Horne-Östberg Morningness-Eveningness Questionnaire (Horne & Östberg 1976), der Reduced Horne and Ostberg questionnaire (Chelminski et al. 2000), der Munich Chronotype Questionnaire (Roenneberg et al. 2003b; Zavada et al. 2005), die Preferences Scale (Di Milia 2005; Di Milia et al. 2008), der Circadian Type Questionnaire (Greenwood 1995), der Children's Chronotype Questionnaire (Werner et al. 2009), die Diurnal Type Scale (Torsvall & Akerstedt 1980) und der Morningness-Eveningness Questionnaire (Natale & Cicogna 2002). Ogińska (2011) und Di Milia et al. (2011) stellten ein neues Chronotyp-Fragebogeninstrument vor, welches einerseits die Präferenz für einen frühen oder späten Tagesrhythmus, andererseits die Amplitude (distinctness) dieser Präferenz misst. Ottoni et al. (2011) berichten über eine neue Skala, die mit zwei Items abfragt, wie viel Energie der Befragte morgens und abends hat und die hoch mit den Werten der CSM korreliert.
Dem Chronotyp liegen verschiedene theoretische Konstrukte zugrunde. Díaz-Morales und Randler (2008) unterteilten die CSM in die drei Faktoren Morningness, Activity planning und Alertness. Martynhak et al. (2010) sowie Randler und Vollmer (2012) diskutieren einen vierten Typ, den die CSM messen könnte: der Bimodal type, welcher heterogenes (inkonsistentes) Ankreuzverhalten von gleichzeitig extremer Eveningness und extremer Morningness anzeigt und in der Addition dann fälschlicherweise durchschnittliche Mischtyp-Werte (neither/intermediate type) ergibt. Es bleibt jedoch noch unklar, ob der Bimodal type auf flüchtiges oder falsches Ausfüllen des Fragebogens zurückzuführen ist, oder ob er in der Tat einen vierten Chronotyp darstellt, der sowohl früh morgens als auch spät abends aktiv ist. In der Literatur wird darüber hinaus eine Kurzfassung der CSM diskutiert, die nur die Morgenorientierung abfragt – den Morning Affect Factor (Di Milia & Bohle 2009; Di Milia & Muller 2012).
Wir gehen jedoch in Übereinstimmung mit Natale und Cicogna (2002) davon aus, dass die CSM den Chronotyp als ein Kontinuum zwischen extremer Abendorientierung (eveningness) und extremer Morgenorientierung (morningness) misst.
Die englischsprachige CSM-Skala wurde mittels Aktigraphie validiert (Thun et al. 2011). Die deutschsprachige Version ist valide und reliabel (Randler 2008f, 2009c). Die psychometrischen Kennwerte entsprechen jener der englischsprachigen Originalversion (Randler 2008f). Die CSM eignet sich für Jugendliche wie Erwachsene (Randler 2009c).
Im Fragebogen wurde der präferierte chronobiologische Rhythmus der Schüler mit der CSM in einer Summe aus dreizehn Antworten auf einer 4-Punkt- bzw. einer 5-Punkt-Likert-Skala gemessen (Tabelle 3). Durch Addition aller Werte ergibt sich ein zweidimensionales Kontinuum (Natale & Cicogna 2002) mit den Endpunkten 13 = „extreme Eule" und 55 = „extreme Lerche", das heißt eine ordinale Skala, die 43 verschiedene Werteausprägungen annehmen kann. Für das Projekt MMSM, das sich unter anderem auch an Förderschüler richtete, wurden folgende Fragen der CSM gemeinsam mit Förderschullehrern auf den Schulkontext angepasst und vereinfacht: 1, 2, 3, 6, 8, 10 und 12 (Tabelle 3). In der Förderschule wurde dann eine Kurzversion der CSM eingesetzt, die

nicht 13, sondern nur 7 Fragen umfasste: 1, 2, 5, 6, 9, 10, 12. Die CSM-Summenscores der Förderschüler wurden in der Datenaufbereitung mit dem Faktor 1,833 multipliziert und so auf die Skala von 13 bis 55 angepasst.

Tabelle 3: Adaption der deutschen Version der CSM für Schüler ab Klassenstufe 5

	CSM, Deutsche Version für Studierende (Randler 2012)	CSM, Deutsche Version für Schüler
#1	Wann würdest du aufstehen, wenn es nur nach deinem eigenen Wohlbefinden ginge und du dir den Tag frei einteilen könntest?	Stell dir vor, die Schule fällt aus. Du darfst aufstehen, wann du möchtest. Wann stehst du morgens auf?
#2	Wann würdest du zu Bett gehen, wenn es nur nach deinem eigenen Wohlbefinden ginge und du dir den Abend frei einteilen könntest?	Du darfst ins Bett gehen wann du möchtest. Wann gehst du abends ins Bett?[11]
#3	Wie leicht fällt es dir normalerweise morgens aufzustehen?	Wie leicht fällt es dir morgens aufzustehen?
#4	Wie wach fühlst du dich morgens in der ersten halben Stunde nach dem Aufwachen?	(identisch)
#5	Wie müde fühlst du dich morgens in der ersten halben Stunde nach dem Aufwachen?	(identisch)
#6	Du hast beschlossen, Sport zu treiben. Ein Freund/ eine Freundin schlägt vor, zweimal wöchentlich eine Stunde zu trainieren. Für deinen Freund/deine Freundin ist die beste Zeit Sport zu treiben morgens zwischen 7 und 8 Uhr. Wenn du von deinem eigenen Wohlbefinden ausgehst, wie schätzt du deine Leistungsfähigkeit zu dieser Zeit ein?	Der Sportunterricht beginnt um 7 Uhr. Wie wäre das für dich?
#7	Wann wirst du abends müde und möchtest deshalb schlafen gehen?	(identisch)
#8	Für eine Prüfung, die sehr anstrengend ist, möchtest du in Bestform sein. Du kannst dir deinen Tag völlig frei einteilen. Wann würdest du diese schreiben?	Für eine Klassenarbeit, die sehr anstrengend ist, möchtest du in Bestform sein. Du kannst dir deinen Tag völlig frei einteilen. Wann würdest du diese schreiben?
#9	Manche Menschen sind Morgentypen, andere dagegen Abendtypen. Zu welchem Typ würdest du dich zählen?	(identisch; die Begriffe „Morgentyp“ und „Abendtyp“ wurden den Schülern erklärt)
#10	Wann würdest du aufstehen, wenn du einen ganzen Arbeitstag vor dir hättest (8 Stunden) und du dir die Zeit völlig frei einteilen könntest?	Wann würdest du am liebsten morgens aufstehen, um zur Schule zu gehen?
#11	Stell dir vor, du müsstest jeden Morgen um 6:00 Uhr aufstehen. Wie wäre das für dich?	(identisch)
#12	Wie lange dauert es bei dir morgens nach dem Aufstehen, bis du einen klaren Kopf hast und klar denken kannst?	Wie lange dauert es bei dir morgens nach dem Aufstehen, bis du richtig wach bist und klar denken kannst?
#13	Bist du eher morgens oder abends aktiv?	(identisch)

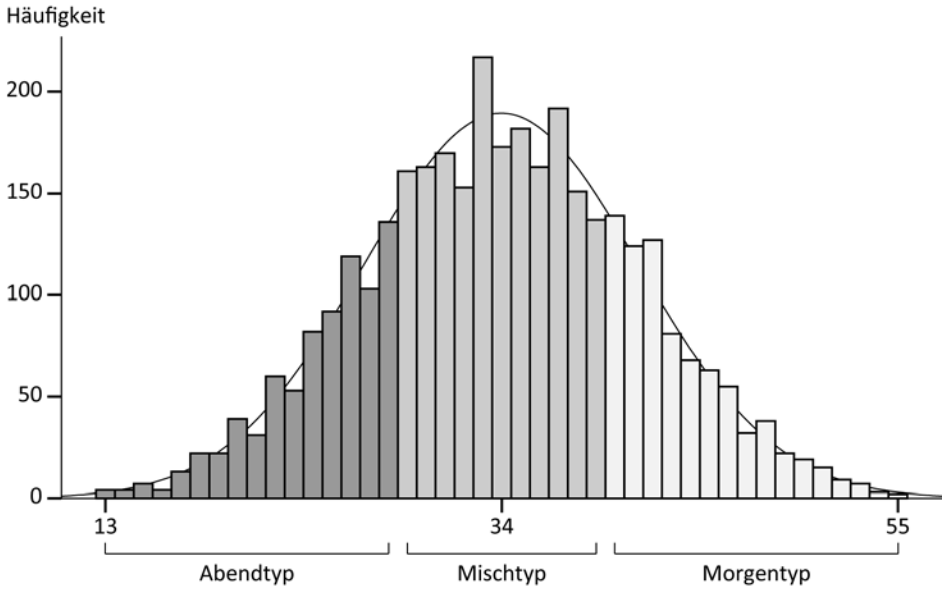
Randler 2012 und Projekt MMSM 2009-2012

Chronbach's α für die CSM betrug α = 0,694 (n = 296, 7 Items) für die Förderschule, α = 0,836 (n = 949, 13 Items) für die Haupt-/Werkrealschule, α = 0,846 (n = 1.280, 13 Items) für die Realschule und α = 0,851 (n = 932, 13 Items) für das Gymnasium. Diese Werte veranschaulichen die gute Reliabilität der CSM.

[11] Zur Frage 2 gab es die Nachfrage der Schüler, ob hier Schultage oder Ferien gemeint sind. Die Schüler erhielten die Antwort, dass sie sich vorstellen sollten, keine Schule zu haben. Zur Klarstellung wäre für Folgestudien empfehlenswert, Frage 2 wie folgt zu stellen: „Die Schule fällt aus und du darfst ins Bett gehen wann du möchtest. Wann gehst du abends ins Bett?“

Die befragten Schüler unterscheiden sich individuell in ihrer Präferenz der Schlafenszeiten. Einige Schüler sind Frühaufsteher (Morgentypen oder Lerchen) und andere sind Langschläfer (Abendtypen oder Eulen); Morgentypen gehen gerne früh zu Bett, Abendtypen gehen gerne spät zu Bett. Die Schlafpräferenz der Mehrheit der Schüler liegt irgendwo dazwischen (Abbildung 6). Die Gruppierung in Abendtyp, Mischtyp und Morgentyp wurde so gewählt, dass in Kreuztabellierungen in den Subgruppen Abendtyp und Morgentyp jeweils ausreichend Fälle (mindestens 30 Befragte) verbleiben. Für alle Befragte war die Gruppierung wie folgt: Abendtyp (Eule): 13-28 (n = 791, 23 %); Mischtyp: 29-39 (n = 1.862, 54 %); Morgentyp (Lerche): 40-55 (n = 804, 23 %). Da die Heranwachsenden in der Alterspanne von 11 bis 16 Jahren ihre Präferenz von Lerche in Richtung Eule verlagern, wurden die Subgruppen Eule und Lerche entsprechend groß gewählt, sodass unter den 11-jährigen ausreichend Abendtypen und unter den 16-jährigen ausreichend Morgentypen verbleiben.

Abbildung 6: Histogramm mit Normalverteilungskurve der CSM



Projekt MMSM 2009-2012

4.2. Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schlafmittelpunkt

Die Bettgehzeiten und Aufstehzeiten wurden im Fragebogen mit vier Fragen gemessen: „Zu welcher Zeit stehst du an Schultagen (1)/am Wochenende (2) auf?“ und „Zu welcher Zeit gehst du an Schultagen (3)/am Wochenende (4) ins Bett?“ (Uhrzeit in Stunden und Minuten). So wurden tatsächliche Bettgehzeiten und tatsächliche Aufstehzeiten an Schultagen und am Wochenende abgefragt. Die Uhrzeiten (Bettgeh- und Aufstehzeiten), die Jugendliche in einem Fragebogen angeben, wurden von Martin und Eastman (2002) mit Aktigraphen validiert; der Zeitpunkt der abendlichen Melatoninausschüttung korrelierte sehr hoch mit dem aus den selbsteingeschätzten Uhrzeiten errechneten Schlafmittelpunkt (r=0,89). Die Selbsteinschätzung der Schlafens- und Aufstehzeiten im Fragebogen ist folglich ein valides Instrument zur Messung des Schlafmittelpunktes, selbst wenn die individuellen Schlafenszeiten beispielsweise unter der Woche und am Wochenende

stark variieren. Der Schlafmittelpunkt ist wie die CSM ein Indikator für den Chronotyp. Basierend auf den tatsächlichen Bettgehzeiten und tatsächlichen Aufstehzeiten an Schultagen und am Wochenende lässt sich eine Annäherung an den Schlafmittelpunkt (Midpoint of Sleep, MSFsc; Roenneberg et al. 2004) berechnen. Es ist eine Annäherung, weil nicht Einschlafzeiten und Aufwachzeiten, sondern Bettgehzeiten und Aufstehzeiten herangezogen wurden, welche von Schülern leichter zu beantworten sind. Die Berechnung dieses Proxys für den MSFsc erfolgte analog zu Roenneberg et al. (2004):

$MSF_{SC} = MSF_{WE} - 0.5*(Zeitspanne_{WE} - (5* Zeitspanne_{ST} + 2* Zeitspanne_{WE})/7)$

$Zeitspanne_{WE} = Aufstehzeit_{WE} – Bettgehzeit_{WE}$
$Zeitspanne_{ST} = Aufstehzeit_{ST} – Bettgehzeit_{ST}$
$MSF_{WE} = Bettgehzeit_{WE} + (Zeitspanne_{WE})/2$
$_{WE}$ = Wochenende
$_{ST}$ = Schultag

Frühe Schulzeiten führen im Wochenverlauf zu sich anhäufenden „Schlafschulden“ (Randler 2008g), die dann am Wochenende durch mehr Schlaf teilweise kompensiert werden. Diese Diskrepanz zwischen Wochentag und Wochenende, die schon in den ersten Kindheitsjahren durch die Schlafrhythmuspräferenzen der Eltern antrainiert ist (Randler et al. 2011), wird sozialer Jetlag genannt (Wittmann et al. 2006).

Sozialer Jetlag = $MS_{WE} - MS_{ST}$

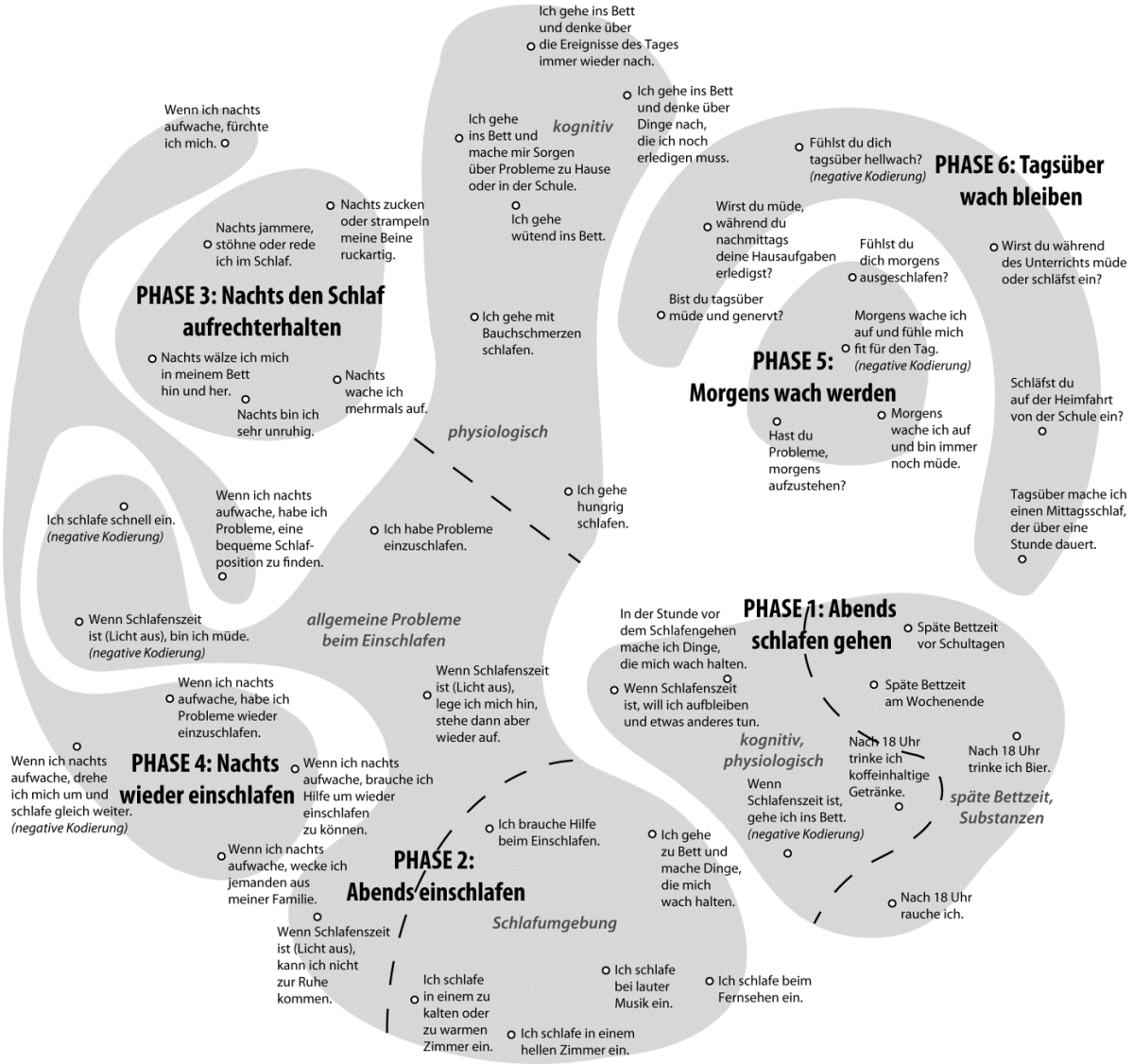
MS_{WE} (Schlafmittelpunkt am Wochenende) = $Aufstehzeit_{WE} – Bettgehzeit_{WE}/2$
MS_{ST} (Schlafmittelpunkt vor Schultagen) = $Aufstehzeit_{ST} – Bettgehzeit_{ST}/2$

4.3. Schlafhygiene und Chronotyp

Zur Messung der Schlafhygiene wurde die Adolescent Sleep Hygiene Scale (ASHS; LeBourgeois et al. 2005), die Adolescent Sleep Wake Scale (ASWS; LeBourgeois et al. 2005) und die Pediatric Daytime Sleepiness Scale (PDSS; Drake et al. 2003) verwendet.
Die Adolescent Sleep Hygiene Scale (ASHS; LeBourgeois et al. 2005) dient zur Abfrage der praktizierten Schlafhygiene. Es wird die physiologische, kognitive und emotionale Dimension der Schlafhygiene abgefragt. Die ASHS umfasst außerdem Fragen zur Schlafumgebung, zur Schlafstabilität, zu Ritualen zur Schlafenszeit und ob das Schlafzimmer mit anderen Familienmitgliedern geteilt wird. Die ASHS wurde aus der Children’s Sleep Wake Scale (LeBourgeois et al. 2001) weiterentwickelt und ist gut geeignet, das Schlafhygieneverhalten von Jugendlichen zu messen (Lewandowski et al. 2011).
Die Adolescent Sleep-Wake Scale (ASWS; LeBourgeois et al. 2005) misst die Schlafqualität in den Dimensionen „Going to bed“, „Falling asleep“, „Maintaining sleep“, „Reinitiating sleep“, und „Returning to wakefulness“. Auch die ASHS wurde aus der Children’s Sleep Wake Scale (LeBourgeois et al. 2001) weiterentwickelt. In bisherigen Studien erwies

sich die ASHS als reliabel und valide (LeBourgeois et al. 2005). ASHS und ASWS wurden im Projekt MMSM ins Deutsche übersetzt.
Die deutsche Version der Pediatric Daytime Sleepiness Scale (Drake et al. 2003)misst misst Tagesschläfrigkeit im Schulalltag. Die psychometrischen Kennwerte der deutschen Version von Schneider und Randler (2009) sind valide und entsprechen der amerikanischen Originalversion. Die Skala wurde durch das Projekt MMSM um zwei Fragen zur Schläfrigkeit auf dem Schulweg erweitert.
Da das Cronbach's α der Subskala zur Schlafumgebung zu gering war (α = 0,46), wurden die Items zu neuen Subskalen mit höherem α gruppiert. Die drei Skalen wurden vor kurzem überprüft (Lewandowski et al. 2011) und erhielten mittlere bis gute Bewertungen (ASWS und ASHS: „approaching well-established" und PDSS: „well established" mit „excellent psychometric properties"). Die ASWS und ASHS wurden im Projekt MMSM mittels Teamübersetzung (TRAPD-Methode; Harkness 2003) in die deutsche Sprache übersetzt. Zwei deutsche Muttersprachler mit guten Englischkenntnissen erzeugten unabhängig voneinander Entwurfsversionen, welche dann gemeinsam mit einem „Schiedsrichter" diskutiert und in die Endfassung gebracht wurden.
Neben den Items der drei Skalen (ASHS, ASWS und PDSS) wurde ein neues Item in die Analyse aufgenommen: „Schläfst du auf der Heimfahrt von der Schule ein (zum Beispiel im Bus, in der Bahn, im Auto)?" Die Items wurden in sechs Phasen des circadianen Rhythmus gruppiert, wobei diese Gruppierung mit zweidimensionaler Skalierung, explorativer Faktorenanalyse und Reliabilitätsanalyse vorgenommen und validiert wurde. Zusammenhänge zwischen Problemen in diesen sechs Phasen des circadian Rhythmus, Chronotyp, Alter und Schultyp wurden mit Balkendiagrammen visualisiert. Schließlich wurde die Signifikanz der gefundenen Zusammenhänge mit Korrelationen und multivariater Varianzanalyse geprüft.
Verhalten, welches der Aufmerksamkeit im Schulalltag entgegenwirkt und somit Konflikte mit der sozialen Umgebung verursacht, wurde als problematisch gewertet. Die Fragen zur Schlafhygiene wurden mithilfe von Reliabilitätsanalyse, zweidimensionaler Skalierung (Borg & Groenen 2005) und explorativer Faktorenanalyse zu sechs Indizes der Schlafhygiene im Tagesverlauf zusammengefasst: Phase 1: abends schlafen gehen, Phase 2: abends einschlafen, Phase 3: nachts den Schlaf aufrecht erhalten, Phase 4: nachts wieder einschlafen, Phase 5: morgens wach werden und Phase 6: Tagesschläfrigkeit (tagsüber wach bleiben). Phase 2 konnte weiter in drei Subgruppen unterteilt werden: Phase 2.1: generelle Einschlafprobleme, Phase 2.2: physiologische und kognitive Probleme und Phase 2.3: problematische Schlafumgebung. Items welche das Cronbach's α der Reliabilitätsanalyse senkten, wurden aus dem jeweiligen Index entfernt. Der Tagesablauf von Jugendlichen kann folglich in eine Abfolge von sechs Phasen des circadianen Rhythmus eingeteilt werden (Abbildung 7).

Abbildung 7: Konfiguration von Problemen der Schlafhygiene im Tagesverlauf



Zweidimensionale Skalierung (Borg; Groenen 2005), partitioniert in sechs Phasen im Tagesverlauf. Die Phasen 1 und 2 wurden mittels explorativer Faktorenanalyse weiter unterteilt. | Klassenstufen 5 bis 10, n = 1.539 |Projekt MMSM 2009-2012

Phase 1, Probleme abends schlafen zu gehen: Phase 1 fragt ungenügende Schlafhygiene vor dem Schlafengehen und späte Schlafenszeiten ab, induziert durch problematische Verhaltensweisen wie Koffein-, Alkohol-, Nikotinkonsum oder vom Schlaf abhaltende Freizeitaktivitäten (beispielsweise Fernsehen oder Computer spielen).

Phase 2.1, generelle Einschlafprobleme: Phase 2.1 misst Schwierigkeiten der Jugendlichen einzuschlafen, weil sie nicht müde sind oder schwer zur Ruhe kommen können.

Phase 2.2, physiologische und kognitive Probleme: Phase 2.2 sucht die Gründe für verhindertes Einschlafen in problematischem Verhalten, beispielsweise vor dem Schlafengehen oder wegen alltäglicher Probleme ängstlich beziehungsweise emotional aufgewühlt sein.

Phase 2.3, problematische Schlafumgebung: Die Schlafumgebung der Jugendlichen kann einem schnellen Einschlafen hinderlich sein: manche können nicht einschlafen,

ohne fernzusehen oder laute Musik zu hören. Darüber hinaus werden hier Fragen zu inadäquater Zimmertemperatur und Lichtverhältnissen gestellt.
Phase 3, Probleme nachts den Schlaf aufrechtzuerhalten: Der Schlaf von Jugendlichen kann sehr unruhig verlaufen. Sie wälzen sich herum, die Beine zucken, schlafwandeln oder reden im Schlaf und wachen in der Konsequenz nachts häufig auf. Diese Probleme unruhigen Schlaf behandelt Phase 3.
Phase 4, Probleme nachts wieder einschlafen zu können: Phase 4 spricht Schwierigkeiten an, nach nächtlichem Erwachen wieder eine angenehme Schlafposition zu finden. Die Schlafstörungen von Jugendlichen können zu Verhaltensweisen fördern, die konterproduktiv für das Wiedereinschlafen sind, wie beispielsweise das Aufwecken anderer Familienmitglieder, Angstzustände oder Fernsehen.
Phase 5, Probleme morgens wach zu werden: Phase 5 misst Probleme, früh morgens in den Tag zu starten. Aufgrund der späten Bettgehzeiten Jugendlicher und den frühen Schulzeiten bekommen diese häufig zu wenig Schlaf.
Phase 6, Tagesschläfrigkeit: Phase 6 untersucht Müdigkeit im Tagesverlauf. Zu wenig Schlaf führt zu Schläfrigkeit nach dem Aufwachen und weiter zu Verschlafenheit, die den ganzen Tag über anhalten kann – insbesondere in der Schule zu Phasen reduzierter Wachheit und zur Tendenz tagsüber einzuschlafen oder ein Nickerchen zu machen. Wir fügten hier ein neues Item hinzu: " Schläfst du auf der Heimfahrt von der Schule ein (zum Beispiel im Bus, in der Bahn, im Auto)?".

Abbildung 7 zeigt die Konfiguration möglicher Probleme in den sechs Phasen des circadianen Rhythmus. Der Tagesablauf von Jugendlichen kann somit in eine Abfolge von sechs Phasen des circadianen Rhythmus eingeteilt werden. Probleme der sechs Phasen korrelieren untereinander jeweils signifikant ($p = 0{,}001$ bis $p < 0{,}001$), wobei deutlich wird, das einige Beziehungen stärker wirken als andere. Die Phasen 1, 5 und 6 auf der rechten Seite der Abbildung thematisieren Tagesschläfrigkeit, problematisches Verhalten und mangelhafte Schlafhygiene morgens, tagsüber und abends, also von nach dem Aufstehen bis vor dem Zubettgehen. Diese sind klar abgegrenzt von den Phasen 2, 3 und 4 auf der linken Seite, welche Probleme beim Einschlafen und schlechte Schlafqualität behandeln. Phase 1 (Probleme abends schlafen zu gehen) setzt sich am klarsten von den anderen Phasen ab. Phase 5 (Probleme morgens wach zu werden) korrelierte stark mit Phase 6 (Tagesschläfrigkeit) ($r = 0{,}52$, $p < 0{,}001$). Phase 2.2 korrelierte stark mit Phase 3 ($r = 0{,}46$, $p < 0{,}001$) und Phase 6 ($r = 0{,}45$, $p < 0{,}001$). Phase 1 korrelierte stark mit Phase 2.1 ($r = 0{,}50$, $p < 0{,}001$) und Phase 6 ($r = 0{,}42$, $p < 0{,}001$).
Darüber hinaus wurden drei Motive des Schlafengehens mit der Unterscheidung „vor Schultagen" und „am Wochenende" abgefragt („Warum gehst du abends ins Bett?"): die Eltern schicken den Jugendlichen ins Bett, der Jugendliche ist müde oder der Jugendliche geht schlafen, weil er am nächsten Morgen ausgeschlafen sein möchte.

4.4. Ernährung und Chronotyp

Der Konsum von Stimulanzien, die das Schlafverhalten beeinflussen können, wurde mit fünf Items der Verzehrhäufigkeitsliste von Winkler und Döring (1995) auf einer sechs-

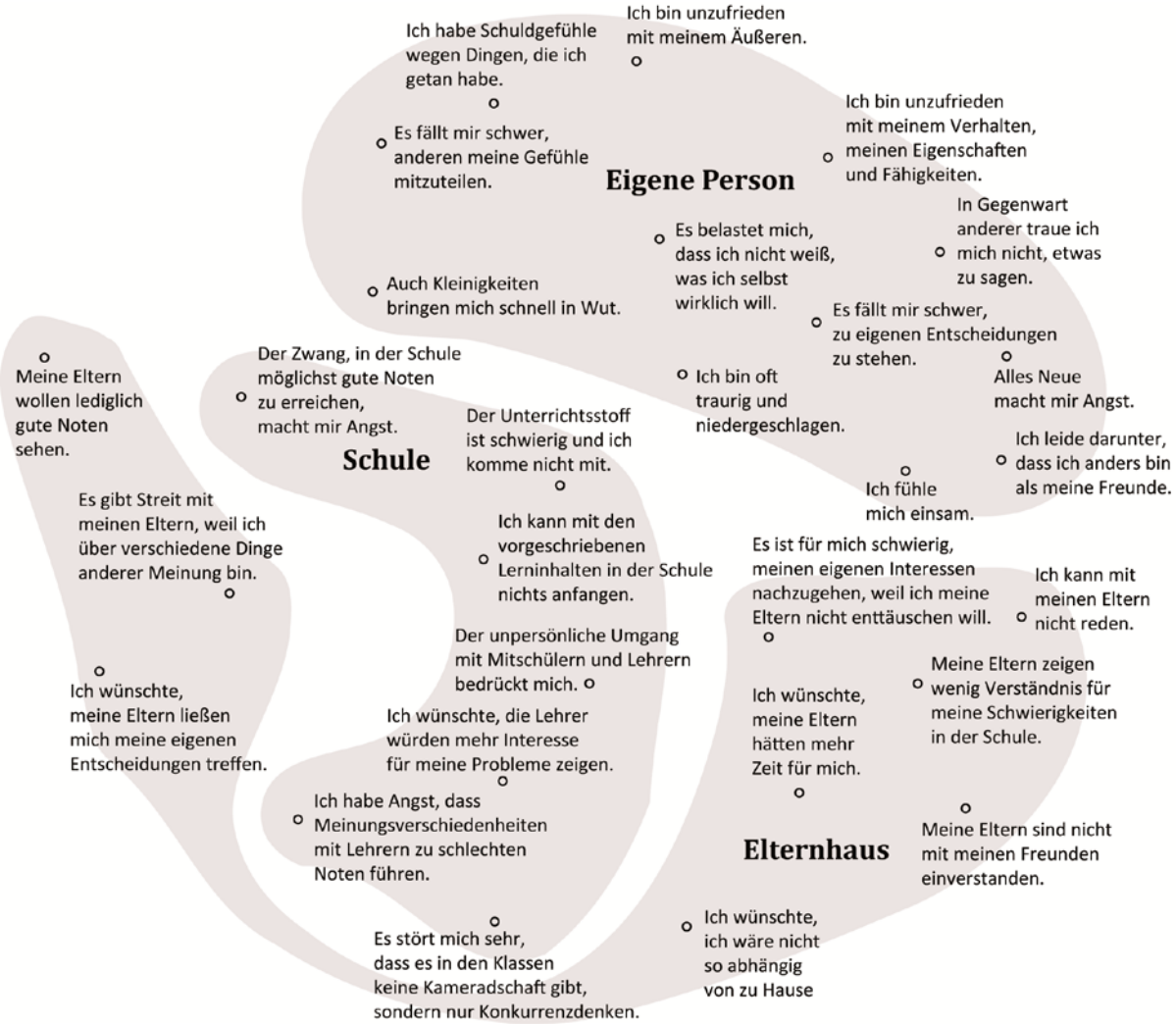
stufigen Likertskala erfasst. Unsere Liste umfasste den Konsum von Alkohol, Koffein, Zigaretten und Süßigkeiten. Winters et al. (1990) validierten Fragebogenskalen zur Selbstauskunft von Drogenkonsum und kamen zu dem Ergebnis, dass die Häufigkeit des Konsums von Drogen wie Alkohol durch Fragebögen hinreichend exakt abgefragt wird.
Außerdem wurden drei Items aus der „revised 18-item" Version des Three-Factor-Eating-Questionnaire (Lauzon et al. 2004) abgefragt; deutsche Übersetzung ist Thema einer Zulassungsarbeit an der PH Heidelberg. Zur Faktorstruktur siehe Bond et al. (2001).
Die Schüler konnten im Fragebogen Schätzwerte für ihre Größe und ihr Gewicht angeben. Aus Größe und Gewicht wurde der Body-Mass-Index (BMI) berechnet.
Für einige multivariate Analysen wurden die Aufnahme von Koffein, Alkohol und Zigaretten zu einem Index „Konsum von Stimulanzien" zusammengefasst (Cronbach's α = 0,620).

4.5. Stress und Chronotyp

Seiffge-Krenke (1995) entwickelte einen „Problem-Fragebogen" (PQ) (Seiffge-Krenke unveröffentlicht) zur Stresswahrnehmung von Jugendlichen bei der Konfrontation mit psychischen Alltagsproblemen. Die Klassenstufen 8 bis 10 im Projekt MMSM beantworteten die Fragen zu psychischen Alltagsproblemen in den drei Bereichen Schule (7 Items), Elternhaus (9 Items) und eigene Person (12 Items) aus dem PQ. Die vier anderen Bereiche des PQs (Zukunft, Beziehungen zu Gleichaltrigen, Freizeit und Beziehungen zum anderen Geschlecht) wurden im Projekt MMSM nicht abgefragt. Die Zustimmung der Schüler zu den Aussagen des PQs wurde auf einer 5-Punkt-Likert-Skala mit Ausprägungen von 5 = „stimmt genau" bis 1 = „stimmt gar nicht" festgehalten, so dass höhere Werte eine intensivere Problemwahrnehmung indizierten.
Zur Analyse wurden nur Fälle mit gültigen Werten für alle relevanten Variablen (n = 924) verwendet. Zur Validierung der drei Bereiche Schule, Elternhaus und eigene Person wurden eine Zweidimensionale Skalierung, eine Faktorenanalyse und eine Reliabilitätsanalyse durchgeführt. Die zweidimensionale Skalierung (Proxscal, Data Theory Scaling System Group, Leiden University, Niederlande;
Abbildung 8) ordnet die Items auf Basis der Antworten („stimmt genau" bis „stimmt gar nicht") nach ihrer Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit zueinander an. Nahe beieinander liegende Punkte sind sich inhaltlich ähnlich; weiter entfernt liegende Punkte sind sich inhaltlich unähnlich. Die Zweidimensionale Skalierung partitionierte die Items zum Thema Stress/psychische Probleme in die drei Bereiche „Schule", „Elternhaus" und „eigene Person", wobei der Bereich „Elternhaus" nicht ganz eindeutig als distinkt vom Bereich „Schule" auszumachen ist und sich teilweise thematisch mit dem Bereich „Schule" überlappt, insbesondere in Bezug auf die Schulnoten. Die Faktorenanalyse (Hauptkomponenten, Varimax Rotation) mit erzwungenen drei Faktoren separierte die drei Bereiche sauber, wobei das Item des Bereichs Elternhaus, das sich mit Schulnoten auseinandersetzt, auch hier auf dem Bereich Schule lud. In der Reliablilitätsanalyse betrug Cronbach's α = 0,74 im Bereich Schule, α = 0,81 im Bereich Elternhaus und α = 0,85 im Bereich eigene

Person. Es wurden folglich drei Summenscores für die Indizes Schule, Elternhaus und eigene Person berechnet.
In der weiteren Analyse wurden Korrelationen nach Pearson, zweiseitige t-Tests und ein Allgemeines Lineares Modell berechnet, um den Zusammenhang zwischen Chronotyp (CSM) und Problemen in den Bereichen Schule, Elternhaus und eigene Person zu quantifizieren, mit den Kontrollvariablen Alter, Geschlecht, Schulnoten und Schultyp. Wir errechneten eine Durchschnittsnote aus von den Schülern berichteten Zeugnisnoten in den Schulfächern Mathematik, Deutsch, erste Fremdsprache und Biologie. Der Schultyp wurde kontrolliert, weil dieser als Indikator für den sozialen und den Bildungshintergrund gelten kann und mit Problemen in den Bereichen Schule und Elternaus interagieren könnte.

Abbildung 8: Konfiguration psychischer Probleme (PQ)



Die zweidimensionale Skalierung partitioniert die Items zum Thema Stress/psychische Probleme in die drei Bereiche „Schule“, „Eltern“ und „Selbst“ | Klassenstufen 8 bis 9, n = 924, gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe |Projekt MMSM 2009-2012 und (Vollmer et al. 2011).

Die subjektiven Zeitperspektiven der Jugendlichen wurden mit einem Fragebogeninstrument von Sugiyama (1994) und mit Ideen aus La Roche und Frankel (1986) abge-

fragt, wobei die Skala aus dem Japanischen übersetzt und teilweise neu entwickelt wurde.

4.6. Persönlichkeitswerte und Chronotyp

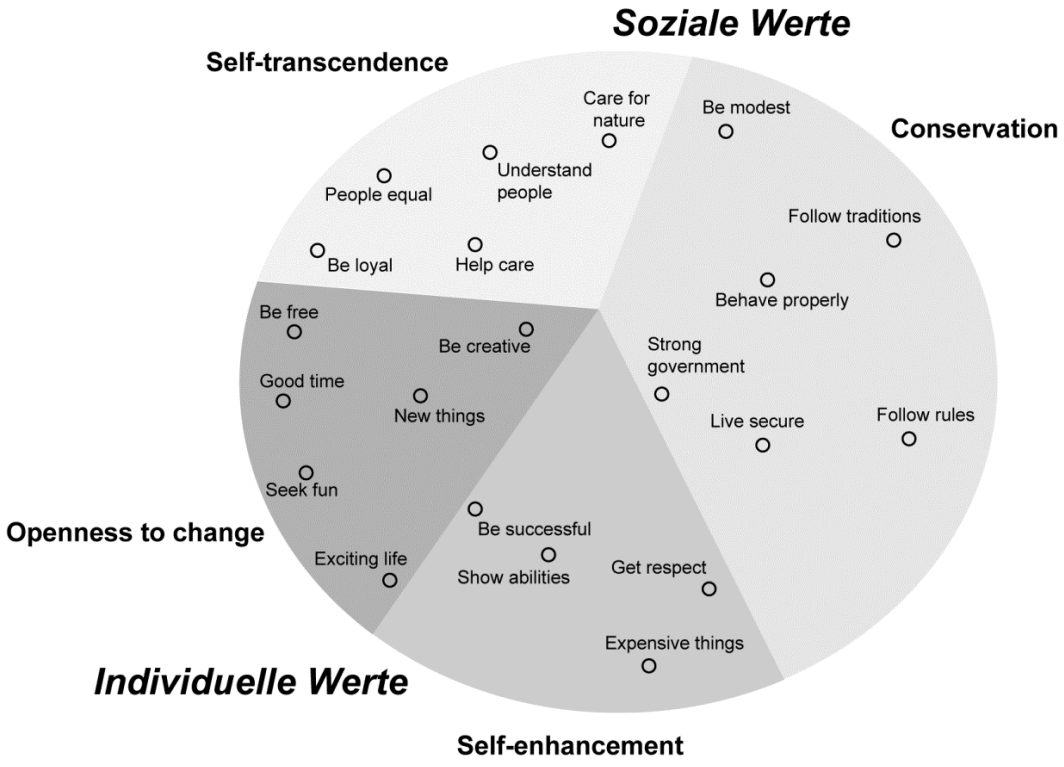
Schwartz (2003) entwickelte mit dem Portrait-Values-Questionnaire (PVQ) ein Fragebogeninstrument zur Erfassung grundlegender menschlicher Einstellungen zu individuellen und gesellschaftlichen Persönlichkeitswerten. Der Vorteil des PVQ liegt in der klaren theoretischen Struktur der Wertedimensionen des PVQ zueinander. Wegen seiner quasi-circumplexen Struktur hat das Streben nach einer Erfüllung in einer Wertedimension Konsequenzen, die mit der Wertedimension auf der gegenüberliegenden Seite konfligieren (Schwartz 2010a). Der Portrait-Values-Questionnaire (PVQ) nach Schwartz umfasst 21 Items und wird in einer Version für Mädchen und in einer anderen Version für Jungen abgefragt, die sich nur in den angepassten Personalpronomen unterscheiden. Die Übersetzung des PVQ ins Deutsche wurde im Zuge des European Social Surveys vorgenommen, einer europäischen Langzeitstudie, die den PVQ alle zwei Jahre einsetzt und ist für Jugendliche geeignet (Liem et al. 2011). Die Mittelwerte der Rohwerte des PVQ wiesen auf ein unterschiedliches Antwortverhalten von Morgen- und Abendtypen hin. Morgentypen (M = 3,32) antworteten über alle 21 Items hinweg zustimmender als Abendtypen (M = 3,18, p = 0,004). Weil der PVQ theoretisch eine kreisförmige Struktur hat (Abbildung 2), auf der sich widersprechende Werte sich gegenüber stehen, war es uns möglich, die 21 Items wie folgt zu zentrieren (Schwartz 2010b): $Item_i - ((Mittelwert[Item_1] + Mittelwert[Item_2] + \dots + Mittelwert[Item_{21}])/21)$, um auf diese Weise messinstrumentbedingte Messfehler (global zustimmendes gegenüber global ablehnendes Antwortverhalten) auszuschließen. Die 21 Items konnten daraufhin zu 4 übergeordneten Persönlichkeitswerten zusammengefasst werden (Abbildung 2): *Openness to change* (Subskalen: Self-direction, Stimulation, Hedonism), *Self-enhancement* (Subskalen: Achievement, Power), *Conservation* (Subskalen: Security, Conformity, Tradition), und *Self-transcendence* (Subskalen: Benevolence, Universalism). Auch mit den Daten des Projektes MMSM konnten die die vier Persönlichkeitswerte höherer Ordnung mit zweidimensionaler Skalierung (Proxscal; Data Theory Scaling System Group, Leiden University, The Netherlands) in einer kreisrunden Struktur als distinkt partitioniert werden (Abbildung 9), womit wir die empirische Gültigkeit der theoretischen Struktur der Persönlichkeitswerte in den im Projekt MMSM befragten Jugendlichen nachweisen konnten.

Wir führten vier Regressionsanalysen (mit jeweils einer der vier Dimensionen der PVQ als abhängiger Variable) durch. Jede der vier Regressionsanalysen beinhaltete die Kontrollvariablen Alter, Geschlecht, Chronotyp, die Pubertätsskala nach Carskadon et al. (1993; z-Werte), die Problemwahrnehmung in den Dimensionen PQ Eltern und PQ Selbst nach Seiffge-Krenke et al. (2001), einen Index der Religionszugehörigkeit und den Schultyp. Dieser Index der Religionszugehörigkeit wurde aus drei Fragen zur Religionszugehörigkeit des Jugendlichen und seiner Eltern zusammengesetzt: „Welcher Religion oder Konfession… 1. …fühlst du dich zugehörig? 2. …gehört deine Mutter an? 3. …gehört dein Vater an? – römisch-katholisch, evangelisch/protestantisch, griechisch- oder russisch-orthodox, andere christliche Konfession, jüdisch, moslemisch, östliche Religions-

gemeinschaft (Buddhismus, Hinduismus, Sikh, Shinto, Tao), andere, nicht-christliche Religionsgemeinschaft, keiner“, so dass der Index aus den folgenden Werteausprägungen bestand: 0 = der Jugendliche und beide Elternteile gehören einer Religion an; 1 = keine Religionszugehörigkeit einer dieser drei Personen; 2 = keine Religionszugehörigkeit von zwei Personen; 3 = der Jugendliche und beide Elternteile haben keine Religionszugehörigkeit.

Die Fragen zur Persönlichkeit waren nur an die Klassenstufen 8 bis 10 gerichtet. Die Datenanalyse enthielt das Geschlecht als Kontrollvariable, weil in früheren Studien Frauen angaben, anderen näher zu stehen und sich eher um ihr Wohlergehen zu sorgen, während Männer angaben, unabhängiger zu sein und ihre eigene Leistung und Macht als wichtiger einstuften (Schwartz & Rubel-Lifschitz 2005; Chodorow 1990). Wir kontrollierten Alter und Pubertätsstatus, weil vermutet wird, dass sich Persönlichkeitswerte in der Adoleszenz verändern. Wir kontrollierten die Problemwahrnehmung der Jugendlichen, weil *Self-enhancement* und *Conservation* mit höherer Ängstlichkeit korrelieren (Schwartz 2010a). Schließlich wurde die Religionsangehörigkeit kontrolliert, weil insbesondere soziale Persönlichkeitswerte mit religiösen Vorstellungen assoziiert sind.

Abbildung 9: Empirische Konfiguration von Persönlichkeitswerten (PVQ)



Zweidimensionale Skalierung (Proxscal), Roh-Stress = 0.067, 21 Items (nicht zentrierte Rohwerte), partitioniert in Openness to change, Self-enhancement, Conservation und Self-transcendence | Daten und Grafik: Projekt MMSM 2009-2012

4.7. Soziales Umfeld und Chronotyp

Im Fragebogen finden sich zahlreiche Fragen zum sozialen Hintergrund der Jugendlichen. Im Fragebogen wurde abgefragt, wie die Schüler wohnen. Zur Auswahl standen vier Kategorien (Einfamilienhaus, Zwei- oder Dreifamilienhaus, großes Mehrfamilien-

haus und Hochhaus, jeweils bebildert mit Screenshots aus Sim City 4 (siehe Fragebogen im Anhang). Das familiäre Umfeld wurde detailliert abgefragt: die Schüler konnten angeben, wie viele Personen zu Hause leben, mit wem sie zusammen wohnen (Vater, Mutter, Geschwister, Großeltern), ob Mutter und Vater arbeiten und wie häufig gemeinsame Mahlzeiten stattfinden. Zum Bildungsgrad wurde gefragt, wie viele Bücher es zu Hause gibt und welchen Bildungsabschluss die Eltern haben. Zur Erörterung des kulturellen Hintergrunds wurde abgefragt, welche Sprachen zuhause gesprochen werden, in welchem Land Eltern und der Schüler selbst geboren sind und welcher Religion sie angehören. Das EUROHIS-Quality-Of-Life-Instrument (Brähler et al. 2007) wurde zur Messung der Lebensqualität verwendet.

4.8. Elektronische Bildschirmmedien und Chronotyp

Wir erkundigten uns nach dem Zeitbudget für neun Freizeitaktivitäten der Heranwachsenden auf einer sechsstufigen Likertskala (Abbildung 62). Vor allem interessierten hier die elektronischen Bildschirmmedien (Computer, Spielekonsole, Fernseher und Mobiltelefon), es wurden aber auch andere Aktivitäten abgefragt (zum Beispiel Lesen, Hausaufgaben machen, Arbeiten). Die beiden Fragen zum Zeitbudget für Fernsehen (auch Videos) und für Computer/Spielekonsole wurden einige Analysen zu einem Index „Elektronische Bildschirmmedien“ zusammengefasst (Cronbach's $\alpha = 0{,}533$). Darüber hinaus wurde auch abgefragt, wie viele Dinge die Familien zu Hause haben (Mobiltelefon, Fernseher, Computer, Musikinstrumente, Autos, Internet und Zeitungen) und welche dieser Dinge den Schülern persönlich gehören: Mobiltelefon, Spielekonsole, Computer, DVD-Player, Fernseher. Es wurde dabei davon ausgegangen, dass Dinge, die dem Schüler persönlich gehören, in seinem Zimmer stehen.

4.9. Lichtverschmutzung und Chronotyp

„Nächtliche Beleuchtung“ ist in unserem Kontext als die Intensität des Lichts zu verstehen, das von draußen durch Fenster ins Schlafzimmer eindringen kann und auf diese Weise beim Einschlafen hinderlich sein kann. Wir untersuchten nicht, ob die nächtliche Außenbeleuchtung einen Effekt auf das Individuum haben kann, wenn dieses schon schläft, wie von Schernhammer und Stone (2011) und Hamermesh et al. (2008), in Antwort auf Kloog et al. (2011), diskutiert.

Das Projekt MMSM schätzte die Lichtintensität bei Nacht in den Wohngebieten der Befragten mithilfe von Satellitenaufnahmen (Nachtaufnahmen) der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, CO, USA). Diese Kombination von nächtlichen Satellitenbildern und personenbezogenen Daten wurde zuvor von Kloog et al. (2010) und Kloog et al. (2011) verwendet, um künstliches Nachtlicht mit Brustkrebs zu korrelieren; Kloog wies dabei einen gesundheitsschädlichen Effekt von nächtlicher Beleuchtung nach (Review: Reiter et al. 2007). Die nächtlichen Satellitenaufnahmen der NOAA liefern jährlich gemittelte Daten der Stärke des nächtlichen künstlichen Lichts auf der Erdoberfläche. Sie eignen sich daher dafür, den Zusammenhang zwischen künstlicher Außenbeleuchtung bei Nacht in den Wohngebieten der befragten Jugendlichen und

ihrer Chronotypwerte zu berechnen. Die NOAA Fernerkundungsdaten wurden mit ArcGIS 9.3 (ESRI, Redlands, CA, USA), ERDAS IMAGINE 2010 (Atlanta, GA, USA) und eCognition 8.6.4 (Trimble GeoSpatial, Westminster, CO, USA) verarbeitet.
Wir verwendeten ein Satellitenbild, um den Chronotyp mit der Intensität künstlicher Lichtquellen in der Nacht zu korrelieren. Aus Daten zur Lichtintensität wurden Mittelwerte der Lichtintensität für 75 Gemeinden und Stadtteile berechnet. Das amerikanische Nightsat Projekt produziert jährlich gemittelte, wolkenfreie Bilder der künstlichen Beleuchtung der Erdoberfläche bei Nacht (Version 4 DMSP-OLS, Nighttime Lights Time Series, average visible, stable lights, & cloud-free coverages F162009). Diese Satellitendaten (DMSP-OLS smooth resolution satellite data; NOAA 2009) wurden vom National Geophysical Data Center (Defense Meteorological Satellite Program, NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, CO, USA) aufbereitet. Dabei wurden optische und atmosphärische Verzerrungen entfernt (Baugh et al. 2010). In der von uns verwendeten „Stable lights"-Version wurden auch vorübergehende Erscheinungen wie beispielsweise Waldbrände entfernt. Eine Alternative und zusätzliche Datenquelle zur „Stable lights"-Version wäre die "kalibierte" Version, jedoch sind die quantitativen Unterschiede zwischen beiden Version gering (Chen & Nordhaus 2011). Im Ergebnis zeigt das NOAA Satellitenbild die Verteilung und Dichte menschlicher nächtlicher Aktivität anhand der Intensität von Außenbeleuchtung (Elvidge et al. 2007). Wir verwendeten Graustufenwerte (0-63) des zusammengesetzten wolkenfreien Satellitenbildes von 2009, um die nächtliche Lichtintensität auf der Erdoberfläche zu messen.
Das NOAA Satellitenbild wurde als eine Rasterebene in ArcGIS 9.3 (ESRI, Redlands, CA, USA) eingebunden. Zusätzlich wurden diese Fernerkundungsdaten mit einer Vektorebene von Gemeinde- und Stadtteilgrenzen in drei Landkreisen verbunden. Die Gemeindegrenzen des Rhein-Neckar-Kreises stammen von Open Street Map (http://www.odbl.de/boundaries). Die Stadtteilgrenzen von Mannheim und Heidelberg wurden von den jeweiligen Vermessungsämtern zur Verfügung gestellt. Im nächsten Schritt wurden Wohnstraßen in diesen Gemeinden und Stadtteilen mit Daten von Open Street Map (http://download.geofabrik.de) identifiziert und als eine dritte Ebene in ArcGIS 9.3 hinzugefügt. Die The Exaktheit der Wohnstraßen aus Open Street Map wurde mit Landnutzungsdaten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (LUBW 2011) überprüft und verbessert. Wohngebiete wurden näherungsweise erzeugt, indem um alle Straßen mit dem Label "residential", "living" or "pedestrian" in ArcGIS 9.3 ein Buffer (Radius = 50 m) gezeichnet wurde. Wir berechneten die durchschnittliche Lichtintensität in den Wohngebieten pro Gemeinde/Stadtteil mit ERDAS IMAGINE 2010 (Atlanta, GA, USA) und eCognition 8.6.4 (Trimble GeoSpatial, Westminster, CO, USA). Auf diese Weise beziehen sich die Werte der Lichtverschmutzung ausschließlich auf Wohngebiete.
Wir kontrollierten die Photoperiode, indem wir die Uhrzeit des Sonnenaufgangs in Heidelberg (49,4° nördlicher Breite, 8,7° westlicher Länge) an Befragungstagen als unabhängige Variable aufnahmen, da Borisenkov et al. (2010) einen zwar schwachen, aber signifikanten Zusammenhang zwischen Sonnenaufgangszeit und Chronotyp feststellte. Die Sonne ging an Befragungstagen zwischen zischen 6:25 Uhr am 22. März 2010 und

8:18 Uhr am 8. Januar 2010 auf (M = 7:43 Uhr, SD ± 29 min, Schiefe = -,990). Die folgende Analyse bezieht sich nur auf Fälle mit gültigen Antworten (n = 1.507).
Die Auflösung des NOAA Satellitenbildes beträgt 833 x 833 Meter, die Projektion ist UTM (Universal Transverse Mercator), Zone WGS 1984 32N. Die Grauwerte des Satellitenbilds streuen im Original von 0 bis 63 und wurden in Abbildung 73 zur Verdeutlichung der Unterschiede in der Lichtintensität auf die gesamte Spannweite des Hell-Dunkel-Spektrums (0 bis 255) gestreckt. Die Durchschnittswerte für die Lichtintensität pro Gemeinde/Stadtteil wurden aus den in Abbildung 73 eingezeichneten Wohngebieten errechnet.
Mit jüngst publizierten nächtlichen Satellitenaufnahmen des NightPod-Systems von ESA-Austronaut André Kuipers[12] wären detaillierte Studien mit höherer Auflösung möglich.

4.10. Photoperiode bei Geburt und Chronotyp

Frühere Studien verwendeten die vier Jahreszeiten (Frühling, Sommer, Herbst und Winter; mit teilweise extakten Kalenderdaten) oder die Tageslänge in Stunden, um den Season-of-birth-Effekt zu operationalisieren, jedoch liegen die Jahreszeiten nicht auf Linie mit der Oszillation der Photoperiode im Jahresverlauf. Zum Beispiel beginnter der Winter am 21. Dezember. Dabei werden die Tage ab dem 21. Dezember schon wieder länger. Außerdem wurde nicht von allem Wissenschaftlern die gleiche Gruppierung vorgenommen: Natale und Di Milia (2011) gruppierten Winter von Januar bis März, Harada et al. (2011) gruppierten Winter von Dezember bis Februar. Wir schlagen deshalb hier eine neue Methode vor. In dem die Kategorien mittig in den Jahreszeiten getrennt werden, bekommen wir homogenere Gruppen für rein zunehmende und rein abnehmende Photoperioden, in welchen die Tage schnell länger beziehungsweise schnell kürzer werden und ein Plateau mit langen Tagen sowie Senke mit kurzen Tagen.
Es wurden folgende 365 Befragte von der Analyse ausgeschlossen: 266 Schüler waren nicht in Deutschland geboren, 52 Schüler machten keine Angabe zu ihren Schlafens- und Aufstehzeiten, 41 beantworteten die CSM nicht vollständig und sechs Schüler machten keine Angabe zu ihrem Geschlecht. 2.905 Befragte wurden in die Analyse eingeschlossen.
Da wir aus Datenschutzgründen nicht das extakte Geburtsdatum erfragen durften, kreierten wir die folgenden vier Gruppen basierend auf dem Geburtsmonat (Abbildung 10):

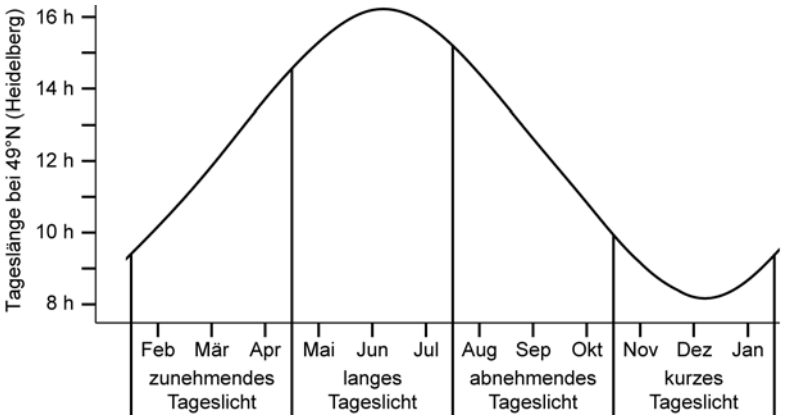
- zunehmende Photoperiode (Februar, März, April)
- lange Photoperiode (Mai, Juni, Juli; maximal 16h Tageslänge)
- abnehmende Photoperiode (August, September, Oktober)
- kurze Photoperiode (November, Dezember, Januar; minimal 8h Tageslänge)

Zunehmende wie abnehmende Photoperioden haben im Mittel gleich viele Stunden Tag, aber in umgekehrter Reihenfolge, während lange und kurze Photoperioden sich in der Tageslänge stark unterscheiden.

[12] International Space Station, http://www.flickr.com/photos/astro_andre, zuletzt besucht am 27.04.2012

Um die Daten auf Bias zu testen wurden vor der eigentlichen Analyse drei univariate Varianzanalysen durchgeführt um den Einfluss der Photoperiode bei Geburt auf Alter und Chronotyp (CSM, MSFsc) zu testen. Wenn in der Analyse nicht das Geburtsjahr als Kontrollvariable einbezogen wurde, wurden nach Geburtsjahr standardisierte Werte von CSM und MSFsc verwendet. In der multivariaten Varianzanalyse wurden zusätzliche Tests durchgeführt, um auf einen quadratischen Zusammenhang für den Zeitraum eines Jahres zu testen. Um sechs Jahre hintereinander weg zu testen, wurde schließlich eine Kosinusregression durchgeführt.

Abbildung 10: Tageslänge in den vier Photoperioden.



Quelle: National Oceanic and Atmospheric Administration Solar Calculator (United States) und Projekt MMSM 2009-2012

4.11. Wissen über den Schlaf und Chronotyp

Zur Messung der Schülervorstellungen von gutem Schlaf wurde die Sleep Beliefs Scale (Adan et al. 2006) eingesetzt. Sie misst den Glauben an positive oder negative Effekte von Verhaltensweisen auf die Schlafqualität/-quantität in den drei Faktoren „Verhaltensweisen, die mit dem Schlaf nicht vereinbar sind“ (acht Items), „Verhaltensweisen im Schlaf-Wach-Rhythmus“ (sieben Items) und „Gedanken und Meinungen zu Schlaf“ (fünf Items). Vier der Items haben einen positiven Effekt auf den Schlaf, 16 Items haben einen negativen Effekt. Ein weiteres quantitatives Frageinstrument zum Wissen über den Schlaf wurde auf der Grundlage von qualitativen Interviews, die Corina Dörr durchgeführt hatte, entwickelt. Dieses selbst entwickelte Instrument besteht auch aus 19 Items und verfügt über neun richtige und zehn falsche Aussagen.

4.12. Schulische Leistung und Chronotyp

Zur Messung der Schulleistung wurden die Schüler gebeten, ihre letzte Zeugnisnote in den Fächern Erste Fremdsprache, Mathematik, Deutsch und Biologie – beziehungsweise NWA (Fächerverbund Naturwissenschaftliches Arbeiten) oder MNT (Fächerverbund Materie, Natur, Technik) – anzugeben. Fünftklässler, die noch keine Halbjahresinformation der Klassenstufe 5 hatten, gaben Noten aus den Grundschulzeugnissen an, wobei für

Biologie meist die Note in MeNuK (Fächerverbund Mensch, Natur und Kultur) angegeben wurde.

4.13. Aufmerksamkeit und Chronotyp

Zur Messung der Vigilanz nahmen die Schüler im Klassenverband an einem Aufmerksamkeitstest (Brickenkamp 1994) teil. Dieser dauert fünf Minuten (8 Minuten mit Einweisung) und prüft die selektive, kurzzeitige Aufmerksamkeit. Er gibt unter anderem Aufschluss über das Leistungsniveau und zeigt gute Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität. Es wurde ein Aufmerksamkeitstest mit Standardinstruktionen für Kinder (Brickenkamp 1994) verwendet. Der Test wurde durchgeführt, nachdem alle Schüler den Fragebogen zu Ende bearbeitet hatten. Wir vermuteten in der kurzzeitigen Aufmerksamkeitsleistung messbare Schwankungen im Tagesverlauf.

4.14. Unterrichtsentwurf mit Begleitevaluation

Im Anschluss an die quantitative Befragung und unter Nutzung ihrer Ergebnisse wurde ein Unterrichtskonzept entworfen, durchgeführt und wissenschaftlich mit Fragebögen und einer Kontrollgruppe begleitet und evaluiert. Das Unterrichtskonzept zur Chronobiologie, Schlaf und Schlafhygiene beruht auf selbstbestimmtem Lernen und Gruppenarbeit. Es wurden Unterrichtsmaterialien mit Fragestellungen zum Chronotyp, Schlaf und Schlafhygiene entwickelt, die sich inhaltlich am Stand der Forschung orientieren. Der Unterrichtsentwurf wurde von Studierenden der Pädagogischen Hochschule Heidelberg mit wissenschaftlicher Begleitung und quantitativer Evaluation in Schulklassen der Klassenstufe 6 an Realschulen durchgeführt. Im Klassenverband wurden Fakten über Chronotyp, Schlaf und Schlafhygiene in Gruppen erarbeitet und präsentiert (peertutoring). Dies soll den Schülern helfen, ihr eigenes Schlafverhalten zu überdenken und gegebenenfalls zu ändern. Die Fragen zum Schlafkonzept sind wichtig, um Fehlvorstellungen zu erkennen und an diese Fehlvorstellungen anknüpfen zu können: ein Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichtskonzeptes ist der Konzeptwechsel (Posner et al. 1982; Duit & Treagust 2003).
Um ein fundiertes Unterrichtskonzept zum Thema Chronotyp und Schlafhygiene zu erstellen, müssen Grundlagen aus der Biologie- und Naturwissenschaftsdidaktik berücksichtigt werden, wie die Konzepte aus der Lerntheorie von Deci und Ryan (1990), die Konzepte zum Arbeiten in Gruppen (Abrami et al. 1999) sowie zur experimentellen Arbeitsweise (Randler & Hulde 2007). Bei der Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (1990) stehen drei Ansätze im Vordergrund: Kompetenz, Autonomie und soziale Eingebundenheit erleben; vgl. hierzu die Evaluation und Entwicklung eines Unterrichtskonzeptes von (Randler & Bogner 2007).
Azevedo et al. (2008) präsentiert erste Beispiele aus der universitären Lehre und zieht Konsequenzen für die Schulpraxis; es wurde jedoch kein Konzept entwickelt und evaluiert. Beispiele aus Unterrichtszeitschriften behandeln hauptsächlich den rein physiologischen Aspekt der Chronobiologie und fokussieren in ihren Vorschlägen für die gymnasiale Oberstufe auf Vorgänge in der Natur und endogene Schrittmacher (Gebauer &

Schraub 1997; Linkwitz 2006; Merrow & Roenneberg 2002). Die Verschiebung zum Abendtyp findet jedoch schon mit Beginn der Pubertät statt, sodass die Unterrichtseinheit in Klassenstufe 6 platziert wurde.

Zur Entwicklung, Erprobung und systematischen Evaluation von Unterrichtseinheiten wird auf die Forschungen von Randler et al. Bezug genommen: Randler und Bogner (2002), Randler et al. (2005), Randler und Kunzmann (2005), Randler und Bogner (2006), Randler und Hulde (2007), Randler et al. (2007), Randler und Bogner (2008), Randler et al. (2008) sowie Randler und Bogner (2009).

Das Unterrichtskonzept wurde zusammen mit den Lehramtsstudierenden der Pädagogischen Hochschule Heidelberg Judith Hammer, Christian Keller und Anna-Karina Maxand erarbeitet und von den Studierenden eigenverantwortlich durchgeführt. 12 Schulklassen der Klassenstufe 6 (6 Treatmentklassen zum Thema Schlaf und 6 Kontrollklassen, die Unterricht zum Thema Traum erhielten) nahmen teil. Die teilnehmenden Schulen waren die Dietrich-Bonnhoeffer-Realschule, Weinheim, die Johannes-Kepler-Realschule, Heidelberg, die Theodor-Heuss-Realschule, Walldorf, die Feudenheim-Realschule, Mannheim und die Seckenheim-Realschule, Mannheim. Der Unterricht fand vom 16. bis 31. Mai 2011 statt. Die Teilnahme war freiwillig, die schriftliche Elterngenehmigung wurde durch die Lehrer eingeholt. Der Ablauf des Unterrichts kann den Strukturskizzen zum Thema Schlaf (Treatmentgruppe, Abbildung 11) und zum Thema Traum (Kontrollgruppe, Abbildung 12) entnommen werden. Der Unterricht wurde von Fragebögen zur Evaluation begleitet, wobei die Fragebögen in vier Wellen aufgeteilt waren (Tabelle 5), mit Kennwörtern versehen, um die persönliche Zuordnung der Wellen zu den Schülern zu garantieren (Tabelle 4). Jede der vier Wellen behandelte die gleichen Fragen zum Thema Schlafhygiene (Verhalten und Wissen). Es sind Kurzskalen, die den Fragebatterien aus Kapitel 5.3 (Schlafhygiene) und Kapitel 5.11 (Wissen über den Schlaf) entnommen wurden. In den Wellen 1 und 4 wurde zusätzlich der Chronotyp mit der CSM abgefragt. In Welle 2, direkt nach dem Unterricht, wurde statt dem tatsächlichen Verhalten das zukünftige Verhalten abgefragt.

Abbildung 11: Strukturskizze, Unterrichtseinheit Chronotyp (Treatmentgruppe)

	Stundenverlauf	Medien	Lernziele
	Einstieg Arbeits-/Sozialform: Plenumsgespräch		
10'	Lehrer spielt Hörspiel ab. SchülerInnen kommentieren unaufgefordert. Lehrer lenkt Gespräch auf Unterschied zwischen den zwei Schüler aus dem Hörspiel. Lehrer fragt: *Wie ist das bei euch montags morgens?*" Einige SchülerInnen äußern sich dazu. Lehrer schreibt an die Tafel : Warum ist Schüler x montags morgens fitter als Schüler y? Lehrer:*"Diese Frage möchten wir in der nächsten Stunde klären und in der zweiten Stunde schauen wir uns Tipps und Tricks an, mit Hilfe derer ihr morgens gut aus dem Bett kommen könnt."*	- Hörspiel: Interview zweier Schüler am Montagmorgen; unterschiedliche Chronotypen werden darin überspitzt und witzig dargestellt. - Tafel	
	Erarbeitung 1 Arbeits-/Sozialform: Gruppenarbeit		
20'	Spiel zur Chronotypbestimmung. SchülerInnen formulieren Fazit: "Ich bin eine Lerche/Eule, weil..."	- Spielbrett, Spielkarten, Spielfiguren	SchülerInnen können ihren Chronotyp benennen und beschreiben.
	Ergebnissicherung Arbeits-/Sozialform: Plenumsgespräch		
15'	Einige SchülerInnen lesen ihre Fazite. Lehrer schreibt Mersatz an Tafel, SchülerInnen übernehmen auf ihr Arbeitsblatt.	- Arbeitsblatt - Tafel	SchülerInnen können die Kriterien, die zur Bestimmung eines Chronotyps wichtig sind benennen und die drei klassischen Chronotypen beschreiben.
	Pause		
5'	Pause		
	Erarbeitung 2 Arbeits-/Sozialform: Gruppenarbeit		
30'	Lehrer spielt Hörspiel 2 ab. Lehrer:*"Überlegt euch kurz, welche Tipps ihr Max aus dem Hörspiel geben könntet, damit er montags morgens nicht immer so müde ist."* SchülerInnen äußern Vermutungen, und schreiben diese auf die Tafel. Lehrer:*"Diese Tipps und weitere findet ihr zum Bearbeiten an den einzelnen Stationen."* → einzelne Stationen werden noch ausgearbeitet	- Hörspiel 2: Gespräch zwischen den Schülern aus Hörspiel 1; der eine Schüler klagt darüber, dass er morgens nicht aus dem Bett kommt. - Stationen	SchülerInnen können anhand von Informationsmaterial Maßnahmen zum Einsschlafen, Durchschlafen und Aufwachen bewerten.
	Ergebnissicherung Arbeits-/Sozialform: Plenumsgespräch		
15'	Lehrer bespricht mit SchülerInnen die Stationenarbeit. SchülerInnen geben Blitzlicht zum Schlaftagebuch. SchülerInnen füllen Fragebogen aus.		

Quelle: Entwurf der Lehramtsstudierenden Judith Hammer, Christian Keller und Anna-Karina Maxand |Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 12: Strukturskizze, Unterrichtseinheit Traum (Kontrollgruppe)

	Stundenverlauf	Medien	Lernziele
	Einstieg Arbeits-/Sozialform: Plenumsgespräch		
15'	Lehrer liest 3 Seiten aus "Lippls Traum". Leitfragen für das anschließende Gespräch: *"Wer von euch kennt das Buch?"* *"Kann jemand in zwei Sätzen sagen, um was es in dem Buch geht?"* *"Fass doch mal kurz zusammen was ich gerade vorgelesen habe"* *"Auf welche Arten kann Lippl träumen?"* *"Auf welche Arten trämt ihr?"* *"Was genau bedeutet eigentlich träumen/Traum?"* *"Welches sind die 3 entscheidenden Aspekte beim Träumen?"* Lehrer definiert gemeinsam mit SchülerInnen den Begriff träumen/Traum und schreibt die Definition an die Tafel. Lehrer: *"Diese Definition und alles was wir heute noch zusammen erarbeiten soll in ein kleines Büchlein, damit ihr später alles zum Thema Traum kompakt zusammen habt."* Lehrer erklärt SchülerInnen Herstellung des Büchleins. SchülerInnen basteln ihr Büchlein.	Buch "Lippels Traum" Folie mit schlafendem Lippel Tafel Materialien für Büchlein: - buntes Papier für Außenseiten - 2 weiße Papiere für Innenseiten - ggf. Ausdruck vom schlafenden Lippel für die Vorderseite	Wissenschaftliche Definition: Träumen ist die psychische Aktivität des Schlafes; Der Traum ist die Erinnerung an die psychische Aktivität während des Schlafes.
	Erarbeitung 1 Arbeits-/Sozialform: Gruppenarbeit		
20'	Lehrer: *"Jetzt schauen wir uns nochmal die einzelnen Arten zu träumen an, die in dem Buch angesprochen werden".* Lehrer teilt Fallbeispiele. SchülerInnen arbeiten anhand von Leitfragen die Besonderheiten der Traumarten heraus. Anschließend werden die Ergebnisse im Plenum gesammelt und in einer Tabelle an der Tafel festgehalten.	Gruppenarbeitspapiere mit Fallbeispielen Tafel	Alpträume Schrecktraum Schlafwandeln luzide Träume
	Erarbeitung 2 Arbeits-/Sozialform: Lehrervortrag		
10'	Lehrer hält kurzen Impulsvortrag zum Thema Traumerinnerung und bespricht mit SchülerInnen Möglichkeiten um sich besser an Träume erinnern zu können.	Folie? Bunte Zettel an Tafel?	Traumerinnerung: - Einflussfaktoren auf die Traumerinnerung (nur einzelne z.B. Einstellung zu Träumen, Persönlichkeit, nächtliches Erwachen, Vortag/Stress) - die eigene Traumerinnerung verbessern (Kasten S.75)
	Pause		
5'			
	Erarbeitung 3 Arbeits-/Sozialform: Partnerarbeit		
30'	SchülerInnen arbeiten mit ihren eigenen Träumen die 6 Stufen durch.		Traumarbeit: 1. Vergegenwärtigen des Traumes - Woran erinnere ich mich? 2. Aufschlüsseln der Trauminhalte - Wie fühle ich dabei? 3. Untersuchen der Handlungen im Traum - Wie handle ich im Traum? 4. Vergleich von Traumerleben und wachereleben - Was hat der Traum mit meinem Leben zu tun? 5. Suchen nach Lösungsansätzen - Gibt es Lösungen? 6. Umsetzten der Lösungsansätze - Wie setzte ich die Lösung um? ggf. einen Schritt austauschen durch Malen des Traums. Wichtig: Kindgerechte Aufgabenstellung!
	Abschluss Arbeits-/Sozialform: Plenumsgespräch		
15'	Lehrer bespricht mit SchülerInnen die Traumarbeit. Blitzlicht? → Jeder Schüler gibt ein kurzes Statement zur Traumarbeit. Lehrer weißt auf Möglichkeit hin, ein Traumtagebuch zu führen. Lehrer verlängert Schlaftagebuch.		

