

Das Beziehungsgeflecht von
Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität
bei Studierenden

-

Erkenntnisse für die Bewegungsförderung von Studierenden
zur Verbesserung ihrer Gesundheit und
studiumsbezogenen Funktionsfähigkeit im Setting Universität

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Eberhard Karls Universität Tübingen

vorgelegt von
MA Sportwiss. Monika Teuber

Tübingen

2023

Tag der mündlichen Prüfung:	21.12.2023
Dekan:	Professor Dr. Ansgar Thiel
1. Gutachter:	Professor Dr. Gorden Sudeck
2. Gutachter:	Professor Dr. Ansgar Thiel

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen bedanken, die mich während meiner Promotionszeit begleitet und bei der Erstellung der vorliegenden Dissertation unterstützt haben.

Meinen herzlichen Dank möchte ich zunächst Prof. Dr. Gordon Sudeck aussprechen, der mir dieses Dissertationsprojekt ermöglicht und mich in meinen Forschungsideen und Ansätzen zielführend geleitet und unterstützt hat. Durch seine Betreuung unterstützte er nicht nur den fortwährenden Entstehungsprozess meiner Dissertation, sondern auch die Entwicklung des Studentischen Gesundheitsmanagementprojekts, in dessen Rahmen ich die Promotion realisiert habe. Ebenso spreche ich meinen herzlichen Dank an Prof. Dr. Ansgar Thiel aus für seine Expertise und Flexibilität in der Zweitbetreuung dieser Dissertation auch über seinen Positionswechsel hinaus.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an meine Kolleginnen und Kollegen, die mich in unterschiedlichen Projektphasen begleitet haben und eine angenehme und wohlfühlende Arbeitsatmosphäre bereitet haben. Besonders danke ich Ingrid Arzberger, der Leitung des Hochschulsports, die mir die Tür zur Promotion eröffnet und sich für mich und das Studentische Gesundheitsmanagement eingesetzt hat. Ebenso bedanke ich mich herzlich bei Juliane Moll, meiner sehr geschätzten Kollegin, für das große Engagement im Studentischen Gesundheitsmanagementprojekt, die Unterstützung bei den Forschungsprojekten und die erholenden Mittagspausenspaziergänge. Auch meinem engagierten Kollegen Dennis Murr möchte ich für seine Hilfsbereitschaft und Unterstützung sowie seinen Einsatz für das Studentische Gesundheitsmanagement herzlich danken. Ein großes Dankeschön geht außerdem an meinen Kollegen Daniel Leyhr für die hilfsbereite Unterstützung durch seine statistische Expertise und die angenehmen Gespräche.

Außerdem danke ich dem Kooperationspartner Techniker Krankenkasse für die Förderung und Begleitung, durch die das Projekt zum Studentischen Gesundheitsmanagement überhaupt erst möglich wurde.

Weiter gilt mein Dank den Studierenden, die über partizipative Ansätze in einem Projektseminar an der Umsetzung des Forschungsvorhabens mitwirkten oder als Probanden an den Studien teilnahmen.

Von Herzen möchte ich mich auch bei meinen Eltern, Geschwistern und Freunden bedanken, die mich auf dem Weg unterstützt und ihn ermöglicht haben, Verständnis entgegenbrachten und immer wieder für einen unbeschwerten Ausgleich sorgten. Mein persönlichster Dank gilt meinem Mann Fabian, der mir die ganze Zeit motivierend und unterstützend zur Seite stand, Zeit und Möglichkeiten auch in unüblichen Situationen einräumte und mentalen Rückhalt gab. Danke, dass ich mich dadurch getragen gefühlt habe.

Monika Teuber

Zusammenfassung

Die Förderung von körperlicher Aktivität ist sowohl für die geistige als auch die körperliche Gesundheit wichtig, da körperliche Aktivität zunehmende Krankheits- und Mortalitätsrisiken durch nichtübertragbare Krankheiten verhindert. Gesundheit steht wiederum im engen Zusammenhang mit Bildung: Menschen, die sich gesund fühlen, haben eine bessere Ausgangslage für einen höheren Bildungsweg, welcher wiederum die Teilhabechancen in der Gesellschaft steigert. Darüber werden weiter die gesundheitsbezogenen Belastungen und Ressourcen bezogen auf den Zugang und die Verhaltensweisen beeinflusst. Nach dem analytischen Rahmenmodell zu Kausalzusammenhängen zwischen Gesundheit und Bildung wirkt sich das Bewegungsverhalten zusammen mit dem Gesundheitszustand auf die akademische Funktionsfähigkeit aus. Außerdem beeinflussen weitere Faktoren wie beispielsweise die Umgebungsbedingungen den Einfluss von Gesundheit auf Bildung. Während diese Zusammenhänge in schulischen und betrieblichen Settings bereits erkannt wurden und in Form von bewegungsfördernden Maßnahmen umgesetzt werden, sind solche Maßnahmen für Studierende zum Teil deutlich weniger implementiert. So ist das Studentische Gesundheitsmanagement an Universitäten erst in der Aufbauphase und die Forschungslage zu dieser Zielgruppe liefert noch nicht viel Evidenz, die als Argumentationsgrundlage die Entwicklung beschleunigen könnte. Hinzu kommt die körperliche Inaktivität der Studierenden bei gleichzeitigem Anstieg der Sitzzeiten und den sedentären Verhältnissen an der Universität, die Risikofaktoren der Gesundheit darstellen. Durch Bewegungsförderung im universitären Kontext über den Settingansatz, kann auf individuelle, soziale oder ökologische Einflussfaktoren in einem koordinierten und partizipativen Lern- und Entwicklungsprozess positiv und nachhaltig eingewirkt werden.

Daher besteht das übergeordnete Ziel dieser Dissertation darin, die Rolle der körperlichen Aktivität bei Studierenden in Bezug auf Bildungs- und Gesundheitsassoziationen zu untersuchen, um praktische Implikationen für die Bewegungsförderung von Studierenden im Setting Universität liefern zu können. Es stellen sich die Fragen, welchen Beitrag körperliche

Aktivität für die Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium bei Studierenden leisten kann und wie sozial-ökologische Einwirkungen im universitären Setting zur Förderung der körperlichen Aktivität sowie der Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium bei Studierenden aussehen und umgesetzt werden können. Sowohl Kausalzusammenhänge als auch umgebungsbezogene und personale Determinanten von Bewegungsverhalten sowie die Interventionsmethode des Nudgings werden dazu untersucht.

In insgesamt vier Manuskripten, die auf empirischen Studien beruhen, die in zwei Folgeprojekten zum Studentischen Gesundheitsmanagement an der Universität Tübingen realisiert wurden, wird den vorgestellten, übergeordneten Fragestellungen nachgegangen. Um die Forschung dazu effizient und zielführend zu gestalten, findet eine Orientierung an dem Rahmen der Verhaltensepidemiologie statt, die gesunde Verhaltensmuster zur Verhinderung von Krankheit sowie Prävention und Förderung der Gesundheit zu verstehen und zu beeinflussen versucht. Dabei liefern die Manuskripte zu drei Phasen des verhaltensepidemiologischen Rahmens wissenschaftliche Erkenntnisse. Sie untersuchen das Bewegungsverhalten und seine Zusammenhänge (Phase 1), ermitteln Determinanten des Bewegungsverhaltens (Phase 3) und führen eine Intervention durch (Phase 4).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass für die erste Phase des verhaltensepidemiologischen Rahmenmodells, zunächst evidenzbasierte Assoziationen zwischen dem Bewegungsverhalten, der akademischen Leistungsfähigkeit und der Beschwerdewahrnehmung von Studierenden gewonnen werden. Körperliche Aktivität wird dabei sowohl in den Domänen Freizeit, Transport (Radfahren) und Studium (Bewegungspausen) als auch im Hinblick auf die Erfüllung der Bewegungsempfehlungen betrachtet. Für die akademische Leistungsfähigkeit wird ein Index für die wahrgenommene studiumsbezogene Funktionsfähigkeit gebildet. Außerdem werden Empfindungen bezüglich der Aufmerksamkeit und des Erholungs- und Stresserlebens untersucht. Neben Assoziationen wurde auch ein moderierender Einfluss der körperlichen Aktivität festgestellt, indem steigende Aktivitätsvolumen bei Sportaktivitäten in der Freizeit und auch bei Muskelkräftigung das Ausmaß der negativen Beziehung zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der

wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium abpuffern. Für die dritte verhaltensepidemiologische Phase werden Bedingungsfaktoren (umweltbedingte und personale Determinanten) für das transportbezogene Radfahren aufgedeckt. Die Ergebnisse liefern erste Ansätze dafür, die sozial-ökologischen Zusammenhänge besser zu verstehen, um zielgerichtete Interventionen für Studierende entwickeln und damit den Wirkungsradius der Bewegungsförderung im universitären Setting vergrößern zu können. Für die vierte Phase wird mit einer Interventionsstudie der Ansatz des digitalen Nudgings untersucht, der Studierende dazu anregen soll, im Home Studying Bewegungspausen einzulegen. Zwar wird festgestellt, dass das realisierte digitale Nudging die Wahrscheinlichkeit der Teilnahme an Bewegungspausen im Home Studying auf Tagesebene nicht signifikant beeinflusst, jedoch lassen sich sozial-ökologische Rückschlüsse auf mögliche Determinanten vermuten, die es weiter zu untersuchen gilt.

Insgesamt liefern die Ergebnisse der Dissertation zum einen domänenspezifische Assoziationen der körperlichen Aktivität von Studierenden im Beziehungsgeflecht von Gesundheit und Bildung im Setting Universität. Die Schlüsselstellung von körperlicher Aktivität in den Domänen Studium (Bewegungspausen), Transport (Radfahren) und Freizeit (körperlich-sportliche Aktivität) sowie in ausdauerorientierter und muskelkräftiger Form konnte für die Beschwerdewahrnehmung und für weiche studiumsbezogene Leistungsindikatoren für die Zielgruppe Studierende aufgedeckt werden. Umweltbezogene und personale Determinanten für das transportbezogene Radfahren sowie die Interventionsstudie zu Bewegungspausen im Home Studying konnten sozial-ökologische Einflüsse im universitären Setting auf die jeweilige körperliche Aktivität aufzeigen. Damit legen die Erkenntnisse eine gute Basis für eine bildungsbezogene Argumentationslogik zur Implementation bewegungsfördernder Maßnahmen für Studierende, die die Akzeptanz an Universitäten erhöhen kann. Darauf aufbauend lassen sich praktische Implementationen ableiten, die im Rahmen eines Studentischen Gesundheitsmanagements an Universitäten umgesetzt werden können.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Hinführung zum Thema	1
1.2	Aufbau der Dissertation	7
2	Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand	8
2.1	Das Beziehungsgeflecht von Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität bei Studierenden	8
2.1.1	Konzepte zum Zusammenhang zwischen Bildung und Gesundheit	8
2.1.2	Gesundheitliche Situation von Studierenden.....	14
2.1.3	Assoziationen zwischen Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität	16
2.2	Der Settingansatz zur Förderung des Bewegungsverhaltens Studierender	24
2.2.1	Umweltbezogene Determinanten (physische Studiumsumgebung) von körperlicher Aktivität bei Studierenden	25
2.2.2	Personale Determinanten von körperlicher Aktivität bei Studierenden	31
2.3	Interventionen des Bewegungsverhaltens bei Studierenden	32
3	Fragestellung und empirischer Zugang.....	40
4	Manuskripte / Empirische Studien	46
4.1	<i>Manuskript I:</i> Körperliche Aktivität, Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium: Sportliche Freizeitaktivitäten und aktive Fortbewegung als Ressource im Studium?	46
4.2	<i>Manuskript II:</i> Physical activity improves stress load, recovery, and academic performance-related parameters among university students: a longitudinal study on daily level.....	75

4.3	<i>Manuskript III: Why do Students walk or cycle for transportation? Perceived study environment and psychological determinants as predictors of active transportation by university students.</i>	107
4.4	<i>Manuskript IV: Nudging digital physical activity breaks for home studying of university students – a randomized controlled trial during the Covid-19 pandemic with daily activity measures.</i>	141
5	Diskussion und Ausblick	174
5.1	Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Ergebnisse	174
5.1.1	Bildungs- und Gesundheitsassoziationen: Welchen Beitrag kann körperliche Aktivität für die Gesundheit und Funktionsfähigkeit bei Studierenden leisten?	179
5.1.2	Determinanten körperlicher Aktivität und Interventionen zur Förderung des Bewegungsverhaltens: Welche sozial-ökologische Faktoren im universitären Setting haben einen Einfluss auf die körperliche Aktivität Studierender?	189
5.2	Stärken und Limitationen	195
5.3	Praktische Implikationen	198
5.4	Fazit	203
	Literaturverzeichnis	205
	Anhang	222
	Supplement Manuskript II	222
	Appendix Manuskript III	223
	Supplementary Materials Manuskript IV	230

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Einordnung der Manuskripte nach den Domänen der körperlichen Aktivität sowie nach dem verhaltensepidemiologischen Rahmen von Sallis, Owen und Fotheringham (2000).....	6
Tabelle 2: Tabellarische Übersicht der im Text aufgeführten Studien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Bildung bei Studierenden	21
Tabelle 3. Tabellarische Übersicht der im Text aufgeführten Studien zu Determinanten aus der physischen Studiumsumgebung für die körperliche Aktivität in der Domäne Studium.....	28
Tabelle 4. Tabellarische Übersicht der im Text aufgeführten Studien zu Determinanten aus der physischen Studiumsumgebung für die körperliche Aktivität in der Domäne Freizeit	29
Tabelle 5. Tabellarische Übersicht der im Text aufgeführten Studien zu Determinanten aus der physischen Studiumsumgebung für die körperliche Aktivität in der Domäne Transport..	30
Tabelle 6: Übersicht der Interventionsarten der Interventionsstudien aus dem Review von Plotnikoff et al. (2015).....	34
Tabelle 7. Übersicht und Charakteristika der in der Dissertation enthaltenen Manuskripte...	45
Tabelle 8. Deskriptive Merkmale der Untersuchungsmerkmale	55
Tabelle 9. Häufigkeiten erfüllter Bewegungsempfehlungen sowie multipler wiederkehrender Beschwerden (regelmäßig mindestens 2 Beschwerdeformen)	56
Tabelle 10. Assoziationen zwischen den differenzierten Merkmalen der körperlich-sportlichen Aktivität und dem Study Ability Index (SAI).....	59
Tabelle 11. Moderationsanalysen für verschiedene Aktivitätsbereiche (Modell A bis C) hinsichtlich des Einflusses der Anzahl wiederkehrender Beschwerden auf den Study Ability Index.....	61
Table 12. Descriptive statistics of the variables used in the analysis	87
Table 13. Overview of the models (* p < 0.05, ** p < 0.01. ***p < 0.001)	88
Table 14. Overview of the sample as well as of the study variables according to physical activity (dependent variables), perceived study environment, and personal motivators for and barriers to PA.....	114

Table 15. Results of the blockwise multivariate regression models A1 (predictors — sociodemographics, and perceived study environment) and A2 (A1 plus motivators and barriers) for the active transportation by walking.....	122
Table 16. Results of the blockwise multivariate regression models B1 (predictors — sociodemographics, and perceived study environment) and B2 (A1 plus motivators & barriers) for the active transportation by cycling.....	123
Table 17. Description of the variables included in the analysis for both groups (IG, intervention group; MICG, minimal intervention control group).....	153
Table 18. Results of the manipulation check regarding the daily messages during the intervention phase for both groups (IG, intervention group; MICG, minimal intervention control group).	155
Table 19. Overview of the results of the binary logistic structural hierarchical model for the Baseline Model, Full Model, and Best Model.	158
Tabelle 20. Assoziationen der körperlich-sportlichen Aktivität mit Gesundheit.....	180
Tabelle 21. Assoziationen der körperlich-sportlichen Aktivität mit Bildung	183
Tabelle 22. Relevante Determinanten aus der Studiumsumgebung für das transportbezogene Gehen bzw. Radfahren bei Studierenden	190

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Wirkmodell zu den wechselseitigen kausalen Kreislaufprozessen von Bildungs- und Gesundheitsassoziationen vor dem Hintergrund der gesundheitlichen Ungleichheit (vgl. Hannover & Kleiber, 2018).....	9
Abbildung 2. Vereinfachtes analytisches Rahmenmodell zum sich selbst verstärkenden intergenerationalen Kausalkreislauf zwischen Gesundheit und Bildung nach Suhrcke und de Paz Nieves (2011) und Dadaczynski (2012).....	12
Abbildung 3. Betrachtete Indikatoren des Beziehungsgeflechts von Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität im Setting Universität der vorliegenden Dissertation in Anlehnung an das Rahmenmodell nach Suhrcke und de Paz Nieves (2011) und Dadaczynski (2012)	13
Abbildung 4. Graphische Darstellung der Moderationsmodelle.....	54
Abbildung 5. Anteil der Studierenden mit mindestens wöchentlich wiederkehrenden Beschwerden in Abhängigkeit der Erfüllung ausdauerorientierter Bewegungsempfehlungen.....	57
Abbildung 6. Graphische Darstellung der Funktionsfähigkeit im Studium in Abhängigkeit von der Interaktion zwischen der Anzahl wiederkehrender Beschwerden und Sportaktivität (gering [M – 1SD] = 0.49; mittel [M] = 3.75; hoch [M + 1SD] = 6,55).....	61
Figure 7. Overview of the assumed effects of physical activity (PA) behavior on variables of stress load and recovery and perceived academic performance-related parameters.....	79
Figure 8. Schematic representation of the socio-ecological approach of PA promotion adapted to the university setting (own presentation based on Bucksch et al (2012) [13] and Bauman et al. (2012) [12])......	110
Figure 9. Design and procedure of the study for both groups: digital nudging intervention group (IG) and minimal intervention control group (MICG).	148
Figure 10. Flow diagram of the study participants (MICG, minimal intervention control group; IG, intervention group).....	149

Abbildung 11. Übersicht über die in dieser manuskriptbasierten Dissertation bestätigten
signifikanten Variablen hinsichtlich der Rolle der körperlichen Aktivität im Zusammenhang
mit Gesundheit und Bildung bei Studierenden im Setting Universität.....178

Abkürzungsverzeichnis

adh	= Allgemeiner Deutscher Hochschulsportverband
BIC	= Bayesian information criterion
CFI	= Comparative fit index
DF	= Degrees of freedom
DKV	= Deutsche Krankenversicherung
EAST-Framework	= Easy, Attractive, Social, Timely-Framework
EFA	= Exploratory factor analyses
EHIS-PAQ	= European Health Interview Survey – Physical Activity Questionnaire
ESD	= Exercise snack digital [Englische Übersetzung des deutschen Namens des Bewegungspausenangebots „Bewegungssnack digital“]
FIML	= Full information maximum likelihood
HBS-Studie	= Health Behaviour in School-aged Children-Studie
IG	= Intervention group
LTPA	= Leisure time physical activity
M	= Mittelwert
MET	= Metabolic equivalent
MICG	= Minimal-intervention control group
NEWS-G	= Neighbourhood Environment Walkability Questionnaire – Germany
OR	= Odds ratios
PA	= Physical activity
RMSEA	= Root mean square error of approximation
SD	= Standardabweichung
SGM	= Studentisches Gesundheitsmanagement
TK	= Techniker Krankenkasse
WHO	= World Health Organisation

Verzeichnis der Manuskripte

- I. **Teuber, M.**, Arzberger, I. & Sudeck, G. (2020). Körperliche Aktivität, Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium: Sportliche Freizeitaktivitäten und aktive Fortbewegung als Ressource im Studium? In J. Mayer, A. Göring & M. Jetzke (Hrsg.), *Sport und Studienerfolg. Analysen zur Bedeutung sportlicher Aktivität im Setting Hochschule* (Hochschulsport: Bildung und Wissenschaft, Band 4). Göttingen: Universitätsverlag. doi: [10.17875/gup2020-1337](https://doi.org/10.17875/gup2020-1337)
- II. **Teuber, M.**, Leyhr, D., Sudeck, G. (2023 submitted). Physical activity improves stress load, recovery, and academic performance-related parameters among university students: a longitudinal study on daily level. *BMC Public Health*
- III. **Teuber, M.** & Sudeck, G. (2021). Why Do Students Walk or Cycle for Transportation? Perceived Study Environment and Psychological Determinants as Predictors of Active Transportation by University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health (Special Issue Active Commuting and Active Transportation)*, 18(4). doi: [10.3390/ijerph18041390](https://doi.org/10.3390/ijerph18041390)
- IV. **Teuber, M.**, Leyhr, D., Moll, J., & Sudeck, G (2022). Nudging digital physical activity breaks for home studying of university students – a randomized controlled trial during the Covid-19 pandemic with daily activity measures. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4:1024996. doi: [10.3389/fspor.2022.1024996](https://doi.org/10.3389/fspor.2022.1024996)

1 Einleitung

1.1 Hinführung zum Thema

Regelmäßige körperliche Aktivität ist ein zentraler Baustein für ein gesundes und langes Leben. Sie fördert und schützt sowohl die geistige als auch die körperliche Gesundheit und verhindert zunehmende Krankheits- und Mortalitätsrisiken durch nichtübertragbare Krankheiten (Eime, Young, Harvey, Charity & Payne, 2013; Gothe et al., 2020; Iannotti et al., 2009; Woll & Bös, 2004). Dabei ist der Begriff „körperliche Aktivität“ von dem Begriff „Sport“ oder „sportliche Aktivität“ in der Gesundheitsförderung zu unterscheiden. Körperliche Aktivität bzw. im Englischen „physical activity“ bezieht sich als Oberbegriff auf jede Bewegung der Skelettmuskulatur, die zu einer Anhebung des Energieverbrauchs über den Grundumsatz (in Ruhe) führt (Garber et al., 2011), wohingegen „Sport“ eine Untergruppe von körperlicher Aktivität darstellt, die historisch-kulturell geprägt ist und die durch traditionelle körperliche Leistung, den Wettkampf und Spaß an der Bewegung charakterisiert ist (Rütten, Abu-Omar, Lampert & Ziese, 2005). Dazwischen ist die „sportliche Aktivität“ (synonym auch „Sportaktivität“) einzuordnen, die in ihrer Begriffsverwendung als Äquivalent zum englischen „exercise“ u.a. auch gesundheitssportliche Aktivitäten einbezieht. Sie impliziert jedoch nicht von vorneherein bestimmte motivationale Ausrichtungen, sondern beschreibt eine körperliche Aktivität, die einerseits typische Bewegungsinszenierungen des Sports übernimmt, ohne sich jedoch andererseits zwangsläufig an den Charakteristiken des Sports (Leistung, Wettkampf oder Spaß) zu orientieren (Fuchs & Schlicht, 2012). Dennoch erreichen weltweit mehr als jeder vierte und innerhalb Deutschlands mehr als jeder dritte Erwachsene (40 % männlich, 44 % weiblich) die gesundheitsbezogenen Bewegungsempfehlungen von körperlicher Aktivität nicht (WHO, 2022a, 2022b). Zusätzlich ist ein erhöhtes sedentäres Verhalten zu beobachten, das weitere Gesundheitsrisiken mit sich bringt (Froböse & Wallmann-Sperlich, 2021). Vor allem junge Menschen verbringen ihren Alltag besonders häufig sitzend. So geben im DKV-Report (2021) 74 % der jungen Erwachsenen zwischen 18 und 29 Jahren an, täglich 8 Stunden und mehr zu sitzen (Froböse & Wallmann-Sperlich, 2021). Verringerte körperliche Aktivität bei

gleichzeitigem Anstieg der Sitzzeiten sorgt dafür, dass individuelle Chancen auf eine bessere Gesundheit nicht ausgeschöpft werden. Daher ist es wichtig, dass sich bereits Heranwachsende bewegungsreiche Verhaltensweisen aneignen und Bewegungsförderung für junge Zielgruppen in ihren jeweiligen Lebenswelten allumfassend ansetzt. Hierfür gibt es speziell für die Bewegungsförderung bestimmter Zielgruppen den Settingansatz der Gesundheitsförderung. Dieser wird der wechselseitigen Beziehung zwischen gesundheitsförderlichen, gesundheitserhaltenden und auch gesundheitsbelastenden individuellen, sozialen oder ökologischen Einflussfaktoren der Gesundheit gerecht. Er ist in der Ottawa Charta für Gesundheitsförderung fest verankert (WHO, 1986). Über diesen Ansatz kann systematisch und nachhaltig mittels der genannten Einflussfaktoren die Gesundheit einer Bevölkerungsgruppe in einer bestimmten Lebenswelt positiv beeinflusst werden.

Ein Setting, in dem man eine große Anzahl an jungen Erwachsenen in einer Lebensphase erreichen kann, in der selbstständige Verhaltensweisen angeeignet werden, ist die Universität. Das Setting ist im Sinne der World Health Organization (WHO) definiert als ein Ort oder ein sozialer Kontext, in dem Menschen ihren täglichen Aktivitäten nachgehen und in dem umweltbedingte, organisatorische und persönliche Faktoren zusammen auf Gesundheit und Wohlbefinden einwirken (WHO, 1986). Es ist in der Regel physisch begrenzt, zeichnet sich durch Beteiligte mit verschiedenen Rollen aus und verfügt über eine Organisationsstruktur. Die Universität bildet ein solches Setting für Studierende und stellt einen Sozialzusammenhang dar, in dem junge Erwachsene ihren Alltag verbringen und der Einfluss auf ihre Gesundheit hat. Nicht nur die formale Organisation „Universität“, sondern die gleiche Lebenslage der Studierenden bilden die Rahmenbedingungen, unter denen Studierende leben, lernen, arbeiten und konsumieren. Die Anwendung des Settingansatzes im universitären Kontext bedeutet, auf individuelle, soziale oder ökologische Einflussfaktoren in einem koordinierten und partizipativen Lern- und Entwicklungsprozess positiv und nachhaltig einzuwirken.

Darüber hinaus bildet das universitäre Setting eine Lehr- und Lernumgebung ab, in der sich die positiven Zusammenhänge des Bewegungsverhaltens mit Bildungserfolg und Gesundheit auf die akademische Funktionsfähigkeit der Studierenden auswirken kann; d.h. inwiefern

sowohl körperlich als auch psychisch die erwarteten Tätigkeiten eines Studiums erfüllt und im Hinblick auf die Performanz und das Leistungsvermögen entfalten werden können (Cibis, 2009; Schuntermann, 2001). Während dies in schulischen und betrieblichen Settings bereits erkannt wurde und in Form von bewegungsfördernden Maßnahmen umgesetzt wird, sind solche Maßnahmen für Studierende zum Teil deutlich weniger implementiert. Das Studentische Gesundheitsmanagement an Universitäten ist erst in der Aufbauphase (Fischer & Timmann, 2022). Auch die Forschungslage zu dieser Zielgruppe in ihrem Setting liefert noch nicht viel Evidenz, die als Argumentationsgrundlage die Entwicklung beschleunigen könnte. Es stellt sich demnach die Frage, wie sozial-ökologische Einwirkungen im universitären Setting zur Förderung der körperlichen Aktivität sowie der Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium bei Studierenden aussehen und gezielt umgesetzt werden können.

Um die Forschung dazu effizient und zielführend gestalten zu können, haben Sallis und Kollegen (2000) einen Rahmen der Verhaltensepidemiologie entworfen, mit dessen Hilfe der Stand der Forschung über Gesundheitsverhalten bewertet und die Forschungspolitik gelenkt werden kann (Sallis, Owen & Fotheringham, 2000). Die Verhaltensepidemiologie bezieht sich dabei auf die Forschung, die gesunde Verhaltensmuster zur Verhinderung von Krankheit sowie Prävention und Förderung der Gesundheit zu verstehen und zu beeinflussen versucht (Sallis et al., 2000). Sie kann auf gesundheitsförderliche Verhaltensmuster der körperlichen Aktivität angewandt werden. Studien dazu lassen sich nach dem verhaltensepidemiologischen Rahmen in eine nicht zwingend lineare Abfolge von fünf verschiedenen Phasen, zwischen denen auch Rückkopplungen bestehen können, einordnen: (1) Identifizierung des Zusammenhangs zwischen körperlicher Aktivität und Gesundheit, (2) Entwicklung von Messgrößen für körperliche Aktivität, (3) Identifizierung der Bedingungsfaktoren von körperlicher Aktivität, (4) Bewertung von Interventionen zur Verhaltensänderung, (5) Implementation von Maßnahmen der Bewegungsförderung. Vor diesem Hintergrund ergeben sich Forschungsansätze zur Ausprägung des Bewegungsverhaltens von Studierenden, dessen Bedingungsfaktoren und Wirkungen.

Die Identifizierung des Zusammenhangs zwischen körperlicher Aktivität und Gesundheit liefert bereits fundierte allgemeine Evidenz. Die Zielgruppe Studierende im universitären Setting ist jedoch eine relativ neue Bevölkerungsgruppe, die im Rahmen der Gesundheits- und Bewegungsförderung betrachtet wird; vor allem bezüglich bildungsrelevanter Wirkungen. Hinsichtlich der Ausprägung des Bewegungsverhaltens von Studierenden sind einige Verhaltensweisen und deren Zusammenhänge noch nicht umfänglich erforscht. Um diesen Zusammenhängen weiter nachzugehen, wird sich zur Messung gesundheitsförderlicher körperlicher Aktivität unter anderem auf implementierte Messgrößen bezogen, die der zweiten Phase des verhaltensepidemiologischen Rahmens zuzuordnen sind. So wird der Fragebogen „European Health Interview Survey – Physical Activity Questionnaire“ (EHIS-PAQ, (Finger et al., 2015) angewandt. In dem Fragebogen wird die körperliche Aktivität in verschiedenen Domänen, in denen sie stattfinden kann, betrachtet: Freizeit, Transport, Arbeit und Haushalt (Finger et al., 2015). In Bezug auf das Setting Universität fokussiert die vorliegende Dissertationsschrift neben den Domänen Freizeit und Transport auch die Domäne Studium als Pendant zur Arbeitsdomäne, die bei bereits Erwerbstätigen relevant ist. Wie entsprechende gesundheitsförderliche Verhaltensweisen der körperlichen Aktivität differenziert nach ihren Domänen mit der wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium im universitären Setting zusammenhängen, ist eine Frage, die noch am Anfang der Forschung steht. Die ersten beiden Manuskripte dieser Dissertation befassen sich daher mit dem körperlich aktiven Verhalten und seinen Gesundheits- und Bildungsassoziationen und sind demnach der ersten Phase des verhaltensepidemiologischen Rahmens zuzuordnen. Das *Manuskript I* betrachtet die Rolle von körperlichen und sportlichem Aktivitätsverhalten im Zusammenhang mit gesundheitlichen Beschwerden und der akademischen Leistungsfähigkeit differenziert nach den Domänen Freizeit und Transport. *Manuskript II* fokussiert das Bewegungsverhalten in den Domänen Freizeit und Studium und seine Wirkung auf akademischen Parameter.

Die Erforschung von Bedingungsfaktoren und Interventionen, die das Bewegungsverhalten von Studierenden im universitären Setting fördern können, wird den verhaltensepidemiologischen Phasen drei und vier zugeordnet. Dabei werden in dieser

Dissertation aus sozial-ökologischer Perspektive zum einen physische Umweltfaktoren, d.h. Faktoren der baulich-technischen und natürlichen Umwelt, im universitären Setting betrachtet (Bucksch, Claßen & Schneider, 2012). Zum anderen werden auch psychosoziale individuelle Erklärungsvariablen durch Motivatoren und Barrieren untersucht (Bucksch et al., 2012). Es stellt sich die Frage, welche Bedingungen mit den entsprechenden Verhaltensweisen der körperlichen Aktivität im Zusammenhang stehen und durch welche Interventionen auf das Bewegungsverhalten eingewirkt werden kann. Dazu gibt es zwei weitere Manuskripte in dieser Dissertation: Zum einen wird im *Manuskript III* der Fokus auf die Domäne Transport gelegt und der Frage nachgegangen, welche Determinanten der physischen Studiensumgebung sowie der persönlichen Motivatoren und Barrieren für die aktive Fortbewegung von Studierenden relevant sind. Damit ordnet sich das Manuskript III in die dritte Phase des verhaltensepidemiologischen Rahmens ein. Zum anderen wurde für das *Manuskript IV* eine Interventionsstudie über die Dauer von zehn Tagen durchgeführt, die sich mit niederschwelliger körperlicher Aktivität in der Domäne Studium befasst. Es wird darin untersucht, inwiefern das digitale Nudging zur Integration von niederschwelligen Bewegungspausen in den Studienalltag dienlich sein kann. Das Nudging zur Beeinflussung des Bewegungsverhaltens versteht sich als ein meist informativer und bewusster „Anstupser“ (beispielsweise in Form von Plakaten), der, ohne auf Verbote und Gebote zurückzugreifen, dazu anregt, bestehende Verhaltensweisen zu überdenken und zu ändern (Chang, Labban, Gapin & Etnier, 2012; Krisam, Von Philipsborn & Meder, 2017; Reisch & Sunstein, 2017). Damit zählt dieses Manuskript zur vierten Phase des verhaltensepidemiologischen Rahmens, indem es versucht, verhaltensbezogene Variablen im Zusammenhang mit der Gesundheit zu verändern. Tabelle 1 stellt die Einordnung der Manuskripte nach den Domänen der körperlichen Aktivität sowie dem verhaltensepidemiologischen Rahmen dar.

Zusammengefasst beschäftigt sich die vorliegende Dissertation im Wesentlichen mit der Rolle der körperlichen Aktivität im Hinblick auf ihre Bildungs- und Gesundheitsassoziationen sowie ihre sozial-ökologischen Determinanten bei der Zielgruppe Studierende. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Untersuchung der Förderung und Wirkung des

Bewegungsverhaltens der Studierenden im Setting Universität, um nachhaltige Gesundheits- und Bildungseffekte generieren bzw. dem sedentären und inaktiven Lebensstil der Studierenden entgegenwirken zu können. Neben der differenzierten Betrachtung der körperlichen Aktivität hinsichtlich ihrer Domänen, liegen die inhaltlichen Schwerpunkte auch auf Erholungs- und Leistungseffekten (Wirkung der körperlichen Aktivität), sozial-ökologischen Ansätzen (Determinanten körperlicher Aktivität) und der Nudging-Methode (Intervention) zur Steigerung körperlicher Aktivität. Außerdem beschäftigt sich die Arbeit mit Blick auf die praktische Relevanz der Forschung und angestrebten Erkenntnisse mit der Frage, inwiefern sich Implikationen für Maßnahmen zur Bewegungsförderung an Universitäten ableiten lassen.

Tabelle 1. Einordnung der Manuskripte nach den Domänen der körperlichen Aktivität sowie nach dem verhaltensepidemiologischen Rahmen von Sallis, Owen und Fotheringham (2000).

		Phase 1: <i>Studien, die sich mit der Beziehung zwischen einer verhaltensbezogenen Variable und gesundheitlichen Ergebnissen befassen</i>	Phase 3: <i>Studien, die sich mit der Messung potenzieller Einflüsse oder Determinanten befassen</i>	Phase 4: <i>Interventionen, die darauf abzielen, verhaltens-bezogene Variablen im Zusammenhang mit der Gesundheit zu verändern</i>
		Ausgangslage & Assoziationen	Bedingungen	Intervention
Domänen	Transport	Rolle von körperlichen und sportlichen Aktivitätsverhalten im Zusammenhang mit gesundheitlichen Beschwerden und der akademischen Leistungsfähigkeit differenziert nach den Domänen Freizeit und Transport Manuskript I doi: 10.17875/gup2020-1337	Determinanten der Studiumsumgebung sowie der persönlichen Motivatoren und Barrieren für die aktive Fortbewegung von Studierenden Manuskript III doi: 10.3390/ijerph18041390	
	Freizeit			
	Studium	Wirkung des Bewegungsverhaltens in der Freizeit und im Studium während Bewegungspausen auf akademische Parameter Manuskript II (eingereicht)		Digitales Nudging als eine Beeinflussungsmethode zur Integration von niederschweligen körperlich aktiven Pausen in den Studienalltag Manuskript IV doi: 10.3389/fspor.2022.1024996

1.2 Aufbau der Dissertation

Aufbauend auf der im Kapitel 1.1 dargelegten heranzuführenden Einleitung zum Settingansatz der Bewegungsförderung von Studierenden und der effizienten Forschungsgestaltung zum Gesundheitsverhalten im Rahmen der Verhaltensepidemiologie, folgen im Kapitel 2 Rahmenkonzepte und -modelle zum Zusammenhang von Bildung und Gesundheit sowie die Beschreibung des Forschungsstandes, durch den sich die für diese Dissertation relevanten Forschungsdefizite abbilden. Zunächst wird der Forschungsstand zum Gesundheitszustand der Studierenden und den Assoziationen der körperlichen Aktivität mit Bildung und Gesundheit dargelegt. Der Settingansatz mit dem Forschungsstand zu sozial-ökologischen Determinanten der körperlichen Aktivität und einen Überblick über Interventionen zur Förderung der körperlichen Aktivität bei Studierenden schließen das Kapitel 2 ab.

Die übergeordneten Fragestellungen und der empirische Zugang werden im Kapitel 3 aus dem vorangegangenen Forschungsstand abgeleitet und dargelegt.

Im Kapitel 4 bilden die vier Manuskripte, die auf zwei empirischen Studien beruhen, das Kernelement der vorliegenden kumulativen Dissertation. Mit ihnen werden empirische Erkenntnisse über die Rolle der körperlichen Aktivität im Allgemeinen und der Bewegungspausen im speziellen bei Studierenden im Studium dargelegt. Außerdem liefern sie Nachweise bezüglich der Umgebungsbedingung und Nudging-Intervention im Hinblick auf das Bewegungsverhalten Studierender.

Abschließend werden im Kapitel 5 die zentralen Erkenntnisse der Manuskripte zusammengefasst und vor dem Hintergrund der übergeordneten Fragestellung bezüglich ihrer praktischen und wissenschaftlichen Relevanz bewertet und diskutiert.

2 Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

2.1 Das Beziehungsgeflecht von Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität bei Studierenden

2.1.1 Konzepte zum Zusammenhang zwischen Bildung und Gesundheit

Frühere Forschung fokussierte sich bei Bildungs- und Gesundheitsassoziationen oft auf die Einflussrichtung von Bildung auf Gesundheit (Hannover & Kleiber, 2018). Dieser Wirkrichtung liegt die „gesundheitliche Ungleichheit“ zugrunde. Sie beschreibt Unterschiede im Gesundheitszustand, in der gesundheitlichen Versorgung und im gesundheitsrelevanten Verhalten aufgrund sozialer Ungleichheit der Bevölkerung. Aus pathogenetischer Sicht (Franke, 2010) kann ein geringerer Bildungsweg, der einen niedrigen sozioökonomischen Statuts mitbestimmt, die gesundheitsbezogenen Belastungen über beispielsweise die Erwerbstätigkeit erhöhen (z.B. Lärmbelastung am Arbeitsplatz) und die Wahrscheinlichkeit, von Krankheit betroffen zu sein sowie die Lebenserwartung senken (Miyamoto & Sabates, 2013). Aus salutogenetischer Sicht, die den Gesundheitswissenschaften zugrunde liegt und nach gesunderhaltenen Bedingungen fragt, erhöht der Bildungsstand die Chancen auf gesellschaftliche Teilhabe sowie die Verfügbarkeit gesundheitsbezogener Ressourcen und steigert das subjektive Gesundheitsgefühl (Hannover & Kleiber, 2018). Der Beruf (Pierret, 1988) und die soziale Schicht (d'Houtaud & Field, 1984) bestimmen außerdem das subjektive Gesundheitsverständnis einer Person, von der das gesundheitsbezogene Verhalten abhängt (Thiel & Mayer, 2016). Dieser Dissertation liegt ein positives Gesundheitsverständnis nach der Definition¹ von Hurrelmann (2000) zugrunde, in der es darum geht, welche Faktoren vorliegen oder bewältigt werden müssen, damit man sich gesund fühlt. Diese können sowohl biopsychosoziale Risikofaktoren zur Beeinträchtigung von Gesundheit als auch Schutzfaktoren nach dem salutogenetischen Verständnis von Gesundheit darstellen (Hurrelmann, 2000).

¹ „Gesundheit ist das Stadium des Gleichgewichts von Risikofaktoren und Schutzfaktoren, das eintritt, wenn einem Menschen eine Bewältigung sowohl der inneren (körperlichen und psychischen) als auch der äußeren (sozialen und materiellen) Anforderungen gelingt. Gesundheit ist ein Stadium, das einem Menschen Wohlbefinden und Lebensfreude vermittelt“ (Hurrelmann, 2000, S. 94).

Mittlerweile geht man bei Bildungs- und Gesundheitsassoziationen von wechselseitigen kausalen Kreislaufprozessen aus. Diese werden bspw. von Hannover und Kleiber (2018) in ihrem allgemeinen Wirkmodell zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen Bildung und Gesundheit abgebildet (Abbildung 1).

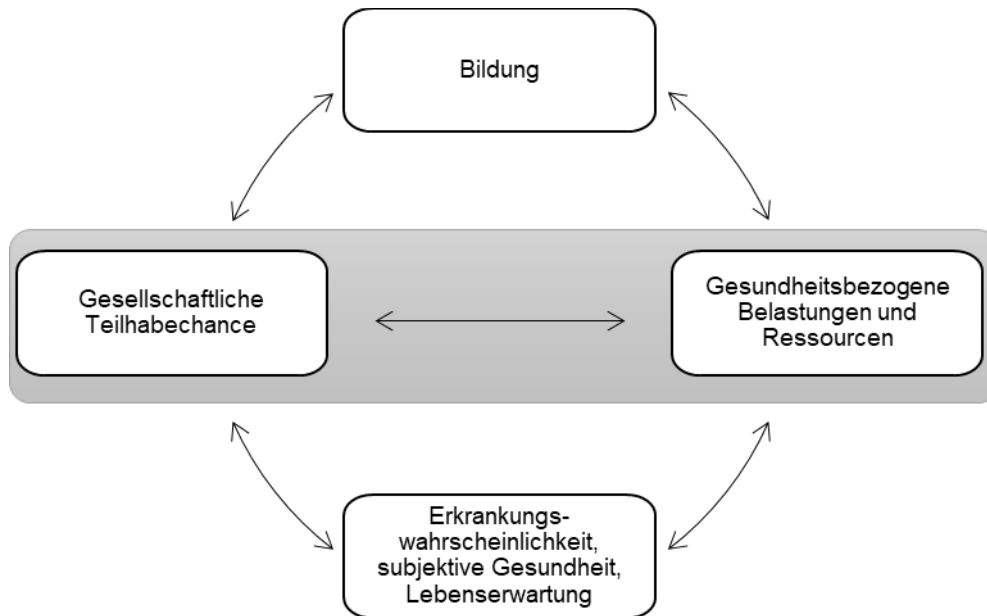


Abbildung 1. Wirkmodell zu den wechselseitigen kausalen Kreislaufprozessen von Bildungs- und Gesundheitsassoziationen vor dem Hintergrund der gesundheitlichen Ungleichheit (vgl. Hannover & Kleiber, 2018)

Bildungs- und Gesundheitsassoziationen können auch vor dem Hintergrund der Dimensionalität von Gesundheit betrachtet werden. Um das gesundheitsbezogene Alltagsphänomen nachvollziehbar einordnen zu können und wissenschaftlichen Analysen zugänglich zu machen, wird das Verhältnis von Gesundheit und Krankheit hinsichtlich des Grades der dimensionalen Differenzierung konzeptualisiert. Das dreidimensionale Konzept von Befund, Befinden und Funktionalität berücksichtigt neben der medizinischen Diagnose und dem subjektiven Befinden auch die soziologische Perspektive im Sinne der erwartungsgemäßen Aufgabenerfüllung (soziale Funktionsfähigkeit) (Thiel & Mayer, 2016). Übertragen auf Studierende und in Anlehnung an das Wirkmodell von Hannover und Kleiber (2018) kann sich beispielsweise eine Studentin im Idealfall gesund fühlen, keine medizinischen Befunde vorliegen haben und uneingeschränkt den Aufgaben des Studiums nachgehen. Dadurch hat sie eine bessere Ausgangslage für einen höheren Bildungsweg. Das erfolgreiche Studium steigert wiederum die Teilhabechancen in der Gesellschaft, über die vermittelt auch

die gesundheitsbezogenen Risikofaktoren (z.B. Lärmbelastung am Arbeitsplatz) und Ressourcen bezogen auf Zugang und Verhaltensweisen (z.B. Vereinssport) beeinflusst werden können (Hannover & Kleiber, 2018). Solch ein kohärentes Bild von Befinden, Befund und sozialer Funktionsfähigkeit kommt jedoch nicht immer vor und die Konstellationen sind oft komplizierter (Thiel & Mayer, 2016). Beispielsweise kann eine Studentin Bauchschmerzen empfinden, vom Arzt keine eindeutige Diagnose gestellt bekommen und im Studium ihre Lernleistung nicht vollumfänglich abrufen. Dadurch kann sie ihre erwartungsgemäßen Aufgaben nicht vollumfänglich erfüllen und ihre gesellschaftliche Teilhabe ist eingeschränkt, wodurch wiederum ihre gesundheitlichen Ressourcen beschränkt sind.

Suhrcke und de Paz Nieves (2011) zeigten zu Beginn des 21. Jahrhunderts zum ersten Mal speziell für Länder mit hohem Einkommen detailliert auf, inwieweit ein kausaler Zusammenhang in die Richtung von Gesundheit auf Bildung besteht. Sie sahen eine Notwendigkeit, dieser Kausalrichtung weiter nachzugehen, da der Effekt in wohlhabenderen Ländern zwar wahrscheinlich in geringerem Maße auftritt als in Entwicklungsländern, aber dennoch nicht zu vernachlässigen sein sollte. Im Hinblick auf die Bildungssettings würde diese Wirkrichtung außerdem eine Legitimation für Gesundheitsförderung und Prävention liefern. Insgesamt beschreiben Suhrcke und de Paz Nieves (2011) drei sich nicht gegenseitig ausschließende Arten von Bildungs- und Gesundheitsassoziationen: (1) Einfluss von Bildung auf Gesundheit, (2) gemeinsamer Einfluss von einem oder mehreren anderen Faktoren auf Gesundheit und Bildung, (3) Einfluss von Gesundheit auf Bildung (Suhrcke & de Paz Nieves, 2011). Sie fassen diese Assoziationen in einem analytischen Rahmenmodell zu Kausalzusammenhängen zwischen Gesundheit und Bildung zusammen, wobei sie die Wirkrichtung von gesundheitlichen Merkmalen auf den akademischen Erfolg in den Mittelpunkt stellen (Abbildung 2). Ein Jahr später hat Dadaczynski (2012) mit dem Rahmenmodell die Themenbereiche Ernährung, Bewegung und psychische Gesundheit des nationalen Gesundheitsziels der Gesundheitsförderung und Prävention im Kindes- und Jugendalter aus Deutschland fokussiert ("Nationales Gesundheitsziel: Gesund aufwachsen - Lebenskompetenz, Bewegung, Ernährung," 2010). Suhrcke und de Paz Nieves (2011) sehen

die gemeinsame Betrachtung von Gesundheitsverhaltensweisen und/oder Gesundheitszuständen als bestimmende Variablen, die auf Bildung einwirken. Sie listen bspw. Verhaltensweisen wie Alkoholkonsum, Rauchen oder Bewegung sowie Gesundheitszustände wie Schlafstörungen oder mentale Probleme auf. Dadaczynski (2012) fokussiert hier die prioritären Handlungsbereiche Ernährung, Bewegung und psychische Gesundheit ("Nationales Gesundheitsziel: Gesund aufwachsen - Lebenskompetenz, Bewegung, Ernährung," 2010). Im Hinblick auf die Bildung, unterscheiden alle drei Autoren zwischen Bildungsleistung, die kurz- oder mittelfristige Bildungsindikatoren beschreiben (Schulnoten, Klassenwiederholung, Schulanwesenheit) und Bildungsabschlüssen, die langfristige Indikatoren umfassen (Schulabschluss, Schulabbruch, Aufnahme/Abschluss Studium) (Dadaczynski, 2012; Suhrcke & de Paz Nieves, 2011). Beispielsweise ist es schwerer mit den schulischen Anforderungen zurechtzukommen, wenn gesundheitliche Probleme vorhanden sind (Roeser, Eccles & Strobel, 1998).

Der Einfluss von den bestimmenden Gesundheitsindikatoren auf die abhängigen Bildungsindikatoren wird partiell durch mediierende Faktoren bestimmt. Hierunter fallen kognitive Fähigkeiten und Lernfähigkeiten, das Selbstwertgefühl sowie die Beziehungsqualität zwischen beispielsweise Lernenden und Lehrenden. Außerdem wirken externe Einflussfaktoren auf den Effekt von Gesundheit auf Bildung ein. Diese werden von Suhrcke und de Paz Nieves (2011) in Mikro-, Meso- und Makroebene eingeteilt. Beginnend beim eigenen Sozialstatus, dem Geschlecht und dem kulturellen Hintergrund einer Person (Mikroebene), über die Umgebungsbedingungen und sozialen Netzwerke (Mesoebene) bis hin zum Volkseinkommen und zu politischen Strategien (Makroebene). Alle beschriebenen Faktoren haben zusammen mit den Gesundheits- und Bildungsindikatoren wiederum Auswirkung auf verschiedene Ergebnisse im Erwachsenenalter bezogen auf beispielsweise die Gesundheit, den Familienstand, die Kriminalität und das Einkommen. Vermittelt über die Einflussfaktoren der Mikro-, Meso- und Makroebene wirken sich diese Ergebnisse wiederum auf die Gesundheit der Jüngeren nachfolgender Generationen aus, die wiederum ihre Bildung

beeinflussen. Es entsteht dadurch ein „sich selbst verstärkender intergenerationaler Kreislauf“ (Dadaczynski, 2012, S. 144) der Bildungs- und Gesundheitsassoziationen.

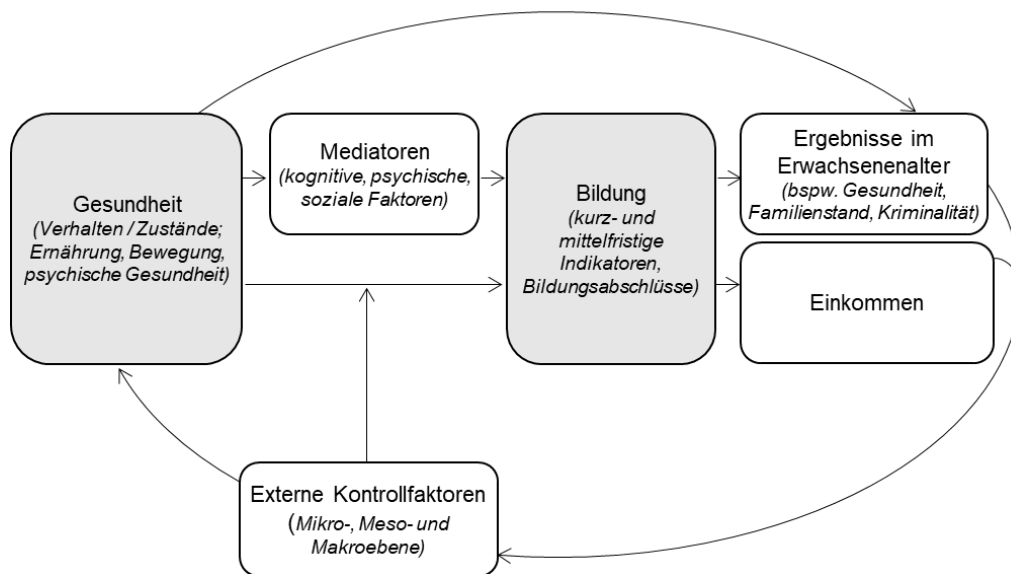


Abbildung 2. Vereinfachtes analytisches Rahmenmodell zum sich selbst verstärkenden intergenerationalen Kausalkreislauf zwischen Gesundheit und Bildung nach Suhrcke und de Paz Nieves (2011) und Dadaczynski (2012)

Demnach sollte die sektorübergreifende Zusammenarbeit zwischen dem Gesundheits- und dem Bildungssektor nicht nur auf der schulischen Ausbildung liegen, sondern auch in den Hochschulen bzw. Universitäten weitergeführt werden. Ähnlich wie bei der Notwendigkeit, in wohlhabenderen Ländern den Einfluss von Gesundheit auf Bildung zu berücksichtigen, sollte man auch in Universitäten, wo bereits gut ausgebildete Personen zusammenkommen, diesem Einfluss Beachtung schenken. Vor dem Hintergrund der steigenden Zahl an Studierenden in Deutschland (Bundesamt, 2023), die mit einer Diversifizierung der Studierenden einhergeht (Wolter, 2022), sowie des sinkenden Altersdurchschnitts aufgrund der verkürzten Schulausbildung, bildet sich eine vielseitige Zielgruppe ab, die ebenso vielfältige Konstellationen zwischen dem Befund, dem Befinden und der sozialen Funktionsfähigkeit mitbringt. Außerdem befinden sich Studierende in einer Umbruchsphase ihres Lebens, mit neuen und erhöhten Anforderungen an ihre Selbstständigkeit. In dieser Phase können neue Verhaltensweisen geprägt werden, die Studierende in ihrem zukünftigen (Arbeits-)Leben fortführen. Daher widmet sich die vorliegende Dissertation den Bildungs- und Gesundheitsassoziationen bei Studierenden im Setting Universität und greift dabei bestimmte Schwerpunkte heraus, die in Abbildung 3 in Anlehnung an das analytische Rahmenmodell

veranschaulicht sind. Die Dissertation zieht als bestimmende Variablen der Gesundheit u.a. die Verhaltensweisen und den Handlungsbereich der Bewegung der Studierenden heran sowie die Gesundheitszustände der Studierenden bezogen auf ihre wahrgenommenen Beschwerden. Im Hinblick auf die Bildungsindikatoren werden kurzfristige Bildungsindikatoren betrachtet u.a. mit der wahrgenommenen studiumsbezogenen Funktionsfähigkeit, der Aufmerksamkeit und dem Stress- und Erholungserleben der Studierenden. Für die Untersuchung der Wirkung von weiteren Einflussfaktoren auf das Gesundheitsverhalten bzw. die Gesundheitszustände sowie auf den Effekt von Gesundheit auf Bildung werden individuumsbezogene Indikatoren der Mikroebene (Geschlecht, Alter, Lernzeit, Barrieren und Motivatoren zum aktiven Transport) und kontextbezogene Faktoren der Mesoebene (Studiumsumgebung, Wohnort) eingebunden. Die Fokussierung und Auswahl dieser Faktoren, geht auf den Forschungsstand zu Prävalenzen und Assoziationen, Determinanten und Interventionen zurück, der im Folgenden beschrieben wird.

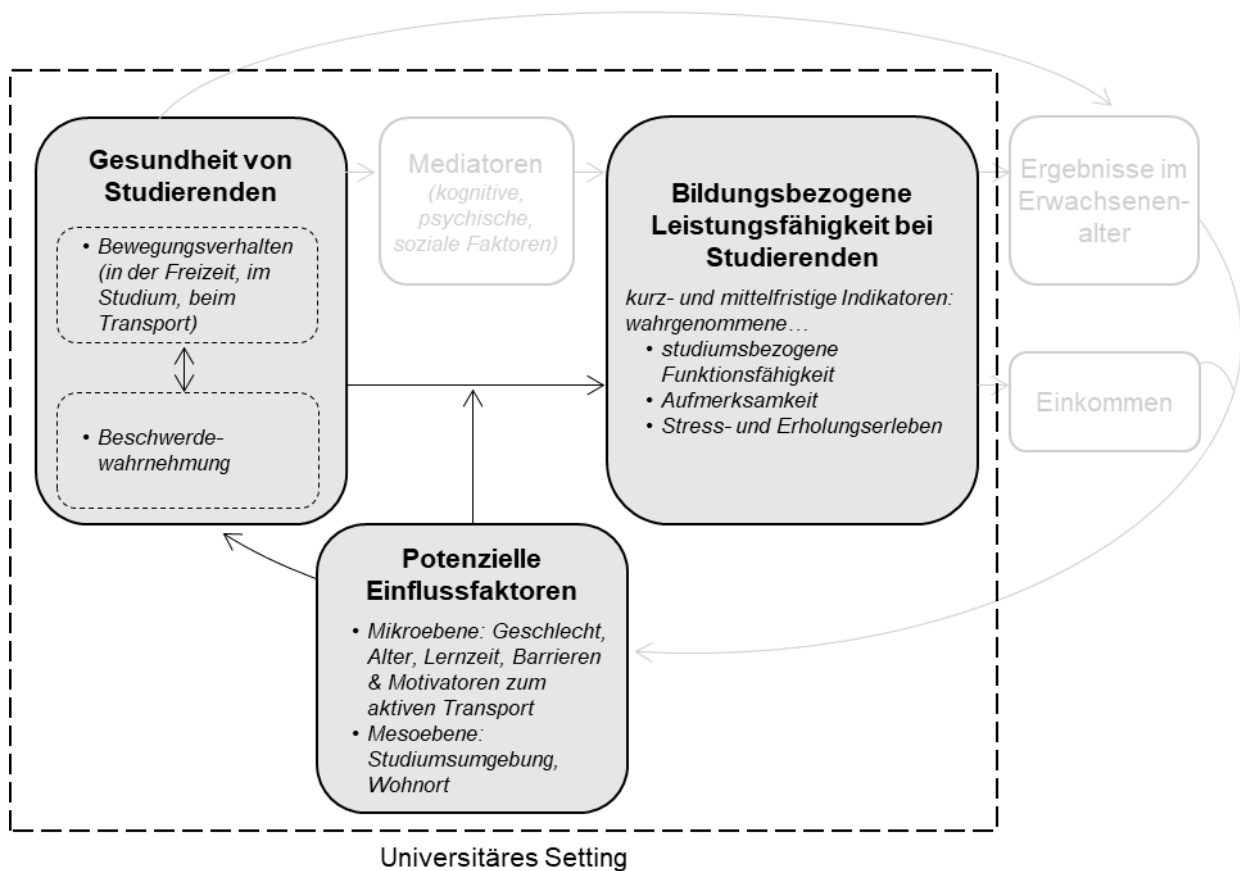


Abbildung 3. Betrachtete Indikatoren des Beziehungsgeflechts von Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität im Setting Universität der vorliegenden Dissertation in Anlehnung an das Rahmenmodell nach Suhrcke und de Paz Nieves (2011) und Dadaczynski (2012)

2.1.2 Gesundheitliche Situation von Studierenden

Studierende schätzen ihren allgemeinen Gesundheitszustand oft als „sehr gut“/„gut“ ein (Grützmaker, Gusy, Lesener, Sudheimer & Willige, 2018; Holleder, 2023; Lesener, Blaszczyk, Gusy & Sprenger, 2018; Töpitz et al., 2016), jedoch ist der Anteil geringer als bei einer gleichaltrigen repräsentativen Vergleichsstichprobe (18 – 29 Jahre) (Robert-Koch-Institut, 2014; Töpitz et al., 2016). Zusätzlich ist der Anteil von 80 % im Jahr 2015 und 2017 auf 61 % im Jahr 2023 gemäß dem Gesundheitsreport der TK (2023) gesunken und bildet damit eine deutliche Verschlechterung der Einschätzung des Gesundheitszustand von Studierenden ab (Techniker Krankenkasse, 2023). Betrachtet man die Datenlage detaillierter, zeigen sich im Hinblick auf die Beschwerdewahrnehmung, die im analytischen Rahmenmodell auf der linken Seite stehen, hohe Prävalenzen körperlicher Beschwerden und psychosomatischer Symptome (Grützmaker et al., 2018; Stock, 2017). Beispielsweise gaben Studierende einer deutschlandweiten Stichprobe an, Beschwerden wie Glieder-, Schulter-, Rücken- oder Nackenbeschwerden (53 %), beeinträchtigtes Allgemeinbefinden (44 %), Anspannung (37 %), Kopfschmerzen (37 %) oder Magen-Darm-Beschwerden (33 %) mindestens einmal pro Monat wiederkehrend zu haben (Grützmaker et al., 2018). Darüber hinaus zeigt sich zwischen den deutschlandweiten Studierenden-Befragung durch die TK im Jahr 2015 und 2023 eine statistisch signifikante Zunahme in fast allen Beschwerdemerkmale (Techniker Krankenkasse, 2023). Neben den Beschwerden, die sich auf Körperregionen beziehen, gehören auch mentale Beschwerden zum Alltag vieler Studierender. Beispielsweise zeigt der narrative Übersichtsartikel von Stock (2017), dass mehr als ein Drittel Studierender Unruhe und Konzentrationsschwierigkeiten häufig erleben (Stock, 2017). Weitere häufig genannten typische Stresssymptome unter Studierenden einer anderen Studie waren Gedankenkreisen, Überforderung und Reizbarkeit (Guedes & Wollesen, 2015). Deutschlandweit liegt die Prävalenz bei Studierenden für das depressive Syndrom als auch für generalisierte Angststörung bei etwa einem Sechstel, wobei der Anteil weiblicher Studierender jeweils signifikant höher als der Anteil männlicher Studierender ist (Grützmaker et al., 2018). Außerdem ist der Anteil Studierender mit depressivem Syndrom

überdurchschnittlich im Altersvergleich der Studie GEDA 2014/2015-EHIS (Bretschneider, Kuhnert & Hapke, 2017; Grützmacher et al., 2018). Insgesamt schätzen Studierende ihre psychische Gesundheit geschlechterübergreifend niedriger als ihre physische Gesundheit ein (Guedes & Wollesen, 2015). Alle Beschwerden können jedoch die Bewältigung von studiumsbezogenen Anforderungen beeinträchtigen, krankheitsbedingte Fehltagere verursachen oder ein vermindertes Engagement für das Studium hervorrufen (Bailer, Schwarz, Witthöft, Stübinger & Rist, 2007; Guedes & Wollesen, 2015).

Den Beschwerden entgegenwirken kann vor allem körperliche Aktivität. Sie ist in der vorliegenden Dissertation neben den Beschwerdewahrnehmungen ebenfalls auf der linken Seite im analytischen Modell zum Zusammenhang von Gesundheit und Bildung eingeordnet und bezieht sich auf das gesundheitsförderliche Verhalten. Die Prävalenzen der körperlichen Inaktivität steigen zwar bei Erwachsenen mit zunehmendem höherem Alter an (Richter et al., 2021). Bei den Studierenden bildet sich jedoch im heranwachsenden Alter der größte Sprung ab: Die körperliche Aktivität zeigt den höchsten Rückgang mit dem Eintritt in die Universität (Kwan, Cairney, Faulkner & Pullenayegum, 2012). Laut dem deutschlandweiten Gesundheitsreport der TK (2023) bewegt sich ein gutes Viertel der Studierenden an einem typischen Wochentag weniger als eine halbe Stunde zu Fuß oder mit dem Fahrrad (Techniker Krankenkasse, 2023). Nach den Empfehlungen für gesundheitswirksame körperliche Aktivität der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sollten Studierende gemäß ihrer altersbedingten Einordnung mindestens 150 Minuten in der Woche ausdauerorientierte Aktivitäten bei moderater Intensität oder 75 Minuten in der Woche bei hoher Intensität oder eine entsprechende Kombination von Aktivitäten aus den beiden Intensitätsbereichen durchführen (Rütten & Pfeifer, 2017; WHO, 2020). Zusätzlich zur aeroben Aktivität gibt es die Empfehlung, an mindestens zwei Wochentagen muskelkräftigende Aktivitäten durchzuführen sowie lange, ununterbrochene Sitzphasen zu vermeiden (Rütten & Pfeifer, 2017; WHO, 2020). Zwar zeigen Studierende im Hinblick auf das gesundheitsförderliche Bewegungsverhalten ein relativ hohes Maß an körperlicher Aktivität auf (Stock, 2017). Jedoch erfüllen laut einer deutschlandweiten Studie rund ein Viertel der Studierenden die aeroben Bewegungsempfehlungen von

mindestens 150 Minuten pro Woche körperlich aktiv zu sein, sodass man ins Schwitzen oder außer Atem kommt, nicht. Es sind lediglich 29 % bei den männlichen Studierenden und 24 % bei den weiblichen Studierenden, die die Empfehlung erreichen (Grützmaker et al., 2018). Diese Anteile sind im Vergleich zu einer altersadäquaten (18-29 Jahre) repräsentativen Stichprobe aus Deutschland geringer (Finger, Mensink, Lange & Manz, 2017). Hier sind es 56,7 % bei den Männern und 45,2 % bei den Frauen. Öffnet man den Blick auf die internationale Perspektive, so sind mehr als die Hälfte der Studierenden nicht ausreichend aktiv, wobei die australischen Studierenden hier den geringsten Wert aufzeigen (Irwin, 2004). Gleichzeitig verbringen Studierende viel Zeit im Sitzen (Froböse & Wallmann-Sperlich, 2021). Dies wurde zusätzlich durch die Einführung bzw. Ausweitung digitaler Lehrformate verstärkt. Gemäß dem deutschlandweiten Gesundheitsreport der TK (2023) beurteilen 61 % der Studierenden es als zutreffend, sich durch die zunehmende digitale Lehre im Alltag weniger zu bewegen und 57 % empfinden das lange Arbeiten am Bildschirm als gesundheitliche Belastung (Techniker Krankenkasse, 2023).

Insgesamt bilden hohe Prävalenzen von körperlicher Inaktivität sowie von körperlichen und psychischen Beschwerden eine ungünstige gesundheitliche Situation der Studierenden, die in Folge negative Konsequenzen für den Erfolg im Studium haben könnten. Das nachfolgende Kapitel zeigt die Assoziationen auf, die in diesem Beziehungsgeflecht von Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität bestehen.

2.1.3 Assoziationen zwischen Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität

2.1.3.1 Körperliche Aktivität und Gesundheit

Der körperlichen Aktivität ist eine Schlüsselrolle im Hinblick auf die Gesundheit zugeschrieben. Allgemein gibt es umfassende Befunde zu positiven Wirkungen von körperlicher Aktivität zur Prävention, Therapie und Rehabilitation zahlreicher nicht übertragbarer Erkrankungen (z.B. Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC), 2018). So verringert, körperliche Aktivität nicht nur das Risiko für beispielsweise Adipositas, Herz-Kreislauf-Erkrankungen,

Diabetes, Krebserkrankungen oder auch psychischer Erkrankungen und die Gesamtmortalität (Knight, 2012; Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC), 2018), sondern wirkt sich auch positiv auf die körperliche, psychische und soziale Gesundheit aus (Eime et al., 2013; Gothe et al., 2020; Iannotti et al., 2009; Kemel, Porter & Coombs, 2002; Woll & Bös, 2004). Körperliche Aktivität beeinflusst außerdem das emotionale Befinden (Schulz, Meyer & Langguth, 2012), indem sie beispielsweise mit einer stimmungsaufhellenden Wirkung assoziiert ist (Conn, 2010) oder aber auch Angstzustände erfolgreicher als andere Maßnahmen lindert (Wipfli, Rethorst & Landers, 2008) und die Eigenwahrnehmung und das Selbstwertgefühl positiv beeinflusst (Spence, McGannon & Poon, 2005).