Quelle: Entwurf der Lehramtsstudierenden Judith Hammer, Christian Keller und Anna-Karina Maxand |Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 4: Fragebogen zum Unterrichtskonzept, erste Welle, Seite 1

Zuerst machst du dir ein persönliches Kennwort.

		Beispiel	
Bist du Mädchen (M) oder Junge (J)?	[_____]	wenn du ein Mädchen bist, schreibst du	[M]
In welchem Jahr bist du geboren?	[_____]	wenn du 1999 geboren bist	[99]
In welchem Monat bist du geboren?	[_____]	wenn du im Mai geboren bist	[05]
Zweiter Buchstabe aus dem Vornamen deiner Mutter:	[_____]	wenn deine Mutter Andrea heißt	[N]
Dritter Buchstabe aus dem Vornamen deiner Mutter:	[_____]		[D]
Schreibe hier dein Kennwort auf und merke es Dir.		Beispiel-Kennwort:	M9905ND

Sind die Sätze zum Schlaf richtig oder falsch?

Bitte mache in jeder Zeile ein Kreuz.	**richtig** 1	**falsch** -1	weiß nicht 0
Schlafmangel beeinträchtigt die Aufmerksamkeit (zum Beispiel im Straßenverkehr).	[ ]	[ ]	[ ]
Im Schlaf wird das Gelernte gespeichert.	[ ]	[ ]	[ ]
Die Schlafqualität ist von der Raumtemperatur abhängig.	[ ]	[ ]	[ ]
Das Gehirn fährt sich im Schlaf herunter wie ein Computer.	[ ]	[ ]	[ ]
Mehr oder weniger als acht Stunden Schlaf sind ungesund.	[ ]	[ ]	[ ]
Alle Menschen sind morgens zur gleichen Zeit gleich fit.	[ ]	[ ]	[ ]

Ist das gut oder schlecht? *Bitte mache hier in jeder Zeile ein Kreuz*

Wie oft machst du das? *Bitte mache auch hier in jeder Zeile ein Kreuz.*

schlecht 0	**gut** 1		**immer/ häufig** 3	**manch-mal** 2	**selten/ nie** 1
[ ]	[ ]	Nach dem Abendessen nasche ich noch (zum Beispiel Chips, Süßigkeiten).	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	Nach dem Abendessen trinke ich noch Getränke mit Koffein (zum Beispiel Cola oder Eistee).	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	In der Stunde vor dem Schlafengehen mache ich Dinge, die mich entspannen oder müde machen (Zum Beispiel lesen, leise Musik oder ein Hörspiel hören).	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	In der Stunde vor dem Schlafengehen mache ich Dinge, die mich wach halten (zum Beispiel Videospiele spielen, fernsehen, telefonieren, im Internet surfen, laute Musik hören).	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	Ich schlafe mit Bauchschmerzen ein.	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	Ich schlafe in einem abgedunkelten Zimmer ein.	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	Ich schlafe in einem zu kalten oder zu warmen Zimmer ein.	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	Ich frühstücke zu Hause, bevor ich zur Schule gehe.	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	Ich habe morgens genügend Zeit, um ohne Hektik aus dem Haus zu gehen.	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	Auf dem Schulweg bin ich an der frischen Luft.	[ ]	[ ]	[ ]

Lösung: Das grau Hinterlegte ist „richtig“ bzw. „gut“. | Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 5: Zeitrahmen der Begleitforschung

Erste Welle **exakt eine Woche vor dem Unterricht**	**Fragebogen I** **Schlaftagebuch I**	Die Schüler füllen einen Fragebogen aus (Chronotyp, Verhalten, Wissen; 10-15 min) die Hälfte der Klassen Chronotyp und Traum bekommt für eine Woche ein Schlaftagebuch mit nach Hause.
Zweite Welle **im Zeitfenster 16. bis 31. Mai 2011**	**Unterricht** **Fragebogen II** **Schlaftagebuch II**	Zwei Schulstunden Unterricht Schlaf/Unterricht Traum. Zum Ende der Doppelstunde wird ein Fragebogen ausgefüllt (STATE, zukünftiges Verhalten, Wissen) und das Schlaftagebuch wird besprochen und für eine Woche verlängert.
Dritte Welle **exakt eine Woche nach dem Unterricht**	**Fragebogen III**	Die Schüler füllen erneut den Fragebogen aus (Verhalten, Wissen). Der Fragebogen wird zusammen mit dem Schlaftagebuch eingesammelt.
Vierte Welle **exakt vier Wochen nach dem Unterricht**	**Fragebogen IV**	Der Fragebogen (Chronotyp, Verhalten, Wissen; 10-15 min) wird in den Klassen ausgefüllt.

Projekt MMSM 2009-2012

5. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Querschnittstudie vorgestellt (bis Kapitel 5.13). Die Ergebnisse der Begleitforschung zum Unterrichtskonzept folgen in Kapitel 5.14.

Alter, Pubertätsstatus, Geschlecht und Schultyp (Kontrollvariablen)

Geschlecht: Die Geschlechterverteilung – 51,8 % Jungen und 48,2 % Mädchen (Tabelle 6) – entspricht annähernd den Bevölkerungsdaten des Statistischen Bundesamtes. In der Altersgruppe 10-19 Jahre gibt es laut Statistischem Bundesamt 51,3 % Jungen und 48,7 % Mädchen (Statistisches Bundesamt 2008) – im Gegensatz zur Gesamtbevölkerung, dort ist das Verhältnis genau umgekehrt. In unserer Stichprobe sind Mädchen also leicht (aber im t-Test nicht signifikant) unterrepräsentiert (48,2 % im Vergleich zu 48,7 %). Dies ist dadurch erklärt, dass Mädchen vermehrt das Gymnasium besuchen und dieser Schultyp im Vergleich der teilnehmenden Schultypen unterrepräsentiert ist.

Tabelle 6: Häufigkeiten, Geschlecht

	n	%
Junge	1.794	51,8
Mädchen	1.669	48,2
Gesamt	3.463	100,0

Projekt MMSM 2009-2012

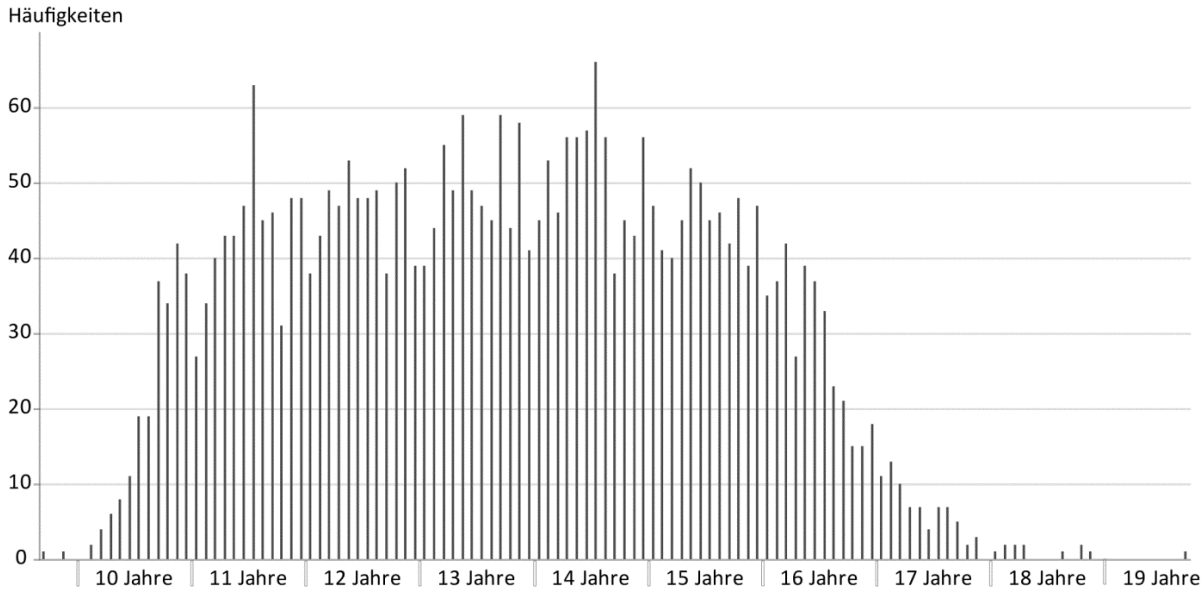
Alter/Klassenstufe: Das Durchschnittsalter betrug 13,7 Jahre (n = 3.463, SD ± 1,82, Schiefe = 0,077; Abbildung 13). Die teilnehmenden Schüler sind gleichmäßig auf die Klassenstufen 5 bis 9 verteilt (Tabelle 7).

Tabelle 7: Häufigkeiten, Klassenstufe

	n	%	Alter
5. Klasse	573	16,5	11,2
6. Klasse	578	16,7	12,2
7. Klasse	609	17,6	13,3
8. Klasse	660	19,1	14,3
9. Klasse	582	16,8	15,3
10. Klasse	426	12,3	16,3
11. Klasse	35	1,0	17,2
Insgesamt	3.463	100,0	13,7

Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 13: Alter der Befragten zum Befragungszeitpunkt in Jahren und Monaten



n = 3.463. Absolute Häufigkeiten. Berechnung des Alters zum Befragungszeitpunkt: Monat der Befragung minus Monat der Geburt | Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 8: Häufigkeiten, Klassenstufe nach Schultyp

	Förderschule		Hauptschule		Realschule		Gymnasium		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
5. Klasse	59	20,1	175	18,3	186	14,6	153	16,3	573	16,5
6. Klasse	45	15,4	177	18,5	206	16,1	150	16,0	578	16,7
7. Klasse	74	25,3	179	18,7	192	15,0	164	17,5	609	17,6
8. Klasse	63	21,5	195	20,4	247	19,4	155	16,6	660	19,1
9. Klasse	52	17,7	170	17,7	220	17,2	140	15,0	582	16,8
10. Klasse	0	0,0	62	6,5	225	17,6	139	14,9	426	12,3
11. Klasse	0	0,0	0	0,0	0	0,0	35	3,7	35	1,0
Gesamt	293	100,0	958	100,0	1.276	100,0	936	100,0	3.463	100,0

Projekt MMSM 2009-2012 | Die Schwankungen zwischen den Größen der Klassenstufen werden in den folgenden Analysen, wenn angebracht, durch Gewichtung ausgeglichen. Wenn in den folgenden Abbildungen ein Vergleich der Schultypen hergestellt wird oder alle Schultypen zusammen genommen sind, werden die Klassen 10 und 11 ausgeschlossen.

Schultyp: 3.501 Schüler[13] aus 34 Regelschulen (Förderschule, Haupt-/Werkrealschule, Realschule und Gymnasium) nahmen an der quantitativen Befragung teil. Die teilnehmenden Schüler waren anteilig über die drei Landkreise verteilt (Tabelle 9). Gymnasiasten sind im Vergleich mit Daten des Statistischen Landesamtes (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2008) stark unterrepräsentiert, weil sich in den Städten Mannheim und Heidelberg keine Gymnasien zur Teilnahme bereiterklärten.

[13] In der Darstellung der Kontrollvariablen werden nicht 3.501 sondern 3.463 Schüler einbezogen, weil 38 Schüler keine Angaben zu den hier betrachteten Variablen Alter (in Monaten) und Geschlecht machten: 12 Mädchen und 19 Jungen machten keine Angaben zum Alter, 6 Schüler (darunter 3 Förderschüler, 1 Realschüler und 2 Gymnasiasten) machten keine Angabe zum Geschlecht und 1 Realschüler lieferte weder Angaben zu Alter noch zu Geschlecht.

Tabelle 9: Häufigkeiten, Schultyp nach Landkreis

	Mannheim		Heidelberg		Rhein-Neckar		Gesamt		Schülerzahl insgesamt in Baden-Württemberg	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Förderschule	155	21,9	24	6,4	114	4,8	293	8,5	23.027	2,9
Hauptschule	266	37,6	134	35,6	558	23,5	958	27,7	172.975	22,1
Realschule	287	40,5	218	58,0	771	32,4	1.276	36,8	244.834	31,3
Gymnasium	0	0,0	0	0,0	936	39,3	936	27,0	340.191	43,6
Gesamt	708	100,0	376	100,0	2.379	100,0	3.463	100,0	781.027	100,0

Projekt MMSM 2009-2012 und Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2008) in rechter Spalte

Pubertät: Die Fragen zum Pubertätsstatus waren die intimsten Fragen der Studie. Ihre Beantwortung wurde von 35,9 % der Schüler verweigert: 37,7 % fehlende Werte in der Hauptschule, 26,3 % fehlende Werte in der Realschule und 47,3 % fehlende Werte im Gymnasium – bei einem Gymnasium verweigerte die Schulkommission den Einsatz des Fragebogeninstruments zur Erfassung des Pubertätsstatus. An Förderschulen wurden die Fragen zum Pubertätsstatus nicht gestellt. Da der Pubertätsstatus eine wichtige physiologische Kontrollvariable darstellt, wurden fehlende Werte durch den Mittelwert ersetzt, um der hohen Non-response-Rate entgegenzuwirken.

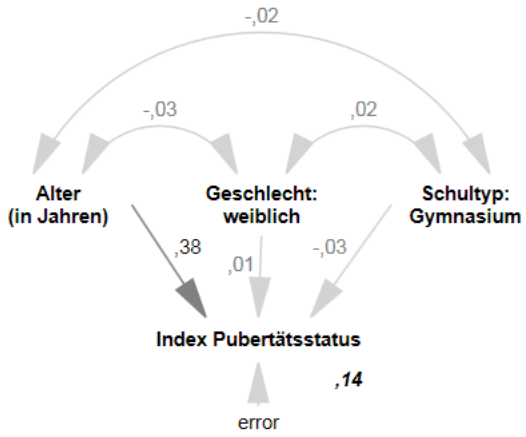
Tabelle 10: Regression, Alter, Geschlecht, Schultyp -> Pubertätsstatus

	Index Pubertätsstatus	
	β	p
(Konstante)		<0,001
Alter (in Monaten)	0,535	<0,001
Geschlecht: weiblich	0,013	0,364
Schultyp: Gymnasium	-0,040	0,006
Korrigiertes R^2		0,288

n = 3.463; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich. Projekt MMSM 2009-2012

In zwei multivariaten Analysen wurde der Pubertätsstatus in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Schultyp untersucht. Erwartungsgemäß waren ältere Jugendliche in der Pubertät fortgeschrittener. Gymnasiasten gaben signifikant geringere Werte im Pubertätsstatus an (Tabelle 10).
Die Kontrollvariablen Geschlecht, Alter und Schultyp korrelieren nicht miteinander (Abbildung 14). Das Alter korreliert mit dem Pubertätsstatus.

Abbildung 14: Strukturgleichung, Alter, Geschlecht, Schultyp -> Pubertätsstatus



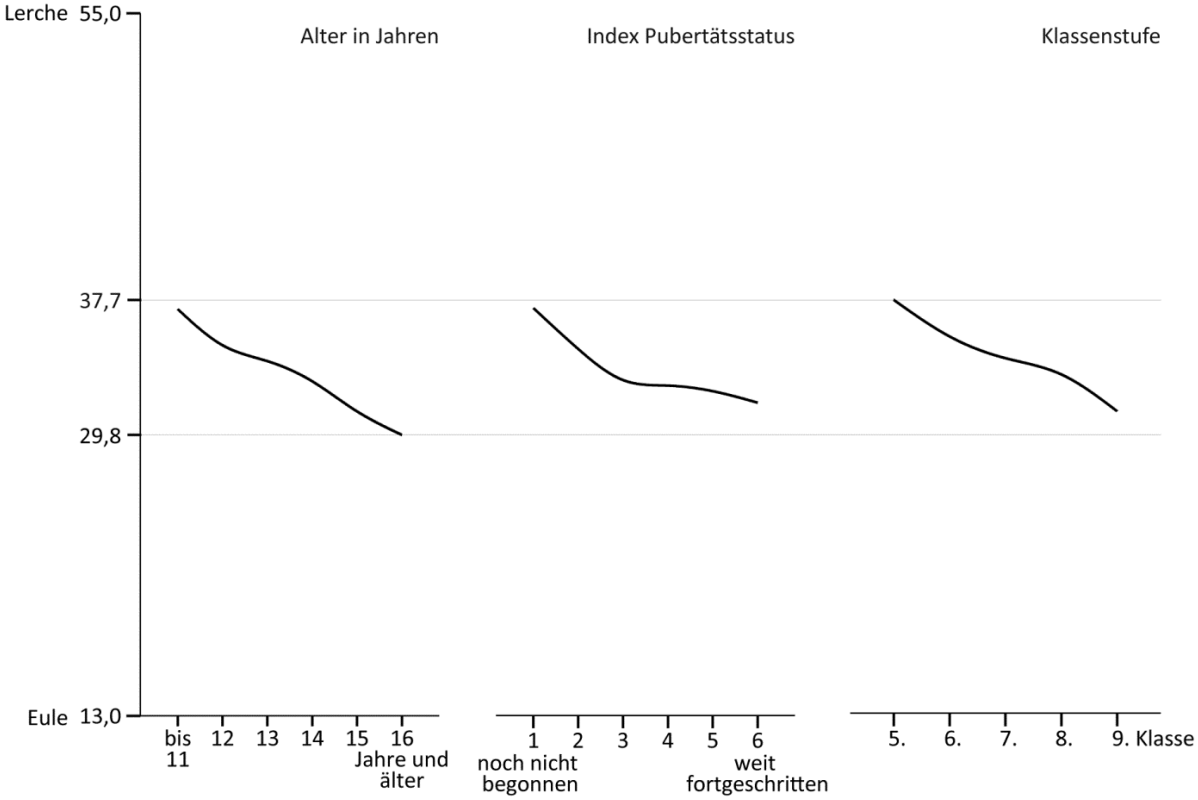
CMIN = 1020,085, P = ,000, PCLOSE = ,000, RMSEA = ,543,
lower RMSEA C.E. = ,515, higher RMSEA C.E. = ,571, ECVI = ,302

n = 3.463; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich. Projekt MMSM 2009-2012

5.1. Chronotyp

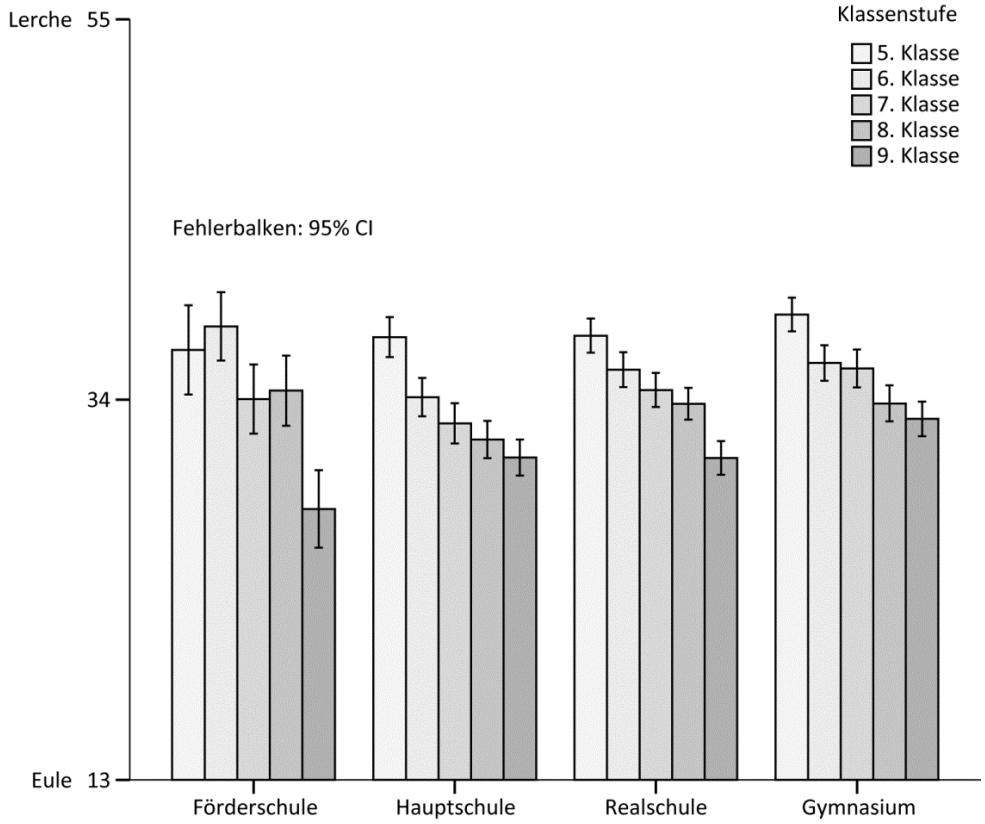
Jungen (Mittelwert, CSM = 33,97) und Mädchen (Mittelwert, CSM = 34,06) unterschieden sich nicht hinsichtlich des Chronotyps (t-Test, p = 0,743). Es bestanden starke negative Zusammenhänge zwischen Alter und Chronotyp (r = -0,312, p < 0,001, n = 2.971), zwischen Pubertätsstatus und Chronotyp (r = -0,267, p < 0,001, n = 1.686) sowie zwischen Klassenstufe und Chronotyp (r = -0,302, p < 0,001, n = 2.998; Abbildung 13).
Das Alter bzw. die Klassenstufe sind bei älteren Jugendlichen bessere Prädiktoren für den Chronotyp als der Pubertätsstatus. Aufgrund der lebenswirklichen Aufteilung der Schüler in die Klassenstufen wurde in den Abbildungen nicht nach Altersgruppen sondern nach Klassenstufen gruppiert. In den multivariaten Analysen wurde hingegen aufgrund des höheren Informationsgehalts das Alter in Monaten als unabhängige Variable herangezogen.
Der chronobiologische Rhythmus der Schüler entwickelt sich mit zunehmender Klassenstufe, unabhängig vom Schultyp, vom Morgentyp hin zum Abendtyp (Abbildung 16). Die prozentuale Anzahl der Morgentypen sinkt von 32,2 % in Klassenstufe 5 auf 8,3 % in Klassenstufe 9. Gegenläufig dazu steigt der Anteil der Abendtypen von 8,4 % auf 34,8 % (Tabelle 13).

Abbildung 15: Alter, Pubertätsstatus, Klassenstufe und Chronotyp (CSM)



Fälle gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 16: Chronotyp (CSM) und Schultyp, Klassenstufe



Fälle gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe| Projekt MMSM 2009-2012

In der Regressionsanalyse (Tabelle 11) hatte das Alter den größten Einfluss auf den Chronotyp. Der im nächsten Kapitel eingehend behandelte Schlafmittelpunkt zeigt sich mit doppelt so hohem R^2 als flexibler. Jungen hatten bei Kontrolle von Alter, Pubertätsstatus und Schultyp einen späteren Schlafmittelpunkt als Mädchen.

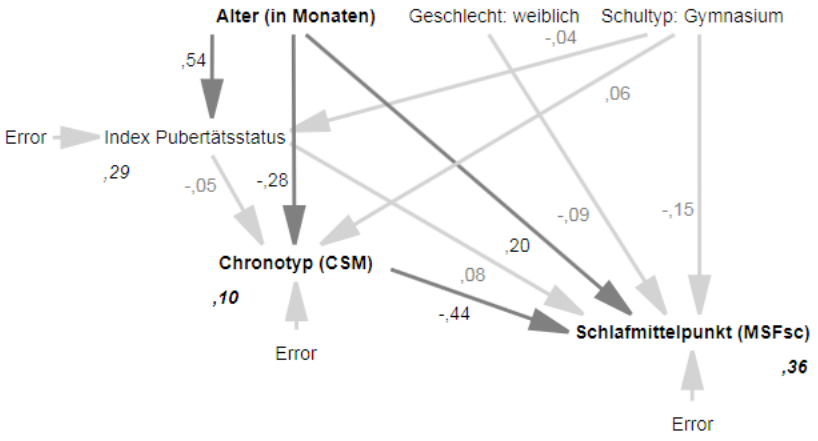
Tabelle 11: Regressionen, Alter -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

	Model A:		Model B:	
	Chronotyp (CSM)		Schlafmittelpunkt (MSFsc)	
	ß	p	*ß*	p
(Konstante)		<0,001		<0,001
Alter (in Monaten)	-0,280	<0,001	0,324	<0,001
Index Pubertätsstatus	-0,051	0,009	0,099	<0,001
Geschlecht: weiblich	-0,002	0,891	-0,086	<0,001
Schultyp: Gymnasium	0,065	<0,001	-0,180	<0,001
Korrigiertes R^2		0,100		0,195

n = 3.341; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich. Projekt MMSM 2009-2012

Der Chronotyp wird in der Strukturgleichung (generiert mit Amos, Abbildung 17) am ehesten durch Altersunterschiede erklärt. Ältere Schüler haben einen späteren Chronotyp und auch einen späteren Schlafmittelpunkt. Der Chronotyp (CSM, präferierter Schlafrhythmus) erklärt Unterschiede im Schlafmittelpunkt am besten.

Abbildung 17: Strukturgleichung, Alter -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

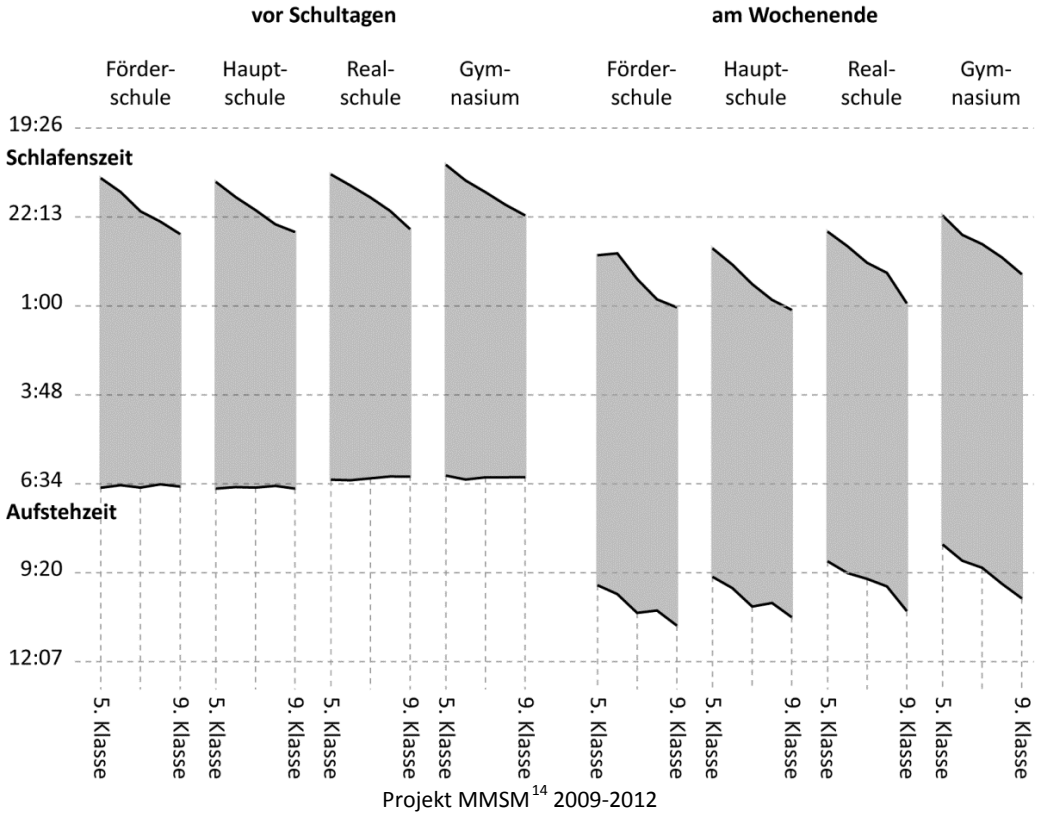


n = 3.341; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich. Projekt MMSM 2009-2012

5.2. Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schlafmittelpunkt

Schüler schlafen am Wochenende nicht nur später (Abbildung 18, Abbildung 19) sondern auch erheblich länger als vor Schultagen. Eine Diskrepanz der Aufstehzeit am Wochenende im Vergleich zur Aufstehzeit vor Schultagen ist schon ab Klassenstufe 5 deutlich erkennbar. Die unausgewogene Schlafdauer im Vergleich von Schultag und Wochenende steigt mit zunehmender Klassenstufe deutlich an (5. Klasse = 41min längere Schlafdauer am Wochenende, 9. Klasse = 1h 48min längere Schlafdauer am Wochenende; t-Test: $p < 0{,}001$; Tabelle 12, Abbildung 25). Hinzu kommt, dass sich die Bettgehzeit vor Schultagen (Abbildung 22) mit zunehmender Klassenstufe immer weiter in die Abend- und Nachtstunden hinein verschiebt, wobei doch Schüler aller Klassenstufen und Chronotypen an Schultagen zur selben Zeit aufstehen müssen. Dies geht logischerweise mit einer quantitativen Abnahme der Schlafdauer vor Schultagen einher ($r = -0{,}538$, $p < 0{,}001$; Abbildung 18 und Tabelle 12).

Abbildung 18: Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schultypen, Klassenstufen



Projekt MMSM[14] 2009-2012

Obwohl die Schule für Abendtypen wie für Morgentypen zur gleichen Zeit beginnt, stehen Abendtypen an Schultagen später auf als Morgentypen ($r = -0{,}178$, $p < 0{,}001$, $n = 2.987$, bei Kontrolle von Schultyp und Klassenstufe; Abbildung 21). Schüler höherer Klassenstufen stehen an Schultagen *früher* auf als Schüler niedriger Klassenstufen ($r = -0{,}042$, $p < 0{,}050$, bei Kontrolle des Schultyps). Schüler höheren Bildungsgrads stehen an

[14] MMSM beutet „Montags morgens so müde“ und war der Arbeitstitel des Projektes.

Schultagen früher auf als Schüler niedrigeren Bildungsgrads (r = -0,250, p < 0,001, bei Kontrolle der Klassenstufe; Abbildung 21).

Abbildung 19: Schlafenszeiten, an Schultagen und am Wochenende

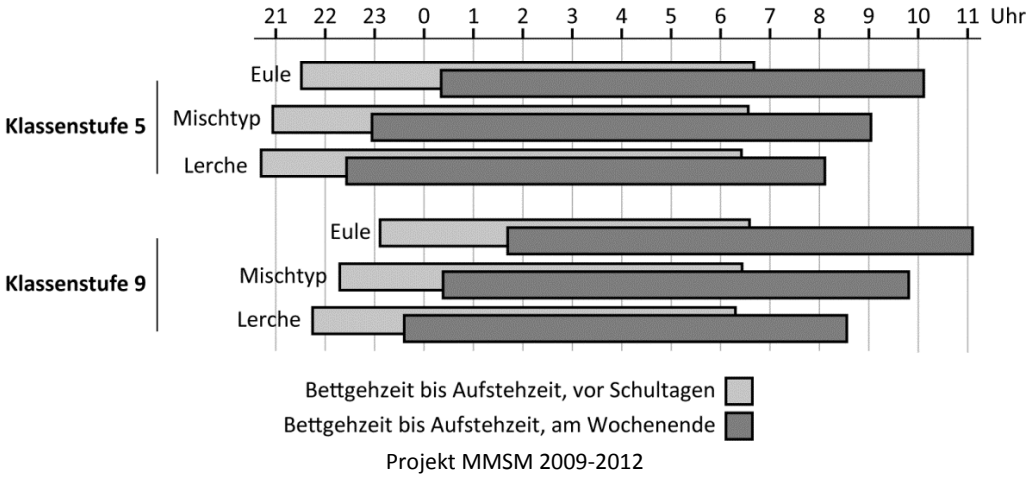
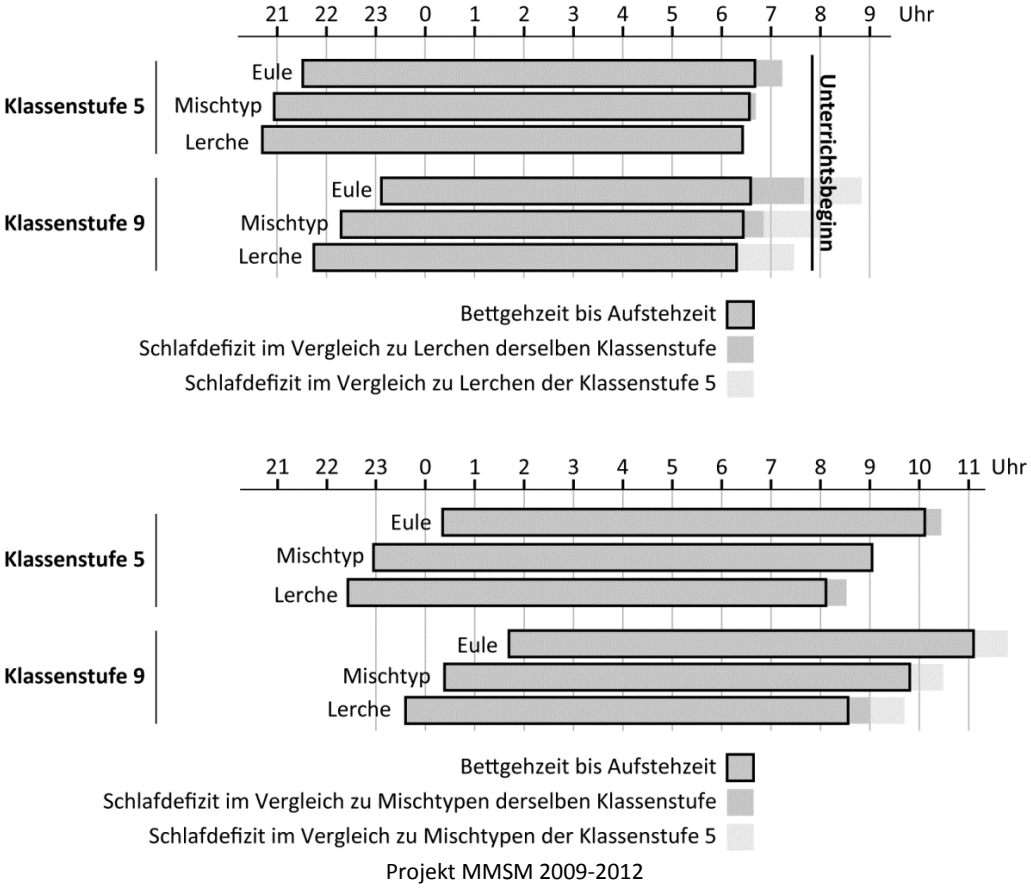


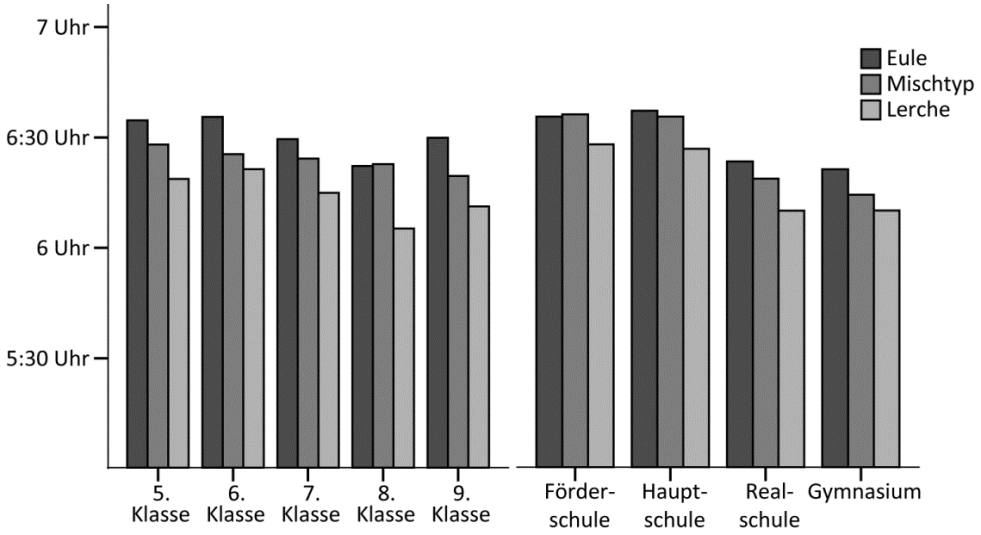
Abbildung 20: Schlafdefizite, an Schultagen und am Wochenende



Abendtypen in Klassenstufe 5 schlafen vor Schultagen 25 Minuten weniger als Morgentypen in Klassenstufe 5. Abendtypen in Klassenstufe 9 schlafen vor Schultagen 67 Minuten weniger als Morgentypen derselben Klassenstufe und 134 Minuten weniger als Morgentypen der Klassenstufe 5 (Abbildung 20 und Tabelle 13). Am Wochenende schlafen

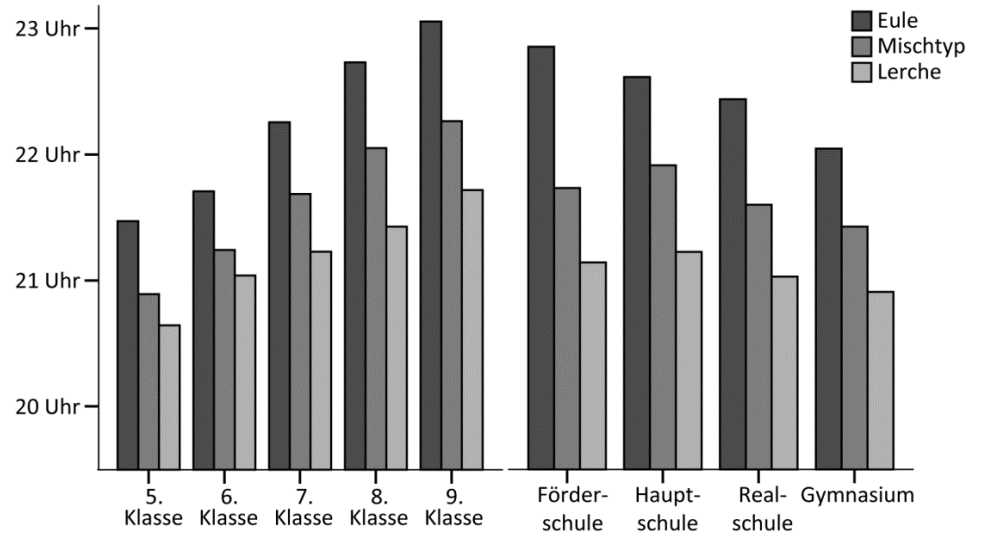
Abendtypen und besonders Morgentypen weniger als Mischtypen. Die Schlafdauer reduziert sich für alle Schüler von Klassenstufe 5 bis Klassenstufe 9 durchschnittlich um 100 Minuten für Nächte vor Schultagen und um 19 Minuten für Nächte an Wochenenden (Tabelle 13).

Abbildung 21: Aufstehzeit an Schultagen, Chronotyp (CSM), Klassenstufe, Schultyp



Fälle gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 22: Bettgehzeit vor Schultagen, Chronotyp (CSM), Klassenstufe, Schultyp

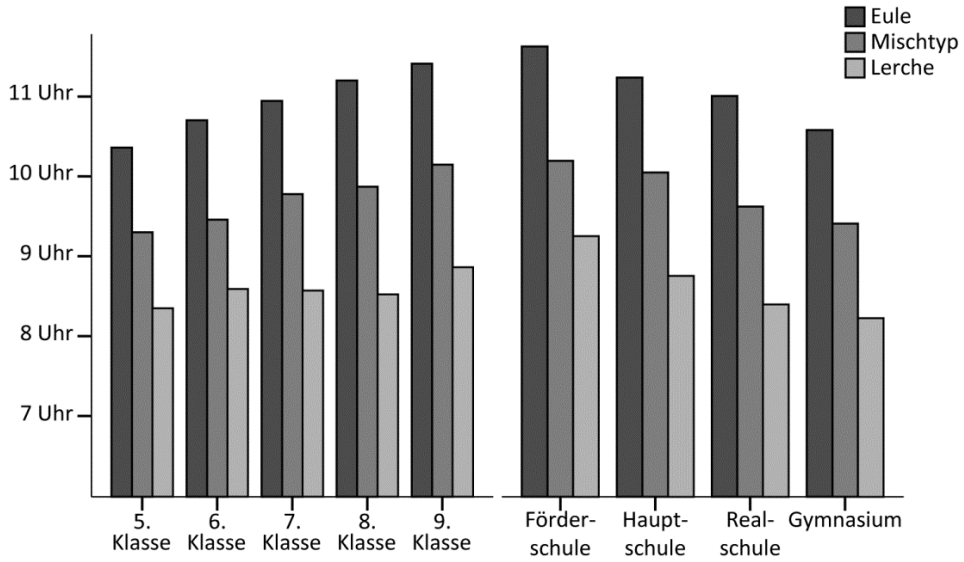


Fälle gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abendtypen gehen vor Schultagen deutlich später ins Bett als Morgentypen ($r = -0{,}367$, $p < 0{,}001$, $n = 2.970$, bei Kontrolle von Schultyp und Klassenstufe; Abbildung 22). Schüler höherer Klassenstufen gehen vor Schultagen später ins Bett als Schüler niedriger Klassenstufen ($r = 0{,}517$, $p < 0{,}001$, bei Kontrolle des Schultyps). Schüler höheren Bildungsgrads gehen vor Schultagen früher ins Bett als Schüler niedrigeren Bildungsgrads ($r = -0{,}203$, $p < 0{,}001$, bei Kontrolle der Klassenstufe; Abbildung 22).

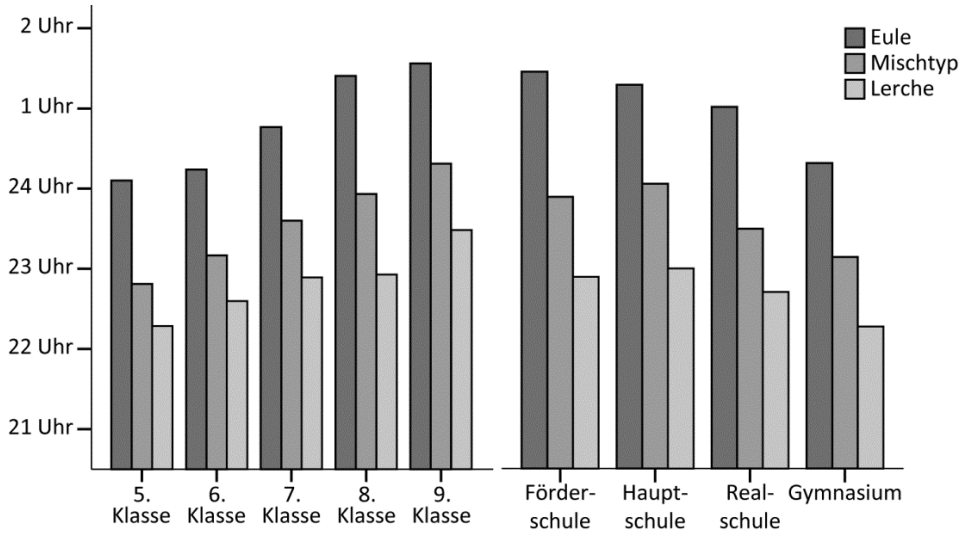
Abendtypen stehen am Wochenende später auf als Morgentypen (r = -0,530, p < 0,001, n = 2.967, bei Kontrolle von Schultyp und Klassenstufe; Abbildung 23). Schüler höherer Klassenstufen stehen am Wochenende später auf als Schüler niedriger Klassenstufen (r = 0,294, p < 0,001, bei Kontrolle des Schultyps). Schüler höheren Bildungsgrads stehen am Wochenende früher auf als Schüler niedrigeren Bildungsgrads (r = -0,229, p < 0,001, bei Kontrolle der Klassenstufe; Abbildung 23).

Abbildung 23: Aufstehzeit am Wochenende, Chronotyp (CSM), Klassenstufe, Schultyp



Fälle gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 24: Bettgehzeit am Wochenende, Chronotyp (CSM), Klassenstufe, Schultyp

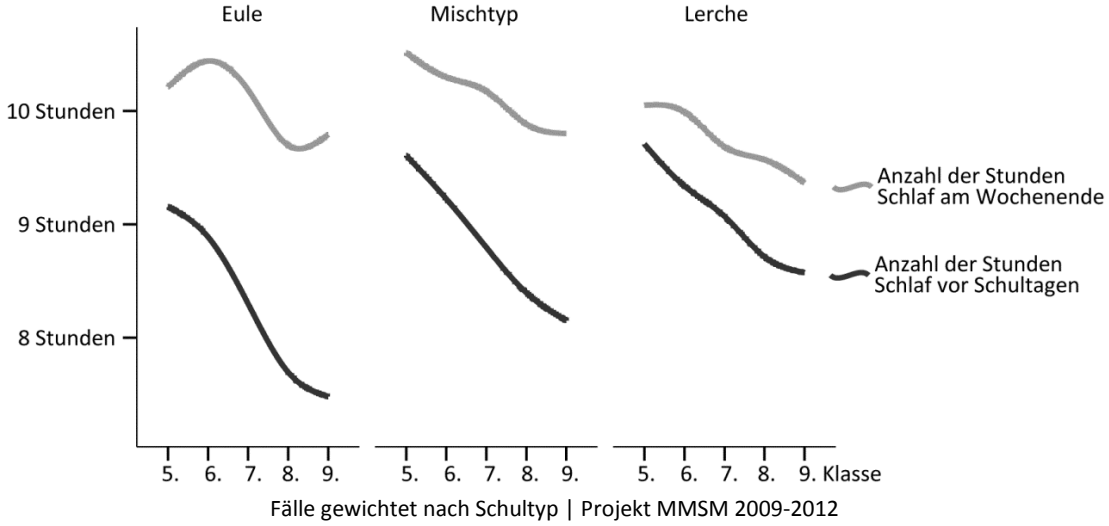


Fälle gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abendtypen gehen am Wochenende später ins Bett als Morgentypen (r = -0,437, p < 0,001, n = 2.954, bei Kontrolle von Schultyp und Klassenstufe; Abbildung 24). Schüler

höherer Klassenstufen gehen am Wochenende später ins Bett als Schüler niedriger Klassenstufen (r = 0,399, p < 0,001, bei Kontrolle des Schultyps). Schüler höheren Bildungsgrads gehen am Wochenende früher ins Bett als Schüler niedrigeren Bildungsgrads (r = -0,248, p < 0,001, bei Kontrolle der Klassenstufe; Abbildung 24).

Abbildung 25: Schlafstunden an Schultagen und am Wochenende, Chronotyp (CSM)



Während sich die Schlafdauer vor Schultagen bei Morgentypen von Klassenstufe 5 bis Klassenstufe 9 um 67 Minuten verkürzt, verkürzt sie sich bei Abendtypen um 100 Minuten (Tabelle 13). Im Gegensatz dazu verkürzt sich die Schlafdauer am Wochenende von Klassenstufe 5 bis Klassenstufe 9 bei Morgentypen um 40 Minuten und bei Abendtypen um 30 Minuten.

Gymnasiasten haben einen früheren Tagesrhythmus als Realschüler, Realschüler haben einen früheren Tagesrhythmus als Hauptschüler (Tabelle 12). Inwieweit sind diese Unterschiede ein Effekt schultypunterschiedlicher Uhrzeiten des morgendlichen Schulbeginns? Die teilnehmenden Förderschulen beginnen durchschnittlich um 8:02 Uhr, die Hauptschulen um 7:52 Uhr, die Realschulen um 7:48 Uhr und die Gymnasien schon um 7:43 Uhr. Allein aus diesen Abständen, die zwischen Gymnasium und Hauptschule durchschnittlich 9 Minuten ausmachen und sich in der Differenz der Aufstehzeiten an Schultagen annähernd wiederspiegeln (19 Minuten Differenz), können jedoch die durchschnittlich 54 Minuten Differenz der Aufstehzeiten von Gymnasiasten und Hauptschülern am Wochenende bei weitem nicht erklärt werden. Hauptschüler leben insbesondere am Wochenende einen späteren Rhythmus als Gymnasiasten. Die Ursachen dafür werden in den folgenden Kapiteln anhand physiologischer, psychischer und sozialer Kontextvariablen untersucht.

Tabelle 12: Mittelwert, Schlafenszeit & Aufstehzeit nach Schultyp, Klassenstufe

		Zu welcher Uhrzeit stehst du an Schultagen auf?			Zu welcher Uhrzeit stehst du am Wochenende auf?			Wann gehst du vor Schultagen ins Bett?			Wann gehst du am Wochenende ins Bett?		
		M	SD	n	M	SD	n	M	SD	n	M	SD	n
Förderschule	5. Klasse	06:41	00:27	62	09:42	1:43	60	20:57	1:26	62	23:29	2:31	61
	6. Klasse	06:37	00:26	47	10:02	1:31	47	21:24	1:12	47	23:21	1:46	47
	7. Klasse	06:40	00:33	73	10:36	1:55	72	22:04	1:18	72	00:08	2:04	70
	8. Klasse	06:34	00:32	64	10:31	1:45	63	22:24	1:42	64	00:45	2:14	62
	9. Klasse	06:38	00:31	52	10:56	1:37	52	22:44	1:19	52	00:59	1:58	52
	Insgesamt	**06:38**	**00:30**	**298**	**10:22**	**1:45**	**294**	**21:55**	**1:32**	**297**	**00:08**	**2:13**	**292**
Hauptschule	5. Klasse	06:42	00:27	175	09:28	1:41	173	21:07	0:58	170	23:11	1:42	174
	6. Klasse	06:39	00:30	176	09:49	1:53	175	21:35	0:59	174	23:42	1:35	174
	7. Klasse	06:39	00:26	176	10:23	1:53	176	22:01	1:07	174	00:19	1:55	173
	8. Klasse	06:35	00:31	192	10:21	1:43	191	22:31	1:13	192	00:55	2:01	189
	9. Klasse	06:42	00:26	170	10:45	1:45	171	22:42	1:03	170	01:08	1:40	169
	Insgesamt	**06:40**	**00:28**	**889**	**10:10**	**1:50**	**886**	**21:59**	**1:13**	**880**	**00:15**	**1:55**	**879**
Realschule	5. Klasse	06:26	00:31	189	08:59	1:36	187	20:55	0:47	190	22:41	1:22	187
	6. Klasse	06:27	00:28	209	09:21	1:34	206	21:14	0:47	209	23:06	1:22	206
	7. Klasse	06:23	00:32	193	09:31	1:33	192	21:37	0:51	192	23:38	1:33	191
	8. Klasse	06:20	00:30	248	09:48	1:35	248	22:03	0:56	245	23:57	1:38	244
	9. Klasse	06:21	00:31	222	10:33	1:37	220	22:38	1:07	221	00:58	1:41	218
	Insgesamt	**06:24**	**00:30**	**1.061**	**09:38**	**1:40**	**1.053**	**21:41**	**1:05**	**1.057**	**23:40**	**1:43**	**1.046**
Gymnasium	5. Klasse	06:18	00:24	155	08:27	1:16	155	20:35	0:36	154	22:10	1:10	154
	6. Klasse	06:26	00:26	151	08:56	1:22	150	21:05	0:39	149	22:46	1:14	150
	7. Klasse	06:21	00:25	163	09:10	1:13	162	21:27	0:38	163	23:03	1:04	160
	8. Klasse	06:22	00:24	156	09:41	1:15	154	21:50	0:43	155	23:29	1:17	155
	9. Klasse	06:21	00:24	141	10:08	1:19	140	22:09	0:43	141	00:02	1:25	139
	Insgesamt	**06:21**	**00:25**	**766**	**09:16**	**1:25**	**761**	**21:25**	**0:52**	**762**	**23:06**	**1:23**	**758**
Insgesamt	5. Klasse	06:30	00:29	581	09:04	1:37	575	20:54	0:54	576	22:47	1:38	576
	6. Klasse	06:31	00:28	583	09:27	1:39	578	21:19	0:53	579	23:13	1:29	577
	7. Klasse	06:29	00:30	605	09:48	1:43	602	21:44	0:58	601	23:44	1:42	594
	8. Klasse	06:26	00:30	660	10:00	1:36	656	22:10	1:07	656	00:12	1:50	650
	9. Klasse	06:28	00:30	585	10:32	1:36	583	22:32	1:03	584	00:47	1:42	578
	Insgesamt	**06:29**	**00:29**	**3.014**	**09:46**	**1:43**	**2.994**	**21:44**	**1:09**	**2.996**	**23:44**	**1:49**	**2.975**

M = Mittelwert in Stunden:Minuten, SD = Standardabweichung in Stunden:Minuten | Fälle gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe (Klassenstufen 5 bis 9, anteilig 20 %) | Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 13: Schlafdauer und Schlafmittelpunkt nach CSM, Klassenstufe

		Schlafdauer vor Schultagen		Schlafdauer am Wochenende		Schlafmittelpunkt (MSFsc)			
		M	SD	M	SD	M	SD	n	%
Abendtyp	5. Klasse	09:09	01:16	10:17	02:29	1 05:02	01:37	50	8,4
	6. Klasse	08:47	01:03	10:30	01:31	1 05:02	01:22	84	14,1
	7. Klasse	08:20	01:02	10:18	01:33	1 05:16	01:42	115	19,3
	8. Klasse	07:42	01:15	09:41	01:30	1 05:41	01:25	140	23,5
	9. Klasse	07:29	01:13	09:47	01:28	1 05:45	01:17	208	34,8
	Insgesamt	**08:02**	**01:18**	**10:01**	**01:38**	**1 05:29**	**01:28**	**597**	100,0
Mischtyp	5. Klasse	09:36	00:48	10:34	01:39	1 03:48	01:16	239	15,9
	6. Klasse	09:13	00:48	10:18	01:31	1 03:57	01:05	301	20,0
	7. Klasse	08:48	00:48	10:09	01:30	1 04:12	01:10	298	19,8
	8. Klasse	08:23	01:00	09:53	01:41	1 04:24	01:15	375	24,9
	9. Klasse	08:08	00:51	09:47	01:31	1 04:40	01:13	293	19,5
	Insgesamt	**08:47**	**01:00**	**10:07**	**01:36**	**1 04:13**	**01:14**	**1506**	100,0
Morgentyp	5. Klasse	09:43	00:51	10:02	01:49	1 03:12	01:05	224	32,2
	6. Klasse	09:20	00:57	10:02	01:43	1 03:23	01:08	162	23,3
	7. Klasse	09:02	00:57	09:44	01:37	1 03:33	01:10	145	20,8
	8. Klasse	08:42	00:57	09:33	01:32	1 03:27	01:07	107	15,4
	9. Klasse	08:36	00:40	09:22	01:43	1 03:53	01:02	58	8,3
	Insgesamt	**09:15**	**00:58**	**09:51**	**01:43**	**1 03:25**	**01:08**	**696**	100,0
Insgesamt	5. Klasse	09:36	00:53	10:18	01:50	1 03:40	01:20	513	18,3
	6. Klasse	09:11	00:54	10:15	01:35	1 03:56	01:15	547	19,5
	7. Klasse	08:46	00:55	10:04	01:33	1 04:15	01:25	558	19,9
	8. Klasse	08:17	01:06	09:47	01:37	1 04:32	01:27	622	22,2
	9. Klasse	07:56	01:03	09:44	01:31	1 04:59	01:23	559	20,0
	Insgesamt	**08:44**	**01:09**	**10:01**	**01:38**	**1 04:17**	**01:27**	**2799**	100,0

M = Mittelwert in Stunden:Minuten, SD = Standardabweichung in Stunden:Minuten | Fälle gewichtet nach Schultyp und Klassenstufe (Klassenstufen 5 bis 9, anteilig 20 %) | Projekt MMSM 2009-2012

Die Maße des tatsächlichen circadianen Rhythmus (MSFsc) und des präferierten circadianen Rhythmus (CSM) korrelierten in unseren Daten hoch miteinander ($r = -0{,}527$, $p < 0{,}001$, Abbildung 26). Diese Korrelation bleibt auch bei Kontrolle von Alter und Schultyp bestehen ($r = -0{,}461$, $p < 0{,}001$).

Ein späterer Schlafmittelpunkt (MSFsc) nimmt mit aufsteigender Klassenstufe zu, wobei Abendtypen („Eulen“) diesen eher praktizieren wie bevorzugen als Morgentypen („Morgentypen“; Abbildung 27).

Der soziale Jetlag – also der im Vergleich zum Schulrhythmus an Wochentagen nach hinten verschobene Schlafrhythmus am Wochenende – korreliert mit dem Chronotyp (CSM, $r = -0{,}521$, $p < 0{,}001$) und wächst mit fortschreitenden Klassenstufen an ($r = 0{,}255$, $p < 0{,}001$). Beträgt der soziale Jetlag in Klassenstufe 5 noch 2h 12min (Morgentyp: 1h 47min, Mischtyp: 2h 24min, Abendtyp: 3h 22min), so steigt er bis Klassenstufe 9 auf 3h 8min an (Morgentyp: 2h 08min, Mischtyp: 2h 53min, Abendtyp: 3h 44min; Abbildung 28).

Abbildung 26: Chronotyp (CSM) und Schlafmittelpunkt (MSFsc), Streudiagramm

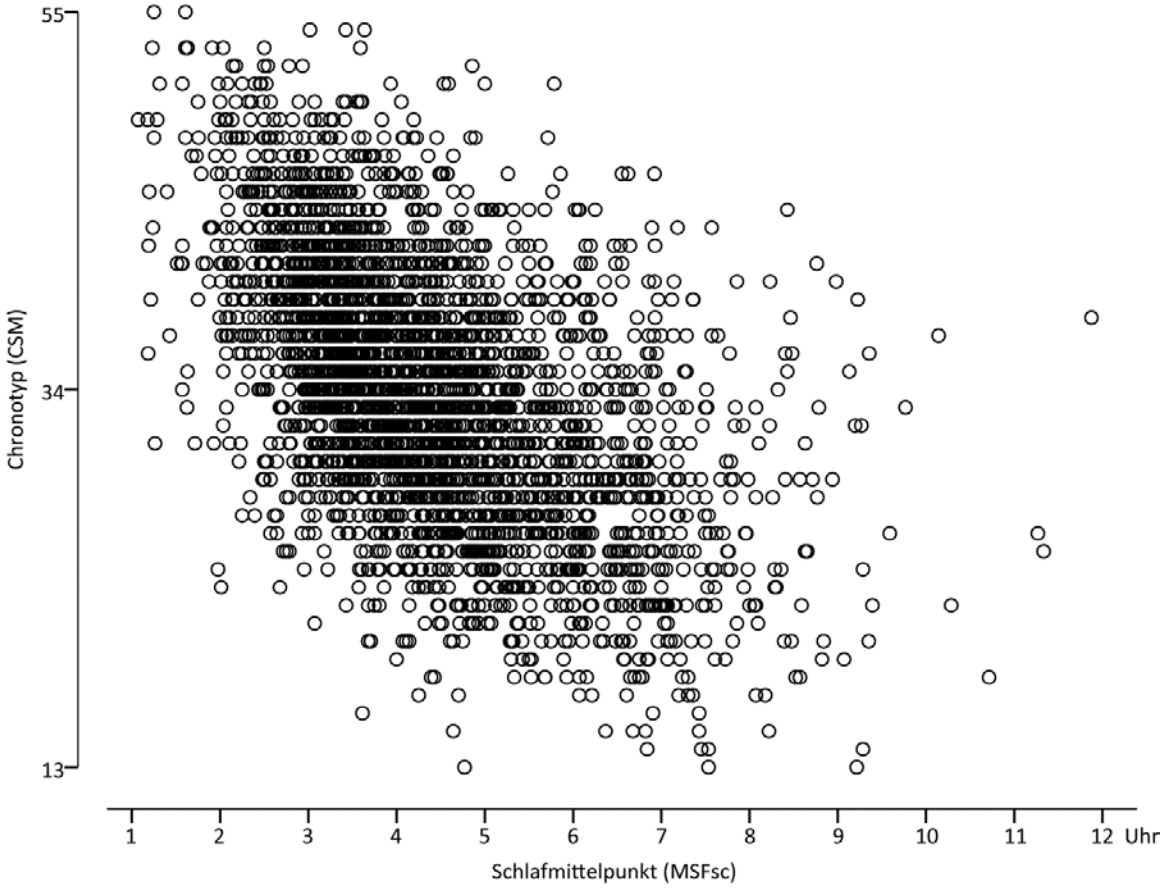
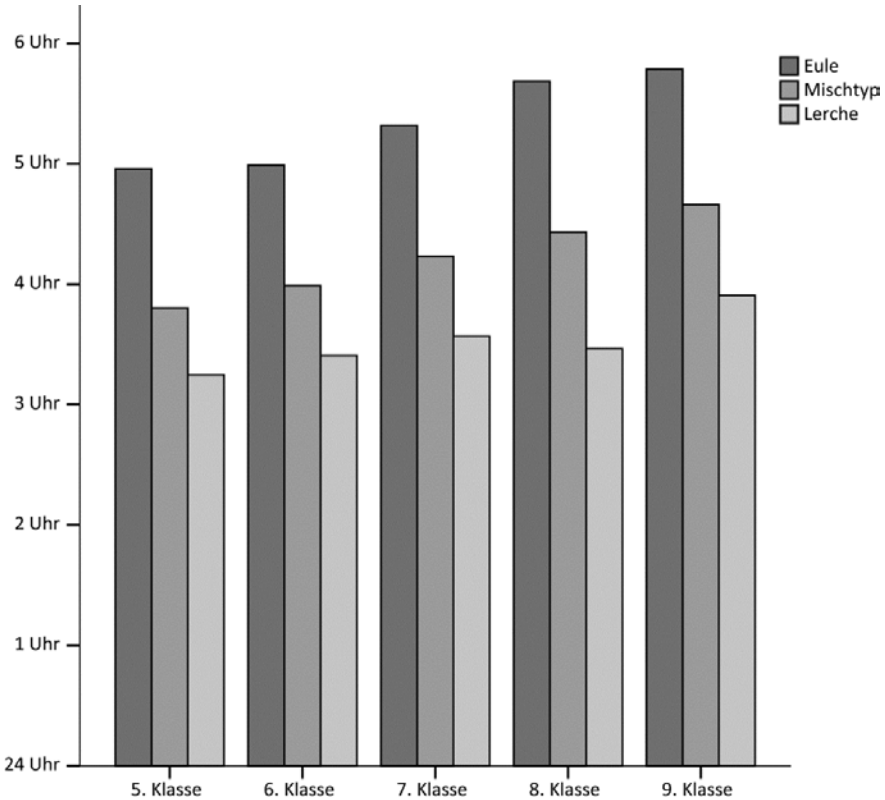
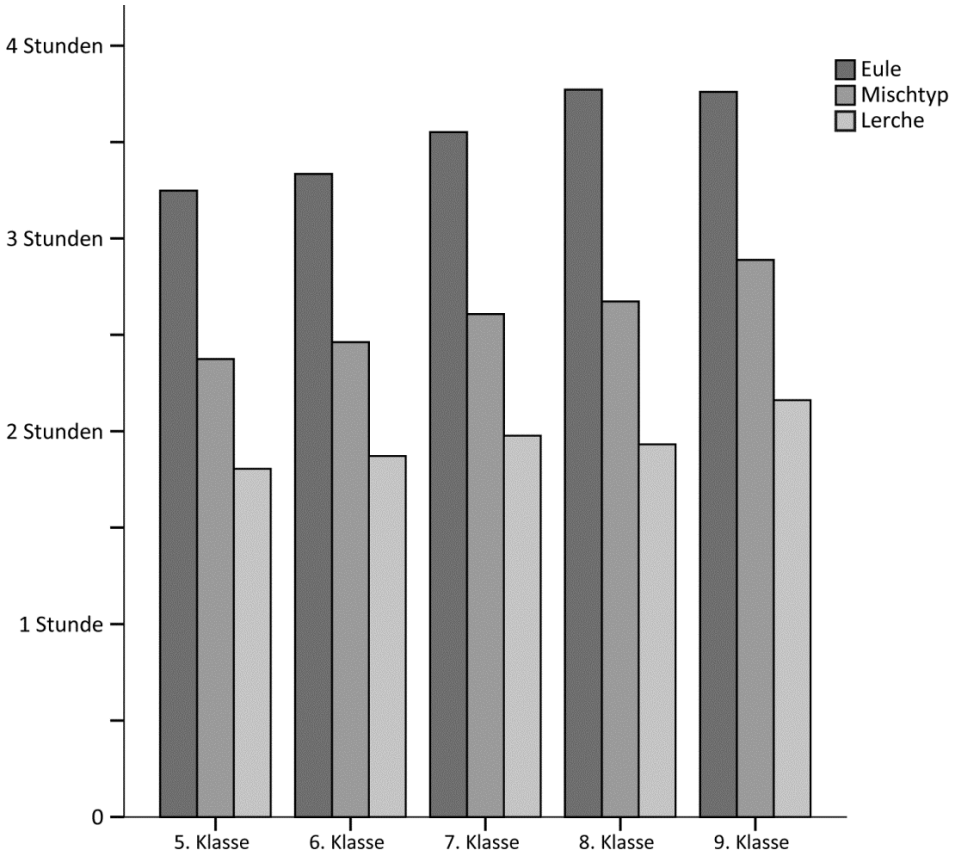


Abbildung 27: Schlafmittelpunkt (MSFsc) nach Chronotyp (CSM) und Klassenstufe



Fälle gewichtet nach Schultyp | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 28: Sozialer Jetlag nach Chronotyp (CSM) und Klassenstufe



Sozialer Jetlag = Schlafmittelpunkt am Wochenende minus Schlafmittelpunkt vor Schultagen.
Fälle gewichtet nach Schultyp | Projekt MMSM 2009-2012

Multivariate Analyse der Aufsteh- und Bettgehzeiten

Der Schlafrhythmus wird an Wochentagen vor allem durch die Dauer des Schulwegs und die Uhrzeit des Schulbeginns[15] bestimmt: die Uhrzeit, zu der die Schüler morgens ihr Zuhause verlassen, erklärt die Hälfte der individuellen Unterschiede in der Aufstehzeit an Schultagen (Tabelle 14). Es zeigen sich jedoch im Vergleich der Schultypen Unterschiede in der Bettgehzeit: Die Schule beginnt für die Schüler der Geschwister-Scholl-Hauptschule, Heidelberg, und für jene des Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasiums, Weinheim, jeweils um 8:00 Uhr. Die Hauptschüler gehen jedoch vor Schultagen durchschnittlich 18 Minuten und am Wochenende sogar 75 Minuten später ins Bett als die Gymnasiasten (Abbildung 29). Dementsprechend unterscheiden sich die Aufsteh- und Bettgehzeiten auch nach Schultyp (Tabelle 14). Die Schüler der Wilhelm-Wundt-Realschule, Mannheim, verbringen nach dem Aufstehen durchschnittlich 50 Minuten zuhause, bis sie sich auf den Schulweg begeben – die Schüler der Förderschule Rheinau hingegen nur 37 Minuten. Den längsten Anreiseweg nehmen mit durchschnittlich 37 Minuten Schüler des Heidelberger Privatschulcentrums in Kauf; den kürzesten (10 Minuten) die Schüler der

[15] Die Dauer des Schulwegs und die Uhrzeit des Schulbeginns spiegeln sich in der Uhrzeit wider, zu der die Schüler ihr Zuhause verlassen. Deshalb wurde nur die Frage „Um welche Uhrzeit gehst du morgens aus der Haustür, um in die Schule zu gehen?“ in die multivariate Analyse aufgenommen.

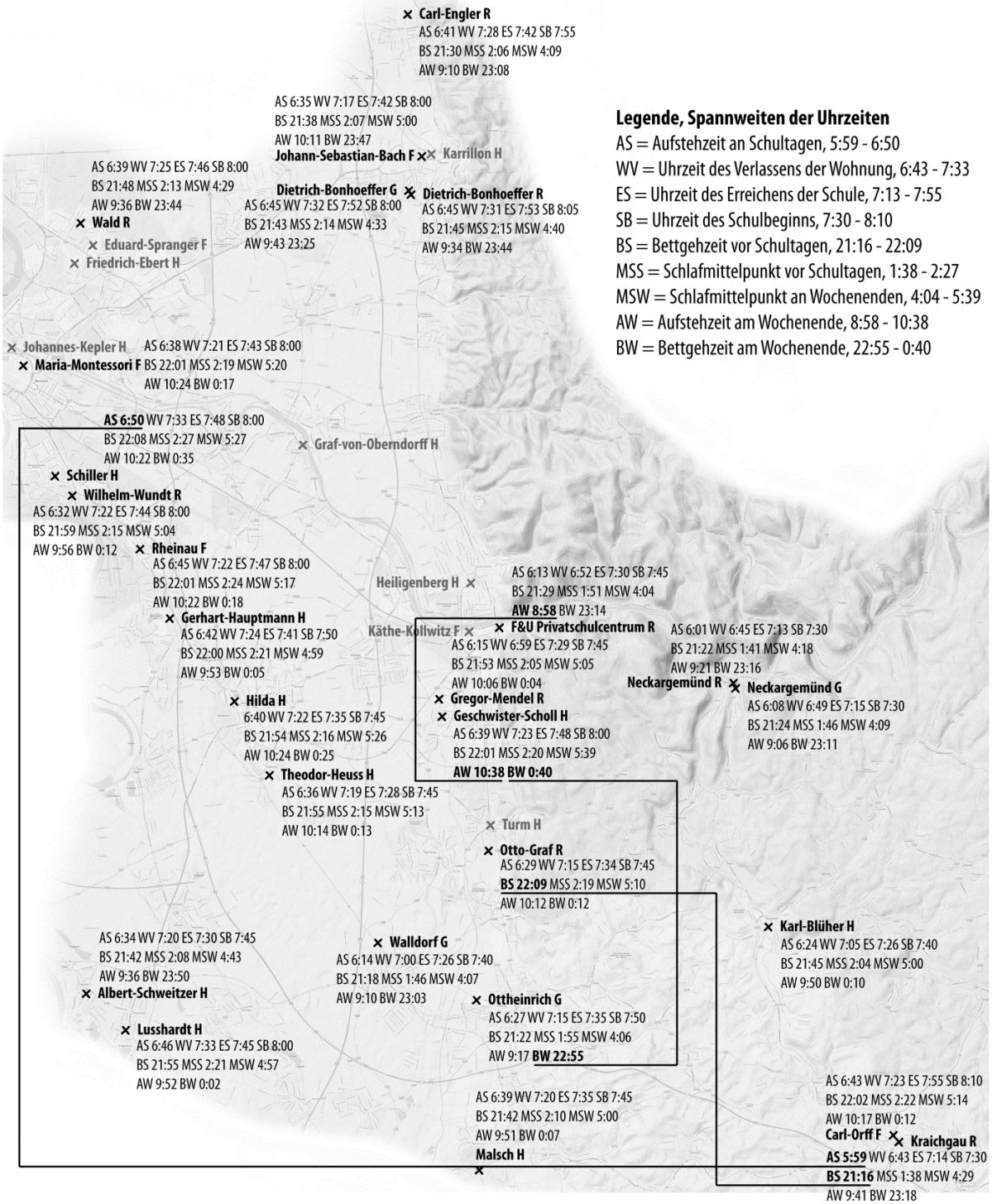
Hauptschulen Oftersheim und Altlußheim. Die Wartezeit an der Schule bis zum Unterrichtsbeginn rangiert von durchschnittlich 8 Minuten (Bonhoeffer-Gymnasium, Weinheim) bis 18 Minuten (Förderschule Weinheim). Die Schulen in Neckargemünd und die Realschule in Sinsheim starten schon um 7:30 Uhr, während in der Förderschule in Sinsheim der Unterricht erst um 8:10 Uhr beginnt. Der Vergleich der Albert-Schweitzer-Schule und der Lußhardtschule (beides Hauptschulen) in den Nachbargemeinden Altlußheim (5.300 Einwohner) und Neulußheim (6.650 Einwohner) zeigt, dass die Uhrzeit des Schulbeginns den restlichen Tagesrhythmus der Schüler bestimmen kann. Für die Schüler in Altlußheim beginnt die Schule 15 Minuten früher als in Neulußheim. In der Konsequenz verlassen die Schüler in Altlußheim 13 Minuten früher ihr zuhause, stehen an Schultagen 12 Minuten früher auf und gehen 13 Minuten früher ins Bett. Dieser Effekt der Uhrzeit des Schulbeginns trägt bis ins Wochenende: die Schüler in Altlußheim stehen am Wochenende 16 Minuten früher auf und gehen 12 Minuten früher ins Bett (Abbildung 29).