Den Zusammenhang zwischen dem Bewegungsverhalten und dem Gesundheitszustand bei Studierenden decken einige Untersuchungen zum studentischen Gesundheitszustand auf (Brandl-Bredenbeck, Kämpfe & Köster, 2013; Lapa, 2015; VanKim & Nelson, 2013). Es gibt Studien, die zeigen, dass strukturierte körperliche Aktivität bei Studierenden in signifikantem Zusammenhang mit Muskel-Skelett-Schmerzen steht (Hasan, Yaqoob, Ali & Siddiqui, 2018; Kokic, Znika & Brumnic, 2019; Morais, de Lima Dalmolin, Andolhe, dos Santos Dullius & Rocha, 2019; Ogunlana, Govender & Oyewole, 2021; Rakhadani, Goon & Mandeya, 2017; Reuter & Fichthorn, 2019; Wami, Mekonnen, Yirdaw & Abere, 2021). Beispielsweise hatten Studierende, die regelmäßig Sport trieben, fast 10 Mal seltener Muskel- und Skelettschmerzen (Ogunlana et al., 2021). Weitere Studien zeigen, dass sportlich aktivere Studierende nicht nur weniger Beschwerden, sondern auch ein niedrigeres Missbefinden sowie höheres Wohlbefinden als inaktive Studierende aufweisen (Brandl-Bredenbeck et al., 2013; Legey et al., 2017; Möllenbeck, 2014; Möllenbeck & Göring, 2014; Techniker Krankenkasse, 2015). Beispielsweise konnten Assoziationen zwischen körperlicher Aktivität und der Stimmungslage, der selbst einschätzenden Lebensqualität und Angstzustände bei Studierenden festgestellt werden (Legey et al., 2017). Passend dazu deuten manche Studien mit Studierenden auf einen gewinnbringenden Stressausgleich durch sportliche Aktivität hin (Göring & Möllenbeck, 2010; Stock & Krämer, 2001). Dies spiegeln auch die Gesundheitsreports der TK zur Gesundheit der Studierenden und den aktuellen Studienbedingungen wider: Physische

gesundheitliche Probleme werden laut dem TK-Gesundheitsreport 2015 von sportlich inaktiven Studierenden häufiger berichtet als von sportlich aktiven Studierenden (Techniker Krankenkasse, 2015). Auch scheinen Studierende den gewinnbringenden Stressausgleich durch körperliche Aktivität gemäß dem TK-Gesundheitsreport 2023 erkannt zu haben, denn sie nutzen den Sport am dritthäufigste als Entspannungsstrategie gegen Stress (Techniker Krankenkasse, 2023). Zusätzlich scheint Sport auch die wirksamste Strategie hinsichtlich der emotionalen Erschöpfung zu sein (Techniker Krankenkasse, 2023).

Spezifischere Studien z. B. zum Zusammenhang des aktiven Fortbewegens mit der Gesundheit bei Studierenden, konnten Assoziationen mit einer besseren körperlichen Fitness, weniger Fettleibigkeit und weniger kardiovaskuläre Risikofaktoren nachweisen (Bopp, Bopp & Schuchert, 2015; García-Hermoso et al., 2018). Außerdem zeigte eine amerikanische Studie auf, dass Studierende, die die Bewegungsempfehlungen nicht erfüllten, in ihrem ersten Studienjahr doppelt so häufig von Arztbesuchen berichteten als Studierende, die die Empfehlungen erfüllten (Bray & Kwan, 2006). Ferner werden positive Assoziationen zwischen regelmäßigen sportlichen Aktivitäten Studierender und physischen und psychosozialen Ressourcen, wie beispielsweise körperliche Fitness und soziale Unterstützung diskutiert (Möllenbeck, 2014). Eine differenzierte Betrachtung der körperlichen Aktivität nach ihren Domänen (Freizeit, Transport, Studium/Arbeit oder Haushalt) in Bezug auf ihre jeweilige gesundheitsförderliche Wirkung bei Studierenden ist bisher kaum zu finden und stellt demnach eine Forschungslücke dar.

2.1.3.2 Körperliche Aktivität und Bildung

Zum Zusammenhang der körperlichen Aktivität mit Bildung gibt es Studien auf unterschiedlichen Ebenen, um Effekte und Wirkungen zu analysieren und zu verstehen. Aus Sicht der Grundlagenforschung und von Tierstudien gestützt liegen Nachweise vor, dass regelmäßige körperliche Aktivität die Synapsen und die Gefäßbildung verbessert und sich somit direkt auf neuronaler Ebene auswirkt (Erickson, Hillman & Kramer, 2015; Wang & Holsinger, 2018; Wang & van Praag, 2012). Nach Ableitung dieser Ergebnisse auf junge Erwachsene, die sich in einer entscheidenden Phase der neuronalen Entwicklung befinden,

könnte man schlussfolgern, dass körperlicher Aktivität gerade in dieser Phase eine wichtige Rolle für zukünftige Gehirnfunktionen zugeschrieben werden kann (Tompsonski, Davis, Miller & Naglieri, 2008). Zusammenfassende Überblicksarbeiten zeigen zwar einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Funktionen (Barha, Davis, Falck, Nagamatsu & Liu-Ambrose, 2017; Colcombe & Kramer, 2003; Cox et al., 2016; Engeroff, Ingmann & Banzer, 2018; Gates, Fiatarone Singh, Sachdev & Valenzuela, 2013; Guiney & Machado, 2013; Ludyga, Gerber, Brand, Holsboer-Trachsler & Pühse, 2016; Öhman, Savikko, Strandberg & Pitkälä, 2014; Schulz et al., 2012; Smith et al., 2010). Jedoch ist die Befundlage von Interventionen der körperlichen Aktivität zur Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten nicht eindeutig geklärt. So kann körperliches Training beispielsweise die kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeiten, das Erinnerungsvermögen und die Aufmerksamkeitsfähigkeit verbessern (Smith et al., 2010). Allerdings kann es durch die Heterogenität der körperlichen Aktivität und verwendeten Testverfahren zur Messung von kognitiven Funktionen zu unterschiedlichen Effekten kommen, die sich in unterschiedlichen Studienergebnissen widerspiegeln (Barha et al., 2017; Colcombe & Kramer, 2003; Erickson et al., 2015; Iuliano et al., 2015). Außerdem wurden die meisten Studien entweder in der mittleren und späteren Phase des Erwachsenenlebens oder in der Kindheit und Jugend durchgeführt und nur wenige betrachten auch die Zielgruppe junge Erwachsene (Cox et al., 2016; Engeroff et al., 2018; Guiney & Machado, 2013; Li, O'Connor, O'Dwyer & Orr, 2017; Verburch, Königs, Scherder & Oosterlaan, 2014).

Im Hinblick auf Bildungsparameter thematisieren vorliegende Längsschnittanalysen zwar vereinzelt die Studienaufnahme als einen Indikator des Bildungserfolgs, jedoch wird dieser im Zusammenhang mit dem Aktivitätsverhalten von Schülerinnen und Schülern betrachtet (Dadaczynski & Schiemann, 2015). Während für diese Zielgruppe nahezu durchgehend positive Assoziationen zwischen körperlicher Aktivität bzw. körperlicher Fitness und Parametern des kurzfristigen und langfristigen akademischen Erfolgs vorliegen (Dadaczynski & Schiemann, 2015), gibt es für Studierende im Setting Universität nur vereinzelte Studien (Tabelle 2): Beispielsweise fanden Hariyanto und Kolleg:innen (2022) oder Kayanie und

Kolleg:innen (2018) eine positive Korrelation zwischen körperlicher Aktivität und akademischer Leistung bezogen auf den Notendurchschnitt bei einer indonesischen bzw. pakistanischen studentischen Stichprobe (Hariyanto, Sholikhah, Mustar, Pramono & Putera, 2022; Kayani et al., 2018). Satti und Kolleg:innen (2019) stellten einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und akademischer Prüfungsleistung bei einer Stichprobe pakistanischer Medizinstudierenden fest (Satti et al., 2019). Salas-Gomez und Kolleg:innen (2020) wandten entsprechende Testverfahren zur Messung von exekutive und kognitive Funktionen an und fanden einen positiven Zusammenhang des Umfangs der körperlichen Aktivität sowohl mit den exekutiven als auch den kognitiven Funktionen von Studierenden. Darüber hinaus gibt es Studienergebnisse im Hinblick auf kurze niederschwellige Bewegungspausen im universitären Alltag (Vorlesungen, Seminaren). Sie liefern Evidenz zur positiven Wirkung auf das selbst wahrgenommene körperliche und psychische Wohlbefinden (Paulus et al., 2021), zu positiven Effekten auf die Vitalität (Blasche, Szabo, Wagner-Menghin, Ekmekcioglu & Gollner, 2018) und der erlebten Energie (Gollner, Savil, Schnabel, Braun & Blasche, 2019) sowie zur Reduktion der Tagesschläfrigkeit oder Müdigkeit (Blasche et al., 2018; Kowalsky, Farney & Hearon, 2022) und können dadurch positiv auf kurzfristige kognitive Leistungen wirken. In Bezug auf den Zusammenhang zwischen dem körperlichen Fitnesszustand und der akademischen Leistungsfähigkeit liefert die Studie von Duduc und Kolleg:innen (2017) hindeutende Erkenntnisse: Sie stellen eine positive Korrelation zwischen der geschätzten maximalen Sauerstoffaufnahme und dem Notendurchschnitt von weiblichen kanadischen Studierenden fest (Dubuc, Aubertin-Leheudre & Karelis, 2017). Insgesamt ist der Forschungsstand zu Assoziationen zwischen körperlicher Aktivität und Bildungsindikatoren bei Studierenden jedoch noch sehr heterogen, nicht umfassend erforscht und stützt sich auf vereinzelte Studien. Es bedarf weitere Forschung, um Erkenntnisse für diese Zielgruppe zu verfestigen sowie neue zu gewinnen.

Tabelle 2: Tabellarische Übersicht der im Text aufgeführten Studien zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Bildung bei Studierenden

Autor:innen (Jahr)	Studien-design	Stichprobe	Indikator akademische Leistung	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
Duduc et al. (2017)	Querschnittsstudie	Weibliche Studierende der Universität von Quebec (Kanada) (N = 100)	Notendurchschnitt basierend auf dem Hochschulzeugnis	Beziehung zwischen akademischer Leistung und körperlichen, psychosozialen, lebensstilbezogenen und soziodemographischen Faktoren	Signifikante Korrelationen zwischen dem Notendurchschnitt und der geschätzten VO ₂ max, der intrinsischen Motivation für Wissen, der intrinsischen Motivation für Leistung und externen Regulierung Insgesamt scheinen Motivations-, Körper- und Lebensstilfaktoren bei Studentinnen Prädiktoren für die akademische Leistung zu sein
Hariyanto et al. (2022)	Querschnittsstudie	Studierende der Universität Negeri Surabaya (Indonesien) (N = 377)	Notendurchschnitt der letzten Semesterabschlussprüfung	Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und akademischer Leistung	Positive Korrelation zwischen regelmäßiger körperlicher Aktivität und akademischer Leistung (nicht aber zwischen Alter, Gewicht, Größe und Body-Mass-Index und akademischer Leistung)
Kayani et al. (2018)	Querschnittsstudie	Studierende von Universitäten in Pakistan (N = 358)	Kumulativer Notendurchschnitt der letzten beiden aufeinanderfolgenden Semester	Prüfung von Selbstwertgefühl und Depression als Vermittler zwischen körperlicher Aktivität und akademischer Leistung	Selbstwertgefühl und Depression sind signifikante Vermittler zwischen körperlicher Aktivität und akademischer Leistung Selbstwertgefühl als stärkster Vermittler zwischen körperlicher Aktivität und akademischer Leistung Signifikanter Gesamteffekt der körperlichen Aktivität auf akademische Leistung, aber kleiner als der gesamte indirekte Effekt durch die Mediatoren
Salas-Gomez et al. (2020)	Querschnittsstudie	Studierende der Universität von Kantabrien (Spanien) (N = 206)	Testergebnisse für exekutive und kognitive Funktion	Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Gedächtnis- und Exekutivfunktionen + moderierende Wirkung des Geschlechts	Positive Korrelation der Gesamtmenge an körperlicher Aktivität mit mehreren Tests der exekutiven Funktion Das Geschlecht hat einen synergistischen Effekt mit körperlicher Aktivität auf den Exekutivtest Trail Making Test-A (Schnelligkeit); bei Frauen stärker als bei Männern
Satti et al. (2019)	Querschnittsstudie	MBBS-Studierende an der Medizinischen Universität Rawalpindi (Pakistan) (N = 344)	Noten in der letzten Pathologieprüfung	Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Schlafqualität und akademischer Leistung (unter Kontrolle des Geschlechts und dem Internatsstatus)	Signifikante Korrelation der Schlafqualität und körperliche Aktivität mit den akademischen Leistungen Signifikanter Zusammenhang zwischen Geschlecht und Schlaf- und Bewegungsniveau (männliche Studierende hatten höheres Bewegungsniveau und schlechtere Schlafqualität als weibliche), aber keinen Zusammenhang mit den Testergebnissen Signifikante Korrelation des Internatsstatus mit allen drei Variablen Internatsschüler hatten im Vergleich zu Nicht-Internatsschülern niedrigere durchschnittliche Testergebnisse und schlechtere Schlaf- und Bewegungsindizes.

2.1.3.3 Gesundheit und Bildung

Schließlich weisen schlechte Gesundheitszustände negative Korrelationen mit dem Bildungserfolg und der akademischen Leistung auf (Suhrcke & de Paz Nieves, 2011). Hinsichtlich der Wirkrichtung von Gesundheit auf Bildung konnte vor allem im schulischen Setting gezeigt werden, dass es erschwerter ist, mit den schulischen Anforderungen zurechtzukommen, wenn gesundheitliche Probleme vorhanden sind (Roeser et al., 1998). Beispielsweise verkürzt eine Erkrankung vor dem 21. Lebensjahr die Zeit, in der eine Person Bildung genießen kann, im Durchschnitt um 1,4 Jahre (Gan & Gong, 2007). Suboptimaler Schlaf, Diabetes, Sichelzellanämie oder Epilepsie, haben einen negativen Einfluss auf die schulischen Leistungen (Taras & Potts-Datema, 2005b, 2005d). Schüler mit Asthma zeigen höhere Fehlzeitenquoten in der Schule auf (Taras & Potts-Datema, 2005c). Fettleibigkeit und Übergewicht stehen mit einem geringen Bildungsniveau in Zusammenhang (Taras & Potts-Datema, 2005a). Psychische Probleme können sich negativ auf Schulleistung in Bezug auf Noten, Schulanwesenheit, Schulabschluss und die Aufnahme und den Abschluss eines Studiums auswirken (Dadaczynski, 2012; Dadaczynski & Schiemann, 2015). Die negativen Auswirkungen eines schlechten Gesundheitszustands können die gesellschaftliche Teilhabe und den Bildungsweg aufgrund von Diskriminierung, ungünstigeren Erwerbsverlauf, Arbeitslosigkeit, Armut oder Frührente beeinträchtigen (Hannover & Kleiber, 2018). So stellen Übergewicht, Adipositas, reduzierte körperliche Aktivität und psychische Probleme nicht nur Risikofaktoren bezüglich der Gesundheit, sondern auch des Schul- und Bildungserfolgs dar (Dadaczynski, 2012; Suhrcke & de Paz Nieves, 2011). Von der anderen Wirkrichtung aus betrachtet, bestimmt auch Bildung die gesellschaftliche Teilhabechance sowie außerdem die gesundheitlichen Belastungen und Ressourcen und beeinflusst darüber den Gesundheitszustand (Autor:innengruppe Bildungsberichterstattung, 2014; Hannover & Kleiber, 2018). Je höher der Bildungsabschluss, desto höher ist auch das Einkommen und damit die finanzielle Möglichkeit zur gesellschaftlichen Teilhabe (Autor:innengruppe Bildungsberichterstattung, 2014). Erwachsene mit niedrigem sozioökonomischem Status, der durch das Bildungsniveau und Einkommen mitbestimmt wird, haben einen schlechteren selbst

eingeschätzten allgemeinen Gesundheitszustand, zeigen höhere Prävalenzen von Diabetes mellitus, Adipositas oder depressiver Symptomatik und weisen eine höhere sportliche Inaktivität auf als statushohe Erwachsenengruppen (Busch, Maske, Ryl, Schlack & Hapke, 2013; Lampert, Kroll, von der Lippe, Müters & Stolzenberg, 2013). Darüber hinaus wird auch das chronische Stresserleben von Erwachsenen mit niedrigem sozioökonomischem Status häufiger berichtet (Hapke et al., 2013). Außerdem sind Kompetenzen und im speziellen die Gesundheitskompetenz und die damit einhergehenden gesundheitsförderlichen Lebensstile von Bildung abhängig (Schaeffer, Vogt, Berens & Hurrelmann, 2016).

Für die Zielgruppe Studierende finden sich in einzelnen Studien ebenfalls Assoziationen zwischen der akademischen Leistung und dem Gesundheitszustand wieder. El Ansari und Stock (2010) fanden heraus, dass Studierende, die angaben, sich allgemein gesünder zu fühlen, ihre akademischen Leistungen im Vergleich zu ihren Kommilitonen eher als besser einschätzten (El Ansari & Stock, 2010). Eine weitere Analyse zum Gesundheitszustand von Studierenden an einer deutschen Universität und ihrem absolvierten Studienpensum zur Zeit der COVID-19 Pandemie zeigte einen negativen Zusammenhang zwischen der Krankheitsschwere und dem Unterschreiten des vorgegebenen Studienpensums auf (Hollederer, 2023). Das heißt, Studierende, die gesundheitlich stärker in ihren alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt waren, gaben ein geringeres Studienpensum an. Zusätzlich meldeten sie häufiger Schwierigkeiten in der Studienorganisation und bei Lernaktivitäten sowie im Umgang mit Misserfolg und Leistungsdruck zurück. Das Studienpensum war umso geringer, je schwerer sich die gesundheitlich bedingte Einschränkung von Studierenden auf ihre alltäglichen Aktivitäten auswirkte (Hollederer, 2023). Hinsichtlich gesundheitsrelevanter Verhaltensweisen zeigten Deliens und Kolleg:innen (2013) in ihrer Studie auf, dass häufiger Alkoholkonsum oder eine Diät einen niedrigeren Notendurchschnitt bei Studierenden im ersten Studienjahr voraussagten (Deliens, Clarys, De Bourdeaudhuij & Deforche, 2013).

Insgesamt erschließt sich aus dem Forschungsstand, dass es sich lohnt, Assoziationen zwischen Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität bei Studierenden weiter zu untersuchen. Sowohl der Gesundheitszustand als auch das gesundheitsrelevante Verhalten

von Studierenden zeigen besorgniserregende Prävalenzen auf, die sich negativ auf die akademische Leistungsfähigkeit auswirken können. Speziell die Assoziationen der körperlichen Aktivität mit Gesundheit und Bildung sind vielversprechend und bei Studierenden noch unzureichend erforscht.

2.2 Der Settingansatz zur Förderung des Bewegungsverhaltens

Studierender

Über den Settingansatz kann systematisch und nachhaltig mittels individueller, sozialer oder ökologischer Einflussfaktoren die Gesundheit über die Förderung körperlicher Aktivität von Studierenden in ihrer universitären Lebenswelt positiv beeinflusst werden. Seit dem Jahr 2000 haben sozial-ökologische Ansätze zunehmend das physische und soziale Umfeld als einen wichtigen Einflussfaktor für die körperliche Aktivität berücksichtigt. Beispielsweise wandten Bucksch und Kollegen (2012) den sozial-ökologischen Ansatz im Hinblick auf das gesundheitsförderliche Bewegungsverhalten im kommunalen Setting an und zeigten in einem Struktogramm die postulierten Zusammenhänge zwischen personalen (kompositionellen) und umweltbezogenen (kontextuellen) Einflussfaktoren auf, die zu einer besseren Gesundheit und Lebensqualität führen können (Bucksch et al., 2012). Dies lässt sich auch auf das universitäre Setting übertragen, das die Rahmenbedingungen bildet, unter denen Studierende leben, lernen, arbeiten und konsumieren, und damit Einfluss auf die Gesundheit der Studierenden hat. Es gibt auch erste Studienergebnisse, die für Studierende sozial-ökologische Faktoren ihrer körperlichen Aktivität darlegen. So haben Fokusgruppen mit belgischen Studierenden aufgezeigt, dass körperliche Aktivität durch individuumsbezogene Faktoren wie beispielsweise Selbstdisziplin, Zeit, Überzeugung oder erlebte Freude, durch soziale Faktoren wie das Netzwerk, die Elternkontrolle oder soziale Unterstützung, durch physische Umweltfaktoren wie Zugang und Verfügbarkeiten oder Preise und Entfernung und durch das Makroumfeld wie z. B. die Medien und Werbung beeinflusst werden (Deliens, Deforche, De Bourdeaudhuij & Clarys, 2015). Zusätzlich wurde aufgedeckt, dass universitäre Merkmale wie Wohnsitz oder Prüfungen und akademischer Druck die Beziehung zwischen den genannten Determinanten und dem körperlich aktiven und sedentären Verhalten moderieren (Deliens et al., 2015). Es

gilt, solche sozial-ökologischen Zusammenhänge zu verstehen, um entsprechende Interventionen für Studierende entwickeln zu können, die zu einem höheren Maß an körperlicher Aktivität und damit zu einem besseren Gesundheitszustand führen können (Bauman et al., 2012).

Man kann davon ausgehen, dass das Bewegungsverhalten Studierender ganz unterschiedlich ausgeprägt sein kann – von Alltagsaktivitäten bis zum Leistungssport - und in verschiedenen Domänen – von der aktiven Fortbewegung über den Studienalltag bis hin zur Freizeitgestaltung - stattfinden kann. Demnach ist eine differenzierte Betrachtung der körperlichen und sportlichen Aktivitäten und ihrer Determinanten im Hinblick auf die Domänen wichtig, um entsprechende Bezüge zur Gesundheit und zur akademischen Bildungsparametern von Studierenden feststellen zu können. Im Folgenden wird der Fokus auf den Forschungsstand zu den physischen Umgebungsbedingungen der Studiumsumgebung sowie zu den personalen Determinanten in Bezug auf die Domänen der körperlichen Aktivität zur Förderung des Bewegungsverhaltens von Studierenden gelegt.

2.2.1 Umweltbezogene Determinanten (physische Studiumsumgebung) von körperlicher Aktivität bei Studierenden

In Bezug auf das Bewegungsverhalten in der *Domäne Studium*, die in der vorliegenden Dissertation über Studierende analog für die Domäne Arbeit betrachtet wird, bietet das Setting Universität vorwiegend sedentäre Verhältnisse, die den Studienalltag inaktiv gestalten. Das Sitzen ist in den Vorlesungen und Seminaren, beim Selbststudium, in den Bibliotheken oder der Mensa omnipräsent und bildet mit den hohen Zeiten vor Bildschirmen und Smartphones bedingt durch den technischen Fortschritt kritische Faktoren für das sedentäre Verhalten der Studierenden (Carballo-Fazanes et al., 2020; Fotheringham, Wonnacott & Owen, 2000; Lepp, Barkley & Karpinski, 2014). Beispielsweise ermitteln Carballo-Fazanes und Kolleg:innen (2020) einen positiven Zusammenhang zwischen dem Verzicht auf körperlichen Aktivität und der Zeit, die Studierende vor dem Bildschirm verbringen (Carballo-Fazanes et al., 2020). Neben dem Fortschritt der digitalen Technologie gibt es auch Fortschritte in der

Arbeitsplatzgestaltung, die die Studiumsumgebung mitbestimmen. Verstellbare Steh-Sitz-Tische und aktive Arbeitsplätze vor allem in Kombination mit Entscheidungshilfen, sogenanntes Nudging, führten in einzelnen Studien zu mehr Steh- bzw. Bewegungszeiten innerhalb von Vorlesungen bzw. der Zeit des Studierens ohne nachteilige Auswirkung auf die akademische Leistung zu haben (Grosprêtre, Ennequin, Peseux & Isacco, 2021; Jerome, Janz, Baquero & Carr, 2017; Lynch, O'Donoghue & Peiris, 2022; Mnich et al., 2019). Auch die Integration von Bewegungspausen in Vorlesungen oder Seminaren zeigte einen höheren Bewegungsumfang bei jenen Studierenden, die an den aktiven Pausen teilnahmen (Lynch et al., 2022; Niedermeier, Weiss, Steidl-Müller, Burtscher & Kopp, 2020; Peiris et al., 2021) (Tabelle 3).

Im Hinblick auf das Bewegungsverhalten in der *Freizeit-Domäne* ist in einzelnen Studien belegt, dass die Entfernung von Sporteinrichtungen (Deliens et al., 2015; Leslie, Sparling & Owen, 2001; Reed, 2007; Reed & Phillips, 2005) und auch die Anschlussmöglichkeiten und Öffnungszeiten von Sporteinrichtungen (Deliens et al., 2015; Gyurcsik, Bray & Brittain, 2004), die Preise (Deliens et al., 2015) oder die Überfüllung (Thomas, Beaudry, Gammage, Klentrou & Josse, 2019) einen Einfluss auf die körperlich-sportlichen Aktivitäten von Studierenden haben. Dabei sollte neben den Tatsächlichen Gegebenheiten auch die Wahrnehmung von verfügbaren sportlichen Möglichkeiten der Studiumsumgebung berücksichtigt werden (Reed, 2007) (Tabelle 4).

Bezüglich der *Domäne des aktiven Transports* gibt es Studien unterschiedlicher Erhebungsverfahren: Sie reichen von Querschnittsbefragungen (Agarwal & North, 2012; Cole et al., 2008; Titze, Stronegger, Janschitz & Oja, 2007; Wang, Akar & Guldmann, 2015) und Querschnittsanalysen im Zusammenhang mit Daten geografischer Informationssysteme (Molina-Garcia, Castillo & Sallis, 2010; Rybarczyk & Gallagher, 2014; Wuerzer & Mason, 2015) bis hin zu Analysen gemischter Methoden (Balsas, 2003; Horacek et al., 2018) (Tabelle 5). Die Ergebnisse zeigen, dass Studierende über die bewegungsfreundliche Umgebung und die Campusgestaltung motiviert werden können, mit dem Fahrrad oder zu Fuß zur Universität zu kommen. So wurde als eine wichtige Determinanten für das Fahrradfahren zur Universität zum

einen die Verknüpfung des Straßennetzes identifiziert (Molina-Garcia et al., 2010; Titze et al., 2007; Wang et al., 2015), die beispielsweise die Kreuzungsdichte (Wang et al., 2015) oder die Straßenanbindung (Molina-Garcia, Menescardi, Estevan, Martinez-Bello & Queral, 2019) umfassen kann. Beim aktiven Pendeln mit dem Fahrrad oder zu Fuß spielt auch die Entfernung zwischen den Orten eine Rolle (Cole et al., 2008; Wang et al., 2015; Wuerzer & Mason, 2015). Außerdem trägt die Verfügbarkeit und die Nähe von Fußgänger- oder Fahrradwegen dazu bei, dass Studierende mehr mit dem Fahrrad fahren oder überhaupt ein körperlich aktives Pendelverhalten haben (Agarwal & North, 2012; Balsas, 2003; Cole et al., 2008; Molina-Garcia et al., 2010; Rybarczyk & Gallagher, 2014; Titze et al., 2007; Wang et al., 2015). Auch die Verkehrssicherheit spiegelt eine wichtige Determinante wider. Während beispielsweise verkehrsberuhigende Maßnahmen nachweislich wichtig für das aktive Fortbewegen der Studierenden sind (Agarwal & North, 2012; Titze et al., 2007), kann starker Autoverkehr zur Vermeidung des aktiven Fortbewegens führen (Agarwal & North, 2012). Kriminalitätsaspekte bezogen auf die persönliche Sicherheit als auch auf die Sicherheit des Fahrrads stehen darüber hinaus ebenfalls in Verbindung mit dem aktiven Fortbewegen von Studierenden (Agarwal & North, 2012; Cole et al., 2008; Rybarczyk & Gallagher, 2014; Titze et al., 2007; Wang et al., 2015). Beispielsweise sind sichere Fahrradabstellplätze und -schließfächer sowie eine hohe Absicherung gegen Fahrraddiebstahl entscheidende Determinanten (Horacek et al., 2018; Rybarczyk & Gallagher, 2014; Titze et al., 2007). Schließlich ist die Attraktivität der Umgebung ein wichtiger ästhetische Aspekt, der Studierende dazu motiviert, sich aktiv fortzubewegen (Titze et al., 2007).

Insgesamt fehlt es an einheitlichen Messmethoden in Bezug auf die Umgebungsbedingungen des Studiums. Die verschiedenen Arten von Universitäten, wie beispielsweise zentrierter Campus versus dezentrale Universitäten oder Universitäten auf dem Land versus in der Stadt, erschweren die Vergleichbarkeit. Außerdem wurden die Studien überwiegend in den USA durchgeführt, was die Übertragbarkeit auf Universitätsformen in Deutschland erschwert. Folglich gibt es in dieser Domäne weiterhin Forschungsbedarf vor allem innerhalb Deutschlands.

Tabelle 3. Tabellarische Übersicht der im Text aufgeführten Studien zu Determinanten aus der physischen Studiumsumgebung für die körperliche Aktivität in der Domäne Studium

	Autor:innen (Jahr)	Studiendesign	Untersuchungsgegenstand	Relevante Ergebnisse
Domäne Studium	<i>Digitale technische Bedingungen (Bildschirme, Mobiltelefone)</i>			
	Carballo-Fazanes et al. (2020)	Querschnittsstudie (N = 608)	Faktoren (Gewohnheiten und Lebensstil) für die körperliche Aktivität und das sitzende Verhalten	Zusammenhänge zwischen dem Verzicht auf körperliche Betätigung und der Zeit, die man vor Bildschirmen verbringt
	Fotheringham et al. (2000)	Querschnittsstudie (N = 697)	Gesundheitsgefahren und -potenziale der neuen Informationstechnologie in Bezug auf körperliche Inaktivität	Studierende im höchsten Drittel der Computernutzung waren... ... am ehesten inaktiv ... sahen die Computernutzung am ehesten als Hindernis für körperliche Aktivität Computernutzung hat eine wichtige Rolle bei der Freizeitgestaltung
	Lepp et al. (2014)	Querschnittsstudie (Phase 1: Fragebogen, N = 305; Phase 2: Interview & Labortests, N = 49)	Beziehung zwischen Mobiltelefonnutzung, akademischer Leistung, Angst und Lebenszufriedenheit	Eine erhöhte Mobiltelefonnutzung kann sich negativ auf die akademischen Leistungen, die psychische Gesundheit und das subjektive Wohlbefinden oder Glück auswirken.
	<i>Aktive Arbeitsplätze (beispielsweise verstellbare Steh-Sitz-Tische)</i>			
	Grosprêtre et al. (2021)	Pilotstudie (Studierende n = 663; Dozierenden n = 14)	Machbarkeit und Akzeptanz von "aktiven" Arbeitsplätzen (Stehpulte, Pezzibälle, Fahrradpulte, Pedal- oder Stepperboard) im Seminarraum	Die Mehrheit der Studierenden und Dozierenden berichtete von positiven Auswirkungen aktiver Arbeitsplätze (Verringerung von Müdigkeit, Ablenkung und Langeweile) Fürsprache von 89,4 % der Studierenden und 71 % der Dozierenden, aktive Arbeitsplätze in künftigen Vorlesungen zu verwenden, wenn es die Möglichkeit geben würde
	Jerome et al. (2017)	Videobasierte Beobachtungsstudie: Cross-over-Design (N = 304)	Auswirkungen der Einführung von Steh-Sitz-Tischen in einem Seminarraum (25 Plätze) auf das Sitz- und Stehverhalten der Studierenden	Wenn Zugang zu Steh-Sitz-Tischen bestand... ...standen Studierende signifikant mehr als wenn sie Zugang zu sitzenden Tischen hatten ...gab es keine Unterschiede bei der Anzahl der Sitz-Steh-Übergänge
	Lynch et al. (2022)	Systematisches Review und Meta-Analyse (14 Studien, N = 5997)	Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Bewegungspausen im Seminarraum und körperlich aktivem Lernen (z.B. Steh-Sitz-Tische) basierend auf Interventionen	Körperlich aktives Lernen (z.B. Steh-Sitz-Tische)ist im Hochschulbereich durchführbar ...steigerte die körperliche Aktivität ...verringerte sitzende Tätigkeiten ...hatte keine nachteiligen Auswirkungen auf die akademischen Leistungen
	Mnich et al. (2019)	Beobachtungs- und Interventionsstudie (N = 2809)	Auswirkungen von Entscheidungshilfen auf das sitzende, stehende und körperlich aktive Verhalten	Plakate und Tischtafeln mit Entscheidungshinweisen bei verstellbaren Steh-Sitz-Tischen... ...senkten das sitzende Verhalten ...steigerten das stehende Verhalten ...steigerten das Aktivsein
	<i>Bewegungspausen</i>			
	Lynch et al. (2022)	Systematisches Review und Meta-Analyse (14 Studien, N = 5997)	Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Bewegungspausen im Seminarraum und körperlich aktivem Lernen (z.B. Steh-Sitz-Tische) basierend auf Interventionen	Bewegungspausensind im Hochschulbereich durchführbar ...steigerten die körperliche Aktivität ...verringerten sitzende Tätigkeiten
	Peiris et al. (2021)	Durchführbarkeitsstudie mit gemischten Methoden (Studierende n = 85; Tutoren n = 6)	Durchführbarkeit von Bewegungspausen in Universitätsklassen im Hinblick auf Akzeptanz, Praktikabilität und Wirksamkeit	In Klassen mit Bewegungspausen im Vergleich zu Klassen ohne Bewegungspausenverbrachten Studierende 13 Minuten weniger Zeit im Sitzen ...gingen 834 Schritte mehr

Tabelle 4. Tabellarische Übersicht der im Text aufgeführten Studien zu Determinanten aus der physischen Studiumsumgebung für die körperliche Aktivität in der Domäne Freizeit

Domäne Freizeit	Autor:innen (Jahr)	Studien-design	Untersuchungs-gegenstand	Relevante Ergebnisse
	Deliens et al. (2015)	Qualitative Studie mit Fokusgruppen (N = 46)	Determinanten und Empfehlungen für körperliche Aktivität und zur Vermeidung von sitzendem Verhalten	<p>Sowohl körperliche als auch sitzende Aktivitäten hängen ab von individuellen Faktoren, sozialen Netzwerken, dem physischen Umfeld (z. B. Verfügbarkeit und Zugänglichkeit, Fahrzeit/Entfernung, Preise), dem Makroumfeld</p> <p>Beziehungen zwischen den Determinanten und der körperlichen Aktivität und dem sitzenden Verhalten scheint durch universitäre Merkmale wie Wohnsitz, universitäre Lebensweise, Prüfungen und akademischen Druck moderiert zu werden.</p> <p>Empfehlungen zur Förderung der körperlichen Aktivität: verbesserte Informationsstrategien zu Sportaktivitäten auf dem Campus, günstigere und/oder flexiblere Sportabonnements und -vereinbarungen, die Aufnahme von "Sportzeiten" in die Lehrpläne, die Bereitstellung von Universitätsfahrrädern auf dem Campus</p>
	Gyurcsik et al. (2004)	Längsschnittstudie mit zwei Erhebungszeitpunkten (N = 132)	Umgang mit Barrieren bezüglich intensiver körperlicher Aktivität beim Übergang in die Universität	<p>Am häufigsten nannten die Studierenden folgende Barrieren: institutionelle (hohe Studiumsbelastung, Arbeit, unpassende Fitness-Center-Zeiten), intrapersonale (Schlafmangel), interpersonale (z.B. soziale Einladungen während der Trainingszeit)</p> <p>Die Bewältigungsselbstwirksamkeit prognostizierte die Aufgabenselbstwirksamkeit, die eine intensive körperliche Aktivität vorhersagte</p>
	Leslie et al. (2001)	Zusammenfassung	Zusammenfassung von Beispielen aus Australien und USA zu relevanten kontextuellen und praktischen Aspekten des Campusumfelds	<p>Potenziale eines Campus für körperliche Aktivität: Sportstätten und -möglichkeiten, interne Wettbewerbe, Sportclubs, Sportkurse mit und ohne Leistungsnachweis, fußgängerfreundlicher Campus, „Student Wellness Center“</p> <p>Gefahren eines Campus für körperliche Aktivität und sedentäres Verhalten: Zunahme der Computernutzung, zunehmende Nutzung des motorisierten Verkehrs</p> <p>Der Vergleich von zwei Interventionsstudien (verhältnisorientiert vs. verhaltensorientiert) zeigte bessere Ergebnisse hinsichtlich der Steigerung körperlicher Aktivität bei der verhältnisorientierten Intervention (Aktivitätskurse wurden den Studierenden auf dem Campus kostenlos zur Verfügung gestellt sowie Demonstrationen verschiedener Aktivitäten, Fitnessbeurteilungen, Schwimmgutscheine für eine nahegelegene Einrichtung und Medienwerbung auf dem Campus)</p>
	Reed (2007)	Querschnittstudie (N = 467)	Wahrnehmung der Verfügbarkeit von freizeithlichen Sportstätten auf dem Campus	<p>Geschlechtsbezogen unterschiedliche Wahrnehmung von Racquetball-Plätzen und Tennisplätzen auf dem Campus</p> <p>Unterschiedliche Wahrnehmung von Erstsemesterstudierenden und Studierenden höheren Semestern von freizeithlichen Sporteinrichtungen</p>
	Reed & Phillips (2005)	Querschnittstudie (N = 411)	Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Entfernung von Sporteinrichtungen und der Anzahl Sportgeräten	<p>Signifikanter Zusammenhang der Intensität und Dauer der körperlichen Aktivität mit der Nähe von Sporteinrichtungen</p> <p>Signifikanter Zusammenhang der Intensität, Häufigkeit und Dauer der körperlichen Aktivität mit der Anzahl Sportgeräten zu Hause</p> <p>Studierende im ersten akademischen Jahr absolvierten körperliche Aktivität in der Nähe ihres Wohnortes und nahmen an drei Trainingseinheiten mehr pro Woche teil als Studierende in höheren Semestern.</p>
	Thomas et al. (2019)	Längsschnittstudie (Anfang und Ende eines akademischen Jahres)	Zusammenhang von Häufigkeit, Intensität, Zeit, Art der körperlichen Aktivität mit Hindernissen für die Teilnahme an körperlicher Aktivität im ersten Studienjahr	<p>Männer übten mehr intensive körperliche Aktivitätsminuten, mehr Krafttraining und organisierte Sportarten als Frauen aus</p> <p>Frauen nahmen an mehr Fitnessaktivitäten teil als Männer</p> <p>Die Teilnahme am intramuralen (nicht wettbewerbsorientierten und studiumsorganisierten) Sport blieb das ganze Jahr über konstant.</p> <p>Erhebliche intrapersonale Hindernisse für das körperlich aktive Engagement: Stress und wahrgenommene Selbstkompetenz</p> <p>Erheblichen zwischenmenschliche Barrieren: Mangel an Freund:innen und der Einfluss von Gleichaltrigen</p> <p>Erhebliche strukturelle Hindernisse: Hausaufgaben, Stundenplan und überfüllte Einrichtungen</p>

Tabelle 5. Tabellarische Übersicht der im Text aufgeführten Studien zu Determinanten aus der physischen Studiumsumgebung für die körperliche Aktivität in der Domäne Transport

	Autor:innen (Jahr)	Setting	Studiendesign	Untersuchungsgegenstand	Verknüpfung Straßen- netz	Ent- fernung	Fuß- gänger- oder Rad- wege	Verkehr- sicherheit	Krimi- nalitäts- aspekte	Attrak- tivität der Um- gebung
Domäne Transport	Agarwal & North (2012)	Queen's University in Kingston, Ontario (Kanada)	Querschnittsstudie (N = 110)	Hindernisse für das Radfahren			☑	☑	☑	
	Balsas (2003)	Acht ausgewählte fahrrad- und fußgängerfreundliche Campi (USA)	Mixed-Method (Umfrage + Interviews + Beobachtung + Recherche) (Campus N = 8)	Förderung der Verkehrsverlagerung vom Auto auf andere Verkehrsmittel, insbesondere auf Radfahren und Zufußgehen auf College Campi			☑			
	Cole et al. (2008)	Regionale Universität im Südosten von Queensland (Australien)	Querschnittsstudie (N = 781)	Zusammenhang zwischen den Stufen der Motivationsbereitschaft für aktive Fortbewegung und den wahrgenommenen Hindernissen und Anreizen für den Fußweg zur und von der Universität	☑	☑	☑			
	Horacek et al. (2018)	13 verschiedene Colleges Campi in den USA	Querschnittsstudie und Pfadanalyse (N = 1384)	Zusammenhang zwischen der Walkability/Bikeability des Colleges Campus und dem Body-Mass-Index mit den Mediatoren Einstellung und Verhalten körperlicher Aktivität					☑	
	Molina-Garcia et al. (2019)	Zwei städtische Universitäten in Valencia (Spanien)	Querschnittsstudie + Daten geografischer Informationssysteme (N = 308)	Zusammenhänge von baulicher Umgebung der Nachbarschaft und sozioökonomischem Status der Nachbarschaft mit aktivem Pendeln, körperlicher Freizeitaktivität und sedentären Verhaltensweisen	☑		☑			
	Rybarczyk & Gallagher, (2014)	Pendleruniversität in einer Metropole: UM-Flint, Michigan (USA)	Querschnittsstudie + geografische Informationssysteme (N = 517)	Strategien für das Transportnachfrage-management, die körperliche Aktivität mit dem Rad und zu Fuß zu steigern (Lehrkräfte, Mitarbeitende, Studierende)					☑	
	Titze et al. (2007)	Universität in Graz (Österreich) (N = 538)	Querschnittsstudie	Zusammenhangs zwischen ökologischen, sozialen und persönlichen Faktoren und dem transportbezogenen Radfahren	☑	☑	☑	☑	☑	☑
	Wang et al. (2015)	Ohio State University (USA)	Querschnittsstudie + Daten aus Campus Transportation Survey 2012 der Ohio State University (N = 2000)	Sozialen Auswirkungen der Nachbarschaft auf das Radfahren zur Ohio State University (Studierende und Mitarbeitende)	☑	☑	☑			
	Wuerzer & Mason (2015)	Boise State University (USA)	Querschnittsstudie und geografische Informationssysteme (N = 949)	Untersuchung der Distanz als abhängige Variable im Fahrradverhalten		☑				

2.2.2 Personale Determinanten von körperlicher Aktivität bei Studierenden

Die körperliche Aktivität in der *Domäne Studium* wird bei Studierenden von der Zeit, die sie für das Studium aufwenden, bestimmt (Carballo-Fazanes et al., 2020). Diese hängt wiederum mit dem sedentären Verhalten zusammen, das wiederum über die bereits beschriebenen Umgebungsbedingungen beeinflusst wird. Die Bereitschaft körperlich aktive Arbeitsplätze (beispielsweise Sitzball oder Fahrradische) zu nutzen, scheint sowohl bei Studierenden als auch Dozierenden gegeben zu sein, auch wenn erst die sedentären Lerngewohnheiten oder sozialen Normen überwunden werden müssen (Benzo, Gremaud, Jerome & Carr, 2016; Grosprêtre et al., 2021; von Sommoggy et al., 2020). Auch aktive Pausen werden von Studierenden als sinnvoll erachtet vor allem im Vergleich zu freien Pausen, wie die Interventionsstudie von Paulus und Kolleg:innen zeigt (Paulus et al., 2021).

Bezüglich der *Freizeit-Domäne*, werden in der Literatur Barrieren wie beispielsweise fehlende Zeit, Faulheit oder fehlende soziale Unterstützung beschrieben, warum sich Studierende einen körperlich inaktiven Lebensstil angeeignet haben (Carballo-Fazanes et al., 2020; Deliens et al., 2015; Gómez-López, Gallegos & Extremera, 2010). Die zunehmenden Studienanforderungen, Prüfungen und der akademische Druck sowie die Erfüllung von einem Nebenjob und von sozialen Anforderungen, mit den daraus resultierenden Problemen beim Zeitmanagement, sind Gründe, die zu körperlicher Inaktivität der Studierenden führen (Bopp et al., 2015; Deliens et al., 2015). Außerdem liegen Zusammenhänge mit der körperlichen Inaktivität und der Zeit, die man vor Bildschirmen verbringt, sowie dem Gefühl der Niedergeschlagenheit vor (Carballo-Fazanes et al., 2020). Als personale Motivatoren sind unter Studierenden Gründe zum Erhalt der Fitness und für die Gesundheit zu finden (Carballo-Fazanes et al., 2020). Die Beteiligung des sozialen Netzwerkes an körperlich und sportlichen Aktivitäten begünstigen ebenfalls die körperliche Aktivität (Carballo-Fazanes et al., 2020; Deliens et al., 2015).

Für die körperliche Aktivität in der *Domäne Transport* sind in der Literatur zwar auch personale Motivatoren und Barrieren der Studierenden bekannt, jedoch sind diese weitaus spärlicher erforscht als die bereits beschriebenen Determinanten der physischen Umweltbedingungen. Beispielsweise gibt es Erkenntnisse, dass die Sorge um die Umwelt ein Motivator ist, der die Wahrscheinlichkeit, das Fahrrad zu wählen, erhöht (Wang et al., 2015). Hingegen sind Fahrtkosten (Shannon et al., 2006; Wang et al., 2015), schlechtes Wetter (Rybarczyk & Gallagher, 2014) und der Zeitaufwand (Shannon et al., 2006) als Barrieren des aktiven Transports in einzelnen Studien bestimmt worden. Auch die Planung (Molina-Garcia et al., 2010), Unannehmlichkeiten, der Zeitdruck (Cole et al., 2008) oder das physiologische Unbehagen (Titze et al., 2007) verbinden Studierende mit einem zusätzlichen Aufwand für das aktive Fortbewegen.

Dass vor allem Zeitmangel und auch wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben universitäre Verhältnisse zu einem körperlich inaktiven Lebensstil der Studierenden führen, weckt das Interesse insbesondere für die Domänen Studium und Transport. Hier kann Bewegung direkt in den Alltag integriert werden, ohne dem vollen Tag der Studierenden zusätzliche Termine hinzuzufügen, zu denen sie sich motivieren müssten. Es braucht weitere Forschung innerhalb dieser beiden Domänen Studium und Transport, um die Bewegungsförderung im Setting Universität erfolgreich gestalten zu können.

2.3 Interventionen des Bewegungsverhaltens bei Studierenden

Körperliche Aktivität kann integriert in den Studienalltag den bereits aufgezeigten sedentären Verhaltensweisen der Studierenden entgegenwirken, indem durch sie das Sitzen aufgebrochen wird. Welche Interventionen zur Förderung der körperlichen Aktivität bisher im universitären Setting mit Studierenden bereits durchgeführt worden sind und inwiefern das Bewegungsverhalten der Studierenden verbessert werden konnte, wird in diesem Kapitel beschrieben. In der Literatur findet man zwei Übersichtsarbeiten über Interventionsstudien zur Förderung der körperlichen Aktivität bei Studierenden, die zum einen Erkenntnis über die Effektivität und zum anderen auch über die Qualität der Evidenz liefern (Belogianni & Baldwin, 2019; Maselli, Ward, Gobbi & Carraro, 2018; Plotnikoff et al., 2015).

Plotnikoff und Kolleg:innen (2015) haben erstmalig ein systematisches Review mit einer Meta-Analyse zu den Ergebnissen von Interventionsstudien durchgeführt, die neben der körperlichen Aktivität auch auf die Ernährung und das Gewicht der Studierenden abzielten. Von den 29 Studien, die die körperliche Aktivität untersuchten, zeigten 18 Studien eine signifikante Auswirkung auf die körperliche Aktivität, die sich entweder durch eine Zunahme des Minuten- oder Tageumfangs, der Dauer der Sporteinheit, des Metabolisches Äquivalent der Tätigkeit oder durch bessere Ergebnisse in der Bereitschaft zur körperlichen Aktivität sowie der Abnahme der Hindernisse für körperliche Aktivität ausdrückten (Plotnikoff et al., 2015). Außerdem deuteten die Ergebnisse der Meta-Analyse darauf hin, dass es eine Zunahme der moderaten körperlichen Aktivität in den Interventionsgruppen im Vergleich zu den Kontrollgruppen gab (Plotnikoff et al., 2015). Dabei beinhalteten die Interventionen, wie in Tabelle 6 dargestellt, vorwiegend theoretisch vermittelnde Kursformate (Abu-Moghli, Khalaf & Barghoti, 2010; Afifi Soweid, El Kak, Major, Karam & Rouhana, 2003; Alpar, Senturan, Karabacak & Sabuncu, 2008; Boyle, Mattern, Lassiter & Ritzler, 2011; Gieck & Olsen, 2007; Gow, Trace & Mazzeo, 2010; Hager, George, LeCheminant, Bailey & Vincent, 2012; Ince, 2008; LaChausse, 2012; Magoc, Tomaka & Bridges-Arzaga, 2011) oder auch andere theoriebasierte Formate wie Einzelberatung (Martens, Buscemi, Smith & Murphy, 2012; Wadsworth & Hallam, 2010; Werch et al., 2007; Werch et al., 2008), Website-Zugang (Cavallo et al., 2012; Grim, Hertz & Petosa, 2011; Huang, Hung, Chang & Chang, 2009; LaChausse, 2012; Wadsworth & Hallam, 2010), Self-Monitoring (Cavallo et al., 2012; Gieck & Olsen, 2007; Gow et al., 2010; Ince, 2008; LeCheminant, Smith, Covington, Hardin-Renschen & Heden, 2011; Tully & Cupples, 2011), Coping Pläne oder Verträge (Ince, 2008; Skar, Sniehotta, Molloy, Prestwich & Araujo-Soares, 2011; Werch et al., 2007) oder Botschaften wie beispielsweise phasenadäquate Nachrichten auf einer Homepage oder ein Motivationsanruf per Telefon (Buscemi, Yurasek, Dennhardt, Martens & Murphy, 2011; Huang et al., 2009; Wadsworth & Hallam, 2010). Die geringere Anzahl der Studien aus dem Review von Plotnikoff und

Tabelle 6: Übersicht der Interventionsarten der Interventionsstudien aus dem Review von Plotnikoff et al. (2015)

Autor:innen	Dauer der Intervention	Praxisorientiert mit körperlicher Aktivität			Theoriebasiert ohne körperliche Aktivität					
		Hausaufgabe / freies Training	Personal Trainer / Interner Buddy	Bewegung praktizierend	Kursformat:				Abgestimmte Botschaften	Coping Pläne / Verträge erstellen
					Theorie vermittelnd	Einzelberatung	Website	Self-Monitoring		
Abu-Moghli et al. (2010)	5 T.				☑					
Afifi Soweid et al. (2003)	1 S.				☑					
Alpar et al. (2008)	2002-2006				☑					
Bowden et al. (2007)	12 W.	☑								
Boyle et al. (2011)	1 J.		☑		☑					
Buscemi et al. (2011)	3 M.					☑			☑	
Cardinal et al. (2002)*	10 W.			☑	☑					
Cavallo et al. (2012)*	12 W.						☑	☑		
Claxton et al. (2009)*	12 W.	☑								
Fischer et al. (2008)*	1 S.		☑							
Gieck & Olsen (2007)*	11 W.				☑			☑		
Gow et al. 2009	6 W.				☑			☑		
Grim et al. (2011)*	10 W.	☑		☑			☑			
Hager et al. (2012)	1.5 J.				☑					
Huang et al. (2009)*	09/04 - 04/05						☑		☑	
Ince (2008)	12 W.				☑			☑		☑
Lachausse (2010)	12 W.				☑		☑			
LeCheminant et al. (2011)	1 J.							☑		
Magoc et al. (2011)*	6 W.				☑					
Martens et al. (2012)*	30 Min					☑				
McClary King et al. (2013)	14 W.		☑							
Pearman et al. (1997)	1 S.			☑	☑					
Sallis et al. (1999)*	2 J.			☑	☑					
Skär et al. (2011)*	7 M.									☑
Tully & Cupples (2011)	6 W							☑		
Wadsworth et al. (2010)	6 M.					☑	☑		☑	
Werch et al. (2007)	0.5 J.					☑				☑
Werch et al. (2008)	25 Min					☑				
Yakusheva et al. (2011) ^o	1 J.									

Grau gefärbt = Positive Effekte auf körperliche Aktivität; T. = Tage, W. = Woche, S. = Semester, J. = (akademische) Jahre

^o Auswirkungen des Verhaltens des Mitbewohners / der Mitbewohnerin

* Interventionen nur auf körperliche Aktivität bezogen

Kolleg:innen (2015) umfasste Interventionen mit praktizierter körperlicher Aktivität durch körperlich aktive Kursformaten (Cardinal, Jacques & Levy, 2002; Pearman et al., 2010; Sallis et al., 1999), personal Trainings oder Buddy-Formate (Fischer & Bryant, 2008; McClary King et al., 2013) sowie aufgetragenes umgesetztes freies Training (Bowden et al., 2007; Claxton & Wells, 2009; Grim et al., 2011). Die Studiendauer reichte von einer 30-minütigen motivierenden Kurzintervention (Martens et al., 2012) bis hin zu einer Intervention, die sich über vier akademische Kalenderjahre erstreckte (Alpar et al., 2008).

In der zweiten Übersichtsarbeit konzentrierten sich Maselli und Kolleg:innen (2018) vor allem auch auf die Qualität der Evidenz sowie wirksame Strategien und Defizite der angewandten kontrollierten Interventionen zur Förderung der körperlichen Aktivität bei Studierenden. Die Qualität ist oft durch Verzerrungen aufgrund von Dropouts sowie mangelhafter Berichterstattung und fehlende Informationen über Interventionskomponenten eingeschränkt. Dennoch haben 16 von insgesamt 27 Studien, die die Einschlusskriterien erfüllten, über einen Anstieg der körperlichen Aktivität berichtet (Maselli et al., 2018). Die meisten Studien zeigten ein Design auf, bei dem die Ergebnisse am Ende der Intervention bewertet wurden und nur wenige führten auch Follow-Up-Messungen durch, wodurch der Nachweis des nachhaltigen Effektes ausblieb. Von täglichen Befragungen während der Interventionsphase wird nicht berichtet (Maselli et al., 2018). Am häufigsten wurde eine webbasierte oder teilweise online vermittelte Intervention angewandt, gefolgt von individuellen oder in Gruppen durchgeführten und kursbasierten Interventionen in Präsenz (Maselli et al., 2018). Oft bezog sich die Intervention auf einmalige (online) Sitzungen und einmal sogar nur auf Printmedien (Bray et al., 2011, Maselli et al., 2018). Insgesamt scheint eine reine webbasierte Intervention in Anbetracht der uneinheitlichen Studienlage allerdings nicht effektiv zu sein. Studierende scheinen sich mit webbasierten Informationen weniger zu befassen und lieber persönlich vermittelte Informationen oder Kurse zu bevorzugen (Maselli et al. 2018). In Bezug auf die Inhalte der Interventionen wurden sowohl pädagogische Komponenten als auch kognitive und verhaltensbezogene Strategien zur Förderung von Verhaltensänderungen genutzt und nur wenige Interventionen beinhalteten praktizierte körperliche Aktivitäten (Maselli et al., 2018).

Die Inhalte wurden am häufigsten über die Methode der Informationsbereitstellung zu Vorteilen der körperlichen Aktivität und Risiken einer sitzenden Lebensweise umgesetzt, um das Bewusstsein und die Erwartungshaltung in Bezug auf die körperliche Aktivität zu erhöhen. Außerdem wurden Techniken zur Selbstregulierung vermittelt wie beispielsweise Techniken zur Zielsetzung, Planung oder Selbstkontrolle. Umsetzungsstrategien der Interventionen waren neben Tagebuchdokumentationen über die körperliche Aktivität, auch Feedbackmöglichkeiten zur berichteten körperlichen Aktivitäten, Modellanwendungen für einen körperlich aktiven Lebensstil, Reflexionsaufforderungen bezüglich der Emotionen und Wahrnehmungen im Zusammenhang mit körperlicher Aktivität, verbale Überzeugungsgespräche und das Beratungsangebot durch einen Experten / eine Expertin. Vier Studien umfassten vollständig oder teilweise individuell zugeschnittene Interventionen (Boyle et al., 2011; Mailey et al., 2010; Martens et al., 2012; Werch et al., 2008; Werch et al., 2010). Die Ergebnisse der meist mehrkomponentigen Interventionsstudien aus dem Review von Maselli und Kolleg:innen (2018) legen insgesamt nahe, dass zum einen die Berücksichtigung von Motiven der Handlungsausführung durch insbesondere positiv formulierte Informationen über Vorteile der körperlichen Aktivität und Nachteile des sedentären Verhaltens hilfreich waren. Zum anderen scheint auch das Wissen über die Verbindung zwischen dem gewünschten Ergebnis und den dafür erforderlichen Handlungen, das beispielsweise über die Mindestempfehlungen für gesundheitswirksame körperliche Aktivität vermittelt wurde, entscheidend zu sein. Darüber hinaus fördern auch die wahrgenommenen oder tatsächlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten zur beabsichtigten Handlungsausführung und damit Ergebniserreichung die körperliche Aktivität. Außerdem sind Techniken zur Selbstregulierung des eigenen Verhaltens wie beispielsweise das Festlegen von Zielen, die Ausarbeitung eines Plans zur Erreichung dieser Ziele, die Überwachung der eigenen körperlichen Aktivität zur Zielerreichung, aber auch das Bewusstsein der Qualität und Quantität und das regelmäßige Protokollieren der körperlichen Aktivität hilfreich bei der Förderung der körperlichen Aktivität (Maselli et al., 2018).

Eine weitere thematisch enger gefasste dritte Übersichtsarbeit über Interventionsstudien bei Studierenden gibt es von Lynch und Kolleginnen (2022) zur Durchführbarkeit und Wirksamkeit von Bewegungspausen und körperlich aktivem Lernen (z.B. Steh-Sitz-Tische) (Lynch et al., 2022). Solche Interventionen mit Bewegungspausen und körperlich aktivem Lernen wurden in den zusammengetragenen Interventionsstudien von Plotnikoff et al. (2015) und Maselli et al. (2018) nicht thematisiert. Lynch und Kolleginnen (2022) berichten von 14 Studien, die allerdings durchschnittlich eine geringe Qualität aufwiesen. Bezüglich des Studiendesigns lassen sich sieben Studien als Durchführbarkeitsstudien einordnen, gefolgt von drei randomisierten kontrollierten Studien und jeweils einer nicht-randomisierten kontrollierten Studie, einer Cross-over-Intervention, einer Einzelgruppen-Interventionskontrolle und einer Beobachtungsstudie (Lynch et al., 2022). Acht Studien bezogen sich auf Interventionen zum körperlich aktiven Lernen, von denen fünf in allgemeinen Studienbereichen wie der Bibliothek (Bastien Tardif et al., 2018; Clement et al., 2018; Maeda, Quartiroli, Vos, Carr & Mahar, 2014; Mnich et al., 2019; Pilcher, Morris, Bryant, Merritt & Feigl, 2017) und drei in Seminarräumen (Grosprêtre et al., 2021; Jerome et al., 2017; Joubert et al., 2017) durchgeführt wurden. Sie verwendeten beispielsweise tragbare Pedalmaschinen oder statische Fahrradschreibtische (Grosprêtre et al., 2021; Joubert et al., 2017; Maeda et al., 2014) sowie Stehschreibtische oder verstellbaren Steh-Sitz-Tische (Jerome et al., 2017; Mnich et al., 2019). Die anderen sechs Studien bezogen sich auf Interventionen zu Bewegungspausen von zumeist Sport- oder Gesundheitsstudiengängen, die nach 20 Minuten (Ferrer & Laughlin, 2017; Peiris et al., 2021), 45 Minuten (Blasche et al., 2018; Niedermeier et al., 2020; Paulus et al., 2021) oder 105 Minuten (Keating et al., 2020) sitzender Unterrichtszeit in Seminarräumen oder Hörsälen stattfanden. Sie umfassten 4-10 Minuten körperliche Aktivität ohne Geräte (z. B. Gehen, Laufen, Aerobic-Übungen). Positive Auswirkungen auf die körperliche Aktivität zeigten sowohl Interventionen zum körperlich aktiven Lernen als auch zu Bewegungspausen. Körperlich aktive Lernplätze in allgemeinen Studienbereichen führten dazu, dass Studierende durchschnittlich 115 Minuten pro Woche auf einem stationären Fahrrad verbrachten (Pilcher et al., 2017). Bei körperlich aktiven Lernplätzen in Seminarräumen zeigte sich, dass

Studierende 213 Minuten pro Woche im Unterricht Rad fahren (Joubert et al., 2017), sechs bis acht Minuten pro Stunde an Steh-Sitz-Tischen standen (im Vergleich zu null bis zwei Minuten an Sitztischen) (Jerome et al., 2017) und anteilig mehr aktiv waren oder aufrecht standen (Grosprêtre et al., 2021). Zusätzlich erhöhten motivierende Aufforderungen mit Postern und Plakaten über den Zusammenhang zwischen Gesundheit, Verhalten und Konsequenzen die Stehzeit während der Lernzeit von 6 % auf 11 % (Mnich et al., 2019). Bewegungspausen im Unterricht führten dazu, dass Studierende mehr Schritte, mehr Gehminuten (Peiris et al., 2021) oder gegangene Meter (Niedermeier et al., 2020) während des Unterrichts aufzeigten als ohne Bewegungspausen im Unterricht. Eine Zunahme des allgemeinen Bewegungsverhalten außerhalb des Unterrichts wurde darüber hinaus von Studierenden in der Interventionsstudie zu körperlich aktiven Lernplätzen von Joubert und Kolleg:innen (2017) berichtet. Eine Zunahme von Stehpausen in anderen Umgebungen berichteten Studierende aus der Interventionsstudie zu Bewegungspausen von Paulus und Kolleg:innen (2021).

Zusammenfassend ergibt sich unter anderem ein Forschungsbedarf bezüglich Interventionsstudien zur Förderung der körperlichen Aktivität bei Studierenden vor allem im Hinblick auf Interventionen, die körperliche Aktivität beinhalten und sich im Speziellen auf Bewegungspausen beziehen. Diese sind bisher wenig realisiert worden, obwohl vor allem selbst durchgeführte körperliche Aktivität entscheidend für den Lernprozess ist, wenn es darum geht, wie man sich richtig bewegen oder auch sedentäre Verhaltensweisen aufbrechen soll. Auch im Hinblick auf die Selbsterfahrung und für das Überwinden von Barrieren können Interventionen mit körperlicher Aktivität gewinnbringend sein. Maselli und Kolleg:innen (2018) schlagen demnach vor, theoretische bzw. wissenschaftliche Komponenten von Interventionen mit angeleiteten Übungseinheiten in Interventionsstudien zu integrieren (Maselli et al., 2018). Auch Lynch und Kolleginnen (2022) sehen in der Kombination von Bewegungsmaßnahmen im Lernalltag mit Aufklärungs- und Verhaltensänderungsstrategien einen positiven Einfluss auf die Gesundheitsergebnisse. Speziell für Bewegungspausen weisen sie daraufhin, in zukünftigen Forschungen neben der körperlichen Aktivität unter anderem auch den akademischen Erfolg zu untersuchen und die emotional herausfordernde Lernumgebung mit

zu berücksichtigen (Lynch et al., 2022). Bezüglich der Aufklärung und Verhaltensänderung wurde in den Übersichtsarbeiten kaum eine Studie mit der Nudging-Methode einbezogen. Dabei kann das Nudging nicht nur einen Interventionszugang für individuelle Entscheidungsprozesse bieten, sondern hat im Kontext des sozial-ökologischen Verständnis auch eine Verbindung zur physischen Studiumsumgebung. Schließlich gehen aus allen drei Übersichtsarbeiten überwiegend Studien aus den USA hervor. Während Lynch und Kolleginnen (2022) nur zwei Studien aus Deutschland aufzeigen, haben sowohl Plotnikoff und Kolleg:innen (2015) als auch Maselli und Kolleg:innen (2018) keine Interventionsstudie aus Deutschland aufgelistet. Aufgrund der unzureichenden Übertragbarkeit durch die unterschiedlichen Hochschulsysteme der Länder sollte diese Forschungslücke geschlossen werden.

3 Fragestellung und empirischer Zugang

Mit Blick auf die aufgezeigten Forschungsdefizite hat diese Dissertation das übergeordnete Ziel, die Rolle der körperlichen Aktivität bei Studierenden in Bezug auf Bildungs- und Gesundheitsassoziationen zu untersuchen. Dabei widmet sie sich den Fragestellungen, welchen Beitrag körperliche Aktivität für die Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium bei Studierenden leisten kann und wie die körperliche Aktivität von Studierenden im Setting Universität gefördert werden kann. Dazu werden sowohl umgebungsbezogene als auch personale Determinanten von Bewegungsverhalten sowie die Interventionsmethode des Nudgings betrachtet.

Alle dieser Dissertation zugrundeliegenden Manuskripte sind im Rahmen von zwei aufeinanderfolgenden Projekten zum Studentischen Gesundheitsmanagement an der Universität Tübingen, dem „SGM BeTa*Balance*“, entstanden, das den Aufbau und die Implementierung von gesundheitsfördernden und settingbezogenen Strukturen und Maßnahmen mit dem initialen Schwerpunkt der Bewegungsförderung zum Ziel hatte und durch die Techniker Krankenkasse gefördert wurde. Im Rahmen des SGM BeTa*Balance* der Universität Tübingen, wurden dafür eine Querschnittserhebung unter den Studierenden sowie eine zehntägige Interventionsstudie, die auch als Längsschnitterhebung auf Tagesebene betrachtet wurde, durchgeführt. Für die Querschnittserhebung, die im Studentischen Gesundheitsmanagement als Bedarfsanalyse diente, wurde ein umfangreicher Fragebogen angelehnt an etablierte Messinstrumente partizipativ mit Studierenden aus einem Projektseminar der Sportwissenschaft im Sinne des Settingansatzes konzipiert. Der Fragebogen enthielt unter anderem sowohl ein eigens adaptiertes Erhebungsinstrument zur Studiumsumgebung als auch einen eigens angepassten Index für die Study Ability, die beide in dieser Dissertation im Hinblick auf die Erkenntnislücken zu Bildungsassoziationen und Determinanten der körperlichen Aktivität bei Studierenden thematisiert werden. Die Interventionsstudie bzw. Längsschnitterhebung basiert auf einem im Rahmen des SGM BeTa*Balance* entwickelten digitalen Angebot für Bewegungspausen, dem sogenannten „Bewegungssnack digital“. Der „Bewegungssnack digital“ besteht aus Kurzvideos, in denen

innerhalb von 5 – 7 Minuten von einem Übungsleitenden niederschwellige Übungen für eine Bewegungspause angeleitet werden. Diese Maßnahme ist der *Domäne Studium* der körperlichen Aktivität zuzuordnen, zu der im besonderen Maße Bedarf an weiterer Forschung besteht. Mit dem digitalen Nudging durch täglich versendete Motivationsbotschaften wurde in der Intervention eine moderne Methode in der Bewegungsförderung angewandt, die in bisherigen Interventionsstudien von Studierenden noch unzureichend Evidenz liefert. Beide vorgestellten empirischen Studien bildeten die Datenlage für die insgesamt vier Manuskripte dieser Dissertation (Tabelle 7).