Tabelle 14: Regressionen, Chronotyp (CSM) -> Aufsteh- und Bettgehzeiten

	Model A: Aufstehzeit an Schultagen		Model B: Bettgehzeit vor Schultagen		Model C: Aufstehzeit am Wochenende		Model D: Bettgehzeit am Wochenende		Model B: Schlafmittelpunkt (MSFsc)	
	ß	p	*ß*	p	*ß*	p	*ß*	p	*ß*	p
(Konstante)		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001
Wann gehst du morgens zur Schule?	0,694	<0,001	0,105	<0,001	0,049	<0,001	0,025	0,078	0,088	<0,001
Chronotyp (CSM)	-0,100	<0,001	-0,318	<0,001	-0,540	<0,001	-0,393	<0,001	-0,428	<0,001
Alter (in Monaten)	-0,088	<0,001	0,430	<0,001	0,115	<0,001	0,298	<0,001	0,204	<0,001
Index Pubertätsstatus	-0,027	0,065	0,041	0,009	0,070	<0,001	0,073	<0,001	0,074	<0,001
Geschlecht: weiblich	-0,130	<0,001	-0,032	0,015	0,035	0,010	-0,080	<0,001	-0,085	<0,001
Schultyp: Gymnasium	-0,026	0,032	-0,078	<0,001	-0,095	<0,001	-0,134	<0,001	-0,139	<0,001
Korrigiertes R^2		0,531		0,434		0,402		0,397		0,375

n = 3.241; Aufsteh- und Bettgehzeiten: in Stunden/Minuten; Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Wann gehst du morgens zur Schule?: original Wortlaut dieser Frage: „Um welche Uhrzeit gehst du morgens aus der Haustür, um in die Schule zu gehen?“ in Stunden/Minuten; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule. Projekt MMSM 2009-2012

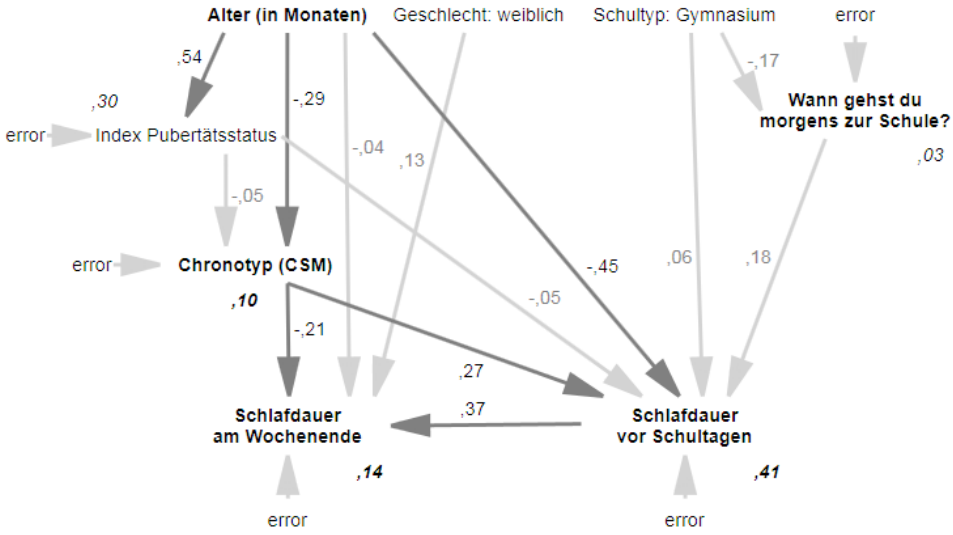
Abbildung 29: Karte der teilnehmenden Schulen mit Uhrzeiten



Mittelwerte pro Schule, gewichtet nach Klassenstufen innerhalb jeder Schule (Klassenstufen 5 bis 9, anteilig 20 %)

Abbildung 30 zeigt in multivariater Analyse, dass die Schlafdauer vor Schultagen mit ansteigendem Alter und späterem Chronotyp sinkt. In gegenläufiger Entwicklung teilen Schüler mit späterem Chronotyp eine längere Schlafdauer am Wochenende.

Abbildung 30: Strukturgleichung, Chronotyp -> Schlafdauer

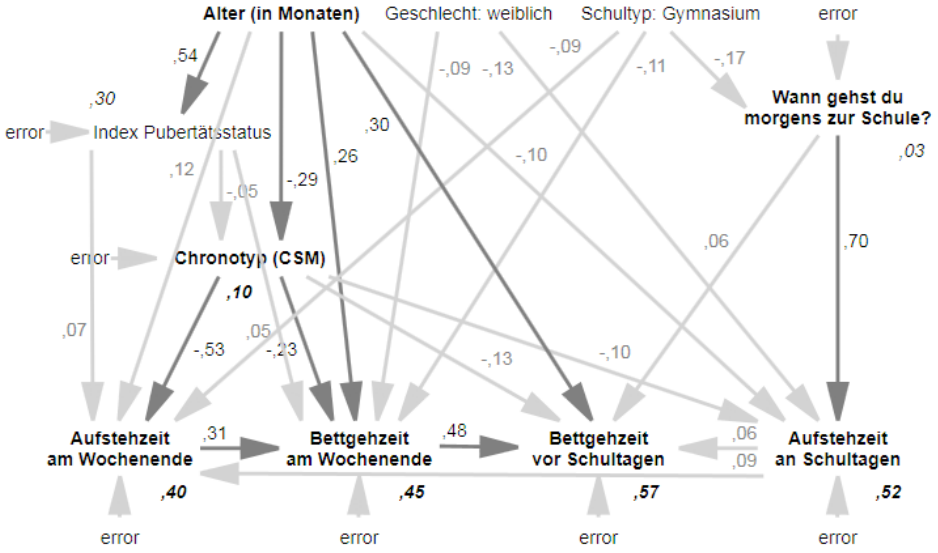


n = 3.241; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Schlafdauer an Schultagen/am Wochenende: in Stunden, Minuten; Wann gehst du morgens zur Schule?: original Wortlaut dieser Frage: „Um welche Uhrzeit gehst du morgens aus der Haustür, um in die Schule zu gehen?“ in Stunden/Minuten; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule. Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 31 zeigt Ursachen für unterschiedliche Schlafens- und Aufstehzeiten in der Schulwoche und am Wochenende. Die dunklen Pfeile (Regressionskoeffizienten > 0,200) zeigen deutlich, dass die Aufstehzeit am Wochenende größtenteils durch den Chronotyp, die Bettgehzeit am Wochenende aber sowohl durch Chronotyp und Alter erklärt werden. Die Bettgehzeit vor Schultagen wird am ehesten durch das Alter erklärt und die Aufstehzeit an Schultagen hauptsächlich durch den Zeitpunkt, an dem der Schüler das Haus verlässt um zur Schule zu geht, das heißt durch die Uhrzeit der ersten Schulstunde (Abbildung 31).

Die morgens verbrachte Zeit zuhause wird am ehesten von Geschlecht, Alter und Chronotyp bestimmt. Die Dauer des Schulwegs hängt neben offensichtlichen Variablen wie Entfernung und Verkehrsmittel auch vom Chronotyp ab. Auch die vor der ersten Stunde verbrachte Zeit an der Schule wird vom Chronotyp beeinflusst (Tabelle 15). Weiter ließen sich signifikante Geschlechterunterschiede festhalten: Mädchen stehen früher auf und verbringen morgens mehr Zeit zuhause.

Abbildung 31: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM) -> Aufsteh- und Bettgehzeiten



n = 3.241; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Aufsteh- und Bettgehzeiten: in Stunden/Minuten; Wann gehst du morgens zur Schule?: original Wortlaut dieser Frage: „Um welche Uhrzeit gehst du morgens aus der Haustür, um in die Schule zu gehen?“ in Stunden/Minuten; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule. Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 15: Regressionen, Chronotyp (CSM) -> Zeitbudget vor Schulbeginn

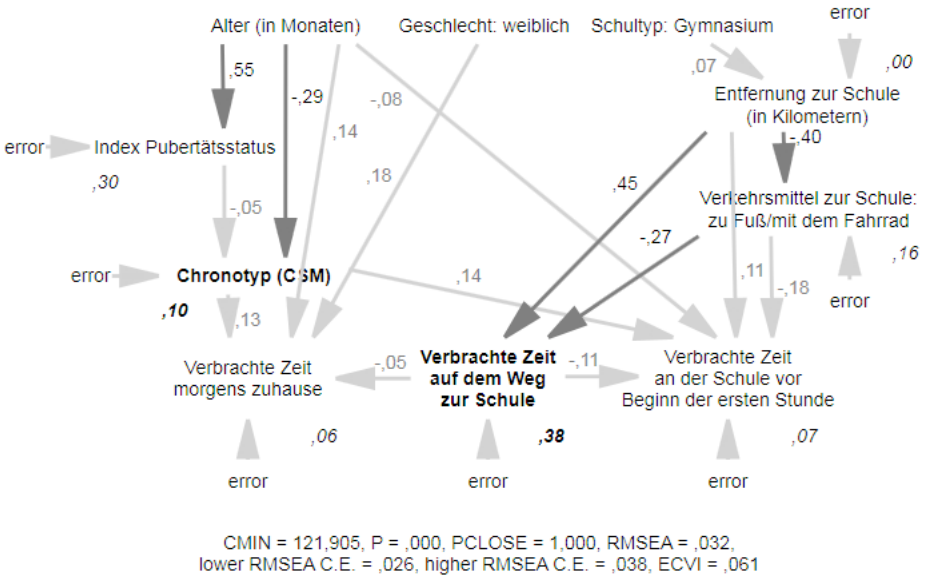
	Model A: Verbrachte Zeit (wach) morgens zuhause		Model B: Verbrachte Zeit auf dem Weg zur Schule		Model C: Verbrachte Zeit an der Schule vor Beginn der ersten Stunde	
	ß	p	*ß*	p	*ß*	p
(Konstante)		0,066		<0,001		<0,001
Chronotyp (CSM)	0,129	<0,001	0,034	0,020	0,138	<0,001
Alter (in Monaten)	0,127	<0,001	-0,021	0,230	-0,081	<0,001
Index Pubertätsstatus	0,034	0,097	0,006	0,709	0,007	0,746
Geschlecht: weiblich	0,181	<0,001	-0,024	0,081	0,013	0,457
Schultyp: Gymnasium	0,027	0,123	-0,025	0,070	-0,058	0,001
Verkehrsmittel zur Schule: zu Fuß/mit Fahrrad	0,035	0,062	-0,278	<0,001	-0,150	<0,001
Entfernung zur Schule (in Kilometern)	-0,018	0,349	0,452	<0,001	0,061	0,001
Korrigiertes R^2		0,059		0,383		0,063

n = 3.177; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Verkehrsmittelnutzung von „0 = nie“ bis „5 = täglich/fast täglich“. Projekt MMSM 2009-2012

Die Strukturgleichung in Abbildung 32 fasst die drei Regressionsanalysen von Tabelle 15 grafisch und in einer Analyse zusammen und stellt auch Verbindungen zwischen den unabhängigen Variablen her. Auch hier zeigt sich, dass der Chronotyp sowohl die wach verbrachte Zeit morgens zu Hause als auch die verbrachte Zeit an der Schule vor der

ersten Schulstunde beeinflusst, jedoch nicht die Dauer des Schulwegs, welche von der Entfernung und dem Verkehrsmittel abhängt.

Abbildung 32: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM) -> Zeitbudget vor Schulbeginn

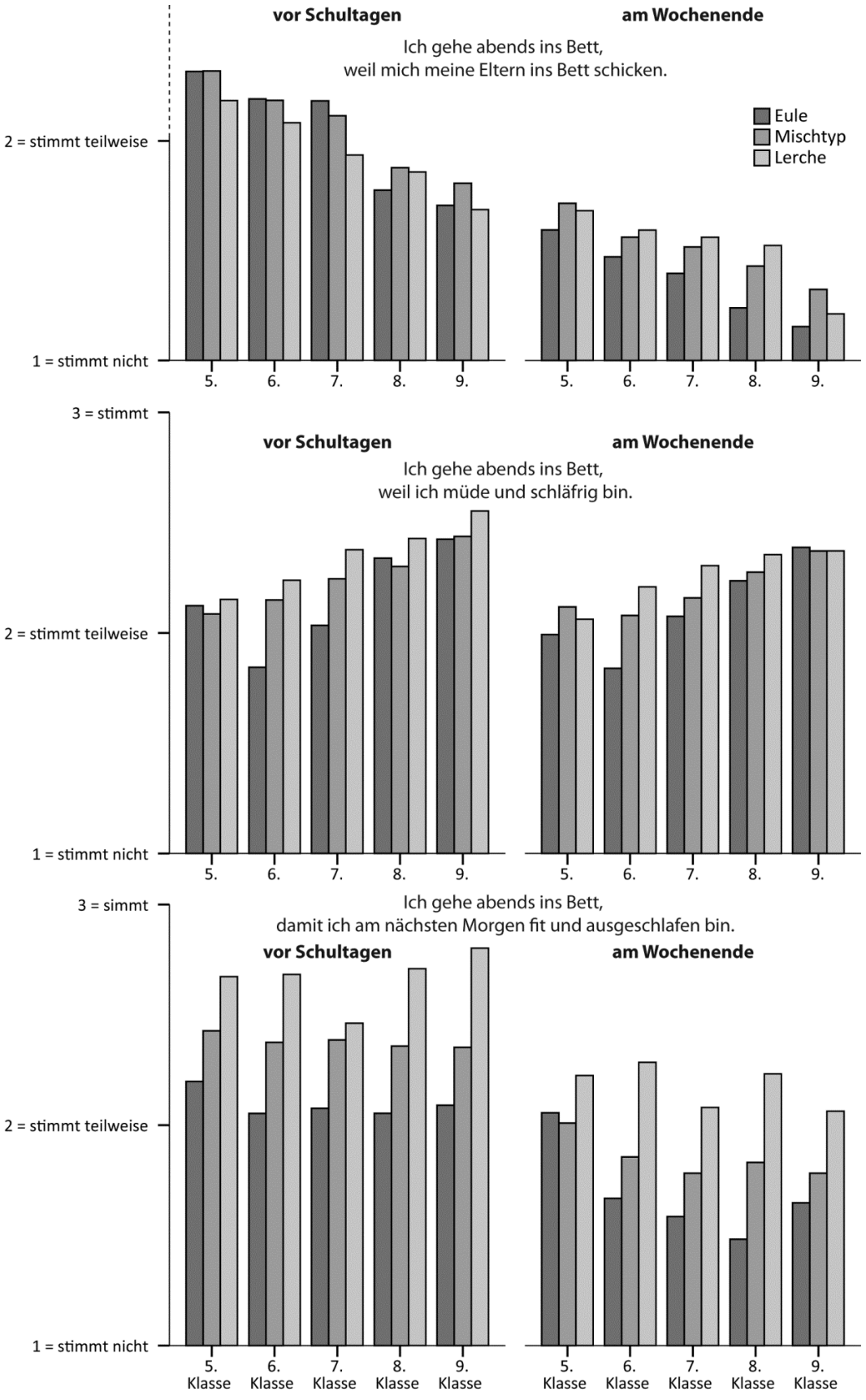


n = 3.177; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Verkehrsmittelnutzung von „0 = nie“ bis „5 = täglich/fast täglich“. Projekt MMSM 2009-2012

5.3. Schlafhygiene und Chronotyp

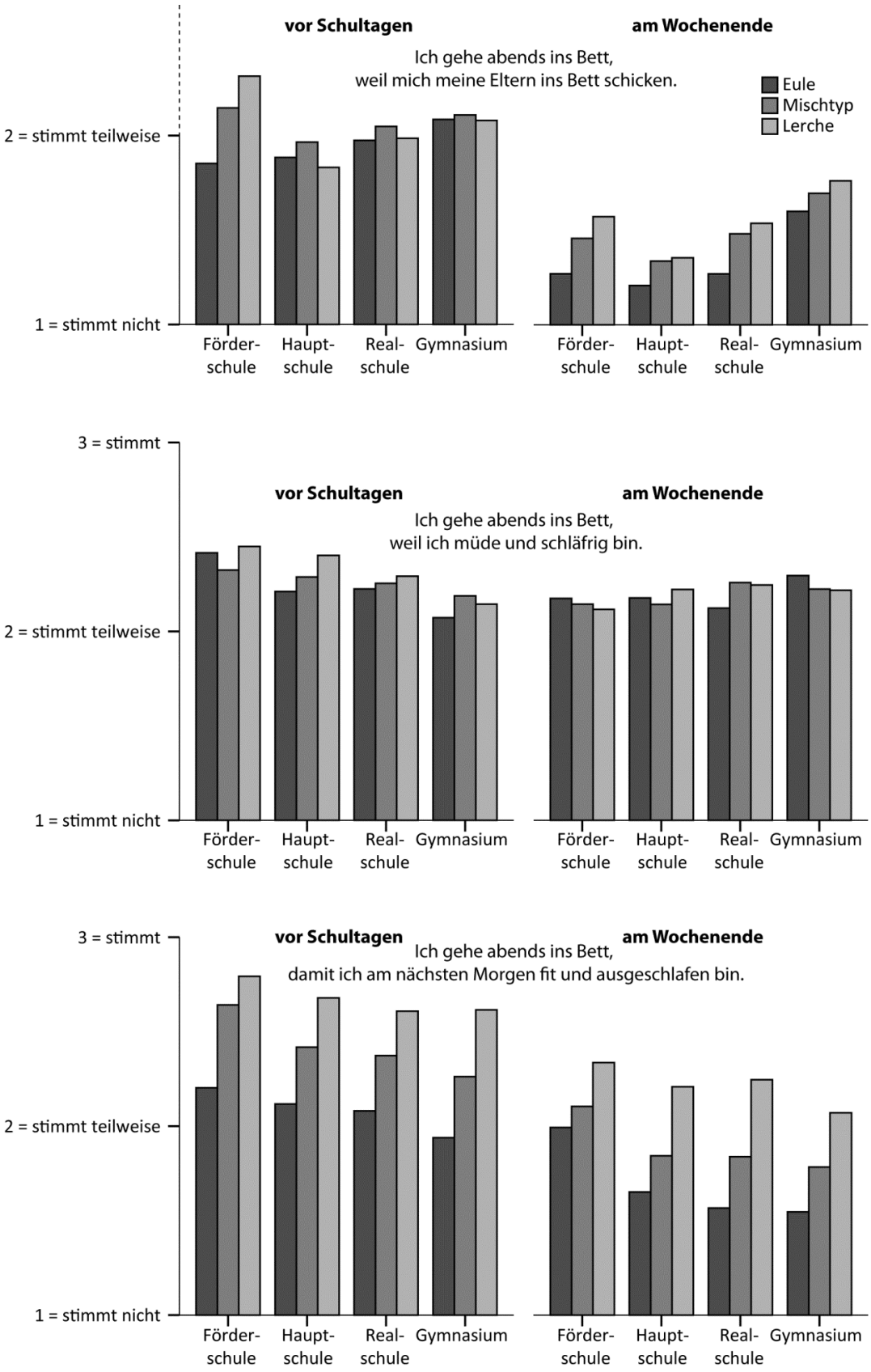
Die Jugendlichen äußerten sich zu den drei Motiven des Schlafengehens (von Eltern geschickt, Müdigkeit, Ausgeschlafen sein am nächsten Morgen) in Abhängigkeit ihres Chronotyps (Abbildung 33, Abbildung 34). Abendtypen in den Klassenstufen 5 bis 7 gehen vor Schultagen vermehrt zu Bett, weil sie von ihren Eltern geschickt werden ($r = -0{,}070$, $p < 0{,}001$, $n = 2.613$). Morgentypen hingegen fühlen sich eher müde und schläfrig ($r = 0{,}093$, $p < 0{,}001$; alle Klassenstufen) und möchten am nächsten Tag in der Schule fit und ausgeschlafen sein ($r = 0{,}280$, $p < 0{,}001$; alle Klassenstufen). Am Wochenende treffen alle drei abgefragten Gründe auf Abendtypen weniger zu als auf Morgentypen (Eltern: $r = 0{,}053$, $p < 0{,}01$; müde: $r = 0{,}071$, $p < 0{,}001$; fit: $r = 0{,}234$, $p < 0{,}001$; partielle Korrelationen mit Klassenstufen und Schultypen als Kontrollvariablen). Gymnasiasten gehen im Gegensatz zu den übrigen Schultypen auch am Wochenende vermehrt schlafen, weil sie von ihren Eltern geschickt werden (t-Test, $p < 0{,}001$, Abbildung 34).

Abbildung 33: Schlafensgrund und Chronotyp (CSM), Klassenstufe



Fälle gewichtet nach Schultypen | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 34: Schlafensgrund und Chronotyp (CSM), Schultyp



Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Schlafhygiene und Schlafqualität in sechs Phasen des circadianen Rhythmus

1.539 Schüler beantworteten alle relevanten Fragen dieses Kapitels und wurden folglich in die Datenanalyse aufgenommen. Das Durchschnittsalter dieser Subgruppe betrug 13,9 Jahre (SD ± 1,8) mit einer Spannweite von 9,7 bis 18,8 Jahren.

Tabelle 16: Mittelwerte, Probleme in circadianen Phasen nach Alter, Geschlecht, CSM

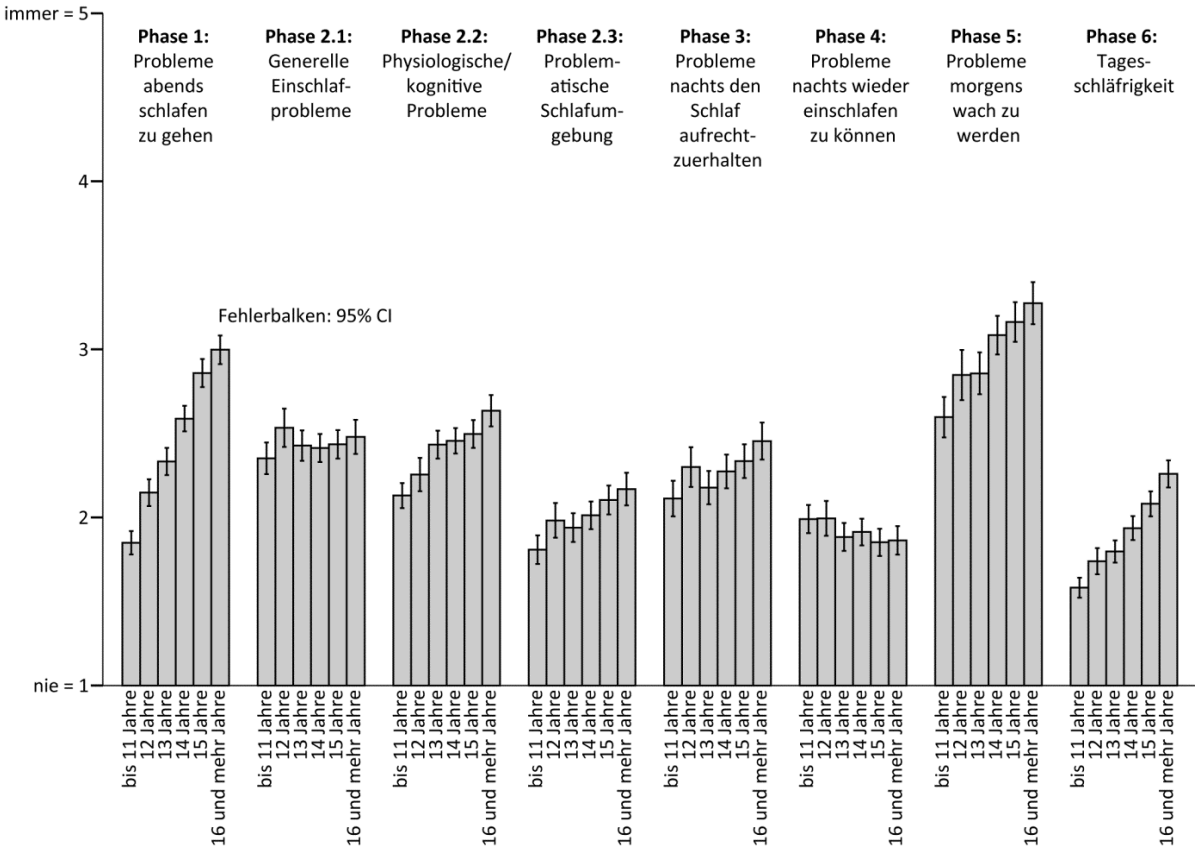
		Gesamt	Jungen	Mädchen
	N	1.539	766	773
Alter	*M, SD*	13,89 ± 1,83	13,89 ± 1,86	13,89 ± 1,80
	Spannweite	[9,7; 18,8]	[9,7; 18,8]	[10,1; 18,2]
CSM	*M ± SD*	34,13 ± 7,23	34,33 ± 7,24	33,93 ± 7,22
13 Items	*Spannweite*	[15; 55]	[15; 55]	[15; 53]
	α	0,853	0,846	0,862
Probleme in 6 Phasen des circadianen Rhythmus				
Phase 1	*M ± SD*	2,45 ± 0,75	2,49 ± 0,75	2,40 ± 0,75
8 Items	*Spannweite*	[1,00; 4,75]	[1,00; 4,50]	[1,00; 4,75]
	α	0,768	0,760	0,776
Phase 2.1	*M ± SD*	2,43 ± 0,77	2,38 ± 0,76	2,49 ± 0,77
5 Items	*Spannweite*	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]
	α	0,639	0,623	0,652
Phase 2.2	*M ± SD*	2,39 ± 0,70	2,25 ± 0,66	2,53 ± 0,71
6 Items	*Spannweite*	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]	[1,00; 4,83]
	α	0,741	0,699	0,759
Phase 2.3	*M ± SD*	2,00 ±0,73	1,95 ± 0,70	2,04 ± 0,76
6 Items	*Spannweite*	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]
	α	0,661	0,639	0,679
Phase 3	*M ± SD*	2,27 ± 0,86	2,14 ± 0,84	2,39 ± 0,87
5 Items	*Spannweite*	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]
	α	0,759	0,756	0,753
Phase 4	*M ± SD*	1,92 ± 0,70	1,82 ± 0,68	2,01 ± 0,71
6 Items	*Spannweite*	[1,00; 4,83]	[1,00; 4,50]	[1,00; 4,83]
	α	0,708	0,696	0,710
Phase 5	*M ± SD*	2,96 ± 1,04	2,85 ± 1,05	3,07 ± 1,04
4 Items	*Spannweite*	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]	[1,00; 5,00]
	α	0,870	0,869	0,868
Phase 6	*M ± SD*	1,89 ± 0,62	1,81 ± 0,60	1,97 ± 0,62
6 items	*Spannweite*	[1,00; 5,00]	[1,00; 4,67]	[1,00; 5,00]
	α	0,704	0,693	0,711

CSM (Composite Scale of Morningness): 13 = extremer Abendtyp – 55 = extremer Morgentyp; Probleme im circadianen Rhythmus: 1 = nie – 5 = immer | Projekt MMSM 2009-2012

Die problematischste Phase für Jugendliche ist Phase 5 (morgens wach werden, Tabelle 16), gefolgt von Phase 1 (abends schlafen gehen). Die wenigsten Probleme wurden in Phase 4 berichtet (nachts wieder einschlafen). Mädchen haben mehr Probleme in Phase 2.1 als Jungen ($p = 0{,}006$), Phase 2.2 ($p < 0{,}001$) und Phase 6 ($p < 0{,}001$). Mädchen un-

terschieden sich jedoch im Chronotyp nicht von Jungen (p = 0,278). Jungen berichteten über mehr Probleme in Phase 1 als Mädchen (p = 0,023).
Die Probleme im circadianen Rhythmus nahmen mit ansteigendem Alter zu (Abbildung 35), vor allem in Phase 1 und Phase 6, aber auch, in geringerem Ausmaß, in Phasen 2.2, 2.3, 3 und 5. Die Probleme in Phase 2.1 verstärkten sich nicht mit ansteigendem Alter und in Phase 4 zeigte sich ein negativer Zusammenhang.

Abbildung 35: Probleme in 6 Phasen des circadianen Rhythmus nach Alter



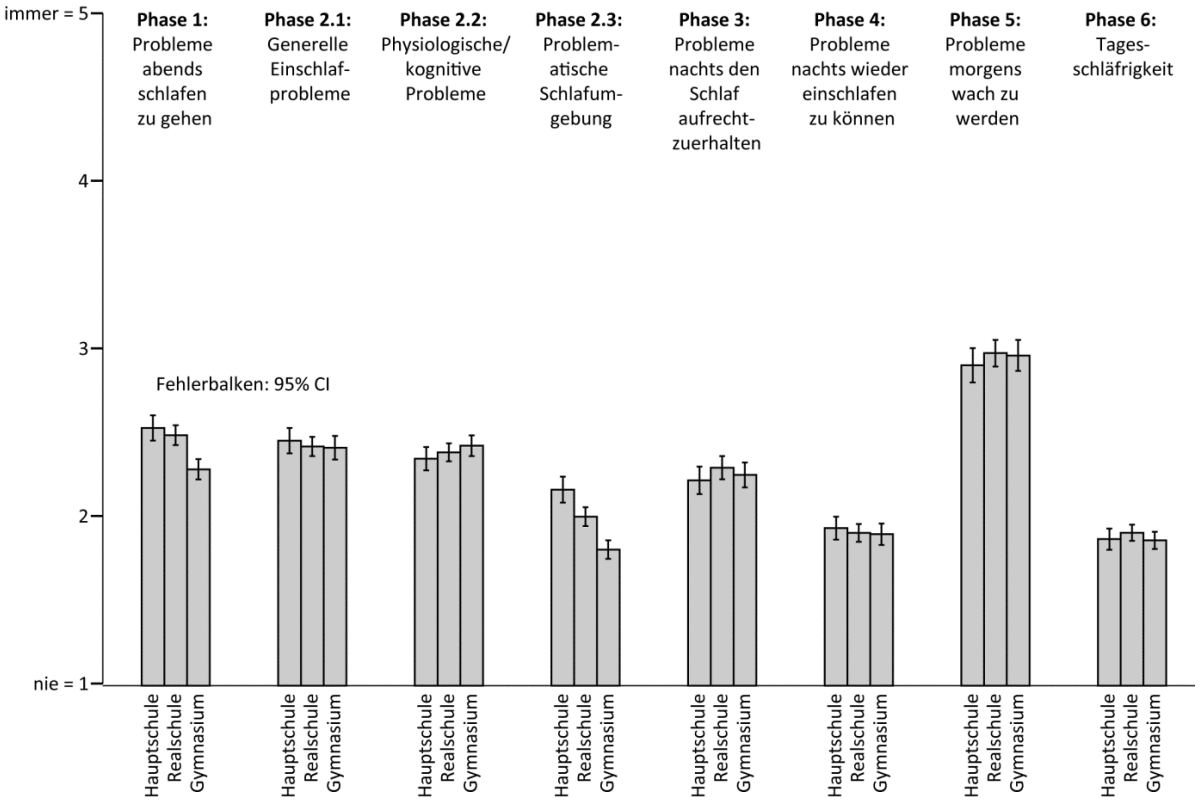
n (gesamt) = 1.539; Alter: n, bis 11 Jahre = 294; n, 12 Jahre = 223; n, 13 Jahre = 255; n, 14 Jahre = 279; n, 15 Jahre = 265; n, 16 und mehr Jahre = 223. | Projekt MMSM 2009-2012

Korrelationskoeffizienten (r) von Problemen in Phasen des circadianen Rhythmus und Alter (in Monaten):

Phase 1	0,530, p < 0,001
Phase 2.1	0,019, p = 0,456
Phase 2.2	0,231, p < 0,001
Phase 2.3	0,146, p < 0,001
Phase 3	0,110, p < 0,001
Phase 4	-0,070, p = 0,006
Phase 5	0,228, p < 0,001
Phase 6	0,362, p < 0,001

Im Vergleich zu Schülern anderen Schultypen berichteten Hauptschüler über mehr Probleme in Phase 1 und Phase 2.3., im Gegensatz zu Gymnasiasten, die hier weniger Probleme nannten als Schüler anderer Schultypen (Abbildung 36).

Abbildung 36: Probleme in 6 Phasen des circadianen Rhythmus nach Schultyp



n (gesamt) = 1.539; Schultyp: n, Hauptschule (Werkrealschule) = 422; n, Realschule = 665; n, Gymnasium = 452. | Projekt MMSM 2009-2012

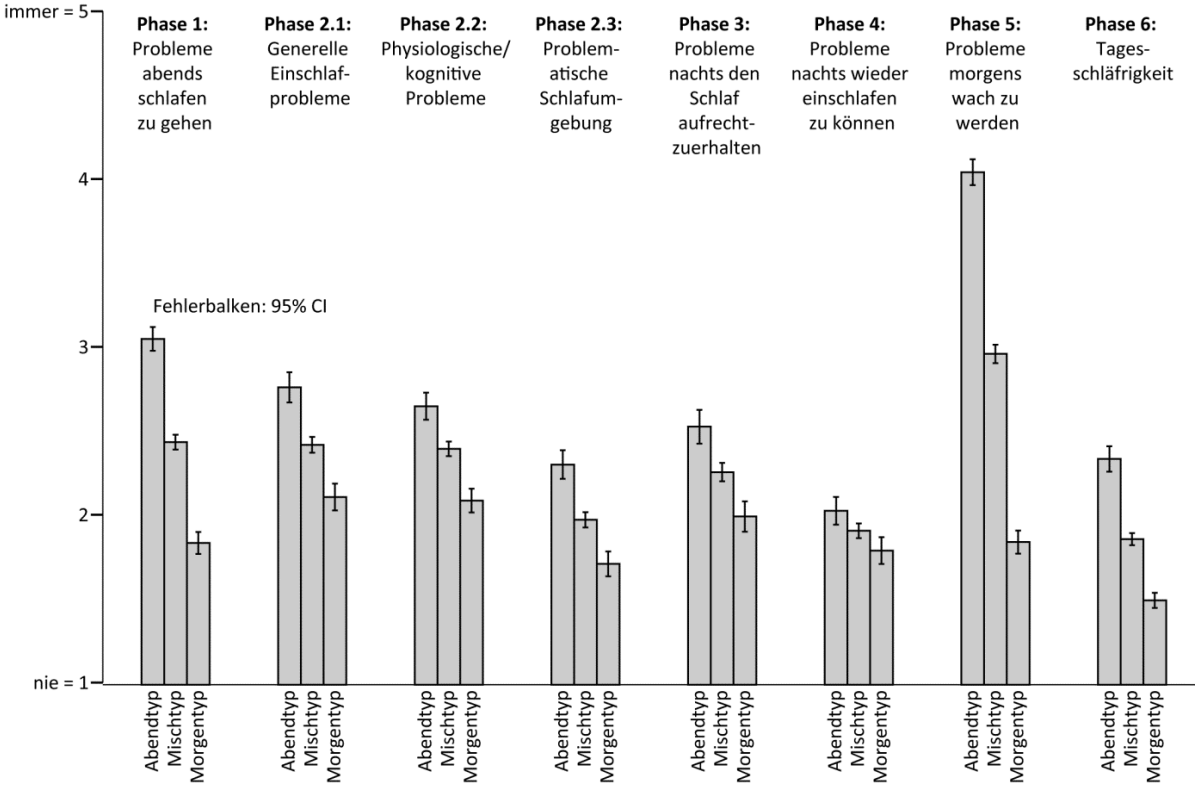
	Mittelwert Hauptschule	Mittelwert Realsch./Gymn.	T	p	Mittelwert Haupt-/realsch.	Mittelwert Gymnasium	T	p
Phase 1	2,54	2,41	2,917	0,004	2,51	2,29	-5,653	< 0,001
Phase 2.1	2,46	2,42	0,864	0,388	2,44	2,42	-0,472	0,637
Phase 2.2	2,35	2,41	-1,347	0,178	2,38	2,43	1,378	0,169
Phase 2.3	2,17	1,93	5,415	< 0,001	2,07	1,81	-7,114	< 0,001
Phase 3	2,23	2,28	-1,171	0,242	2,27	2,26	-0,291	0,771
Phase 4	1,94	1,91	0,789	0,430	1,92	1,90	-0,469	0,639
Phase 5	2,91	2,98	-1,121	0,262	2,96	2,97	0,246	0,806
Phase 6	1,87	1,89	-0,564	0,573	1,90	1,87	-0,924	0,356

Morgentypen haben deutlich weniger Probleme in allen sechs Phasen des circadianen Rhythmus (Abbildung 37). Die Orientierung hin zum Abendtyp korrelierte hingegen besonders stark mit Phase 5 ($r = 0,75$, $p < 0,001$) und Phase 1 ($r = 0,57$, $p < 0,001$).

Die Regressionsanalysen (Tabelle 17) zeigen, dass Morningness bei Kontrolle von Alter, Geschlecht und Schultyp der beste Prädiktor für gute Schlafhygiene und Schlafqualität, d.h. wenige Probleme im circadianen Rhythmus, war. Morningness steht in allen sechs Phasen mit weniger Problemen in Zusammenhang, insbesondere wenn es darum geht, morgens wieder wach zu werden, abends schlafen zu gehen, tagsüber wach zu bleiben und abends einzuschlafen. Das Alter der Schüler erklärte einen guten Anteil der Probleme in den Phasen 1, 4 und 6, wobei ältere Jugendliche über mehr Probleme berichteten. Mädchen hatten in den Phasen 2 bis 6 mehr Probleme als Jungen. Der Schultyp erklärt einen Teil der Unterschiede in Phase 5. Schüler, die vermehrt elektronische Bildschirmmedien nutzen, berichteten über mehr Probleme in den Phasen 1 und 2. Schüler, die

vermehrt Stimulanzien konsumieren, äußerten mehr Probleme in allen Phasen außer Phase 5.

Abbildung 37: Probleme in 6 Phasen des circadianen Rhythmus nach CSM



n (gesamt) = 1.539; n, Abendtyp = 305; n, Mischtyp = 925; n, Morgentyp = 309.

Korrelationskoeffizienten (r) von Problemen in Phasen des circadianen Rhythmus und Chronotyp (CSM):

Phase 1	-0,571, p < 0,001
Phase 2.1	-0,307, p < 0,001
Phase 2.2	-0,293, p < 0,001
Phase 2.3	-0,287, p < 0,001
Phase 3	-0,235, p < 0,001
Phase 4	-0,130, p < 0,001
Phase 5	-0,753, p < 0,001
Phase 6	-0,490, p < 0,001

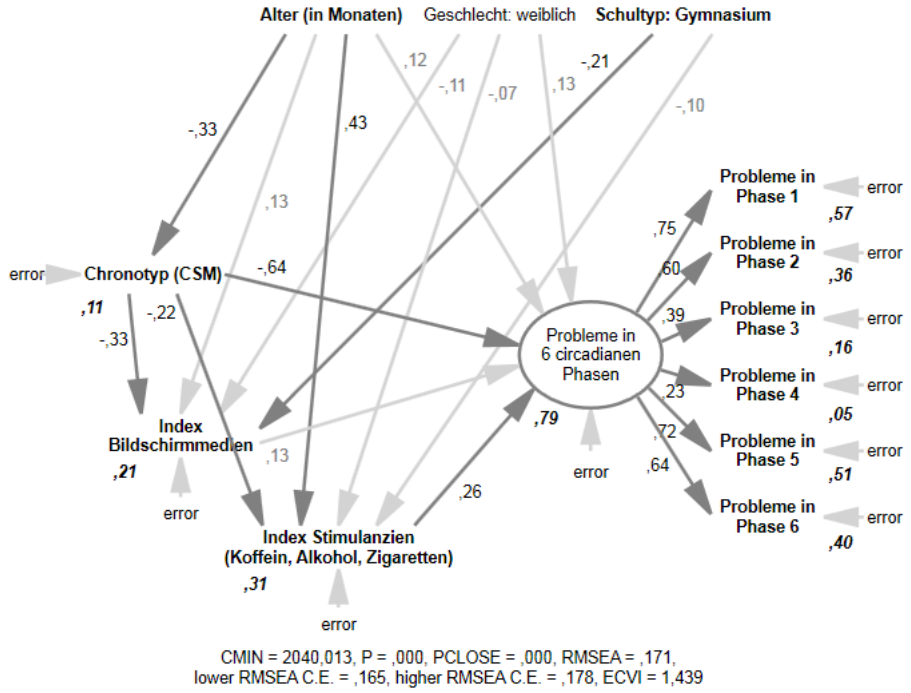
Tabelle 17: Regressionen, Chronotyp (CSM) -> Probleme in circadianen Phasen

	Phase 1		Phase 2		Phase 3		Phase 4		Phase 5		Phase 6	
	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p
(Konstante)		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001
Chronotyp (CSM)	-0,286	<0,001	-0,294	<0,001	-0,193	<0,001	-0,147	<0,001	-0,772	<0,001	-0,385	<0,001
Alter (in Monaten)	0,160	<0,001	-0,032	0,302	-0,004	0,898	-0,140	<0,001	0,012	0,608	0,186	<0,001
Index Pubertätsstatus	0,042	0,029	0,006	0,827	-0,029	0,348	-0,034	0,278	-0,039	0,063	0,009	0,744
Geschlecht: weiblich	-0,011	0,479	0,166	<0,001	0,153	<0,001	0,138	<0,001	0,081	<0,001	0,120	<0,001
Schultyp: Gymnasium	-0,019	0,234	-0,004	0,880	0,005	0,861	0,005	0,842	0,049	0,005	0,012	0,598
Index Bildschirmmedien	0,230	<0,001	0,116	<0,001	-0,026	0,368	0,006	0,841	-0,028	0,150	0,035	0,159
Index Stimulanzien	0,391	<0,001	0,176	<0,001	0,144	<0,001	0,072	0,021	-0,003	0,873	0,068	0,010
Korrigiertes R^2		0,644		0,215		0,086		0,048		0,580		0,296

n = 1.480; Phase 1: Probleme abends schlafen zu gehen; Phase 2: Probleme abends einschlafen zu können; Phase 3: Probleme nachts den Schlaf aufrechtzuerhalten; Phase 4: Probleme nachts wieder einschlafen zu können; Phase 5: Probleme morgens wach zu werden; Phase 6: Tagesschläfrigkeit, höhere Werte bedeuten jeweils mehr Probleme; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Index Zeitbudget Bildschirmmedien: Zeitbudget für Computer, Spielekonsole, Internet, Videospiele und TV – höhere Werte zeigen längere Nutzung an; Index Stimulanzien: Häufigkeit des Verzehrs von Koffein, Alkohol und Zigaretten, höhere Werte zeigen eine höhere Verzehrhäufigkeit an. Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 38 zeigt eine Strukturgleichung, die die sechs Phasen zu einem Index zusammenfasst. Es zeigte sich, dass neben einem verschobenen circadianen Rhythmus (Abendtypen) vor allem der Konsum von Stimulanzien zu Problemen in den circadianen Phasen führt.

Abbildung 38: Strukturgleichung, Chronotyp -> Probleme in circadianen Phasen



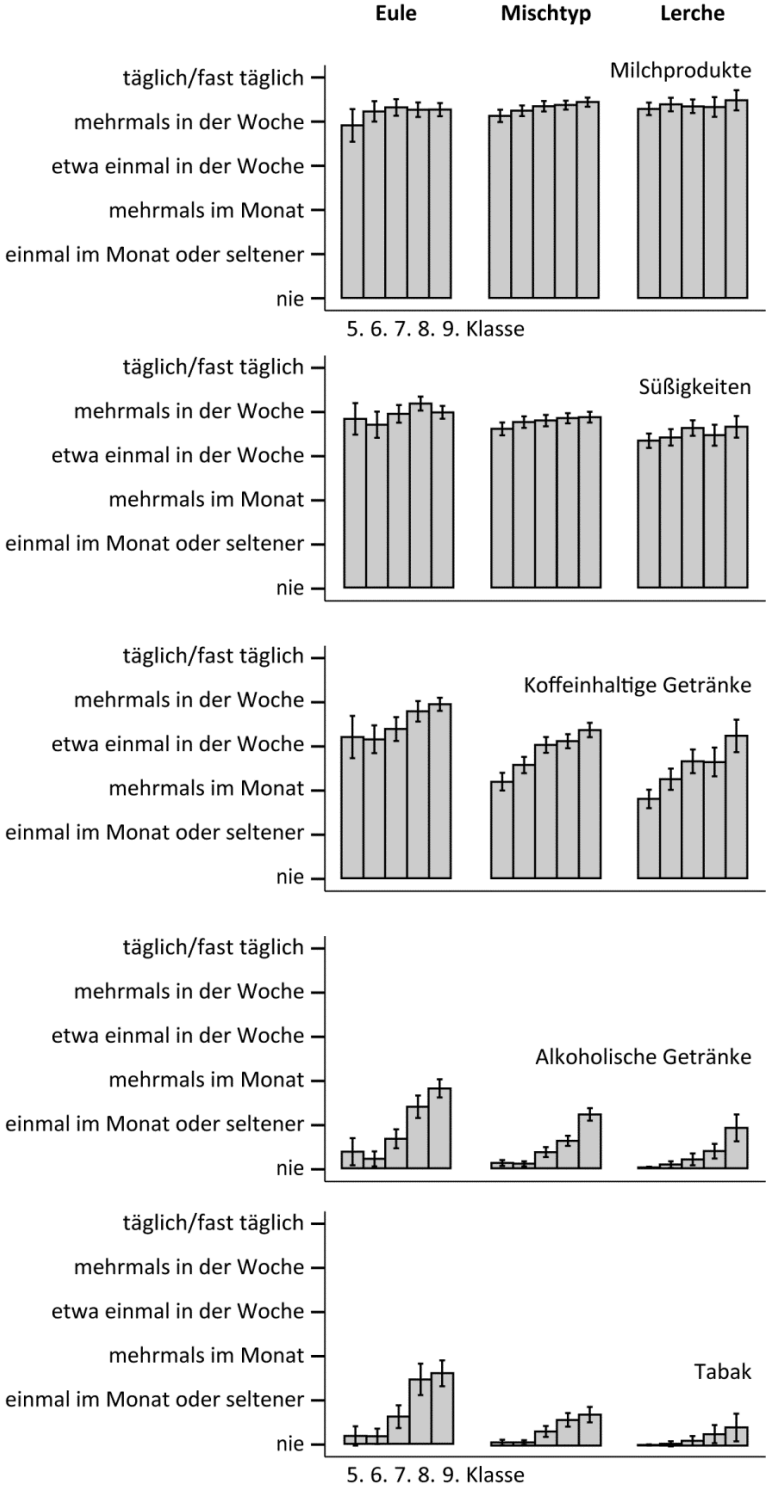
n = 1.480; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten und Faktorladungen (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Phase 1: Probleme abends schlafen zu gehen; Phase 2: Probleme abends einschlafen zu können; Phase 3: Probleme nachts den Schlaf aufrechtzuerhalten; Phase 4: Probleme nachts wieder einschlafen zu können; Phase 5: Probleme morgens wach zu werden; Phase 6: Tagesschläfrigkeit, höhere Werte bedeuten jeweils mehr Probleme; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule. Projekt MMSM 2009-2012

5.4. Ernährung und Chronotyp

Der Konsum von Genussmitteln nimmt mit aufsteigendem Alter zu (Abbildung 39). Abendtypen konsumieren weniger Milchprodukte ($r = 0{,}073$, $p < 0{,}001$) als Morgentypen, aber mehr Süßigkeiten ($r = -0{,}127$, $p < 0{,}001$), koffeinhaltige Getränke ($r = -0{,}225$, $p < 0{,}001$), alkoholische Getränke ($r = -0{,}187$, $p < 0{,}001$) und Tabak ($r = -0{,}195$, $p < 0{,}001$, jeweils n = 2.922, jeweils partielle Korrelation mit Kontrolle der Klassenstufe).

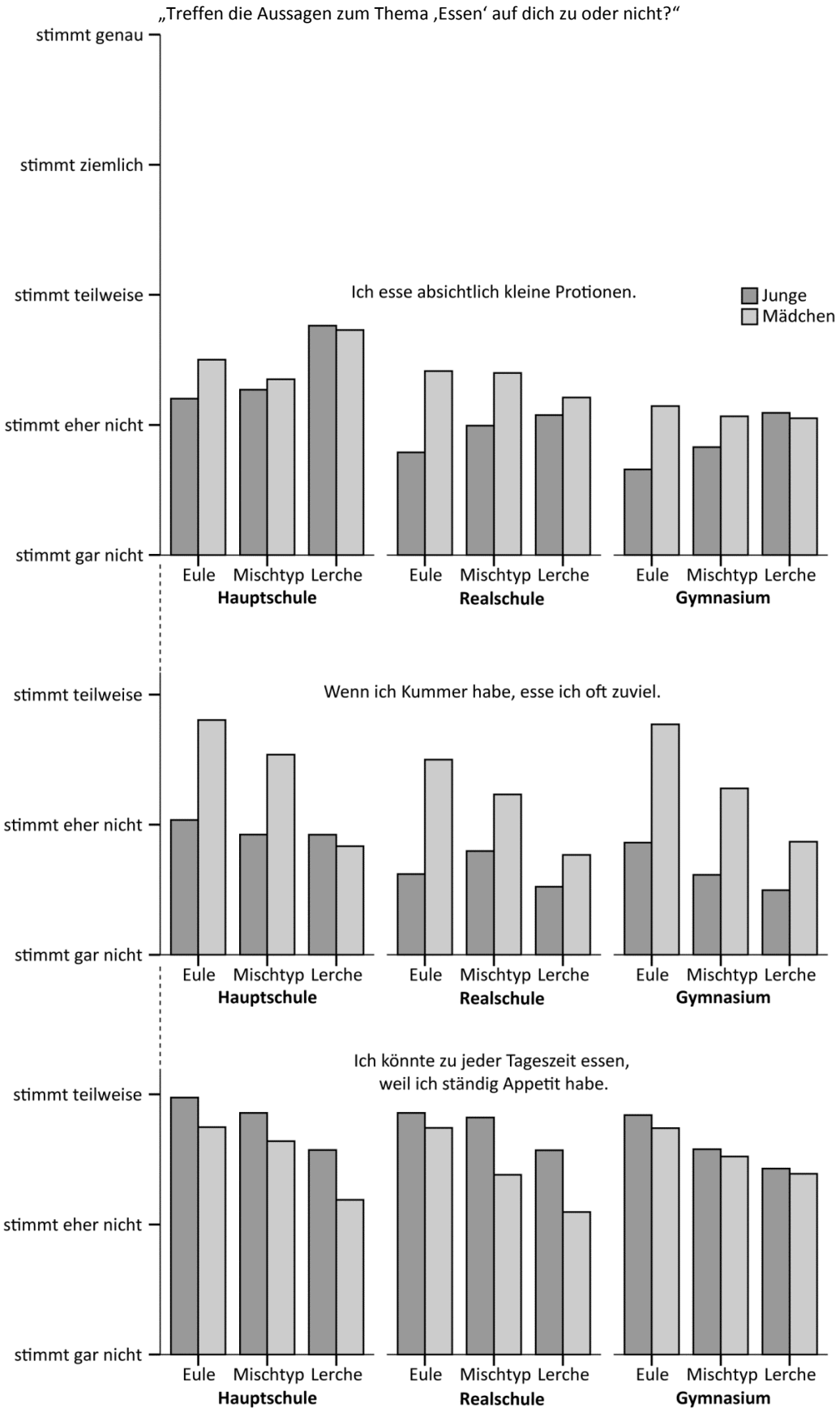
Abbildung 39: Lebensmittelkonsum und Klassenstufe, Chronotyp (CSM)

„Wie häufig nimmst du die folgenden Nahrungs- oder Genussmittel zu dir?“



Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 40: Ernährungsverhalten und Chronotyp (CSM), Geschlecht, Schultyp



Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

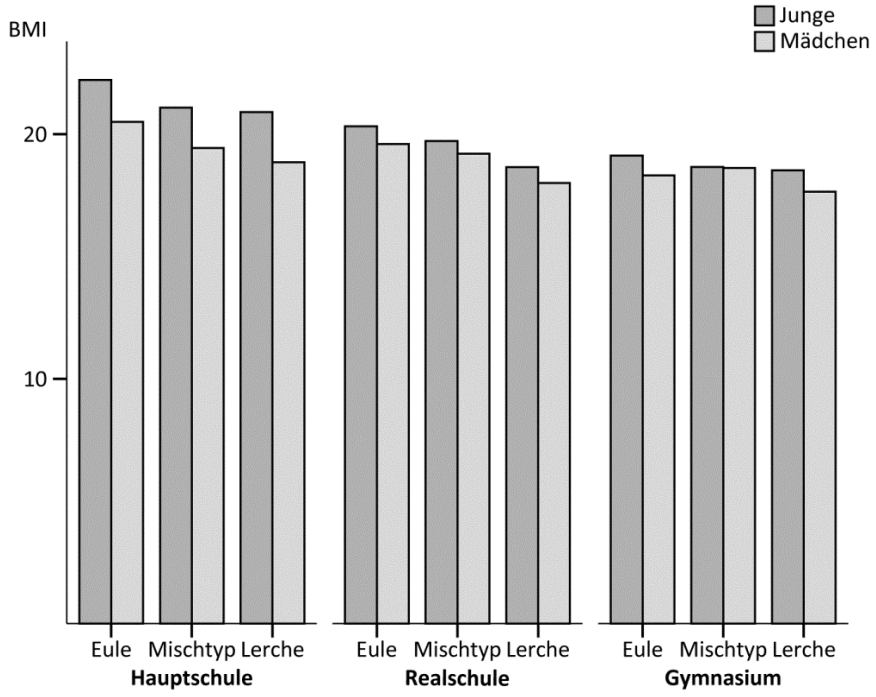
Abendtypen beider Geschlechter essen vermehrt aus Kummer (*emotional eating*, de Lauzon 2004) oder haben ständig Appetit (*uncontrolled eating*, de Lauzon 2004). Männliche Morgentypen neigen eher dazu, ihr Essverhalten zu kontrollieren (*cognitive restraint*, de Lauzon 2004) als männliche Abendtypen (Abbildung 40, Tabelle 18).

Tabelle 18: Essverhalten * Chronotyp nach Geschlecht

	Chronotyp (CSM)			
	Jungen		Mädchen	
	r	p	r	p
Ich esse absichtlich kleine Protionen.	0,054	0,036	-0,009	0,733
Wenn ich Kummer habe, esse ich oft zu viel.	-0,078	0,002	-0,190	0,000
Ich könnte zu jeder Tageszeit essen, weil ich ständig Appetit habe.	-0,079	0,002	-0,120	0,000

Kontrollvariable: Alter (in Monaten) | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 41: Body-Mass-Index, Schultyp, Geschlecht und Chronotyp (CSM)



Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Der BMI fällt mit steigendem Schulniveau. Abendtypen scheinen, unabhängig von Alter und Geschlecht, einen höheren Body-Mass-Index als Morgentypen aufzuweisen, jedoch bestätigt sich dieses visuelle Ergebnis (Abbildung 41) nicht in der Regression (Tabelle 19).

Tabelle 19: Regression, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Body-Mass-Index (BMI)

	Body-Mass-Index (BMI)	
	β	p
(Konstante)		<0,001
Chronotyp (CSM)	0,004	0,836
Schlafmittelpunkt (MSFsc)	0,055	0,004
Alter (in Monaten)	0,307	<0,001
Index Pubertätsstatus	0,182	<0,001
Geschlecht: weiblich	-0,146	<0,001
Schultyp: Gymnasium	-0,074	<0,001
Korrigiertes R^2		0,270

n = 3.266; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; ; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule. Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

Wird der Konsum von Stimulanzien in Abhängigkeit von Chronotyp, Alter, Geschlecht und Schultyp untersucht, stellt sich wieder heraus, dass vor allem spätere Chronotypen vermehrt Süßigkeiten, Koffein, Alkohol und Tabak konsumieren (Tabelle 20).

Tabelle 20: Regressionen, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Konsum von Stimulanzien

	Model A:		Model B:		Model C:		Model D:		Model E:	
	Milchprodukte		Süßigkeiten		Koffein		Alkohol		Tabak	
	β	p	*β*	p	*β*	p	*β*	p	*β*	p
(Konstante)		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001
Chronotyp (CSM)	0,036	0,078	-0,166	<0,001	-0,128	<0,001	-0,052	0,003	-0,068	<0,001
Schlafmittelpunkt (MSFsc)	-0,051	0,018	-0,043	0,043	0,194	<0,001	0,227	<0,001	0,234	<0,001
Alter (in Monaten)	0,077	<0,001	0,084	<0,001	0,171	<0,001	0,347	<0,001	0,179	<0,001
Index Pubertätsstatus	0,041	0,046	0,003	0,883	0,033	0,083	0,087	<0,001	0,057	0,003
Geschlecht: weiblich	-0,047	0,007	0,009	0,580	-0,106	<0,001	-0,051	0,001	0,030	0,061
Schultyp: Gymnasium	0,155	<0,001	0,149	<0,001	-0,097	<0,001	0,034	0,021	-0,082	<0,001
Korrigiertes R^2		0,037		0,054		0,196		0,314		0,186

n = 3.266; Milchprodukte: Milch, Buttermilch, Quark, Joghurt, Dickmilch, Käse, Süßigkeiten: Schokolade, Pralinen, Kuchen, Gebäck, Kekse, Bonbons oder Ähnliches, Koffein: Koffeinhaltige Getränke wie Kaffee, Cola, Schwarztee, Grüntee, Red Bull oder Ähnliches, Alkohol: Alkoholische Getränke wie Bier, Wein, Alkopops, Tabak: zum Beispiel Zigaretten, Konsumhäufigkeit jeweils auf einer Skala von „0 = nie“ bis „5 = täglich/fast täglich“; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; ; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule. Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

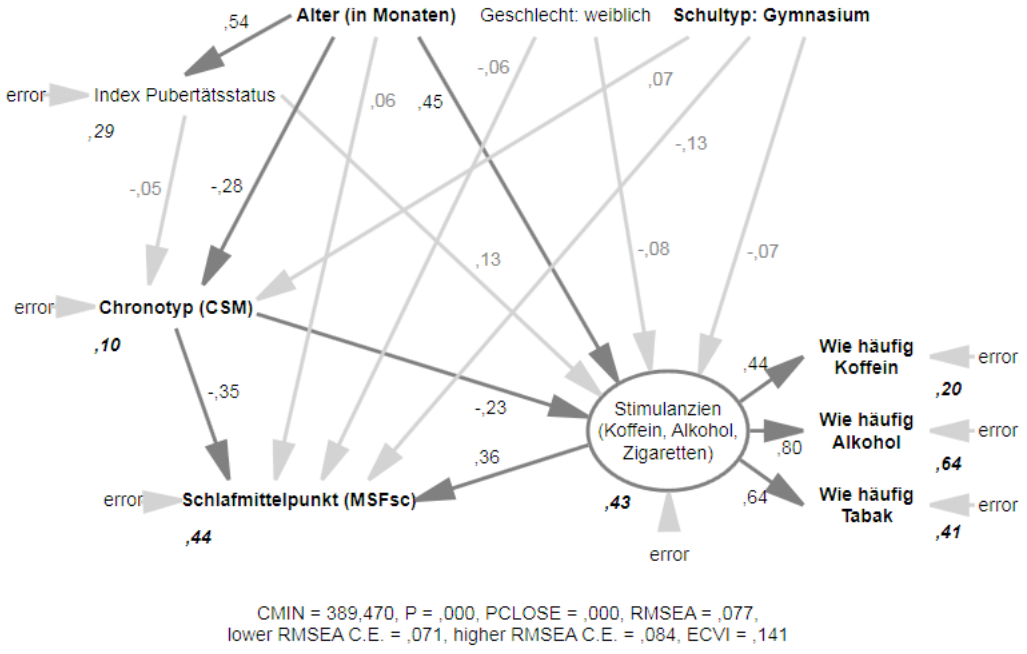
Bei umgekehrter Kausalitätsvermutung wird deutlich, dass neben dem ansteigenden Alter vor allem der Konsum von Koffein, Alkohol und Tabak einen späten Chronotyp (CSM und MSFsc) fördern (Tabelle 21).

Tabelle 21: Regressionen, Konsum von Stimulanzien -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

	Model A:		Model B:	
	Chronotyp (CSM)		Schlafmittelpunkt (MSFsc)	
	ß	p	*ß*	p
(Konstante)		<0,001		<0,001
Alter (in Monaten)	-0,152	<0,001	0,166	<0,001
Index Pubertätsstatus	-0,026	0,167	0,056	0,001
Geschlecht: weiblich	-0,021	0,201	-0,055	<0,001
Schultyp: Gymnasium	0,030	0,067	-0,119	<0,001
Milchprodukte	0,084	<0,001	-0,069	<0,001
Süßigkeiten	-0,108	<0,001	-0,012	0,453
Koffein	-0,169	<0,001	0,195	<0,001
Alkohol	-0,094	<0,001	0,166	<0,001
Tabak	-0,106	<0,001	0,148	<0,001
Korrigiertes R^2		0,178		0,304

n = 3.266; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; ; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Milchprodukte: Milch, Buttermilch, Quark, Joghurt, Dickmilch, Käse, Süßigkeiten: Schokolade, Pralinen, Kuchen, Gebäck, Kekse, Bonbons oder Ähnliches, Koffein: Koffeinhaltige Getränke wie Kaffee, Cola, Schwarztee, Grüntee, Red Bull oder Ähnliches, Alkohol: Alkoholische Getränke wie Bier, Wein, Alkopops, Tabak: zum Beispiel Zigaretten, Konsumhäufigkeit jeweils auf einer Skala von „0 = nie“ bis „5 = täglich/fast täglich“. Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 42: Strukturgleichung, CSM -> Konsum von Stimulanzien -> MSFsc



n = 3.266; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten und Faktorladungen (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; ; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Index Stimulanzien (Koffein, Alkohol, Zigaretten): Häufigkeit des Verzehrs, höhere Werte zeigen eine höhere Verzehrhäufigkeit an. Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

Die Strukturgleichung stellt die drei Stimulanzien Koffein, Alkohol und Tabak zu einem Index zusammen und setzt diesen Index mittig zwischen CSM und MSFsc. Ansteigendes Alter und späte Chronotypen (CSM und MSFsc) stehen in Zusammenhang mit erhöhtem Stimulanzienkonsum (Abbildung 42).

5.5. Stress und Chronotyp

Mädchen nahmen vermehrt Probleme wahr, die sich auf ihre eigene Person richten, schätzen ihre Probleme in den Bereichen Schule und Elternhaus aber als gleich groß ein als die Jungen (Tabelle 22).

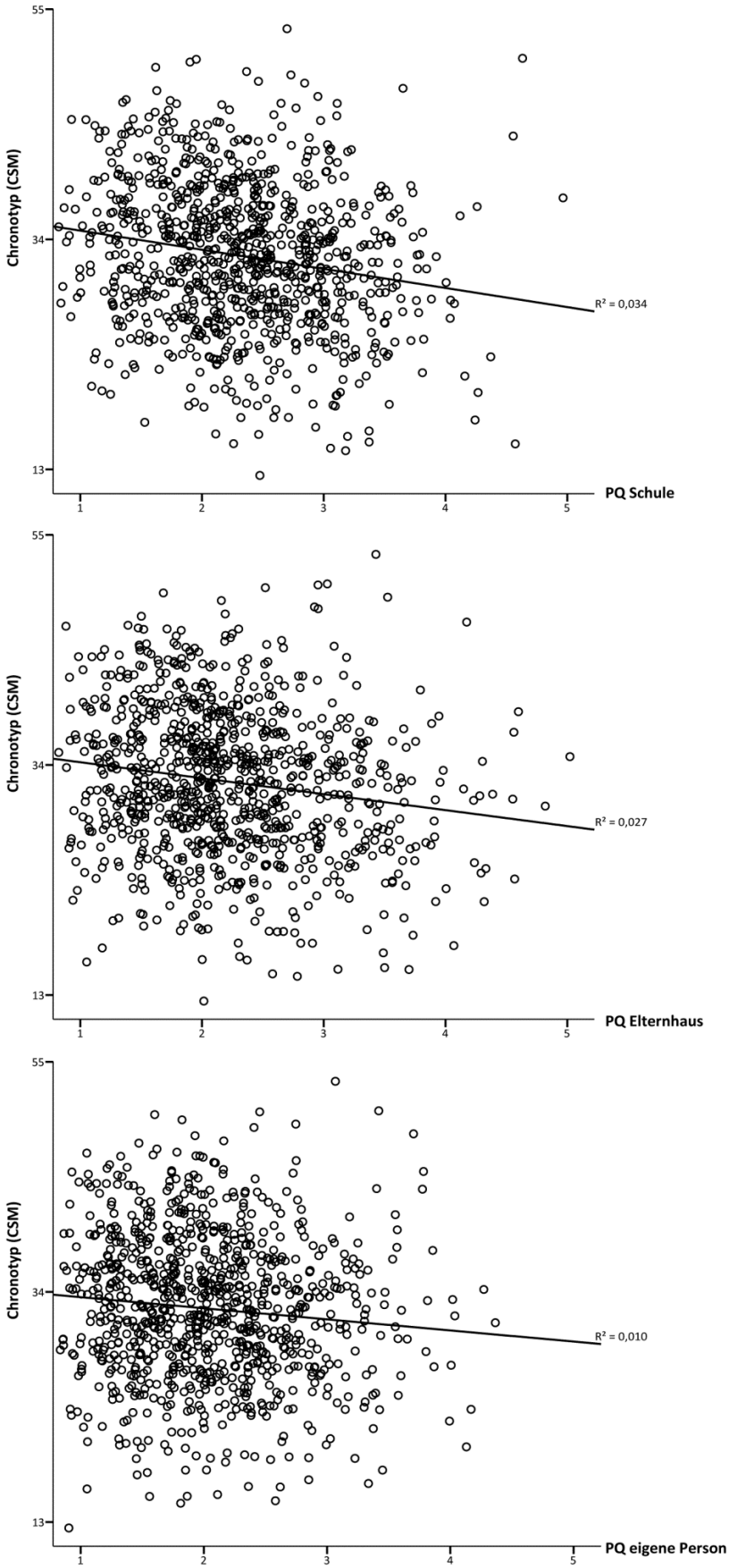
Tabelle 22: Bivariate Zusammenhänge, Stress (PQ) und Chronotyp (CSM)

		CSM	PQ Schule	PQ Eltern–haus	PQ eigene Person	Alter		Geschlecht	Haupt–/Werk–realsch.	Real-schule	Gym-nasium
PQ Schule	r	–0,183					t	0,720	–2,039	3,133	–1,384
	p	0,000					p	0,473	0,042	0,002	0,167
PQ Elternhaus	r	–0,163	0,471				t	0,111	0,819	3,332	–4,471
	p	0,000	0,000				p	0,911	0,413	0,001	< 0,001
PQ eigene Person	r	–0,100	0,484	0,494			t	6,669	1,848	0,431	–2,427
	p	0,002	0,000	0,000			p	< 0,001	0,065	0,667	0,016
Alter (in Monaten)	r	–0,207	0,097	0,070	0,057						
	p	0,000	0,003	0,034	0,083						
Notendurchschnitt	r	–0,245	0,266	0,220	0,136	0,205					
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					

CSM, Composite Scale of Morningness (Smith et al. 1989); PQ, Problem Questionnaire (Seiffge-Krenke unveröffentlicht). CSM, 13 "extremer Abendtyp" bis 55 "extremer Morgentyp"; PQ, 5 "stimmt genau" bis 1 "stimmt gar nicht"; Alter in Monaten zum Befragungszeitpunkt; Notendurchschnitt, Durchschnitt aus den Noten in Mathematik, Deutsch, erster Fremdsprache und Biologie; Geschlecht, 0 „männlich", 1 „weiblich".

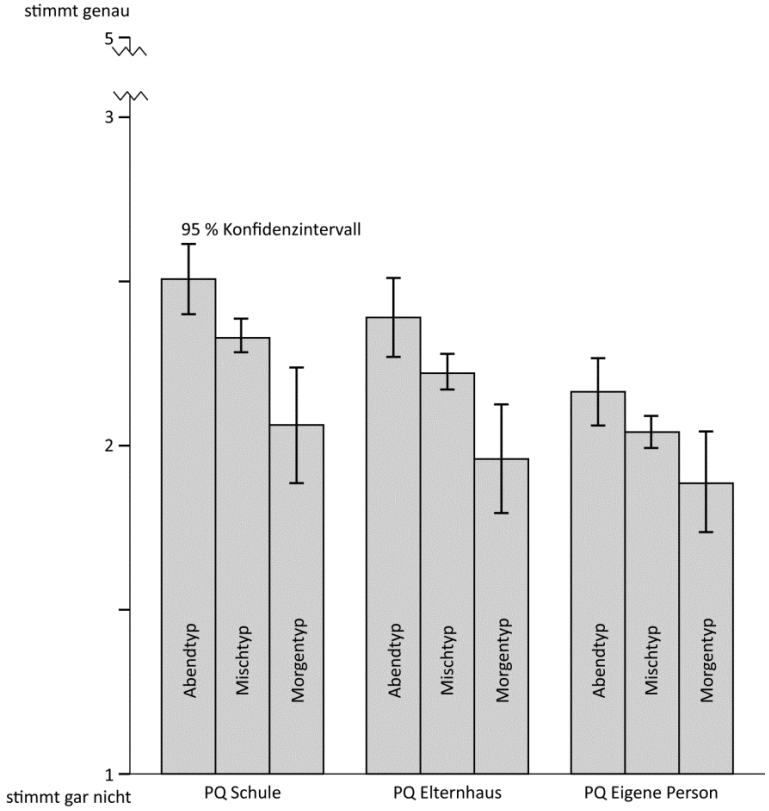
Eveningness korrelierte in allen drei Bereichen des PQs (Abbildung 43, Abbildung 44). Abendtypen empfinden in den drei Feldern Schule, Eltern und Selbst mehr Stress als Morgentypen (Tabelle 22). Da Abendtypen und – in geringerem Ausmaß auch die Problemwahrnehmung – mit zunehmendem Alter ansteigen, überlappen sich beide Effekte.
Die Durchschnittsnote korrelierte nicht nur, wie erwartet, mit den Problemen im Bereich Schule signifikant, sondern auch mit den Problembereichen Elternhaus und eigene Person (Abbildung 45) sowie mit allen anderen Variablen: Morgentypen hatten bessere Noten; Schüler, die vermehrt Probleme in den drei Bereichen Schule, Elternhaus und eigene Person berichteten, hatten schlechtere Noten; und die schlechten Noten vermehrten sich mit ansteigendem Alter (Tabelle 22).

Abbildung 43: Chronotyp (CSM) und Stress (PQ), Streudiagramme



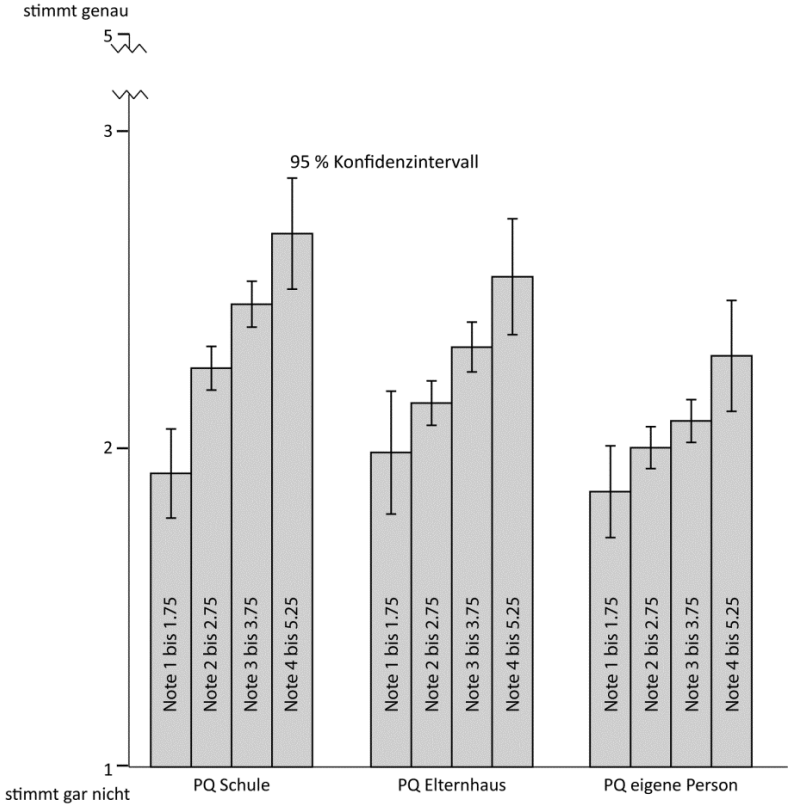
Sich überlagernde Datenpunkte wurden in SPSS mit dem IGRAPH Befehl /SCATTER COINCIDENT=JITTER. sichtbar gemacht, wodurch einige Punkte außerhalb der Skalen liegen. | Klassenstufen 8-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 44: Chronotyp (CSM) und Stress (PQ)



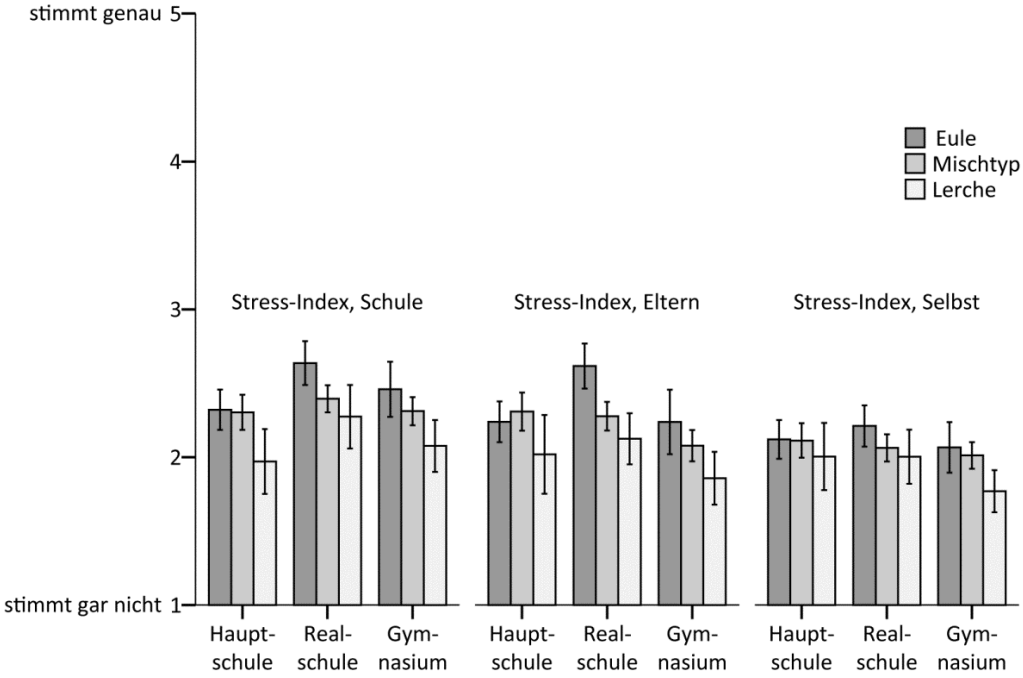
Klassenstufen 8-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 45: Stress (PQ) und Notendurchschnitt



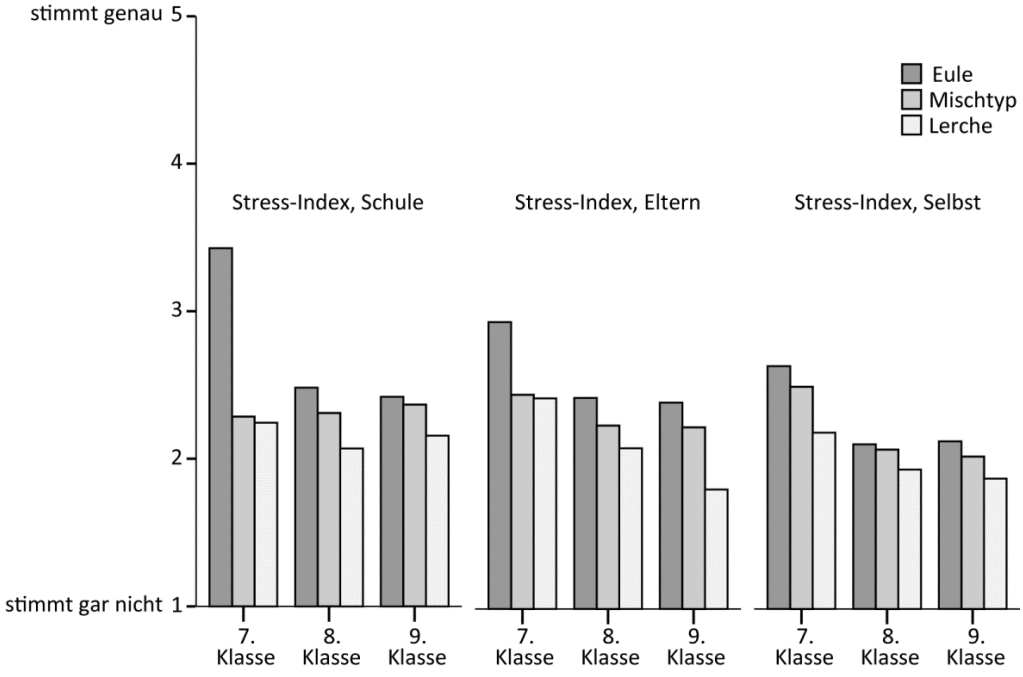
Klassenstufen 8-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 46: Stress (PQ) und Chronotyp (CSM), Schultyp



Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 8-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 47: Stress (PQ) und Chronotyp (CSM), Klassenstufe



Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 8-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Die Balkendiagramme (Abbildung 46 und Abbildung 47) veranschaulichen die negativen Zusammenhänge zwischen Schultyp bzw. Klassenstufe und Stress, aufgegliedert in Morgentyp (Lerche), Mischtyp und Abendtyp (Eule). Haupt-/Werkrealschüler berichten im Vergleich mit den anderen beiden Schultypen über weniger Probleme in der Schule ($t = -2{,}039$, $p = 0{,}042$); Realschüler nehmen im Vergleich mit den anderen beiden hier untersuchten Schultypen mehr Stress in der Schule ($t = 3{,}133$, $p = 0{,}002$) und mehr Stress im

Elternhaus (t = 3,332, p = 0,001) wahr. Gymnasiasten hingegen nehmen weniger Stress im Verhältnis zu ihren Eltern (t = -4,471, p < 0,001) und zu ihrer eigenen Person wahr (t = -2,427, p = 0,016; Abbildung 46).
Um den Einfluss aller Studienvariablen (CSM und PQ) und Kontrollvariablen (Alter, Notendurchschnitt, Geschlecht und Schultyp) insgesamt zu kontrollieren, wurden drei Regressionsanalysen durchgeführt, mit PQ Schule, PQ Eltern, PQ Selbst als abhängigen Variablen und CSM, Alter, Pubertätsstatus, Geschlecht, Schultyp und Durchschnittsnote als Kovariaten (Tabelle 23). Die unabhängigen Variablen erklärten 6 % bis 9 % der Unterschiede in PQ Schule, PQ Eltern und PQ Selbst (Tabelle 23). Durchschnittsnote und CSM sind die einzigen Variablen, die in signifikantem Zusammenhang mit allen drei Bereichen der Problemwahrnehmung stehen.

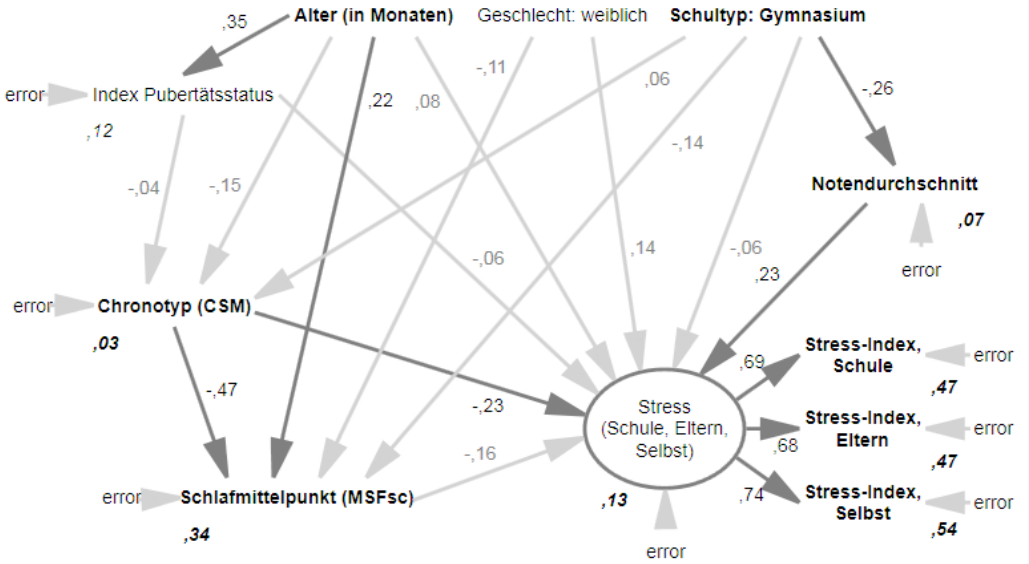
Tabelle 23: Regressionen, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Stress (PQ)

	Model A: Stress-Index, PQ Schule		Model B: Stress-Index, PQ Eltern		Model C: Stress-Index, PQ Selbst	
	β	p	*β*	p	*β*	p
(Konstante)		<0,001		<0,001		<0,001
Chronotyp (CSM)	-0,160	<0,001	-0,156	<0,001	-0,169	<0,001
Schlafmittelpunkt (MSFsc)	-0,088	0,009	-0,051	0,133	-0,189	<0,001
Alter (in Monaten)	0,091	0,003	0,002	0,948	0,073	0,015
Index Pubertätsstatus	-0,027	0,362	-0,022	0,467	-0,068	0,020
Geschlecht	0,043	0,118	0,027	0,335	0,194	<0,001
Gymnasium	0,032	0,265	-0,069	0,017	-0,074	0,009
Notendurchschnitt	0,231	<0,001	0,158	<0,001	0,101	0,001
Korrigiertes R^2		0,085		0,057		0,090

n = 1.244; PQ Schule, PQ Eltern, PQ Selbst: von 1 = „stimmt gar nicht“ bis 5 = „stimmt genau“, hohe Werte bedeuten höhere Problemwahrnehmung; Chronotyp: von 13 = ”extremer Abendtyp” bis 55 = “extremer Morgentyp”; Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Notendurchschnitt: letzte Zeugnisnote in den Fächern 1. Fremdsprache, Mathematik, Deutsch und Biologie | Projekt MMSM 2009-2012

In der Strukturgleichung wurden die drei Stress-Indizes zu einem übergreifenen Index zusammengeführt (Abbildung 48). Wie in den drei Regressionsanalysen gesehen, wird auch hier deutlich, dass vor allem schlechtere Durchschnittsnoten und späterer Chronotyp (CSM) zu größeren psychischen Problemen führen.

Abbildung 48: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Stress (PQ)



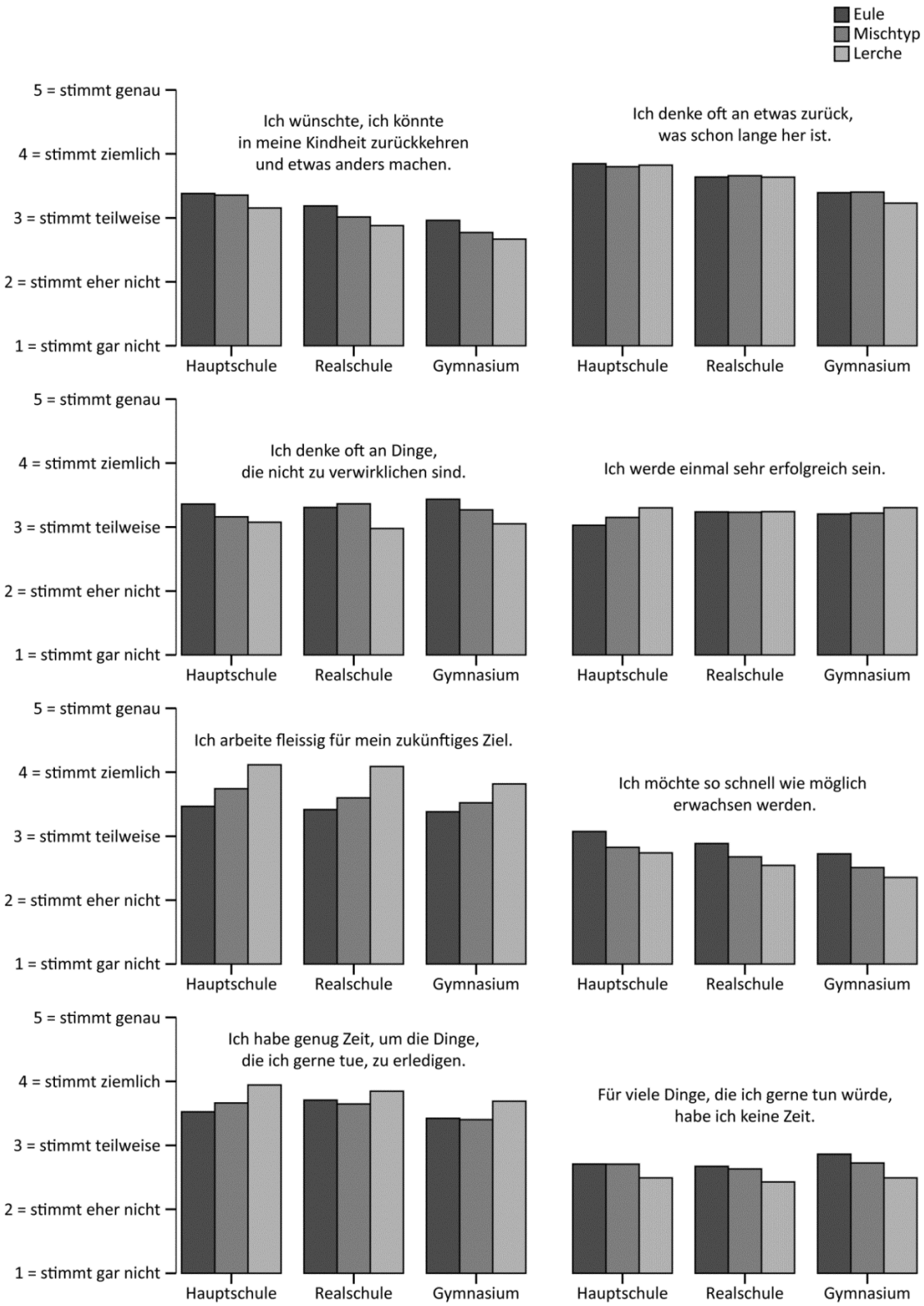
n = 1.244; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten und Faktorladungen (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); PQ Schule, PQ Eltern, PQ Selbst: von 1 = „stimmt gar nicht“ bis 5 = „stimmt genau“, hohe Werte bedeuten höhere Problemwahrnehmung; Chronotyp: von 13 = ”extremer Abendtyp” bis 55 = “extremer Morgentyp”; Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Notendurchschnitt: letzte Zeugnisnote in den Fächern 1. Fremdsprache, Mathematik, Deutsch und Biologie | Projekt MMSM 2009-2012

Zeitorientierung

Abendtypen haben signifikant höhere Werte bezüglich in die Kindheit zurückkehren (r = -0,086, p < 0,001, n = 2.629), an etwas denken, was schon lange her ist (r = -0,047, p < 0,05, n = 2.622), an Dinge denken, die nicht zu verwirklichen sind (r = -0,092, p < 0,001, n = 2.594), schnell erwachsen werden (r = -0,062, p < 0,01, n = 2.621) und keine Zeit haben (r = -0,081, p < 0,001, n = 2.607).

Morgentypen haben signifikant höhere Werte bezüglich fleißig für ein zukünftiges Ziel arbeiten (r = 0,176, p < 0,001, n = 2.588) und genug Zeit haben (r = 0,071, p < 0,01, n = 2.617).

Abbildung 49: Zeitorientierung und Chronotyp (CSM), Schultyp

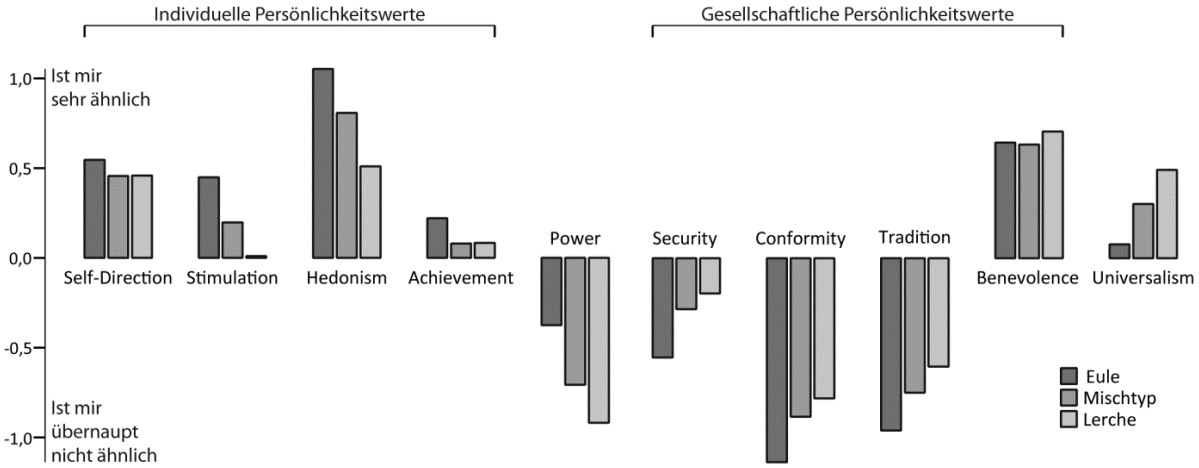


Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Persönlichkeitswerte und Chronotyp

Die Angaben von 1.344 Schülern konnten für die Untersuchung des Zusammenhangs von Persönlichkeitswerten mit circadianen Präferenzen verwendet werden (Durchschnittsalter der Befragten: M = 15,19 Jahre (SD = 1.04, range = 12-19). 190 zusätzliche Fälle (12,4 %; Mädchen: 10,4 %, Jungen: 14,4 %) wurden aufgrund von fehlenden Angaben nicht in die Analyse aufgenommen. Der Mittelwert der CSM war M = 32,34 (SD = 6,67). Die Chronotypen wurden in drei Gruppen aufgeteilt: 13-28: Abendtypen (n = 383), 29-39: Mischtypen (n = 771) und 40-55: Morgentypen (n= 190). Es zeigten sich hier keine Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der circadianen Präferenz (Mädchen: 32,18, Jungen: 32,52, p = 0,351). Das Durchschnittsalter betrug 15,19 Jahre (SD = 1,04, range = 12-19); Mädchen: 15,14 Jahre, Jungen: 15,24 Jahre; Abendtypen: 15,43 Jahre; Mischtyp: 15,13 Jahre; Morgentyp: 14,94 Jahre.
Abbildung 50 zeigt, dass die befragten Jugendlichen individuelle Persönlichkeitswerte bevorzugen und drei der vier sozialen (gesellschaftlichen) Persönlichkeitswerte eher ablehnen. Abendtypen (Eulen) antworteten extremer als Morgentypen.

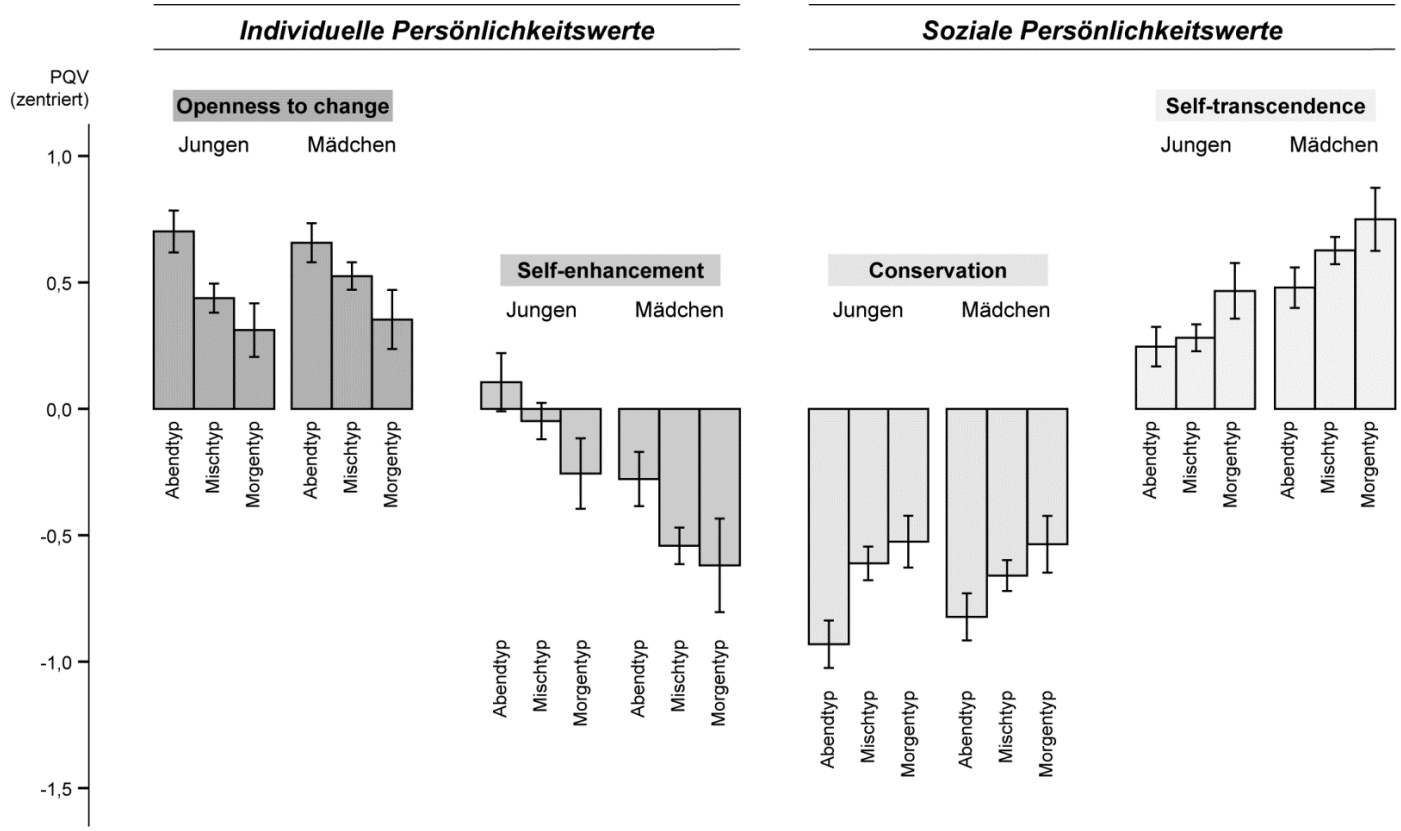
Abbildung 50: 10 Persönlichkeitswerte (PVQ) und Chronotyp (CSM)



Die 10 Dimensionen des PVQ wurden aus z-transformierten Werten der 21 Items im Fragebogen gewonnen. Die Items wurden z-transformiert, um zurückhaltendes und stark zustimmendes Ankreuzverhalten auszugleichen. Dies ist sinnvoll, weil ein generell zustimmendes oder ablehnendes Antwortverhalten unlogisch ist, da sich einige der Dimensionen widersprechen. | Klassenstufen 8 bis 10 | Daten: Projekt MMSM 2009-2012

Die befragten Jugendlichen stuften auch die übergeordneten Persönlichkeitswerte *Openness to change* (zentrierte Mittelwerte: gesamt = 0,52; Abendtyp = 0,68; Mischtyp = 0,48; Morgentyp = 0,33) und *Self-transcendence* (gesamt = 0,45; Abendtyp = 0,36; Mischtyp = 0,47; Morgentyp =0,60) höher ein als *Conservation* (gesamt = -0,69; Abendtyp = -0,88; Mischtyp = -0,64; Morgentyp = -0,53) und *Self-enhancement* (gesamt = -0,26; Abendtyp = -0,08; Mischtyp = -0,31; Morgentyp = -0,43; Abbildung 51).

Abbildung 51: Persönlichkeitswerte (PVQ), Geschlecht und Chronotyp (CSM)



Balkendiagramme mit Fehlerbalken (95 %-Konfidenzintervall); zentrierte Werte (Mittelwerte) der vier übergeordneten Werte Openness to change, Self-enhancement, Conservation, und Self-transcendence. Höhere Mittelwerte auf der y-Achse bedeuten eine stärkere Identifikation mit dem jeweiligen Persönlichkeitswerten. Jungen: n, Abendtyp = 194; n, Mischtyp = 359; n, Morgentyp = 100. Mädchen: n, Abendtyp = 189; n, Mischtyp = 412; n, Morgentyp = 90. | Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 24: Korrelationen, Persönlichkeit (PVQ) * Chronotyp (CSM) * Geschlecht

Human Value Scale (21 Items)	Geschlecht		CSM		10 grundlegende Werte	Geschlecht		CSM		4 übergeordnete Werte	Geschlecht		CSM	
	r	p	r	p		r	p	r	p		r	p	r	p
Be free	0,028	0,313	–0,097	<0,001	Self–Direction *individuell*	0,092	0,001	–0,031	0,254					
Be creative	0,107	<0,001	0,049	0,073										
Exiting life	–0,068	0,013	–0,208	<0,001	Stimulation *individuell*	0,006	0,827	–0,162	<0,001	Openness to change	0,037	0,178	–0,200	<0,001
New things	0,092	0,001	–0,026	0,350										
Good time	–0,007	0,786	–0,153	<0,001	Hedonism *individuell*	–0,015	0,573	–0,204	<0,001					
Seek fun	–0,018	0,511	–0,189	<0,001										
Be successful	–0,211	<0,001	–0,020	0,473	Achievement *individuell*	–0,202	<0,001	–0,061	0,024					
Show abilities	–0,123	<0,001	–0,079	0,004										
Get respect	–0,175	<0,001	–0,099	<0,001	Power	–0,253	<0,001	–0,198	<0,001	Self-enhancement	–0,282	<0,001	–0,165	<0,001
Expensive things	–0,223	<0,001	–0,211	<0,001										
Live secure	0,070	0,010	0,119	<0,001	Security *sozial*	–0,010	0,711	0,118	<0,001					
Strong government	–0,093	0,001	0,058	0,032										
Behave properly	0,042	0,121	0,136	<0,001	Conformity *sozial*	–0,001	0,977	0,148	<0,001	Conservation	0,004	0,885	0,194	<0,001
Follow rules	–0,045	0,100	0,094	0,001										
Follow traditions	–0,037	0,170	0,067	0,015	Tradition *sozial*	0,017	0,526	0,113	<0,001					
Be modest	0,068	0,013	0,098	<0,001										
Be loyal	0,109	<0,001	–0,031	0,249	Benevolence *sozial*	0,232	<0,001	0,022	0,415					
Help care	0,238	<0,001	0,062	0,023										
People equal	0,142	<0,001	0,058	0,035	Universalism	0,186	<0,001	0,188	<0,001	Self-transcendence	0,265	<0,001	0,140	<0,001
Care for nature	0,039	0,148	0,184	<0,001										
Understand people	0,201	<0,001	0,121	<0,001										

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson. Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Chronotyp (CSM): 13 = Abendtyp, 55 = Morgentyp; Portrait-Values-Questionnaire (PVQ): 0 = ist mir überhaupt nicht ähnlich bis 5 = ist mir sehr ähnlich (zentriert).| Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 24 zeigt die Korrelationen der Persönlichkeitswerte des PVQ mit Chronotyp (CSM) und Geschlecht. Im Kursivdruck wurden die 10 Kategorien individuellen und sozialen Persönlichkeitswerten zugeordnet (Schwartz 2010a). Die individuellen Persönlichkeitswerte (Stimulation, Hedonism und Achievement) korrelieren mit Eveningness. Die gesellschaftlichen Persönlichkeitswerte (Security, Conformity, Tradition) korrelieren mit Morningness. Der individuelle Persönlichkeitswert Self-direction und der gesellschaftliche Persönlichkeitswert Benevolence korrelieren nicht mit Morningness-Eveningness. Power korreliert mit Eveningness, während Universalism mit Morningness korreliert. Hinsichtlich der vier übergeordneten Persönlichkeitswerte ist festzustellen, dass Jungen *Self-enhancement* bevorzugen, während Mädchen das Gegenteil, nämlich *Self-transcendence*, bevorzugen. Es gab keine Geschlechtsunterschiede in *Openness to change* und *Conservation*. Abendtypen bevorzugen vermehrt die individuellen Persönlichkeitswerte *Openness to change* und *Self-enhancement*, während Morgentypen vermehrt die gesellschaftlichen Persönlichkeitswerte *Conservation* und *Self-transcendence* als näher stehend bewerten. Abbildung 51 verbildlicht die Zusammenhänge der vier übergeordneten Persönlichkeitswerte mit Chronotyp und Geschlecht.
In den Regressionsanalysen (Tabelle 25) waren Problemwahrnehmung (PQ Selbst), Eveningness und keine Religionszugehörigkeit Haupteinflüsse einer hohen Identifikation mit Openness to change, wobei auch eine hohe Zustimmung zu PQ Eltern, Mädchen, und jüngere Befragte *Openness to change* bevorzugten (Model A). Jungen, Eveningness, fortgeschrittene Pubertät und höhere Werte in PQ Parents steuerten zu einer höheren Präferenz von *Self-enhancement* bei (Model B). PQ Self, Religionszugehörigkeit, Morningness, weniger fortgeschrittene Pubertät, niedrigeres PQ Parents und jüngere Befragte korrelierten mit höherer Akzeptanz von *Conservation* (Model C). Mädchen, Morningness, weniger Probleme mit den Eltern (PQ Parents) und keine Religionszugehörigkeit standen mit *Self-transcendence* in Zusammenhang (Model D).

Tabelle 25: Regressionen, Chronotyp (CSM) -> Persönlichkeitswerte (PVQ)

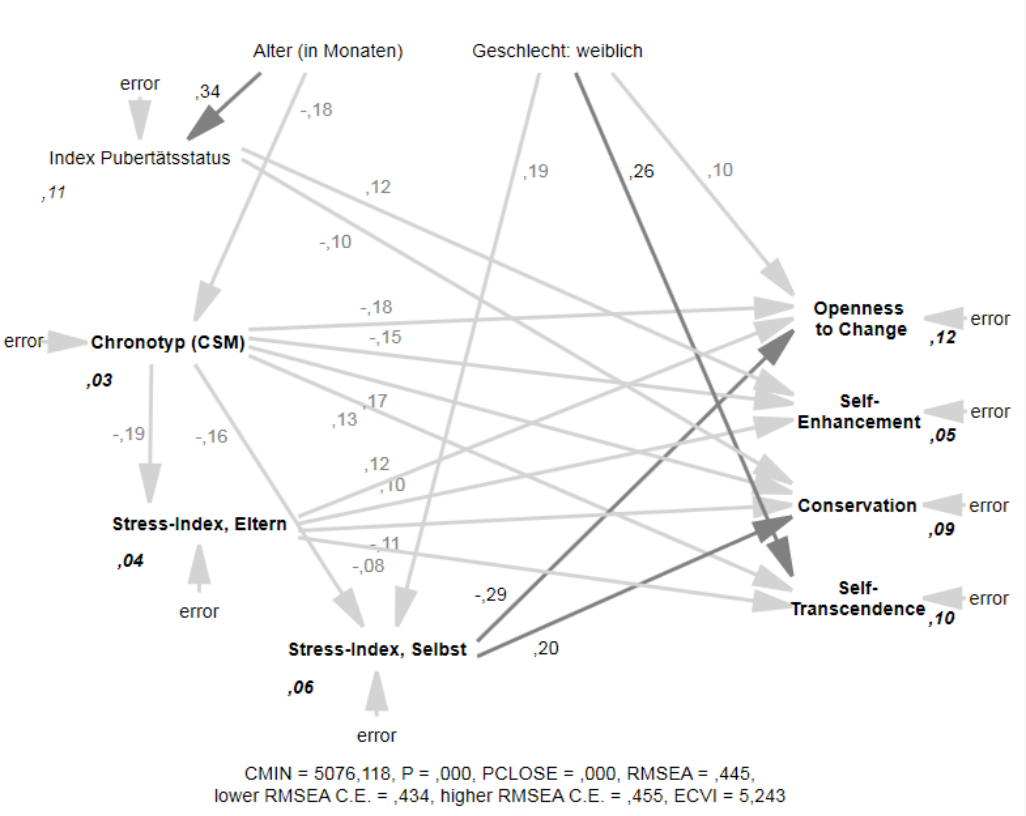
	Individuelle Persönlichkeitswerte				*Soziale Persönlichkeitswerte*			
	Model A: Openness to change		Model B: Self-enhancement		Model C: Conservation		Model D: Self-transcendence	
	β	p	*β*	p	*β*	p	*β*	p
(Konstante)		<0,001		0,333		<0,001		0,326
Chronotyp (CSM)	-0,189	<0,001	-0,152	<0,001	0,182	<0,001	0,134	<0,001
Alter (in Monaten)	-0,067	0,041	-0,016	0,621	0,059	0,069	0,028	0,383
Index Pubertätsstatus	0,072	0,026	0,125	<0,001	-0,135	<0,001	-0,034	0,295
Geschlecht: weiblich	0,111	<0,001	-0,286	<0,001	-0,050	0,107	0,250	<0,001
Stress-Index, Eltern	0,117	0,001	0,118	0,001	-0,121	0,001	-0,114	0,001
Stress-Index, Selbst	-0,292	<0,001	-0,008	0,812	0,213	<0,001	0,073	0,042
Index keine Religionszugehörigkeit	0,138	<0,001	0,020	0,507	-0,206	<0,001	0,086	0,005
Schultyp: Gymnasium	-0,025	0,411	0,044	0,146	-0,084	0,006	0,083	0,007
Korrigiertes R^2		0,108		0,131		0,122		0,110

n = 984; Openness to change, Self-enhancement, Conservation und Self-transcendence: 4 übergeordnete Werte der PVQ (zentriert) von 0 = "ist mir überhaupt nicht ähnlich" bis 5 = "ist mir sehr ähnlich"; Alter (in Monaten): zum Befragungszeit-

punkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Chronotyp: von 13 = ”extremer Abendtyp” bis 55 = “extremer Morgentyp”, PQ Eltern & PQ Selbst: von 1 = „stimmt gar nicht“ bis 5 = „stimmt genau“, hohe Werte bedeuten höhere Problemwahrnehmung; Index keine Religionszugehörigkeit: von 0 = der Jugendliche und beide Eltern haben eine Religionszugehörigkeit bis 3 = der Jugendliche und beide Eltern haben keine Religionszugehörigkeit; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule.

Die Strukturgleichung zeigt zusammenfassend mit dunklen Pfeilen die wichtigsten Einflüsse: Mädchen bevorzugen Self-transcendence, während Conservation mit Problemen mit der eigenen Person positiv korreliert und mit dem gegenüberliegenden Openness to change negativ korreliert. Gut zu erkennen ist auch, dass Abendtypen individuelle Persönlichkeitswerte höher bewerten, während Morgentypen soziale Persönlichkeitswerte bevorzugen.

Abbildung 52: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM) -> Persönlichkeitswerte (PVQ)

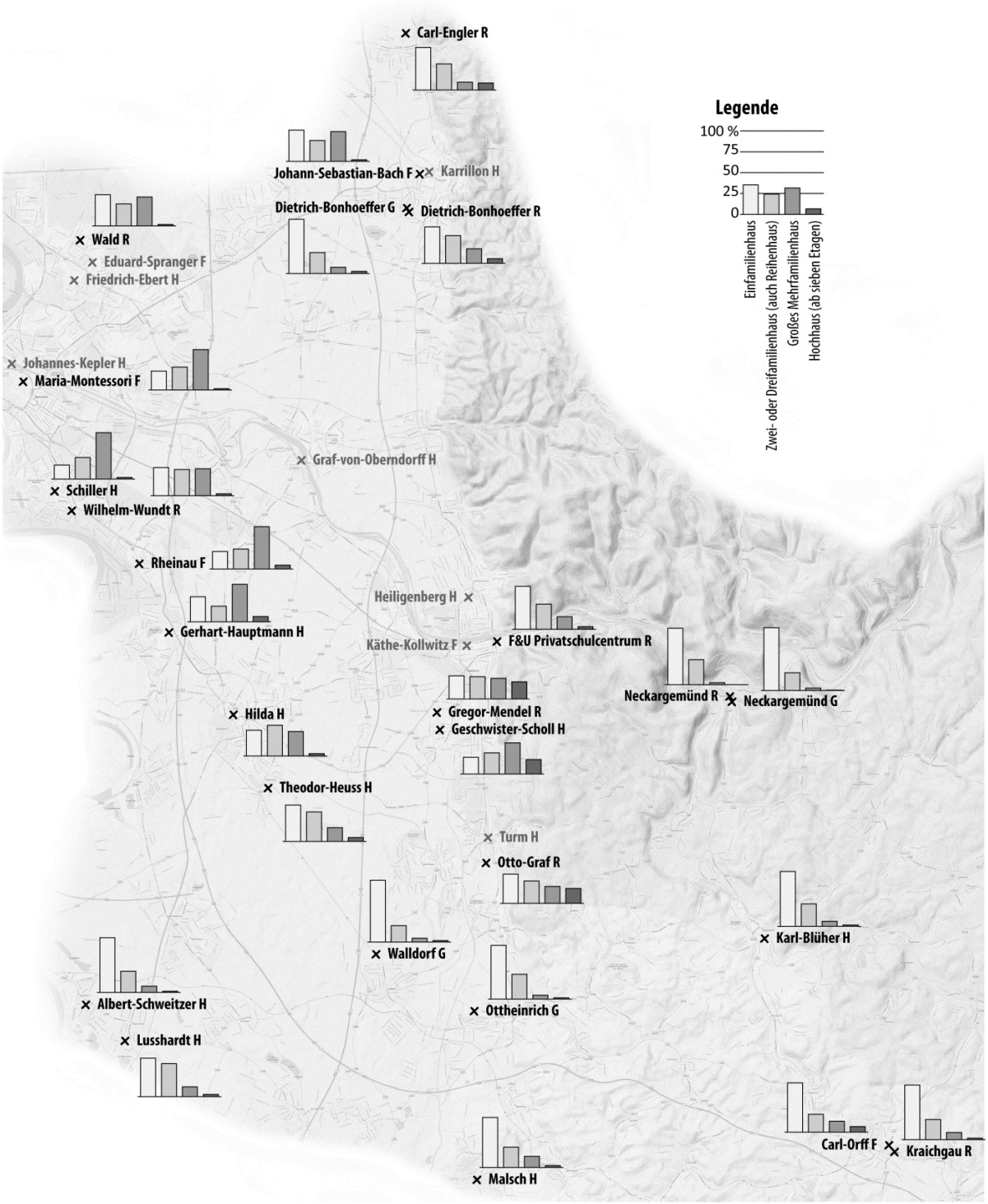


n = 984; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten und Faktorladungen (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Openness to change, Self-enhancement, Conservation und Self-transcendence: 4 übergeordnete Werte der PVQ (zentriert) von 0 = “ist mir überhaupt nicht ähnlich” bis 5 = “ist mir sehr ähnlich”; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Chronotyp: von 13 = ”extremer Abendtyp” bis 55 = “extremer Morgentyp”, PQ Eltern & PQ Selbst: von 1 = „stimmt gar nicht“ bis 5 = „stimmt genau“, hohe Werte bedeuten höhere Problemwahrnehmung.

5.6. Soziales Umfeld und Chronotyp

Abbildung 53 zeigt die Karte der teilnehmenden Schulen mit dem Wohnumfeld ihrer Schüler.

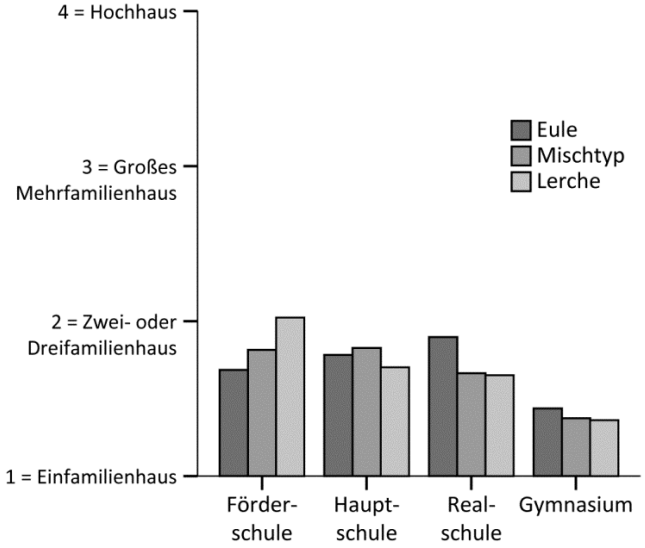
Abbildung 53: Wohnumfeld der Schüler



Prozentwerte pro Schule, gewichtet nach Klassenstufen innerhalb jeder Schule (Stufen 5 bis 9, anteilig 20 %) | Quelle der Hintergrundgrafik: Google Maps | Projekt MMSM 2009-2012

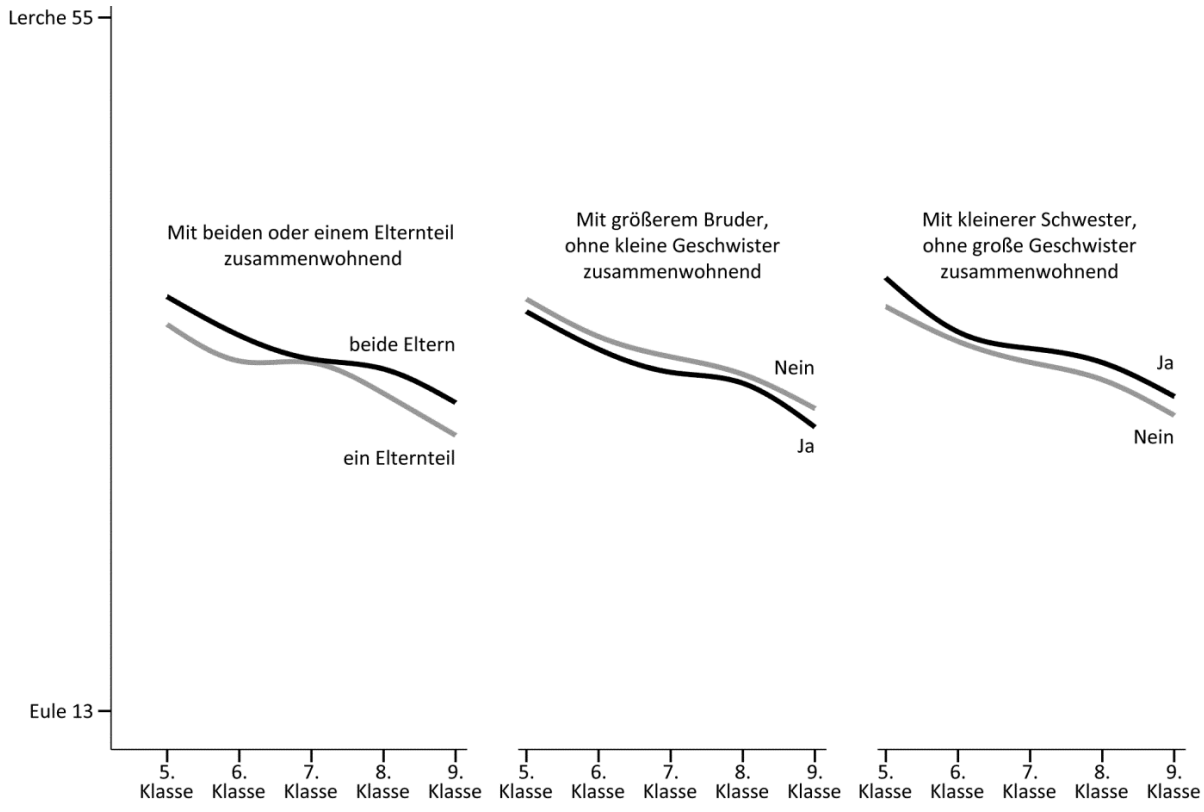
Gymnasiasten leben in weniger dicht besiedeltem Wohnumfeld (Abbildung 54). Abendtypen leben vermehrt in dicht besiedeltem Wohnumfeld ($r = -0{,}066$, $p < 0{,}01$, $n = 1.996$, Datengrundlage: nur Schüler aus dem Rhein-Neckar-Kreis, Kontrollvariablen Schultyp und Klassenstufe).

Abbildung 54: Chronotyp (CSM) und Wohnumfeld, Schultyp



nur Rhein-Neckarkreis, gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 55: Chronotyp (CSM) und familiäres Umfeld

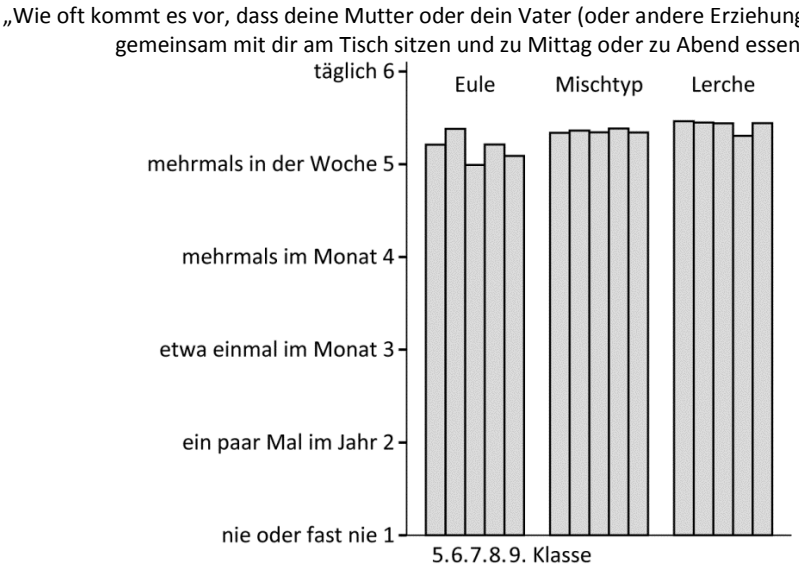


Projekt MMSM 2009-2012

Schüler, die mit beiden Elternteilen zusammenleben, sind (bei Kontrolle der Klassenstufe) eher Morgentypen ($r = 0{,}080$, $p < 0{,}001$, $n = 2.895$). Schüler, die mit einem größeren Bruder, aber ohne kleine Geschwister zusammenleben, sind eher Abendtypen ($r = -0{,}050$, $p < 0{,}01$, $n = 2.914$). Schüler, die mit einer kleineren Schwester, aber ohne große

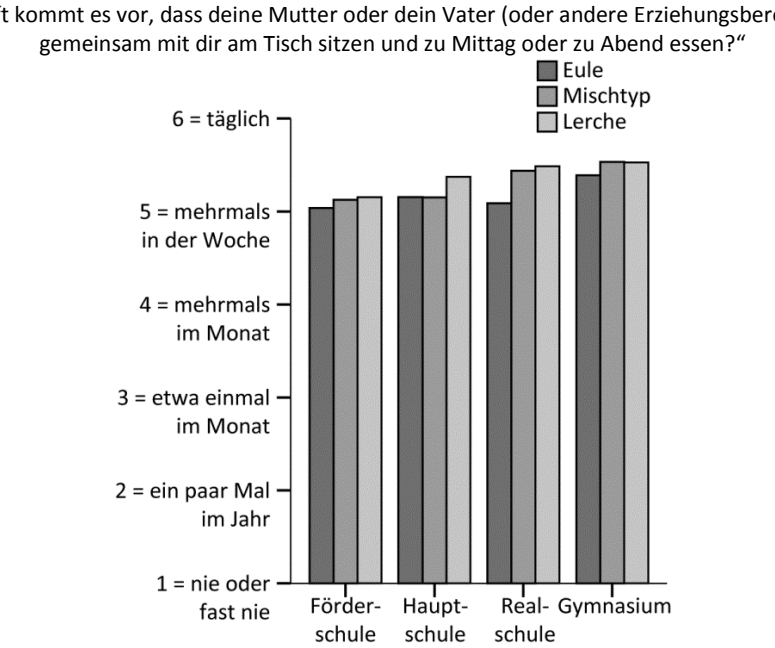
Geschwister zusammenleben, sind eher Morgentypen ($r = 0{,}063$, $p < 0{,}01$, $n = 2.912$; Abbildung 55).
Morgentypen essen öfter gemeinsam mit ihren Eltern ($r = 0{,}074$, $p < 0{,}001$, $n = 2.938$, bei Kontrolle der Klassenstufe und des Schultyps; Abbildung 56 und Abbildung 57).

Abbildung 56: Gemeinsames Essen und Chronotyp (CSM), Klassenstufe



gewichtet nach Schultypen | Projekt MMSM 2009-2012

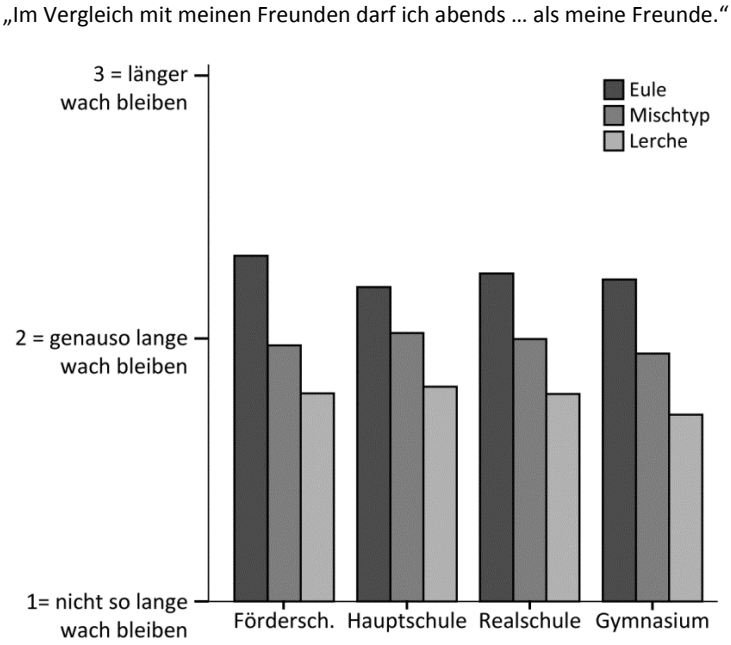
Abbildung 57: Gemeinsames Essen und Chronotyp (CSM), Schultyp



gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5-9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abendtypen dürfen im Vergleich zu ihren Freunden länger wach bleiben als Morgentypen ($r = -0{,}216$, $p < 0{,}001$, $n = 2.316$, bei Kontrolle der Klassenstufen; Abbildung 58).

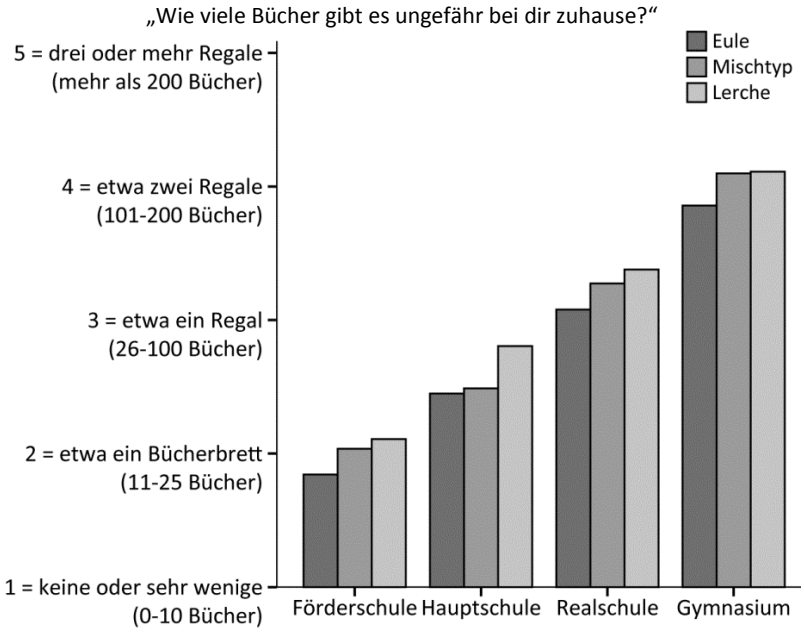
Abbildung 58: Bettgehzeit im Vergleich mit Freunden, Chronotyp (CSM), Schultyp



Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5 bis 9 | Projekt MMSM 2009-2012

Morgentypen geben an, mehr Bücher zuhause zu haben als Abendtypen ($r = 0{,}110$, $p < 0{,}001$, $n = 2.927$, partielle Korrelation unter Kontrolle von Klassenstufe und Schultyp).

Abbildung 59: Anzahl der Bücher zuhause und Chronotyp (CSM), Schultyp



Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5 bis 9 | Projekt MMSM 2009-2012

Der direkte Einfluss des höchsten Bildungsabschlusses von Mutter und Vater auf den Chronotyp der Schüler war nur schwach signifikant (CSM*Bildung der Mutter: $r = 0{,}060$, $p = 0{,}049$; CSM*Bildung des Vaters: $r = 0{,}059$, $p = 0{,}050$; MSFsc*Bildung der Mutter: $r = -0{,}137$, $p < 0{,}001$; MSFsc*Bildung des Vaters: $r = -0{,}132$, $p < 0{,}001$). Die Signifikanz verschwindet, wenn der Schultyp als Kontrollvariable verwendet wird. Frühere Chronoty-

pen gaben vermehrt an, dass sie zuhause genügend Geld zum Leben haben (bei Kontrolle von Alter und Schultyp; r = 0,075, p < 0,001).

Die Regressionen mit CSM beziehungsweise MSFsc als unabhängiger Variable zeigen, das soziale Umfeld einen stärkeren Einfluss auf den Schlafmittelpunkt (MSFsc) als auf den CSM-Wert hat (Tabelle 26). Je mehr Personen im Haushalt leben, desto später ist der Chronotyp des Jugendlichen. Der Einfluss des größeren Bruders bleibt bestehen, ist aber schwach: Jugendliche mit größerem Bruder haben im Vergleich mit anderen Jugendlichen einen leicht verzögerten Tagesrhythmus. Die Anzahl der Bücher zuhause sowie das Abonnement der Rhein-Neckar-Zeitung sind hingegen Indikatoren für einen früheren Chronotyp bei den Heranwachsenden. Insbesondere die Verfügbarkeit von elektronischen Bildschirmmedien schlägt sich stark in einer Abendorientierung nieder.

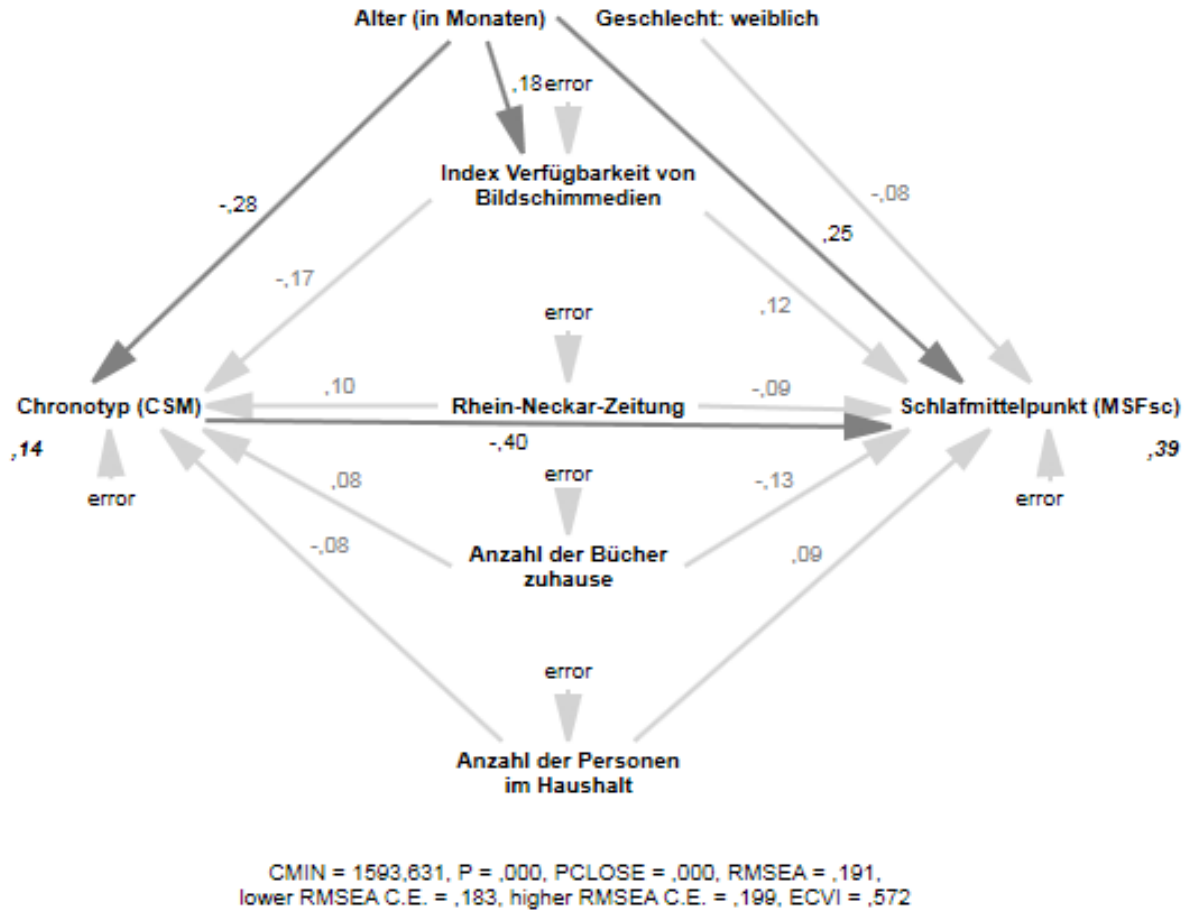
Tabelle 26: Regressionen, sozialer Hintergrund -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

	Model A: CSM		Model B: MSFsc	
	β	p	*β*	p
(Konstante)		<0,001		<0,001
Alter (in Monaten)	-0,254	<0,001	0,321	<0,001
Index Pubertätsstatus	-0,050	0,018	0,076	<0,001
Geschlecht: weiblich	-0,002	0,890	-0,083	<0,001
Schultyp: Gymnasium	-0,013	0,539	-0,049	0,013
Anzahl der Personen im Haushalt	-0,090	<0,001	0,125	<0,001
Traditionelle Familie	0,047	0,010	-0,059	<0,001
Größerer Bruder	-0,036	0,043	0,042	0,011
Anzahl der Bücher zuhause	0,063	0,002	-0,105	<0,001
Rhein-Neckar-Zeitung	0,088	<0,001	-0,085	<0,001
Index Verfügbarkeit von Bildschirmmedien	-0,177	<0,001	0,200	<0,001
Herkunftsland: Deutschland	0,047	0,018	-0,069	<0,001
Wohnumfeld	-0,036	0,076	0,049	0,009
Landkreis: Rhein-Neckar	-0,016	0,411	-0,051	0,006
Korrigiertes R^2		0,129		0,254

n = 2.886; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule; Traditionelle Familie: Eltern leben zusammen, Vater arbeitet, Mutter arbeitet nicht; Größerer Bruder: der Jugendliche hat als einzige Geschwister größere Brüder; Anzahl der Bücher zuhause: Wie viele Bücher gibt es ungefähr bei dir zu Hause? von 1 = „keine oder sehr wenige (0-10 Bücher)“ bis 5 = „drei oder mehr Regale (mehr als 200 Bücher)“; Rhein-Neckar-Zeitung: Die Familie hat die Rhein-Neckar-Zeitung abonniert; Index Verfügbarkeit Bildschirmmedien: „Wie viele Dinge habt ihr zu Hause?: Fernseher, Computer, jeweils auf einer Skala von 0 = „keine“ bis 3 = „3 oder mehr“; Wohnumfeld: In welchem Haus lebst du?, 1 = „Einfamilienhaus“, 2 = „Zwei- oder Dreifamilienhaus (auch Reihenhaus)“, 3 = „Großes Mehrfamilienhaus“, 4 = „Hochhaus (ab 7 Etagen)“ jeweils mit Abbildungen. | Projekt MMSM 2009-2012

Die Ergebnisse der Strukturgleichung (Abbildung 60) sind mit den Ergebnissen der beiden Regressionen vergleichbar.

Abbildung 60: Strukturgleichung, sozialer Hintergrund -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

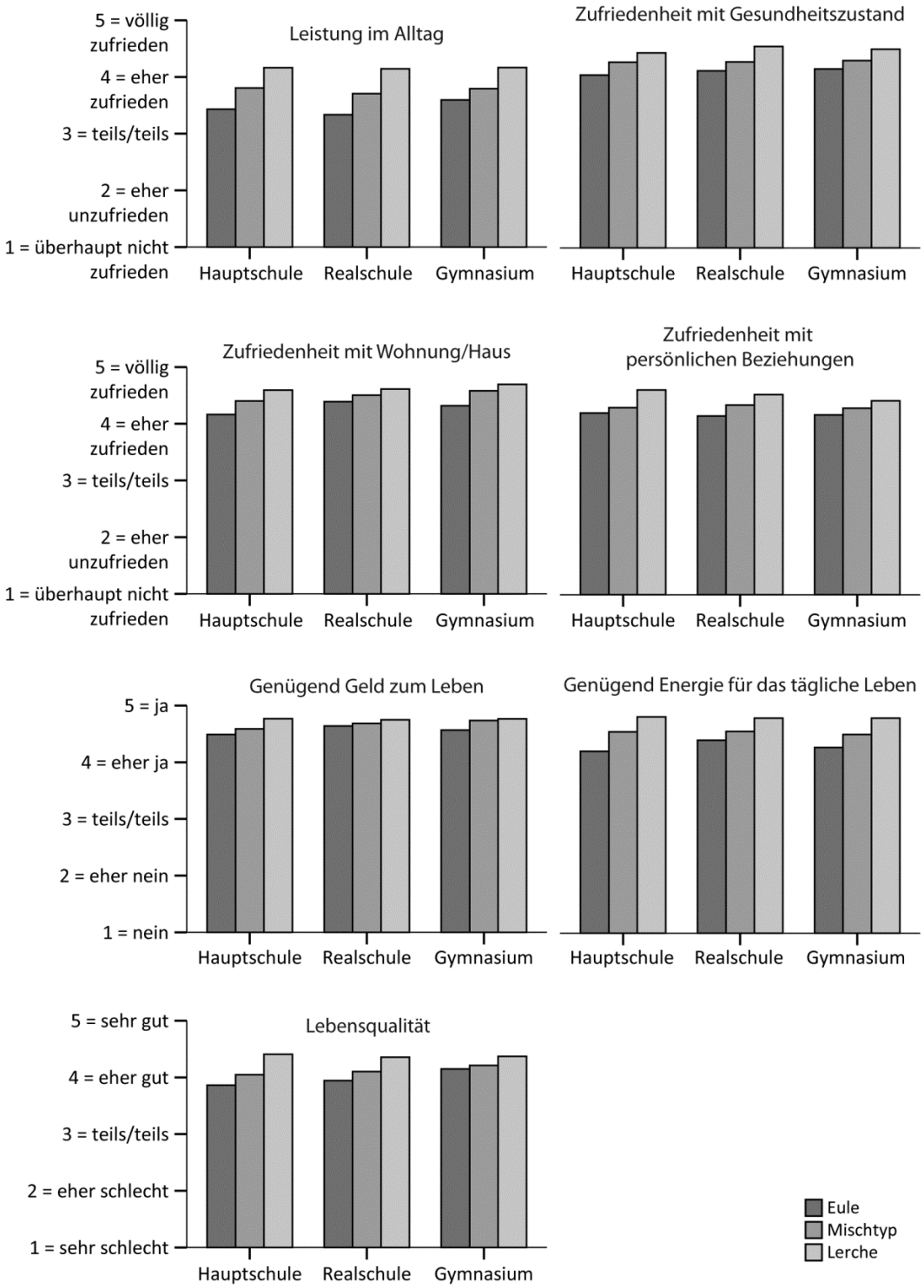


n = 2.886; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten und Faktorladungen (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Anzahl der Bücher zuhause: Wie viele Bücher gibt es ungefähr bei dir zu Hause? von 1 = „keine oder sehr wenige (0-10 Bücher)“ bis 5 = „drei oder mehr Regale (mehr als 200 Bücher)“; Rhein-Neckar-Zeitung: Die Familie hat die Rhein-Neckar-Zeitung abonniert; Index Verfügbarkeit Bildschirmmedien: „Wie viele Dinge habt ihr zu Hause?: Fernseher, Computer, jeweils auf einer Skala von 0 = „keine“ bis 3 = „3 oder mehr“. | Projekt MMSM 2009-2012

Allgemeine Lebenszufriedenheit

Morgentypen geben an, zufriedener zu sein als Abendtypen. Sie attestieren sich größere Zufriedenheit in ihrer Leistung im Alltag ($r = 0{,}241$, $p < 0{,}001$, $n = 2.610$), größere Zufriedenheit mit ihrem Gesundheitszustand ($r = 0{,}121$, $p < 0{,}001$, $n = 2.650$), größere Zufriedenheit mit ihrer Wohnung/ihrem Haus ($r = 0{,}113$, $p < 0{,}001$, $n = 2.638$), größere Zufriedenheit mit ihren persönlichen Beziehungen ($r = 0{,}130$, $p < 0{,}001$, $n = 2.622$), vermehrt genügend Geld zum Leben zu haben ($r = 0{,}082$, $p < 0{,}001$, $n = 2.605$), vermehrt genügend Energie für das tägliche Leben zu haben ($r = 0{,}245$, $p < 0{,}001$, $n = 2.629$) und eine höhere Lebensqualität ($r = 0{,}167$, $p < 0{,}001$, $n = 2.621$).

Abbildung 61: Zufriedenheit in Lebensbereichen und Chronotyp (CSM), Schultyp



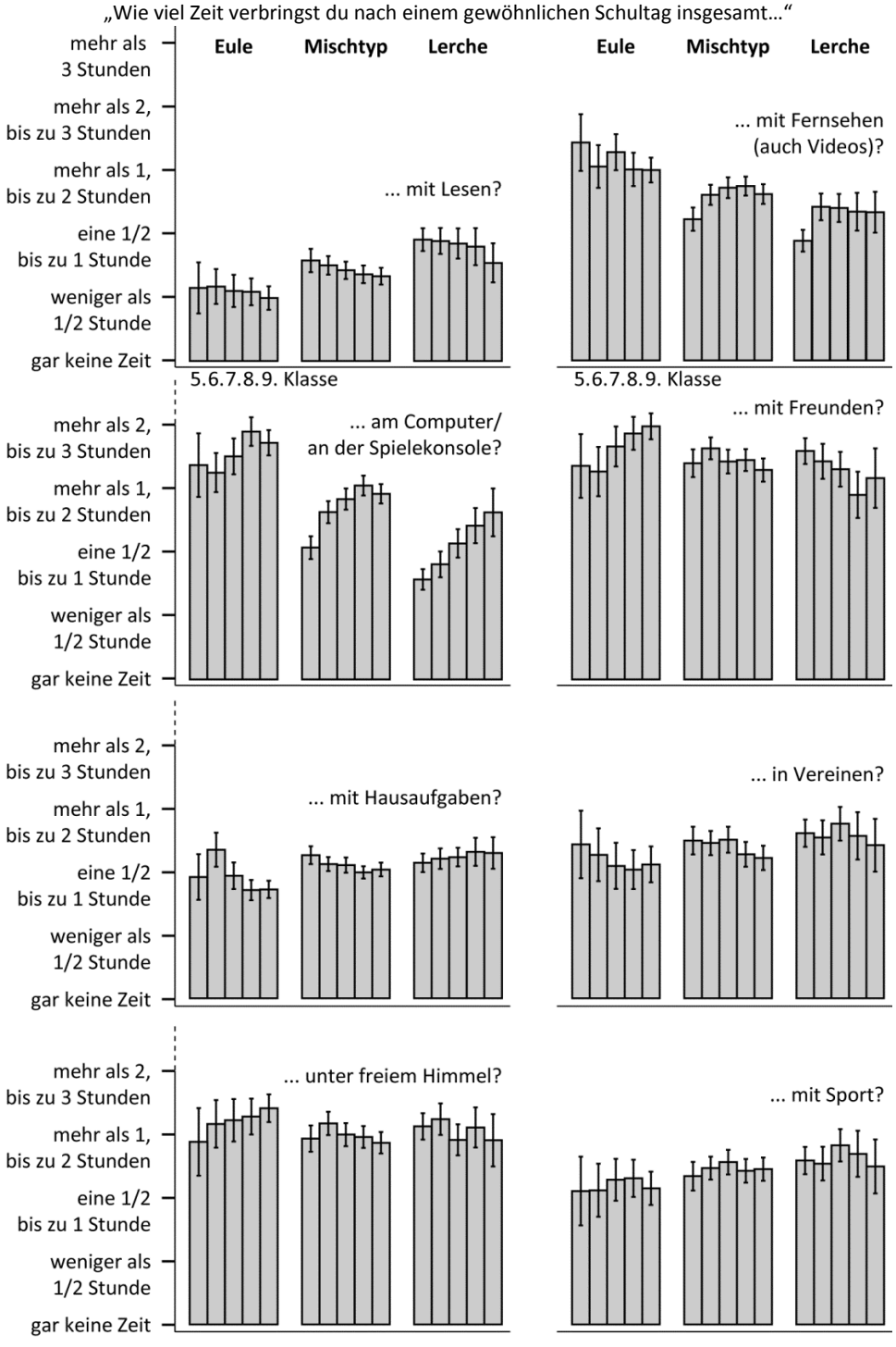
Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5 bis 9 | Projekt MMSM 2009-2012

5.7. Elektronische Bildschirmmedien und Chronotyp

Stimulierende Abendaktivitäten verschieben den circadianen Rhythmus der Abendtypen weiter nach hinten. Signifikante Unterschiede zwischen Morgentypen und Abendtypen ergaben sich beim Freizeitverhalten (partielle Korrelation unter Kontrolle der Klassenstufe und des Schultyps, Abbildung 62): Morgentypen (Lerchen) verbringen mehr

Zeit mit Lesen (r = 0,191, p < 0,001, n = 2.940), mit Hausaufgaben (r = 0,105, p < 0,001, n = 2.927), in Vereinen (r = 0,076, p < 0,001, n = 2.931) und mit Sport (r = 0,093, p < 0,001, n = 2.931). Abendtypen (Eulen) verbringen mehr Zeit an Computer/Spielekonsole (r = -0,335, p < 0,001, n = 2.944), mit Fernsehen (r = -0,197, p < 0,001, n = 2.906) und mit Freunden (r = -0,097, p < 0,001, n = 2.879).