Zunächst widmet sich das *Manuskript 1* den im universitären Setting unzureichenden erforschten Beziehungsgeflecht von körperlicher Aktivität, Gesundheit und Bildung bei Studierenden aus einer breiten Perspektive. Es liefert in Anlehnung an das verhaltensepidemiologische Rahmenmodell (Sallis et al., 2000) zur effizienten Forschung eine gute Ausgangslage der vorherrschenden Beziehungen. Der Fokus liegt auf der Wirkrichtung von gesundheitlichen Merkmalen auf den akademischen Erfolg in Anlehnung an das Modell von Suhrcke und de Paz Nieves (2011) sowie Dadaczynski (2012). Auf Basis der Querschnittserhebung werden sowohl Gesundheitszustände in Form der Beschwerdewahrnehmung als auch Gesundheitsverhaltensweisen in Bezug auf die körperliche und sportliche Aktivität untersucht. Dabei wird zum einen die Forschungslage über hohe Prävalenzen körperlicher Beschwerden unter den Studierenden beachtet. Zum anderen wird berücksichtigt, dass das Bewegungsverhalten von Studierenden unterschiedliche Ausprägung hinsichtlich des Niveaus und der Domänen haben kann, indem sowohl der Umfang der gesundheitsförderlichen körperlichen Aktivität im Hinblick auf die Empfehlungen der WHO als auch die Domänen Transport und Freizeit differenziert in die Analyse einbezogen werden. Als Bildungsindikator wird der bereits im Zusammenhang der Querschnittserhebung erwähnte neue Index zur wahrgenommenen studiumsbezogenen Funktionsfähigkeit eingeführt, der an den Work-Ability-Index angelehnt ist. Dieser soll ein einheitliches Erhebungsinstrument für die bisher unterschiedlichen Erfassungen von Bildungsindikatoren im universitären Setting schaffen. Folgenden Fragen wird in diesem Manuskript nachgegangen:

1. Welche körperlichen und sportlichen Aktivitätsformen (Sportaktivitäten insgesamt sowie Muskelkräftigung, Fortbewegung zu Fuß und per Fahrrad, Erfüllung der Mindestempfehlungen sowohl für ausdauernde als auch für muskelkräftigende Aktivitäten) sind mit einer erfolgreichen Gestaltung des Studiums (Study Ability Index) assoziiert, sofern es Assoziationen gibt?
2. In welchem Maße kann das körperliche und sportliche Aktivitätsverhalten als Ressource für die potenziell negativen Assoziationen zwischen psychosomatischen Beschwerden und der Funktionsfähigkeit im Studium (Study Ability Index) fungieren?

Manuskript II greift die positive Wirkung von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit und damit auf Bildung auf und liefert für die Forschung nach den verhaltensepidemiologischen Rahmenmodell (Sallis et al., 2000) weitere Ergebnisse zu Assoziationen zwischen dem Verhalten und den gesundheitlichen Ergebnissen. Es betrachtet die Wirkung von körperlicher Aktivität in der Freizeit und von Bewegungspausen im Studium auf akademische Indikatoren im Längsschnitt unter Verwendung der Daten aus der Längsschnitterhebung zum „Bewegungssnack digital“. Mit täglichen Befragungen haben Teilnehmende angegeben, in welchem Umfang sie eine solche Bewegungspause durchgeführt haben, wie ihr Lernalltag aussah und wie sie ihre studiumsbezogene Funktionsfähigkeit einschätzten. Der Beitrag greift die *Domänen Freizeit* und *Studium* der körperlichen Aktivität heraus – jene Domänen, bei dem zum einen die körperliche Aktivität mit dem Eintritt ins Studium den größten Rückgang verzeichnet und gleichzeitig zum anderen das sedentäre Verhalten aufgrund der universitären Verhältnisse ein hohes Ausmaß annimmt. Als kurz- oder mittelfristige Bildungsindikatoren werden neben dem Study Ability Index auch selbst wahrgenommene Empfindungen bezüglich der Aufmerksamkeit und des Erholungs- und Stresserlebens betrachtet. Damit wird die Forschungslücke aufgegriffen, dass es bisher kaum differenzierte Betrachtungen der körperlichen Aktivität nach ihren Domänen in Bezug auf ihre gesundheitsförderliche Wirkung und akademischen Erfolg bei Studierenden gibt. Aufgrund der im Forschungsstand hohen Prävalenzen von Stresssymptomen bei Studierenden (Grützmaker et al., 2018; Techniker Krankenkasse, 2023) kann die Bewältigung von studiumsbezogenen Anforderungen

beeinträchtigt sein, sodass es im Umkehrschluss wiederum relevant ist, auch bei einer bereits gut ausgebildeten Zielgruppe – den Studierenden –, Bildungs- und Gesundheitsassoziationen zu untersuchen. Folgende Fragestellungen werden in diesem Manuskript behandelt:

1. A) Fördert körperliche Aktivität (in der Freizeit oder durch Bewegungspausen) den empfundenen funktionalen Stress und reduziert den empfundenen dysfunktionalen Stress?
B) Hat körperliche Aktivität (in der Freizeit oder durch Bewegungspausen) einen positiven Effekt auf die Erholungserfahrung durch psychologische Loslösung?
2. A) Reduziert körperliche Aktivität (in der Freizeit oder durch Bewegungspausen) die selbst wahrgenommenen Aufmerksamkeitsschwierigkeiten?
B) Verbessert körperliche Aktivität (in der Freizeit oder durch Bewegungspausen) die wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium (Study Ability Index)?

Mit dem *Manuskript III* wird die *Domäne Transport* auf Basis der Querschnitterhebung genauer betrachtet. Der Fokus liegt hierbei auf den Determinanten der transportbezogenen körperlichen Aktivität und bezieht sich nach dem verhaltensepidemiologischen Rahmenmodell (Sallis et al., 2000) auf die Messung potenzieller Determinanten verhaltensbezogener Variablen. Dabei werden vor dem Hintergrund des sozial-ökologischen Ansatzes sowohl externe umweltbezogene Verhältnisse der Mesoebene als auch personale Determinanten gemeinsam analysiert. Um die Forschungslücke der bisher kaum gemeinsamen Betrachtung beider Faktoren sowie der unterschiedlichen Messmethoden der physischen Umgebungsbedingungen bei Studierenden zu schließen, wurde in dem Manuskript ein Fragebogen, der außerhalb des universitären Settings vor allem zur Untersuchung der bewegungsfreundlichen Nachbarschaftsumgebung etabliert ist – dem sogenannten Neighbourhood Environment Walkability Questionnaire - Germany (NEWS-G) –, neu angepasst. Mit der Adaption dieses Fragebogeninstruments wird in dem Manuskript erstmalig ein Messinstrument eingesetzt, das auf die Studiumsumgebung angewandt werden kann, unabhängig davon, welche Universitätsform untersucht wird. Es wird folgende Forschungsfrage betrachtet:

1. Welche Determinanten der Studiumsumgebung sowie persönlicher Motivatoren und Barrieren stehen mit dem aktiven Fortbewegungsverhalten von Studierenden im Zusammenhang (differenzierte Betrachtung für das Gehen und das Radfahren)?

In der Interventionsstudie des *Manuskripts IV* wird die *Domäne Studium* untersucht, die ebenfalls Potenzial hat, körperliche Aktivität ohne zusätzlichen Mehraufwand der Studierenden in den sedentären Lebensstil zu integrieren. Sie zielt in Anlehnung an das verhaltensepidemiologische Rahmenmodell (Sallis et al., 2000) darauf ab, verhaltensbezogene Variablen im Zusammenhang mit der Gesundheit zu verändern. Dabei geht es nicht nur um die Förderung von körperlicher Aktivität über Bewegungspausen im Lernalltag, sondern auch um das Aufbrechen des sedentären Verhaltens, das bei Studierenden aufgrund der Verhältnisse omnipräsent ist. Es werden zwei verschiedene Ansätze verglichen, wie Studierende dazu bewegt werden können, Bewegungspausen während ihrer Lernzeit zu Hause – im sogenannten Home Studying – durchzuführen. Mit Hilfe von täglich digital zugesendeten Aufforderungsbotschaften mit Videos einer angeleiteten kurzen Bewegungspause werden positiv formulierte Informationen über körperliche Aktivität zusammen mit einer praktischen Bewegungseinheit in der Intervention verbunden (Nudging). Damit wird auf das erkannte Forschungsdefizit mangelnder praktischer Interventionen zur Förderung körperlicher Aktivität bei Studierenden eingegangen. Die Effekte der Bewegungspausen von Studierenden können selbst erlebt werden, sodass eine nachhaltige Integration erlernt und erleichtert werden kann. Außerdem erzielt die Interventionsstudie einen zusätzlichen Mehrwert hinsichtlich des Studiendesigns: Im Vergleich zu den bewerteten Ergebnissen am Ende der Intervention, werden die Daten täglich während der Intervention im Feld selbst erfasst unter Berücksichtigung weiterer paralleler Wirkmechanismen des Home Studyings. Sie ist demnach sehr praxisnah und zugleich gut umsetzbar. Die Forschungsfrage zielt dabei auf die Untersuchung der digitalen Nudging-Methode ab:

1. Hat die ausgewählte digitale Nudging-Intervention einen positiven Effekt auf die Durchführung von Bewegungspausen im Home Studying?

Tabelle 7. Übersicht und Charakteristika der in der Dissertation enthaltenen Manuskripte

	Manuskript I	Manuskript II	Manuskript III	Manuskript IV
VE Rahmen	Phase 1	Phase 1	Phase 3	Phase 4
Domäne	Transport, Freizeit	Freizeit, Studium	Transport	Studium
Fragestellung	<p>1. Welche ksA-Formen sind mit einer erfolgreichen Gestaltung des Studiums assoziiert, sofern es Assoziationen gibt?</p> <p>2. In welchem Maße kann ksA-Verhalten als Ressource für die potenziell negativen Assoziationen zwischen psychosomatischen Beschwerden und der Funktionsfähigkeit im Studium fungieren?</p>	<p>1. A) Fördert kA den empfundenen funktionalen Stress und reduziert den empfundenen dysfunktionalen Stress?</p> <p>1. B) Hat kA einen positiven Effekt auf die Erholungserfahrung durch psychologische Loslösung?</p> <p>2. A) Reduziert kA die selbst wahrgenommenen Aufmerksamkeitsschwierigkeiten?</p> <p>2. B) Verbessert kA die wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium?</p>	<p>1. Welche Determinanten der Studiumsumgebung sowie persönlicher Motivatoren und Barrieren stehen mit dem aktiven Fortbewegungsverhalten von Studierenden im Zusammenhang?</p>	<p>1. Hat die ausgewählte digitale Nudging-Intervention einen positiven Effekt auf die Durchführung von Bewegungspausen im HS?</p>
Design	Querschnittsstudie	Längsschnittstudie	Querschnittsstudie	Randomisierte kontrollierte Interventionsstudie
Daten	Bedarfsanalyse (N = 999)	Studie zu Bewegungspausen (N = 57)	Bedarfsanalyse (N = 997)	Studie zu Bewegungspausen (N = 57)
AV	SAI	SAI, EEB, RECQ, ASPA	Transportbezogenes Gehen und Radfahren (EHIS-PAQ)	kA: Tägliche Teilnahme am BSD (mind. 1 Min)
Variable (UV)	<p>ksA (EHIS-PAQ):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sportaktivitäten insgesamt - Muskelkräftigung - Fortbewegung zu Fuß und per Fahrrad - Erfüllung der Mindestempfehlungen sowohl für ausdauernde als auch für muskelkräftigende Aktivitäten <p>Beschwerdewahrnehmung: multiple wiederkehrende Beschwerden</p> <p>ksA x Beschwerdewahrnehmung</p> <p>Geschlecht, Alter</p>	<p>ksA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zeit für BSD - Zeit für kA insgesamt außerhalb der Bewegungspausen <p>Studiumsverhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Längste Zeit am Stück fürs HS - Anzahl Pausen während dem HS <p>AV-spezifische Ausgangswerte: SAI, WHO-5, RECQ, BARI-S</p> <p>Alter</p>	<p>Studiumsumgebung (angepasste NEWS-G)</p> <p>Motivatoren und Barrieren zum aktiven Fortbewegen (in Anlehnung an Shannon et al. (2006))</p> <p>Wohnort, Geschlecht, Alter</p>	<p>kA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tägliche Zeit für kA insgesamt außerhalb der Bewegungspausen - Vorherigen Teilnahme am BSD - Erfüllung der Mindestempfehlungen kA (EHIS-PAQ) <p>Studiumsverhalten: tägliche Zeit fürs HS</p> <p>Alter</p> <p>Beurteilung täglicher Nachrichten (Manipulationscheck)</p>
Statistische Analyse	<p>t-Test für unabhängige Stichproben</p> <p>Multivariaten Regressionsanalysen</p> <p>Moderationsanalyse</p>	<p>Zweistufige Regressionsmodelle</p> <p>Sensitivitätsanalyse mit multipler Imputation</p>	<p>EFA</p> <p>Blockweise hierarchische Regressionen mit FIML-Methode</p>	<p>Zweistufige binäre logistische Regressionsmodelle</p> <p>Sensitivitätsanalyse mit multipler Imputation</p>

ASPA = Attention and Performance Self-Assessment; AV = abhängige Variable; BARI-S = Berliner Anforderungen Ressourcen-Inventar – Studierende; BSD = Bewegungssnack digital (Bewegungspause via Video); EEB = Erfassung von Emotionen und Beanspruchung; EFA = Explorative Faktoranalyse; EHIS-PAQ = European Health Interview Survey – Physical Activity Questionnaire; FIML = Full Information Maximum Likelihood; HS = Home Studying; kA = körperliche Aktivität; ksA = körperliche und sportliche Aktivität; NEWS-G = German version of the Neighborhood Environment Walkability Scale; RECQ = Recovery Experience Questionnaire; SAI = Study Ability Index; UV = unabhängige Variable; VE = Verhaltensepidemiologischer Rahmen; WHO-5 = WHO-Five Well-being Index

4 Manuskripte / Empirische Studien

4.1 *Manuskript I*: Körperliche Aktivität, Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium: Sportliche Freizeitaktivitäten und aktive Fortbewegung als Ressource im Studium?

Manuskript I: Teuber, M., Arzberger, I. & Sudeck, G. (2020). Körperliche Aktivität, Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium: Sportliche Freizeitaktivitäten und aktive Fortbewegung als Ressource im Studium? In J. Mayer, A. Göring & M. Jetzke (Hrsg.), *Sport und Studienerfolg. Analysen zur Bedeutung sportlicher Aktivität im Setting Hochschule* (Hochschulsport: Bildung und Wissenschaft, Band 4). Göttingen: Universitätsverlag. doi: <https://doi.org/10.17875/gup2020-1337>

[Veröffentlichtes Manuskript als Buchbeitrag im Sammelband der Herausgeber Arne Göring, Jochen Mayer and Malte Jetzke (*Hochschulsport: Bildung und Wissenschaft, Band 4*) 2020 online verfügbar unter 10.17875/gup2020-1337]

1 Einleitung

Der Zusammenhang von Gesundheit und Bildung wird im deutschsprachigen Forschungsraum durch die Analyse der Wirkungen von Bildungsaspekten auf die Gesundheit dominiert. Darunter fallen beispielsweise Fragen nach der Bedeutung von Bildungsungleichheiten für das Gesundheitsverhalten und die Gesundheit. Für die Legitimation und Integration von Gesundheitsförderung und Prävention in Bildungssettings wie der Hochschule ist darüber hinaus die Frage nach dem Einfluss von Gesundheit und Gesundheitsverhalten auf den Bildungserfolg von Studierenden von besonderer Bedeutung (Paulus, 2002). Während international und vorwiegend im angloamerikanischen Raum einige Forschungsarbeiten für diese Forschungsfragen vorliegen, sind Studien in deutschsprachigen Ländern eher

Mangelware; dies gilt insbesondere für die studentische Lebenswelt der Hochschule (Dadaczynski, 2012).

Bisherige Studien geben bereits einige Hinweise darauf, dass die gesundheitliche Situation von Studierenden in Deutschland auch mit Blick auf eine erfolgreiche Gestaltung des Studiums keinesfalls unterschätzt werden sollte. So haben in den letzten Jahren einige studentische Befragungen verdeutlicht, dass Studierende teilweise eine hohe Stressbelastung erfahren und bei relativ hohen Anteilen der Studierenden Beschwerden wie Glieder-, Schulter-, Rücken- oder Nackenbeschwerden (53 %), beeinträchtigtes Allgemeinbefinden (44 %), Anspannung (37 %), Kopfschmerzen (37 %) oder Magen-Darm-Beschwerden (33 %) mindestens einmal pro Monat wiederkehren (Grützmaker et al., 2018). Diese Beschwerden können wiederum mit Beeinträchtigungen bei der Bewältigung von studiumsbezogenen Anforderungen, krankheitsbedingten Fehltagen oder einem verminderten Engagement für das Studium einhergehen, die letztlich mit ungünstigen Konsequenzen für den Erfolg im Studium verbunden sein können (ACHA, 2007; Bailer et al., 2017; Guedes & Wollesen, 2015).

Im Rahmenmodell zum Zusammenhang von Gesundheit und Bildung nach Suhrcke und de Paz Nieves (2011; vgl. Dadaczynski, 2012) steht diese potenzielle Wirkrichtung von gesundheitlichen Merkmalen auf den akademischen Erfolg im Mittelpunkt. Auf Seiten der Gesundheit beziehen die Autoren sowohl die körperliche und psychische Gesundheit als auch verschiedene Gesundheitsverhaltensweisen wie Ernährung, körperliche Aktivität und Suchtmittelkonsum ein. Sie stellen die Frage, welche Mechanismen und Erklärungsansätze eine Verbindung zwischen Gesundheitsfacetten und dem kurzfristigen und langfristigen akademischen Erfolg begründen lassen.

Vor dem Hintergrund dieses Rahmenmodells greift dieser Beitrag den Verhaltensbereich der körperlichen Aktivität heraus. Spätestens mit den ersten Nationalen Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung, die vom Bundesministerium für Gesundheit initiiert und von einem Kreis von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern entwickelt wurden (Rütten & Pfeifer, 2016), haben sich die Themen Bewegung und Bewegungsförderung im gesundheitspolitischen Kontext etabliert. Dies ist eine Konsequenz der fortwährend

verbesserten Evidenz für die positiven Wirkungen von körperlicher Aktivität zur Prävention, Therapie und Rehabilitation zahlreicher nicht-übertragbarer Erkrankungen, wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebserkrankungen, Adipositas, Diabetes oder auch psychischer Erkrankungen wie Depression (z. B. PAGAC, 2018). Aus präventiver Sicht gelten entsprechend auch für die Bevölkerungsgruppe der Studierenden die Empfehlungen für gesundheitswirksame körperliche Aktivität: Demnach sollten ausdauerorientierte Aktivitäten mindestens 150 Minuten in der Woche bei moderater Intensität oder 75 Minuten in der Woche bei hoher Intensität oder eine entsprechende Kombination von Aktivitäten aus den beiden Intensitätsbereichen durchgeführt werden (Rütten & Pfeifer, 2016; WHO, 2010). Für junge Erwachsene sind sportliche Aktivitäten in der Freizeit sowie aktive Fortbewegungsvarianten zu Fuß oder mit dem Fahrrad von besonderer Bedeutung. Zusätzlich werden muskelkräftigende Aktivitäten an mindestens zwei Wochentagen empfohlen, sowie eine Vermeidung langer, ununterbrochener Sitzphasen angeraten, die gerade auch für Studierende ein wesentliches Kennzeichen ihres Studienalltags ausmachen.

Im Einklang mit diesen allgemeinen Befunden bestätigte sich bereits in einigen Forschungsarbeiten mit Studierenden, dass körperliche und sportliche Aktivitäten positive Assoziationen mit dem Gesundheitszustand aufweisen. Beispielsweise wiesen sportlich aktivere Studierende weniger Beschwerden und Missbefinden sowie ein höheres Wohlbefinden auf als inaktive Studierende (Brandl-Bredenbeck, Kämpfe & Köster, 2013; Möllenbeck, 2014; Möllenbeck & Göring, 2014; Techniker Krankenkasse, 2015). Sie scheinen sportliche Aktivitäten effektiv für einen Stressausgleich nutzen zu können, so dass Gesundheitsbeschwerden weniger wahrscheinlich werden (vgl. Göring & Möllenbeck, 2010; Stock & Krämer, 2001). Ferner konnten positive Assoziationen zwischen regelmäßigen Sportaktivitäten und physischen (z. B. körperliche Fitness) und psychosozialen Ressourcen (z. B. soziale Unterstützung) beobachtet werden (z. B. Möllenbeck, 2014). Ebenso zeigte sich bei amerikanischen Studierenden, die die gesundheitsorientierten Bewegungsempfehlungen nicht erfüllten, dass sie in ihrem ersten Studienjahr ein geringeres Wohlbefinden aufwiesen

und auch doppelt so häufig Arztbesuche berichteten wie Studierende, die die Empfehlungen erfüllten (Bray & Kwan, 2006).

Jenseits dieser Zusammenhänge zu Gesundheit und Gesundheitsressourcen wurden für das Aktivitätsverhalten von Studierenden bisher kaum weitergehende Verbindungen zur erfolgreichen Gestaltung des Studiums empirisch untersucht. Es ist deshalb noch relativ unklar, welche Rolle körperliche und sportliche Aktivitäten für den Zusammenhang zwischen Gesundheit und akademischem Erfolg spielen. Vorliegende Längsschnittstudien zeigen zwar nahezu durchgehend positive Assoziationen zwischen körperlicher Aktivität bzw. körperlicher Fitness und Parametern des kurzfristigen und langfristigen akademischen Erfolgs auf (Dadaczynski & Schiemann, 2015). Diese Studien fokussieren in der Regel allerdings das Aktivitätsverhalten von Schülerinnen und Schülern, während die Hochschule lediglich vereinzelt im Rahmen der akademischen Outcomes thematisiert wird (z. B. Studienaufnahme als Indikator eines Bildungserfolgs).

Für eine empirische Annäherung zur Analyse des Beziehungsgeflechts zwischen Gesundheit, körperlicher Aktivität und Studienerfolg wird in diesem Beitrag auf Seiten des Studienerfolgs die Funktionsfähigkeit im Studium in den Blick genommen. Sie orientiert sich an dem Konstrukt der „Arbeitsfähigkeit“ (work ability) und wird als Fähigkeit definiert, mit der man eine gegebene Arbeit zu einem bestimmten Zeitpunkt bewältigen kann (Hasselhorn & Freude, 2007). Für das Studium bedeutet dies, in welchem Maße Studierende die Rollenanforderungen im Studium erfolgreich bewältigen können. Konkret wird im Beitrag die subjektiv wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium einbezogen, die in Anlehnung an den weitverbreiteten Work Ability Index konzeptionalisiert wird.

Die Fragestellungen der empirischen Analysen zielen erstens auf die Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Aktivitätsbereichen und der wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium ab. Für die Gruppe der Studierenden soll der Frage nachgegangen werden, ob und wenn ja welche körperlichen und sportlichen Aktivitätsformen mit einer erfolgreichen Gestaltung des Studiums assoziiert sind. Angesichts der vielfältigen Realisierungsformen gesundheitswirksamer körperlicher Aktivität (Rütten & Pfeifer, 2016) wird in diesem Beitrag das

Ausmaß sportlicher Aktivitäten in der Freizeit (Sportaktivitäten insgesamt sowie Muskelkräftigung) sowie die Fortbewegung (zu Fuß und per Fahrrad) einbezogen. Ferner wird die Erfüllung der Mindestempfehlungen sowohl für ausdauernde als auch für muskelkräftigende Aktivitäten in Betracht gezogen.

Zweitens werden entsprechend dem Rahmenmodell zum Zusammenhang von Gesundheit und Bildung (Dadaczynski, 2012; Suhrcke & de Paz Nieves, 2011) weitere Gesundheitsmerkmale mit in die Analysen eingeschlossen. Konkret wird der Frage nachgegangen, in welchem Maße das körperlich-sportliche Aktivitätsverhalten als Ressource für die potenziell negativen Assoziationen zwischen psychosomatischen Beschwerden und der Funktionsfähigkeit im Studium fungieren kann. Dafür wird für die unterschiedlichen Aktivitätsbereiche vorab analysiert, welche der körperlichen und sportlichen Aktivitäten mit geringeren gesundheitlichen Beschwerden verbunden sind. Anhand von Moderationsanalysen wird danach abschließend geprüft, in welchem Maße das körperlich-sportliche Aktivitätsverhalten die potenziell negativen Auswirkungen von Beschwerden auf die Funktionsfähigkeit im Studium abmildern kann.

2 Methodik

2.1 Design und Stichprobe

Im Rahmen der Initiative „Bewegt studieren – Studieren bewegt“ des Allgemeinen Deutschen Hochschulsportverbands und der Techniker Krankenkasse wurde innerhalb des Projekts „BeTaBalance – bewegt studieren zwischen Berg und Tal“ eine Querschnittsuntersuchung an der Universität Tübingen durchgeführt. Die Untersuchung fand online-basiert im Sommersemester 2018 für drei Wochen statt und richtete sich an alle Studierenden der Universität Tübingen. Die Streuung des Online-Fragebogens erfolgte über den universitären Rundmailverteiler, Facebook-Posts, sowie aufsuchende Werbeaktionen in Mensen und an universitären Knotenpunkten (z. B. der Universitätsbibliothek, Hörsaalzentren) mithilfe von Flyern inkl. QR-Code. Für die Studiendurchführung lag ein positives Votum der

Ethikkommission der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen vor.

Durch die Rekrutierungsmaßnahmen konnte eine Untersuchungsgruppe von 999 Studierenden gewonnen werden, die die Bearbeitung des Fragebogens vollendeten. Darunter waren 718 weibliche Studierende (72 %) und 233 männliche Studierende (23 %) (5 % machten keine Angabe zum Geschlecht). Das Durchschnittsalter der befragten Studierenden betrug 23.4 Jahre, wobei die Alterspanne von 18 bis 42 Jahren reichte.

2.2 Erhebungsverfahren

Funktionsfähigkeit im Studium

Die Erfassung der Funktionsfähigkeit im Studium orientierte sich am Work Ability Index von Hasselhorn und Freude (2007). Aus diesem im Arbeitskontext etablierten Verfahren wurden drei Items auf den Kontext des Studiums adaptiert, welche sich auf die derzeitige wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium beziehen. Im Einzelnen wurde (a) die wahrgenommene Leistungsfähigkeit im Vergleich zur besten, je erreichten studiumsbezogenen Leistungsfähigkeit erfragt (von 0 = völlig leistungsunfähig bis 10 = derzeit beste Leistungsfähigkeit). Die weiteren Items zielten auf die Einschätzung der Leistungsfähigkeit bezogen auf (b) Aufgaben im Studium, die kognitiv zu bewältigen sind und (c) psychische Anforderungen des Studiums ab. Die Beantwortung erfolgte jeweils auf einer fünfstufigen Likertskala (1 = sehr schlecht, 2 = eher schlecht, 3 = mittelmäßig, 4 = eher gut, 5 = sehr gut). Die interne Konsistenz der drei Items lag in einem akzeptablen Bereich (Cronbachs $\alpha = 0.72$), so dass ein Summenindex aus den drei Items gebildet wurde. Er kann Werte zwischen 2 und 20 annehmen, wobei höhere Werte einer höher eingeschätzten Funktionsfähigkeit im Studium entsprechen. Der Summenindex wird nachfolgend als *Study Ability Index (SAI)* bezeichnet.

Körperliche und sportliche Aktivitäten

Für die Erfassung körperlich-sportlicher Aktivitäten wird das Erhebungsinstrument aus dem European Health Interview Survey (EHIS) für körperliche Aktivität verwendet (EHIS-PAQ;

Finger et al., 2015). Der Fragebogen ermöglicht sowohl die Ermittlung des Aktivitätsvolumens in verschiedenen Aktivitätsdomänen als auch den Abgleich mit der Erfüllung aktueller Empfehlungen für gesundheitswirksame körperliche Aktivität. Im Bereich der *aktiven Fortbewegung* beantworteten die Teilnehmenden mit Bezug zu einer typischen Woche, (a) an wie vielen Tagen und wie lange sie mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung gehen, um von Ort zu Ort zu gelangen (*Fortbewegung: Gehen*) und (b) an wie vielen Tagen und wie lange sie mindestens 10 Minuten ohne Unterbrechung mit dem Fahrrad fahren, um von Ort zu Ort zu gelangen (*Fortbewegung: Fahrrad*). Im Bereich der *freizeitlichen Sportaktivitäten* wurden die Teilnehmenden mit Bezug zu einer typischen Woche danach gefragt, (c) wie viel Zeit sie in einer typischen Woche mit Sport und Fitnessaktivitäten verbringen, die mindestens zu einem leichten Anstieg der Atem- und Herzfrequenz führen (*Freizeit: Sportaktivitäten*) und (d) an wie vielen Tagen sie körperliche Aktivität ausüben, die speziell für den Aufbau oder die Kräftigung der Muskulatur gedacht ist (*Freizeit: Muskelkräftigung*). Die Aktivitätsvolumina werden in den differenzierten Bereichen in Übereinstimmung mit dem Vorgehen in den Validierungsstudien ermittelt (Finger et al., 2015) und nachfolgend entweder als Dauer pro Woche (Minuten bzw. Stunden) oder als Häufigkeit in Tagen pro Woche angegeben.

Darüber hinaus wird die Erfüllung von zwei Komponenten der aktuellen Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung (WHO, 2010) ermittelt (Finger et al., 2015): Die Erfüllung der *Mindestempfehlungen für ausdauernde Aktivität* (mindestens 150 Minuten pro Woche mit mindestens moderater Intensität) wird über die Summe aus aktiver Fortbewegung mit dem Fahrrad sowie den freizeitlichen Sportaktivitäten ermittelt. Die *Empfehlungen für muskelkräftigende Aktivitäten* werden als erfüllt betrachtet, wenn an mindestens zwei Tagen pro Woche Aktivitäten wie Krafttraining oder Kräftigungsübungen (mit Gewichten, TheraBand, eigenem Körpergewicht), Kniebeugen oder Sit-ups durchgeführt werden.

Beschwerden

Psychosomatische Beschwerden wurden mit einer Beschwerdeliste in Anlehnung an die Health Behaviour in School-aged Children (HBSC)-Studie ermittelt (Ottova-Jordan et al., 2016) und durch zwei Aspekte des TK-CampusKompass (2015) ergänzt. Insgesamt zehn

Beschwerdeformen (Kopfschmerzen, Bauchschmerzen, Rückenschmerzen, Konzentrationsstörungen, Niedergeschlagenheit, Gereiztheit / schlecht gelaunt sein, Nervosität, (Ein-)Schlafprobleme, Benommenheit/Schwindel, vom Stress erschöpft) wurden hinsichtlich ihrer Auftretenshäufigkeit in den letzten sechs Monaten erfragt (1 = nie; 2 = selten; 3 = fast jede Woche; 4 = mehrmals pro Woche, 5 = fast täglich). Zur Ermittlung des Ausmaßes (*multipler wiederkehrender Beschwerden*) wurden jene Beschwerdeformen identifiziert, die mindestens wöchentlich auftreten (Antwortkategorien 4 und 5; vgl. Ottova-Jordan et al., 2016). In den nachfolgenden Analysen wird in Anlehnung an Grützmaker et al. (2018) die Kumulation solcher wiederkehrenden Beschwerden als Maß einbezogen, das das Ausmaß sehr regelmäßiger verschiedener Beschwerden der Studierenden abbilden soll.

2.3 Datenaufbereitung und -analysen

Die Daten wurden mittels Online-Fragebogen generiert, der mit der Software Unipark erstellt und über einen Questback-Server gehostet wurde. Die Aufbereitung und Auswertung der Daten wurden mit dem Programm SPSS durchgeführt.

Zunächst wurden die Daten deskriptiv ausgewertet, um die Stichprobe sowie die Erhebungsmerkmale zu charakterisieren. Für die Hauptanalysen wurden die Assoziationen zwischen den Merkmalen der körperlich-sportlichen Aktivität und dem SAI analysiert. Zum einen wurden Unterschiedsprüfungen durchgeführt, in welchem Maße sich Personen, die die Mindestempfehlungen für körperliche Aktivität erfüllen, von denen unterscheiden, die sie nicht erfüllen (t-Test für unabhängige Stichproben). Zum anderen wurde mit multivariaten Regressionsanalysen der Frage nachgegangen, in welchem Maße die verschiedenen Aktivitätsbereiche eine Assoziation mit dem SAI aufweisen.

Für den Einbezug der psychosomatischen Beschwerden wurden vorbereitend zunächst ebenso korrelative Kennwerte zwischen den jeweiligen Merkmalsbereichen ermittelt (psychosomatische Beschwerden und körperlich-sportliche Aktivität sowie psychosomatische Beschwerden und SAI). In einem abschließenden Schritt wurden Moderationsmodelle mit Hilfe des Verfahrens nach Hayes analysiert (Hayes, 2012; 2017). Es wurden drei Modelle separat

für die drei Aktivitätsmerkmale Sportaktivität, Fortbewegung Radfahren und Muskelkräftigung als Moderatoren berechnet. Als unabhängige Variable dienten die psychosomatischen Beschwerden und als abhängige Variable der SAI (vgl. Abbildung 4).

Neben den Prüfungen auf statistische Signifikanz ($\alpha_{\text{krit}} = .05$) wurden Effektstärken ermittelt und konventionell nach Cohen (1988) interpretiert: Für Korrelationen werden die Korrelationsmaße r und Φ interpretiert (0.1 = kleiner Effekt; 0.3 = mittlerer Effekt; 0.5 = großer Effekt) und bei Unterschiedsprüfungen die Effektstärke d herangezogen (0.2 = kleiner Effekt; 0.5 = mittlerer Effekt; 0.8 = großer Effekt).