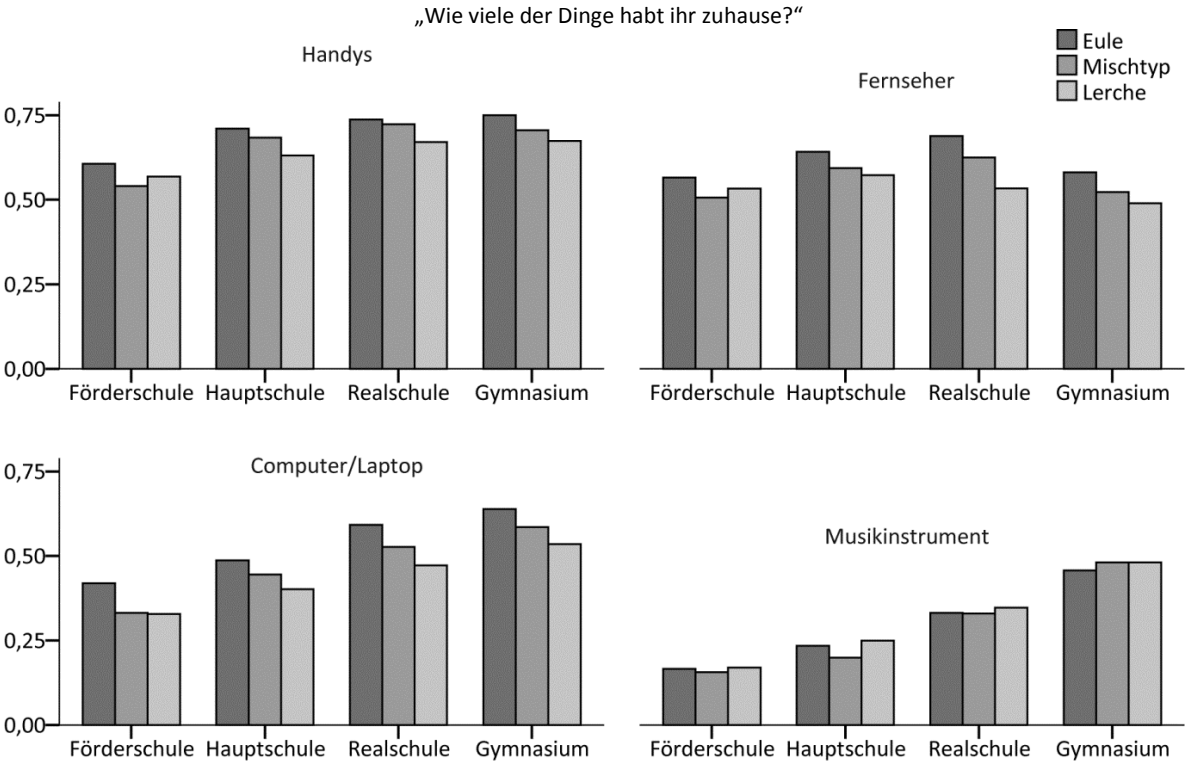
Abbildung 62: Freizeitverhalten an Schultagen und Chronotyp (CSM), Klassenstufe



Projekt MMSM 2009-2012

Bei Abendtypen zuhause gibt es signifikant mehr Handys ($r = -0{,}115$, $p < 0{,}001$, $n = 2.906$), mehr Fernseher ($r = -0{,}154$, $p < 0{,}001$, $n = 2.900$) und mehr Computer/Laptops ($r = -0{,}150$, $p < 0{,}001$, $n = 2.908$) als bei Morgentypen (Abbildung 63).

Abbildung 63: Anzahl der Medien zuhause und Chronotyp (CSM), Schultyp



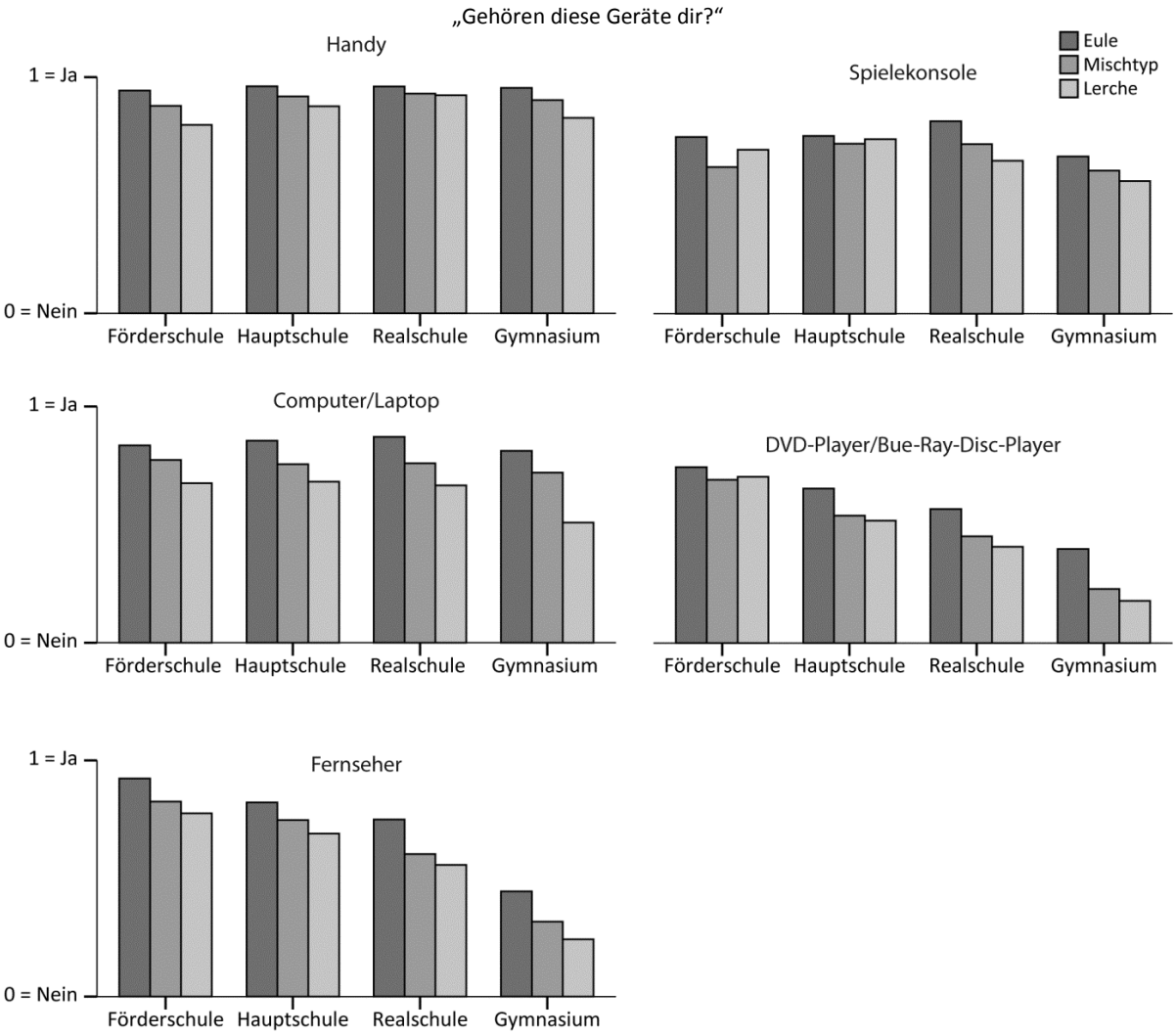
Anzahl der Medien gewichtet nach Haushaltsgröße | Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5 bis 9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abendtypen besitzen vermehrt ein Mobiltelefon ($r = -0{,}072$, $p < 0{,}001$, $n = 2.953$), eine Spielekonsole ($r = -0{,}090$, $p < 0{,}001$, $n = 2.935$), einen Computer ($r = -0{,}117$, $p < 0{,}001$, $n = 2.941$), einen DVD-Player ($r = -0{,}098$, $p < 0{,}001$, $n = 2.924$) oder einen Fernseher ($r = -0{,}121$, $p < 0{,}001$, $n = 2.934$; jeweils partielle Korrelationen unter Kontrolle von Klassenstufe und Schultyp; Abbildung 64 und Abbildung 65).

Die Regressionsanalysen (Tabelle 27) zeigen, dass zwar auch die Verfügbarkeit und der Besitz elektronischer Bildschirmmedien eine Verzögerung des Tagesrhythmus zur Folge haben kann, dass aber vor allem die Nutzung elektronischer Bildschirmmedien diese Verzögerung begünstigt.

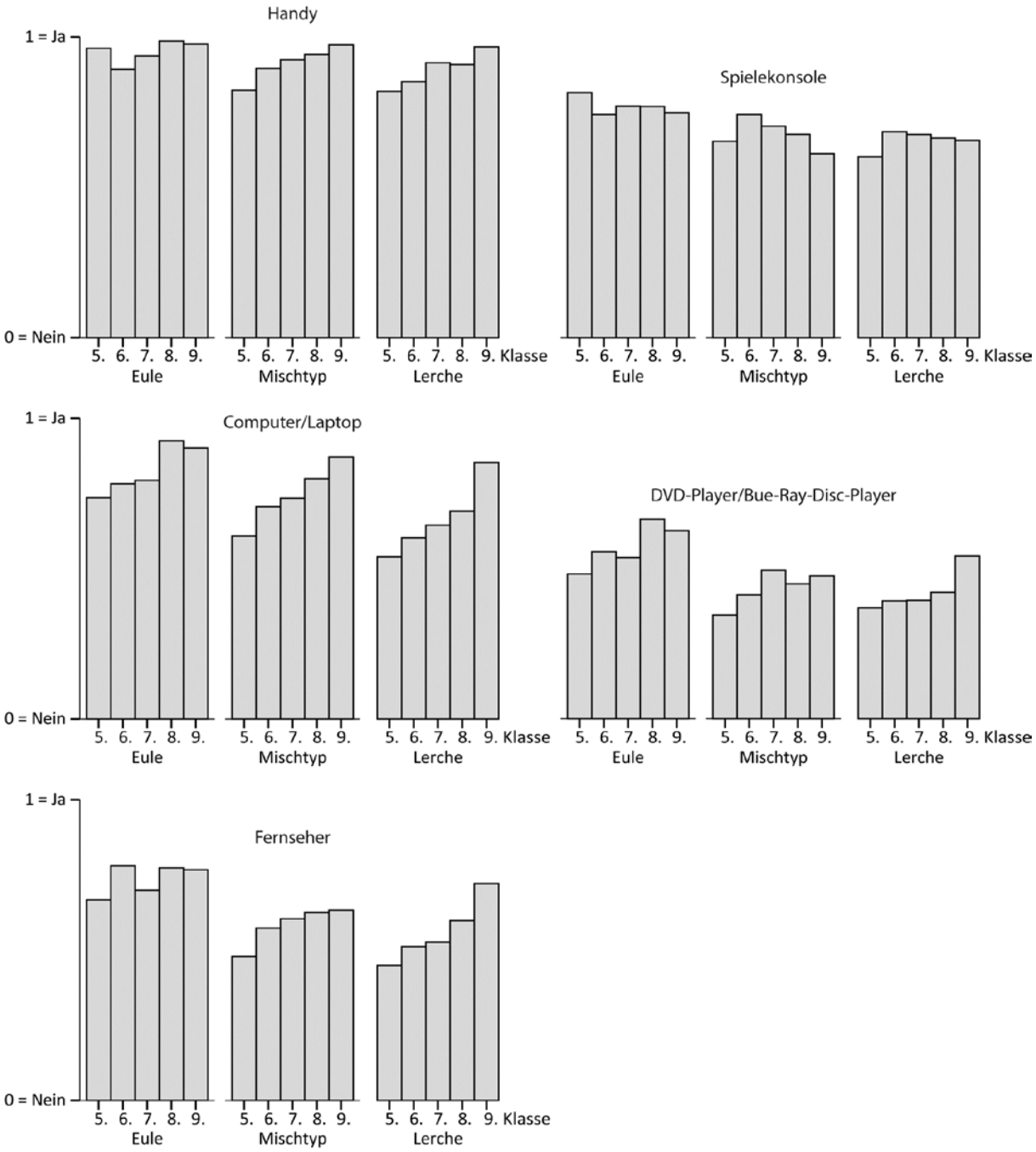
Folgerichtig konzentriert sich die Strukturgleichung auf die Nutzung elektronischer Bildschirmmedien (Abbildung 66). Der Einfluss auf den Chronotyp (CSM) ist hierbei doppelt so stark als der Einfluss auf den Schlafmittelpunkt (MSFsc). Jüngere und Gymnasiasten nutzen elektronische Bildschirmmedien deutlich seltener als Ältere und Schüler anderer Schultypen. Mädchen nutzen elektronische Bildschirmmedien seltener als Jungen.

Abbildung 64: Medienbesitz und Chronotyp (CSM), Schultyp



Fälle gewichtet nach Klassenstufen, Klassenstufen 5 bis 9 | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 65: Medienbesitz und Chronotyp (CSM), Klassenstufe



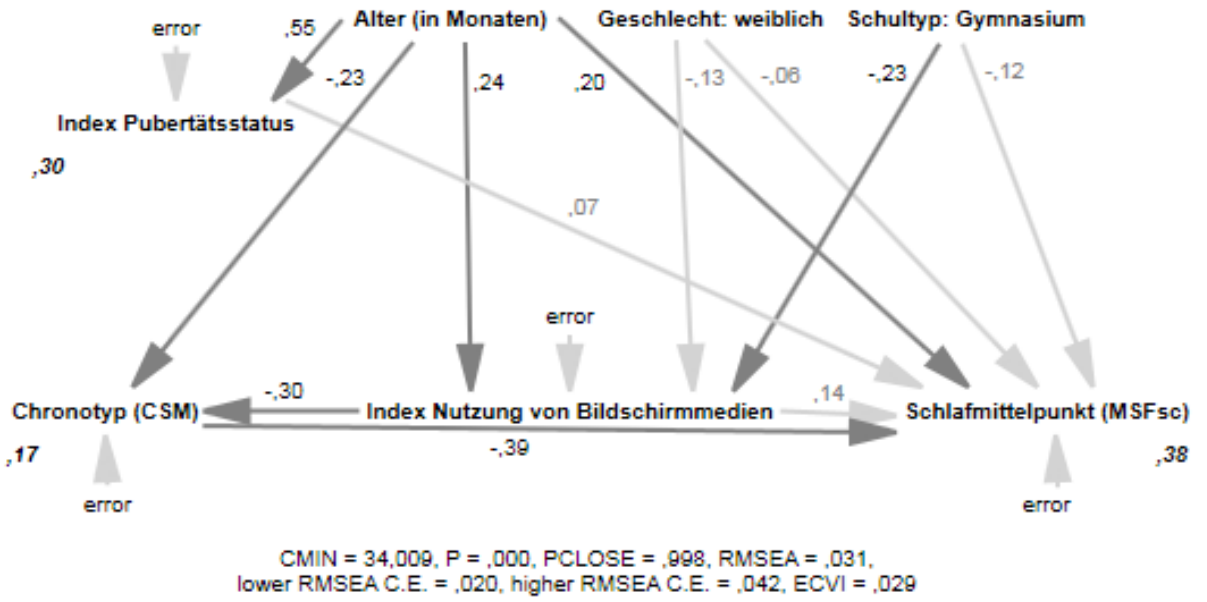
Klassenstufen 5 bis 9 | Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 27: Regressionen, Bildschirmmedien -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

	Model A: CSM		Model B: MSFsc	
	ß	p	*ß*	p
(Konstante)		<0,001		<0,001
Index Nutzung von Bildschirmmedien	-0,283	<0,001	0,213	<0,001
Index Besitz von Bildschirmmedien	-0,053	0,008	0,169	<0,001
Index Verfügbarkeit von Bildschirmmedien	-0,042	0,021	0,014	0,419
Alter (in Monaten)	-0,192	<0,001	0,262	<0,001
Index Pubertätsstatus	-0,043	0,030	0,076	<0,001
Geschlecht: weiblich	-0,054	0,002	-0,019	0,232
Schultyp: Gymnasium	-0,013	0,469	-0,086	<0,001
Korrigiertes R^2		0,182		0,282

n = 2.965; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Index Nutzung von Bildschirmmedien: Zeitbudget für Computer, Spielekonsole, Internet, Videospiele und TV – höhere Werte zeigen längere Nutzung an; Index Besitz von Bildschirmmedien: Gehören diese Geräte dir?: Spielekonsole, Computer, DVD-Player, Fernseher, höhere Werte stehen für mehr Medienbesitz; Index Verfügbarkeit von Bildschirmmedien: „Wie viele Dinge habt ihr zu Hause?: Fernseher, Computer, jeweils auf einer Skala von 0 = „keine“ bis 3 = „3 oder mehr“; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule. | Projekt MMSM 2009-2012

Abbildung 66: Strukturgleichung, Bildschirmmedien -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

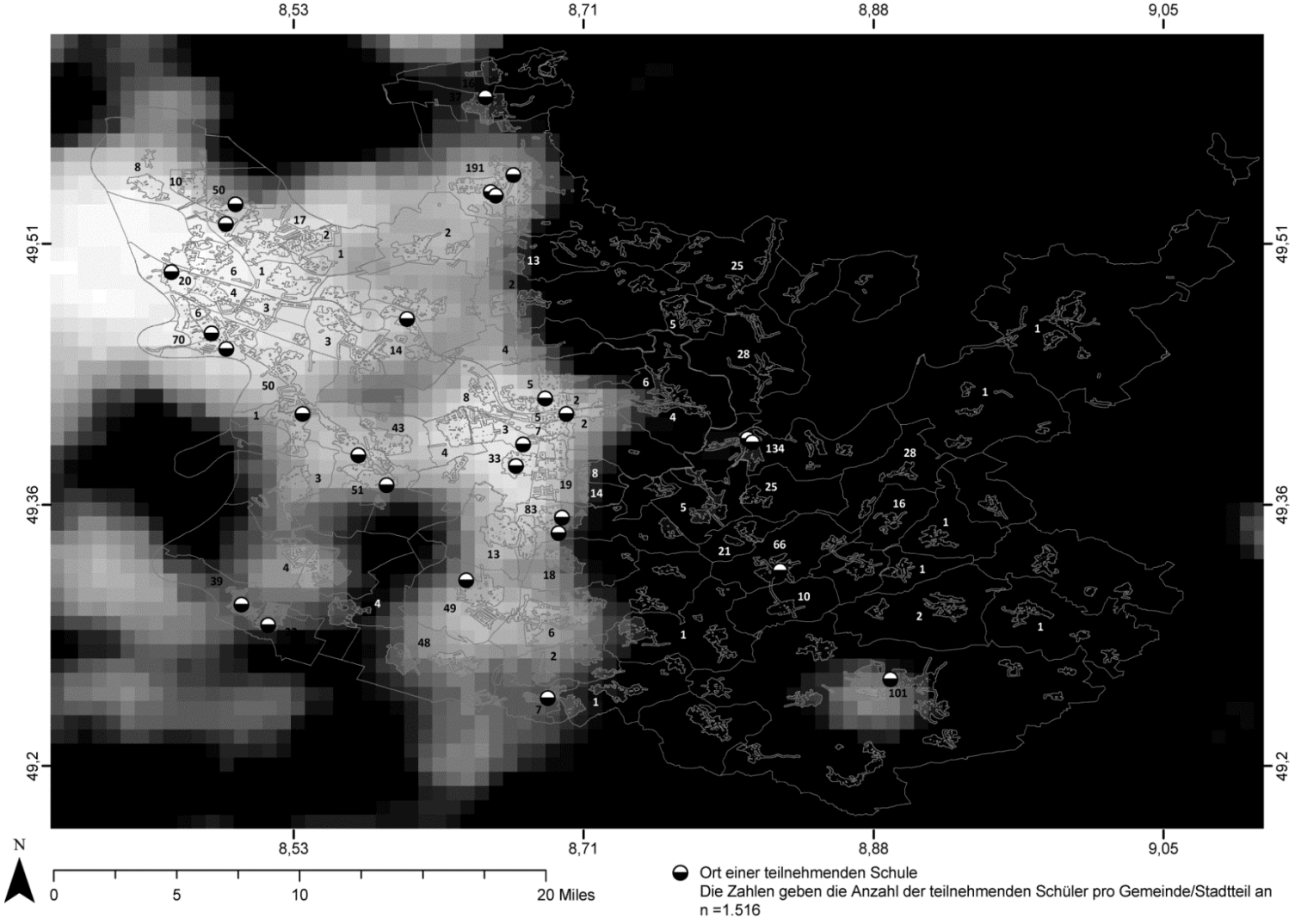


n = 2.965; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten und Faktorladungen (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Index Nutzung von Bildschirmmedien: Zeitbudget für Computer, Spielekonsole, Internet, Videospiele und TV – höhere Werte zeigen längere Nutzung an; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule/Förderschule. | Projekt MMSM 2009-2012

5.8. Lichtverschmutzung und Chronotyp

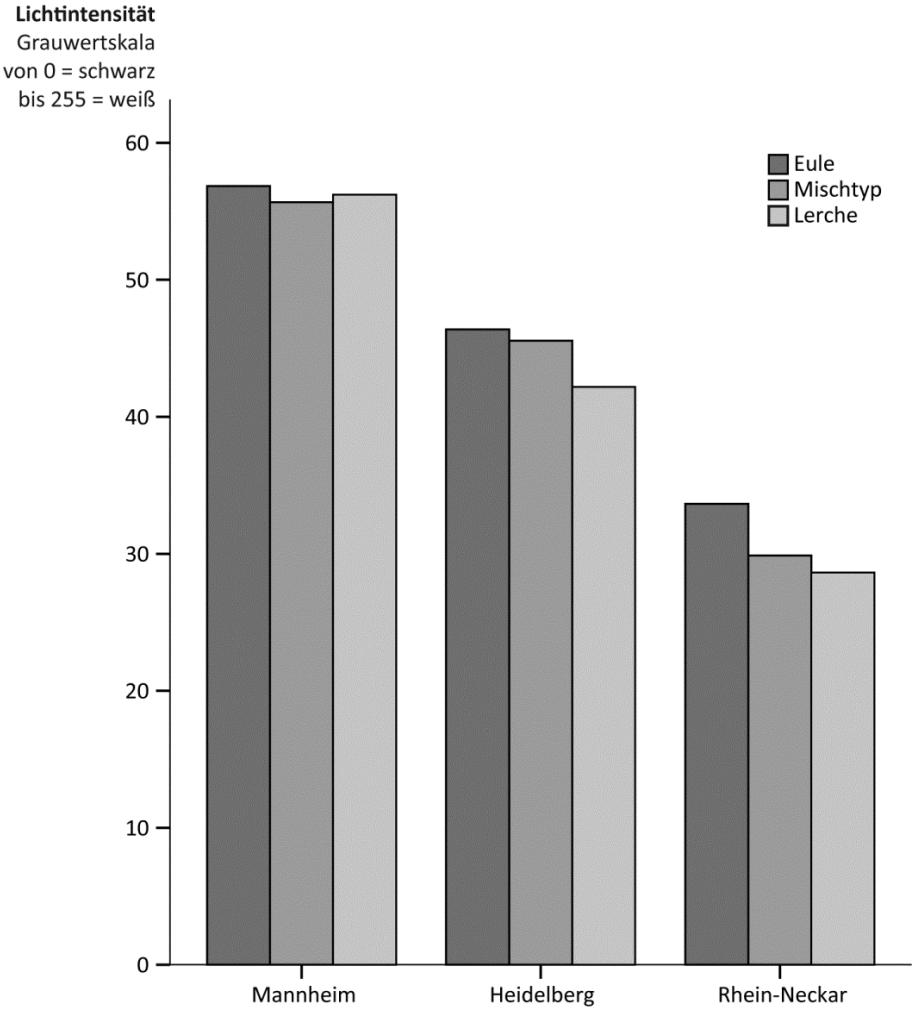
Abbildung 67 zeigt die unterschiedlich starke Lichtintensität in dicht besiedelten Städten und bzw. spärlich besiedelten ländlichen Regionen. Mannheim (315.000 Einwohner) mit seiner hell erleuchteten Innenstadt und Industrie weist die hellsten Werte auf, während der Odenwald und seine Gemeinden im Nordosten die dunkelsten Werte haben. Heidelberg (147.000 Einwohner) in etwas westlich der Mitte der Abbildung weist die zweithellsten Werte auf. Da alle 171 Schulen in den drei Landkreisen Mannheim, Heidelberg und Rhein-Neckar zur Studie eingeladen wurden, ergab sich eine recht ausgewogene Verteilung der teilnehmenden Schulen auf der Landkarte, und auch die Wohnorte der Schüler sind gut auf dunkle und helle Regionen verteilt, wie die weißen und schwarzen Zahlen in Abbildung 67 belegen.
Schlafmittelpunkt (MSFsc: $r = 0{,}147$, $p < 0{,}001$) und Chronotyp (CSM: $r = -0{,}112$, $p < 0{,}001$) korrelieren signifikant mit der nächtlichen Lichtintensität am Wohnort. Der Zusammenhang von CSM und Lichtintensität ist anschaulich auch in Abbildung 68 zu erkennen. Die Korrelationen von MSFsc beziehungsweise CSM und Lichtintensität am Wohnort bleiben auch bei Kontrolle von Klassenstufe und Schultyp signifikant (MSFsc: $r = 0{,}109$, $p < 0{,}001$; CSM: $r = -0{,}113$, $p < 0{,}001$). Die Einwohnerzahl des Wohnorts korreliert, wenn auch schwach, mit dem Schlafmittelpunkt (MSFsc: $r = 0{,}053$, $p = 0{,}040$).

Abbildung 67: Lichtverschmutzung im Wohngebiet der befragten Schüler



Quelle: Projekt MMSM 2009-2012 (Vollmer et al. 2012)

Abbildung 68: Nächtliche Lichtintensität nach Landkreis und Chronotyp (CSM)



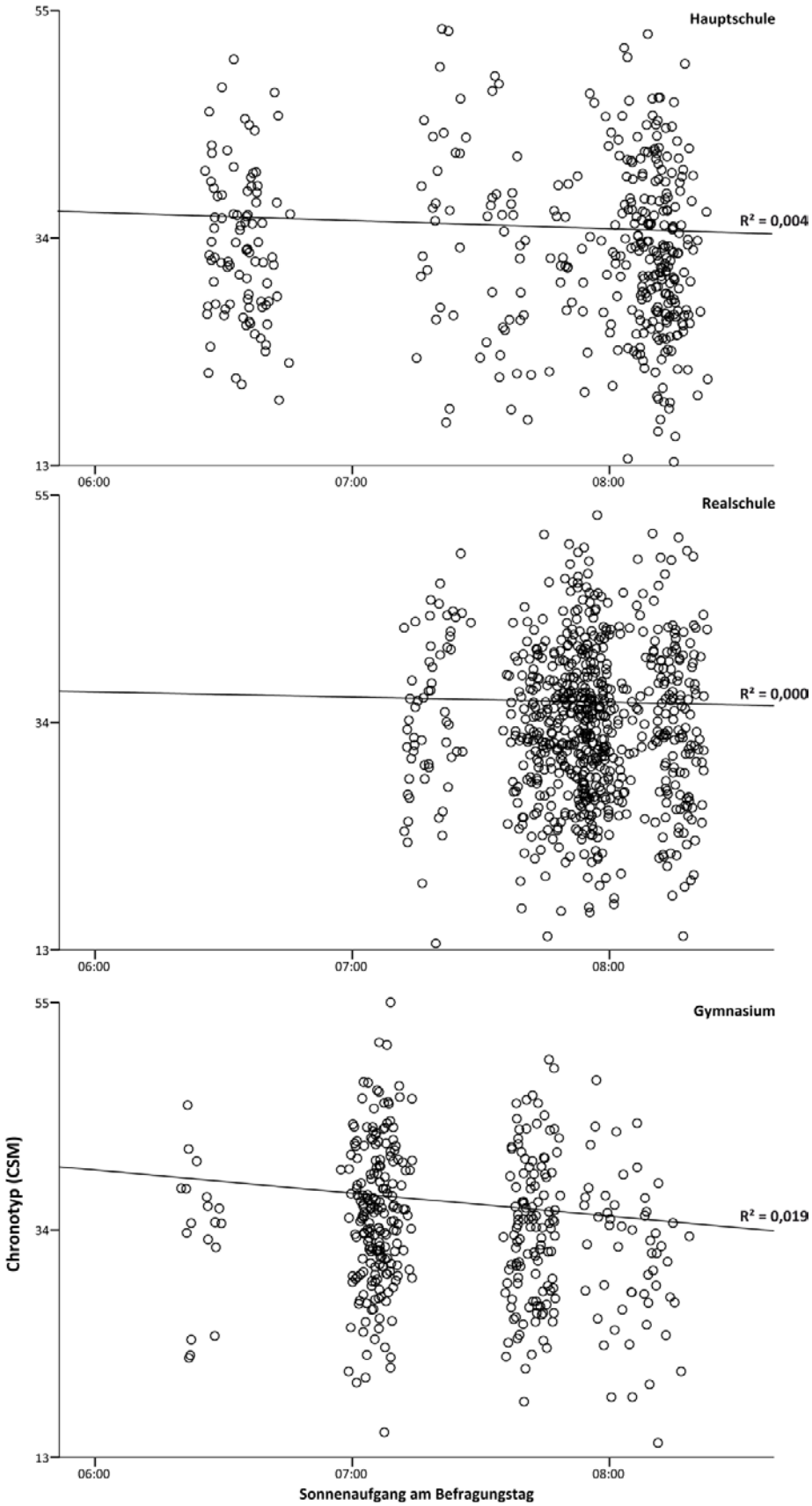
Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

Die Lichtintensität am Wohnort korreliert mit der Nutzung elektronischer Bildschirmmedien ($r = 0{,}103$, $p < 0{,}001$). Jedoch verschwindet dieser Zusammenhang, wenn für Klassenstufe und Schultyp kontrolliert wird ($r = 0{,}032$, $p = 0{,}211$).

Die Lichtintensität am Wohnort korreliert auch mit dem Konsum von Stimulanzien (Koffein, Alkohol, Zigaretten; $r = 0{,}072$ $p = 0{,}005$). Diese Korrelation bleibt auch bei Kontrolle von Klassenstufe und Schultyp signifikant ($r = 0{,}058$, $p = 0{,}025$). Schüler aus dunkleren Gemeinden, die häufig Stimulanzien konsumieren, haben einen früheren Chronotyp als Schüler aus helleren Gemeinden.

Die Sonnenaufgangszeiten korrelierten signifikant mit CSM ($r = -0{,}072$, $p = 0{,}005$, Abbildung 69) und MSFsc ($r = 0{,}072$, $p = 0{,}005$), spätere Sonnenaufgangszeiten am Befragungstag einhergehend mit mehr Abendtyporientierung; die Korrelation mit CSM blieb auch bei Kontrolle von Klassenstufe und Schultyp signifikant ($r = -0{,}074$, $p = 0{,}004$; Abbildung 69), aber nicht die mit MSFsc ($r = 0{,}049$, $p = 0{,}057$).

Abbildung 69: Chronotyp (CSM) und Sonnenaufgang am Befragungstag, Schultyp



Sich überlagernde Datenpunkte wurden in SPSS mit dem IGRAPH Befehl /SCATTER COINCIDENT=JITTER. sichtbar gemacht.
Quelle: Projekt MMSM 2009-2012 | Sonnenaufgangsdaten für Heidelberg (49.4° nördlicher Breite und 8.7° östlicher Länge), www.netzwolf.info

Es wurden zwei Regressionsanalysen durchgeführt, eine mit Schlafmittelpunkt (MSFsc) und eine mit Chronotyp (CSM) als abhängiger Variable (Tabelle 28). Die Nutzungshäufigkeit von elektronischen Bildschirmmedien und die Verzehrhäufigkeit von Stimulanzien hatten den größten Einfluss auf Schlafmittelpunkt und Chronotyp. Die Lichtintensität rangiert an dritter (Model A) bzw. vierter Stelle (Model B) und hat in unseren zwei Modellen einen signifikanten Einfluss auf Schlafmittelpunkt und Chronotyp. Schultyp und Sonnenaufgangszeit waren in Model A signifikante Moderatoren. Interessanterweise beeinflusst in unseren Modellen nicht die Einwohnerzahl, sondern die Lichtintensität in der Nacht den Chronotyp, und dies obwohl Einwohnerzahl und Lichtintensität stark miteinander korrelieren ($r = 0{,}702$, $p < 0.001$).

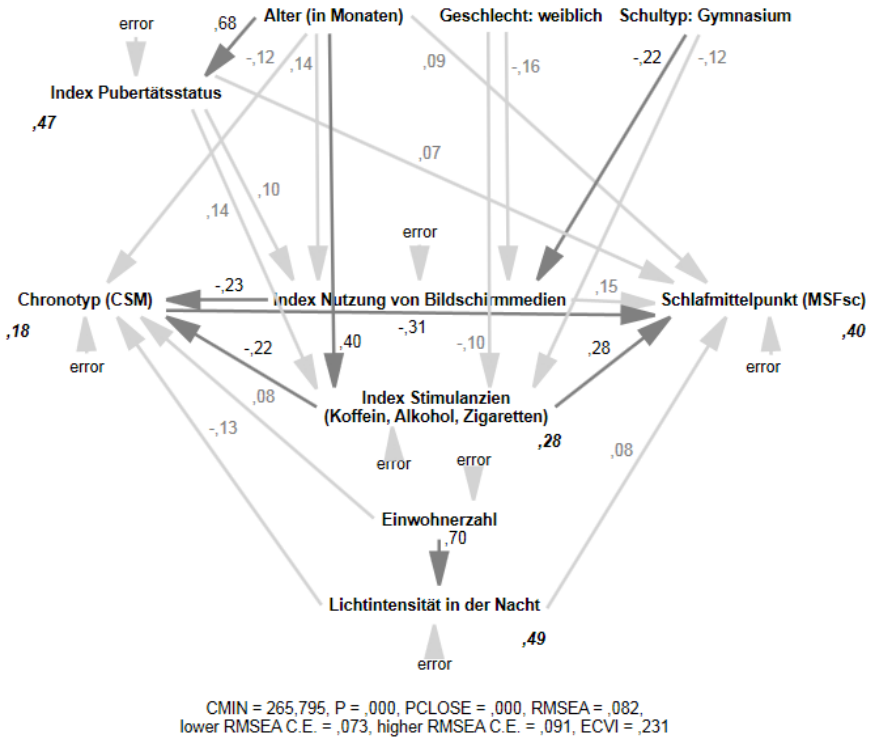
Tabelle 28: Regressionen, Lichtintensität -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

	Model A: CSM		Model B: MSFsc	
	β	p	*β*	p
(Konstante)		<0,001		<0,001
Index Nutzung von Bildschirmmedien	–0,246	<0,001	0,210	<0,001
Index Stimulanzien (Koffein, Alkohol, Zigaretten)	–0,224	<0,001	0,333	<0,001
Lichtintensität in der Nacht	–0,105	0,003	0,110	0,001
Schultyp: Gymnasium	–0,092	0,001	–0,025	0,323
Alter (in Monaten)	–0,073	0,032	0,121	<0,001
Index Pubertätsstatus	–0,072	0,025	0,096	0,001
Sonnenaufgang	–0,066	0,020	0,019	0,463
Geschlecht: weiblich	–0,042	0,074	–0,019	0,376
Einwohnerzahl	0,037	0,317	–0,037	0,269
Korrigiertes R^2		0,201		0,348

n = 1.507; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Index Nutzung von Bildschirmmedien: Zeitbudget für Computer, Spielekonsole, Internet, Videospiele und TV – höhere Werte zeigen längere Nutzung an; Index Stimulanzien (Koffein, Alkohol, Zigaretten): Häufigkeit des Verzehrs, höhere Werte zeigen eine höhere Verzehrhäufigkeit an; Lichtintensität in der Nacht: durchschnittliche Werte für Wohngebiete für jede Gemeinde/jeden Stadtteil, höhere Werte indizieren mehr Licht; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung; Sonnenaufgang: Uhrzeit des Sonnenaufgangs am Befragungstag; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Einwohnerzahl: Einwohner pro Stadt/Gemeinde. Die Kollinearität unterschritt das gesetzte Limit von 0,400 nicht, erreichte es aber bei den Variablen Lichtintensität in der Nacht und Einwohnerzahl.| Quelle: Projekt MMSM 2009-2012 (Vollmer et al. 2012)

In einer multivariaten Varianzanalyse (ohne Abbildung) wurden zusätzlich drei Indizes zu Alltagsproblemen Jugendlicher aufgenommen, die in einer älteren Subgruppe abgefragt wurden (n = 754). Es zeigte sich, dass der Einfluss der Lichtintensität in der Nacht signifikant bleibt, und zusätzlich auch Probleme mit der eigenen Person mit einer späten Bettgehzeit (MSFsc) und Probleme in der Schule mit spätem Chronotyp (CSM) in Zusammenhang stehen.
Abbildung 70 zeigt die Strukturgleichung, mit ähnlichen Ergebnissen wie bei den beiden Regressionen.

Abbildung 70: Strukturgleichung, Lichtintensität -> Chronotyp (CSM, MSFsc)



n = 1.507; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten und Faktorladungen (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Index Nutzung von Bildschirmmedien: Zeitbudget für Computer, Spielekonsole, Internet, Videospiele und TV – höhere Werte zeigen längere Nutzung an; Index Stimulanzien (Koffein, Alkohol, Zigaretten): Häufigkeit des Verzehrs, höhere Werte zeigen eine höhere Verzehrhäufigkeit an; Lichtintensität in der Nacht: durchschnittliche Werte für Wohngebiete für jede Gemeinde/jeden Stadtteil, höhere Werte indizieren mehr Licht; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Einwohnerzahl: Einwohner pro Stadt/Gemeinde. | Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

5.9. Photoperiode bei Geburt und Chronotyp

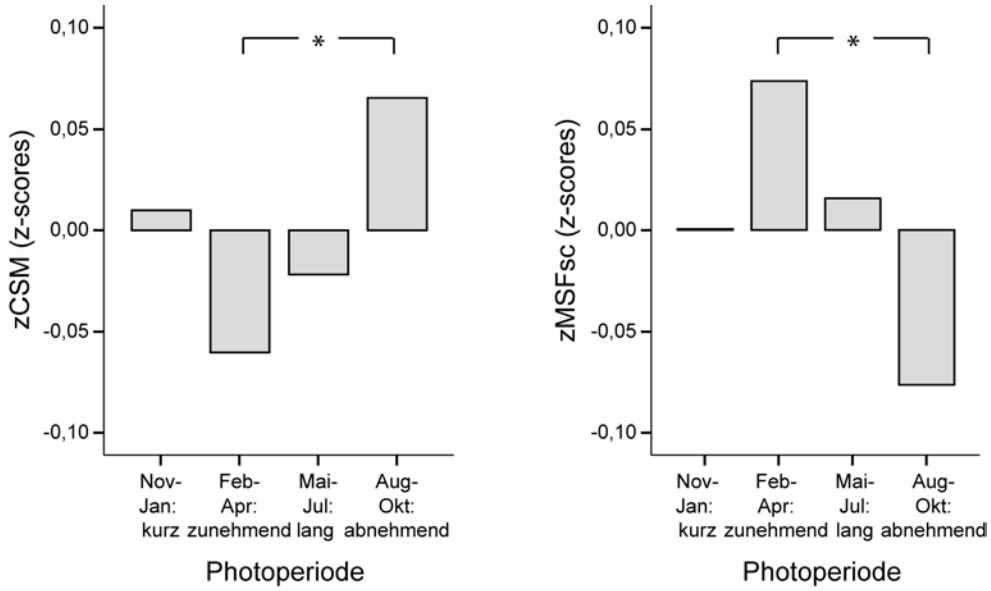
Die Befragten waren gleichmäßig über 73 Geburtsmonate von Juli 1993 bis Juli 1999 verteilt. Mädchen (n = 1.422) und Jungen (n = 1.483) waren gleichmäßig auf jede der vier Photoperioden und jedes Jahr verteilt. Das Durchschnittsalter betrug 13,56 Jahre (SD ± 1,66); Mädchen und Jungen waren gleich alt. Der CSM-Wert betrug im Durchschnitt 34,17 (SD ± 7,25). Der Schlafmittelpunkt war um 4:19 Uhr (SD ± 1h 26min).

Es wurden signifikante Korrelationen zwischen Alter und CSM ($r = -0{,}306$, $p < 0{,}001$) as sowie Alter und MSFsc ($r = 0{,}349$, $p < 0{,}001$) gefunden. Die univariate Varianzanalyse zeigte, dass Schüler, die der langen Photoperiode geboren wurden, signifikant jünger waren (Alter: 13,23 Jahre) als jene, die während der abnehmenden (Alter: 13,79 Jahre; $p < 0{,}001$), kurzen ($p < 0{,}001$) und zunehmenden ($p = 0{,}021$) Photoperiode geboren wurden.

Obwohl mit den Roh-Werten von CSM und MSFsc keine Unterschiede zwischen den Photoperioden gefunden wurden, erzielten die für die Geburtsjahre standardisierten zCSM und zMSFsc konsistent signifikante Ergebnisse. Die Daten in beiden Balkendiagrammen (Abbildung 71) sehen aus wie eine quadratische Funktion. Die größte Abendorientierung war bei während der zunehmenden Photoperiode (Februar–März) Geborenen sichtbar; die

größte Morgenorientierung war bei während der abnehmenden Photoperiode (August–Oktober) Geborenen sichtbar (t-Test: CSM, p = 0,024; MSFsc, p= 0,004).

Abbildung 71: Chronotyp (zCSM, zMSFsc) und Photoperiode bei Geburt



n = 2.905; zCSM: hohe Werte bedeuten Mornignness (Morgentyp), niedrige Werte bedeuten Eveningness (Abendtyp); zMSFsc: hohe Werte stehen für einen späten Schlafmittelpunkt (Abendtyp), niedrige Werte stehen für einen frühen Schlafmittelpunkt (Morgentyp). Die signifikanten Unterschiede (t-Test) sind mit Asterisken gekennzeichnet (CSM: p = 0,024; MSFsc: p = 0,004).

Tabelle 29 fasst die Ergebnisse der multivariaten Varianzanalyse zusammen. Die Photoperiode bei Geburt war ein signifikanter Prädiktor für den Schlafmittelpunkt in der Adoleszenz (p = 0,021). Innerhalb derselben Varianzanalyse war der Test auf einen quadratischen Zusammenhang für CSM (p = 0,024) wie für MSFsc (p = 0,016) signifikant.

Tabelle 29: Varianzanalyse, Photoperiode bei Geburt -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

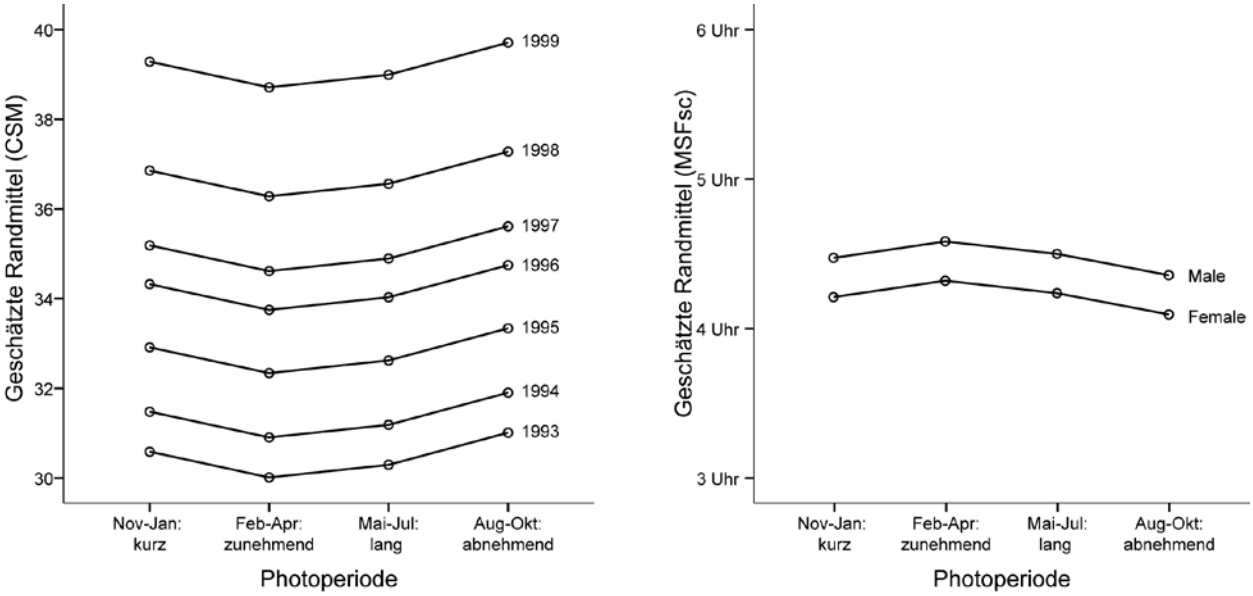
	Abhängige Variablen	Wilk's λ	p	F	p	Partielles η^2
PAB	CSM	0,996	0,073	2.289	0,076	0,002
	MSFsc			3.241	0,021	0,003
Jahr der Geburt	CSM	0,848	<0,001	52.426	<0,001	0,099
	MSFsc			68.653	<0,001	0,126
Geschlecht	CSM	0,988	<0,001	.007	0,933	0,000
	MSFsc			27.429	<0,001	0,010

n = 2.905; PAB = Photoperiod bei Geburt: *zunehmend* (Feb–Apr), *lang* (Mai–Jul), *abnehmend* (Aug–Okt), *kurz* (Nov–Jan); CSM = Composite Scale of Morningness, MSFsc = Schlafmittelpunkt; korrigiertes R^2 (CSM) = 0,097, adjusted R^2 (MSFsc) = 0,132. | Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

Die geschätzten Randmittel für CSM nach Photoperiode bei Geburt und Alter zeigen, dass die Abendorientierung mit zunehmendem Alter steigt. Die größte Abendorientierung zeigte sich wieder bei Schülern, die bei zunehmender Photoperiode geboren wurden. Für MSFsc

wurden ähnliche Ergebnisse gefunden. Das Muster einer quadratischen Funktion ist gut erkennbar.

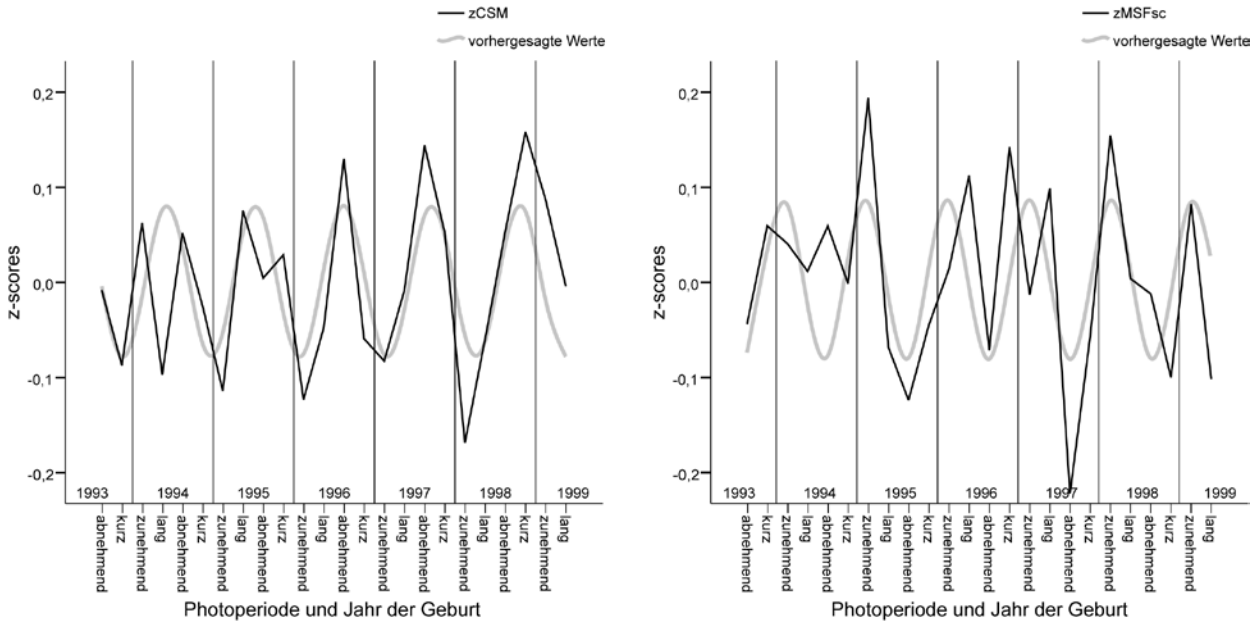
Abbildung 72: Randmittel, Photoperiode bei Geburt -> Chronotyp (CSM, MSFsc)



Das Liniendiagramm links zeigt die geschätzten Randmittel für CSM (Composite Scale of Morningness), aufgeteilt nach Photoperiode bei Geburt und Jahr der Geburt; Das Liniendiagramm rechts zeigt die geschätzten Randmittel für MSFsc (Schlafmittelpunkt), aufgeteilt nach Photoperiode bei Geburt und Geschlecht. | Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

Um den Effekt der Photoperiode bei Geburt auf den Chronotyp umfangreicher zu visualisieren, wurden zwei Kosinusregressionen für den gesamten Zeitraum Juli 1993 bis Juli 1999 durchgeführt (Abbildung 73). Ein Effekt der Photoperiode der Geburt ist für CSM wie MSFsc sichtbar, wobei die Amplitude der zCSM-Werte mit ansteigendem Alter abnimmt.

Abbildung 73: Kosinusregression, Photoperiode -> Chronotyp (CSM, MSFsc)



n = 2.905; zCSM: hohe Werte bedeuten Mornignness (Morgentyp), niedrige Werte bedeuten Eveningness (Abendtyp); zMSFsc: hohe Werte stehen für einen späten Schlafmittelpunkt (Abendtyp), niedrige Werte stehen für einen frühen Schlafmittelpunkt (Morgentyp). Photoperiode bei Geburt: abnehmend = Aug–Okt, kurz = Nov–Jan, zunehmend = Feb–Apr, lang = Mai–Jul. | Quelle: Projekt MMSM 2009-2012

5.10. Wissen über den Schlaf und Chronotyp

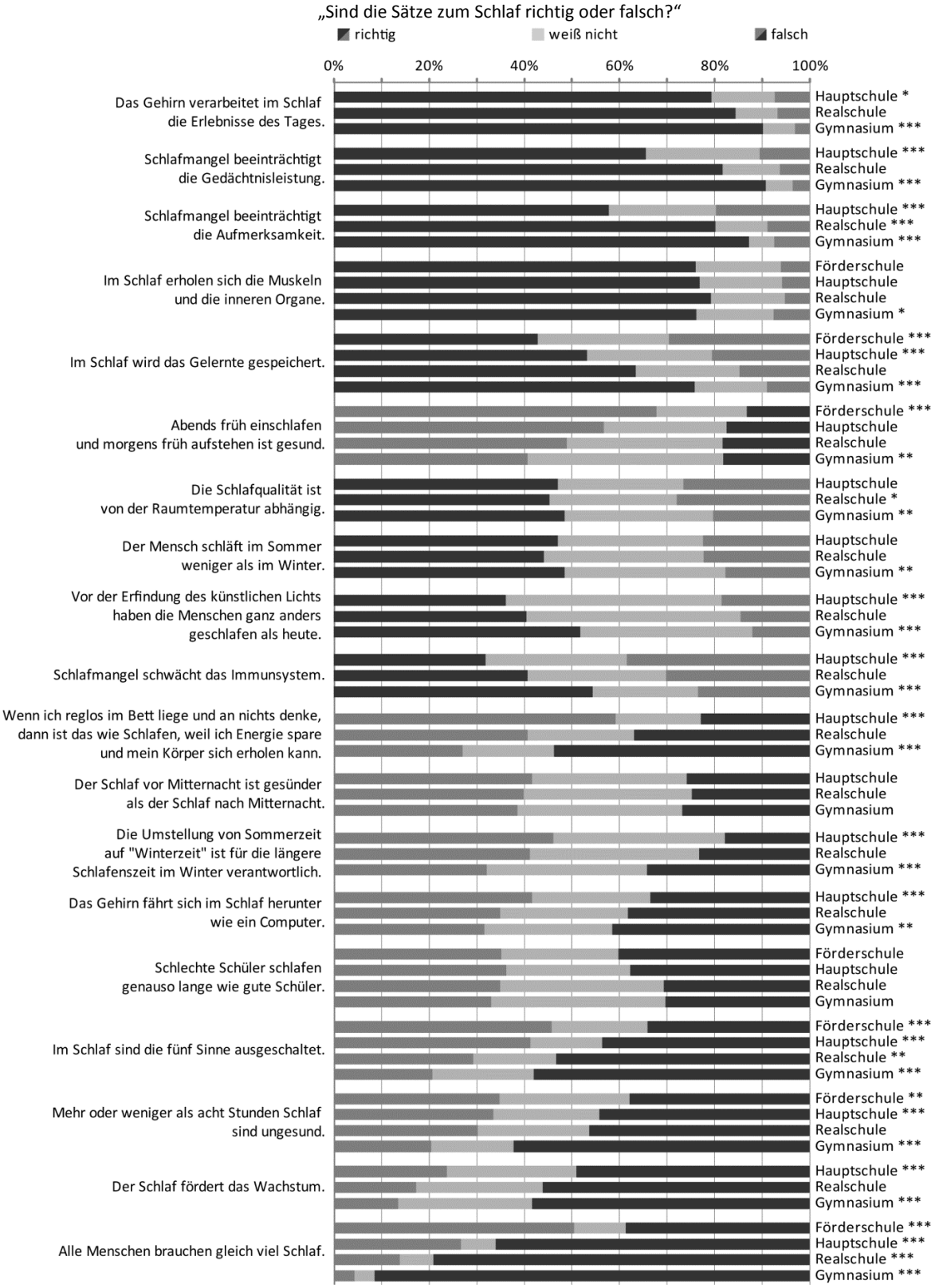
Mit zunehmendem Alter wächst das Wissen über den Schlaf. Gymnasiasten verfügen über den größten Anteil richtiger Schlafvorstellungen; Förderschüler und Hauptschüler haben vermehrt Fehlvorstellungen (Abbildung 74, Abbildung 75 und Abbildung 76).

Unter den Schülern weit verbreitete *Fehlvorstellungen* sind, dass

- frühes Einschlafen und frühes Aufstehen gesund sei,
- reglos im Bett liegen so erholsam sei wie Schlaf,
- lange schlafen, um entgangenen Schlaf nachzuholen, gut sei
- aufstehen, wenn man nur schwer einschlafen kann, schlecht sei

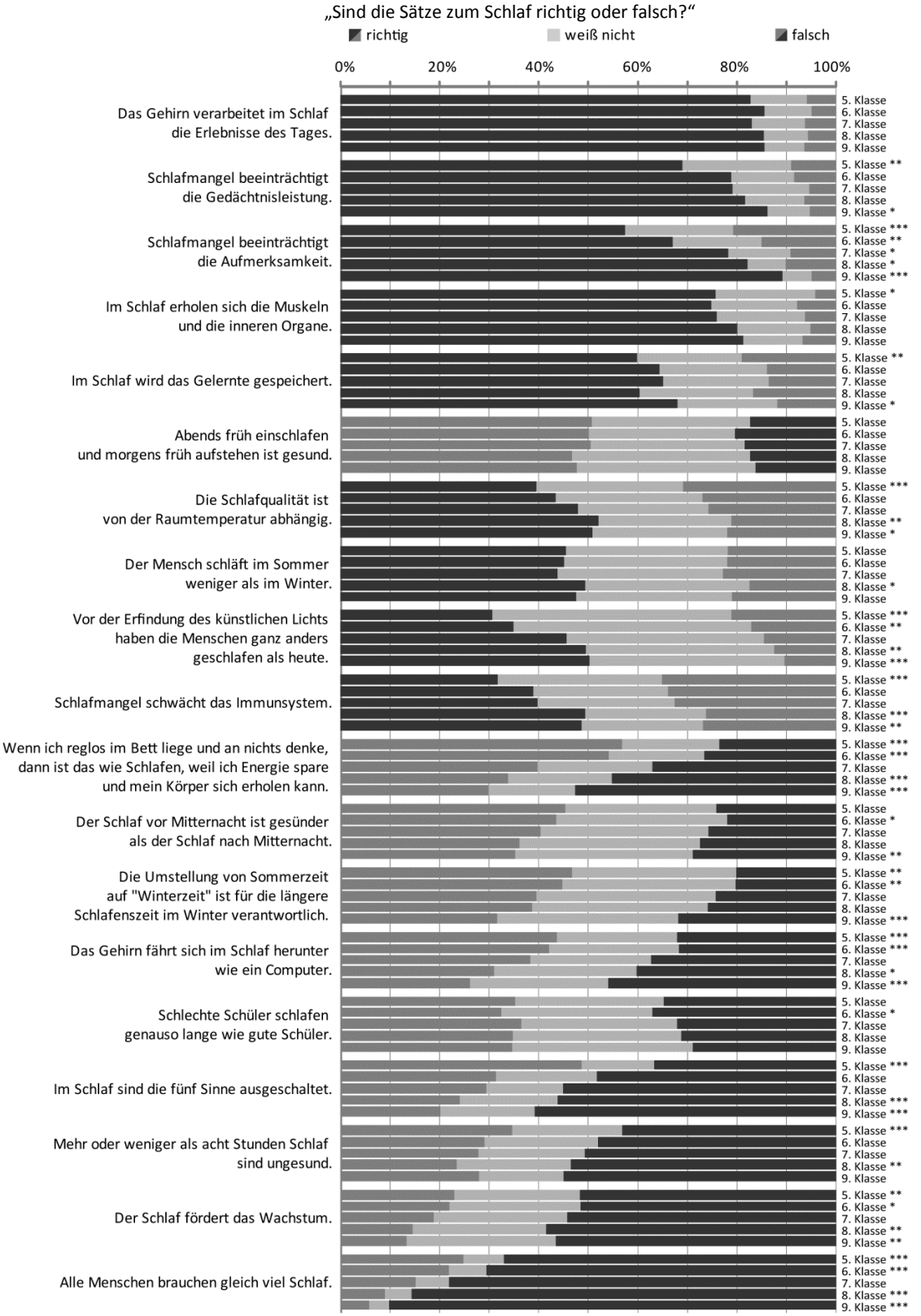
Eine partielle Korrelation mit Klassenstufe und Schultyp als Kontrollvariablen zeigt einen positiven Zusammenhang zwischen Morgenorientierung (CSM) und Wissen über den Schlaf ($r = 0{,}087$, $p < 0{,}001$, $n = 2.017$; Abbildung 77).

Abbildung 74: Schlafwissen nach Schultyp



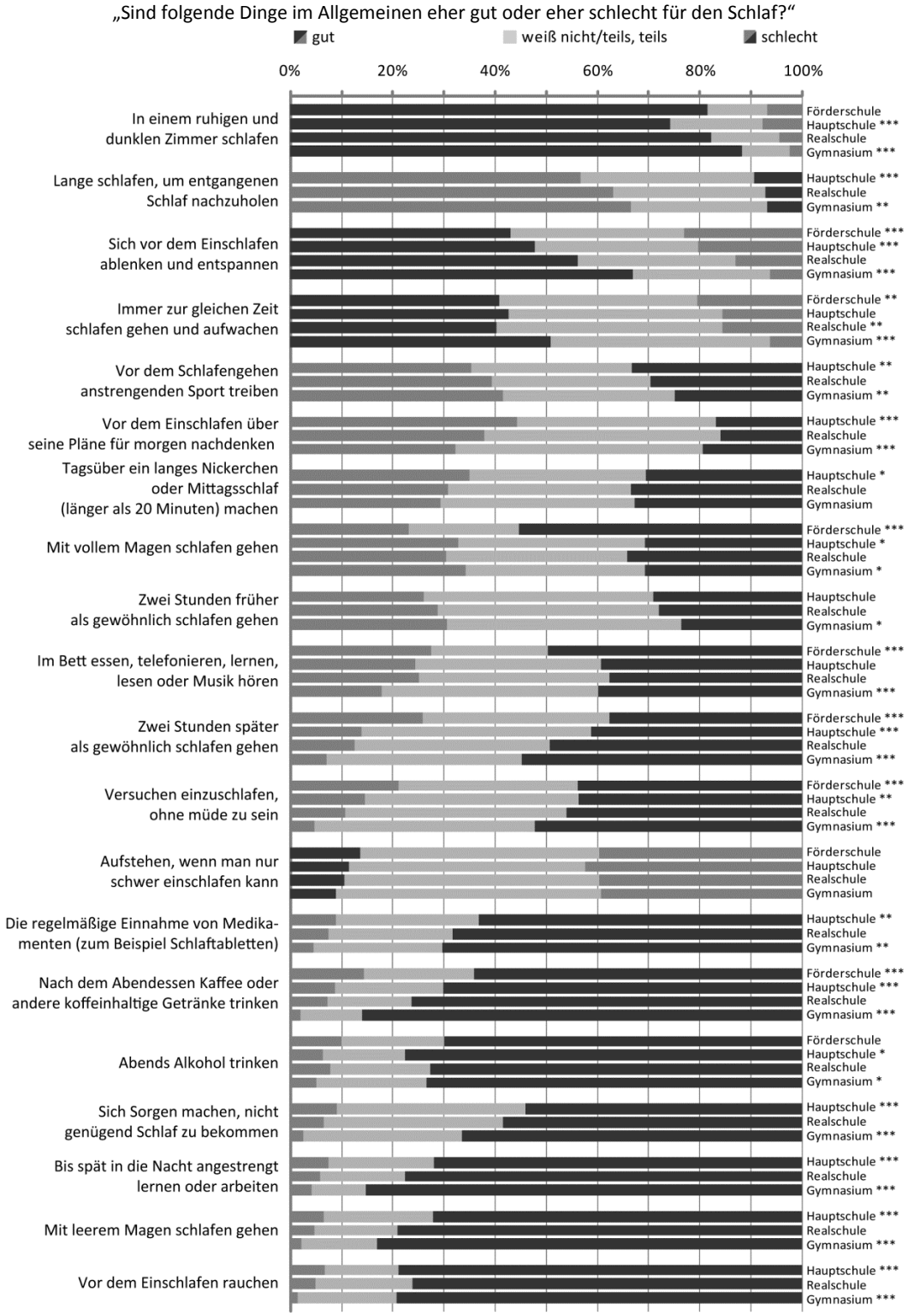
Projekt MMSM 2009-2012 | Die Prozente der Antworten, die die Antwortkategorie „richtig“ gewählt haben, bezeichnet der linke Balken. Die theoretisch korrekte Antwortkategorie ist Dunkelgrau eingefärbt. | Die Prozentwerte sind innerhalb der Schultypen nach Klassenstufen gewichtet (Klassenstufen 5 bis 9, anteilig 20 %). | Signifikante Mittelwertunterschiede (Chi^2-Test) im Vergleich richtiger und falscher Antworten eines Schultyps zu allen anderen Schultypen sind mit Asterisken bezeichnet: * = signifikant auf dem 5 %-Niveau, ** = signifikant auf dem 1 %-Niveau, *** = signifikant auf dem 0,1 %-Niveau.

Abbildung 75: Schlafwissen nach Klassenstufe



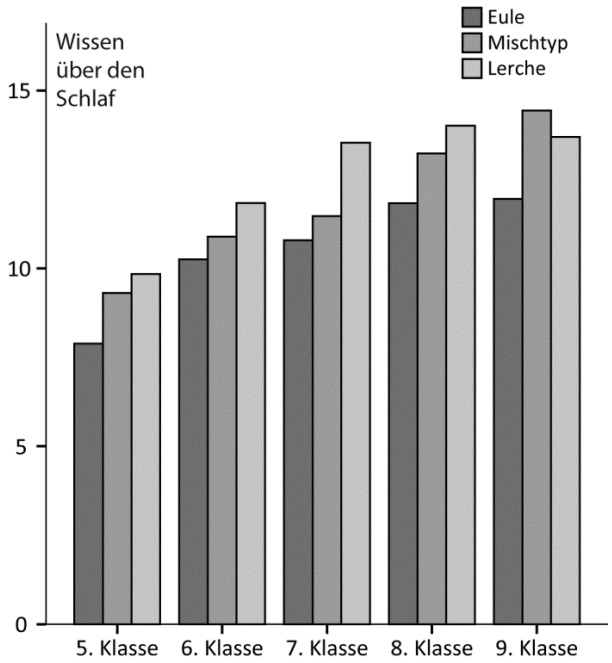
Projekt MMSM 2009-2012 | Die Prozente der Antworten, die die Antwortkategorie „richtig“ gewählt haben, bezeichnet der linke Balken. Die theoretisch korrekte Antwortkategorie ist Dunkelgrau eingefärbt. | Die Prozentwerte sind nach Schultypen gewichtet; Förderschüler wurden nicht in die Analyse aufgenommen. | Signifikante Mittelwertunterschiede (Chi^2-Test) im Vergleich richtiger und falscher Antworten einer Klassenstufe zu allen anderen Klassenstufen sind mit Asterisken bezeichnet: * = signifikant auf dem 5 %-Niveau, ** = signifikant auf dem 1 %-Niveau, *** = signifikant auf dem 0,1 %-Niveau.

Abbildung 76: Schlafwissen (Teil 2) nach Schultyp



Projekt MMSM 2009-2012 | Die Prozente der Antworten, die die Antwortkategorie „gut“ gewählt haben, bezeichnet der linke Balken. Die theoretisch korrekte Antwortkategorie ist Dunkelgrau eingefärbt. | Die Prozentwerte sind innerhalb der Schultypen nach Klassenstufen gewichtet (Klassenstufen 5 bis 9, anteilig 20 %). | Signifikante Mittelwertunterschiede (Chi2-Test) im Vergleich der Antwortkategorien „gut“ und „schlecht“ eines Schultyps zu allen anderen Schultypen sind mit Asterisken bezeichnet: * = signifikant auf dem 5 %-Niveau, ** = signifikant auf dem 1 %-Niveau, *** = signifikant auf dem 0,1 %-Niveau.

Abbildung 77: Schlafwissen und Chronotyp (CSM), Klassenstufe



Der Summenscore „Wissen über Schlaf“ hat 39 Items und erstreckt sich von -39 bis +39 Punkten. Höhere Werte bedeuten mehr richtige Antworten. | Gewichtet nach Schultypen (nur Hauptschule, Realschule, Gymnasium) | Projekt MMSM 2009-2012

Das Wissen über schlafhygienisch richtiges Verhalten führt nach unseren beiden Regressionsmodellen (CSM und MSFsc, Tabelle 30) zu mehr Morgenorientierung (Morningness), unter Berücksichtigung der Kontrollvariablen.

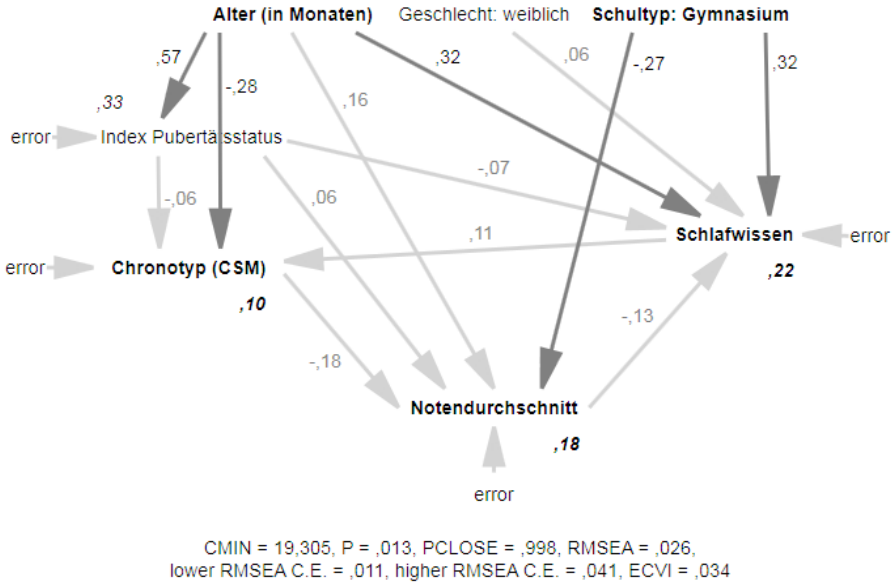
Tabelle 30: Regression, Schlafwissen -> Chronotyp (CSM, MSFsc)

	Model A: Chronotyp (CSM)		Model B: Schlafmittelpunkt (MSFsc)	
	ß	p	*ß*	p
(Konstante)		<0,001		0,000
Schlafwissen	0,109	<0,001	-0,169	<0,001
Alter (in Monaten)	-0,226	<0,001	0,339	<0,001
Index Pubertätsstatus	-0,108	0,001	0,119	<0,001
Geschlecht: weiblich	-0,020	0,332	-0,072	<0,001
Schultyp: Gymnasium	0,054	0,015	-0,130	<0,001
Korrigiertes R^2		0,104		0,230

n = 2.149; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Index Schlafwissen: Summenscore aus Schlafvorstellungen in Abbildung 74 und Abbildung 76, hohe Werte bedeuten größeres Wissen; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule. Projekt MMSM 2009-2012

Die Strukturgleichung (Abbildung 78) berücksichtigt darüber hinaus den Notendurchschnitt und zeigt, dass Morgentypen über mehr Schlafwissen verfügen. Gymnasiasten verfügen über mehr Schlafwissen. Interessant ist, dass das Schlafwissen zwar mit dem Alter stark zunimmt, aber gegenläufig dazu mit fortschreitender Pubertät abnimmt.

Abbildung 78: Strukturgleichung, Schlafwissen -> Chronotyp (CSM)

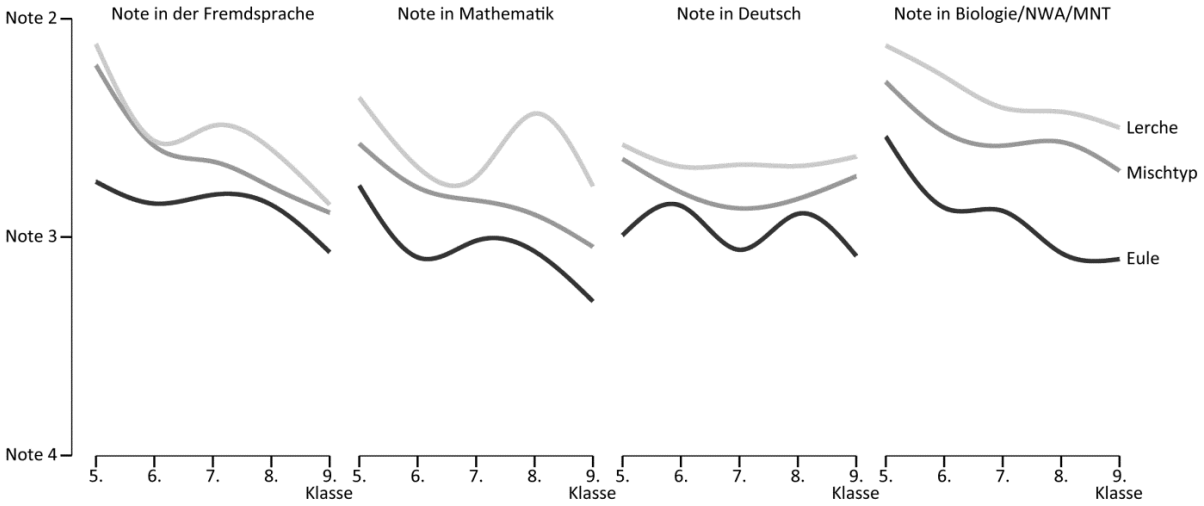


n = 2.149; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Index Schlafwissen: Summenscore aus Schlafvorstellungen in Abbildung 74 und Abbildung 76, hohe Werte bedeuten größeres Wissen; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Notendurchschnitt: letzte Zeugnisnote in den Fächern 1. Fremdsprache, Mathematik, Deutsch und Biologie; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule. Projekt MMSM 2009-2012

5.11. Schulische Leistung und Chronotyp

Morgentypen haben bessere Schulnoten als Abendtypen. Dies zeigen die signifikanten Korrelationen in den Klassenstufen 5 bis 9 (bei Kontrolle des Schultyps und der Klassenstufe; Abbildung 79): Fremdsprache ($r = -0{,}112$, $p < 0{,}001$, $n = 2.527$), Mathematik ($r = -0{,}160$, $p < 0{,}001$, $n = 2.584$), Deutsch ($r = -0{,}117$, $p < 0{,}001$, $n = 2.569$) und Biologie/NWA/MNT/MeNuK ($r = -0{,}215$, $p < 0{,}001$, $n = 2.506$).