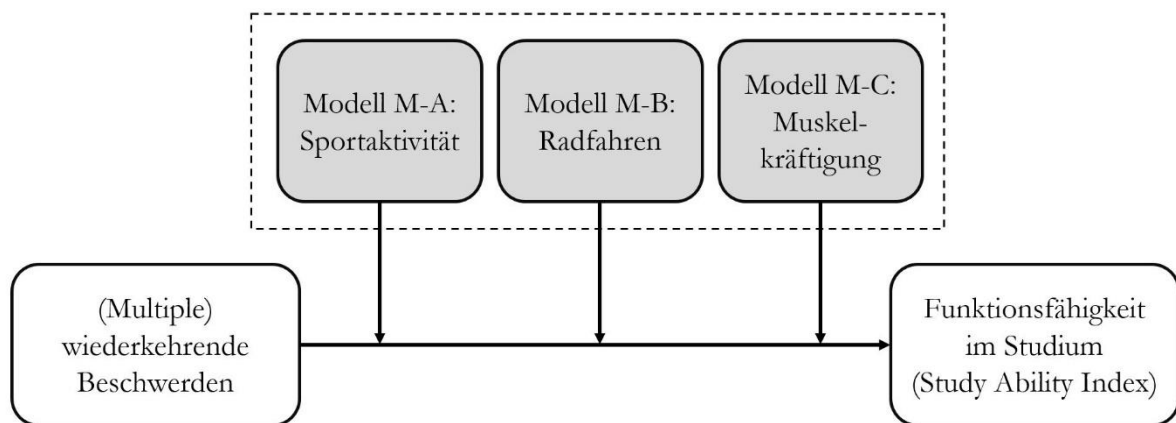


Abbildung 4. Graphische Darstellung der Moderationsmodelle

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Ergebnisse

Die Tabelle 8 und 9 beschreiben die Verteilungen der erfassten Merkmale aus den Bereichen der Funktionsfähigkeit im Studium, der körperlich-sportlichen Aktivität und der psychosomatischen Beschwerden. Für das zentrale abhängige Maß, den *Study Ability Index*, lag der Mittelwert bei 13.8 Punkten mit einer Standardabweichung von 3.1 Punkten. Dabei konnte empirisch das gesamte Spektrum von 2 bis 20 Punkten beobachtet werden. Männliche Studierende nehmen ihre Funktionsfähigkeit im Studium im Mittel etwas positiver wahr als weibliche Studierende ($d = 0.20$; $p < .01$).

Tabelle 8. Deskriptive Merkmale der Untersuchungsmerkmale

	gesamt		Frauen		Männer	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
<i>Funktionsfähigkeit Studium</i>	<i>(n = 993;</i>		<i>n = 717;</i>		<i>n = 229)</i>	
Study Ability Index	13.8	3.1	13.7	3.1	14.3	3.2
<i>Aktivitätsvolumen</i>	<i>(993 < n < 999;</i>		<i>714 < n < 719;</i>		<i>232 < n < 233)</i>	
Fortbewegung: Gehen (Min./Woche)	169.7	167.5	171.4	170.0	159.6	156.5
Fortbewegung: Radfahren (Min./Woche)	87.1	122.0	83.8	119.8	96.3	127.6
Sportaktivitäten (Min./Woche)	224.5	168.2	210.0	156.7	262.3	194.1
Muskelkräftigung (Tage/Woche)	1.6	1.6	1.5	1.5	1.8	1.7
<i>Psychosomatische Beschwerden</i>	<i>(n = 979;</i>		<i>n = 707;</i>		<i>n = 228)</i>	
Anzahl wiederkehrender Beschwerden (0-10)	1.96	2.39	2.13	2.50	1.35	1.85

Abkürzungen: *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

Mit Blick auf das *Aktivitätsverhalten* gelingt es den Studierenden wesentlich häufiger, die ausdauerorientierten Empfehlungen über freizeitliche Sportaktivitäten und Fortbewegung per Fahrrad zu erfüllen (74 %), als die Empfehlungen für Muskelkräftigung (45 %). Dieses Muster ist vergleichbar mit den Informationen aus einer Referenzgruppe aus der national repräsentativen GEDA 2014/2015-EHIS-Studie (Finger, Mensink, Lange & Manz, 2017; Referenz: junge Erwachsene mit hohem Bildungsabschluss). Die rekrutierte Untersuchungsgruppe der Tübinger Studierenden schneidet in diesem Vergleich allerdings besser ab als die Referenzgruppe junger Erwachsener mit hohem Bildungsabschluss. Insbesondere die ausdauerorientierten Empfehlungen wurden von der Untersuchungsgruppe häufiger erfüllt (Frauen: +17 %; Männer: +13 %), während die Empfehlungen für Muskelkräftigung in der Untersuchungsgruppe weniger stark positiv ausgeprägt sind (Frauen: +7 %; Männer: +4 %). So lagen der Mittelwert für freizeitliche Sportaktivitäten (225 Minuten/Woche) und für die Fortbewegung per Fahrrad (87 Minuten/Woche) relativ hoch, wobei die männlichen Studierenden mehr Sportaktivitäten ($d = 0.28$; $p < .01$) und Tage mit Muskeltraining ($d = 0.20$; $p < .01$) berichteten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Erhebungen im Sommersemester stattgefunden haben. Durch saisonale Variationen des

Bewegungsverhaltens (vgl. Schüttoff & Pawlowski, 2018) kann es zu temporär höheren Werten kommen. Dafür spricht in diesem Fall, dass vor allem die ausdauerorientierten Aktivitäten, u. a. durch das Radfahren zu Fortbewegungszwecken, höher ausfallen als in der Referenzgruppe, während die eher Indoor-betriebene Muskelkräftigung weniger erhöht ausfällt.

Tabelle 9. Häufigkeiten erfüllter Bewegungsempfehlungen sowie multipler wiederkehrender Beschwerden (regelmäßig mindestens 2 Beschwerdeformen)

	N	Gesamt	Frauen	Männer
<i>Erfüllung von Empfehlungen für gesundheitswirksame körperliche Aktivität</i>				
ausdauernde Aktivität	952	73.9 %	72.2 %	79.4 %
	Ref.		55.0 %	66.5 %
Muskelkräftigung	950	45.3%	42.7 %	53.2 %
	Ref.		35.6 %	49.1 %
beide Empfehlungen	951	40.8 %	37.9 %	49.8 %
	Ref.		29.3 %	43.8 %
<i>Psychosomatische Beschwerden</i>				
Multiple wiederkehrende Beschwerden	979	42.1 %	44.7 %	32.5 %

Anmerkung. Ref. = Referenzgruppe junge Erwachsene (18-29 Jahre), obere Bildungsgruppe aus GEDA 2014/2015-EHIS-Studie; Finger et al. (2017)

Für das Leiden an (*multiplen*) *wiederkehrenden Beschwerden* zeigt sich, dass 42.1 % mindestens zwei Beschwerden aufzeigen, die entweder mehrmals pro Woche oder fast täglich auftreten. Bei männlichen Studierenden sind es ein gutes Drittel (32.5 %) und bei weiblichen Studierenden leidet fast die Hälfte (44.7 %) an (*multiplen*) wiederkehrenden Beschwerden. Dieser Unterschied zwischen Männern und Frauen ist statistisch überzufällig ($\Phi = .11$; $p < .01$). Mit Blick auf die einzelnen Beschwerdeformen werden den Häufigkeitsanteilen nach für mindestens wöchentlich auftretende Beschwerden am meisten Konzentrationsstörungen (28,9 %), Niedergeschlagenheit (26,5 %), Erschöpfung durch Stress (26,0 %), Schlafprobleme (21,9 %), Nervosität (21,6 %), Gereiztheit (21,4 %), Rückenschmerzen (19,9 %), Kopfschmerzen (11,6 %), Schwindelgefühle (10,2 %) und am wenigsten Bauchschmerzen (7,9 %) berichtet.

3.2 Körperlich-sportliche Aktivität und Beschwerdewahrnehmung

Im Einklang mit früheren Studienergebnissen zeigen sich substantielle Beziehungen zwischen dem Aktivitätsverhalten und der Beschwerdewahrnehmung bei Studierenden. Mit einem differenzierten Blick auf die unterschiedlichen Komponenten der Bewegungsempfehlungen trifft dies durchgehend für die ausdauerorientierten Bewegungsempfehlungen zu. Personen, die diese Empfehlungen erfüllen, leiden signifikant seltener wöchentlich an den einzelnen Beschwerdeformen (vgl. Abbildung 5). Am stärksten sind die Unterschiede bei der Niedergeschlagenheit ($\Phi = .17$), Gereiztheit, Erschöpfung durch Stress und Rückenschmerzen (je $\Phi = .16$). Beispielsweise berichten 22.1 % der Studierenden, die die Bewegungsempfehlungen erfüllen, von mindestens wöchentlicher Niedergeschlagenheit. Demgegenüber stehen fast 40 % bei den Studierenden, die die ausdauerorientierten Bewegungsempfehlungen nicht erfüllen. Im Gegensatz zu diesem Befund ist es bei den Empfehlungen für die Muskelkräftigung in der Regel nicht der Fall, dass Unterschiede im Bereich der Beschwerdewahrnehmung zu beobachten sind. Lediglich für die Erschöpfung durch Stress zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Studierenden, die die Empfehlungen für Muskelkräftigung erfüllen und nicht erfüllen (22.3 % vs. 29.1 %; $p = .02$), wobei die Effektstärke auf eine zu vernachlässigende Beziehung hindeutet ($\Phi = .08$).

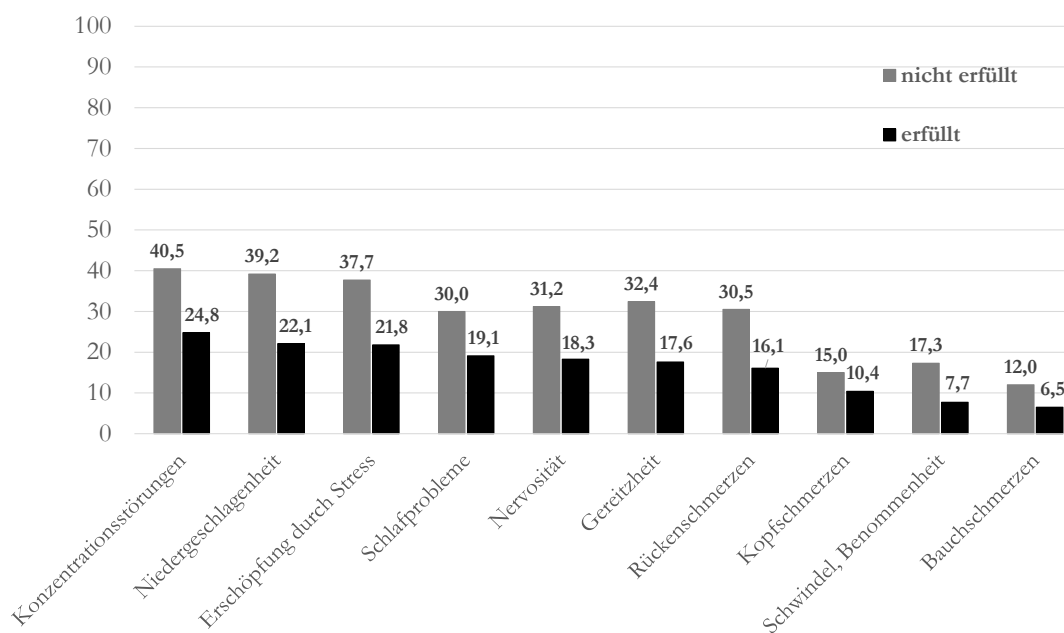


Abbildung 5. Anteil der Studierenden mit mindestens wöchentlich wiederkehrenden Beschwerden in Abhängigkeit der Erfüllung ausdauerorientierter Bewegungsempfehlungen

Bei Betrachtung der differenzierten Aktivitätsvolumina und der Beschwerdewahrnehmung können vergleichbare Assoziationen für die Fortbewegung per Fahrrad und die Sportaktivitäten festgestellt werden. Für die Anzahl wiederkehrender Beschwerden (Radfahren: $r = -.15$; Sportaktivität: $r = -.14$) zeigen sich statistisch signifikante negative Korrelationen. Das heißt, dass höhere Aktivitätsvolumina mit seltener ausgeprägten Beschwerden verbunden sind. Die gehende Fortbewegung ($r = -.08$) sowie das Krafttraining ($r = -.07$) weisen zwar ebenfalls statistisch signifikante Korrelationen mit der Anzahl wiederkehrender Beschwerden auf; sie verfehlen aber die Grenze für einen zumindest kleinen Effekt.

3.3 Körperlich-sportliche Aktivität und Funktionsfähigkeit im Studium

Das Erfüllen der Bewegungsempfehlungen geht mit einem Unterschied in der wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium einher: Studierende, die die Empfehlungen für ausdauerorientierte körperliche Aktivität erfüllen, weisen einen höheren SAI-Wert auf ($M = 14.2$; $SD = 2.8$), als Studierende, die sie nicht erfüllen ($M = 12.7$; $SD = 3.6$; $d = 0.44$; $p < .01$). Ebenso weisen Studierende, die mindestens an zwei Tagen in der Woche Muskelkräftigung betreiben, im Mittel einen höheren SAI-Wert auf ($M = 14.1$; $SD = 2.8$) als die Studierenden, die diese Empfehlung nicht erreichen ($M = 13.6$; $SD = 3.3$; $p = .01$). Allerdings ist dieser Mittelwertunterschied kaum von substanzieller Bedeutung ($d = 0.16$).

Mit Blick auf die Aktivitätsvolumina in den unterschiedlichen Aktivitätsbereichen zeigen sich bei bivariater Betrachtung für drei der vier Aktivitätsmerkmale positive Assoziationen zur Funktionsfähigkeit im Studium (vgl. Tabelle 10). Die Assoziation ist am höchsten bei den freizeitlichen Sportaktivitäten ($r = .20$) und ist bei der Fortbewegung mit dem Fahrrad ebenso substanziell ($r = .15$), während für die Tage mit Muskelkräftigung die Höhe der Assoziationen unter die konventionelle Grenze eines kleinen Effekts fällt ($r = .08$). Für die Fortbewegung zu Fuß zeigen sich keine statistisch signifikanten Assoziationen. In der multivariaten Analyse ist ferner keine statistische Signifikanz für einen eigenständigen Beitrag der Häufigkeit eines Muskeltrainings festzustellen. Demgegenüber bleiben die Assoziationen für die Sportaktivitäten und die Fortbewegung per Fahrrad im multivariaten Modell auch bei Kontrolle

von Alter und Geschlecht statistisch signifikant. Der Anteil der Gesamtaufklärung der Funktionsfähigkeit im Studium durch Merkmale der körperlichen und sportlichen Aktivität liegt etwas über 5 % und kann innerhalb der sozialwissenschaftlichen Forschung als gering bis mittel ausgeprägte Assoziation charakterisiert werden (Bortz & Döring, 2007).

Tabelle 10. Assoziationen zwischen den differenzierten Merkmalen der körperlich-sportlichen Aktivität und dem Study Ability Index (SAI)

Prädiktoren	Abhängige Variable: Study Ability Index					
	Bivariate Korrelation		Modell 1 (Multiple Regression)		Modell 2 (Multiple Regression unter Kontrolle von Geschlecht und Alter)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	β	<i>p</i>	β	<i>p</i>
Fortbewegung Gehen (Std./Woche)	.02	.51	.03	.43	.02	.49
Fortbewegung Radfahren (Std./Woche)	.15*	<.01	.12*	<.01	.12*	<.01
Sportaktivität (Std./Woche)	.20*	<.01	.17*	<.01	.16*	<.01
Muskelkräftigung (Tage/Woche)	.08*	.02	.00	.97	.00	.93
Geschlecht					-.06	.07
Alter					-.01	.82
R ²			0.052*		0.056*	
ΔR^2					0.003	

Anmerkung. * = $p < .05$

3.4 Moderationsanalysen

Die bisherigen Analysen haben aufgezeigt, dass die Sportaktivitäten und die Fortbewegung per Fahrrad sowohl Beziehungen zur Beschwerdewahrnehmung als auch zur Funktionsfähigkeit im Studium aufweisen. Durch die beabsichtigten Moderationsanalysen sollen die Beziehungen zwischen Beschwerden, körperlich-sportlicher Aktivität und Funktionsfähigkeit im Studium weitergehend beleuchtet werden. Dabei soll geprüft werden, ob und in welchem Maße körperlich-sportliche Aktivität eine puffernde Rolle zwischen Beschwerden und ihren negativen Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit im Studium einnimmt. So zeigen sich in den vorliegenden empirischen Daten erwartungsgemäß relativ hohe Beziehungen zwischen den psychosomatischen Beschwerden und der

Funktionsfähigkeit im Studium. Die Anzahl wiederkehrender Beschwerden ($r = -.53$; $p < .01$) hängen stark negativ mit der Funktionsfähigkeit im Studium zusammen.

Die Moderationsanalysen nach Hayes werden angesichts der bislang differenzierten Befunde für die einzelnen Aktivitätsbereiche separat vorgenommen. Die Fortbewegung durch Gehen wird aufgrund der wenig ausgeprägten Beziehungen zu den anderen Merkmalen hierbei vernachlässigt. Die Tabelle 11 fasst die wesentlichen Ergebnisse für die drei Modelle zusammen, die jeweils separat für die unterschiedlichen Moderatoren Sportaktivitäten (M-A), Fortbewegung Radfahren (M-B) und Muskelkräftigung (M-C) berechnet wurden. In allen Modellen ist die Anzahl wiederkehrender Beschwerden die unabhängige Variable (X), deren Einfluss auf die Funktionsfähigkeit im Studium als abhängige Variable (Y) berechnet wird. Von besonderem Interesse für die Frage nach der Moderation ist der Interaktionseffekt zwischen der Anzahl wiederkehrender Beschwerden und dem jeweiligen Moderator (Y^*M). Die Ergebnisse der Moderationsanalysen ergaben in zwei der drei Modelle einen statistisch signifikanten Interaktionseffekt. Sowohl für die Sportaktivitäten als auch für die Muskelkräftigung ergibt sich ein moderierender Einfluss auf die Beziehungen zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der Funktionsfähigkeit im Studium. Dabei nimmt das Ausmaß der negativen Beziehung zwischen Beschwerden und Funktionsfähigkeit mit steigendem Aktivitätsvolumen ab. Die Abbildung 6 illustriert diesen Interaktionseffekt am Beispiel des Modells für den Moderator Sportaktivitäten in Stunden pro Woche: Wenn keine wiederkehrenden Beschwerden vorliegen, zeigen sich nur geringfügige Unterschiede im Study Ability Index in Abhängigkeit des Volumens sportlicher Aktivitäten. Die unterschiedlichen Steigungen für die drei Ausprägungen des Aktivitätsvolumens signalisieren aber, dass der Einfluss von Beschwerden auf die Funktionsfähigkeit im Studium je nach Aktivitätsvolumen unterschiedlich ausfällt. Beim Vorliegen von vier wiederkehrenden Beschwerden (dies entspricht etwa $M + 1SD$) unterscheiden sich die Gruppen mit geringem und mittlerem bzw. mittlerem und hohem Aktivitätsvolumen jeweils um einen halben Punktwert im Study Ability Index. Damit trägt die Interaktion zusätzlich – in einem geringen Ausmaß – zur Varianzaufklärung in der Funktionsfähigkeit im Studium bei.

Tabelle 11. Moderationsanalysen für verschiedene Aktivitätsbereiche (Modell A bis C) hinsichtlich des Einflusses der Anzahl wiederkehrender Beschwerden auf den Study Ability Index

Prädiktoren	Abhängige Variable: Study Ability Index					
	Modell M-A: Sportaktivität (Std/Woche)		Modell M-B: Fortbewegung Radfahren (Std/Woche)		Modell M-C: Muskelkräftigung (Tage/Woche)	
	B	<i>p</i>	B	<i>p</i>	B	<i>p</i>
Konstante	14.82	< .01	14.95	< .01	15.07	< .01
Anzahl wiederkehrender Beschwerden (X)	-0.76*	< .01	-0,67*	< .01	-0,75*	< .01
körperlich-sportliche Aktivität (M)	0.07	.08	0.09	.07	0.03	.70
Interaktionseffekt (X*M)	0.03*	< .01	0.02	.23	0.06*	< .01
R ²	0.283*		0.272*		0.274*	
Y*M: Δ R ²	0.005*		0.001 <i>ns.</i>		0.005*	

Anmerkungen. B = unstandardisierte Regressionskoeffizienten; * = $p < .05$; *ns.* = nicht statistisch signifikant

Die Ergebnisse geben demnach Anhaltspunkte für einen moderierenden Einfluss der Sportaktivitäten und der Muskelkräftigung. Dabei ist erstens erwähnenswert, dass der Einfluss der Beschwerden auf die Funktionsfähigkeit relativ „dominant“ ist, da der in den vorherigen Kapiteln analysierte direkte Einfluss des Aktivitätsverhaltens auf den Study Ability Index nun jeweils die statistische Signifikanzgrenze verfehlt. Zweitens wird die Bedeutung der Muskelkräftigung für die Funktionsfähigkeit im Studium ersichtlich(er): Sie hat keinen direkten Einfluss auf die Funktionsfähigkeit, aber ein regelmäßiges Krafttraining kann die negativen Effekte einer hohen Beschwerdewahrnehmung auf die Funktionsfähigkeit abmildern.

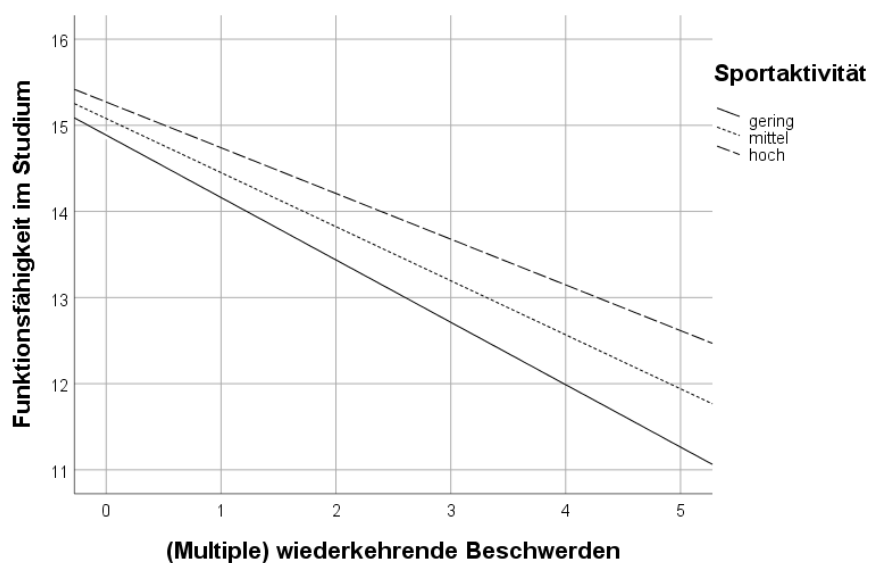


Abbildung 6. Graphische Darstellung der Funktionsfähigkeit im Studium in Abhängigkeit von der Interaktion zwischen der Anzahl wiederkehrender Beschwerden und Sportaktivität (gering [$M - 1SD$] = 0.49; mittel [M] = 3.75; hoch [$M + 1SD$] = 6,55)

4 Diskussion

Die Verbreitung und Implementation von Maßnahmen zur Gesundheitsförderung und Prävention in der Hochschule kann von Begründungsmustern profitieren, die die Handlungslogik von Bildungseinrichtungen mitberücksichtigen. So haben Erfahrungen im Setting Schule gezeigt, dass primär auf die Vorbeugung von Krankheiten und die Verbesserung der Gesundheit ausgerichtete Strategien bei den handelnden Akteuren im Setting als zusätzliche Aufgabe empfunden werden, die nur selten auf eine hohe Akzeptanz und nachhaltiges Engagement stoßen (Paulus & Dadaczynski, 2016). Für die Hochschule sind deshalb Argumente und empirische Befunde von hoher Bedeutung, die Verknüpfungen zwischen Gesundheit, Gesundheitsverhalten und Parametern des akademischen Erfolgs fundiert herstellen können. Mit Blick auf die Bewegungsförderung in der Hochschule werden Maßnahmen nicht nur über den gesundheitlichen Nutzen von körperlicher Aktivität begründet, sondern Konzepte und Befunde untermauern das Potenzial der Bewegungsförderung darüber hinaus durch Beziehungen zu einer erfolgreichen Gestaltung des Studiums. Diese Kombination von Argumentationsmustern kann nicht nur die notwendige Akzeptanz auf Seiten der Organisation begünstigen, sondern auch die Sensibilisierung, Motivation und Beteiligung der Studierenden befördern.

Die empirischen Analysen in diesem Beitrag tragen dazu bei, ein genaueres Verständnis über die Beziehungen zwischen körperlich-sportlicher Aktivitäten, gesundheitlichen Belastungen und Studienerfolg zu entwickeln. Es kann dazu dienen, die Begründungsbasis für die Bewegungsförderung für Studierende im Setting Hochschule weiter auszudifferenzieren. So wurden körperlich-sportliche Aktivitäten als vielfältiges Phänomen aus den Domänen Freizeit und Fortbewegung betrachtet, wobei sportliche Aktivitäten (z. B. Ausdaueraktivitäten, Muskelkräftigung) und Fortbewegungsaktivitäten zu Fuß oder mit dem Fahrrad eingeschlossen wurden. Auf Seiten des Studienerfolgs wurde ein subjektiver Parameter analysiert, der die wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium abbildet. Wenngleich dieser Indikator zunächst ein vergleichsweise „weicher“ Indikator für den Studienerfolg in Relation zu anderen mittelfristigen (z. B. akademische Leistung in Noten) und längerfristigen

Bildungsergebnisse darstellt (z. B. erfolgreicher Studienabschluss oder beruflicher Erfolg; Dadaczynski, 2012; Suhrcke & de Paz Nieves, 2011), können die empirischen Erkenntnisse bereits relevante Hinweise auf die Rolle körperlich-sportlicher Aktivitäten geben:

- Das körperliche Aktivitätsverhalten konnte etwa 5 % der Varianz in der Funktionsfähigkeit im Studium aufklären; es handelt sich durchaus um einen substantiellen Anteil, wobei die Größenordnung verdeutlicht, dass das körperlich-sportliche Aktivitätsverhalten selbstredend in ein multifaktorielles Bedingungsgeflecht des Studienerfolgs eingebettet ist und entsprechend als ein Baustein für eine erfolgreiche Gestaltung des Studiums eingeordnet werden muss.
- Assoziationen zur Funktionsfähigkeit im Studium zeigten sich vor allem für die ausdauerorientierten Sportaktivitäten sowie das Radfahren zu Fortbewegungszwecken. Es konnten positive Assoziationen zur Funktionsfähigkeit mit kleiner bis mittlerer Effektstärke für das Ausmaß von ausdauerorientierten Aktivitäten bzw. das Erfüllen der Mindestempfehlungen für ausdauerorientierte Aktivitäten beobachtet werden.
- Das Ausmaß des Gehens zu Fortbewegungszwecken oder spezifische sportliche Aktivitäten zur Muskelkräftigung scheinen hingegen für die Funktionsfähigkeit im Studium weniger in einer direkten Beziehung zu stehen. Es deutet sich demnach insgesamt eine Spezifik in der Beziehung zwischen der Art der körperlichen Aktivität und dem Nutzen für eine erfolgreiche Gestaltung des Studiums an, deren Erklärung sicherlich nicht allein über den Energieverbrauch erfolgen kann – der im Zusammenhang mit Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung eine sehr wichtige Rolle einnimmt (Pesce, 2012).
- Sportliche Aktivitäten in der Freizeit und Fortbewegung per Fahrrad hingegen hängen ebenfalls substantiell mit der Beschwerdewahrnehmung von Studierenden zusammen. Die vorliegende Querschnittstudie bekräftigt demnach andere Studienergebnisse (z. B. Brandl-Bredenbeck et al., 2013; Möllenbeck & Göring, 2014), wobei es sich in der vorliegenden Studie um kleine bis mittelstarke Assoziationen

handelte. Die Studienergebnisse erlauben allerdings keine Aussagen über die Wirkrichtung, denn eine höhere Beschwerdelast kann prinzipiell zu einem niedrigeren Aktivitätslevel führen und *vice versa*.

- Die Befunde aus den Moderationsanalysen geben darüber hinaus Hinweise, dass eine puffernde Wirkung für (strukturiere) Sportaktivitäten für die negative Beziehung zwischen Beschwerden und Funktionsfähigkeit im Studium wahrscheinlicher sind; diese Aussage gilt sowohl für Sportaktivitäten allgemein in der Freizeit, die mindestens zu einem leichten Anstieg der Atem- und Herzfrequenz führen (d. h. Aktivitäten mit mindestens moderater Intensität) als auch für Muskelkräftigung im Speziellen. Studierende mit regelmäßigen Beschwerden und Beeinträchtigungen scheinen demnach vor allem von strukturierteren Aktivitäten zu profitieren, während für die körperlichen Aktivitäten zu Fortbewegungszwecken keine Hinweise auf puffernde Effekte zwischen Beschwerden und Funktionsfähigkeit im Studium beobachtet werden konnten.

Die differenzierten Befunde in Abhängigkeit der Aktivitätsbereiche werfen die Frage nach möglichen Wirkfaktoren auf, die im Sinne des Rahmenmodells von Suhrcke und de Paz Nieves (2011) zur Erklärung und Interpretation der jeweils spezifischen Zusammenhänge zwischen Gesundheit, Gesundheitsverhalten und Bildung herangezogen werden können. Ein wichtiger Erklärungsansatz kann sich auf die stetig wachsende Evidenz für die positiven Effekte von körperlich-sportlichen Aktivitäten auf die kognitive Funktionsfähigkeit beziehen (z. B. PAGAC, 2018; Sibley & Etnier, 2003). Hierbei sind sowohl positive kurzfristige Effekte von einmaligen Aktivitäten zu nennen als auch die längerfristigen Effekte von körperlich-sportlichen Aktivitäten auf die kognitive Funktionsfähigkeit, die mitunter auch für die Begründung der relativ konsistenten längsschnittlichen Assoziationen zwischen körperlicher Aktivität und akademischen Outcomes herangezogen werden (Dadaczynski & Schiemann, 2015). In der vorliegenden Studie wurde dieser Aspekt allerdings nicht weiter untersucht, sodass nur vermutet werden kann, dass sich kurzfristige und längerfristige kognitive Effekte körperlich-

sportlicher Aktivität auch in der subjektiven Einschätzung der Funktionsfähigkeit im Angesicht der kognitiv geprägten Leistungsanforderungen im Studium widerspiegeln.

Ein weiterer Erklärungsansatz betrachtet Sportaktivitäten als Mittel zur Stressregulation und Erholungsmaßnahme, welches positiv in der Bewältigung von kognitiven und psychischen Anforderungen im Studium eingesetzt werden kann (Busch et al., 2014; Göring & Möllenbeck, 2010; Stock & Krämer, 2001). So zeigte sich in der vorliegenden Studie eine geringere Beschwerdewahrnehmung bei sportlich aktiven Studierenden. Dies galt für vielfältige Beschwerdeformen, die von kognitiven Beeinträchtigungen (Konzentrationsstörungen), affektiven Beschwerden (Niedergeschlagenheit, Gereiztheit) bis zu somatoformen Beschwerden (Schlafprobleme, Rückenschmerzen, Kopfschmerzen) reichten. Sportaktivität scheint in diesem Komplex eine wirksame Bewältigungsstrategie zu sein, die physiologische, affektive und kognitive Stressreaktionen abmildern bzw. vorbeugen kann (Fuchs & Klaperski, 2012). Bei Studierenden konnte beispielsweise gezeigt werden, dass regelmäßiges Ausdauertraining zu einer geringeren affektiven Stressreaktion in Phasen mit höherem Stresspotenzial führt. So nahmen ausdauertrainierende, zuvor inaktive Studierende zwar die Prüfungsphase am Ende des Studiums genauso wie eine Kontrollgruppe als Stressor wahr; sie berichteten allerdings von weniger negativen Affekten während der stressigen Prüfungszeit (von Haaren et al., 2015).

Dieses Potenzial von körperlich-sportlichen Aktivitäten zur Reduktion und Vorbeugung von Beschwerden (vgl. Pahmeier, 2012) und für einen positiveren Umgang mit Beschwerden geht mit einer höheren Funktionsfähigkeit im Studium einher. Dieses Potenzial scheint wiederum am stärksten für die (strukturierteren) Sportaktivitäten auf eine empirische Basis gestellt werden zu können. So wurde in der vorliegenden Studie festgestellt, dass die Moderatorfunktion für die Beziehung zwischen Beschwerden und Funktionsfähigkeit im Studium ausschließlich für (strukturiertere) Sportaktivitäten auftrat. Dies gibt einen Hinweis auf den intentionalen Charakter eines solchen Sportverhaltens als Bewältigungs- und Erholungsmaßnahme (Allmer, 1996). Sportaktivität als Mittel zur Stressregulation einzusetzen gründet häufig auf entsprechende Erholungszintentionen, die gerade bei stressreichen

Situationen die Initiierung einer sportlichen Aktivität begünstigen (vgl. Jeckel & Sudeck, 2016; Sudeck & Conzelmann, 2011) und auch einer individuellen Kompetenz zur bewegungsbezogenen Befindensregulation bedürfen (Sudeck et al., 2018; Sudeck & Pfeifer, 2016).

Außerdem wird die Teamkomponente und soziale Gruppenzugehörigkeit als ein Erklärungsansatz diskutiert, die bei Teilnahme an gruppenbasierten Aktivitäten einen Einfluss auf Bildungsergebnisse haben kann (Busch et al., 2014). Beispielsweise kann es durch die Partizipation an Mannschaftssport zu einem sozialen Aufstieg kommen, mit dem der Erwerb bildungsrelevanter Ressourcen, wie etwa Informationen oder Unterstützung, einhergeht (Gerlach & Brettschneider, 2013). Allerdings gibt es ebenfalls Befunde, die auf einen gegenteiligen Effekt von Teamsport hindeuten, wenn riskante Verhaltensweisen, wie beispielsweise Alkoholkonsum oder auffälliges Sozialverhalten, übernommen werden (Gardner, Roth & Brooks-Gunn, 2011; Lisha & Sussman, 2010).

Weitere Untersuchungen müssen klären, welche körperlichen und sportlichen Aktivitäten mit welchen kognitiven, affektiven und physiologischen Prozessen verbunden sind, die für das Geflecht zwischen Studienanforderungen und Studienerfolg, den diversen Beschwerdeformen sowie den vielfältigen Erscheinungsformen körperlich-sportlicher Aktivitäten relevant sind. Darunter fallen beispielsweise auch die Fragen, in welchem Maße aktive Fortbewegung zur Stress- und Befindensregulation beiträgt und welche Rolle dieses Aktivitätsverhalten im Umgang mit Belastungen und Beschwerden und in Verbindung zu einer erfolgreichen Gestaltung des Studiums einnimmt. Für diese Suche nach Wirkfaktoren und -prozessen benötigt es insbesondere längsschnittliche und prozessorientierte Studien, die situative und längerfristige Effekte von körperlich-sportlicher Aktivität für eine erfolgreiche Gestaltung des Studiums und die Bewältigung von Studienanforderungen analysieren.

Aus einer salutogenetischen Perspektive betrachtet bekräftigen die Studienergebnisse insgesamt die Annahme, dass körperlich-sportliche Aktivitäten eine Ressource sowohl für den Umgang mit gesundheitlichen Belastungen als auch für die Bewältigung von psychischen (Leistungs-)Anforderungen im Studium darstellen können. Im Rahmen eines

biopsychosozialen Gesundheitsverständnisses (z. B. Thiel, Seiberth & Mayer, 2018) wird damit nicht nur die subjektive Befindens-Dimension der Gesundheit angesprochen, sondern auch die soziale Gesundheitsdimension der Funktionsfähigkeit von Studierenden. So basiert die hier einbezogene wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium auf einem funktionalen Verständnis von Gesundheit. In dieser Hinsicht beschreibt Gesundheit einen „Zustand optimaler Leistungsfähigkeit eines Individuums für die Erfüllung der Rollen [...], für die es sozialisiert wurde“ (Thiel, Seiberth & Mayer, 2018, S. 108). Für Studierende ist es eben jene Leistungsfähigkeit im Studium, die eine wesentliche Facette der sozialen Gesundheitsdimension mit funktionaler Ausrichtung darstellt. Diese Sichtweise auf Gesundheit nimmt bei Studierenden einen hohen Stellenwert ein, insofern Gesundheit als Aktionspotenzial verstanden wird, das den Erhalt von vorhandener Handlungs- und Leistungsfähigkeit in den Vordergrund stellt (Guedes & Wollesen, 2015).

Für diese subjektive Repräsentation der Funktionsfähigkeit im Studium konnten hohe negative Assoziationen zu den Beschwerden beobachtet werden, was auf die enge Verbindung zwischen Befindens-Dimensionen (hier negativ über die Beschwerden erfasst) und die Dimension der Funktionsfähigkeit hindeutet. Gleichwohl weisen die Ergebnisse der Moderationsanalysen darauf hin, dass die Gesundheitsdimensionen differenziert zu betrachten sind, und ein Mehr an Beschwerden nicht gleichmäßig mit einem Weniger an Funktionsfähigkeit einhergeht (vgl. Thiel et al., 2018): In der vorliegenden Studie zeigte sich in diesem Sinne, dass strukturierte Sportaktivitäten die Beziehung zwischen Beschwerden und Funktionsfähigkeit moderieren können, wodurch die teilweise Unabhängigkeit der Dimensionen empirisch verdeutlicht wird.

Für das Setting Hochschule wäre eine Verbindung der gewonnenen Erkenntnisse mit weitergehenden „härteren“ Indikatoren des Studienerfolgs bzw. akademischen Erfolgs im Allgemeinen von besonderem Interesse. Die bisherigen Erkenntnisse aus dem Schulkontext (Dadaczynski & Schiemann, 2015) lassen eine gewisse Übertragbarkeit von der wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium mit akademischen Leistungen und einer „objektiv“ betrachteten erfolgreichen Gestaltung des Studiums erwarten. Gleichwohl stehen

Validierungen des hier eingesetzten Study Ability Index in dieser Hinsicht noch aus. Für das Wohlbefinden von Studierenden stellt es allerdings bereits einen Wert an sich dar, wenn sie sich als funktionsfähig in Anbetracht von (Leistungs-)Anforderungen im Studium wahrnehmen. Für die Bewegungsförderung an Hochschulen ergänzen die vorliegenden Befunde die empirische Basis für eine bedarfsorientierte Maßnahmenplanung und -umsetzung. Für die Universität Tübingen reihten sie sich in die Argumentation für den Ausbau von Handlungsmöglichkeiten für Bewegung insbesondere für die Zielgruppe der körperlich inaktiveren Studierenden ein: Neben dem Ausbau und dem einfacheren Zugang zu Sport- und Bewegungsangeboten im Hochschulsport, insbesondere für Studierende mit Bewegungsmangel, wurde eine Strategie zur Stärkung des Fahrradverkehrs formuliert, die gewinnbringende Interessensgemeinschaften mit inneruniversitären Akteuren (z. B. Mobilitätsteam, Umweltbeauftragte) und außeruniversitären Kooperationspartnern (z. B. die Kommune, städtischer ADFC) mit sich bringt (vgl. auch Sallis et al., 2004). Darüber hinaus wurden Implikationen darin gesehen, dass Studierende im Sinne einer Förderung der Gesundheitskompetenz sensibilisiert und befähigt werden, unterschiedliche körperlich-sportliche Aktivitäten im Zusammenhang mit ihrem individuellen Befinden und der Funktionsfähigkeit im Studium zu betrachten und Bewegung adäquat als Ressource für die Bewältigung von Anforderungen im Studium und gesundheitlicher Belastungen zu verstehen und einsetzen zu können (vgl. auch Sudeck & Pfeifer, 2016). Die Phase des Studiums scheint hierfür prädestiniert, da sich in diesem Lebensabschnitt der Spielraum für selbständiges und eigenverantwortliches Handeln vergrößert. Damit können Studierende zum einen ihre Freizeit flexibel gestalten und mehr Zeit beispielsweise für freizeitbezogene Sportaktivitäten aufwenden (Gusy, Lohmann & Wörfel, 2015; Schneider & Lindenberger, 2012). Wie die Rekrutierung der eher aktiveren Studierenden in der vorgestellten Befragung in Erinnerung ruft, wird es allerdings weiterhin eine Herausforderung sein, die Studierenden (nachhaltig) zu erreichen, die mit ausgeprägten Bewegungsmangel und gesundheitliche Belastungen üblicherweise nicht zu den Gruppen gehören, die als erste von bisherigen Maßnahmen der Sport und Bewegungsförderung an Hochschulen angesprochen und profitieren konnten. Eine

konsequente Verbindung der Bewegungsförderung mit akademischen Argumenten könnte in dieser Hinsicht eine wichtige Strategie sein, die es weiter zu erproben und zu evaluieren gilt.

Literatur

Allmer, H. (1996). *Erholung und Gesundheit*. Göttingen: Hogrefe.

American College Health Association. (2007). American college health association national college health assessment spring 2006 reference group data report. *Journal of American College Health*, 55 (4), 195-206.

Bailer, J., Schwarz, D., Witthöft, M., Stübinger, C., & Rist, F. (2008). Prävalenz psychischer Syndrome bei Studierenden einer deutschen Universität. *PPmP-Psychotherapie · Psychosomatik · Medizinische Psychologie*, 58 (11), 423-429.

Bortz, J., & Döring, N. (2007). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.

Brandl-Bredenbeck, H. P., Kämpfe, A., & Köster, C. (2013). Gesundheit von Lehramtsstudierenden – Ausgewählte Ergebnisse einer empirischen Untersuchung an der Universität Paderborn. In *Gesundheitsförderung im Setting Schule* (S. 329-345). Springer VS, Wiesbaden.

Bray, S. R., & Kwan, M. Y. (2006). Physical activity is associated with better health and psychological well - being during transition to university life. *Journal of American College Health*, 55 (2), 77-82.

Busch, V., Loyen, A., Lodder, M., Schrijvers, A. J., van Yperen, T. A., & de Leeuw, J. R. (2014). The effects of adolescent health - related behavior on academic performance: a systematic review of the longitudinal evidence. *Review of Educational Research*, 84 (2), 245-274.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Auflage). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Dadaczynski, K. (2012). Stand der Forschung zum Zusammenhang von Gesundheit und Bildung. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie* 20(3), 141–153.

Dadaczynski, K. & Schiemann, S. (2015). Welchen Einfluss haben körperliche Aktivität und Fitness im Kindes - und Jugendalter auf Bildungsergebnisse? *Sportwissenschaft* 45 (4), 190–199.

Finger, J. D., Tafforeau, J., Gisle, L., Oja, L., Ziese, T., Thelen, J. et al. (2015). Development of the European health interview survey - physical activity questionnaire (EHIS-PAQ) to monitor physical activity in the European Union. *Archives of Public Health*, 73 (1), 59.

Fuchs, R. & Klaperski, S. (2012). Sportliche Aktivität und Stressregulation. In R. Fuchs & W. Schlicht (Hrsg.), *Sportaktivität und seelische Gesundheit* (S. 100-121). Göttingen. Hogrefe.

Gardner, M., Roth, J. & Brooks-Gunn, J. (2011). Sports participation and juvenile delinquency. The role of the peer context among adolescent boys and girls with varied histories of problem behavior. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 1, 19–37.

Gerlach, E. & Brettschneider, W.-D. (2013). *Aufwachsen mit Sport. Befunde einer 10-jährigen Längsschnittstudie zwischen Kindheit und Adoleszenz* (Sportentwicklungen in Deutschland, Bd. 23). Aachen: Meyer & Meyer.

Göring, A., & Möllenbeck, D. (2010). Gesundheitspotenziale des Hochschulsports. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 5 (3), 238-242.

Guedes, N. P. & Wollesen, B. (2015). Gesundheitliche Belastungen, Gesundheitskonzepte und Umsetzungshindernisse in der Gesundheitsförderung von Studierenden. In A. Göring & D. Möllenbeck (Hrsg.), *Bewegungsorientierte Gesundheitsförderung an Hochschulen* (S. 101-114). Göttingen: Universitätsverlag Göttingen.

Gusy, B., Lohmann, K. & Wörfel, F. (2015). Gesundheitsmanagement für Studierende – eine Herausforderung für Hochschulen. In B. Badura, A. Ducki, H. Schröder, J. Klose & M. Meyer

(Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2015. Neue Wege für mehr Gesundheit - Qualitätsstandards für ein zielgruppenspezifisches Gesundheitsmanagement* (S. 249–258). Berlin: Springer.

Grützmacher, J., Guysy, B., Lesener, T., Sudheimer, S. & Willige, J. (2018). *Gesundheit Studierender in Deutschland 2017. Ein Kooperationsprojekt zwischen dem Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, der Freien Universität Berlin und der Techniker Krankenkasse*. Hannover.

Hasselhorn, H. M. & Freude, G. (2007). *Der Work Ability Index. Ein Leitfadens*. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW Verl. für Neue Wiss.

Hayes, A. F. (2012). PROCESS: A versatile computational tool for observed variable mediation, moderation, and conditional process modeling. [White paper]. <http://www.afhayes.com/public/process2012.pdf>

Hayes, A. F. (2017). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. Guilford Publications.

Jeckel, S. & Sudeck, G. (2016). Physical activity and affective well-being in everyday life: Comparing sport activities and daily physical activities regarding acute and sustainable associations. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie – European Journal of Health Psychology*, 24, 130-144.

Lisha, N. E. & Sussman, S. (2010). Relationship of high school and college sports participation with alcohol, tobacco, and illicit drug use. A review. *Addictive behaviors*, 35 (5), 399–407.

Möllenbeck, D. (2014). Gesundheitliche Ressourcen und Belastungen von Studierenden. In A. Göring & D. Möllenbeck (Hrsg.), *Bewegungsorientierte Gesundheitsförderung an Hochschulen* (Hochschulsport: Bildung und Wissenschaft, 3, S. 167-182). Göttingen: Universitätsverlag Göttingen.

Möllenbeck, D., & Göring, A. (2014). Sportliche Aktivität, Gesundheitsressourcen und Befinden von Studierenden: Eine Frage des Geschlechts? In S. Becker (Hrsg.), *Aktiv und Gesund?* (S. 449-474). Springer S: Wiesbaden.

Ottova-Jordan, V., Bilz, L., Finne, E. & Ravens-Sieberer, U. (2016). Psychische Gesundheit und Wohlbefinden von Schülerinnen und Schülern. In L. Bilz, G. Sudeck, J. Bucksch, A. Klocke, P. Kolip, W. Melzer et al. (Hrsg.), *Schule und Gesundheit. Ergebnisse des WHO-Jugendgesundheits surveys 'Health Behaviour in School-aged Children'* (S. 48-64). Weinheim: Beltz Juventa.

Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC) (2018). *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report*. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services.

Pahmeier, I. (2012). Sportliche Aktivität und psychosomatische Beschwerden. In R. Fuchs & W. Schlicht (Hrsg.), *Sportaktivität und seelische Gesundheit* (S. 78-99). Göttingen: Hogrefe.

Paulus, P. (2002). Gesundheitsförderung im Setting Schule. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 45 (12), 970–975.

Paulus & Dadaczynski (2016). Aktuelle Trends und Herausforderungen in der schulischen Prävention. In L. Bilz, G. Sudeck, J. Bucksch, A. Klocke, P. Kolip, W. Melzer et al. (Hrsg.), *Schule und Gesundheit. Ergebnisse des WHO-Jugendgesundheits surveys 'Health Behaviour in School-aged Children'* (S. 284-311). Weinheim: Beltz Juventa.

Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34, 766-786.

Rütten, A. & Pfeifer, K. (2016). *Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung*. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (Forschung und Praxis der Gesundheitsförderung, Sonderheft 03).

- Sallis, J. F., Frank, L. D., Saelens, B. E. & Kraft, M. K. (2004). Active transportation and physical activity. Opportunities for collaboration on transportation and public health research. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38 (4), 249–268.
- Schneider, W. & Lindenberger, U. (2012). *Entwicklungspsychologie*. Weinheim: Beltz Verlagsgruppe.
- Schüttoff, U., & Pawlowski, T. (2018). Seasonal variation in sports participation. *Journal of Sports Sciences*, 36 (4), 469-475.
- Sibley, B. A., & Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric exercise science*, 15 (3), 243-256.
- Stock, C. & Krämer, A. (2001): Die Gesundheit von Studierenden im Studienverlauf. *Das Gesundheitswesen*, 63, 56–59.
- Sudeck, G. & Conzelmann, A. (2011). Motivbasierte Passung von Sportprogrammen: Explizite Ziele und Motive als Moderator von Befindlichkeitsveränderungen durch sportliche Aktivität. *Sportwissenschaft*, 41, 175-189.
- Sudeck, G., Jeckel, S., & Schubert, T. (2018). Individual Differences in the Competence for Physical-Activity-Related Affect Regulation Moderate the Activity–Affect Association in Real-Life Situations. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 40, 196-205.
- Sudeck, G. & Pfeifer, K. (2016). Physical activity-related health competence as an integrative objective in exercise therapy and health sports – Conception and validation of a short questionnaire. *German Journal of Sport Science*, 46, 74-87.
- Suhrcke, M. & de Paz Nieves, C. (2011). *The impact of health and health behaviours on educational outcomes in high-income countries. A review of the evidence*. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe.
- Techniker Krankenkasse (2015). *TK-CampusKompass: Umfrage zur Gesundheit von Studierenden*. TK: Hamburg.

Thiel, A., Seiberth, K. & Mayer, J. (2018). *Sportsoziologie. Ein Lehrbuch in 13 Lektionen* (2. neu bearbeitete Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.

von Haaren, B., Haertel, S., Stumpp, J., Hey, S. & Ebner-Priemer, U. (2015). Reduced emotional stress reactivity to a real-life academic examination stressor in students participating in a 20-week aerobic exercise training: A randomised controlled trial using ambulatory assessment. *Psychology of Sport and Exercise*, 20, 67-75.

World Health Organization. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva, Switzerland: WHO.

4.2 **Manuskript II: Physical activity improves stress load, recovery, and academic performance-related parameters among university students: a longitudinal study on daily level**

Manuskript II: Teuber, M, Leyhr, D. & Sudeck, G. (2023 submitted). Physical activity improves stress load, recovery, and academic performance-related parameters among university students: a longitudinal study on daily level. *BMC Public Health*

[The present manuscript corresponds to the version first submitted for publication in the journal *BMC Public Health*. This preprint has not undergone peer review or any post-submission improvements or corrections. The Version of Record of this article is published in *BMC Public Health*, and is available online at <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18082-z>.]

Abstract: *Background:* Physical activity has been proven to be beneficial for physical and psychological health as well as for academic achievement. However, especially university students are insufficiently physically active because of difficulties in time management regarding study, work, and social demands. As they are at a crucial life stage, it is of interest how physical activity affects university students' stress load and recovery as well as their academic performance.

Methods: Student's behavior during home studying in times of COVID-19 was examined longitudinally on a daily basis during a ten-day study period ($N = 57$). Two-level regression models were conducted to predict daily variations in stress load, recovery and perceived academic performance depending on leisure-time physical activity and short physical activity breaks during studying periods. Parameters of the individual home studying behavior were also taken into account as covariates.

Results: While physical activity breaks only positively affect stress load (functional stress $\beta = 0.032$, $p < 0.01$) and perceived academic performance ($\beta = 0.121$, $p < 0.001$), leisure-time

physical activity affects parameters of stress load (functional stress: $\beta = 0.003$, $p < 0.001$, dysfunctional stress: $\beta = -0.002$, $p < 0.01$), recovery experience ($\beta = -0.003$, $p < 0.001$) and perceived academic performance ($\beta = 0.012$, $p < 0.001$). Home study behavior regarding the number of breaks and longest stretch of time also shows associations with recovery experience and perceived academic performance.

Conclusions: Study results confirm the importance of different physical activities for university students' stress load, recovery experience and perceived academic performance in home studying periods. Universities should promote physical activity to keep their students healthy and capable of performing well in academic study: On the one hand, they can offer opportunities to be physically active in leisure time. On the other hand, they can support physical activity breaks during the learning process and in the immediate location of study.

Keywords: physical activity, physical activity breaks, stress load, recovery, psychological detachment, academic performance, attention, study ability, university students

Introduction

Physical activity (PA) takes a particularly key position in health promotion and prevention. It reduces risks for several diseases, overweight, and all-cause mortality (1) and is beneficial for physical, psychological and social health (2-6) as well as for academic achievement (7, 8). However, PA levels decrease from childhood through adolescence and into adulthood (9-11). Especially university students are insufficiently physically active according to health-oriented PA guidelines (12) because of academic workloads as well as difficulties in time management regarding study, work, and social demands (13). Due to their independence and increasing self-responsibility, university students are at a crucial life stage. In this essential and still educational stage of the students' development, it is important to study their PA behavior. In light of this, the present study examines how PA affects university students' academic situations.

Along with the promotion of PA, the reduction of sedentary behavior has also become a crucial part of modern health promotion and prevention strategies. Spending too much time sitting

increases many health risks, including the risk of obesity (14), diabetes (15) and other chronic diseases (14), damage to muscular balances, bone metabolism and musculoskeletal system (16) and even early death (14). University students are a population that has shown the greatest increase in sedentary behavior over the last two decades (17). In Germany, they show the highest percentage of sitting time among all working professional groups (18). Long times sitting in classes, self-study learning, and through smartphone use, all of which are connected to the university setting and its associated behaviors, could be the causal here (19, 20). This goes along with technological advances which allow students to study in the comfort of their own homes without changing locations (21).

To counter a sedentary lifestyle, PA is crucial. In addition to its physical health advantages, PA is essential for coping with the intellectual and stress-related demands of academic life. PA shows positive associations with stress load and academic performance. It is positively associated with learning and educational success (7) and even shows stress-regulatory potential (22). In contrast, sedentary behavior is associated with lower cognitive performance (23). Moreover, theoretical derivations show that too much sitting could have a negative impact on brain health and diminish the positive effects of PA (15). Given the theoretical background of the stressor detachment model (24) and the cybernetic approach to stress management in the workplace (25), PA can serve as a recovery experience, it can enhance academic performance, and it is a way to reduce the impact of study-related stressors on strain. Load-related stress response can be bilateral: On the one hand, it can be functional if it is beneficial to help cope with the study demands. On the other hand, it can be dysfunctional if it put a strain on personal resources and can lead to load-related states of strain (26). Thus, both, the promotion of PA and reduction of sedentary behavior are important for stress load, recovery, and performance in student life, which can be of particular importance for students in an academic context.

A simple but (presumably) effective way to integrate PA and reduce sedentary behavior in student life are short PA breaks. Due to the exercises' simplicity and short duration, students can perform them wherever they are — together in a lecture or alone at home. Short PA breaks

could prevent an accumulation of negative stressors during the day and can help with prolonged sitting as well as inactivity. Especially in the university setting, evidence of the positive effects of PA breaks exists for self-perceived physical and psychological well-being of the university students (27). PA breaks buffer university students' perceived stress (28) and show positive impacts on recovery need (29) and better mood ratings (30, 31). In addition, there is evidence for reduction in tension (29), overall muscular discomfort (32), daytime sleepiness or fatigue (32, 33) and increase in vigor (33) and experienced energy (29).

Therefore, this study is guided by an inquiry into how PA affects university students' stress load and recovery as well as their perceived academic performance. Therefore, the student's behavior during home studying in times of COVID-19 is examined, a time in which reinforced prolonged sitting, inactivity, and a negative stress load response was at a high (34-38). Based on the mentioned evidence, we assume that PA has a positive impact on stress load, recovery, and perceived academic performance-related parameters. Furthermore, a side effect of the home study behavior on the mentioned parameters is assumed regarding the accumulation of negative stressors during home studying. These associations are presented in Figure 7 and summarized in the following hypotheses:

Hypothesis 1 (path 1): Given that stress load always occurs as a duality - beneficial if it is functional for coping, or exhausting if it puts a strain on personal resources (26) – we consider two variables for stress load: functional stress and dysfunctional stress. PA (whether performed in leisure-time or during PA breaks) encourages functional stress and reduce dysfunctional stress (1.A) and has a positive effect on recovery experience through psychological detachment (1.B).

Hypothesis 2 (path 2): Academic performance-related parameters are positively influenced by PA (whether done in leisure-time or during PA breaks). PA reduces self-reported attention difficulties (2.A) and improves perceived study ability, indicating that a student feels capable of performing well in academic study (2.B).

Hypothesis 3: We assume that longer time spent on home studying could result in higher accumulation of stressors throughout the day which could elicit immediate stress responses, while breaks in general could reduce the influence of work-related stressors on strain and well-being (39, 40). Therefore, the following covariates are considered for secondary effects:

- the daily longest stretch of time without a break spent on home studying
- the daily number of breaks during home studying

To examine these hypothesized associations, a longitudinal study design with daily surveys was chosen following the suggestion of the psychological detachment model of Sonnentag and Fritz (2015). Considering that there are also differences between people at the beginning of the study period, initial base-line value variables respective to the outcomes measured before the study period were considered as independent covariates. Therefore, the well-being at baseline serves as a control for stress load (2.A), the psychological detachment at baseline serves as a control for daily psychological detachment (2.B), the perception of study demands serves as a control for self-reported attention difficulties (1.A), and the perceived study ability at baseline serves as a control for daily study ability (2.B).

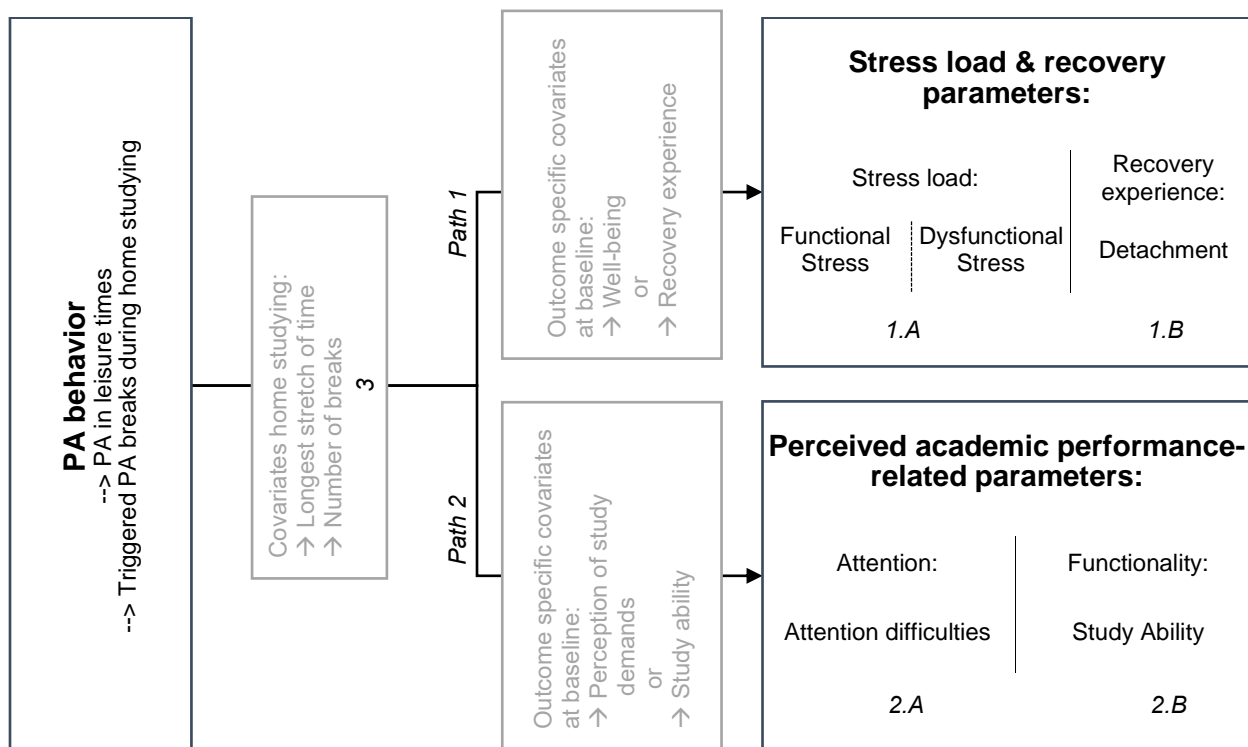


Figure 7. Overview of the assumed effects of physical activity (PA) behavior on variables of stress load and recovery and perceived academic performance-related parameters.

Methods

Study setting

The study was carried out during the COVID-19 pandemic containment phase. It took place in the middle of the lecture period between 25th of November and 4th of December 2020. Student life was characterized by home studying and digital learning. A so called “digital semester” was in effect at the University of Tübingen when the study took place. Hence, courses were mainly taught online (e.g., live or via a recorded lecture). Other events and actions at the university were not permitted. As such, the university sports department closed in-person sports activities. For leisure time in general, there were contact restrictions (social distancing), the performance of sports activities in groups was not permitted, and sports facilities were closed.

Thus, the university sports department of the University of Tübingen launched various online sports courses and the student health management introduced an opportunity for a new digital form of PA breaks. This opportunity provided PA breaks via videos with guided physical exercises and health-promoting explanations for a PA break for everyday home studying: the so called “Bewegungssnack digital” [in English “exercise snack digital” (ESD)] (41). The ESD videos took 5–7 minutes and were categorized into three thematic foci: activation, relaxation, and coordination. Exercises were demonstrated by one or two student exercise leaders, accompanied by textual descriptions of the relevant execution features of each exercise.

Participants

Participants were recruited within the framework of an intervention study, which was conducted to investigate whether a digital nudging intervention has a beneficial effect on taking PA breaks during home study periods (41). Students at the University of Tübingen were approached for participation through a variety of digital means: via an email sent to those who registered for ESD course on the homepage of the university sports department and to all students at the University of Tübingen via the university email distribution list; via advertisement on social media of the university sports department of Tübingen (Facebook, Instagram, YouTube, homepage). Five tablets, two smart watches, and one iPad were raffled off to participants who

engaged actively during the full study period in an effort to motivate them to stick with it to the end. In any case, participants knew that the study was voluntary and that they would not suffer any personal disadvantages should they opt out. There was a written informed consent prompt together with a prompt for the approval of the data protection regulations immediately within the first questionnaire (T0) presented in a mandatory selection field. Positive ethical approval for the study was given by the first author's institution's ethics committee of the faculty of the University of Tübingen.

Participants ($N = 57$) who completed the daily surveys on at least half of the days of the study period, were included in the sample (male = 6, female = 47, diverse = 1, not stated = 3). Their age was between 18 and 32 years ($M = 23.52$, $SD = 2.81$) and they were studying between the 1st to 13th semester ($M = 5.76$, $SD = 4.11$) within the following major courses of study: mathematical-scientific majors (34.0 %), social science majors (22.6 %), philosophical majors (18.9 %), medicine (13.2 %), theology (5.7 %), economics (3.8 %), or law (1.9 %). 20.4 % of the students had on-site classroom teaching on university campus for at least one day a week despite the mandated digital semester, as there were exceptions for special forms of teaching.

Design and procedures

Subjects were asked to continue with their normal home study routine and additionally perform ESD at any time in their daily routine. Data were collected one to two days before (T0) as well as daily during the ten-day study period (Wednesday to Friday). The daily surveys (t_1 - t_{10}) were sent by email at 7 p.m. every evening. Each day, subjects were asked to answer questions about their home studying behavior, study related requirements, recovery experience from study tasks, attention, and PA, including ESD participation. The surveys were conducted online using the UNIPARK software and were recorded and analyzed anonymously. The exercise instructors and video designers of the ESD only knew the goal of the ESD and the use in student life.

Measures and covariates

Outcome variables

Stress load & recovery parameters (hypothesis 1)

Stress load was included in the analysis with two variables: functional stress and dysfunctional stress. Followingly, a questionnaire containing a word list of adjectives for the recording of emotions and stress during work (called "Erfassung von Emotionen und Beanspruchung" in German, also known as EEB (42)) was used. Within the questionnaire, mental and motivational stress items were combined to form a functional stress scale ($\alpha = .89$) and negative emotional and physical stress items were combined to form dysfunctional stress scale ($\alpha = .71$). Participants rated the items according to how they felt about home studying in general on the following scale (adjustment from "work" to "home studying"): hardly, somewhat, to some extent, fairly, strongly, very strongly, exceptionally.

Recovery experience was measured via psychological detachment. Therefore, the dimension "detachment" of the Recovery Experience Questionnaire (RECQ (43)) was adjusted to home studying. The introductory question was "How did you experience your free time (including short breaks between learning) during home studying today?". Students responded to four statements based on the extent to which they agreed or disagreed (not at all true, somewhat true, moderately true, mostly true, completely true). The statements covered subjects such as forgetting about studying, not thinking about studying, detachment from studying, and keeping a distance from student tasks. The four items were combined into a score for psychological detachment ($\alpha = .94$).

Academic performance-related parameters (hypothesis 2)

Attention was assessed via the subscale "difficulty maintaining focused attention performance" of the "Attention and Performance Self-Assessment" (ASPA, AP-F2 (44)). It contains nine items with statements about disturbing situations regarding concentration (e.g. "Even a small noise from the environment could disturb me while reading."). Participants had to answer how often

such situations happened to them on a given day on the following scale: never, rarely, sometimes, often, always. The nine items were combined into the AP-F2 score ($\alpha = .87$).

The perceived study ability was assessed using the study ability index (SAI (45)). The study ability index captures the current state of perceived functioning in studying. It is based on the Work Ability Index by Hasselhorn and Freude ((46)) and consists of an adjusted short scale of three adapted items in the context of studying. Firstly, (a) the perceived academic performance was asked after in comparison to the best study-related academic performance ever achieved (from 0 = completely unable to function to 10 = currently best functioning). Secondly, the other two items were aimed at assessing current study-related performance in relation to (b) study tasks that have to be mastered cognitively and (c) the psychological demands of studying. Both items were answered on a five-point Likert scale (1 = very poor, 2 = rather poor, 3 = moderate, 4 = rather good, 5 = very good). A sum index, the SAI, was formed which can indicate values between 2 and 20, with higher values corresponding to higher assessed functioning in studies ($\alpha = 0.86$). In a previous study it already showed satisfying reliability ($\alpha = 0.72$) (45).

Independent variables

PA behavior

Two indicators for PA behavior were included: the time spent on ESD and the time spent on leisure-time PA (LTPA). Participants were asked the following overarching question daily: "How much time did you spend on physical activity today and in what context". For the independent variable time spent on PA breaks, participants could answer the option "I participated in the Bewegungssnack digital" with the amount of time they spent on it (in minutes). To assess the time spent on LTPA besides PA breaks, participants could report their time for four different contexts of PA which comprised two forms: Firstly, structured supervised exercise was reported via time spent on (a) university sports courses and (b) other organized sports activities. Secondly, self-organized PA was indicated via (c) independent PA at home, such as a workout or similar vigorous activity such as cleaning or tidying up, as well as via (d) independent PA

outside, like walking, cycling, jogging, a workout or something similar. Referring to the different domains of health enhancing PA (47), the reported minutes of these four types of PA were summed up to a total LTPA value. The total LTPA value was included in the analysis as a metric variable in minutes.