Abbildung 79: Schulnoten und Chronotyp (CSM), Klassenstufe



Fälle gewichtet nach Schultyp | Projekt MMSM 2009-2012

Etwa 20 % der Unterschiede im Notendurchschnitt der Jugendlichen werden in der Regression (Tabelle 31) durch unsere unabhängigen Variablen erklärt. Morgentypen schneiden in der Schule besser ab, unabhängig von Geschlecht, Alter und Schultyp.

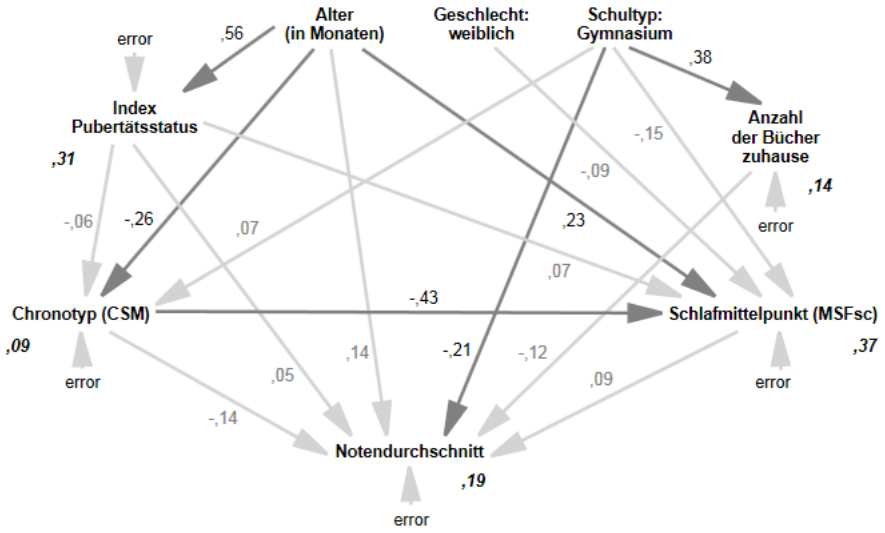
Tabelle 31: Regression, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Schulnoten

	Notendurchschnitt	
	β	p
(Konstante)		<0,001
Chronotyp (CSM)	-0,141	<0,001
Schlafmittelpunkt (MSFsc)	0,087	<0,001
Alter (in Monaten)	0,136	<0,001
Index Pubertätsstatus	0,054	0,010
Geschlecht: weiblich	-0,009	0,621
Schultyp: Gymnasium	-0,212	<0,001
Anzahl der Bücher zuhause	-0,120	<0,001
Korrigiertes R^2		0,195

n = 2.770; Notendurchschnitt: letzte Zeugnisnote in den Fächern Fremdsprache, Mathematik, Deutsch und Biologie; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Anzahl der Bücher zuhause: Wie viele Bücher gibt es ungefähr bei dir zu Hause? von 1 = „keine oder sehr wenige (0-10 Bücher)“ bis 5 = „drei oder mehr Regale (mehr als 200 Bücher)“. | Projekt MMSM 2009-2012

Auch das komplexere multivariate Modell, die Strukturgleichung, kommt zu ähnlichen Ergebnissen wie die Regression (Abbildung 80). Des Weiteren ist diesem Pfaddiagramm zu entnehmen, dass Gymnasiasten zuhause über weitaus mehr Bücher verfügen als Realschüler, Hauptschüler oder Förderschüler.

Abbildung 80: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Schulnoten

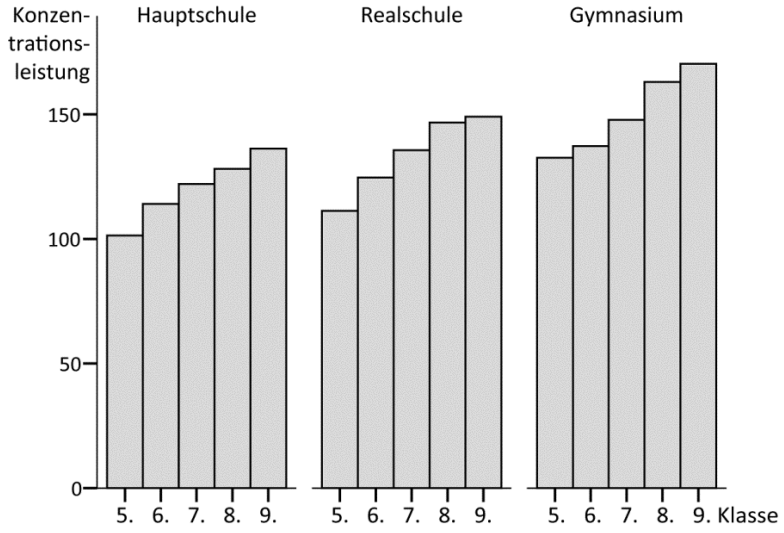


n = 2.770; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Notendurchschnitt: letzte Zeugnisnote in den Fächern Fremdsprache, Mathematik, Deutsch und Biologie; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Anzahl der Bücher zuhause: Wie viele Bücher gibt es ungefähr bei dir zu Hause? von 1 = „keine oder sehr wenige (0-10 Bücher)“ bis 5 = „drei oder mehr Regale (mehr als 200 Bücher)“. | Projekt MMSM 2009-2012

5.12. Aufmerksamkeit und Chronotyp

Die kurzzeitige Konzentrationsleistung im 5-minütigen Aufmerksamkeitstest steigt mit ansteigender Klassenstufe ($r = 0{,}391$, $p < 0{,}001$, $n = 2.487$; bei Kontrolle des Schultyps; Abbildung 81).

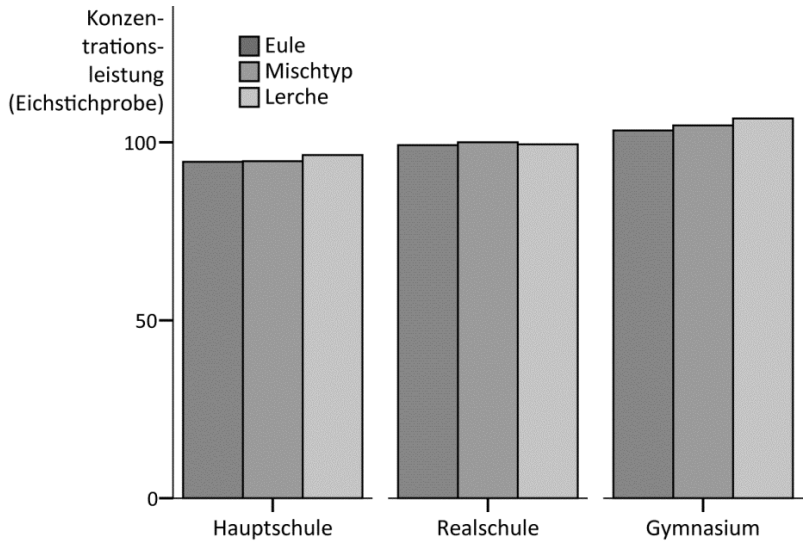
Abbildung 81: Konzentrationsleistung und Schultyp, Klassenstufe



Konzentrationsleistung gemäß d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test | Projekt MMSM 2009-2012

Der Zusammenhang zwischen Chronotyp und Konzentrationsleistung (geeicht) ist signifikant (r = 0,054, p < 0,01, n = 2.487, bei Kontrolle des Schultyps; Abbildung 82).

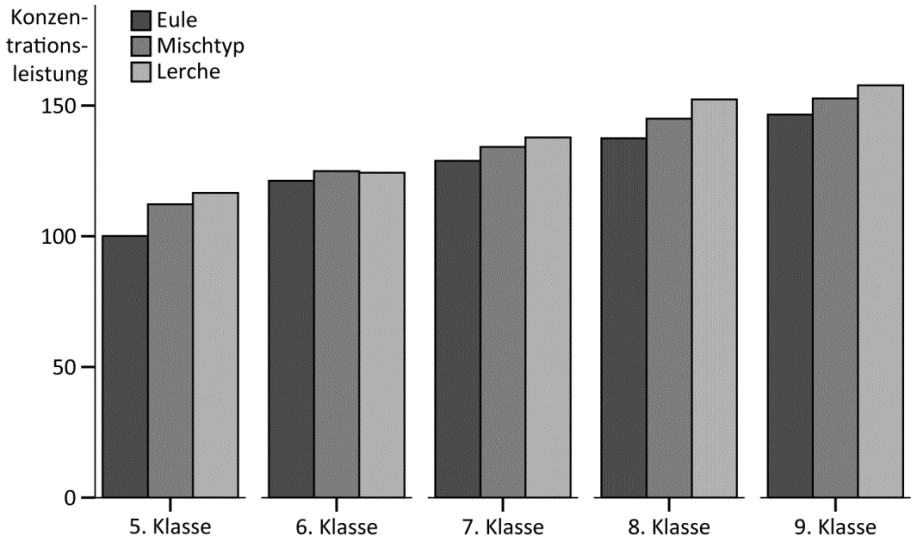
Abbildung 82: Konzentrationsleistung (geeicht) und Chronotyp (CSM), Schultyp



Konzentrationsleistung gemäß d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test, geeicht nach Altersstufen der deutschen Eichstichprobe |Klassenstufen 5 bis 9 | Projekt MMSM 2009-2012

Die Korrelation zwischen Chronotyp und Konzentrationsleistung ist signifikant (r = 0,079, p < 0,001, n = 2.487, bei Kontrolle der Klassenstufe; Abbildung 83).
Werden Klassenstufe und Schultyp zugleich kontrolliert, ergeben sich r = 0,036, ns, für die Konzentrationsleistung und r = 0,040, p < 0,05, für die geeichte Konzentrationsleistung.

Abbildung 83: Konzentrationsleistung und Chronotyp (CSM), Klassenstufe



Konzentrationsleistung gemäß d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test | gewichtet nach Schultypen | Projekt MMSM 2009-2012

Wenn der Einfluss vieler Variablen auf die Aufmerksamkeitsleistung gleichzeitig getestet wird, bleibt der Chronotyp weiterhin ein schwach signifikanter Determinant (Tabelle 32). Die Aufmerksamkeitsleistung steigt jedoch vor allem mit zunehmendem Alter an.

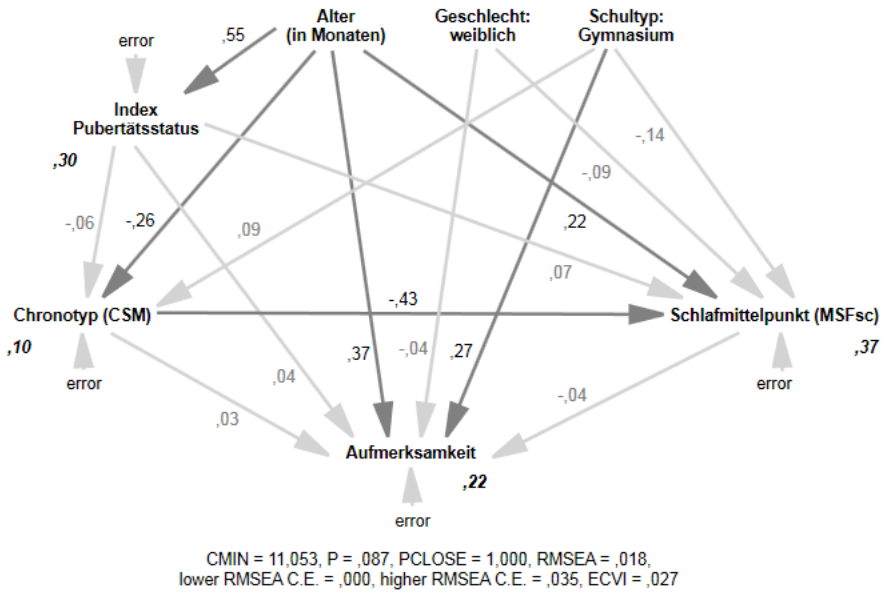
Tabelle 32: Regression, Chronotyp (CSM) -> Aufmerksamkeit

	Aufmerksamkeit	
	β	p
(Konstante)		<0,001
Chronotyp (CSM)	0,043	0,020
Alter (in Monaten)	0,359	<0,001
Index Pubertätsstatus	0,041	0,049
Geschlecht: weiblich	-0,033	0,061
Schultyp: Gymnasium	0,280	<0,001
Korrigiertes R^2		0,219

n = 2.562; Aufmerksamkeit: d2-Aufmerksamkeits-Belastungstest, höhere Werte indizieren größere Aufmerksamkeit; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule. | Projekt MMSM 2009-2012

In komplexeren Modellen stellt sich dann der Einfluss des Chronotyps auf die Aufmerksamkeitsleistung als unbedeutend heraus (Abbildung 84, Tabelle 33).

Abbildung 84: Strukturgleichung, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Aufmerksamkeit



n = 2.562; generiert mit AMOS; standardisierte Regressionskoeffizienten (in recto, unter 0,200 in Grau), R^2 (in kursiv); Aufmerksamkeit: d2-Aufmerksamkeits-Belastungstest, höhere Werte indizieren größere Aufmerksamkeit; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlen-

de Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule. | Projekt MMSM 2009-2012

Interessanterweise stellte sich heraus, dass die Aufmerksamkeitsleistung tageszeitbedingt ist. Früh am Morgen war die Aufmerksamkeit höher als später. Gleichzeitig war die Aufmerksamkeitsleistung höher, wenn der Proband schon längere Zeit wach war. Schüler mit besseren Schulnoten lieferten auch eine bessere Aufmerksamkeit im Test. Auch Koffeinkonsum steigerte die Aufmerksamkeit leicht (Tabelle 33).

Tabelle 33: Regression, Chronotyp (CSM, MSFsc) -> Aufmerksamkeit

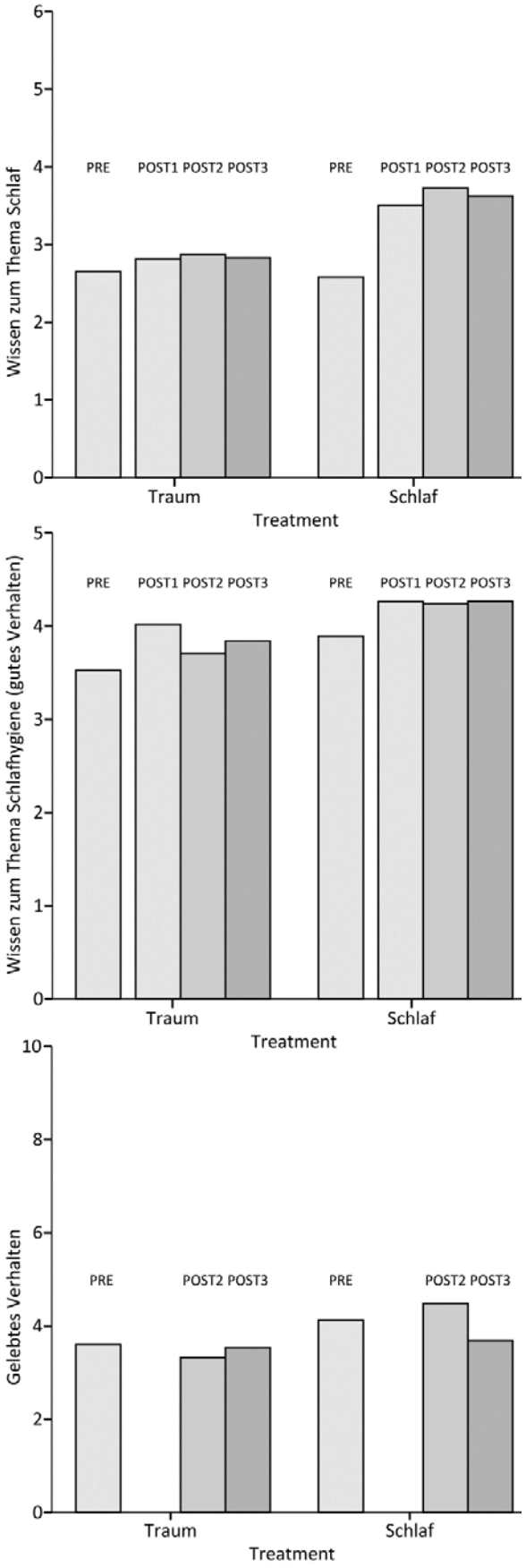
	Aufmerksamkeit	
	β	p
(Konstante)		<0,001
Chronotyp (CSM)	0,009	0,677
Schlafmittelpunkt (MSFsc)	-0,027	0,236
Beginn des Aufmerksamkeitstests	-0,135	0,005
Beginn des Aufmerksamkeitstests minus aktuelle Aufstehzeit	0,106	0,027
Alter (in Monaten)	0,361	0,000
Index Pubertätsstatus	0,047	0,025
Wie häufig (Lebensmittel) ...Koffeinhaltige Getränke	0,047	0,016
Geschlecht: weiblich	-0,039	0,030
Schultyp: Gymnasium	0,258	<0,001
Notendurchschnitt	-0,084	<0,001
Korrigiertes R^2		0,229

n = 2.562; Aufmerksamkeit: d2-Aufmerksamkeits-Belastungstest, höhere Werte indizieren größere Aufmerksamkeit; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; Beginn des Aufmerksamkeitstests: Uhrzeit in Stunden/Minuten; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Koffeinhaltige Getränke: 0 = nie, 5 = täglich/fast täglich; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Notendurchschnitt: letzte Zeugnisnote in den Fächern 1. Fremdsprache, Mathematik, Deutsch und Biologie. | Projekt MMSM 2009-2012

5.13. Unterrichtsentwurf mit Begleitevaluation

279 Schüler lieferten gültige Antworten zu allen Fragen der Unterrichtsevaluation und konnten somit in der Auswertung berücksichtigt werden. Die Häufigkeiten verteilten sich wie folgt: 143 Jungen, 136 Mädchen; 140 in der Treatmentgruppe (Chronotyp), 139 in der Kontrollgruppe (Traum); 35 Abendtypen (pre), 180 Mischtypen (pre), 64 Morgentypen (pre); 42 Abendtypen (post), 170 Mischtypen (post), 67 Morgentypen (post). Die Sechstklässler waren zum Befragungszeitpunkt durchschnittlich 12,51 (SD = 0,46) Jahre alt.

Abbildung 85: Auswirkung des Unterrichts auf Wissen und Verhalten



n = 279; höhere Werte auf der y-Achse bedeuten mehr Wissen bzw. besseres Verhalten. | Projekt MMSM 2009-2012

Tabelle 34: Varianzanalyse, Treatment -> Wissen zum Thema Schlaf

	Wilks' λ	F		η^2	p
			POST Wissen	0,000	0,906
Geschlecht	0,962	3,6	POST2 Wissen	0,021	0,015
			POST3 Wissen	0,024	0,009
			POST Wissen	0,048	0,000
Treatment	0,899	10,2	POST2 Wissen	0,067	0,000
			POST3 Wissen	0,059	0,000
			POST Wissen	0,204	0,000
PRE Wissen	0,771	27,0	POST2 Wissen	0,095	0,000
			POST3 Wissen	0,086	0,000
			POST Wissen	0,224	
Korrigiertes R^2			POST2 Wissen	0,157	
			POST3 Wissen	0,144	

Tabelle 35: Varianzanalyse, Treatment -> Wissen zum Thema Schlafhygiene

	Wilks' λ	F		η^2	p
			POST gutes Verhalten	0,013	0,055
Geschlecht	0,986	1,3	POST2 gutes Verhalten	0,001	0,670
			POST3 gutes Verhalten	0,003	0,376
			POST gutes Verhalten	0,004	0,312
Treatment	0,975	2,3	POST2 gutes Verhalten	0,017	0,030
			POST3 gutes Verhalten	0,017	0,029
			POST gutes Verhalten	0,061	0,000
PRE gutes Verhalten	0,859	15,0	POST2 gutes Verhalten	0,116	0,000
			POST3 gutes Verhalten	0,073	0,000
			POST gutes Verhalten	0,074	
Korrigiertes R^2			POST2 gutes Verhalten	0,132	
			POST3 gutes Verhalten	0,091	

Tabelle 36: Varianzanalyse, Treatment -> gelebtes Verhalten

	Wilks' λ	F		η^2	p
Geschlecht	0,989	1,6	POST2 gelebtes Verhalten	0,008	0,133
			POST3 gelebtes Verhalten	0,008	0,150
Treatment	0,968	4,6	POST2 gelebtes Verhalten	0,023	0,012
			POST3 gelebtes Verhalten	0,001	0,551
PRE gelebtes Verhalten	0,650	76,3	POST2 gelebtes Verhalten	0,203	0,000
			POST3 gelebtes Verhalten	0,317	0,000
Korrigiertes R^2			POST2 gelebtes Verhalten	0,229	
			POST3 gelebtes Verhalten	0,318	

n = 279; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Treatment: 0 = Unterrichtsentwurf „Traum“ (Kontrollgruppe), 1 = Unterrichtsentwurf „Chronobiologie“ (Treatmentgruppe); Wissen: auf einer Skala von -6 bis 6 Punkten (höhere Werte bedeuten mehr richtige Antworten); gutes Verhalten: auf einer Skala von -5 bis 5 (höhere Werte bedeuten mehr richtige Antworten); gelebtes Verhalten: auf einer Skala von -10 bis 10 (höhere Werte bedeuten besseres Verhalten) | Projekt MMSM 2009-2012

Die Ergebnisse der Begleitforschung zeigen, dass die Schüler der Treatmentgruppe sich im (abstrakteren) Wissen über die physiologischen Abläufe des Schlafs im Vergleich zur Kontrollgruppe verbessern konnten (Tabelle 34). Über richtiges schlafhygienisches Verhalten wissen die Schüler schon vor dem Unterricht zum Thema Schlaf recht gut Bescheid (Abbildung 85) und verbesserten auch hier ihren Wissensstand im Vergleich zur Kontrollgruppe „Traum“ (Tabelle 35). Eine Woche nach dem Unterricht war ein positiver Effekt des Unterrichts zum Thema Chronobiologie auf das Schlafverhalten messbar (Tabelle 36). Die Durchschnittswerte im gelebten Verhalten waren relativ niedrig (Abbildung 85).

6. Diskussion

Jugendliche orientieren sich mit ansteigendem Alter hin zum Abendtyp. Die Tagesschläfrigkeit an Schultagen und das „Abschlafen“ des Schlafdefizits am Wochenende ist die unmittelbare Konsequenz. Gründe dafür sind im Biorhythmus, in der Persönlichkeit und im sozialen Umfeld des Schülers zu suchen.

6.1. Chronotyp

Der Zusammenhang zwischen Alter und Chronotyp bei Heranwachsenden ist hinreichend bekannt (Carskadon et al. 1980) und konnte hier wiederholt bestätigt werden. Dieser erwartete Zusammenhang wird als „pubertal drift to eveningness“ bezeichnet (Carskadon et al. 1993; Hagenauer et al. 2009), der sich einerseits durch hormonelle Veränderungen der Pubertät, andererseits durch die Übernahme neuer sozialer Rollen erklären lässt. Ein früherer Chronotyp bei Mädchen konnte in unseren Daten mit der CSM nicht nachgewiesen werden. Mädchen berichteten jedoch über einen signifikant früheren Schlafmittelpunkt (MSFsc) als Jungen. Der durch Selbstauskunft der Schüler erhobene Pubertätsstatus erwies sich als genau genug, um in der Analyse Zusammenhänge mit dem Chronotyp sichtbar zu machen: sowohl CSM-Werte als auch MSFsc korrelierten signifikant mit dem Pubertätsstatus. In der Pubertät weiter entwickelte Schüler lebten und präferierten bei Kontrolle von Alter und Geschlecht einen späteren circadianen Rhythmus. Der Schultyp erwies sich als sinnvolle soziale Hintergrundvariable: Gymnasiasten hatten einen früheren Chronotyp als Schüler anderer Schultypen.

6.2. Bettgehzeiten, Aufstehzeiten und Schlafmittelpunkt

Interessanterweise verspätete sich nicht nur der circadiane Rhythmus der Abendtypen, sondern auch der Rhythmus der Morgentypen driftete mit ansteigendem Alter in Richtung Abendorientierung. Als Erklärung kann vermutet werden, dass sich Konzepte davon, was „früh“ und was „spät“ ist, mit ansteigendem Alter der Jugendlichen ändern und immer relativ im Vergleich mit Peers zu betrachten sind. Der verspätete Rhythmus ging mit verkürzter Schlafdauer einher. Der Schlaf verspätete sich und die Schlafdauer verkürzte sich für alle Schüler mit zunehmendem Alter, wie auch durch Carskadon (2002a, 2011) beschrieben. Die Schüler der Klassenstufe 9 schliefen mit durchschnittlich 7h 56min eine Stunde weniger als die empfohlenen 9-10 Stunden. Es verwundert also nicht, warum sich Schüler dieser Altersstufe nach Strauch & Meier (1988) 1,7 Stunden mehr Schlaf wünschen. Die Schlafdauer unserer Schüler ist in Klasse 9 zwar vor Schultagen und übereinstimmend mit Spilsbury et al. (2004), Loessl et al. (2008) und Paraskakis et al. (2008) weit kürzer als wünschenswert, jedoch nicht so extrem verkürzt wie die Schlafdauer Koreanischer Jugendlicher mit nur 6,4 Stunden vor Schultagen (Shin et al. 2003). Problematisch an der verkürzten Schlafdauer ist, dass insbesondere der erholsame Tiefschlaf (Slow-Wave-Sleep) in Rela-

tion zur gesamten Schlafdauer bei Schülern mit zunehmendem Alter der Jugendlichen abnimmt (Ohayon et al. 2004).
Erste Studien zur Schlafdauer von Schulkindern gab es bereits vor 100 Jahren, beispielsweise von Terman und Hocking (1913). Es wird weithin angenommen, dass Kinder und Jugendliche heute weniger schlafen als Jahrzehnte zuvor, jedoch fassten Matricciani et al. (2011b) in einer Rückschau auf 51 Studien zusammen, dass es keine konsistenten und belastbaren Hinweise darauf gibt, dass sich die Schlafdauer von Kindern in den letzten Jahrzehnten verkürzt hat. Auch Randler (2009b) verglich die Schlafdauer von Jugendlichen im Alter von 10 bis 14 Jahren in 1907 mit der Schlafdauer in 2007 und fand keine Unterschiede. In einer zweiten, umfassenderen Zusammenschau von 218 Studien stellen Matricciani et al. (2011a) demgegenüber aber einen Rückgang der Schlafdauer von Kindern und Jugendlichen um 0,75 Minuten pro Jahr während der letzten 100 Jahre fest.
Die Bettgehzeit und Aufstehzeit am Wochenende lagen den individuell präferierten Zeiten (vgl. Chronotyp) näher als die Bettgehzeit und Aufstehzeit vor/an Schultagen. Die Schüler lebten also am Wochenende verstärkt nach ihrem eigenen Rhythmus und schliefen später als an Schultagen. Acebo und Carskadon (2002), Andrade et al. (1993) sowie Eliasson et al. (2002) kamen zu gleichen Ergebnissen. Der in Deutschland frühe Schulbeginn liegt für alle Schüler zwischen 7:30 und 8:10 Uhr. Er ist der stärkste soziale Zeitgeber der Jugendlichen und synchronisiert den Schlafrhythmus aller Schüler auf einen gemeinsamen und frühen Tagesbeginn. Der frühe Schulbeginn beeinträchtigt den Schlafrhythmus der Schüler höherer Klassenstufen stärker als den von Fünftklässlern. Insbesondere beschneidet er den Schlafrhythmus der Abendtypen, welche mit einem erheblichen Schlafdefizit in den Schultag starten. Realschüler und Gymnasiasten stehen an Schultagen früher auf, weil ihre erste Stunde früher beginnt als in Förderschulen und Hauptschulen und weil sie einen längeren Schulweg als Hauptschüler haben. Der spätere Tagesrhythmus der Hauptschüler lässt übereinstimmend mit Dollman et al. (2007) neben späteren Unterrichtszeiten auch auf einen Einfluss des sozialen Hintergrunds dieser Jugendlichen schließen.
Die hohe Korrelation von CSM und MSFsc zeigt, dass diese ähnliche, aber nicht identische Konstrukte messen, nämlich tatsächlichen Schlafrhythmus und präferierten Schlafrhythmus. Mädchen gingen beispielsweise früher zu Bett als Jungen und hatten einen früheren Schlafmittelpunkt (MSFsc), vergleiche Lee et al. (1999) und Gaina et al. (2005a), präferierten aber keinen früheren Chronotyp (CSM) als Jungen.

6.3. Schlafhygiene und Chronotyp

Es wurde deutlich, dass Abendtypen durch frühe Bettgehzeiten vor Schultagen ihren individuellen Schlafrhythmus vorverlegen müssten, dies aber nicht umsetzten können. Abendtypen werden häufiger von ihren Eltern ins Bett geschickt. Am Wochenende gehen Abendtypen vermehrt schlafen, weil sie müde und schläfrig sind. Hier zeigt sich nochmals, dass Abendtypen ihren individuellen Schlafrhythmus nur am Wochenende leben können. Darüber hinaus weisen die Ergebnisse deutlich darauf hin, wie stark die Unterschiede zwischen Abendtypen und Morgentypen in der Zeitorientierung sind: Morgentypen gehen –

mit bemerkenswert hohem Abstand zu Abendtypen – vornehmlich schlafen mit dem Ziel, am nächsten Tag ausgeschlafen zu sein.
Die Items aus ASWS, ASHS und PDSS konnten erfolgreich in sechs Phasen des circadianen Rhythmus eingeteilt werden und tragen auf diese Weise dazu bei, die Schwierigkeiten, mit denen jugendliche Abendtypen im Schulalltag konfrontiert werden, zu verstehen. Es zeigte sich, dass ein später Chronotyp bei weitem der beste Prädiktor für Probleme in den sechs Phasen des circadianen Rhythmus war. Die circadianen Rhythmusprobleme vergrößerten sich mit ansteigendem Alter. Darüber hinaus validierten die sechs Phasen des circadianen Rhythmus die CSM als ein wertvolles Instrument zur Messung des Chronotyps. Sie belegen, dass eher abendliche Schlafhygiene (Phasen 1 und 2) als Schlafqualität (Phasen 3 und 4) den Chronotyp beeinflussen könnten. Ein später Chronotyp (CSM) ist ein starker Indikator für Schwierigkeiten, morgens wach zu werden (Phase 5). Jeder Schüler muss aber morgens zur gleichen Zeit in der Schule sein, ganz egal ob die frühe Schulzeit dem individuellen Rhythmus widerspricht und die Schüler später aufstehen würden, wenn sie könnten. Dieses Ergebnis unterstreicht, dass die frühen Schulanfangszeiten für ältere Jugendliche physiologisch unangemessen sind (Carskadon 2002a). Abends haben Jugendliche mehr Entscheidungsfreiheiten und berichten deswegen über weniger Probleme in den Phasen 1 und 2 als in Phase 5.
Andererseits könnte der starke Zusammenhang zwischen Problemen in Phase 5 und Eveningness darin begründet sein, dass den Items, die sich mit präferierten Aufstehzeiten befassen (Items 1, 3, 4, 5, 6, 10, 11 und 12), in der CSM-Skala mehr Raum eingeräumt wird. Dies ist der Fall, weil die präferierte Aufstehzeit ein besserer Prädiktor für circadiane Präferenzen darstelle als die präferierte Bettgehzeit (Smith et al. 1989). Einige Forscher sprachen sich deshalb dafür aus, in einer Kurzversion der CSM nur diejenigen Items der CSM einzusetzen, die Fragen zu präferierten Aufstehzeiten enthalten und nannten diese Kurzskala den „Morning Affect Factor“ (Brown 1993; Caci et al. 2005a; Caci et al. 2009; Di Milia & Bohle 2009).
Mädchen berichteten über mehr Probleme im circadianen Rhythmus als Jungen. Dieses Ergebnis entspricht Lazaratou et al. (2005). Dennoch ist dieses Ergebnis überraschend, weil keine Geschlechtsunterschiede hinsichtlich des Chronotyps messbar waren und lässt den Schluss zu, dass Mädchen die gleichen Probleme als gravierender betrachen als Jungen.
Der starke Zusammenhang zwischen spätem Chronotyp und schlechterer Schlafhygiene zeigt, dass eine gute Schlafhygiene die Abendtyporientierung der Jugendlichen vermindern könnte. Ihr circadianer Rhythmus entfernt sich mit ansteigendem Alter mehr und mehr von sozial erwünschten Schlafenszeiten. In der Konsequenz sammeln Jugendliche über die Schulwoche eine zunehmende Schlafschuld, so dass das frühe Aufstehen und die damit verbundene Chance einer guten Schulbildung für Abendtypen zur Herausforderung werden. Eine unangemessene Schlafumgebung war vor allem bei Hauptschülern vorzufinden und korrelierte stark mit Schwierigkeiten, rechtzeitig schlafen zu gehen.

6.4. Ernährung und Chronotyp

Wie Schubert und Randler (2008) fanden wir für Jungen heraus, dass Morgentypen kontrollierter Essen als Abendtypen. Weibliche wie männliche Abendtypen essen bei Kontrolle des Alters unkontrollierter oder aus Kummer. Übereinstimmend Fleig und Randler (2009) fanden wir vermehrten Alkohol-, Nikotin- und Koffeinkonsum bei Abendtypen. Zusätzlich war auch der Zusammenhang zwischen vermehrtem Süßigkeitenkonsum und Abendorientierung signifikant.
Der ungesunde Lebensmittelkonsum der Abendtypen kann einerseits direkt die Folge ihres Schlafverhaltens sein: Abendtypen leben wochentags gegen ihren Biorhythmus, sind ständig übermüdet und konsumieren in der Folge Stimulanzien und Hypnotika um sich wachzuhalten beziehungsweise um einschlafen zu können, essen unkontrolliert, erreichen in Folge dessen einen höheren Body-Mass-Index und verstärken eine bereits vorhandene Abendorientierung. Heranwachsende Abendtypen könnten also mehr Koffein, Alkohol und Zigaretten konsumieren, weil sie ihren sozialen Jetlag (Wittmann et al. 2006) kompensieren müssen. Der starke Zusammenhang zwischen dem Konsum von Stimulanzien und Eveningness entspricht den Ergebnissen von Taillard et al. (1999) und Giannotti et al. (2002). Andererseits kann das ungesunde Konsumverhalten auch soziale Gründe haben und auf diese Weise Abendtypen generieren. So können falsche Essgewohnheiten in der Familie das Einschlafen behindern, beispielsweise durch Eltern, die nicht auf die gesunde Ernährung ihres Kindes achten. Das Konsumverhalten wäre dann die Ursache für ein verzögertes Schlafverhalten und auf diese Weise Abendorientierung antrainieren und verstärken. In dieser komplexen Wechselwirkung sind wie bei einer negativen Spirale sowohl Chronotyp und Essverhalten Ursache und Symptom zugleich, die sich gegenseitig verstärken.

6.5. Stress und Chronotyp

Die Rolle von alltäglichen Stressoren im Jugendalter ist komplex und ein sensibles Thema. Deshalb sind die Antworten besonders stark davon abhängig, wie die Fragen im Fragebogen formuliert sind. Der PQ misst nicht Stressoren in einer spezifischen Situation, sondern allgemeine Stressoren. Er misst auch nicht das Handeln in einer bestimmten stressigen Situation, denn dann wären die Antworten vermutlich in die entgegengesetzte Richtung gelagert, und Morgentypen würden angeben, mehr Stress zu empfinden, weil sie allgemein weniger mit Stresssituationen konfrontiert sind und im Umgang mit ihnen nicht so geübt sind wie die Abendtypen. Im Gegenteil dazu misst der PQ Einstellungen zu alltäglichen schwierigen Situationen, die Stress verursachen können. Befragte mit Erfahrungen mit solchen stressverursachenden Situationen – hier, Abendtypen – stimmen deswegen vermehrt den Items des PQs zu. Sie haben in ihrem bisherigen Alltag mehr Stress erlebt.
Mädchen wiesen höheren Stress auf, der sich auf die eigene Person (PQ Selbst) bezieht. Gleiche Ergebnisse berichteten in früheren Studien auch Compas et al. (1987) und Darling et al. (2007). Dieses Ergebnis kann darauf hinweisen, dass Mädchen in diesem Bereich der eigenen Person durch das frühere Einsetzen der Pubertät und durch die Erwartung der Übernahme anspruchsvollerer geschlechtsspezifischer Rollenbilder (Kolip 1994) mehr

Stress empfinden. Mädchen tendieren auch dazu, ihre Probleme, Sorgen und Ängste offener zu artikulieren als Jungen. Hinzu kommt, dass auch mit zunehmendem Alter die Suche nach der eigenen Identität zunimmt und Mädchen der Klassenstufen 8 und 9 physisch wie mental weiter entwickelt sind als Jungen gleichen Alters. Auch dieser Entwicklungsvorsprung der Mädchen könnte dazu führen, dass Mädchen sich stärker mit ihrer eigenen Person auseinandersetzen und auf Probleme fokussieren, die auf selbstbezogenen Stressoren beruhen.

Überraschenderweise erklärt die Durchschnittsnote nicht nur den relativ größten Anteil der Variation in PQ Schule, sondern auch in PQ Eltern und einen signifikanten Teil der Unterschiede der Dimension PQ Selbst. Schlechte Schulnoten können folglich ein guter Indikator für die Intensität alltäglicher Probleme in mehreren Lebensbereichen von Schülern sein.

Im Projekt MMSM hat sich bestätigt, dass Eveningness mit hoher Problemwahrnehmung korreliert. Zimmermann (2011) kamen zu vergleichbaren Ergebnissen bei Studierenden. Vermutlich geraten Abendtypen in der Schule und mit den Eltern vermehrt in Konflikt, weil sie einen anderen Rhythmus leben wollen, dies abends auch tun und dann an Schultagen unausgeschlafen sind. Die späten Schlafenszeiten, der resultierende Schlafentzug und die Tagesschläfrigkeit an Schultagen machen es Abendtypen schwer, den Alltag zu bewältigen und die neuen Erwartungen und sozialen Rollen des Erwachsenwerdens zu erfüllen. Das führt dann zu schlechten Schulnoten und mehr Stress in der Schule. Auf diese Weise kann unzureichender Schlaf an Schultagen die Anfälligkeit der Schüler für problematische Situationen direkt beeinflussen (Wolfson & Carskadon 2003) und Stimmungsschwankungen erklären (Talbot et al. 2010). Da wir Querschnittdaten analysieren, ist nicht auszuschließen, dass, in umgekehrter Kausalität, Prüfungsangst und Schulstress die Schüler nicht einschlafen lässt und das so aufkommende Schlafdefizit die Probleme verschärfen. Eine Kausalbeziehung lässt sich mit den Querschnittdaten nicht nachweisen, weshalb unsicher bleibt, ob es eher der späte Chronotyp ist, der über die resultierende Tagessschläfrigkeit psychische Probleme verursacht, oder ob es psychische Probleme sind, die die Jugendlichen abends wach halten, so dass der Schlafmittelpunkt sich durch psychische Probleme verspätet, obwohl ein früherer Chronotyp bevorzugt wird. Abendtypen geraten vermehrt in Konflikt mit den Eltern, weil sie sich weigern, früh schlafen zu gehen und weil sie in der Folge morgens am Frühstückstisch nicht hungrig sind, sondern unausgeschlafen, wortkarg und schlechter Laune, wobei diese Stimmungsschwankungen auf den Schlafentzug zurückzuführen sind (Kahngreene et al. 2006). Sie drohen den gesamten Tagesablauf der Familie im empfindlichsten Zeitfenster zu verzögern (Cofer et al. 1999) – genau dann, wenn die Kinder zur Schule und die Eltern zur Arbeit gehen müssen und daher Pünktlichkeit am wichtigsten ist. Die Ergebnisse dieser Studie passen gut zu Mecacci und Rocchetti (1998) sowie Buschkens et al. (2010), die über die größere Anfälligkeit der Abendtypen für Stress berichteten.

Interessanterweise stehen PQ Selbst und die beiden Chronotyp-Instrumente CSM und MSFsc in gegenläufigem Zusammenhang: Abendtypen berichten über größeren Stress mit der eigenen Person, während Jugendliche, die früher ins Bett gehen, auch über größeren Stress mit der eigenen Person berichten. Dieser Unterschied in PQ Selbst ist nicht zuletzt

auf das Geschlecht zurückzuführen. Die Probleme scheinen mit dem Alter und fortschreitender Pubertät nicht zu wachsen.. Die Durchschnittsnote, der Chronotyp und das Geschlecht die einflussreichsten Moderatoren der Problemwahrnehmung.
Da die Fragen nach psychischen Problemen in der Schule, mit den Eltern und der eigenen Person nicht Stress in einer spezifischen Situation abfragen, sondern Einstellungen zu potentiell problematischen Situationen, können die vermehrten Probleme der Abendtypen als größeres Misstrauen ihrer sozialen Umwelt gegenüber interpretiert werden. Die Ursachen für ihre Probleme in der Schule und im Elternhaus können direkt auf den späten Chronotyp und daraus resultierend auf schlechte Laune und schlechte Noten bezogen werden. Wegen ihrer späten Bettgehzeiten und des daraus resultierenden Schlafentzugs und Tagesschläfrigkeit an Schultagen haben Abendtypen mehr Probleme, die Erwartungen zu erfüllen, die unter anderem in der Schule und von den Eltern an sie gerichtet werden.

Zeitorientierung und Chronotyp: Schüler, die gedanklich eher der Vergangenheit oder unrealistischen Träumen nachhängen und generell gerne ein anderes Leben haben würden, beispielsweise so schnell wie möglich erwachsen sein, sind eher Abendtypen. Womöglich lasten auf Abendtypen psychische Probleme schwerer, so dass sie sich gedanklich lieber in andere Welten flüchten als Morgentypen, die zukunftsorientiert dem nächsten Tag zu begegnen. Abendtypen haben nicht zuletzt durch ihre Vergangenheitsorientierung ein schlechtes Zeitmanagement. Andererseits könnte man schlussfolgern, dass Abendtypen so viele Ideen und Pläne haben, welche sie sofort umsetzen möchten, dass der Tag nicht reicht und sie deswegen viel zu spät einschlafen. Adan et al. (2010b) zeigten, dass Abendtypen eher dysfunktional impulsiven Handlungen näherstehen als Morgentypen. Abendtypen schieben Handlungen eher auf als Morgentypen und haben eine verringerte Zukunftsorientierung (Díaz-Morales et al. 2008). Auch Hess et al. (2000) zeigten, dass Studierende mit Abendorientierung und höheren Werten in Neurotizismus eher dazu tendierten, universitäre Verpflichtungen aufzuschieben. Randler (2009a) stellte fest, dass Morgentypen vermehrt proaktiv handeln; das heißt dass sie eher Eigeninitiative zeigen und vorausplanen. Peetsma (2000) zeigte, dass eine zukunftsorientiere Zeitperspektive mit besserer Schulleistung korreliert.

6.6. Persönlichkeitswerte und Chronotyp

Vorherige Studien thematisierten die Verbindung zwischen Morningness-Eveningness und individuellen Charaktereigenschaften, mit teilweise widersprechenden Ergebnissen (Tsaousis 2010). Die vorliegende Studie untersuchte darüber hinaus erstmalig auch soziale (gesellschaftliche) Charaktereigenschaften mit dem Portrait-Values-Questionnaire (PVQ; Schwartz 2003). Der PVQ stellt die Assoziationen zwischen Persönlichkeit und Chronotyp in einen größeren gesellschaftlichen Kontext. Im Vergleich zu früheren Studien zu individuellen Persönlichkeitswerten haben wir neben Alter und Geschlecht auch weitere Variablen kontrolliert: Pubertätsstatus, Problemwahrnehmung und Religionsangehörigkeit. Außerdem waren unsere Befragten Schüler aller allgemeinbildenden Schulen, und nicht, wie in den meisten Studien zu diesem Thema, Studierende.

Morgentypen und Abendtypen unterschieden sich in ihrer Wertepräferenz. Abendtypen bevorzugten vermehrt individuelle Persönlichkeitswerte (Openness to change und Self-enhancement), während Morgentypen im Vergleich zu Abendtypen soziale Persönlichkeitswerte (Conservation und Self-transcendence) stärker akzeptierten. Abendtypen identifizierten sich stärker mit Werten, die ihre eigene Unabhängigkeit und Offenheit für neue Erfahrungen unterstützen. Ähnliche Ergebnisse berichten Hogben et al. (2007), Caci et al. (2005b), Killgore et al. (2007) und Díaz-Morales (2007). Die Ferne der Abendtypen zu sozial erwünschtem Verhalten äußerte sich wiederum in ihren größeren Problemen in der Erfüllung gesellschaftlicher Erwartungen (Mecacci & Rocchetti 1998; Vollmer et al. 2011). Morgentypen äußern eine höhere Akzeptanz von konservativen und sozialen Persönlichkeitswerten wie Security, Tradition und Conformity. Dieses Ergebnis entspricht den positiven Korrelationen von Morningness, Conscientiousness und Agreeableness (Tsaousis 2010). Morgentypen bevorzugten im Vergleich zu Abendtypen vermehrt die Persönlichkeitsdimension Self-transcendence. Diese Beziehung fand schon Wilson (1990) und betonte die größere Empathie der Morgentypen. Auch die Daten von Lange und Randler (2011) können bestätigt werden: sie fanden eine Korrelation zwischen Morningness und prosozialem Verhalten.

Jugendliche Abendtypen haben weniger Bindung zu sozialen Persönlichkeitswerten als Morgentypen. Dies hängt mit dem späteren Schlafrhythmus der Abendtypen zusammen, welcher den sozial tradierten frühen Aufstehzeiten entgegenläuft und die Abendtypen mit einem sozialen Jetlag belegt (Diskrepanz zwischen sozialer und physiologischer Zeit; Wittmann et al. 2006). Dadurch haben die Abendtypen nicht nur mit Müdigkeit im Unterricht zu kämpfen, sondern auch mit einer moralischen Stigmatisierung ihres späten Schlafrhythmus, kondensiert in dem Sprichwort „Der frühe Vogel fängt den Wurm“. Die Ergebnisse unterstreichen, dass Schlafentzug – welcher an Schultagen die Abendtypen betrifft – mit verminderter moralischer Urteilsfähigkeit in Zusammenhang steht (Killgore et al. 2007) und eher egoistisch entscheiden. In Erweiterung der Theorie von Schwartz (2010a) stehen Abendtypen häufiger im Zwiespalt zwischen Biologie und Kultur und müssen Kosten und Nutzen ihres Schlafverhaltens ausbalancieren, und entscheiden – insofern die Einschlafzeit aktiv beeinflussbar ist – sich häufig gegen die prosoziale Handlung früher Schlafenszeiten wie auch gegen frühe Aufstehzeiten und „entscheiden“ – insofern es eine Entscheidung ist – sich für ihren physiologisch und psychologisch geprägten späten Tagesrhythmus. Dies geschieht durch eine Abschwächung der Motivation für die moralische Verpflichtung des Einhaltens des früheren sozialen Tagesrhythmus. Andererseits halten sich Morgentypen scheinbar mühelos an die frühen sozialen Uhrzeiten und fügen sich darüber hinaus auch anderen moralisch eingebetteten sozialen Zwängen leichter, beispielsweise Regeln befolgen, Traditionen achten und bescheiden sein.

Jungen identifizierten sich vermehrt mit der Persönlichkeitsdimension Self-enhancement, während Mädchen Self-transcendence bevorzugten. Die stärkere Identifikation der Mädchen mit Self-transcendence und der Jungen mit dem dazu konträren Self-enhancement kann durch historisch gewachsene unterschiedliche Rollen erklärt werden, die Mädchen und Jungen in ihrer Sozialisation zugewiesen werden (Schwartz & Rubel-Lifschitz 2009). Darüber hinaus scheinen soziale Kontakte in der Sozialisation von Mädchen eine wichtiger

Rolle zu spielen, so dass eine Abweichung ihres circadianen Rhythmus von der Norm für Mädchen mit mehr Sanktionen verbunden ist (Matthews 1988).
Jugendliche, die Probleme mit ihren Eltern haben, bevorzugten vermehrt individuelle Werte und lehnten soziale Werte ab. Im Gegensatz dazu standen Jugendliche, die größere Probleme mit der eigenen Person haben, Conservation näher und Openness to change ferner. Unsere Daten verbinden somit Conservation (Vermeidung von Konflikten) und Unsicherheit mit der eigenen Person, können aber nicht die vermutete Verknüpfung zwischen Self-enhancement und größerer Ängstlichkeit (Schwartz 2010a) reproduzieren. Die Ergebnisse stehen in Einklang mit der Studie über Denkstile von Fabbri et al. (2007): Morgentypen stehen kulturellem Kollektivismus nahe und zeigen wenig Toleranz für Ungewissheit, während Abendtypen kreativen Ansätzen und kulturellem Individualismus zugeneigt sind.
Wertepräferenzen werden jedoch über die berücksichtigten Variablen hinausgehend durch komplexe Prozesse geformt und aktiviert, welche Bedürfnisse und Verantwortungsbewusstsein voraussetzen (Schwartz 2010a). Die Formung und Aktivierung von Werteeinstellungen in Menschen ist von zahlreichen psychologischen und gesellschaftlichen Faktoren abhängig, daher kontingent und nicht durch nur wenige Kontextvariablen erklärbar. Vor diesem Hintergrund ist die Erklärungskraft der Einflussvariablen unserer Studie zu verstehen.
Morgentypen sind besser in die Gesellschaft integriert. Die Akzeptanz von gesellschaftlichen Persönlichkeitswerten (Tradition, Conformity, Security) ist bei Jugendlichen allgemein gering, jedoch bei Morgentypen viel höher als bei Abendtypen. Dies zeigt, dass sich Morgentypen besser an die Gesellschaft anpassen als Abendtypen. Sie kommen folglich auch mit den sozialen Zeitgebern besser zurecht. Abendtypen hingegen stehen stärker den individuellen Persönlichkeitswerten nahe: sie möchten Spaß haben, das Leben genießen.

6.7. Soziales Umfeld und Chronotyp

Regelmäßige gemeinsame Mahlzeiten im Familienkreis, ein Einfamilienhaus und eine hohe Anzahl Bücher zu Hause korrelieren mit einem frühen Chronotyp. Das Ritual der täglichen gemeinsamen Mahlzeit ist ein wichtiger Zeitgeber, der die Schüler physiologisch (durch die Nahrungsaufnahme) wie psychisch auf das Schlafengehen vorbereitet und sollte durch weitere Ritualen in der Familie unterstützt werden (Körperpflege wie Zähne putzen, Dämmerlicht, lesen, Musik hören, entspannen). Die Anwesenheit beider Eltern sorgt für ein sozial erwünschtes frühes Schlafverhalten. Das legt die Vermutung nahe, dass zwei Eltern mehr Zeit mit ihren Kindern verbringen können und eher für eine sinnvolle Freizeitgestaltung sorgen, die die Kinder besser auf die Schlafenszeit vorbereitet – die Kinder werden dann nicht vor dem Fernseher oder Computer „geparkt“. Andererseits waren die Jugendlichen aus großen Haushalten mit vielen Familienmitgliedern eher abendorientiert. Übereinstimmend mit Nixon et al. (2008) konnte ein Einfluss jüngerer und älterer Geschwister nachgewiesen werden. Die Anwesenheit eines größeren Bruders führte hingegen dazu, dass die Heranwachsenden abends länger wach bleiben. Eine jüngere Schwester hatte den gegenteiligen Effekt. Vermutlich suchen die Eltern hier den Kompromiss und schicken Geschwister

zur selben Zeit schlafen oder die Kinder wollen gleich behandelt werden und passen sich gegenseitig an.
Den von Adam et al. (2007) gefundenen Effekt des bildungsfernen Elternhauses, der zu späteren Chronotypen der Kinder führt, konnte bestätigt werden. Der höchste Bildungsabschluss der Eltern hatte einen schwachen Einfluss auf den Chronotyp der Jugendlichen. Auch in der Variable „Schultyp" bestätigte sich dieser Zusammenhang: Jugendliche, die die Hauptschule besuchen, sind eher Abendtypen; Gymnasiasten sind eher Morgentypen. Es ist bekannt, das Bildung und soziale Position, aber auch das Einkommen der Eltern in Deutschland sozial selektiv ist (Schneider 2004). Auch der Zusammenhang von Einkommen und Morgenorientierung (El-Sheikh et al. 2010) konnte bestätigt werden: Morgentypen gaben bei Kontrolle von Alter und Schultyp vermehrt an, dass sie zuhause genügend Geld zum Leben zur Verfügung haben.
Übereinstimmend mit Bell und Belsky (2008) zeigte sich, dass Mütter, die zuhause bleiben (Hausfrauen) einen positiven Einfluss auf die Morgenorientierung des Jugendlichen haben.
Auch Louzada und Menna-Barreto (2003), Borisenkov et al. (2010), Takeuchi et al. (2001) sowie Yang et al. (2009) fanden einen verzögerten Schlafrhythmus bei Jugendlichen mit städtischen Wohnumfeld. Die Religionszugehörigkeit der Jugendlichen oder ihrer Eltern hatte keinen Einfluss auf den Chronotyp. Gegebenenfalls war dieser Zusammenhang nicht zu erkennen, weil die Frage nach der Religionszugehörigkeit nur ab Klassenstufe 8 gestellt wurde. Jugendliche deutscher Herkunft waren vermehrt Morgentypen.

Lebenszufriedenheit
In Bestätigung der Forschung von Biss und Hasher (2012) und Randler (2008c) gaben Morgentypen an, lebenszufriedener zu sein. Dies kann einerseits daran liegen, dass sie sich, weil sie regelmäßig ausgeschlafen sind, körperlich fitter fühlen (Tzischinsky & Shochat 2011) und daran, dass sie sich besser in die sozialen Rhythmen einfügen können und den Erwartungen der Gesellschaft eher entsprechen als Abendtypen. Abendtypen sind sich bewusst, dass sie ihre Rolle im Leben schlechter spielen als Morgentypen und schätzen ihre eistung schlechter ein.

6.8. Elektronische Bildschirmmedien und Chronotyp

Der erhöhte Konsum elektronischer Bildschirmmedien hatte einen großen Einfluss auf das verspätete Schlafverhalten der Schüler. Hiermit bestätigen sich die Ergebnisse von Adam et al. (2007), Owens et al. (1999), Mindell et al. (2009), Gaina et al. (2006), Bulck (2004) sowie Harada et al. (2004). Es ist bekannt, dass der kalte Blauanteil in hellem Bildschirmlicht des Fernsehers oder des Computers der Müdigkeit (Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin) entgegenwirken kann und unruhig macht, insbesondere das konzentrierte Arbeiten oder Spielen direkt vor dem Bildschirm (Higuchi et al. 2005). Hinzu kommt der für die Heranwachsenden hohe Unterhaltungswert dieser Medien. Auch gewährleisten Mobiltelefone und Computer durch ihre sozialen Dienste eine Rund-um-die-Uhr-Erreichbarkeit der Schüler für ihre Peers. Der temporäre Rückzug in den Schlaf fällt den Schülern gerade wegen der zahlreichen Möglichkeiten, die die Medien in ihrem Schlafzimmer bieten, schwer. Des-

halb sollten Kinder kurz vor und nach dem Schlafengehen möglichst keinen Zugang zu Mobiltelefon, Fernseher und Computer haben.

6.9. Lichtverschmutzung und Chronotyp

Wir wiesen erstmals den Zusammenhang zwischen nächtlicher Außenbeleuchtung und Chronotyp nach (Vollmer et al. 2012). Die Beziehung bleibt auch bei Kontrolle vielfältiger Einflussvariablen bestehen (Nutzung elektronischer Bildschirmmedien, Verzehr von Stimulanzien wie Koffein, Alkohol, Zigaretten, Schultyp, Alter, Sonnenaufgangszeit, Geschlecht und Einwohnerzahl des Wohnortes). Der Zusammenhang zwischen nächtlicher Außenbeleuchtung und der Verschiebung des Chronotyps in Richtung Abendtyp bei Heranwachsenden war erwartbar, weil Dauchy et al. (2010), Dewan et al. (2011) und Frank et al. (2010) bereits einen Effekt von Licht auf die circadiane innere Uhr des Menschen nachgewiesen haben.
In beiden Regressionsmodellen (Tabelle 23) hatten das Zeitbudget für elektronische Bildschirmmedien und der Konsum von Stimulanzien den größten Einfluss auf individuelle Unterschiede im Chronotyp. Aufgrund der Ergebnisse von Bulck (2004) und Owens et al. (1999) war zu erwarten, dass vermehrte Nutzung elektronischer Bildschirmmedien zu späterer Bettgehzeit führt. Abendtypen sind zu späterer Tagesstunde aktiver als Morgentypen und nutzen in dieser Zeit vermehrt Unterhaltungsmedien. Das blaue LED-Licht von Bildschirmen kann dann die innere Uhr der Abendtypen noch weiter hinein in die Abend- und Nachtstunden verzögern. Das Licht elektronischer Bildschirmmedien und das Licht der Außenbeleuchtung können den circadianen Rhythmus nicht gleichzeitig beeinflussen, schon weil das Licht der Bildschirmmedien viel heller ist und weil es innerhalb der Wohnung ist. Jedoch kann die nächtliche Außenbeleuchtung weiter das Einsetzen des Schlafs stören, wenn die elektronischen Bildschirmmedien im Schlafzimmer nicht vorhanden oder ausgeschaltet sind. Wir kontrollierten nicht die Stärke der Lichtquelle elektronischer Unterhaltungsmedien, sondern nur die Dauer der Nutzung. Des Weiteren wurden im Projekt MMSM Abendaktivitäten im Haus nicht kontrolliert, wie zum Beispiel lesen oder Brettspiele oder Karten spielen), bei welchen sich die Jugendlichen auch elektronischem Licht im Haus aussetzen. Lerchl et al. (2009) überprüften, ob das blaue Licht von Armaturen in Autos störend auf den circadianen Rhythmus einwirkt und fanden keinen Einfluss von indirekten blauen Lichtquellen bei Nacht auf den Melatoninrhythmus.
Neben der Nutzung von elektronischen Bildschirmmedien war der Konsum von Stimulanzien der einflussreichste Prädiktor für die Präferenz später Schlafens- und Aufstehzeiten (Eveningness), wobei wir keine einseitige Kausalität festmachen können. Darüber hinaus kann psychologischer Stress den Chronotyp in Richtung Abendtyp beeinflussen (vergleiche Kapitel 5.5 und Vollmer et al. 2011). Interessanterweise bleibt auch bei zusätzlicher Kontrolle dieser Stressvariablen in einem Subsample älterer Schüler (Klassenstufen 8 und 9) der signifikante Einfluss der nächtlichen Lichtverschmutzung (Longcore & Rich 2004) bestehen. Konfundierende psychologische Variablen und ihr relativer Einfluss auf den Chronotyp im Vergleich zu anderen Einflussvariablen (beispielsweise nächtliche Lichtver-

schmutzung) sollten in Zukunft detaillierter betrachtet werden, beispielsweise Ängstlichkeit und Depression (Meliska et al. 2011; Randler & Saliger 2011).
Jugendliche in heller erleuchtetem städtischem Umfeld präferieren einen späteren Chronotyp als Jugendliche in ländlichen Regionen. Insbesondere in urbanen Wohngebieten schwächt nächtliche Lichtverschmutzung den Hell-Dunkel-Zeitgeber von Menschen (Kantermann & Roenneberg 2009) und scheint einen Einfluss auf das circadiane Anpassungsverhalten („Entrainment“) zu haben, vermutlich weil künstliches Licht bei Nacht die notwendige Abkühlung des Körpers vor Schlafbeginn verzögert (Kräuchi et al. 1997b). Andererseits könnte künstliches Licht bei Nacht als intervenierende Variable und Prädiktor fungieren, die aus der Entwicklung der Städte resultiert und auf sozio-ökonomische Variablen hinweisen (Chen & Nordhaus 2011), die bei Schülern schwer zu messen sind. Auf diese Weise könnten soziale und wirtschaftliche Variablen, die mit der Verstädterung einhergehen, Teil der Kausalkette sein, die zur Präferenz später Aufsteh- und Schlafenzeiten führt. So würde nicht die künstlich erhellte Nacht den Chronotyp nicht direkt beeinflussen, sondern nur auf die unterschiedliche soziale Umwelt und die unterschiedlichen Lebensstile in Stadt und Land hinweisen, die ihrerseits gegebenenfalls auf den menschlichen Chronotyp einwirken und in der Stadt nächtliche Aktivität attraktiv machen. Der höhere Konsum von Stimulanzien und ihre häufigere Nutzung von elektronischen Bildschirmmedien betonen die starke Wirkung von Lebensstilen auf den Chronotyp. Dabei hält nicht das Bildschirmlicht allein wach, sondern auch das Interesse der am Bildschirm vollzogenen Tätigkeit, wie Higuchi et al. (2003) anhand eines Experimentellen Settings nachwiesen: aufregende Tätigkeiten (das Spielen eines Ego-Shooters) halten eher wach als langweilige (einfache Rechenaufgaben), wobei die Helligkeit des Bildschirms dennoch den entscheidenden Einfluss behält; denn die Testpersonen an helleren Bildschirmen zeigten signifikant stärker unterdrückte Melatoninwerte als jene an den dunkleren Bildschirmen, auch wenn beide Gruppen den Ego-Shooter spielten.
Das von elektrischer Stadtbeleuchtung und Wolken über städtischem Nachthimmel erzeugte „Himmelsglühen“ kann die Intensität des künstlichen Nachtlichts drastisch verstärken (Kyba et al. 2011; National Institute for Public Health and the Environment 2010). Dieser Effekt ist in den Daten des Projekts MMSM nicht berücksichtigt, weil Aufnahmen bei bewölktem Himmel aus dem von der NOAA hergestellten gemittelten jährlichen Satellitenbild entfernt wurden. Wolken würden, da die Satellitenaufnahmen oberhalb der Wolken gemacht wurden, das Lichtsignal der künstlichen Beleuchtung verdecken und abschwächen. Idealerweise sollten die Aufnahmen unterhalb der Wolken gemacht werden, um zusätzlich auch das von Wolken reflektierte Licht einzufangen. Da die nächtlichen Wolken Multiplikatoren des Lichts auf der Erdoberfläche sind, würden bewölkte Nächte die empirisch nachgewiesene Beziehung zwischen nächtlichem künstlichen Licht und spätem Chronotyp noch verstärken und wir könnten noch einen stärkeren Effekt erwarten, hätten wir Daten von bewölkten Nächten und das „Himmelsglühen“ in unseren Berechnungen berücksichtigen können. Zukünftige Studien könnten den Einfluss des Mondes als nächtliche Lichtquelle berücksichtigen, wobei Röösli et al. (2006) herausfanden, dass Individuen bei Vollmond am nächsten Morgen vermehrt über Müdigkeit klagten. Auch Schnee verstärkt die nächtliche Helligkeit.

Schüler aus Befragungstagen mit späterem Sonnenaufgang im Dezember und Januar gaben an, spätere Bett- und Aufstehzeiten zu präferieren (Abbildung 71) und hatten einen späteren Schlafmittelpunkt. Die stärkere Eveningness-Orientierung bei späteren Sonnenaufgangstagen blieb auch im Regressionsmodell signifikant (Tabelle 23). Dieses Ergebnis stimmt mit Figueiro & Rea (2010) überein und zeigt, dass der Chronotyp durch die Jahreszeiten beeinflusst wird. Jedoch suggerieren unsere Ergebnisse, dass dunkle Wintermorgen, an denen die ersten Unterrichtsstunden vor Sonnenaufgang stattfinden, zu stärkerer Abendorientierung führen. Der Einfluss künstlicher Lichtquellen, seien es elektronische Bildschirmmedien oder nächtliche Außenbeleuchtung, auf den circadianen Rhythmus (CSM, MSFsc) zeigt, dass der menschliche circadiane Rhythmus von der natürlichen Photoperiode abweicht und dazu tendiert, sich in sozial motivierten Rhythmen von Schlafen und Wachsein zu orientieren, ausgelöst durch künstliche nächtliche Lichtquellen (Lichtverschmutzung) der modernen Gesellschaft. Künstliche nächtliche Außenbeleuchtung fragmentiert den circadianen Hell-Dunkel-Rhythmus und könnte deswegen den fragilen individuellen circadianen Rhythmus Jugendlicher erheblich stören (Martinez-Nicolas et al. 2011) und deren Rhythmus weiter in den Abend und in die Nacht hinein verzögern. Auf diese Weise bedroht die künstliche Stadtbeleuchtung nicht nur die Pünktlichkeit der Jugendlichen zur ersten Schulstunde und ihre Aufmerksamkeit in der Schule, sondern auch ihre Gesundheit, insbesondere wenn künstliches Licht bei Nacht als Risikofaktor für Brustkrebs gilt (Kloog et al. 2011; Stevens 2009; Hansen 2001), ein Zusammenhang, der kontrovers diskutiert wird (Stevens 2011) und noch nicht hinreichend erforscht wurde (Haim & Portnov 2011).

Studien, welche die Lichtintensität mittels Photosensoren direkt am Jugendlichen messen (Auger et al. 2011), unterliegen der Problematik, dass der Tag-Nacht-Rhythmus die stärkste Helligkeit vorgibt und Abendtypen, die mutmaßlich durch nächtliche Lichtverschmutzung länger wach bleiben, abends vor dem Schlafengehen nicht mehr, sondern weniger Licht ausgesetzt sind als Morgentypen, weil es erheblich dunkler ist, wenn sie noch wach sind, aber schon geringe Intensitäten blauer Wellenlänge für eine Verzögerung des circadianen Rhythmus ausschlaggebend sein können. Die Nutzung von Informationen aus nächtlichen NOAA Satellitenbildern hingegen ist ein Novum im Bereich chronobiologischer Studien. Diese Studie soll andere Forscher dazu ermutigen, auch diese Technik zu nutzen, insbesondere in Kombination mit individuell gemessenen Lichtdaten, beispielsweise mit Lichtmesser und Aktigraph am Handgelenk der Schüler, da die Generalisierung der Ergebnisse im Projekt MMSM durch die Schwierigkeit gemildert wird, aus Satellitendaten auf individuelle Lichtverhältnisse im Schlafzimmer und resultierende physiologische Auswirkungen im Menschen zu schließen. Rea et al. (2011) haben zum Beispiel in einer Stichprobe von Lehrerinnen (n = 71) keine Korrelation zwischen Lichtmessung anhand von Satellitenbildern und individuellem Ausgesetzsein von nächtlichem Licht im Bereich der Schlafzimmerfenster und im Schlafzimmer feststellen können.

6.10. Photoperiode bei Geburt und Chronotyp

Es wurde gezeigt, dass der Season-of-birth-Effekt auf den Chronotyp von Jugendlichen auch mit den von uns neu kategorisierten vier Photoperioden deutlich sichtbar und signifikant ist. Es ist die erste Studie dieser Art für eine deutsche Stichprobe. Der Zusammenhang ist erwartungsgemäß schwach und zeigte sich nur im Vergleich der Extremgruppen (zunehmende vs. abnehmende Photoperiode) oder beim Testen von quadratischen oder Kosinusfunktionen. Es wurden keine Unterschiede zwischen langer und kurzer Photoperiode bei Geburt und Chronotyp im Jugendalter gefunden. Bei jüngeren Schülern scheint der Einfluss der Photoperiode bei Geburt noch stärker sichtbar zu sein als bei älteren, wobei die Kurve des Schlafmittelpunkts (MSFsc) im Vergleich zu jener der CSM weniger stabil schien. Der Season-of-birth-Effekt scheint bei Heranwachsenden durch hormonelle, psychische und soziale Veränderungen mehr und mehr zu verblassen, beispielsweise durch die Pubertät (Colrain et al. 2011) und die übernahme neuer sozialer Rollen (Cofer et al. 1999). Es sind weitere Studien notwendig, die untersuchen, wie die Lichtintensitäten bei Geburt den Chronotyp beeinflussen können und wie diese Lichtverhältnisse im Menschen abgespeichert werden und als eine Charaktereigenschaft im Jugendalter immer noch messbar sind. Sivan et al. (2001) leisteten hierbei schon Vorabeit, indem sie nachwiesen, dass die Melatoninproduktion von acht Wochen alten Säuglingen aber nicht mehr von 16 Wochen alten mit der Photoperiode bei Geburt korreliert war, mit höchsten Melatoninkonzentrationen bei Sommergeborenen und gerinsten Konzentrationen bei Wintergebornenen. Diese wenigen Wochen nach der Geburt scheinen für die Ausprägung des circadianen Rhythmus von großer Wichtigkeit zu sein, weil der suprachiasmatische Nukleus, in welchem der circadiane Rhythmus „antrainiert“ wird, sich in den ersten Wochen nach der Geburt ausbildet und so das mütterliche Umfeld den späteren Chronotyp (Kennaway, 2002) mitbestimmt.
Der Einfluss des Geburtsmonats auf Charaktereigenschaften beschränkt sich nicht allein auf Forschung zum Chronotyp. Chotai und Wiseman (2005) beispielsweise sehen einen Zusammenhang zwischen Geburtsmonat und subjektiv empfundenem Glück, wobei in den Sommermonaten Geborene sich glücklicher fühlten; Joinson und Nettle (2005) beschreiben einen Zusammenhang zwischen Geburtsmonat und Offenheit für Neues, wobei auf zwischen Oktober und März Geborene (nördliche Halbkugel) höhere Werte in Sensation-Seeking hatten. Foster und Roenneberg (2008) geben einen Überblick zu möglichen saisonal wirkenden Faktoren, die den Chronotyp beeinflussen können. Natale et al. (2007) fanden wiederum Hinweise darauf, dass im Frühling und Sommer Geborene stärkere saisonale Stimmungsschwankungen aufwiesen. Das Aufwachhormon Kortisol zeigt saisonale Schwankungen: Jugendliche im Alter von 8-14 hatten im Frühling und Sommer höhere Kortisolwerte (Matchock et al. 2007). Außerdem gibt es einen Zusammenhang zischen Chronotyp und saisonaler Empfindlichkeit, der in unserer Studie nicht thematisiert werden könnte: Abendtypen scheinen eher zu saisonal bedingten Depressionen zu neigen (Seasonal-affective-Disorder; Natale et al. 2005; Lee et al. 2011).

6.11. Wissen über den Schlaf und Chronotyp

Sowohl das Wissen über den Schlaf als auch die Abendorientierung nehmen mit ansteigendem Alter zu. Trotzdem korrelierte mehr Wissen mit mehr Morgenorientierung, die mit zunehmendem Alter abnimmt. Übereinstimmend mit Díaz-Morales et al. (2011) hatten Abendtypen vermehrt falsche Konzepte über Schlaf und Schlafhygiene. Guter Notendurchschnitt, Schlafwissen und Morgenorientierung bildeten in der Strukturgleichung einen Kreislauf, der sich selbst stärkt.
Die Präferenz einer späten Schlafenszeit der Abendtypen kann teilweise auf Fehlvorstellungen und Unwissen über den Schlaf und seine physiologischen Abläufe bezogen werden. Hier kann ein Unterrichtskonzept zur Chronobiologie ansetzen, um dieses Wissensdefizit abzumildern und im Umkehrschluss gegebenenfalls auch das Verhalten positiv zu beeinflussen.

6.12. Schulische Leistung und Chronotyp

Späte Chronotypen hatten bei Kontrolle von Alter und Schultyp schlechtere Noten. Schlechte Schulnoten können eine direkte Folge von kurzer Schlafdauer und resultierender Tagesschläfrigkeit (Perez-Chada et al. 2007; Howell et al. 2004; Dewald et al. 2010; Wolfson & Carskadon 1998, 2003; Kelly et al. 2001; Fredriksen et al. 2004) der Abendtypen sein, wobei diese Studien nur eine kürzere Schlafdauer, eine schlechtere Schlafqualität und die daraus resultierende Tagesschläfrigkeit als Gründe für schlechte Noten untersuchten, nicht aber die zugrunde liegende, für Jugendliche typische Persönlichkeitsstruktur des späten Chronotyps. Auch Randler und Frech (2006, 2009) sowie Borisenkov et al. (2010) wiesen auf den Chronotyp einem der Schlafdauer überlegenden Prädiktor für Schulnoten hin. Abendtypen sind dem Risiko schlechterer Schulleistungen ausgesetzt, weil diese zu Tageszeiten abverlangt werden, die dem präferierten Rhythmus der Abendtypen entgegenstehen (Goldstein et al. 2007). Weiter können schlechte Noten wie auch späte Bettgehzeit sozial verursacht sein, beispielsweise Folgen eines bildungsfernen Milieus sein.
Die besseren Schulnoten der Morgentypen lassen nicht ohne weiteres auf eine höhere Intelligenz der Morgentypen schließen. Im Gegenteil, Roberts und Kyllonen (1999) fanden mit einem homogenen Sample US-amerikanischer Air Force-Rekruten heraus, dass Abendtypen intelligenter sind. In einer Meta-Analyse von Preckel et al. (2011) stellte sich heraus, dass Abendtypen zwar höhere kognitive Fähigkeiten aufweisen, jedoch in der Schulleistung gegenüber Morgentypen zurückstehen.
Unzureichender Schlaf und geringere Schlafqualität beeinflussen das Lernverhalten und den Schulerfolg erwartungsgemäß negativ (Taras & Potts-Datema 2005), diese negativen Auswirkungen treffen besonders auf Abendtypen zu (Taylor et al. 2011). Das bessere Abschneiden jugendlicher Morgentypen in einer universitären Zulassungsprüfung wurde von Beşoluk (2011) durch die frühe Uhrzeit der Prüfung erklärt. Auch bei einer universitären Abschlussprüfung schnitten Morgentypen besser ab als Abendtypen (Beşoluk et al. 2011).

6.13. Aufmerksamkeit und Chronotyp

Morgentypen waren bei Kontrolle von Schultyp und Alter aufmerksamer als Abendtypen. Die gute Aufmerksamkeitsleistung der Morgentypen und der Gymnasiasten kann eine direkte Folge ihrer hinreichenden Ausgeschlafenheit sein. Dabei müssten jedoch auch moderierende Variablen wie die Uhrzeit des Aufmerksamkeitstests, Intelligenz und Teilnahmebereitschaft kontrolliert werden. Der Aufmerksamkeitstest wurde absichtlich so konstruiert, dass sein Ergebnis nicht abhängig von Intelligenz und Tageszeit sein soll. Jedoch konnten diese Schwankungen nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse des Aufmerksamkeitstests variierten mit der Tageszeit. Morgens lieferten die Schüler die besten Ergebnisse. Zur exakten Kontrolle der Uhrzeit ist unsere Stichprobe zu klein. Schüler, die vermehrt Koffein konsumierten, wiesen eine bessere Leistung im Aufmerksamkeitstest auf. Intelligenz wurde nicht gemessen. Die Teilnahmebereitschaft am Test war in allen Klassen hoch. Der Großteil der Tests fand morgens statt, wenige fanden nachmittags statt. Um der Aufmerksamkeitsleistung der Abendtypen gerecht zu werden, hätte die Hälfte der Tests abends stattfinden müssen. Dies war organisatorisch nicht möglich.
Trotz dieser Einschränkungen ist wie zuvor bei Adan und Guàrdia (1993) erkennbar, dass Morgentypen morgens bessere Aufmerksamkeitsleistungen bringen als Abendtypen. Dies ist auf den ersten Blick nicht weiter verwunderlich, denn Morgentypen sind an Schultagen ausgeschlafener als Abendtypen. Dahl und Lewin (2002) spricht sich für die Anpassung von Unterrichtszeiten auf die individuell unterschiedlichen Zeitfenster guter Leistungsfähigkeit der Jugendlichen aus, so dass Abendtypen später unterrichtet werden als Morgentypen. Ob Abendtypen nach einem Schultag abends aufmerksamer sind als Morgentypen, bleibt offen, kann aber bezweifelt werden, nicht zuletzt, weil Abendtypen an Schultagen ein größeres Schlafdefizit haben und so auch abends vermutlich weit von ihrer Höchstleistung entfernt bleiben.

6.14. Unterrichtsentwurf mit Begleitevaluation

Dem relativ guten Erfolg in der Wissensvermittlung, der Ergebnisse aus vorhergehenden Studien (Azevedo et al. 2008; Cain et al. 2011) bestätigt, steht die sehr begrenzte Wirksamkeit des Unterrichts auf das gelebte Verhalten entgegen. Hier konnten die Erfolge anderer Studien (Vo et al. 2003; Tsai & Li 2004; Brown et al. 2006) nicht repliziert werden; ein Unterrichtsprogramm zeigte zuvor auch schon bei Moseley und Gradisar (2009) sowie bei Rossi et al. (2002) keine positive Wirkung auf das Verhalten. Auffällig sind die niedrigen Durchschnittswerte im gelebten Verhalten, die zeigen, dass die Schüler sich im Alltag schlafhygienisch falsch verhalten. Da die Wirkung des Unterrichts auf das gelebte Verhalten der Sechstklässler ausblieb, wird angenommen, dass die physiologischen Prädispositionen der Jugendlichen zu stark sind, um eine Vorverlegung des circadianen Rhythmus zu ermöglichen.

Methodische Einschränkungen

Eine methodische Einschränkung dieser Studie ist das Instrument des Fragebogens zum Selbstausfüllen mit Papier und Stift. Als einschränkend für die Aussagekraft der Ergebnisse wirkte auch, dass sich die Schulen, Klassen und Schüler der Grundgesamtheit (alle Regelschulen in den drei Regionen Heidelberg, Mannheim, Rhein-Neckar-Kreis) selbst und freiwillig zur Teilnahme auswählten, weil, obwohl alle Schulen zur Teilnahme eingeladen wurden, die Teilnahme der Schule und der Schulklassen vom Wohlwollen des Rektors, die Teilnahme der Schüler innerhalb der Klassen von der Befürwortung der Eltern und der Bereitschaft der Schüler bestimmt war. Wir vermuten jedoch keinen Zusammenhang zwischen dieser Selbstauswahl und den Studienvariablen, so dass wir keinen zugrundeliegenden Bias der Ergebnisse vermuten. Außerdem ist die Freiwilligkeit unvermeidbar, weil es keine andere ethisch zu rechtfertigende Möglichkeit gibt: die Teilnahme ist immer freiwillig, nicht zuletzt um aufrichtige Antworten zu erhalten.

Physiologische und psychische Variablen, die auch auf andere Weise gemessen werden könnten – wie zum Beispiel Chronotyp und Schlafmittelpunkt – wurden im Fragebogen subjektiv mit Fragen und Antworten zum Ankreuzen gemessen. Nichtsdestotrotz ist aus Validierungsstudien bekannt, dass die CSM-Skala valide und reliable Antworten liefert (Tonetti 2007). Folglich wird kein Bias in den Selbstauskünften der Schüler vermutet.

Die Werte zum BMI sind ungenau, da sie auf Schätzwerten der Schüler beruhen. Besser wäre es gewesen, Waage und Metermaß in die Schulklassen mitzubringen und die Schüler zu bitten sich zu wiegen und ihre Größe zu messen.

Die Schlafeffizienz wurde nicht gemessen. Morgentypen hatten in einer Studie von Lehnkering und Siegmund (2007) eine größere Schlafeffizienz, welche mit Aktigraphen nachgewiesen wurde. Mongrain et al. (2005) hingegen berichten über eine größere Schlafeffizienz von männlichen Abendtypen, gemessen mit Polysomnographie. Die uneinheitliche Datenlage machen hier weitere Studien erforderlich.

Auch die Sleep onset latency, das heißt, wie lange es dauert, bis man einschläft, wurde nicht gemessen. Bei Erwachsenen ist es üblich, neben Bettgehzeiten und Aufstehzeiten auch Einschlafzeiten und Aufwachzeiten abzufragen. Bei Schülern der Klassenstufe 5 hingegen hätte die Abfrage dieser zusätzlichen vier Uhreiten (differenziert für Schultage und Wochenende) vermutlich der Datenqualität geschadet.

7. Zusammenfassung

Das zentrale theoretische Konzept dieser Arbeit ist der Chronotyp. Danach kann sich jeder Mensch auf einem Kontinuum von extremem Morgentyp über Mischtypen bis hin zu extremem Abendtyp einstufen. Wir untersuchten die Schlafgewohnheiten von Sekundarstufenschülern und evaluierten ein Unterrichtskonzept zur Chronobiologie. Jugendliche weisen eine starke Neigung zum Abendtyp und in Folge ein erhebliches Schlafdefizit auf. Resultierend aus dem nächtlichen Schlafmangel entwickeln Sekundarstufenschüler insbesondere an Schultagen eine hohe Tagesschläfrigkeit, die die schulischen Leistungen beeinträchtigen kann.

Der Chronotyp ist ein komplexes emergentes Phänomen. Dynamische Rhythmen erzeugen Wechselwirkungen zwischen Komponenten auf der geophysischen, der physiologischen, der psychologischen und der soziokulturellen Ebene. Die Forschung zum Chronotyp muss deswegen interdisziplinär ansetzen: sie verbindet die täglichen und jährlichen Zyklen unseres Planeten mit den physiologischen Rhythmen des Lebens, mit Charaktereigenschaften und mit sozialen Erwartungen. Der Rhythmus von Schlafen und Wachen orientiert sich an diesen Zeitgebern. Jeder einzelne muss seinen circadianen Rhythmus also fortwährend mit zwei externen Zeitgebern synchronisieren (Entrainment): mit dem Tag-Nacht-Wechsel und mit sozialen Erwartungen, die nicht immer im Einklang miteinander stehen; so zwingt beispielsweise die Zeitumstellung zur Sommerzeit allen einen sozialen Jetlag auf und der Schulbeginn bei Dunkelheit in den Wintermonaten weckt uns, bevor unsere innere Uhr uns signalisieren kann, dass es Tag ist. Erschwerend kommt hinzu, dass sich Jugendliche häufig mit zwei oder mehr gegensätzlichen sozialen Erwartungen konfrontiert sehen, die sie nicht in Einklang bringen können; beispielsweise Regeln des Elternhauses einerseits, Regeln der Peer-Group andererseits. Die Schüler stehen somit vor der Herausforderung, im Tag-Nacht-Wechsel die Bedürfnisse ihrer biologischen Körperlichkeit und in sich widerstrebende Erwartungen ihrer sozialen Welt täglich auszubalancieren, mit dem Ziel der fortlaufenden zeitlichen Synchronisation ihrer körperlichen Vigilanz mit der Vigilanz ihrer sozialen Welt.

Da sich der circadiane Rhythmus (Chronotyp) aus allen Ebenen des Lebens speist, war eine umfangreiche Untersuchung erforderlich, die das Zusammenspiel physiologischer, psychologischer und soziokultureller Faktoren erhebt. Im Fragebogendesign wurde, soweit möglich, auf bestehende Skalen zurückgegriffen. In 2009/2010 wurden 3.501 Sekundarstufenschüler an 34 Regelschulen in Heidelberg, Mannheim und im Rhein-Neckar-Kreis zu ihrem Schlafrhythmus und zu Faktoren, die den Schlafrhythmus beeinflussen können, befragt. Die Datenerhebung entsprach den ethischen Richtlinien des Regierungspräsidiums Karlsruhe und der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Die Datenerhebung erfolgte mit Zustimmung der Eltern, auf freiwilliger Basis und in anonymisierter Form. Die Kontrollvariablen Alter, Geschlecht und Schultyp waren unkorreliert. Die Pubertätsentwicklung war in unserer Stichprobe erwartungsgemäß stark vom Alter abhängig.

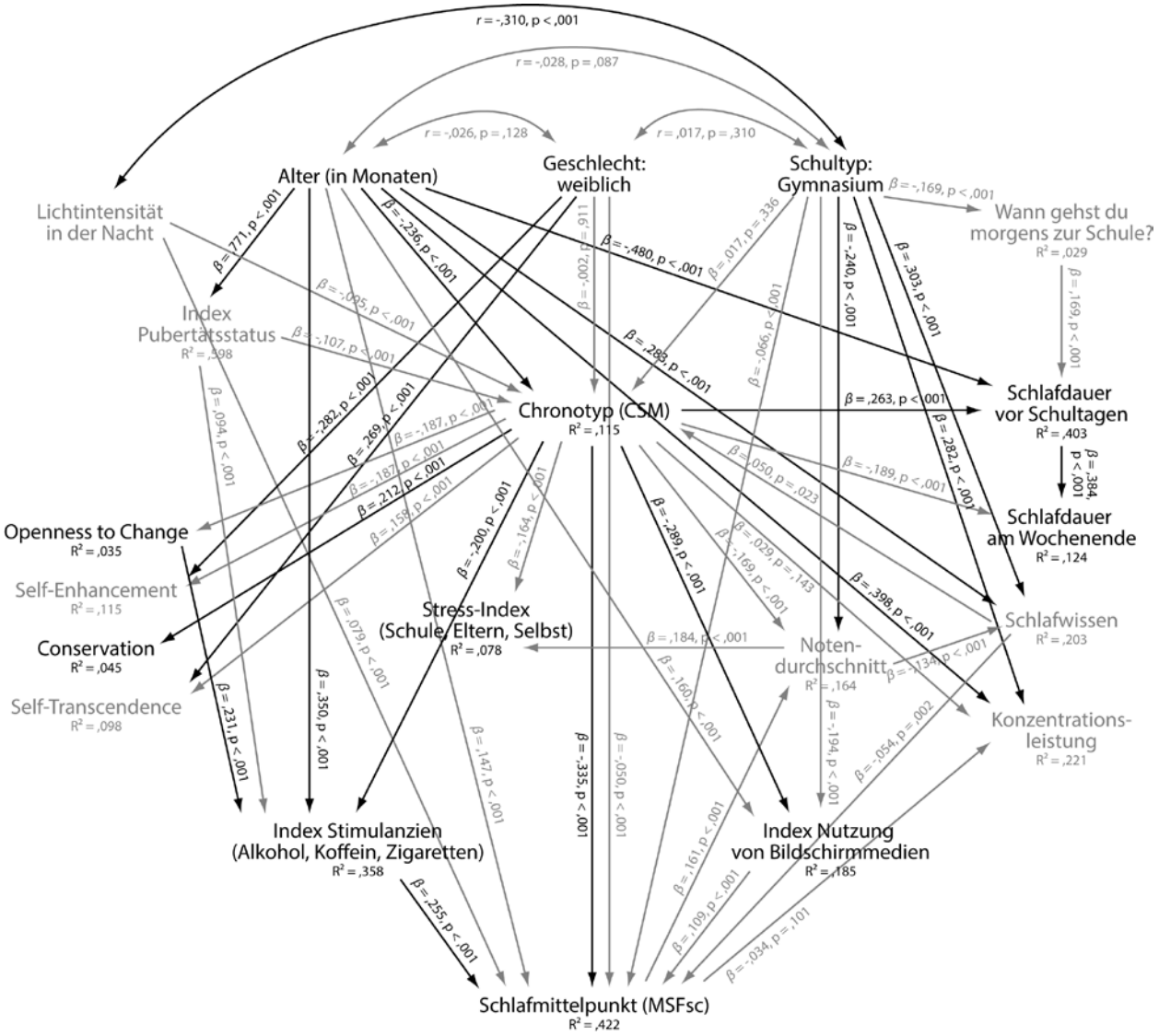
Der Anteil der Abendtypen stieg von Klassenstufe 5 nach Klassenstufe 9 von 8 % auf 35 % an; der Anteil der Morgentypen hingegen sank von 32 % auf 8 % (Kapitel 5.1). Schüler der Klassenstufe 9 entwickelten vor Schultagen ein Schlafdefizit von durchschnittlich 100 Mi-

nuten täglich und schliefen am Wochenende durchschnittlich 3h 8min später und 1h 48min länger als an Schultagen. Die Schlafdauer vor Schultagen sank stark mit ansteigendem Alter und zunehmender Abendorientierung (Kapitel 5.2). Abendtypen hatten im Tagesverlauf erwartungsgemäß große Probleme, vor Schultagen rechtzeitig schlafen zu gehen und morgens wach zu werden. Abendtypen berichteten außerdem auch in allen übrigen Phasen des Tagesverlaufs über größere Probleme in der zeitlichen Einpassung ihres Schlafbedürfnisses an den Alltag als frühere Chronotypen (Kapitel 5.3). Die Ernährung und vor allem der Konsum von wachmachenden Stimulanzien kann als Ursache oder als Symptom der Abendorientierung interpretiert werden, jedenfalls stellte sich uns das Zusammenspiel von Abendorientierung und Süßigkeiten, Koffein, Alkohol und Zigaretten als ein Teufelskreislauf dar: Übermüdete Schüler konsumierten ohne darüber nachzudenken zu viel und zu falschen Uhrzeiten, um sich über den Tag zu retten, können in der Folge nicht gut schlafen und sind am nächsten Morgen noch müder (Kapitel 5.4). Abendtypen, und hier vor allem Realschüler mit schlechteren Schulnoten, verspürten mehr Alltagsstress. Es wurde sichtbar, dass diese die Erwartungen von Schule, Eltern und Gesellschaft nicht in demselben Maße erfüllen können wie Morgentypen. Morgentypen schien vieles leichter zu fallen, weil sie Alltagsprobleme ausgeschlafen besser meistern können (Kapitel 5.5). Ursachen hierfür konnten in der Zeitorientierung der Abendtypen gefunden werden: Abendtypen lebten eher in der Vergangenheit und sahen deswegen die Probleme, die morgen auf sie zukommen, nicht. Auch die Persönlichkeitswerte, die Abendtypen bevorzugten, passen ins Bild der übrigen Ergebnisse: Morgentypen bevorzugten im Vergleich zu Abendtypen vermehrt soziale Werte, während Abendtypen individuelle Werte präferierten. Ihre Distanz zu frühen sozialen Uhrzeiten im Schulalltag spiegelte sich in ihrer Ferne zu sozialen Persönlichkeitswerten wider (Kapitel 5.6). Das soziale Umfeld prägt den Chronotyp in vielfältiger Weise. In unserer Studie konnten wir festhalten, dass ein höherer sozio-ökonomischer Status in einer traditionell gelebten Familie (Mutter ist Hausfrau, Vater arbeitet) mit jüngeren Geschwistern, regelmäßigen Mahlzeiten und höherer Lebenszufriedenheit positiv auf den Schlafrhythmus wirken. Kulturelle Variablen wie Religionszugehörigkeit und Herkunftsland hatten in unserer Stichprobe keine oder nur geringe Auswirkungen auf das Schlafverhalten (Kapitel 5.7). Den stärksten Einfluss auf den Chronotyp hatten elektronische Bildschirmmedien. Die häufige Nutzung elektronischer Bildschirmmedien wie Fernseher und Computer förderte die Abendorientierung stark, vermutlich weil diese wach machendes blaues Licht ausstrahlen (Kapitel 5.8). Schüler, die in dunkleren Wohngebieten schlafen, waren vermehrt Morgentypen. Dieses Ergebnis scheint auf den ersten Blick erwartbar, ist es doch in größeren Städten nachts heller und größere Städte bieten gleichzeitig mehr Freizeitinfrastruktur. Interessant wurde das Ergebnis, weil die Einwohnerzahl in der Analyse berücksichtigt wurde und die Lichtintensität weiterhin einen Einfluss auf vermehrte Abendorientierung hatte (Kapitel 5.9). Die biologische Prägung des circadianen Rhythmus bei der Geburt zeigt, dass es keine reine Wahlentscheidung ist, wenn Jugendliche später schlafen gehen, sondern dass der Chronotyp eine feste Persönlichkeitsstruktur mit geophysischen Wurzeln ist, die bereits durch Lichtverhältnisse während der Geburt geprägt wird (Kapitel 5.10). Morgentypen hatten weniger Fehlkonzepte, wenn es um die Funktionen des Schlafs und schlafhygienisch richtiges Verhalten geht. Unklar blieb, ob sie in Folge dessen

früher einschlafen können, oder ob das gelebte richtige Verhalten der Morgentypen ihr Wissen über die Abläufe des Schlafs und ihr Wissen über gute Schlafhygiene mehrt (Kapitel 5.11). Die besseren Schulnoten der Morgentypen ließen sich einerseits durch den höheren sozio-ökonomischen Status der Eltern und andererseits durch die Ausgeschlafenheit der Morgentypen an Schultagen erklären (Kapitel 5.12). Auch die etwas bessere Aufmerksamkeitsleistung der Morgentypen ließ sich durch bessere Noten und erhöhte Wachheit erklären (Kapitel 5.13).
Die Strukturgleichung in Abbildung 86 zeigt zusammenfassend die relative Stärke der Abhängigkeit der beiden Chronotypindikatoren CSM und MSFsc von Umweltvariablen sowie die Beeinflussung des Verhaltens durch den Chronotyp.
Abendorientierung ist ein Indikator für risikoreiches Verhalten (Andershed 2005; Gau et al. 2007), das sich in der Präferenz individueller Persönlichkeitswerte, im Konsum von Stimulanzien (Koffein, Alkohol und Zigaretten), in Alltagskonflikten in der Schule, mit den Eltern und sich selbst, in schlechten Schulnoten und in extensiver Nutzung elektronischer Bildschirmmedien wiederspiegelt. Morgenorientierung hingegen wirkt wie ein Schutz vor problematischem Verhalten und Schwierigkeiten, da Morgentypen denselben frühen Rhythmus wie die Erwachsenen leben und deswegen gesellschaftliche Erwartungen leichter erfüllen.
Die Erkenntnisse aus der Befragung flossen anschließend in einen Unterrichtsentwurf zu Chronotyp und Schlafhygiene ein, der im Biologieunterricht erprobt und empirisch evaluiert wurde (Kapitel 5.14). Dieses Unterrichtskonzept erstellten wir unter Berücksichtigung von Grundlagen aus der Biologie- und Naturwissenschaftsdidaktik und mit Unterstützung von Studierenden der PH Heidelberg. Ziel war es, herauszufinden, ob ein solcher Unterricht eine Wissens- und Verhaltensänderung bewirken kann. Der Unterrichtsentwurf zur Chronobiologie und Schlafhygiene wurde auf der Datengrundlage von 271 Realschülern der Klassenstufe 6, aufgeteilt in Treatment- und Kontrollgruppe, mit unterrichtsbegleitenden Fragebögen evaluiert. Die Evaluation wurde eine Woche vor Unterricht, direkt im Anschluss des Unterrichts, eine Woche nach dem Unterricht und sechs Wochen nach dem Unterricht durchgeführt. Im Ergebnis steigerte sich das Wissen insbesondere der Abendtypen, die vor dem Unterricht weniger wussten als die Morgentypen. Dauerhafte Verhaltensverbesserungen konnten jedoch nicht erreicht werden. Im Gegenteil, das schlafhygienische Verhalten verschlechterte sich auch in der Treatmentgruppe. Die Verschlechterung innerhalb des kurzen Zeitraums von sechs Wochen ist auf das ansteigende Alter, die Übernahme neuer sozialer Rollen im Übergang ins Jugendalter und die in diesem Alter beginnenden Hormonumstellungen zurückzuführen.
Das in diesem Projekt entwickelte Unterrichtskonzept zum Chronotyp, welches mittels empirischer Forschung gewonnen und erprobt wurde, hat über den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn hinaus auch bildungspolitische Relevanz, denn Schlafhygiene ist ein bisher unterschätzter Aspekt der schulischen Gesundheitsbildung. Die Umsetzung des Unterrichtskonzeptes kann in der Praxis bewirken, dass Lehrer wie Schüler ein Bewusstsein für ihren eigenen Chronotyp und die individuell unterschiedlichen Chronotypen ihrer sozialen Umwelt ausbilden. In der Folge kann die Diskrepanz zwischen physiologischem und sozialem Rhythmus bei Eintritt der Pubertät auch durch spätere Unterrichtszeiten ab Klassen-

stufe 7 gemildert werden. Wer seinen Chronotyp kennt und in den Schulalltag einpassen kann, kann in der Folge seine schulische Leistung verbessern.

Abbildung 86: Strukturgleichung, Determinanten des Chronotyps (CSM, MSFsc)



In AMOS generiert und mit Adobe Illustrator bearbeitet. CMIN = 9585,679, P < 0,001, PCLOSE < 0,001, RMSEA = 0,139, lower RMSEA C.E. = 0,136, higher RMSEA C.E. = 0,141, ECVI = 2,790. Regressionskoeffizienten unter 0,200 in Grau; Alter (in Monaten): zum Befragungszeitpunkt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Schultyp: 1 = Gymnasium, 0 = Hauptschule/(Werk-)realschule; Wann gehst du morgens zur Schule?: original Wortlaut dieser Frage: „Um welche Uhrzeit gehst du morgens aus der Haustür, um in die Schule zu gehen?“ in Stunden/Minuten; Index Pubertätsstatus: z-Werte, höhere Werte stehen für fortgeschrittene Entwicklung, fehlende Werte wurden durch den Mittelwert ersetzt; Lichtintensität in der Nacht: durchschnittliche Werte für Wohngebiete für jede Gemeinde/jeden Stadtteil, höhere Werte indizieren mehr Licht; Chronotyp (CSM): von 13 = Abendtyp (Eule) bis 55 = Morgentyp (Lerche); Schlafdauer an Schultagen/am Wochenende: in Stunden, Minuten; Openness to change, Self-enhancement, Conservation und Self-transcendence: 4 übergeordnete Werte der PVQ (zentriert) von 0 = “ist mir überhaupt nicht ähnlich” bis 5 = “ist mir sehr ähnlich”; PQ Schule, PQ Eltern, PQ Selbst: von 1 = „stimmt gar nicht“ bis 5 = „stimmt genau“, hohe Werte bedeuten höhere Problemwahrnehmung; Notendurchschnitt: letzte Zeugnisnote in den Fächern Fremdsprache, Mathematik, Deutsch und Biologie; Index Schlafwissen: Summenscore aus Schlafvorstellungen in Abbildung 74 und Abbildung 76, hohe Werte bedeuten größeres Wissen; Konzentrationsleistung: d2-Aufmerksamkeits-Belastungstest, höhere Werte indizieren größere Aufmerksamkeit; Index Stimulanzien (Koffein, Alkohol, Zigaretten): Häufigkeit des Verzehrs, höhere Werte zeigen eine höhere Verzehrhäufigkeit an; Index Nutzung von Bildschirmmedien: Zeitbudget für Computer, Spielekonsole, Internet, Videospiele und TV – höhere Werte zeigen längere Nutzung an; Schlafmittelpunkt (MSFsc): Uhrzeit in Tagen/Stunden/Minuten; | Projekt MMSM 2009-2012

8. Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen

Ältere Jugendliche schlafen kürzer als jüngere, bräuchten aber eigentlich genauso viel Schlaf. Sie schlafen später als jüngere, die erste Schulstunde fängt aber für alle gleich früh an. Im Folgenden werden Lösungen dieses Dilemmas diskutiert.
Es sollte einerseits ein Bewusstsein für sich mit der Pubertät wandelnde chronobiologische Abläufe bei Schülern und Eltern geschaffen werden, andererseits sollte darüber nachgedacht werden, wie das Schulsystem auf die sich ändernden Schlafgewohnheiten ihrer heranwachsenden Schüler reagieren könnte. Ein Unterrichtskonzept zur Chronobiologie kann über physiologische und vor allem über die von den Schülern veränderbaren psychischen und sozialen Ursachen eines späten Tagesrhythmus aufklären, jedoch sind die Auswirkungen eines solchen Programms auf das Alltagsverhalten der Schüler sehr gering. Das Schulsystem sollte mit späteren Schulanfangszeiten reagieren, um die Benachteiligung der Abendtypen abzumildern. Deutschland hat im internationalen Vergleich die frühesten Unterrichtszeiten. Wissenschaftler in den USA und Großbritannien erprobten einen späteren Schulbeginn schon mehrfach in Pilotprojekten, mit vielversprechenden Ergebnissen. Ein Schulsystem, das auf Diversität und Inklusion setzt, sollte die circadiane Vielfalt als Chance begreifen und über die Tageszeit des Unterrichts aus der Perspektive der Jugendlichen neu nachdenken.

Im Einklang mit geophysischen Zeitgebern

Es gibt jedoch keine einfachen Lösungen für das Problem des Schlafdefizits und des sozialen Jetlags älterer Schüler. Crowley und Carskadon (2010) zeigten in einer Studie mit experimentellem Design, dass der späte Rhythmus der Abendtypen am Wochenende durch zusätzliches Licht am Morgen nicht verändert werden kann. Dennoch können geophysische Zeitgeber genutzt werden, um eine bessere Passung der circadianen Rhythmen der Jugendlichen an die Schulzeiten zu erreichen.

1. *Unveränderbare Prägung.* Wie der Vergleich von bei zunehmender und bei abnehmender Photoperiode Geborenen zeigte, gibt es Determinanten des Chronotyps, die bei der Geburt durch den Tag-/Nachtwechsel geprägt werden, tief in der Physiologie des Menschen verankert sind und bis in die Adoleszenz weiter wirken oder sich gar ein ganzes Leben nicht ändern lassen. Die Photoperiode, die wir mit Fragebogendaten messen konnten, ist nur ein Beispiel für diese geophysischen Grundlagen des Chronotyps und verweist auf den großen Anteil unveränderbarer Konstanten am Chronotyp, wie beispielsweise auch genetisch festgelegte Prädispositionen (CLOCK-Gene), die in evolutionärer Anpassung an die Umwelt entstanden sind.
2. *Der natürliche Tag-Nacht-Wechsel.* Um der Verzögerung des individuellen circadianen Rhythmus entgegenzuwirken, der aus nächtlicher Lichtverschmutzung insbesondere in der Großstadt resultieren könnte, werden folgende Strategien vorgeschlagen: die Städteplanung könnte spärliche und mit Bedacht platzierte nächtliche Beleuchtung in Wohngebieten einsetzen, die nicht nur auf Energieeffizienz bedacht ist, sondern sich

auch an den Bedürfnissen der dort schlafenden Menschen orientiert (Hölker et al. 2010). Rollläden und Schlafmasken könnten das Schlafzimmer erheblich abdunkeln, jedoch haben sie den Nachteil, dass das morgendliche Sonnenlicht als essentieller Zeitgeber kaum bis zum Schlafenden durchdringen kann. Eltern können zu einer besseren Synchronisation von externen und internen Zeitgebern Jugendlicher beitragen, wenn sie für adäquate Lichtverhältnisse in Schlafzimmer sowohl tagsüber als auch nachts Sorge tragen, zum Beispiel dadurch, dass sie ihren Kindern den Zugang zu elektronischen Bildschirmmedien nicht im Kinderzimmer und nur tagsüber ermöglichen und insbesondere den Gebrauch elektronischer Bildschirmmedien vor dem Schlafengehen unterbinden. An Wintermorgen, wenn es erst während der ersten Schulstunde beginnt zu dämmern, können Eltern einen Dämmerungssimulator (Aufwachlicht) im Kinderzimmer zur Verfügung stellen (Fromm et al. 2011); eine solche Aufwachlampe führte in einer Studie von Giménez et al. (2010) zwar zu einer subjektiven Reduktion der Tagesschläfrigkeit, jedoch nicht zu einer Verschiebung des Melatoninrhythmus. Das Aufwachlicht führte in einer Studie von Thorn et al. (2004) zu höheren Kortisolwerten 45 Minuten nach dem Aufwachen und subjektiv größerer Wachheit der Testpersonen. Abends sollte statt kaltem Licht mit kurzer Wellenlänge (5000 K) wärmeres Licht mit langer Wellenlänge (3000 K) im Schlafzimmer verwendet werden, um die physiologische Aktivität des Körpers zu reduzieren (Noguchi & Sakaguchi 1999). Auch Brillen, die blaue Wellenlängen blocken (Amber lenses; Burkhart & Phelps 2009), erleichtern das Einschlafen, wenn sie in den drei Stunden vor dem Schlafengehen getragen werden. Computerbildschirme können so programmiert werden, dass ab einsetzender Abenddämmerung ein Lichtprofil zum Einsatz kommt, damit die innere Uhr des Menschen über diese Qualität des Bildschirmlichts Informationen über die Tageszeit folgerichtig verarbeiten kann und nicht irreführende Information eines verlängerten Tages empfängt (Cajochen et al. 2011). Die kostenlose und ressourcensparende Software f.lux (http://stereopsis.com/flux) passt die Bildschirmfarben nach Sonnenuntergang von 6500 K auf warme, rötliche Farbtöne (3400 K) an, so dass Tätigkeiten am Computer auch nach der Abenddämmerung weniger schädlich für das Einschlafen sind. In den Klassenzimmern sollte hingegen eine Beleuchtung mit hohem Blauanteil geschaffen werden, die einen frühen Tagesrhythmus der Jugendlichen unterstützt (Revell et al. 2005). Tagsüber und vor allem vormittags sollten sich Jugendliche bewußt dem Sonnenlicht aussetzen, um den physiologischen Feed-back-Mechanismus immer wieder aufs Neue auf Linie mit der Umwelt zu bringen (Randler 2008g). Dies ist täglich notwendig, um die Periodenlänge des physiologischen Rhythmus der Jugendlichen zu reduzieren, der im freien Lauf etwa alle 25 Stunden oszilliert.

Im Einklang mit physiologischen Zeitgebern

3. *Steuerung des Hormonstoffwechsels*. Ein drastischer Lösungsweg auf der physiologischen Ebene ist die Behandlung der Abendtypen mit Medikamenten, um deren Rhythmus künstlich vorzuverlegen und an ihre soziale Umwelt anzupassen. Arendt (2006) diskutiert die zusätzliche Einnahme von Melatonin, wenn die externen Zeitgeber wie das Sonnenlicht zu schwach sind oder ein strukturierter Tagesablauf fehlt. Okawa et al.

(1998) berichten, über die Hälfte der Jugendlichen, die unter dem Delayed sleep phase syndrome litten, ihren Schlafrhythmus erfolgreich an die soziale Umwelt anpassen konnten, wenn sie mit chronobiologischen Methoden behandelt wurden, beispielsweise helles Licht am Morgen, Gabe von Methylcobalamin beziehungsweise Melatonin.

4. *Auf den eigenen Körper hören*. Der Einsatz eines Schlafphasenweckers stimmt das Aufwachen mit den physiologischen Abläufen im Körper ab. Dieser Wecker passt die Weckzeit wartet einen günstigen Zeitpunkt zum Aufwachen innerhalb eines Zeitfensters von 90 Minuten ab (Randler 2008g).
5. *Unterstützende Ernährung.* Circadiane Probleme, die physiologischer Natur sind, könnten durch regelmäßige Mahlzeiten vor 19 Uhr abgemildert werden, wenn gleichzeitig keine Gelegenheit für Snacks am späten Abend gegeben wird. Hier sind die Eltern angehalten, den Kindern das gemeinsame tägliche Abendessen zu ermöglichen.
6. *Vermeidung elektronischer Bildschirmmedien.* Mit Apps für das Mobiltelefon wie beispielsweise „SleepBot" oder „Sleep as Android" könnten Jugendliche ihre Schlafenszeiten und die Schlafdauer protokollieren und ein Gefühl dafür bekommen, wann sie wie viel Schlaf brauchen. Dies funktioniert entweder durch Tastendruck vor dem Einschlafen und beim Aufwachen oder durch automatische Messung der Bewegungsintensität. Andererseits wäre es besser, wenn Kinder diese elektronischen Geräte abends nicht zur Verfügung haben, weil diese Multifunktionsgeräte dann wahrscheinlich für andere Dinge missbraucht werden und ein verantwortungsvoller Umgang große Selbstdisziplin abverlangt, welche von Kindern nicht erwartet werden kann. Die Verstärkung der Abendorientierung im Jugendalter durch schlechte Schlafhygiene könnte teilweise verringert werden, wenn Eltern keine elektronischen Bildschirmmedien in Kinderzimmern erlauben und den Jugendlichen die Möglichkeit geben, in einem kühlen und dunklen Zimmer zu schlafen.

Im Einklang mit psychologischen Zeitgebern

7. *Stärkung des Selbstbewusstseins.* Schulnoten und Chronotyp sind die einflussreichsten Indikatoren für verstärkte Problemwahrnehmung. Was kann getan werden, um den Schulstress der Abendtypen zu verringern? Eltern können circadiane Probleme, die psychisch bedingt sind und die Jugendlichen vom Einschlafen abhalten, verringern, indem sie über diese reden, so dass diese gestärkt in den nächsten Tag starten können. Da jugendliche Abendtypen extreme Probleme haben, morgens rechtzeitig aufzustehen, ist adäquates Verhalten in der Stunde vor dem zu Bett gehen umso wichtiger einzuschätzen. Eltern bemerken zwar die Schlafprobleme ihrer Kinder, besprechen diese aber zu selten mit ihren Kindern (Stein et al. 2001).
8. *Ausbildung sozialer Persönlichkeitswerte.* Soziale Persönlichkeitswerte helfen ebenso wie gelebte soziale Kontakte dabei, den eigenen circadianen Rhythmus an soziale Zeitgeber anzupassen. Traditionsbewusstsein, Loyalität und Hilfsbereitschaft sind Werte, die einen frühen circadianen Rhythmus unterstützen können.

Im Einklang mit soziokulturellen Zeitgebern

Im Gegensatz zu geophysischen, physiologischen und psychologischen Zeitgebern sind soziokulturelle Zeitgeber flexibler und können so gezielt von Eltern eingesetzt werden, um den individuellen circadianen Rhythmus ihrer Kinder zu anzupassen. In der Regel ist hier das Ziel, den circadianen Rhythmus der Jugendlichen zu beschleunigen, um den sozial erwünschten frühen Tagesrhythmus zu erreichen, der den Jugendlichen den Schulalltag erleichtert. Hier setzt auch ein Unterrichtskonzept zum Chronotyp an, das über natürliche Zeitgeber aufklären und Handlungsanleitungen zum besseren Timing von soziokulturellen Zeitgebern vermitteln möchte.

9. *Klare Alltagsstruktur.* Soziale Zeitstrukturen können helfen, die Schlafqualität zu verbessern (Carney et al. 2006), jedoch nur dann, wenn diese sozialen Zeitgeber mit dem physiologischen Rhythmus des Individuums relativ gut übereinstimmen. Die soziale Einforderung des angepassten Timings des Schlafs für alle auf die frühen Abend- und die Nachtstunden wird zum Problem, weil jeder Mensch individuell frühere oder spätere Schlafenszeiten bevorzugt. Die individuellen Unterschiede im circadianen Rhythmus verschieben sich während der Pubertät rasant in Richtung Abendtyp und stehen dann den frühen sozialen Uhrzeiten krass entgegen. Der Zusammenprall des späten individuellen Rhythmus des Jugendlichen mit dem frühen Schulrhythmus zeichnet sich durch zu kurze, zu späte und zerrissene Schlafmuster unter der Woche und in die (Nach-)mittagsstunden ausgedehntem „Abschlafen“ des Schlafdefizits am Wochenende aus. Das durch den Schulalltag zerstückelte Schlafmuster wird durch weitere soziale Verpflichtungen wie das Frühstück in der Familie, abendliche Kontakte mit Freunden, Freizeitaktivitäten oder Nebenjobs am Nachmittag und Abend verstärkt (Carskadon 2002a). Somit sehen sich Jugendliche im Prozess des Erwachsenwerdens neuen sozialen Kräften ausgesetzt, die ihren circadianen Rhythmus beherrschen, sich gegenseitig widersprechen und sie um den Schlaf bringen (Carskadon et al. 1998), so dass Jugendliche nicht ihren präferierten Schlafrhythmus leben können. Familien sollten an den Nutzen von entspannenden Ritualen vor dem Schlafengehen erinnert werden (Carskadon 2011), Eltern sollten darin bestärkt werden, ihren Kindern feste Schlafenszeiten vorzugeben, die auch am Wochenende nicht überschritten werden und Jugendliche sollten darin ermutigt werden, sich selbst den Abend zu strukturieren, sich eine Stunde vor dem Einschlafen feste Rituale wie Lesen oder Musik hören aneignen, die das Einschlafen fördern und sich feste Zeiten für das Einschlafen zu setzen. Das Schaffen einer adäquaten Schlafumgebung (beispielsweise weder Fernseher noch Computer im Kinderzimmer) und eine tägliche Routine zur Schlafenszeit (beispielsweise das abendliche Lesen einer Geschichte) können die Grundlage legen für eine verbesserte Selbstdisziplin, die auch die Pubertät überstehen kann.
10. *Normative Regeln.* Die normativen Regeln der Gesellschaft schreiben Jugendlichen vor, zu welcher Tages- und Nachtzeit es moralisch richtig und gesund ist zu schlafen (Meadows 2005). Der temporäre Rückzug aus unseren Beziehungen und Verpflichtungen ist nur dann sozial akzeptiert, wenn er zur richtigen Tageszeit stattfindet (Schwartz 1970). An Schultagen verpflichten sich Schüler wie Lehrer, früh morgens aufzustehen, weil alle zur selben Zeit zugegen sein müssen. Die Jugendlichen sollen so auf den frühen

Rhythmus eines verantwortungsbewussten und wohlerzogenen Erwachsenen im Berufs- und Familienalltag vorbereitet werden (Dement 2002). Deswegen müssen Jugendliche ihre innere Uhr, die eigentlich später tickt, an die frühen Uhrzeiten der Erwachsenen anpassen. Aufgrund ihres straffen Stundenplans an einem Schulmorgen wird Verhalten, welches ein frühes Einschlafen fördert, als sozial erwünscht bewertet. Andererseits wird Verhalten, welches dem zeitigen abendlichen Einschlafen entgegensteht, beispielsweise ein ausgedehnter Mittagsschlaf, oder Verhalten, das zu unterbrochenem Nachtschlaf führt, beispielsweise ungesundes Essverhalten am Vorabend, als problematisch angesehen. Die Problematik entspringt offensichtlich im resultierenden Schlafdefizit und den sich daraus ergebenden Tagesschläfrigkeit am darauffolgenden Tag (Giannotti et al. 2002). Der häufig anzutreffende morgendliche Widerwillen Jugendlicher zur Teilnahme am Familien- und Schulalltag setzt die Pünktlichkeit der Familie in Arbeit und Schule aufs Spiel (Cofer et al. 1999). Aus diesen Gründen wird Müdigkeit gesellschaftlich nur in den Abend- und Nachtstunden erwartet und Tageschläfrigkeit oder die Verlagerung des Nachtschlafs auf die Tagesstunden negativ belegt.

11. *Interventionsprogramm.* Ein Interventionsprogramm, das ab Klassenstufe 6 in den Unterricht eingebunden ist, könnte das Wissen der Heranwachsenden über den Schlaf steigern und folglich auch Grundlage für eine Verhaltensänderung schaffen, mit dem Ziel, den Schlafrhythmus der Schüler an die Schulzeiten anzupassen (Azevedo et al. 2008; Moseley & Gradisar 2009). Allerdings sind solche Verhaltensänderungen durch ein Unterrichtsprogramm nur schwer zu erreichen oder ihre Wirkung verpufft in den negativen Auswirkungen der Pubertät. Für ein Gelingen müssen Eltern und Schüler mitmachen.

Da die physiologischen Zeitgeber stark wirken und nur schwer oder gar nicht verändert werden können – sie sind genetisch bedingt und kommen durch die hormonellen Umstellungen in der Puberät zum tragen – ist es den Schulen empfohlen, den Jugendlichen durch Anpassung der Unterrichtszeiten für die älteren Schüler ein Stück entgegenzukommen.

12. *Späterer Schulbeginn*. Gegen den späteren Unterrichtsbeginn werden immer wieder, neben vermeintlich höheren Buskosten, vor allem die verlorene Zeit für Freizeitaktivitäten am Nachmittag und andere Unannehmlichkeiten, die die Umstellung auf spätere Unterrichtszeiten für Schüler, Lehrer und Eltern bringen könnte, aufgezählt (Kalish 2008). Es gibt aber auch Argumente für einen späteren Start in den Tag. Die besonders frühen Unterrichtszeiten in Deutschland – die erste Schulstunde muss in Baden-Württemberg laut Gesetz zwischen 7:30 und 8:30 Uhr morgens anfangen – zwingen die Jugendlichen dazu, zu einer Tageszeit zu lernen, zu welcher sie, wenn sie auf ihren physiologischen Rhythmus hören, schlafen sollten. Folglich wird der Schlafrhythmus der meisten Jugendlichen durch die erste Schulstunde beschnitten (Review: Wolfson & Carskadon 2003). Es empfieht sich deshalb, in Einklang mit Carskadon et al. (1998), Klein (2004) und Wahlstrom (2002b) spätere Unterrichtszeiten für Abendtypen einzuführen, um die Aufmerksamkeit der Abendtypen im Unterricht zu erhöhen. Um dem späteren Tagesrhythmus vor allem der Abendtypen in den höheren Klassenstufen ge-

recht zu werden, könnte folgender Lösungsweg umgesetzt werden: Zumindest ein Fünftel bis ein Drittel der Schüler einer Klassenstufe sind Abendtypen; diese könnten eine „Eulen"-Klasse besuchen, für welche der Unterricht regelmäßig später (zur zweiten oder dritten Schulstunde) beginnt und dementsprechend später am Nachmittag endet. Im Zuge der zahlreicher werdenen Ganztagsschulen wäre diese Empfehlung ohne Probleme im bestehenden Schulalltag umsetzbar. Auch Lehrer könnten von diesem Modell profitieren, weil auch sie dann mehr Wahlfreiheit haben, um ihre Arbeitszeit mit ihrem präferierten Tagesrhythmus in Einklang zu bringen. Der Unterricht sollte montags für alle Schüler erst zur zweiten Stunde beginnen. Da auch Morgentypen und Mischtypen am Wochenende durchschnittlich erst zwischen 8 und 10 Uhr aufstehen, ist ein sanfterer Start in die Woche für alle Schüler sinnvoll. Die Verschiebung der Schulzeit auf spätere Tageszeiten wird in den USA schon lange in Betracht gezogen (Wolfson 2007; Carskadon 2004). Früher Schulbeginn korrelierte mit Schlafentzug vor Schultagen und höherer Tagesschläfrigkeit an Schultagen. Brandalize et al. (2011) stellten in einer Längsschnittstudie fest, dass Schüler, die späte Schulzeiten (13-17:30 Uhr) haben, vor Schultagen länger schlafen als Schüler, die frühe Schulzeiten (7:30-12 Uhr) hatten; die Forscher stellten jedoch keine negativen Auswirkungen des Wechsels zu frühen Schulzeiten auf den Body-Mass-Index fest. Danner und Phillips (2008) assoziierten eine Verschiebung des Unterrichts von 7:30 auf 8:30 Uhr mit gesteigerter Schlafdauer vor Schultagen und gesenkter Schlafdauer an Wochenenden und stellten um 16,5 % reduzierte Verkehrsunfälle fest, wobei die Unfallrate bei Schülern, die weiterhin um 7:30 Uhr Schule hatten, um 7,8 % anstieg. Sieben High Schools im Bezirk Minneapolis verschoben den Beginn der ersten Schulstunde um 85 Minuten von 7:15 auf 8:40 Uhr; daraufhin zeigte sich in den folgenden vier Jahren eine bedeutende höhere Anwesenheitsrate, verringerte Tagesschläfrigkeit und die Schüler klagten seltener über Depressionen (Wahlstrom 2002b) – leider wurden im Vorfeld des Wechsels zum späteren Unterrichtsbeginn keine Uhrzeiten zum Schlafrhythmus der Schüler erhoben. Auch die New York Times berichtete über die positive Wirkung eines späteren Schulbeginns: der spätere Unterricht ab 8:30 Uhr sorgte demnach für eine gesteigerte Aufmerksamkeit, bessere Noten, weniger morgendliche Nachzügler, weniger Verhaltensauffälligkeiten, niedrigere Schulabbruchquoten und verringerte Verkehrsunfälle auf dem Schulweg (Kalish 2008). Mexikanische Schüler, deren Unterricht nachmittags stattfindet (14 bis 18 Uhr), hatten eine geringere Verschiebung des Schlafrhythmus am Wochenende – 24 Minuten verspätet im Vergleich zu Schülern, die morgens von 7 bis 12 Uhr Unterricht hatten (Valdez et al. 1996). Darüber hatten die Schüler mit späteren Schulzeiten im Verlauf der Woche kein Schlafdefizit angehäuft. Wahlstrom (2002a) gibt eine Übersicht über Pro und Contra zur Einführung späterer Schulzeiten und berücksichtigt dabei unter anderem physiologische Veränderungen während der Pubertät, die beste Tageszeit für konzentriertes Arbeiten, die Interessen von Stakeholdern, Transportsicherheit von übermüdeten Jugendlichen und Zeit für Freizeitaktivitäten am Nachmittag. Auch Noland et al. (2009) empfehlen spätere Unterrichtszeiten als Lösung für den chronischen Schlafentzug der Jugendlichen und führen das Pilotprojekt von Minneapolis als erfolgreiches Beispiel an. Medizinstudierende mit späterem Stundenplan an einer brasilianischen

Universität berichteten jedoch über bessere Schlafqualität, einen späteren Schlafrhythmus und längere Schlafdauer; Studierende mit früherem Stundenplan berichteten hingegen über größeren Schlafentzug während des Semesters (Lima et al. 2002). Jugendliche verlieren im Vergleich zu Schulferien in jeder Nacht vor Schultagen durchschnittlich 120 Minuten Schlaf (Hansen et al. 2005), wobei die Schlafdauer an Schulwochenenden um 30 Minuten ansteigt. Hansen et al. (2005) empfehlen deshalb spätere Unterrichtszeiten für Jugendliche, weil eine frühmorgendliche Lichttherapie keinen Einfluss auf die Schlafdauer vor Schultagen hatten und weil die Vitalität der Jugendlichen nachmittags besser war als am frühen Morgen. Neben der Verschiebung der Schulstunden auf spätere Uhrzeiten wird in Japan die medikamentöse Behandlung von Abendtypen vorgeschlagen. Harada et al. (2007) empfehlen Schulkindern die Einnahme von Tryptophan zum Frühstück, da dieses vom menschlichen Körper in Serotonin umgewandelt wird und insbesondere bei jüngeren Schulkindern (bis 8 Jahre) höhere Werte in Morningness nachgewiesen wurden. Auch deutsche Wissenschaftler (Preckel et al. 2011) befürworten einen späteren Unterrichtsbeginn auf der Grundlage der Ergebnisse von noch durchzuführender experimentellen Studien in Deutschland, in welchen der Unterrichtsbeginn probeweise verschoben wird. Klein (2004) zeigten, dass die Schulleistung im Tagesverlauf variiert und besser war, wenn der Unterricht am Nachmittag, nach dem After-lunch-dip, stattfand. Klein (2004) vermuten außerdem, dass der circadiane Rhythmus des Lehrers einen Einfluss auf die Wissensvermittlung haben kann. Schüler, die spätere Schulzeiten hatten, schliefen laut einer Studie von Onyper et al. (2012) länger, verspürten weniger Tagesschläfrigkeit und schwänzten seltener den Unterricht. Jedoch war in dieser Studie keine bessere Schulleistung feststellbar, was vermutlich daran lag, dass Schüler mit späteren Unterrichtszeiten vermehrt Alkohol konsumierten, was die positiven Effekte zunichtemachte.

Literaturverzeichnis

Abe T, Inoue Y, Komada Y, Nakamura M, Asaoka S, Kanno M, Shibui K, Hayashida K, Usui A, Takahashi K 2011. Relation between morningness-eveningness score and depressive symptoms among patients with delayed sleep phase syndrome. Sleep Medicine 12: 680–684.

Abrami PC, Lou Y, Chambers B, Poulsen C, Spence JC 1999. Within-class grouping: evidence versus conjecture. National Institute Economic Review 169: 105–108.

Acebo C, Carskadon MA 2002. Influence of irregular sleep patterns on waking behavior. t. In: Carskadon MA ed. Adolescent sleep patterns. Biological, social, and psychological influences. Cambridge, Cambridge University Press.

Acebo C, Sadeh A, Seifer R, Tzischinsky O, Wolfson AR, Hafer A, Carskadon MA 1999. Estimating sleep patterns with activity monitoring in children and adolescents: how many nights are necessary for reliable measures? Sleep 22: 95–103.

Achari KV, Pati AK 2007. Morningness-eveningness preference in Indian school students as function of gender, age and habitat. Biological Rhythm Research 38: 1–8.

Adam EK, Snell EK, Pendry P 2007. Sleep timing and quantity in ecological and family context: A nationally representative time-diary study. Journal of Family Psychology 21: 4–19.

Adan A 1991. Influence of morningness-eveningness preference in the relationship between body temperature and performance: a diurnal study. Personality and Individual Differences 12: 1159–1169.

Adan A 1994. Chronotype and personality factors in the daily consumption of alcohol and psychostimulants. Addiction 89: 455–462.

Adan A, Fabbri M, Natale V, Prat G 2006. Sleep Beliefs Scale (SBS) and circadian typology. Journal of Sleep Research 15: 125–132.

Adan A, Guàrdia J 1993. Circadian variations of self-reported activation: a multidimensional approach. Chronobiologia 20: 233–244.

Adan A, Lachica J, Caci H, Natale V 2010a. Circadian typology and temperament and character personality dimensions. Chronobiology International 27: 181–193.

Adan A, Natale V 2002. Gender differences in morningness-eveningness preference. Chronobiology International 19: 709–720.

Adan A, Natale V, Caci H, Prat G 2010b. Relationship between circadian typology and functional and dysfunctional impulsivity. Chronobiology International 27: 606–619.

Adan A, Prat G, Sánchez-Turet M 2004. Effects of nicotine dependence on diurnal variations of subjective activation and mood. Addiction 99: 1599–1607.

Alam M, Tomasi E, Lima M de, Areas R, Menna-Barreto L 2008. Characterization and distribution of chronotypes in southern Brazil: gender and season of birth differences. Jornal Brasileiro de Psiquiatria 57: 84–90.

Allebrandt KV, Roenneberg T 2008. The search for circadian clock components in humans: new perspectives for association studies. Brazilian Journal of Medical and Biological Research 41: 716–721.

Allebrandt KV, Teder-Laving M, Akyol M, Pichler I, Müller-Myhsok B, Pramstaller P, Merrow M, Meitinger T, Metspalu A, Roenneberg T 2010. CLOCK gene variants associate with sleep duration in two independent populations. Biological Psychiatry 67: 1040–1047.

Andershed AK 2005. In sync with adolescence. The role of morningness-eveningness in development, Springer.

Andrade MMM, Benedito-Silva AA, Domenice S, Arnhold I, Menna-Barreto L 1993. Sleep characteristics of adolescents: a longitudinal study. Journal of Adolescent Health 14: 401–406.

Andrade MMM, Menna-Barreto L 1996. Diurnal variation in oral temperature, sleepiness, and performance of high school girls. Biological Rhythm Research 27: 336–342.

Arber S, Bote M, Meadows R 2009. Gender and socio-economic patterning of self-reported sleep problems in Britain☆. Social Science & Medicine 68: 281–289.

Archer SN, Robilliard DL, Skene DJ, Smits M, Williams A, Arendt J, Schantz M von 2003. A length polymorphism in the circadian clock gene Per3 is linked to delayed sleep phase syndrome and extreme diurnal preference. Sleep 26: 413–415.

Arendt J 2006. Melatonin and human rhythms. Chronobiology International 23: 21–37.

Aschoff J, Wever R 1962. Spontanperiodik des Menschen bei Ausschluß aller Zeitgeber. Naturwissenschaften 49: 337–342.

Auger RR, Burgess HJ, Dierkhising RA, Sharma RG, Slocumb NL 2011. Light exposure among adolescents with delayed sleep phase disorder: a prospective cohort study. Chronobiology International 28: 911–920.

Azevedo CVM, Sousa I, Paul K, MacLeish MY, Mondéjar MT, Sarabia JA, Rol MA, Madrid JA 2008. Teaching chronobiology and sleep habits in school and university. Mind Brain and Education 2: 34–47.

Baehr EK, Revelle W, Eastman CI 2000. Individual differences in the phase and amplitude of the human circadian temperature rhythm: with an emphasis on morningness-eveningness. Journal of Sleep Research 9: 117–127.

Bailey SL, Heitkemper MM 2001. Circadian rhythmicity of cortisol and body temperature: morningness-eveningness effects. Chronobiology International 18: 249–261.

Barclay NL, Eley TC, Buysse DJ, Archer SN, Gregory AM 2010. Diurnal preference and sleep quality: same genes? A study of young adult twins. Chronobiology International 27: 278–296.

Barclay NL, Eley TC, Mill J, Wong CCY, Zavos HMS, Archer SN, Gregory AM 2011. Sleep quality and diurnal preference in a sample of young adults: Associations with 5HTTLPR, PER3, and CLOCK 3111. American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics 156: 681–690.

Baugh K, Elvidge CD, Ghosh T, Ziskin D 2010. Development of a 2009 Stable Lights Product using DMSPOLS data. Proceedings of the 30th Asia-Pacific Advanced Network Meeting: 114–130.

Bearpark H, Michie P 1987. Changes in morningness-eveningness scores during adolescence and their relationship to sleep/wake disturbances. Chronobiologia 14: 151.

Beaumont M, Batéjat D, Piérard C, van Beers P, Denis JB, Coste O, Doireau P, Chauffard F, French J, Lagarde D 2004. Caffeine or melatonin effects on sleep and sleepiness after rapid eastward transmeridian travel. Journal of Applied Physiology 96: 50–58.

Beebe DW, Fallone G, Godiwala N, Flanigan M, Martin D, Schaffner L, Amin R 2008. Feasibility and behavioral effects of an at-home multi-night sleep restriction protocol for adolescents. Journal of Child Psychology and Psychiatry 49: 915–923.

Beebe DW, Lewin DS, Zeller M, McCabe M, MacLeod K, Daniels SR, Amin R 2007. Sleep in Overweight Adolescents: Shorter Sleep, Poorer Sleep Quality, Sleepiness, and Sleep-Disordered Breathing. Journal of Pediatric Psychology 32: 69–79.

Bell BG, Belsky J 2008. Parents, parenting, and children's sleep problems: Exploring reciprocal effects. British Journal of Developmental Psychology 26: 579–593.

Benedito-Silva AA, Menna-Barreto L, Alam MF, Rotenberg L, Moreira LFS, Menezes AAL, Pereira da Silva H, Marques N 1998. Latitude and social habits as determinants of the distribution of morning and evening types in Brazil. Biological Rhythm Research 29: 591–597.

Beşoluk Ş 2011. Morningness–eveningness preferences and university entrance examination scores of high school students. Personality and Individual Differences 50: 248–252.

Beşoluk Ş, Önder İ, Deveci İ 2011. Morningness-Eveningness Preferences and Academic Achievement of University Students. Chronobiology International 28: 118–125.

Biss RK, Hasher L 2012. Happy as a lark: Morning-type younger and older adults are higher in positive affect. Emotion 12: 437-41.

Blakemore S, Burnett S, Dahl RE 2010. The role of puberty in the developing adolescent brain. Human Brain Mapping: 31: 926-933.

Bohle P, Tilley AJ, Brown S 2001. Psychometric evaluation of the Early/Late Preferences Scale. Ergonomics 44: 887–900.

Bond MJ, McDowell AJ, Wilkinson JY 2001. The measurement of dietary restraint, disinhibition and hunger: an examination of the factor structure of the Three Factor Eating Questionnaire (TFEQ). International Journal of Obesity 25: 900–906.

Bonnet MH, Arand DL 1995. We are chronically sleep deprived. Sleep 18: 908–911.

Borg I, Groenen PJF 2005. Modern Multidimensional Scaling: theory and applications. New York, Springer.

Borisenkov MF, Kosova AL, Kasyanova ON 2012. Impact of perinatal photoperiod on the chronotype of 11- to 18-year-olds in Northern European Russia. Chronobiology International 29: 305–310.

Borisenkov MF, Perminova EV, Kosova AL 2010. Chronotype, sleep length, and school achievement of 11- to 23-year-old students in Northern European Russia. Chronobiology International 27: 1259–1270.

Brähler E, Mühlan H, Albani C, Schmidt S 2007. Teststatistische Prüfung und Normierung der deutschen Versionen des EUROHIS-QOL Lebensqualität-Index und des WHO-5 Wohlbefindens-Index. Diagnostica 53: 83–96.

Brainard GC, Hanifin JP, Greeson JM, Byrne B, Glickman G, Gerner E, Rollag MD 2001. Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor. Journal of Neuroscience 21: 6405–6412.

Brandalize M, Pereira ÉF, Leite N, Filho GL, Louzada FM 2011. Effect of morning school schedule on sleep and anthropometric variables in adolescents: a follow-up study. Chronobiology International 28: 779–785.

Bray MS, Young ME 2007. Circadian rhythms in the development of obesity: potential role for the circadian clock within the adipocyte. Obesity Reviews 8: 169–181.

Brickenkamp R 1994. Test d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test. Manual. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle, Hogrefe.

Brown FC, Buboltz WC, Soper B 2006. Development and evaluation of the sleep treatment and education program for students (STEPS). Journal of American College Health 54: 231–237.

Brown FM 1993. Psychometric equivalence of an improved Basic Language Morningness (BALM) Scale using industrial population within comparisons. Ergonomics 36: 191–197.

Buchmann A, Ringli M, Kurth S, Schaerer M, Geiger A, Jenni OG, Huber R 2011. EEG sleep slow-wave activity as a mirror of cortical maturation. Cerebral Cortex 21: 607–615.

Buckhalt JA, Staton LE 2011. Children's sleep, cognition, and academic performance in the context of socioeconomic status and ethnicity. In: El-Sheikh M ed. Sleep and development. Familial and Socio-cultural considerations, Oxford University Press.

Bulck Jvd 2004. Television viewing, computer game playing, and internet use and self-reported time to bed and time out of bed in secondary-school children. Sleep 27: 101–104.

Burgess HJ, Eastman CI 2006. A late wake time phase delays the human dim light melatonin rhythm. Neuroscience Letters 395: 191–195.

Burgess HJ, Fogg LF 2008. Individual differences in the amount and timing of salivary melatonin secretion. PLoS ONE 3: e3055.

Burgess HJ, Sletten T, Savic N, Gilbert SS, Dawson D 2001. Effects of bright light and melatonin on sleep propensity, temperature, and cardiac activity at night. Journal of Applied Physiology 91: 1214–1222.

Burkhart K, Phelps JR 2009. Amber lenses to block blue light and improve sleep: A randomized trial. Chronobiology International 26: 1602–1612.

Buschkens J, Graham D, Cottrell D 2010. Well-being under chronic stress: is morningness an advantage? Stress and Health 26: 330–340.

Byrne D, Davenport S, Mazanov J 2007. Profiles of adolescent stress: The development of the adolescent stress questionnaire (ASQ). Journal of Adolescence 30: 393–416.

Caci H, Adan A, Bohle P, Natale V, Pornpitakpan C, Tilley AJ 2005a. Transcultural Properties of the Composite Scale of Morningness: The Relevance of the “Morning Affect” Factor. Chronobiology International 22: 523–540.

Caci H, Deschaux O, Adan A, Natale V 2009. Comparing three morningness scales: Age and gender effects, structure and cut-off criteria. Sleep Medicine 10: 240–245.

Caci H, Mattei V, Bayle F, Nadalet L, Dossios C, Robert P, Boyer P 2005b. Impulsivity but not venturesomeness is related to morningness. Psychiatry Research 134: 259–265.

Caci H, Robert P, Boyer P 2004. Novelty seekers and impulsive subjects are low in morningness. European Psychiatry 19: 79–84.

Cain N, Gradisar M, Moseley LM 2011. A motivational school-based intervention for adolescent sleep problems. Sleep Medicine 12: 246–251.

Cajochen C, Frey S, Anders D, Spati J, Bues M, Pross A, Mager R, Wirz-Justice A, Stefani O 2011. Evening exposure to a light emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. Journal of Applied Physiology 110: 1432–1438.

Cajochen C, Münch M, Knoblauch V, Blatter K, Wirz-Justice A 2006. Age-related Changes in the Circadian and Homeostatic Regulation of Human Sleep. Chronobiology International 23: 461–474.

Cajochen C, Zeitzer JM, Czeisler CA, Dijk D 2000. Dose-response relationship for light intensity and ocular and electroencephalographic correlates of human alertness. Behavioural Brain Research 115: 75–83.

Caminada H, Bruijn F de 1992. Diurnal variation, morningness-eveningness, and momentary affect. European Journal of Personality 6: 43–69.

Campbell IG, Higgins LM, Trinidad JM, Richardson P, Feinberg I 2007. The increase in longitudinal measured sleepiness across adolescence is related to the maturational decline in low-frequency EEG power. Sleep 30: 1677–1687.

Carney CE, Edinger JD, Meyer B, Lindman L, Istre T 2006. Daily activities and sleep quality in college students. Chronobiology International 23: 623–637.

Carpen JD, Archer SN, Skene DJ, Smits M, Schantz M von 2005. A single-nucleotide polymorphism in the 5'-untranslated region of the hPER2 gene is associated with diurnal preference. Journal of Sleep Research 14: 293–297.

Carpen JD, Schantz M von, Smits M, Skene DJ, Archer SN 2006. A silent polymorphism in the PER1 gene associates with extreme diurnal preference in humans. The American Journal of Human Genetics 51: 1122–1125.

Carrier J, Monk TH 2000. Circadian rhythms of performance: new trends. Chronobiology International 17: 719–732.

Carrier J, Monk TH, Buysse DJ, Kupfer DJ 1997. Sleep and morningness-eveningness in the 'middle' years of life (20-59y). Journal of Sleep Research 6: 230–237.

Carskadon MA 1990. Patterns of sleep and sleepiness in adolescents. Pediatrician 17: 5–12.

Carskadon MA 2002a. Factors influencing sleep pattern of adolescents. In: Carskadon MA ed. Adolescent sleep patterns. Biological, social, and psychological influences. Cambridge, Cambridge University Press.

Carskadon MA 2004. Sleep deprivation: health consequences and societal impact. Medical Clinics of North America 88: 767–776.

Carskadon MA 2011. Sleep in adolescents: The perfect storm. Pediatric Clinics of North America 58: 637–647.

Carskadon MA ed. 2002b. Adolescent sleep patterns. Biological, social, and psychological influences. Cambridge, Cambridge University Press.

Carskadon MA, Acebo C 1993. A self-administered rating scale for pubertal development. Journal of Adolescent Health 14: 190–195.

Carskadon MA, Acebo C, Jenni OG 2004. Regulation of adolescent sleep. Implications for behavior. Annals of the New York Academy of Sciences 1021: 276–291.

Carskadon MA, Acebo C, Richardson GS, Tate BA, Seifer R 1997. An approach to studying circadian rhythms of adolescent humans. Journal of Biological Rhythms 12: 278–289.

Carskadon MA, Acebo C, Seifer R 2001. Extended nights, sleep loss, and recovery sleep in adolescents. Archives Italiennes de Biologie 139: 301–312.

Carskadon MA, Harvey K, Duke P, Anders TF, Litt IF, Dement WC 1980. Pubertal changes in daytime sleepiness. Sleep 2: 453–460.

Carskadon MA, Labyak SE, Acebo C, Seifer R 1999. Intrinsic circadian period of adolescent humans measured in conditions of forced desynchrony. Neuroscience Letters 260: 129–132.

Carskadon MA, Vieira C, Acebo C 1993. Association between puberty and delayed phase preference. Sleep 16: 258–262.

Carskadon MA, Wolfson AR, Acebo C, Tzischinsky O, Seifer R 1998. Adolescent sleep patterns, circadian timing, and sleepiness at a transition to early school days. Sleep 21: 871–881.

Chang A 2011. Human diurnal preference and circadian rhythmicity are not associated with the CLOCK 3111C/T gene polymorphism. Journal of Biological Rhythms 26: 276–279.

Chelminski I, Ferraro FR, Petros TV, Plaud JJ 1997. Horne and Ostberg questionnaire: a score distribution in a large sample of young adults. Personality and Individual Differences 23: 647–652.

Chelminski I, Ferraro FR, Petros TV, Plaud JJ 1999. An analysis of the ''eveningness–morningness'' dimension in ''depressive'' college students. Journal of Affective Disorders 52: 19–29.

Chelminski I, Petros TV, Plaud JJ, Ferraro FR 2000. Psychometric properties of the reduced Horne and Östberg questionnaire. Personality and Individual Differences 29: 469–478.

Chen X, Nordhaus WD 2011. Using luminosity data as a proxy for economic statistics. PNAS May 16, 2011.

Chodorow N 1990. What is the relation between psychoanalytic feminism and the psychoanalytic psychology of women? In: Rhode D ed. Theoretical perspectives on sexual difference. New Haven, Yale University Press.

Chotai J, Murphy D, Constantino J 2006. Cerebrospinal fluid monoamine metabolite levels in human newborn infants born in winter differ from those born in summer. Psychiatry Research 145: 189–197.

Chotai J, Wiseman R 2005. Born lucky? The relationship between feeling lucky and month of birth. Personality and Individual Differences 39: 1451–1460.

Ciarleglio CM, Axley JC, Strauss BR, Gamble KL, McMahon DG 2011. Perinatal photoperiod imprints the circadian clock. Nature Neuroscience 14: 25–27.

Clarisse R, Le Floch N, Kindelberger C, Feunteun P 2010. Daily rhythmicity of attention in morning- vs. evening-type adolescents at boarding school unter different psychosociological testing conditions. Chronobiology International 27: 826–841.

Cloninger CR 1994. Temperament and personality. Current Biology 4: 266–273.

Cofer LF, Grice JW, Sethre-Hofstad L, Radi CJ, Zimmermann LK, Palmer-Seal D, Santa-Maria G 1999. Developmental perspectives on morningness-eveningness and social interactions. Human Development 42: 169–198.

Colrain IM, Baker FC 2011. Changes in sleep as a function of adolescent development. Neuropsychology Review 21: 5–21.

Compas BE, Davis GE, Forsythe CJ, Wagner BM 1987. Assessment of major and daily stressful events during adolescence: the adolescent perceived events scale. Journal of Consulting and Clinical Psychology 55: 534–541.

Conroy DA, Hairston IS, Arnedt JT, Hoffmann RF, Armitage R, Brower KJ 2012. Dim light melatonin onset in alcohol-dependent men and women compared with healthy controls. Chronobiology International 29: 35–42.

Costa G, Lievore F, Ferrari P, Gaffuri E 1987. Usual meal times in relation to age, sex, work activity and morningness-eveningness. Chronobiologia 14: 383–391.

Costa PT, McCrae RR 1992. Revised NEO Personality Inventory (NEO PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI): Professional manual.

Crowley SJ, Acebo C, Carskadon MA 2007. Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. Sleep Medicine 8: 602–612.

Crowley SJ, Acebo C, Fallone G, Carskadon MA 2006. Estimating Dim Light Melatonin Onset (DLMO) phase in adolescents using summer or school-year sleep/wake schedules. Sleep 29: 1632–1641.

Crowley SJ, Carskadon MA 2010. Modifications to weekend recovery sleep delay circadian phase in older adolescents. Chronobiology International 27: 1469–1492.

Czeisler CA, Duffy JF, Shanahan TL, Brown EN, Mitchell JF, Rimmer DW, Ronda JM, Silva EJ, Allan JS, Emens JS, Dijk D, Kronauer RE 1999. Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. Science 284: 2177–2181.

Dahl RE 2002. The regulation of sleep-arousal, affect, and attention in adolescence: Some questions and speculations. In: Carskadon MA ed. Adolescent sleep patterns. Biological, social, and psychological influences. Cambridge, Cambridge University Press.

Dahl RE, Lewin DS 2002. Pathways to aldolescent health: sleep regulation and behavior. Journal of Adolescent Health 31: 175–184.

Danilenko KV, Cajochen C, Wirz-Justice A 2003. Is Sleep per se a Zeitgeber in Humans? Journal of Biological Rhythms 18: 170–178.

Danilenko KV, Plisov IL, Cooper HM, Wirz-Justice A, Hébert M 2011. Human cone light sensitivity and melatonin rhythms following 24-hour continuous illumination. Chronobiology International 28: 407–414.

Danner F, Phillips B 2008. Adolescent sleep, school start times, and teen motor vehicle crashes. Journal of Clinical Sleep Medicine 4: 533–535.

Darling C, McWey L, Howard S, Olmstead S 2007. College student stress: the influence of interpersonal relationships on sense of coherence. Stress and Health 23: 215–229.

Dauchy RT, Dauchy EM, Tirrell RP, Hill CR, Davidson LK, Greene MW, Tirrell PC, Wu J, Sauer LA, Blask DE 2010. Dark-phase light contamination disrupts circadian rhythms in plasma measures of endocrine physiology and metabolism in rats. Comparative Medicine 60: 348–356.

Davidov E, Schmidt P, Schwartz SH 2008. Bringing values back in: The adequacy of the European Social Survey to measure values in 20 countries. Public Opinion Quarterly 72: 420–445.

Deci EL, Ryan RM 1990. Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York.

Dement WC 2002. Foreword. In: Carskadon MA ed. Adolescent sleep patterns. Biological, social, and psychological influences. Cambridge, Cambridge University Press.

Dewald JF, Meijer AM, Oort FJ, Kerkhof GA, Bögels SM 2010. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. Sleep Medicine Reviews 14: 179–189.

Dewan K, Benloucif S, Reid K, Wolfe LF, Zee PC 2011. Light-induced changes of the circadian clock of humans: Increasing duration is more effective than increasing light intensity. Sleep 34: 593–599.

Di Milia L 2005. A Psychometric Evaluation and Validation of the Preferences Scale. Chronobiology International 22: 679–693.

Di Milia L, Bohle P 2009. Morningness or Morning Affect? A Short Composite Scale of Morningness. Chronobiology International 26: 494–509.

Di Milia L, Folkard S, Hill J, Walker C 2011. A psychometric assessment of the circadian amplitude and phase scale. Chronobiology International 28: 81–87.

Di Milia L, Muller H 2012. Does impression management impact the relationship between morningness–eveningness and self-rated sleepiness? Personality and Individual Differences 52: 702–706.

Di Milia L, Wikman R, Smith P 2008. Additional Psychometric Evidence and Construct Validity for a Revised Preferences Scale of Morningness. Chronobiology International 25: 776–787.

Díaz-Morales JF 2007. Morning and evening-types: Exploring their personality styles. Personality and Individual Differences 43: 769–778.

Díaz-Morales JF, Ferrari JR, Cohen JR 2008. Indecision and avoidant procrastination: the role of morningness–eveningness and time perspective in chronic delay lifestyles. Journal of General Psychology 135: 228–240.

Díaz-Morales JF, Prieto PD, Barreno CE, Mateo JC, Randler C 2011. Sleep beliefs and chronotype among adolescents: the effect of a sleep education program. Biological Rhythm Research 43: 397-412.

Díaz-Morales JF, Randler C 2008. Morningness-Eveningness Among German and Spanish Adolescents 12–18 Years. European Psychologist 13: 214–221.

Díaz-Morales JF, Sánchez-López MP 2008. Morningness-Eveningness and Anxiety among Adults: A Matter of Sex/Gender? Personality and Individual Differences 44: 1391–1401.

Digdon NL 2010. Circadian preference and college students' beliefs about sleep education. Chronobiology International 27: 297–317.

Dijk D, Schantz M von 2005. Timing and consolidation of human sleep, wakefulness, and performance by a symphony of oscillators. Journal of Biological Rhythms 20: 279–290.

Dollman J, Ridley K, Olds T, Lowe E 2007. Trends in the duration of school-day sleep among 10- to 15-year-old South Australians between 1985 and 2004. Acta Paediatrica 96: 1011–1014.

Drake C, Nickel C, Burduvali E, Roth T, Jefferson C, Badia P 2003. The Pediatric Daytime Sleepiness Scale (PDSS): sleep habits and school outcomes in middle-school children. Sleep 26: 455–458.

Drennan SJ, Kripke DF, Kelsoe J, Gillin JC 1992. Morningness/eveningness is heritable. Abstracts of the Society for Neuroscience 18: 196.

Duffy JF, Dijk D, Hall EF, Czeisler CA 1999. Relationship of endogenous circadian melatonin and temperature rhythms to self-reported preference for morning or evening activity in young and older people. Journal of Investigative Medicine 47: 141–150.

Duit R, Treagust D 2003. Conceptual Change - A powerful framework for improving science teaching and learning. International Journal of Science Education 25: 671–688.

Ehlers CL, Frank E, Kupfer DJ 1988. Social zeitgebers and biological rhythms. Archives of General Psychiatry 45: 948–952.

Eliasson A, Eliasson A, King J, Gould B, Eliasson A 2002. Association of sleep and academic performance. Sleep and Breathing 6: 45–48.

El-Sheikh M, Kelly RJ, Buckhalt JA, Hinnant JB 2010. Childrens sleep and adjustment over time: the role of socioeconomic context. Child Development 81: 870–883.

Elvidge CD, Cinzano P, Pettit DR, Arvesen J, Sutton P, Small C, Nemani R, Longcore T, Rich C, Safran J, Weeks J, Ebener S 2007. The Nightsat mission concept. International Journal of Remote Sensing 28: 2645–2670.

Epstein R, Chillag N, Lavie P 1998. Starting times of school: effects on daytime functioning of fifth-grade children in Israel. Sleep 21: 250–256.

Erren TC, Koch MS, Groß JV, Meyer-Rochow VB 2012. Do perinatal photoperiods imprint human chronobiology? Suggestion for a study into the possible signature of light in the Northern and Southern hemispheres. Chronobiology International 29: 371–372.

Eysenck SBG, Eysenck HJ, Barrett P 1985. A revised version of the psychoticism scale. Personality and Individual Differences 6: 21–29.

Fabbri M 2008. Effect of time of day on arithmetic fact retrieval in a number-matching task. Acta Psychologica 127: 485–490.

Fabbri M, Antonietti A, Giorgetti M, Tonetti L, Natale V 2007. Circadian typology and style of thinking differences. Learning and Individual Differences 17: 175–180.

Fallone G, Acebo C, Arendt JT, Seifer R, Carskadon MA 2001. Effects of acute sleep restriction on behavior, sustained attention, and response inhibition in children. Perceptual and Motor Skills 93: 213–229.

Feinberg I, Campbell IG 2010. Sleep EEG changes during adolescence: An index of a fundamental brain reorganization. Brain and Cognition 72: 56–65.

Figueiro MG, Rea MS 2010. Evening daylight may cause adolescents to sleep less in spring than in winter. Chronobiology International 27: 1242–1258.

Fischer FM, Nagai R, Teixeira LR 2008. Explaining Sleep Duration in Adolescents: The Impact of Socio-Demographic and Lifestyle Factors and Working Status. Chronobiology International 25: 359–372.

Fleig D, Randler C 2009. Association between chronotype and diet in adolescents based on food logs. Eating Behaviors 10: 115–118.

Foster R, Roenneberg T 2008. Human responses to the geophysical daily, annual and lunar cycles. Current Biology 18: R784.

Frank DW, Evans JA, Gorman MR 2010. Time-dependent effects of dim light at night on reentrainment and masking of hamster activity rhythms. Journal of Biological Rhythms 25: 103–112.

Fredriksen K, Rhodes J, Reddy R, Way N 2004. Sleepless in Chicago: tracking the effects of adolescent sleep loss during the middle school years. Child Development 75: 84–95.

Frey A, Taskinen P, Schütte K, Prenzel M, Artelt C, Baumert J, Blum W, Hammann M, Klieme E, Pekrun R eds. 2009a. Pisa 2006 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Münster, Waxmann.

Frey S, Balu S, Greusing S, Rothen N, Cajochen C 2009b. Consequences of the timing of menarche on female adolescent sleep phase preference. PLoS ONE 4: e5217.

Fromm E, Horlebein C, Meergans A, Niesner M, Randler C 2011. Evaluation of a wake-up light in children and adolescents. Biological Rhythm Research 42: 417–425.

Gaina A, Sekine M, Chen X, Hamanishi S, Kagamimori S 2004. Validity of Child Sleep Diary Questionnaire among junior high school children. Journal of Epidemiology 14: 1–4.

Gaina A, Sekine M, Hamanishi S, Chen X, Kagamimori S 2005a. Gender and temporal differences in sleep-wake patterns in Japanese schoolchildren. Sleep 28: 337–342.

Gaina A, Sekine M, Hamanishi S, Chen X, Kagamimori S 2005b. Relationship between actigraphically estimated sleep patterns in Japanese school children with special reference to morningess – eveningness preference. Sleep and Biological Rhythms 3: 42–44.

Gaina A, Sekine M, Hamanishi S, Chen X, Kanayama H, Yamagami T, Williams WR, Kagamimori S 2006. Epidemiological aspects of self-reported sleep onset latency in Japanese junior high school children. Journal of Sleep Research 15: 266–275.

Gallasch J, Gradisar M 2007. Relationships between sleep knowledge, sleep practice and sleep quality. Sleep and Biological Rhythms 5: 63–73.

Gangwisch JE, Babiss LA, Malaspina D, Turner JB, Zammit GK, Posner K 2010. Earlier parental set bedtimes as a protective factor against depression and suicidal ideation. Sleep 33: 97–106.

Gaspar-Barba E, Calati R, Cruz-Fuentes CS, Ontiveros-Uribe MP, Natale V, Ronchi D de, Serretti A 2009. Depressive symptomatology is influenced by chronotypes. Journal of Affective Disorders 119: 100–106.

Gau SS, Merikangas KR 2004. Similarities and differences in sleep-wake patterns among adults and their children. Sleep 27: 299–304.

Gau SS, Shang C, Merikangas KR, Chiu Y, Soong W, Cheng AT 2007. Association between morningness-eveningness and behavioral/emotional problems among adolescents. Journal of Biological Rhythms 22: 268–274.

Gau SS, Soong W 1995. Sleep problems of junior high school students in Taipei. Sleep 18: 667–673.

Gau SS, Soong W 2003. The transition of sleep-wake patterns in early adolescence. Sleep 26: 449–454.

Gebauer M, Schraub H 1997. Die "innere Uhr" des Menschen. Unterricht Biologie 21: 24-26, 31-34.

Gellis LA 2011. Children's sleep in the context of socioeconomic status, race, and ethnicity. In: El-Sheikh M ed. Sleep and development. Familial and Socio-cultural considerations, Oxford University Press.

Giannotti F, Cortesi F 2002. Sleep patterns and daytime functioning in adolescence: an epidemiological survey of an Italian high school student sample. In: Carskadon MA ed. Adolescent sleep patterns. Biological, social, and psychological influences. Cambridge, Cambridge University Press.

Giannotti F, Cortesi F, Sebastiani T, Ottaviano S 2002. Circadian preference, sleep and daytime behaviour in adolescence. Journal of Sleep Research 11: 191–199.

Gibertini M, Graham C, Cook MR 1999. Self-report of circadian type reflects the phase of the melatonin rhythm. Biological Psychology 50: 19–33.

Gibson ES, Powles AP, Thabane L, O'Brien S, Molnar D, Trajanovic N, Ogilvie R, Shapiro C, Yan M, Chilcott-Tanser L 2006. "Sleepiness" is serious in adolescence: two surveys of 3235 Canadian students. BMC Public Health 6: 116.

Giménez MC, Hessels M, van de Werken M, Vries B de, Beersma DGM, Gordijn MCM 2010. Effects of artificial dawn on subjective ratings of sleep inertia and dim light melatonin onset. Chronobiology International 27: 1219–1241.

Goldstein D, Hahn C, Hasher L, Wiprzycka U, Zelazo P 2007. Time of day, intellectual performance, and behavioral problems in Morning versus Evening type adolescents: Is there a synchrony effect? Personality and Individual Differences 42: 431–440.

Gomes AA, Tavares J, Azevedo MHP de 2011. Sleep and academic performance in undergraduates: a multi-measure, multi-predictor approach. Chronobiology International 28: 786–801.

Gooley JJ, Chamberlain K, Smith KA, Khalsa SBS, Rajaratnam SMW, van Reen E, Zeitzer JM, Czeisler CA, Lockley SW 2011. Exposure to room light before bedtime suppresses melatonin onset and shortens melatonin duration in humans. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 96: 463–472.

Grandin L, Alloy L, Abramson L 2006. The social zeitgeber theory, circadian rhythms, and mood disorders: Review and evaluation. Clinical Psychology Review 26: 679–694.

Greenwood KM 1994. Long-term stability and psychometric properties of the Composite Scale of Morningness. Ergonomics 37: 377–383.

Greenwood KM 1995. An evaluation of the Circadian Type Questionnaire. Ergonomics 38: 347–360.

Gregory AM, Cox J, Crawford MR, Holland J, Haravey AG 2009. Dysfunctional beliefs and attitudes about sleep in children. Journal of Sleep Research 18: 422–426.

Griefahn B 2002. The validity of the temporal parameters of the daily rhyhtm of melatonin levels as an indicator of morningness. Chronobiology International 19: 561–577.

Hagenauer MH 2012. The neuroendocrine control of the circadian system: Adolescent chronotype. Frontiers in Neuroendocrinology, DOI:10.1016/j.yfrne.2012.04.003.

Hagenauer MH, Perryman J, Lee TM, Carskadon MA 2009. Adolescent changes in the homeostatic and circadian regulation of sleep. Developmental Neuroscience 31: 276–284.

Haim A, Kloog I, Rennert HS, Portnov BA 2011. Author's response to: Schernhammer ES, Stone KL. (2011). Light Pollution ≠ Light Pollution? Chronobiol. Int. 28:378–379. Chronobiology International 28: 379–380.

Haim A, Portnov BA 2011. LAN and breast cancer risk: Can we see a forest through the trees?— Response to "Measurements of light at night (LAN) for a sample of female school teachers" by M. S. Rea, J. A. Brons, and M. G. Figueiro. Chronobiology International 28: 734–736.

Hamermesh DS, Myers CK, Pocock ML 2008. Cues for timing and coordination: latitude, Letterman, and longitude. Journal of Labor Economics 26: 223–246.

Hanneman SK 2001. Measuring circadian temperature rhythm. Biological Research for Nursing 2: 236–248.

Hansen J 2001. Light at night, shiftwork, and breast cancer risk. Journal of the National Cancer Institute 93: 1513–1515.

Hansen M, Janssen I, Schiff A, Zee PC, Dubocovich ML 2005. The Impact of School Daily Schedule on Adolescent Sleep. Pediatrics 115: 1555–1561.

Harada T, Hirotani M, Maeda M, Nomura H, Takeuchi H 2007. Correlation between breakfast tryptophan content and morningness-eveningness in Japanese infants and students aged 0-15 yrs. Journal of Physiological Anthropology 26: 201–207.

Harada T, Kadowaki A, Shinomiya H, Takeuchi H 2004. Relationship between watching late night TV and morningness-eveningness of 18–22-year old Japanese students. Sleep and Biological Rhythms 2: 97–98.

Harada T, Kobayashi R, Wada K, Nishihara R, Kondo A, Akimitsu O, Noji T, Taniwaki N, Nakade M, Krejci M, Takeuchi H 2011. Effect of birth season on circadian typology appearing in Japanese young children aged 2 to 12 years disappears in older students aged 18 to 25 years. Chronobiology International 28: 638–642.

Harkness JA 2003. Questionnaire Translation. In: Harkness JA, van de Vijver FJR, Mohler PP eds. Cross-cultural survey methods. Hoboken, New Jersey, Wiley.

Hess B, Sherman MF, Goodman M 2000. Eveningness predicts academic procrastination: the mediating role of neuroticism. Journal of Social Behavior and Personality 15: 61–74.

Higuchi S, Motohashi Y, Liu Y, Ahara M, Kaneko Y 2003. Effects of VDT tasks with a bright display at night on melatonin, core temperature, heart rate, and sleepiness. Journal of Applied Physiology 94: 1773–1776.

Higuchi S, Motohashi Y, Liu Y, Maeda A 2005. Effects of playing a computer game using a bright display on presleep physiological variables, sleep latency, slow wave sleep and REM sleep. Journal of Sleep Research 14: 267–273.

Hogben AL, Ellis J, Archer SN, Schantz M von 2007. Conscientiousness is a Predictor of Diurnal Preference. Chronobiology International 24: 1249–1254.

Hölker F, Moss T, Griefahn B, Kloas W, Voigt CC, Henckel D, Hänel A, Kappeler PM, Völker S, Schwope A, Franke S, Uhrlandt D, Fischer J, Klenke R, Wolter C, Tockner K 2010. The dark side of the light: a transdisciplinary resarch agenda for light pollution policy. Ecology and Society 15: 13.

Holzman D 2010. What's in a color? The Unique human health effects of blue light. Environmental Health Perspectives 118: A22-A27.

Horne JA 1977. Individual differences in human circadian rhythms. Biological Psychology 5: 179–190.

Horne JA, Östberg O 1976. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. International Journal of Chronobiology 4: 97–110.

Howell AJ, Jahrig JC, Powell RA 2004. Sleep quality, sleep propensity and academic performance. Perceptual and Motor Skills 99: 525–535.

Hur Y 2007. Stability of genetic influence on morningness–eveningness: a cross-sectional examination of South Korean twins from preadolescence to young adulthood. Journal of Sleep Research 16: 17–23.

Hur Y, Bouchard TJ, Lykken DT 1998. Genetic and environmental influence on morningness-eveningness. Personality and Individual Differences 25: 917–925.

Iglowstein I, Jenni OG, Molinari L, Largo RH 2003. Sleep duration from infancy to adolescence: reference values and generational trends. Pediatrics 111: 302–307.

Ishihara K, Miyasita A, Inugami M, Fukuda K, Yamazaki K, Miyata Y 1985. Differences in the time or frequency of meals, alcohol and caffeine ingestion, and smoking found between 'morning' and 'evening' types. Psychological Reports 57: 391–396.

Ishihara K, Myasita A, Inugami M, Fukuda K, Myiata Y 1987. Differences in sleep-wake habit and EEG sleep variables between active morning and evening subjects. Sleep 10: 330–342.

Jenni OG 2005. Children's Sleep: An Interplay Between Culture and Biology. Pediatrics 115: 204–216.

Johnson EO, Breslau N 2001. Sleep problems and substance use in adolescence. Drug and Alcohol Dependence 64: 1–7.

Joinson C, Nettle D 2005. Season of birth variation in sensation seeking in an adult population. Personality and Individual Differences 38: 859–870.

Jung CM, Khalsa SBS, Scheer FAJL, Cajochen C, Lockley SW, Czeisler CA, Wright KP 2010. Acute Effects of Bright Light Exposure on Cortisol Levels. Journal of Biological Rhythms 25: 208–216.

Juul A, Teilmann G, Scheike T, Hertel NT, Holm K, Laursen EM, Main KM, Skakkebaek NE 2006. Pubertal development in Danish children: comparison of recent European and US data. International Journal of Andrology 29: 247–255.

Kahngreene E, Lipizzi E, Conrad A, Kamimori GH, Killgore WDS 2006. Sleep deprivation adversely affects interpersonal responses to frustration. Personality and Individual Differences 41: 1433–1443.

Kalish N 2008. The early bird gets the bad grade. The New York Times, Jan 14.

Kantermann T, Juda M, Merrow M, Roenneberg T 2007. The Human Circadian Clock's Seasonal Adjustment Is Disrupted by Daylight Saving Time. Current Biology 17: 1996–2000.

Kantermann T, Roenneberg T 2009. Is light-at-night a health risk factor or a health risk predictor? Chronobiology International 26: 1069–1074.

Kanerva N,Kronholm E, Partonen T, Ovaskainen ML, Kaartinen NE, Konttinen H, Broms U, Männistö S 2012. Tendency toward eveningness is associated with unhealthy dietary habits. Chronobiology International 29: 920-927.

Kasof J 2001. Eveningness and bulimic behavior. Personality and Individual Differences 31: 361–369.

Katzenberg D, Young T, Finn L, Lin L, King DP, Takahashi JS, Mignot E 1998. A CLOCK polymorphism associated with human diurnal preference. Sleep 21: 569–576.

Kelly WE, Kelly KE, Clanton RC 2001. The relationship between sleep length and grade-point average among college students. College Student Journal 35: 84–86.

Kerkhof GA, Dongen Hv 1996. Morning-type and evening-type individuals differ in the phase position of their endogenous circadian oscillator. Neuroscience Letters 218: 153–156.

Killgore WDS 2007. Effects of sleep deprivation and morningness-eveningness traits on risk-taking. Perceptual and Motor Skills 100: 613–626.

Killgore WDS, Balkin TJ, Wesensten NJ 2006. Impaired decision making following 49 h of sleep deprivation. Journal of Sleep Research 15: 7–13.

Killgore WDS, Grugle NL, Balkin TJ 2012. Gambling when sleep deprived: Don't bet on stimulants. Chronobiology International 29: 43–54.

Killgore WDS, Killgore DB, Day LM, Li C, Kamimori GH, Balkin TJ 2007. The effects of 53 hours of sleep deprivation on moral judgement. Sleep 30: 345–352.

Kim S, Dueker GL, Hasher L, Goldstein D 2002. Children's time of day preference: age, gender and ethnic differences. Personality and Individual Differences 33: 1083–1090.

Kirby EG, Kirby SL 2006. Improving task performance: the relationship between morningness and proactive thinking. Journal of Applied Psychology 26: 2715–2729.

Kitamura S, Hida A, Watanabe M, Enomoto M, Aritake-Okada S, Moriguchi Y 2010. Evening preference is related to the incidence of depressive states independent of sleep-wake conditions. Chronobiology International 27: 1797–1812.

Klei L, Reitz P, Miller M, Wood J, Maendel S, Gross D, Waldner T, Eaton J, Monk TH, Nimgaonkar VL 2005. Heritability of morningness-eveningness and self-report sleep measures in a family-based sample of 521 Hutterites. Chronobiology International 22: 1041–1054.

Klein J 2004. Planning middle school schedules for improved attention and achievement. Scandinavian Journal of Educational Research 48: 441–450.

Kloog I, Portnov BA, Rennert HS, Haim A 2011. Does the Modern Urbanized Sleeping Habitat Pose a Breast Cancer Risk? Chronobiology International 28: 76–80.

Kloog I, Stevens RG, Haim A, Portnov BA 2010. Nighttime light level co-distributes with breast cancer incidence worldwide. Cancer Causes & Control 21: 2059–2068.

Kolip P 1994. Jugend und Gesundheit: Eine notwendig geschlechtsspezifische Betrachtung. In: Kolip P ed. Lebenslust und Wohlbefinden. Weinheim, Juventa.

Koskenvuo M, Hublin C, Partinen M, Heikkilä K, Kaprio J 2007. Heritability of diurnal type: a nationwide study of 8753 adult twin pairs. Journal of Sleep Research 16: 156–162.

Kozaki T, Kitamura S, Higashihara Y, Ishibashi K, Noguchi H, Yasuhouchi A 2005. Effect of color temperature of light sources on slow-wave sleep. Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science 24: 183–186.

Kräuchi K, Cajochen C, Danilenko KV, Wirz-Justice A 1997a. The hypothermic effect of late evening melatonin does not block the phase delay induced by concurrent bright light in human subjects. Neuroscience Letters 232: 57–61.

Kräuchi K, Cajochen C, Wirz-Justice A 1997b. A relationship between heat loss and sleepiness: effects of postural change and melatonin administration. Journal of Applied Physiology 83: 134–139.

Kräuchi K, Cajochen C, Wirz-Justice A 1999. Warm feet promote the rapid onset of sleep. Nature 401: 36–37.

Kripke DF, Elliott JA, Youngstedt SD, Rex KM 2007. Circadian phase response curves to light in older and young women and men. Journal of Circadian Rhythms 10: 4.

Kyba CCM, Ruhtz T, Fischer J, Hölker F, Añel J 2011. Cloud coverage acts as an amplifier for ecological light pollution in urban ecosystems. PLoS ONE 6: e17307.

La Roche A, Frankel A 1986. Time perspective and health. Health Education Research 1: 139–142.

Laberge L, Petit D, Simard C, Vitaro F, Tremblay RE, Montplaisir J 2001. Development of sleep patterns in early adolescence. Journal of Sleep Research 10: 59–67.

Lahti TA, Leppämäki S, Lönnqvist J, Partonen T 2006a. Transition to daylight saving time reduces sleep duration plus sleep efficiency of the deprived sleep. Neuroscience Letters 406: 174–177.

Lahti TA, Leppämäki S, Ojanen S, Haukka J, Tuulio-Henriksson A, Lönnqvist J, Partonen T 2006b. Transition into daylight saving time influences the fragmentation of the rest-activity cycle. Journal of Circadian Rhythms 4: 1.

Lange L, Randler C 2011. Morningness-eveningness and behavioural problems in adolescents. Sleep and Biological Rhythms 9: 12–18.

Lauzon B, Romon M, Deschamps V, Lafay L, Borys J, Karlsson J, Ducimetière P, Charles MA 2004. The Three-Factor Eating Questionnaire-R18 is able to distinguish among different eating patterns in a general population. Journal of Nutrition 134: 2372–2380.

Lazaratou H, Dikeos DG, Anagnostopoulos DC, Sbokou O, Soldatos CR 2005. Sleep problems in adolescence A study of senior high school students in Greece. European Child & Adolescent Psychiatry 14: 237–243.

Lazarus R, Folkman S 1984. Stress, appraisal and coping. New York, Springer.

LeBourgeois MK, Giannotti F, Cortesi F, Wolfson AR, Harsh J 2005. The Relationship Between Reported Sleep Quality and Sleep Hygiene in Italian and American Adolescents. Pediatrics 115: 257–265.

LeBourgeois MK, Hancock MH, Harsh J 2001. Validation of the Children's Sleep-Wake Scale (CSWS). Sleep 24: A218-A219.

Lee H, Rex KM, Nievergelt CM, Kelsoe JR, Kripke DF 2011. Delayed sleep phase syndrome is related to seasonal affective disorder. Journal of Affective Disorders 133: 573–579.

Lee KA, Mcenany G, Weekes D 1999. Gender differences in sleep patterns for early adolescents. Journal of Adolescent Health 24: 16–20.

Lee N 2008. Awake, Asleep, Adult, Child: An A-humanist Account of Persons. Body & Society 14: 57–74.

Lehnkering H, Siegmund R 2007. Influence of Chronotype, Season, and Sex of Subject on Sleep Behavior of Young Adults. Chronobiology International 24: 875–888.

Leonhard C, Randler C 2009. In Sync with the Family: Children and Partners Influence the Sleep-Wake Circadian Rhythm and Social Habits of Women. Chronobiology International 26: 510–525.

Lerchl A, Schindler C, Eichhorn K, Kley F, Erren TC 2009. Indirect blue light does not suppress nocturnal salivary melatonin in humans in an automobile setting. Journal of Pineal Research 47: 143–146.

Levandovski R, Dantas G, Fernandes LC, Caumo W, Torres I, Roenneberg T, Hidalgo MPL, Allebrandt KV 2011. Depression scores associate with chronotype and social jetlag in a rural population. Chronobiology International 28: 771–778.

Lewandowski AS, Toliver-Sokol M, Palermo TM 2011. Evidence-Based Review of Subjective Pediatric Sleep Measures. Journal of Pediatric Psychology 36: 780-793.

Lexcen FJ, Hicks RA 1993. Does cigarette smoking increase sleep problems? Perceptual and Motor Skills 77: 16–18.

Liem GAD, Martin AJ, Nair E, Bernardo ABI, Prasetya PH 2011. Content and structure of values in middle adolescence: Evidence from Singapore, the Philippines, Indonesia, and Australia. Journal of Cross-Cultural Psychology 42: 146–154.

Lima PF, Medeiros ALD, Araújo JF 2002. Sleep-wake pattern of medical students: early versus late class starting time. Brazilian Journal of Medical and Biological Research 35: 1373–1377.

Linkwitz M 2006. Licht und das Ticken der inneren Uhr. Unterricht Biologie 30: 21–27.

Littner M, Kushida CA, McDowell A, Bailey D, Berry RB, Davila DG, Hirshkowitz M, Kapen S, Kramer M, Loube D, Wise M, Johnson SF 2003. Practice parameters for the role of actig-

raphy in the study of sleep and circadian rhythms: an update for 2002. Sleep 26: 337–341.

Liu X 2005. Sleep Patterns and Sleep Problems Among Schoolchildren in the United States and China. Pediatrics 115: 241–249.

Liu X, Zhou H 2002. Sleep duration, insomnia and behavioral problems among Chinese adolescents. Psychiatry Research 111: 75–85.

Loessl B, Valerius G, Kopasz M, Hornyak M, Riemann D, Voderholzer U 2008. Are adolescents chronically sleep-deprived? An investigation of sleep habits of adolescents in the Southwest of Germany. Child Care Health and Development 34: 549–556.

Longcore T, Rich C 2004. Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment 2: 191–198.

Louzada FM, Menna-Barreto L 2003. Sleep-wake cycle expression in adolescence: influences of social context. Biological Rhythm Research 34: 129–136.

LUBW 2011. Land use data. (Landsat 2000). from the German Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW). http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de.

Lund HG, Reider BD, Whiting AB, Prichard JR 2009. Sleep patterns and predictors of disturbed sleep in a large population of college students. Journal of Adolescent Health 46: 124–132.

Manni R, Ratti MT, Marchioni E, Castelnovo G, Murelli R, Sartori I, Galimberti CA, Tartara A 1997. Poor sleep in adolescents: a study of 869 17-year-old Italian secondary school students. Journal of Sleep Research 6: 44–49.

Martin SK, Eastman CI 2002. Sleep logs of young adults with self-selected sleep times predict the dim light melatonin onset. Chronobiology International 19: 695–707.

Martinez-Nicolas A, Ortiz-Tudela E, Madrid JA, Rol MA 2011. Crosstalk between environmental light and internal time in humans. Chronobiology International 28: 617–629.

Martynhak BJ, Louzada FM, Pedrazzoli M, Araújo JF 2010. Does the chronotype classification need to be updated? Preliminary findings. Chronobiology International 27: 1329–1334.

Matchock RL, Dorn LD, Susman EJ 2007. Diurnal and Seasonal Cortisol, Testosterone, and DHEA Rhythms in Boys and Girls during Puberty. Chronobiology International 24: 969–990.

Matricciani L, Olds T, Petkov J 2011a. In search of lost sleep: Secular trends in the sleep time of school-aged children and adolescents. Sleep Medicine Reviews 16: 203-211.

Matricciani L, Olds T, Williams M 2011b. A review of evidence for the claim that children are sleeping less than in the past. Sleep 34: 651–659.

Matthews G 1988. Morningness-eveningness as a dimension of personality: Trait, state, and psychophysiological correlates. European Journal of Personality 2: 277–293.

McElroy T, Mosteller L 2006. The influence of circadian type, time of day and class difficulty on student's grades. Electronic Journal of Research in Educational Psychology 4: 611–622.

McNamara S 2000. Stress in Young People: What's New and what Can We Do? London/New York, Continuum International Publishing Group.

Meadows R 2005. The 'negotiated night': an embodied conceptual framework for the sociolo The 'negotiated night': an embodied conceptual framework for the sociological study of sleep conceptual fra study of sleep. Sociological Review 53: 240–254.

Mecacci L, Rocchetti G 1998. Morning and evening types: stress-related personality aspects. Personality and Individual Differences 25: 537–542.

Meijer AM, Habekothé HT, Wittenboer GLHv 2000. Time in bed, quality of sleep and school functioning of children. Journal of Sleep Research 9: 145–153.

Melbin M 1978. Night as a frontier. American Sociological Review 43: 3–22.

Meliska CJ, Martínez LF, López AM, Sorenson DL, Nowakowski S, Parry BL 2011. Relationship of morningness–eveningness questionnaire score to melatonin and sleep timing, body mass index and atypical depressive symptoms in peri- and post-menopausal women. Psychiatry Research 188: 88–95.

Merrow M, Roenneberg T 2002. Ein Leben zwischen zwei Uhren. Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule 51: 31–36.

Millman RP 2005. Excessive sleepiness in adolescents and young adults: causes, consequences, and treatment strategies. Pediatrics 115: 1774–1786.

Mindell JA, Meltzer LJ, Carskadon MA, Chervin RD 2009. Developmental aspects of sleep hygiene: Findings from the 2004 National Sleep Foundation Sleep in America Poll. Sleep Medicine 10: 771–779.

Mitchell PJ, Redman JR 1993. The relationship between morningness-eveningness, personality and habitual caffeine consumption. Personality and Individual Differences 15: 105–108.

Molina TA, Burgess HJ 2011. Calculating the dim light melatonin onset: The impact of threshold and sampling rate. Chronobiology International 28: 714–718.

Mong J, Baker F, Mahoney M, Paul K, Schwartz M 2011. Sleep, rhythms, and the endocrine brain: influence of sex and gonadal hormones. Journal of Neuroscience 31: 16107–16116.

Mongrain V, Carrier J, Dumont M 2005. Chronotype and sex effects on sleep architecture and quantitative sleep EEG in healthy young adults. Sleep 28: 819–827.

Mongrain V, Lavoie S, Selmaoui B, Paquet J, Dumont M 2004. Phase Relationships between Sleep-Wake Cycle and Underlying Circadian Rhythms in Morningness-Eveningness. Journal of Biological Rhythms 19: 248–257.

Mongrain V, Paquet J, Dumont M 2006. Contribution of the photoperiod at birth to the association between season of birth and diurnal preference. Neuroscience Letters 406: 113–116.

Monk TH, Buysse DJ, Potts JM, DeGrazia JM, Kupfer DJ 2004. Morningness-Eveningness and Lifestyle Regularity. Chronobiology International 21: 435–443.

Moore M, Kirchner LH, Drotar D, Johnson N, Rosen C, Ancoli-Israel S, Redline S 2009. Relationships among sleepiness, sleep time, and psychological functioning in adolescents. Journal of Pediatric Psychology 34: 1175–1183.

Moran-Ellis J, Venn S 2007. The sleeping lives of children and teenagers: night-worlds and arenas of action. Sociological Research Online 12: 9.

Moseley LM, Gradisar M 2009. Evaluation of a school-based intervention for adolescent sleep problems. Sleep 32: 334–341.

Muro A, Goma-i-Freixanet M, Adan A 2009. Morningness-eveningness, sex, and the Alternative Five Factor Model of Personality. Chronobiology International 26: 1235–1248.

Natale V 1997. Is there a relationship between morningness and birth date? Chronobiology International 14: 123.

Natale V, Adan A 1999. Season of birth modulates morningness-eveningness preference in humans. Neuroscience Letters 274: 139–141.

Natale V, Adan A, Chotai J 2002. Further Results on the Association between Morningness-Eveningness Preference and the Season of Birth in Human Adults. Neuropsychobiology 46: 209–214.

Natale V, Adan A, Chotai J 2007. Season of birth modulates mood seasonality in humans. Psychiatry Research 153: 199–201.

Natale V, Adan A, Fabbri M 2009. Season of birth, gender, and social-cultural effects on sleep timing preferences in humans. Sleep 32: 423–426.

Natale V, Adan A, Scapellato P 2005. Are seasonality of mood and eveningness closely associated? Psychiatry Research 136: 51–60.

Natale V, Alzani A, Cicogna P 2003. Cognitive efficiency and circadian typologies: a diurnal study. Personality and Individual Differences 35: 1089–1105.

Natale V, Cicogna P 2002. Morningness-eveningness dimension: is it really a continuum? Personality and Individual Differences 32: 809–816.

Natale V, Danesi E 2002. Gender and circadian typology. Biological Rhythm Research 33: 261–269.

Natale V, Di Milia L 2011. Season of birth and morningness: Comparison between the Northern and Southern hemispheres. Chronobiology International 28: 727–730.

Natale V, Di Milia L 2012. Reply to: Do Perinatal Photoperiods Imprint Human Chronobiology? Suggestion for a study into the possible signature of light in the Northern and Southern Hemispheres. Chronobiology International 29: 372–373.

Natale V, Lorenzetti R 1997. Influence of morningness-eveningness and time of day on narrative comprehension. Personality and Individual Differences 23: 685–690.

National Institute for Public Health and the Environment ed. 2010. RIVM Report 680151002/2010.

Negriff S, Dorn LD, Pabst SR, Susman EJ 2011. Morningness/eveningness, pubertal timing, and substance use in adolescent girls. Psychiatry Research 185: 811–822.

Nielsen T 2010. Nightmares associated with the eveningness chronotype. Journal of Biological Rhythms 25: 53–62.

Nixon G, Thompson JMD, Han DY, Becroft DM, Clark PM, Robinson E, Waldie KE, Wild CJ, Black PN, Mitchell EA 2008. Short sleep duration in middle childhood: risk factors and consequences. Sleep 31: 71-78.

NOAA 2009. Version 4 DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series. Image and Data processing by NOAA's National Geophysical Data Center, DMSP data collected by the US Air Force Weather Agency.

Noguchi H, Sakaguchi T 1999. Effect of illuminance and color Temperature on lowering of physiological activity. Applied Human Science 18: 117–123.

Noland H, Price JH, Dake J, Telljohann SK 2009. Adolescents' sleep behaviors and perceptions of sleep. Journal of School Health 79: 224–230.

Nováková M, Paclt I, Ptáček R, Kuželová H, Hájek I, Sumová A 2011. Salivary melatonin rhythm as a marker of the circadian system in healthy children and those with attention-deficit/hyperactivity disorder. Chronobiology International 28: 630–637.

Nurmi J, Poole M, Kalakoski V 1994. Age differences in adolescent future-oriented goals, concerns, and related temporal extension in different soci-ocultural contexts. Journal of Youth and Adolescence 23: 471–487.

Ogińska H 2011. Can you feel the rhythm? A short questionnaire to describe two dimensions of chronotype. Personality and Individual Differences 50: 1039-1043.

Ohayon MM, Carskadon MA, Guilleminault C, Vitiello MV 2004. Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. Sleep 27: 1255–1273.

Okawa M, Uchiyama M, Ozaki S, Shibui K, Ichikawa H 1998. Circadian rhythm sleep disorders in adolescents: Clinical trials of combined treatment based on chronobiology. Psychiatry and Clinical Neurosciences 52: 483–490.

Onyper SV, Thacher PV, Gilbert JW, Gradess SG 2012. Class start times, sleep, and academic performance in college: A path analysis. Chronobiology International 29: 318–335.

Osland TM, Bjorvatn B, Steen VM, Pallesen S 2011. Association study of a variable-number tandem repeat polymorphism in the Clock Gene PERIOD3 and chronotype in Norwegian university students. Chronobiology International 28: 764–770.

Ottoni GL, Antoniolli E, Lara DR 2011. The Circadian Energy Scale (CIRENS): two simple questions for a reliable chronotype measurement based on energy. Chronobiology International 28: 229–237.

Owens JA 2004. Sleep in children: cross-cultural perspectives. Sleep and Biological Rhythms 2: 165–173.

Owens JA, Maxim R, McGuinn M, Nobile C, Small M, Alario A 1999. Television-viewing habits and sleep disturbance in school children. Pediatrics 104: e27.

Paraskakis E, Ntouros T, Ntokos M, Siavana O, Bitsori M, Galanakis E 2008. Siesta and sleep patterns in a sample of adolescents in Greece. Pediatrics International 50: 690–693.

Patel SR, Malhotra A, White DP, Gottlieb DJ, Hu FB 2006. Association between Reduced Sleep and Weight Gain in Women. American Journal of Epidemiology 164: 947–954.

Patten CA, Choi WS, Gillin C, Pierce JP 2000. Depressive symptoms and cigarette smoking predict development and persistence of sleep problems in US adolescents. Pediatrics 106: e23.

Patton GC 2004. Puberty and the Onset of Substance Use and Abuse. Pediatrics 114: e300.

Pedrazzoli M, Louzada FM, Pereira DS, Benedito-Silva AA, Lopez AR, Martynhak BJ, Korczak AL, Koike BDV, Barbosa AA, D'Almeida V, Tufik S 2007. Clock polymorphisms and circadian rhythms phenotypes in a sample of the Brazilian population. Chronobiology International 24: 1–8.

Peetsma TTD 2000. Future time perspective as a predictor of school investment. Scandinavian Journal of Educational Research 44: 177–192.

Perez-Chada D, Perez-Lloret S, Videla A, Cardinali D, Bergna MA, Fernández-Acquier M, Larrateguy L, Zabert GE, Drake C 2007. Sleep disordered breathing and daytime sleepiness are associated with poor academic performance in teenagers. A study using the Pediatric Daytime Sleepiness Scale (PDSS). Sleep 30: 1698–1703.

Petersen AC, Crockett L, Richards M, Boxer A 1988. A self-report measure of pubertal status: Reliability, validity, and initial norms. Journal of Youth and Adolescence 17: 117–133.

Phipps-Nelson J, Redman JR, Schlangen LJM, Rajaratnam SMW 2009. Blue light exposure reduces objective measures of sleepiness during prolonged nighttime performance testing. Chronobiology International 26: 891–912.

Piffer D 2010. Sleep patterns and sexual selection: an evolutionary approach. Mankind Quarterly L: 361–375.

Pontes AL, Engelberth RC, Nascimento J, Cavalcante JC, Costa MSM, Pinato L, Toledo CA, Cavalcante J 2010. Serotonin and circadian rhythms. Psychology & Neuroscience 3: 217–228.

Pornpitakpan C 2000. Additional validity of the Basic Language Morningness (BALM) Scale. Personality and Individual Differences 28: 59–72.

Posner GJ, Strike KA, Hewson PW, Gertzog WA 1982. Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change. Journal of Biological Education 66: 211–227.

Prat G, Adan A 2011. Influence of Circadian Typology on Drug Consumption, Hazardous Alcohol use, and Hangover Symptoms. Chronobiology International 28: 248–257.

Preckel F, Lipnevich AA, Schneider S, Roberts RD 2011. Chronotype, cognitive abilities, and academic achievement: A meta-analytic investigation. Learning and Individual Differences 21: 483–492.

Randler C 2007. Gender differences in morningness–eveningness assessed by self-report questionnaires: A meta-analysis. Personality and Individual Differences 43: 1667–1675.

Randler C 2008a. Differences between smokers and nonsmokers in morningness-eveningness. Social Behavior and Personality 36: 673–680.

Randler C 2008b. Differences in Sleep and Circadian Preference between Eastern and Western German Adolescents. Chronobiology International 25: 565–575.

Randler C 2008c. Morningness–Eveningness and Satisfaction with Life. Social Indicators Research 86: 297–302.

Randler C 2008d. Morningness-Eveningness Comparison in Adolescents from Different Countries around the World. Chronobiology International 25: 1017–1028.

Randler C 2008e. Morningness–eveningness, sleep–wake variables and big five personality factors. Personality and Individual Differences 45: 191–196.

Randler C 2008f. Psychometric properties of the German version of the Composite Scale of Morningness. Biological Rhythm Research 39: 151–161.

Randler C 2008g. Warum sind wir montags morgens immer so müde? Aspekte zur Chronobiologie und Chronopsychologie. Aachen, Shaker.

Randler C 2009a. Proactive people are morning people. Journal of Applied Social Psychology 39: 2787–2797.

Randler C 2009b. Sleep length in German children and adolescents. Somnologie 13: 89–91.

Randler C 2009c. Validation of the full and reduced Composite Scale of Morningness. Biological Rhythm Research 40: 413–423.

Randler C 2011a. Age and gender differences in morningness–eveningness during adolescence. Journal of Genetic Psychology 172: 302–308.

Randler C 2011b. Association between morningness-eveningness and mental and physical health in adolescents. Psychology Health & Medicine 16: 29–38.

Randler C 2012. Die deutsche Version der Composite Scale of Morningness (CSM). In: Schulz H, Geisler P, Rodenbeck A eds. Kompendium Schlafmedizin. 19 edition. Landsberg, Hüthig Jehle Rehm GmbH.

Randler C, Baumgärtner S, Eisele H, Kienzle W 2007. Learning at workstations in the zoo: a controlled evaluation of cognitive and affective outcomes. Visitor Studies 10: 205–216.

Randler C, Bilger S, Díaz-Morales JF 2009. Associations among sleep, chronotype, parental monitoring, and pubertal development among German adolescents. Journal of Psychology 143: 1–12.

Randler C, Bogner FX 2002. Comparing methods of instruction using bird species identification skills as indicators. Journal of Biological Education 36: 181–188.

Randler C, Bogner FX 2006. Cognitive achievements in identification skills. Journal of Biological Education 40: 161–165.

Randler C, Bogner FX 2007. Pupils' interest before, during and after a curriculum dealing with ecological topics and its relationship with achievement. Educational Research and Evaluation 13: 463–478.

Randler C, Bogner FX 2008. Planning experiments in Science Education Research: Comparison of a quasi-experimental approach with a matched pair tandem design. International Journal of Environmental and Science Education 3: 95–103.

Randler C, Bogner FX 2009. Efficacy of two different instructional methods involving complex ecological content. International Journal of Science and Mathematics Education 7: 315–337.

Randler C, Ebenhöh Nadine, Fischer A, Höchel S, Schroff C, Stoll JC, Vollmer C 2012a. Chronotype but not sleep length is related to salivary testosterone in young adult men. Psychoneuroendocrinology. DOI:10.1016/j.psyneuen.2012.02.008

Randler C, Fontius I, Vollmer C 2012. Delayed weekend sleep pattern in German infants and children aged 0–6 years. Biological Rhythm Research 43: 225–234.

Randler C, Frech D 2006. Correlation between morningness – eveningness and final school leaving exams. Biological Rhythm Research 37: 233–239.

Randler C, Frech D 2009. Young people's time-of-day preferences affect their school performance. Journal of Youth Studies 12: 653–667.

Randler C, Hulde M 2007. Hands-on versus teacher-centred experiments in soil ecology. Research in Science and Technological Education 25: 329–338.

Randler C, Ilg A, Kern J 2005. Cognitive and emotional evaluation of an amphibian conservation program for elementary school students. Journal of Environmental Education 37: 43–52.

Randler C, Kranich K, Eisele H 2008. Block scheduled versus traditional biology teaching – an educational experiment using the water lily. Instructional Science 36: 17–25.

Randler C, Kunzmann M 2005. Lernemotionen und Lehrerverhalten im Biologieunterricht. Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht 58: 367–373.

Randler C, Saliger L 2011. Relationship between morningness–eveningness and temperament and character dimensions in adolescents. Personality and Individual Differences 50: 148–152.

Randler C, Schaal S 2010. Morningness–eveningness, habitual sleep-wake variables and cortisol level. Biological Psychology 85: 14–18.

Randler C, Stadler L, Vollmer C, Díaz-Morales JF 2012b. Relationship between depressive symptoms and sleep duration/chronotype in women. Journal of Individual Differences 33: 186–191.

Randler C, Vollmer C 2012. Epidemiological evidence for the Bimodal Chronotype using the Composite Scale of Morningness. Chronobiology International 29: 1–4.

Rea MS, Brons JA, Figueiro MG 2011. Measurements of light at night (LAN) for a sample of female school teachers. Chronobiology International 28: 673–680.

Reinberg A, Touitou Y, Lewy H, Mechkouri M 2010. Habitual moderate alcohol consumption desynchronizes circadian physiologic rhythms and affects reaction-time performance. Chronobiology International 27: 1930–1942.

Reiter RJ, Tan D, Korkmaz A, Erren TC, Piekarski C, Tamura H, Manchester LC 2007. Light at night, chronodisruption, melatonin suppression, and cancer risk: a review. Critical Reviews in Oncogenesis 13: 303–328.

Revell VL, Arendt J, Terman M, Skene DJ 2005. Short-wavelength sensitivity of the human circadian system to phase-advancing light. Journal of Biological Rhythms 20: 270–272.

Riedel M, Berrez S, Pelisse D, Brousse E, Forget C, Marlot M, Smolensky MH, Touitou Y, Reinberg A 2011. 24-hour pattern of work-related injury risk of French firemen: Nocturnal peak time. Chronobiology International 28: 697–705.

Roberts RD, Kyllonen PC 1999. Morningness-eveningness and intelligence: early to bed, early to rise will likely make you anything but wise! Personality and Individual Differences 27: 1123–1133.

Roberts RE, Roberts CR, Chen IG 2001. Functioning of adolescents with symptoms of disturbed sleep. Journal of Youth and Adolescence 30.

Roenneberg T, Daan S, Merrow M 2003a. The art of entrainment. Journal of Biological Rhythms 18: 183–194.

Roenneberg T, Kuehnle T, Juda M, Kantermann T, Allebrandt K, Gordijn M, Merrow M 2007a. Epidemiology of the human circadian clock. Sleep Medicine Reviews 11: 429–438.

Roenneberg T, Kuehnle T, Pramstaller P, Ricken J, Havel M, Guth A, Merrow M 2004. A marker for the end of adolescence. Current Biology 14: R1038-R1039.

Roenneberg T, Kumar CJ, Merrow M 2007b. The human circadian clock entrains to sun time. Current Biology 17: R44-R45.

Roenneberg T, Wirz-Justice A, Merrow M 2003b. Life between Clocks: Daily Temporal Patterns of Human Chronotypes. Journal of Biological Rhythms 18: 80–90.

Röösli M, Jüni P, Braun-Fahrländer C, Brinkhof MWG, Low N, Egger M 2006. Sleepless night, the moon is bright: Longitudinal study of lunar phase and sleep. Journal of Sleep Research 15: 149–153.

Rossi CM, Campbell AL, Vo OT, Charron T, Marco CA, Wolfson AR 2002. Middle school sleep-smart program: a pilot evaluation. Sleep 25: A279.

Rudoph K 2002. Gender differences in emotional responses to interpersonal stress during adolescence. Journal of Adolescent Health 30: 3–13.

Rüger M, Gordijn MCM, Beersma DGM, Vries B de, Daan S 2006. Time-of-day-dependent effects of bright light exposure on human psychophysiology: comparison of daytime and nighttime exposure. American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology 290: R1413-R1420.

Russo PM, Bruni O, Lucidi F, Raffaele Ferri, Violani C 2007. Sleep habits and circadian preference in Italian children and adolescents. Journal of Sleep Research 16: 163–169.

Sadeh A, Dahl RE, Shahar G, Rosenblat-Stein S 2009. Sleep and the transition to adolescence: a longitudinal study. Sleep 32: 1602–1609.

Sadeh A, Gruber R, Raviv A 2002. Sleep, neurobehavioral functioning, and behavior problems in school-age children. Child Development 73: 405–417.

Sadeh A, Gruber R, Raviv A 2003. The effects of sleep restriction and extension on school-age children: what a difference an hour makes. Child Development 74: 444–455.

Sadeh A, Raviv A, Gruber R 2000. Sleep patterns and sleep disruptions in school-age children. Developmental Psychology 36: 291–301.

Sargent C, Ferguson SA, Darwent D, Kennaway DJ, Roach GD 2010. The influence of circadian phase and prior wake on neuromuscular function. Chronobiology International 27: 911–921.

Savis JC, Eliot JF, Gansneder B, Rotella RJ 1997. A subjective means of assessing college athletes's sleep: a modification of the morningness/eveningness questionnaire. International Journal of Sport Psychology 28: 157–170.

Schaal S, Peter M, Randler C 2010. Morningness-eveningness and physical activity in adolescents. International Journal of Sport and Exercise Psychology 8: 147–159.

Schernhammer ES, Stone KL 2011. Light Pollution ≠ Light Pollution? Chronobiology International 28: 378–379.

Schmidt C, Collette F, Cajochen C, Peigneux P 2007. A time to think: Circadian rhythms in human cognition. Cognitive Neuropsychology 24: 755–789.

Schmidt C, Peigneux P, Leclercq Y, Sterpenich V, Vandewalle G, Phillips C, Berthomier P, Berthomier C, Tinguely G, Gais S, Schabus M, Desseilles M, Dang-Vu T, Salmon E, Degueldre C, Balteau E, Luxen A, Cajochen C, Maquet P, Collette F, Yamazaki S 2012. Circadian preference modulates the neural substrate of conflict processing across the day. PLoS ONE 7: e29658.

Schneider A, Randler C 2009. Daytime sleepiness during transition into daylight saving time in adolescents: Are owls higher at risk? Sleep Medicine 10: 1047–1050.

Schneider T 2004. Der Einfluss des Einkommens der Eltern auf die Schulwahl. Discussion Papers des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung.

Schubert E, Randler C 2008. Association between chronotype and the constructs of the Three-Factor-Eating-Questionnaire. Appetite 51: 501–505.

Schwartz B 1970. Notes on the sociology of sleep. Sociological Quarterly 11: 485–499.

Schwartz SH 1992. Universals in the content and structure of values: theoretical advances and empirical tests in 20 countries. Advances in Experimental Social Psychology 25: 1–65.

Schwartz SH 2003. A proposal for measuring value orientations across nations. Chapter 7 in the Questionnaire Development Package of the European Social Survey. http://www.europeansocialsurvey.org [23 November 2011].

Schwartz SH 2010a. Basic values: How they motivate and inhibit prosocial behavior. In: Mikulincer M ed. Prosocial motives, emotions, and behavior: The better angels of our nature. Washington DC, American Psychological Association Press.

Schwartz SH 2010b. Computing scores for the 10 Human Values. European Social Survey, survey documentation. http://ess.nsd.uib.no/ess/doc/ess1_human_values_scale.pdf [23 November 2011].

Schwartz SH, Boehnke K 2004. Evaluating the structure of human values with confirmatory factor analysis. Journal of Research in Personality 38: 230–255.

Schwartz SH, Rubel-Lifschitz T 2005. Sex differences in value priorities: Cross-cultural and multi-method studies. Journal of Personality and Social Psychology 89: 1010–1028.

Schwartz SH, Rubel-Lifschitz T 2009. Cross-national variation in the size of sex differences in values: Effects of gender equality. Journal of Personality and Social Psychology 97: 171–185.

Seiffge-Krenke I unveröffentlicht. Problem Questionnaire und Coping Across Situations Questionnaire, deutschsprachige Version.

Seiffge-Krenke I 1995. Stress, coping and relationships in adolescents. New Jersey, Lawrence Erlbaum.

Seiffge-Krenke I 2006. Coping with relationship stressors: The impact of different working models of attachment and links to adaptation. Journal of Youth and Adolescence 35: 25–39.

Seiffge-Krenke I, Weidemann S, Fentner S, Aegenheister N, Poeblau M 2001. Coping with school-related stress and family stress in healthy and clinically referred adolescents. European Psychologist 6: 123–132.

Shaw ME 1998. Adolescent breakfast skipping: an Australian study. Adolescence 33: 851–861.

Shin C, Kim J, Lee S, Ahn Y, Joo S 2003. Sleep habits, excessive daytime sleepiness and school performance in high school students. Psychiatry and Clinical Neurosciences 57: 451–453.

Shinomiya H, Takeuchi H, Martoni M, Natale V, Harada T 2004. Comparative study on circadian typology of Japanese and Italian students aged 12–18 years. Sleep and Biological Rhythms 2: 93–95.

Smith CS, Folkard S, Schmieder RA, Parra LF, Spelten E, Almirall H, Sen RN, Sahu S, Perez LM, Tisak J 2002. Investigation of morning–evening orientation in six countries using the preferences scale. Personality and Individual Differences 32: 949–968.

Smith CS, Reilly C, Midkiff K 1989. Evaluation of three circadian rhythm questionnaires with suggestions for an improved measure of morningness. Journal of Applied Psychology 74: 728–738.

Snell EK, Adam EK, Duncan GJ 2007. Sleep and the body mass index and overweight status of children and adolescents. Child Development 78: 309–323.

Song J, Stough C 2000. The relationship between morningness-eveningness, time-of-day, speed of information processing, and intelligence. Personality and Individual Differences 29: 1179–1190.

Sousa I, Araújo JF, Azevedo CVM 2007. The effect of a sleep hygiene education program on the sleep?wake cycle of Brazilian adolescent students. Sleep and Biological Rhythms 5: 251–258.

Spilsbury JC, Storfer-Isser A, Drotar D, Rosen CL, Kirchner LH, Benham H, Redline S 2004. Sleep behavior in an urban US sample of school-aged children. Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine 158: 988–994.

Statistisches Bundesamt 2008. Statistisches Jahrbuch 2007. Wiesbaden.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2008. Allgemeinbildende Schulen in Baden-Württemberg im Schuljahr 2007/08. Stuttgart.

Stein MA, Mendelsohn J, Obermeyer WH, Amromin J, Benca R 2001. Sleep and behavior problems in school-aged children. Pediatrics 107: e60.

Steinberg L, Morris A 2001. Adolescent development. Annual Review of Psychology 52: 83–110.

Stevens RG 2009. Light-at-night, circadian disruption and breast cancer: assessment of existing evidence. International Journal of Epidemiology 38: 963–970.

Stevens RG 2011. Testing the light-at-night (LAN) theory for breast cancer causation. Chronobiology International 28: 653–656.

Strauch I, Meier B 1988. Sleep need in adolescents: a longitudinal approach. Sleep 11: 378–386.

Sugiyama S 1994. An analysis of relationship between the general perceived control and the time perspective in junior high school students. Japanese Journal of Educational Psychology 42: 415–420.

Susman EJ, Dockray S, Schiefelbein VL, Herwehe S, Heaton JA, Dorn LD 2007. Morningness/eveningness, morning-to-afternoon cortisol ratio, and antisocial behavior problems during puberty. Developmental Psychology 43: 811–822.

Taillard J, Philip P, Bioulac B 1999. Morningness/eveningness and the need for sleep. Journal of Sleep Research 8: 291–295.

Taillard J, Philip P, Claustrat B, Capelli A, Coste O, Chaumet G, Sagaspe P 2011. Time course of neurobehavioral alertness during extended wakefulness in morning- and evening-type healthy sleepers. Chronobiology International 28: 520–527.

Takao M, Ishihara N, Mori T 2007. Morning-evening type and stress-related personality in Japanese college students. Perceptual and Motor Skills 104: 687–690.

Takao M, Kurachi T, Kato H 2009. Photoperiod at birth does not modulate the diurnal preference in Asian population. Chronobiology International 26: 1470–1477.

Takeuchi H, Inoue M, Watanabe N, Yamashita Y, Hamada M, Kadota G, Harada T 2001. Parental enforcement of bedtime during childhood modulates preference of Japanese junior high school students for evening chronotype. Chronobiology International 18: 823–829.

Takeuchi H, Morisane H, Iwanaga A, Hino N, Matsuoka A, Harada T 2002. Morningness–eveningness preference and mood in Japanese junior high school students. Psychiatry and Clinical Neurosciences 56: 227–228.

Takeuchi H, Oishi T, Harada T 2003. Morningness-eveningness preference and mental and physical symptoms during the menstrual cycle of Japanese junior high school students. Sleep and Biological Rhythms 1: 245–247.

Takeuchi H, Oishi T, Harada T 2005. Association between moringness-eveningness preference and mental/physical premenstrual symptoms in Japanese females 12 to 31 years of age. Chronobiology International 22: 1055–1068.

Talbot LS, McGlinchey EL, Kaplan KA, Dahl RE, Harvey AG 2010. Sleep deprivation in adolescents and adults: Changes in affect. Emotion 10: 831–841.

Tankova I, Adan A, Buela-Casal G 1994. Circadian typology and individual differences. A review. Personality and Individual Differences 16: 671–684.

Taras H, Potts-Datema W 2005. Sleep and student performance at school. Journal of School Health 75: 248–254.

Taylor B 1993. Unconsciousness and society: the sociology of sleep. International Journal of Politics, Culture and Society 6: 463–471.

Taylor DJ, Clay KC, Bramoweth AD, Sethi K, Roane BM 2011. Circadian phase preference in college students: Relationships with psychological functioning and academics. Chronobiology International 28: 541–547.

Taylor DJ, Jenni OG, Acebo C, Carskadon MA 2005. Sleep tendency during extended wakefulness: insights into adolescent sleep regulation and behavior. Journal of Sleep Research 14: 239–244.

Taylor SJC, Whincup PH, Hindmarsh PC, Lampe F, Odoki K, Cook DG 2001. Performance of a new pubertal self-assessment questionnaire: a preliminary study. Paediatric and Perinatal Epidemiology 15: 88–94.

Tęgowska E, Ciszewski S, Gąsiorowski K 2006. Sezon urodzenia a preferencja aktywności wieczornej lub porannej u kobiet. Birth season and morningness-eveningness in women circadian rhythm. Sen 6: 14–20.

Terman LM, Hocking A 1913. The sleep of school children: its distribution according to age, and its relation to physical and mental efficiency. Part I. The distribution of sleep according to age. Part II. The relation of sleep to intelligence, to school success and to nervous traits. Part III. The conditions of children's sleep. Journal of Educational Psychology 4: 138–147, 199-208, 269-282.

Thorleifsdottir B, Björnsson JK, Benediktsdottir B, Gislason T, Kristbjarnarson H 2002. Sleep and sleep habits from childhood to young adulthood over a 10-year period. Journal of Psychosomatic Research 53: 529–537.

Thorn L, Hucklebridge F, Esgate A, Evans P, Clow A 2004. The effect of dawn simulation on the cortisol response to awakening in healthy participants. Psychoneuroendocrinology 29: 925–930.

Thun E, Bjorvatn B, Osland TM, Steen VM, Sivertsen B, Johansen T, Lilleholt TH, Udnes I, Nordhus IH, Pallesen S 2011. An actigraphy validation study of seven morningness-eveningness inventories. European Psychologist 17: 222-230.

Tonetti L 2007. Validity of the Morningness-Eveningness Questionnaire for adolescents. Sleep and Hypnosis 9: 47–51.

Tonetti L 2011. Circadian preference and personality: a minireview. In: Jordan ME ed. Personality traits theory, testing and influences, Nova Publishers.

Tonetti L, Fabbri M, Martoni M, Natale V 2011. Season of birth and sleep-timing preferences in adolescents. Chronobiology International 28: 536–540.

Tonetti L, Fabbri M, Natale V 2008. Sex difference in sleep-time preference and sleep need: a cross-sectional survey among Italian pre-adolescents, adolescents, and adults. Chronobiology International 25: 745–759.

Torsvall L, Akerstedt T 1980. A diurnal type scale. Construction, consistency and validation in shift work. Scandinavian Journal of Work Environment & Health 6: 283–290.

Touchette E, Mongrain V, Petit D, Tremblay RE, Montplaisir JY 2008. Development of sleep-wake schedules during childhood and relationship with sleep duration. Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine 162: 343–349.

Trockel MT, Barnes MD, Egget DL 2000. Health-related variables and academic performance among first-year college students: implications for sleep and other behaviors. Coll Hlth 49: 125–131.

Tsai L, Li S 2004. Sleep education in college: a preliminary study. Perceptual and Motor Skills 99: 837–848.

Tsaousis I 2010. Circadian preferences and personality traits: A meta-analysis. European Journal of Personality 24: 356-373.

Tynjälä J, Kannas L, Levälahti E 1997. Perceived tiredness among adolescents and its association with sleep habits and use of psychoactive substances. Journal of Sleep Research 6: 189–198.

Tynjälä J, Kannas L, Välimaa R 1993. How young Europeans sleep. Health Education Research 8: 69–80.

Tzischinsky O, Shochat T 2011. Eveningness, sleep patterns, daytime functioning, and quality of life in Israeli adolescents. Chronobiology International 28: 338–343.

Urbán R, Magyaródi T, Rigó A 2011. Morningness-eveningness, chronotypes and health-impairing behaviors in adolescents. Chronobiology International 28: 238–247.

Valdez P, Ramírez C, García A 1996. Delaying and extending sleep during weekends: Sleep recovery or circadian effect? Chronobiology International 13: 191–198.

Valdez P, Ramírez C, García A, Talamantes J, Cortez J 2010. Circadian and homeostatic variantion in sustained attention. Chronobiology International 27: 393–416.

van der Heijden KB, Sonneville LMJ de, Althaus M 2010. Time-of-day effects on cognition in preadolescents: A trails study. Chronobiology International 27: 1870–1894.

Vink JM, Groot AS, Kerkhof GA, Boomsma DI 2001. Genetic analysis of morningness and eveningness. Chronobiology International 18: 809–822.

Viola AU, Archer SN, James LM, Groeger JA, Lo JC, Skene DJ, Schantz M von, Dijk D 2007. PER3 Polymorphism Predicts Sleep Structure and Waking Performance. Current Biology 17: 613–618.

Vo OT, LeChasseur K, Wolfson AR, Marco CA 2003. Sleepy pre-teens: second pilot of Sleep-Smart Program in 7th graders. Sleep 26: A411.

Vollmer C, Di Milia L, Randler C [in press]. Further evidence for the influence of photoperiod at birth on chronotype in a sample of German adolescents.

Vollmer C, Michel U, Randler C 2012. Outdoor light at night (LAN) is correlated with eveningness in adolescents. Chronobiology International 29: 502–508.

Vollmer C, Randler C 2012. Circadian preferences and personality values: Morning types prefer social values, evening types prefer individual values. Personality and Individual Differences 52: 738–743.

Vollmer C, Schaal S, Hummel E, Randler C 2011. Association among school-related, parental and self-related problems and morningness–eveningness in adolescents. Stress and Health 27: 413–419.

Wadsworth M, Compas B 2002. Coping with family conflict and economic strain: The adolescent perspective. Journal of Research on Adolescence 12: 243–274.

Wahlstrom K 2002a. Accomodating the sleep patterns of adolescents within current educational structures: an uncharted path. In: Carskadon MA ed. Adolescent sleep patterns. Biological, social, and psychological influences. Cambridge, Cambridge University Press.

Wahlstrom K 2002b. Changing times: findings from the first longitudinal study of later high school start times. NASSP Bulletin 86: 3–21.

Warner S, Murray G, Meyer D 2008. Holiday and school-term sleep patterns of Australian adolescents. Journal of Adolescence 31: 595–608.

Waterhouse J, Bailey L, Tomlinson F, Edwards B, Atkinson G, Reilly T 2005. Food intake in healthy young adults: effects of time pressure and social factors. Chronobiology International 22: 1069–1092.

Waterhouse J, Edwards B, Nevill A, Carvalho S, Atkinson G, Buckley P, Reilly T, Godfrey R, Ramsay R 2002. Identifying some determinants of "jet lag" and its symptoms: a study of athletes and other travellers. British Journal of Sports Medicine 36: 54–60.

Waterhouse J, Folkard S, Dongen Hv, Minors D, Owens D, Kerkhof GA, Weinert D, Nevill A, Macdonald I, Sytnik N, Tucker P 2001. Temperature profiles, and the effect of sleep on them, in relation to morningness-eveningness in healthy female subjects. Chronobiology International 18: 227–247.

Werner H, LeBourgeois MK, Geiger A, Jenni OG 2009. Assessment of chronotype in four- to eleven-year-old children: reliability and validity of the Children's ChronoType Questionnaire (CCTQ). Chronobiology International 26: 992–1014.

West KE, Jablonski MR, Warfield B, Cecil KS, James M, Ayers MA, Maida J, Bowen C, Sliney DH, Rollag MD, Hanifin JP, Brainard GC 2011. Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans. Journal of Applied Physiology 110: 619–626.

Wight VR, Price J, Bianchi SM, Hunt BR 2009. The time use of teenagers. Social Science Research 38: 792–809.

Williams SJ 2002. Sleep and health: sociological reflections on the dormant society. Health 6: 173–200.

Williams SJ 2007. The social etiquette of sleep: some sociological reflections and observations. Sociology 41: 313–328.

Williams SJ 2008. The sociological significance of sleep: progress, problems and prospects. Sociology Compass 2: 639–653.

Williams SJ, Crossley N 2008. Introduction: Sleeping Bodies. Body & Society 14: 1–13.

Willis TA, O'Connor D, Smith L 2005. The influence of morningness–eveningness on anxiety and cardiovascular responses to stress. Physiology & Behavior 85: 125–133.

Wilson GD 1990. Personality, time of day and arousal. Personality and Individual Differences 11: 153–168.

Winkler G, Döring A 1995. Kurzmethoden zur Charakterisierung des Ernährungsmusters: Einsatz und Auswertung eines Food-Frequency-Fragebogens. Ernährungs-Umschau 42: 289–291.

Winters K, Stinchfield R, Henly G, Schwarz R 1990. Validity of adolescent self-report of alcohol and other drug involvement. International Journal of Addictions 25: 1379–1395.

Wirz-Justice A 2007. Chronobiology and psychiatry. Sleep Medicine Reviews 11: 423–427.

Wittmann M, Dinich J, Merrow M, Roenneberg T 2006. Social jetlag: misalignment of biological and social time. Chronobiology International 23: 497–509.

Wolfson AR 2007. Adolescent sleep update. Narrowing the gap between research and practice. Sleeppreviewmag: 28–34.

Wolfson AR, Carskadon MA 1998. Sleep schedules and daytime functioning in adolescents. Child Development 69: 875–887.

Wolfson AR, Carskadon MA 2003. Understanding adolescents' sleep patterns and school performance: a critical appraisal. Sleep Medicine Reviews 7: 491–506.

Wolfson AR, Richards M 2011. Young adolescents. Struggles with insufficient sleep. In: El-Sheikh M ed. Sleep and development. Familial and Socio-cultural considerations, Oxford University Press.

Wong MM, Brower KJ, Fitzgerald HE, Zucker RA 2004. Sleep problems in early childhood and early onset of alcohol and other drug use in adolescence. Alcoholism: Clinical and Experimental Research 28: 578–587.

Wyatt JK, Stepanski EJ, Kirkby J 2006. Circadian phase in delayed sleep phase syndrome: predictors and temporal stability across multiple assessments. Sleep 29: 1075–1080.

Yamazaki A 2007. Family synchronizers: predictors of sleep-wake rhythm for Japanese first-time mothers. Sleep and Biological Rhythms 5: 218–225.

Yang C 2005. Age-Related Changes in Sleep/Wake Patterns Among Korean Teenagers. Pediatrics 115: 250–256.

Yang Q, Bu Y, Dong S, Fan S, Wang L 2009. A comparison of sleeping problems in school-age children between rural and urban communities in China. Journal of Paediatrics and Child Health 45: 414–418.

You H 1994. Defining rhythm: aspects of an anthropology of rhythm. Culture Medicine and Psychiatry 18: 361–384.

Young MA, Schuller T eds. 1988. The rhythms of society. London/New York, Routledge.

Yu Y, Lu BS, Wang B, Wang H, Yang J, Li Z, Wang L, Liu X, Tang G, Xing H, Xu X, Zee PC, Wang X 2007. Short sleep duration and adiposity in Chinese adolescents. Sleep 30: 1688–1697.

Zavada A, Gordijn MCM, Beersma DGM, Daan S, Roenneberg T 2005. Comparison of the Munich Chronotype Questionnaire with the Horne-Östberg's Morningness-Eveningness score. Chronobiology International 22: 267–278.

Zeitzer JM, Dijk D, Kronauer RE, Brown EN, Czeisler CA 2000. Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light: melatonin phase resetting and suppression. Journal of Physiology 526: 695–702.

Zhang B, Hao Y, Wing Y 2006. Relationship between life style of morningness/eveningness preference and season of birth in different age groups. Chinese Journal of Clinical Rehabilitation 10: 63–65.

Zhu Y, Stevens RG, Hoffman AE, Tjonneland A, Vogel UB, Zheng T, Hansen J 2011. Epigenetic impact of long-term shiftwork: Pilot evidence from circadian genes and whole-genome methylation analysis. Chronobiology International 28: 852–861.

Zimmermann LK 2011. Chronotype and the transition to college life. Chronobiology International 28: 904–910.