Covariates (hypothesis 3)

Regarding hypothesis 3 and home study behavior, the longest daily stretch of time without a break spent on home studying (in hours) and the daily number of breaks during home studying was assessed. Therein, participants had to answer the overarching question “How much time did you spend on your home studying today?” and give responses to the items: (1) longest stretch of time for home studying (without a break), and (2) number of short and long breaks you took during home studying.

Four outcome specific baseline value variables were measured before the study period (at T0). The psychological detachment with the RECQ ($\alpha = .87$) (43) was assessed at the beginning to monitor daily psychological detachment. Further, the SAI (45) was assessed at the beginning of the study period to monitor daily study ability. To monitor daily stress load, which in part measures mental stress aspects and negative emotional stress aspects, the well-being was assessed at the beginning using the WHO-Five Well-being Index (WHO-5 (48)). It is a one-dimensional self-report measure with five items. The index value is the sum of all items, with higher values indicating better well-being. With respect to student life, daily academic performance-related attention was monitored with an instrument for the perception of study demands and resources (termed “Berliner Anforderungen Ressourcen-Inventar – Studierende” in German, the so-called BARI-S (49)). It contains eight items which capture overwork in studies, time pressure during studies, and the incompatibility of studies and private life. All together they form the BARI-S demand scale ($\alpha = .85$) which was included in the analysis. Additionally, age in years at T0 was considered as a sociodemographic factor.

Statistical analysis

Since the study design provided several measurement points for various people, the hierarchical structure of the nested data called for two-level analyses. Pre-analyses of Random-Intercept-Only models for each of the outcome variables (hypothesis 1 to 3) revealed an Intra-Class-Correlation (*ICC*) of at least 0.10 (range 0.26 – 0.64) and confirmed the necessity to perform multilevel analyses (50). Specifically, the day-level variables belong to Level 1 (ESD time, LTPA time, longest stretch of time without a break spent on home studying, daily number of breaks during home studying). To analyze day-specific effects within the person, these variables were centered on the person mean (cw = centered within) (51-54). This means that the analyses' findings are based on a person's deviations from their average values. The variables assessed at T0 belong to Level 2, which describe the person level (psychological detachment baseline, SAI baseline, well-being, study demands scale, age). These covariates on person level were centered around the grand mean (52) indicating that the analyses' findings are based how far an individual deviates from the sample's mean values. As a result, the models' intercept reflects the outcome value of an average student in the sample at his/her daily average behavior in PA and home study when all parameters are zero. For descriptive and inferential statistics, SPSS 28.0.1.1 (IBM) and R (version 4.1.2) were used. The hierarchical models were calculated using the package lme4 with the lmer-function in R in the following steps (55). The Null Model was analyzed for all models first, with the corresponding intercept as the only predictor. Afterwards, all variables were entered. The regression coefficients (β estimates) were considered for statistical significance for the models and the respective *BIC* was provided.

In total, five regression models with 'PA break time' and 'LTPA time' as independent variables were computed due to the five measured outcomes of the present study. Three models belonged to hypothesis 1 and two models to hypothesis 2.

Hypothesis 1: To test hypothesis 1.A two outcome variables were chosen for two separate models: 'functional stress' and 'dysfunctional stress'. Besides the PA behavior variables, the 'number of breaks', the 'longest stretch of time without a break spent on home studying', 'age',

and the 'well-being' at the beginning of the study as corresponding baseline variable to the output variable were also included as independent variables in both models. The outcome variable 'psychological detachment' was utilized in conjunction with the aforementioned independent variables to test hypotheses 1.B, with one exception: psychological detachment at the start of the study was chosen as the corresponding baseline variable.

Hypothesis 2: To investigate hypothesis 2.A the outcome variable 'attention difficulties' was selected. Hypothesis 2.B was tested with the outcome variables 'study ability'. Both models included both PA behavior variables as well as the 'number of breaks', the 'longest stretch of time without a break spent on home studying', 'age' and one corresponding baseline variable each: the 'study demand scale' at the start of the study for 'attention difficulties' and the 'SAI' at the beginning of the study for the daily 'study ability'.

Hypothesis 3: In addition to both PA behavior variables, age and one baseline variable that matched the outcome variable, the covariates 'daily longest stretch of time spent on home studying' and 'daily number of breaks during home studying' were included in the models for all five outcome variables.

Handling missing data

The dataset had up to 18 % missing values (most exhibit the variables 'daily longest stretch of time without a break spent on home studying' with 17.89 % followed by 'daily number of breaks during homes studying' with 16.67 %, and 'functional / dysfunctional stress' with 12.45 %). Therefore, a sensitivity analysis was performed to consider the influence of these missing values. The models were recalculated using imputed datasets. The multiple imputation mice-package in the statistical program R was used to estimate the imputed datasets (multiple imputation by chained equations) (56). The package howManyImputation based on Von Hippel (2020, (57)) suggested 31 to 46 imputed datasets depending on the models. As such, the highest suggested number of datasets was computed. The estimates of each model of all imputed datasets were pooled together with the additional broom package (58) to get average regression coefficients and correct standard errors. Subsequently, the estimates and their

corresponding p -values between the main analysis and the sensitivity analysis were compared. The results of the models remained the same, with one exception for the Attention Difficulties Model: The daily longest stretch of time without a break spent on home studying showed a significant association (Table 1 in supplement). Due to this almost perfect consistency of results between analyses based on the dataset with missing data and those with imputed data alongside the lack of information provided by the packages for imputed datasets, we decided to stick with the main analysis including the missing data. Thus, in the following the results of the main analysis without imputations are presented.

Results

Table 12 shows the descriptive statistics of the variables used in the analysis. An overview of the analysed models is presented in Table 13.

Table 12. Descriptive statistics of the variables used in the analysis

		<i>M (SD)</i>
<i>Daily outcome variables</i>		
<i>Variables for hypothesis 1</i>	Functional stress (1.A)	3.55 (1.10)
	Dysfunctional stress (1.A)	2.47 (1.01)
	Psychological detachment (1.B)	3.24 (1.01)
<i>Variables for hypothesis 2</i>	Attention difficulties (2.A)	2.32 (0.75)
	SAI (2.B)	12.52 (3.20)
<i>Independent variables</i>		
<i>PA behavior</i>	PA break time via ESD participation time (in min)	5.29 (6.30)
	LTPA time (in min)	54.77 (57.96)
<i>Variables for hypothesis 3</i>	Number of breaks during homes studying	2.92 (2.26)
	Longest stretch of time without a break spent on home studying (in hours)	1.87 (1.16)
<i>Covariates at T0</i>	Age	23.52 (2.78)
	Well-being	11.43 (4.12)
	Detachment	2.37 (0.79)
	Study demands scale	3.49 (0.88)
	SAI	12.67 (3.12)

Table 13. Overview of the models (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$)

		Hypothesis 1: Stress load & recovery parameters β (SE)			Hypothesis 2: Academic performance-related parameters β (SE)		
		Functional Stress Model	Dysfunctional Stress Model	Detachment Model	Attention Difficulties Model	Study Ability Model	
Intercept		3.594*** (0.102)	2.417*** (0.114)	3.227*** (0.081)	2.315*** (0.067)	12.583*** (0.236)	
Level 1 time-varying	PA behavior	PA breaks via ESD min (cw2)	0.032** (0.010)	-0.000 (0.008)	0.010 (0.010)	-0.002 (0.007)	0.121*** (0.033)
		LTPA min (cw2)	0.003*** (0.001)	-0.002** (0.001)	0.003*** (0.001)	-0.003*** (0.001)	0.012*** (0.003)
	Covariates	Number of breaks (cw2)	0.031 (0.025)	-0.033 (0.020)	-0.058** (0.022)	-0.000 (0.015)	0.183* (0.074)
		Longest stretch of time without a break spent on home studying (cw2)	0.004 (0.043)	-0.027 (0.034)	-0.120** (0.042)	0.040 (0.028)	0.253 (0.139)
Level 2 time invariant	Covariates	Age (c2)	0.032 (0.037)	0.005 (0.041)	0.013 (0.030)	0.023 (0.024)	0.044 (0.086)
		Outcome specific baseline covariates	T0 well-being (c2)	0.089*** (0.025)	-0.035 (0.028)		
	T0 detachment (c2)				0.471*** (0.103)		
	T0 study demands scale (c2)					0.240** (0.076)	
	T0 SAI (c2)						0.335*** (0.075)
Marginal R^2 / Conditional R^2		0.133 / 0.530	0.027 / 0.647	0.180 / 0.457	0.126 / 0.514	0.175 / 0.393	
<i>BIC</i>		1120.7	966.1	1113.9	802.7	2148.2	

^{a)} Those variables were only included in the appropriate model since they are outcome-specific covariates.
Cw = centered within, c2 = grand centered, PA = physical activity, ESD = exercise snack digital, LTPA = leisure-times physical activity, SE = standard error

Effects on stress load and recovery (hypothesis 1)

Hypothesis 1.A: The Model Functional Stress explained 13 % of the variance by fixed factors (marginal $R^2 = 0.13$), and 52 % by both fixed and random factors (conditional $R^2 = 0.52$). The time spent on ESD as well as the time spent on PA in leisure showed a positive significant influence on functional stress ($\beta = 0.032$, $p < 0.01$). A one-unit increase in ESD relative to the mean within the person was associated with an increase in functional stress by 0.032. The same applied to LTPA: A one-unit increase in LTPA relative to the mean within the person was associated with an increase by $\beta = 0.003$ in functional stress ($p < 0.001$). The Model Dysfunctional Stress (marginal $R^2 = 0.027$, conditional $R^2 = 0.647$) showed only one significant result. The dysfunctional stress was only significantly negatively influenced by the time spent on LTPA ($p < 0.01$). A one-unit increase in LTPA relative to the person's mean was associated with a decrease in dysfunctional stress by $\beta = 0.002$.

Hypothesis 1.B: With the Model Detachment, fixed factors contributed 18 % of the explained variance and fixed and random factors 46 % of the explained variance for psychological detachment. Only the amount of time spent on LTPA revealed a positive impact on psychological detachment ($p < 0.001$): A one-unit increase in LTPA relative to the person's mean was associated with an increase in daily psychological detachment by $\beta = 0.003$.

Effects on academic performance-related parameters (hypothesis 2)

Hypothesis 2.A: The Model Attention Difficulties showed 13 % of the variance explained by fixed factors, and 51 % explained by both fixed and random factors. It showed a significant negative association only for the time spent on LTPA ($p < 0.001$): A one-unit increase in LTPA relative to the person's mean was associated with a decrease in difficulties in attention by $\beta = 0.003$.

Hypothesis 2.B: The Model SAI showed 18 % of the variance explained by fixed factors, and 39 % explained by both fixed and random factors. There were significant positive associations for time spent on ESD ($p < 0.001$) and time spent on LTPA ($p < 0.001$): A one-unit increase in ESD time relative to the person's mean was associated with an increase in SAI by $\beta = 0.121$.

The same applied to LTPA: A one-unit increase in LTPA time relative to the person's mean was associated with an increase in SAI by $\beta = 0.012$ ($p < 0.001$).

Effects of home study behavior (hypothesis 3)

Regarding the independent covariates for the outcome variables functional and dysfunctional stress, there were no significant results for the number of breaks during home studying or the longest stretch of time without a break spent on home studying. Considering the outcome variable 'psychological detachment', there were significant results with negative impact for both study behavior variables: A one-unit increase in breaks during home studying relative to the person's mean was associated with a decrease in psychological detachment by $\beta = 0.058$ ($p < 0.01$) and a one-unit increase in the daily longest stretch of time without a break spent on home studying relative to the person's mean was associated with a decrease in psychological detachment by $\beta = 0.120$ ($p < 0.01$). Evaluating the outcome variables 'attention difficulties', there were no significant results for the number of breaks during home studying or the longest stretch of time without a break spent on home studying. Testing the independent study behavior variables for the SAI, it increased by $\beta = 0.183$ when there was a one-unit increase in daily breaks during home studying relative to the person's mean ($p < 0.05$). No significant effect was found for the longest stretch of time without a break spent on home studying ($p = 0.07$).

The baseline covariates of the models showed expected associations and thus confirmed their inclusion. The baseline variables well-being showed a significant impact on functional stress ($\beta = 0.089$, $p < 0.001$), psychological detachment showed a positive effect on the daily output variables psychological detachment ($\beta = 0.471$, $p < 0.001$), study demand scale showed a positive association on difficulties in attention ($\beta = 0.240$, $p < 0.01$), and baseline SAI had a positive effect on the daily SAI ($\beta = 0.335$, $p < 0.001$).

Discussion

The present study theorized that PA breaks and LTPA positively influence the academic situation of university students. Therefore, impact on stress load ('functional stress' and 'dysfunctional stress') and 'psychological detachment' as well as academic performance-

related parameters 'self-reported attention difficulties' and 'perceived study ability' was taken into account. The first and second hypotheses assumed that both PA breaks and LTPA are positively associated with the aforementioned parameters and were confirmed for LTPA for all parameters and for PA breaks for functional stress and perceived study ability. The third hypothesis assumed that home study behavior regarding the daily number of breaks during home studying and longest stretch of time without a break spent on home studying has side effects. Detected negative effects for both covariates on psychological detachment and positive effects for the daily number of breaks on perceived study ability were partly unexpected in their direction. These results emphasize the key position of PA in the context of modern health promotion especially for students in an academic context.

Regarding hypothesis 1 and the detected positive associations for stress load and recovery parameters with PA, the results are in accordance with the stress-regulatory potential of PA from the state of research (22). For hypothesis 1.A, there is a positive influence of PA breaks and LTPA on functional stress and a negative influence of LTPA on dysfunctional stress. Given the bilateral role of stress load, the results indicate that PA breaks and LTPA are beneficial for coping with study demands, and may help to promote feelings of joy, pride, and learning progress (26). This is in line with previous evidence that PA breaks in lectures can buffer university students' perceived stress (28), lead to better mood ratings (28, 30), and increase in motivation (27, 59), vigor (33), energy (29), and self-perceived physical and psychological well-being (27). Looking at dysfunctional stress, the result point that LTPA counteract load-related states of strain such as inner tension, irritability and nervous restlessness or feelings of boredom (26). In contrast, short PA breaks during the day could not have enough impact in countering dysfunctional stress at the end of the day regarding the accumulation of negative stressors during home studying which might have occurred after the participant took PA breaks. Other studies have been able to show a reduction in tension (29) and general muscular discomfort (32) after PA breaks. However, this was measured as an immediate effect of PA breaks and not with general evening surveys. Blasche and colleagues (2018, (33)) measured effects immediately and 20 minutes after different kind of breaks and found that PA breaks led

to an additional short- and medium-term increase in vigor while the relaxation break lead to an additional medium-term decrease in fatigue compared to an unstructured open break. This is consistent with the results of the present study that an effect of PA breaks is only observed for functional stress and not for dysfunctional stress. Furthermore, there is evidence that long sitting during lectures leads to increased fatigue and lower concentration (30, 60), which could be counteracted by PA breaks. For both types of stress loads, functional and dysfunctional stress, there is an influence of students' well-being in this study. This shows that the stress load is affected by the way students have mentally felt over the last two weeks. The relevance of monitoring this seems important especially in the time of COVID-19 as, for example, 65.3 % of the students of a cross-sectional online survey at an Australian university reported low to very low well-being during that time (61). However, since PA and well-being can support functional stress load, they should be of the highest priority - not only as regards the pandemic, but also in general.

Looking at hypothesis 1.B; while there is a positive influence of LTPA on experienced psychological detachment, no significant influence for PA breaks was detected. The fact that only LTPA has a positive effect can be explained by the voluntary character of the activity (52). The voluntary character ensures that stressors no longer affect the student and, thus, recovery as detachment can take place. Home studying is not present in leisure times, and thus detachment from study is easier. The PA break videos, on the other hand, were shot in a university setting, which would have made it more difficult to detach from study. In order to further understand how PA breaks affect recovery and whether there is a distinction between PA breaks and LTPA, future research should also consider other types of recovery (e.g. relaxation, mastery, and control). Additionally, different types of PA breaks, such as group PA breaks taken on-site versus video-based PA breaks, should be taken into account.

Considering the confirmed positive associations for academic performance-related parameters of hypothesis 2, the results are in accordance with the evidence of positive associations between PA and learning and educational success (7), as well as between PA breaks and better cognitive functioning (27). Looking at the self-reported attention difficulties of hypothesis

2.A, only LTPA can counteract it. PA breaks showed no effects, contrary to the results of a study of Löffler and colleagues (2011, (30)), in which acute effects of PA breaks could be found for higher attention and cognitive performance. Furthermore, the perception of study demands before the study periods has a positive impact on difficulties in attention. That means that overload in studies, time pressure during studies, and incompatibility of studies and private life leads to higher difficulties with attention in home studying. In these conditions, PA breaks might have been seen as interfering, resulting in the expected beneficial effects of exercise on attention and task-related participation behavior (62, 63) therefore remaining undetected. With respect to the COVID-19 pandemic, accompanying education changes, and an increase in student's worries (64, 65), the perception of study demands could be affected. This suggests that especially in times of constraint and changes, it is important to promote PA in order to counteract attention difficulties. This also applies to post-pandemic phase.

Regarding the perceived academic performance of hypothesis 2.B, both PA breaks and LTPA have a positive effect on perceived study ability. This result confirms the positive short-term effects on cognition tasks (66). It is also in line with the positive function of PA breaks in interrupting sedentary behavior and therefore counteracting the negative association between sitting behavior and lower cognitive performance (23). Additionally, this result also fits with the previously mentioned positive relationship between LTPA and functional stress and between PA breaks and functional stress.

According to hypothesis 3, in relation to the mentioned stress load and recovery parameters, there are negative effects of the daily number of breaks during home studying and the longest stretch of time without a break spent on home studying on psychological detachment. As stressors result in negative activation, which impede psychological detachment from study during non-studying time (24), it was expected and confirmed that the longest stretch of time without a break spent on home studying has a negative effect on detachment. Initially unexpected, the number of breaks has a negative influence on psychological detachment, as breaks could prevent the accumulation of strain reactions. However, if the breaks had no recovery effect through successful detachment, the number might not have any influence on

recovery via detachment. This is indicated by the PA breaks, which had no impact on psychological detachment. Since there are other ways to recover from stress besides psychological detachment, such as relaxation, mastery, and control (43), PA breaks must have had an additional impact in relation to the positive results for functional stress.

In relation to the mentioned academic performance-related parameters, only the number of breaks has a positive influence on the perceived study ability. This indicates that not only PA breaks but also breaks in general lead to better perceived functionality in studying. Paulus and colleagues (2021) found out that an increase in cognitive skills is not only attributed to PA breaks and standing breaks, but also to open breaks with no special instructions (27). Either way, they found better improvement in self-perceived physical and psychological well-being of the university students with PA breaks than with open breaks. This is also reflected in the present study with the aforementioned positive effects of PA breaks on functional stress, which does not apply to the number of breaks.

Limitations

Certain limitations must be taken into account. Regarding the imbalanced design toward more female students in the sample (47 female versus 6 male), possible sampling bias cannot be excluded. Gender research on students' emotional states during COVID-19, when this study took place, or students' acceptance of PA breaks is diverse and only partially supplied with inconsistent findings. For example, during the COVID-19 pandemic, some studies reported that female students were associated with lower well-being (61) or worse mental health trajectories (65, 67). Another study with a large sample of students from 62 countries reported that male students were more strongly affected by the pandemic because they were significantly less satisfied with their academic life (64). However, Keating and colleagues (2020) discovered that, despite the COVID-19 pandemic, females rated some aspects of PA breaks during lectures more positively than male students did. However, this was also based on a female slanted sample (68). Further studies are needed to get more insights into gender bias.

Furthermore, the small sample size combined with up to 16 % missing values comprises a significant short-coming. There were a lot of possibilities which could cause such missing data, like refused, forgotten or missed participation, technical problems, or deviation of the personal code for the questionnaire between survey times. Although the effects could be excluded by sensitive analysis due to missing data, the sample is still small. To generalize the findings, future replication studies are needed.

Additionally, PA breaks were only captured through participation in the ESD, the specially instructed PA break via video. Effects of other short PA breaks were not include in the study. However, participants were called to participate in ESD whenever possible, so the likelihood that they did take part in PA breaks in addition to the ESD could be ignored.

Moreover, the measuring instruments comprised the self-assessed perception of the students and thus do not provide an objective information. This must be considered, especially for measuring cognitive and academic-performance-related measures. Here, existing objective tests, such as multiple choice exams after a video-taped lecture (62) might have also been used. Nevertheless, such methods were mostly used in a lab setting and do not reflect reality. Due to economic reasons and the natural learning environment, such procedures were not applied in this study. However, the circumstances of COVID-19 pandemic allowed a kind of lab setting in real life, as there were a lot of restrictions in daily life which limited the influence of other covariates. The study design provides a real natural home studying environment, producing results that are applicable to the healthy way that students learn in the real world. As this study took place under the conditions of COVID-19, new transformations in studying were also taken into account, as home studying and digital learning are increasingly part of everyday study. Furthermore, the daily level of the study design provides advantages regarding the ability to observe changes in an individual's characteristics over the period of the study. Therefore, the present study extended the research to person-specific side-effects.

Conclusion and practical implications

The current findings confirm the importance of PA for university students' stress load, recovery experience, and academic performance-related parameters in home studying. Briefly summarized, it can be concluded that PA breaks positively affect stress load and perceived study ability. LTPA has a positive impact on stress load, recovery experience, and academic performance-related parameters regarding attention difficulties and perceived study ability. Following these results, universities should promote PA in both fashions in order to keep their students healthy and functioning: On the one hand, they should offer opportunities to be physically active in leisure time. This includes time, environment, and structural aspects. The university sport department, which offers sport courses and provides sport facilities on university campuses for students' leisure time, is one good example. On the other hand, they should support PA breaks during the learning process and in the immediate location of study. This includes, for example, providing instructor videos for PA breaks to use while home studying, and furthermore having instructors to lead in-person PA breaks in on-site learning settings like universities' libraries or even lectures and seminars. This not only promotes PA, but also reduces sedentary behavior and thereby reduces many other health risks.

List of abbreviations

ASPA = Attention and Performance Self-Assessment

BARI-S = Berliner Anforderungen Ressourcen-Inventar – Studierende (instrument for the perception of study demands and resources)

cw = centered within

c2 = grand centered

EEB = "Erfassung von Emotionen und Beanspruchung" (questionnaire containing a word list of adjectives for the recording of emotions and stress during work)

ESD = exercise snack digital (special physical activity break offer)

/ICC = Intra-Class-Correlation

LTPA = leisure time physical activity

PA = physical activity

RECQ = Recovery Experience Questionnaire

SAI = study ability index

WHO-5 = World Health Organization-Five Well-being index

Declarations

Ethics approval and consent to participate

The study involves human participants and was reviewed and approved by the Ethics Committee of the Faculty of Social Sciences and Economics, University of Tübingen (ref. A2.54-127_kr). The participants provided their written informed consent to participate in this study. All methods were carried out in accordance with relevant guidelines and regulations.

Consent for publication

Not applicable

Availability of data and materials

The datasets used and analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Funding

This research regarding the conduction of the study was funded by the Techniker Krankenkasse, health insurance fund.

Authors' contributions

M.T. and G.S. designed the study. M.T. coordinated and carried out participant recruitment and data collection. M.T. analyzed the data and M.T. and D.L. interpreted the data. M.T. drafted the initial version of the manuscript and prepared the figure and all tables. All authors contributed

to reviewing and editing the manuscript and have read and agreed to the final version of the manuscript.

Acknowledgements

We would like to thank Juliane Moll, research associate of the Student Health Management of University of Tübingen, for the support in the coordination and realization study. We would like to express our thanks also to Ingrid Arzberger, Head of University Sports at the University of Tübingen, for providing the resources and co-applying for the funding. We acknowledge support by Open Access Publishing Fund of University of Tübingen.

References

1. Knight JA. Physical inactivity: associated diseases and disorders. *Annals of Clinical & Laboratory Science*. 2012;42(3):320-37.
2. Kemel PN, Porter JE, Coombs N. Improving youth physical, mental and social health through physical activity: a systematic literature review. *Health Promotion Journal of Australia*. 2002;33(3):590-601.
3. Gothe NP, Ehlers DK, Salerno EA, Fanning J, Kramer AF, McAuley E. Physical activity, sleep and quality of life in older adults: influence of physical, mental and social well-being. *Behavioral sleep medicine*. 2020;18(6):797-808.
4. Eime RM, Young JA, Harvey JT, Charity MJ, Payne WR. A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2013;10(1):1-21.
5. Iannotti RJ, Janssen I, Haug E, Kololo H, Annaheim B, Borraccino AtHPAFG. Interrelationships of adolescent physical activity, screen-based sedentary behaviour, and social and psychological health. *International journal of public health*. 2009;54:191-8.

6. Woll A, Bös K. Wirkung von Gesundheitssport. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*. 2004;20:97-106.
7. Dadaczynski K, Schiemann S. Welchen Einfluss haben körperliche Aktivität und Fitness im Kindes- und Jugendalter auf Bildungsergebnisse? *German Journal of Exercise and Sport Research* 2015;4(45):190-9.
8. Kari JT, Pehkonen J, Hutri-Kähönen N, Raitakari OT, Tammelin TH. Longitudinal Associations between Physical Activity and Educational Outcomes. *Medicine and science in sports and exercise*. 2017;49(11).
9. Grim M, Hartz B, Petosa R. Impact evaluation of a pilot web-based intervention to increase physical activity. *American Journal of Health Promotion*. 2011;25(4):227-30.
10. Irwin JD. Prevalence of university students' sufficient physical activity: A systematic review. *Percept Mot Skills*. 2004;98:927-43.
11. Kwan MY, Cairney J, Faulkner GE, Pullenayegum EE. Physical activity and other health-risk behaviors during the transition into early adulthood: a longitudinal cohort study. *American journal of preventive medicine*. 2012;42(1):14-20.
12. John JM, Gropper H, Thiel A. The role of critical life events in the talent development pathways of athletes and musicians: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*. 2019;45.
13. Bopp M, Bopp C, Schuchert M. Active transportation to and on campus is associated with objectively measured fitness outcomes among college students. *Journal of physical activity and health*. 2015;12(3):418-23.
14. Lynch BM, Owen N. Too much sitting and chronic disease risk: steps to move the science forward. *Annals of Internal Medicine*. 2015;16(2):146-7.

15. Voss MW, Carr LJ, Clark R, Weng T. Revenge of the “sit” II: Does lifestyle impact neuronal and cognitive health through distinct mechanisms associated with sedentary behavior and physical activity? *Mental Health and Physical Activity*. 2014;7(1): 9-24.
16. Huber G. Ist Sitzen eine tödliche Aktivität? *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport*. 2014;30(01):13-6.
17. Peterson NE, Sirard JR, Kulbok PA, DeBoer MD, Erickson JM. Sedentary behavior and physical activity of young adult university students. *Research in nursing & health*. 2018;4(1): 30-8.
18. Rupp R, Dold C, Bucksch J. Sitzzeitreduktion und Bewegungsaktivierung in der Hochschullehre – Entwicklung und Implementierung der Mehrebenen-Intervention Kopf-Stehen. *Die Hochschullehre*. 2019;5:525-42.
19. Ickes MJ, McMullen J, Pflug C, Westgate PM. Impact of a University-based Program on Obese College Students' Physical Activity Behaviors, Attitudes, and Self-efficacy. *American Journal of Health Education*. 2016;47(1):47-55.
20. Lepp A, Barkley JE, Karpinski AC. The relationship between cell phone use and academic performance in a sample of US college students. *Sage Open*. 2015;5(1).
21. Stapp AC, Prior LF. The Impact of Physically Active Brain Breaks on College Students' Activity Levels and Perceptions. *Journal of Physical Activity Research*. 2018;3(1):60-7.
22. Fuchs R, Klaperski S. Sportliche Aktivität und Stressregulation. In: Fuchs R, Schlicht W, editors. *Sportaktivität und seelische Gesundheit* Göttingen: Hogrefe; 2012. p. 100-21.
23. Falck RS, Davis JC, Liu-Ambrose T. What is the association between sedentary behaviour and cognitive function? A systematic review. *British journal of sports medicine*. 2017;51(10):800-11.
24. Sonnentag S, Fritz C. Recovery from job stress: The stressor-detachment model as an integrative framework. *Journal of Organizational Behavior*. 2015;36:72-103.

25. Edwards JR. A cybernetic theory of stress, coping, and well-being in organizations. *Academy of Management Review*. 1992;17(2):238-74.
26. Wieland R. Status-Bericht: Psychische Gesundheit in der betrieblichen Gesundheitsförderung – eine arbeitspsychologische Perspektive. In: Nold H, Wenninger G, editors. *Rückengesundheit und psychische Gesundheit*. Rückengesundheit und psychische Gesundheit.: Asanger Verlag; 2013.
27. Paulus M, Kunkel J, Schmidt SCE, Bachert P, Wäsche H, Neumann R, et al. Standing breaks in lectures improve university students' self-perceived physical, mental, and cognitive condition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18.
28. Marschin V, Herbert C. A Short, Multimodal Activity Break Incorporated Into the Learning Context During the Covid-19 Pandemic: Effects of Physical Activity and Positive Expressive Writing on University Students' Mental Health — Results and Recommendations From a Pilot Study. *Frontiers in Psychology*. 2021;12.
29. Gollner E, Savil M, Schnabel F, Braun C, Blasche G. Unterschiede in der Wirksamkeit von Kurzpausenaktivitäten im Vergleich von Bewegungspausen zu psychoregulativen Pausen bei kognitiver Belastung. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*. 2019;35:134–43.
30. Löffler SN, Dominok E, von Haaren B, Schellhorn R, Gidion G. *Aktivierung, Konzentration, Entspannung: Interventionsmöglichkeiten zur Förderung fitnessrelevanter Kompetenzen im Studium*: KIT Scientific Publishing; 2011.
31. Marschin V, Herbert C. A short, multimodal activity break incorporated into the learning context during the Covid-19 pandemic: effects of physical activity and positive expressive writing on university students' mental health—results and recommendations from a pilot study. *Frontiers in psychology*. 2021.
32. Kowalsky RJ, Farney TM, Hearon CM. Resistance Exercise Breaks Improve Ratings of Discomfort and Sleepiness in College Students. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2022;94(1):210-5.

33. Blasche G, Szabo B, Wagner-Menghin M, Ekmekcioglu C, Gollner E. Comparison of rest-break interventions during a mentally demanding task. *Stress and Health*. 2018;34(5):629-38.
34. Lesser IA, Nienhuis CP. The impact of COVID-19 on physical activity behavior and well-being of Canadians. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(11):3899.
35. Moore SA, Faulkner G, Rhodes RE, Brussoni M, Chulak-Bozzer T, Ferguson LJ, et al. Impact of the COVID-19 virus outbreak on movement and play behaviours of Canadian children and youth: a national survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2020;17(1):1-11.
36. Rodríguez-Larrad A, Mañas A, Labayen I, González-Gross M, Espin A, Aznar S, et al. Impact of COVID-19 confinement on physical activity and sedentary behaviour in Spanish university students: Role of gender. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(2):369.
37. Stanton R, To QG, Khalesi S, Williams SL, Alley SJ, Thwaite TL, et al. Depression, anxiety and stress during COVID-19: associations with changes in physical activity, sleep, tobacco and alcohol use in Australian adults. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(11):4065.
38. Zheng C, Huang WY, Sheridan S, Sit CH-P, Chen X-K, Wong SH-S. COVID-19 pandemic brings a sedentary lifestyle in young adults: a cross-sectional and longitudinal study. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(17):6035.
39. Ilies R, Dimotakis N, De Pater IE. Psychological and physiological reactions to high workloads: Implications for well-being. *Personnel Psychology*. 2010;63(2):407-36.
40. Rodell JB, Judge TA. Can “good” stressors spark “bad” behaviors? The mediating role of emotions in links of challenge and hindrance stressors with citizenship and counterproductive behaviors. *Journal of Applied Psychology*. 2009;94(6).

41. Teuber M, Leyhr D, Moll J, Sudeck G. Nudging digital physical activity breaks for home studying of university students—A randomized controlled trial during the COVID-19 pandemic with daily activity measures. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2022;4.
42. Wieland R. Gestaltung gesundheitsförderlicher Arbeitsbedingungen. In: Kleinbeck U, Schmidt K-H, editors. *Arbeitspsychologie (Enzyklopädie der Psychologie, Serie Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie)*. 1. Göttingen: Hogrefe; 2010. p. 869-919.
43. Sonnentag S, Fritz C. The Recovery Experience Questionnaire: development and validation of a measure for assessing recuperation and unwinding from work. *Journal of occupational health psychology*. 2007;12(3):204-21.
44. Bankstahl US, Görtelmeyer R. Measuring subjective complaints of attention and performance failures development and psychometric validation in tinnitus of the self-assessment scale APSA. *Health and Quality of Life Outcomes*. 2013;11(86).
45. Teuber M, Arzberger I, Sudeck G. Körperliche Aktivität, Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium: Sportliche Freizeitaktivitäten und aktive Fortbewegung als Ressource im Studium? In: Göring A, Mayer J, Jetzke M, editors. *Sport und Studienerfolg - Analysen zur Bedeutung sportlicher Aktivität im Setting Hochschule. Hochschulsport: Bildung und Wissenschaft*, 4. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen; 2020. p. 27-49.
46. Hasselhorn H-M, Freude G. Der Work-Ability-Index: ein Leitfaden In: *Arbeitsmedizin BfAu*, editor. Dortmund/Berlin/Dresden: Wirtschaftsverl. NW, Verlag für Neue Wissenschaft GmbH; 2007.
47. Rütten A, Pfeifer K. Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung. Köln: Bundeszentrale für Gesundheitliche Aufklärung (BZgA); 2017.
48. Brähler E, Mühlhan H, Albani C, Schmidt S. Teststatistische Prüfung und Normierung der deutschen Versionen des EUROHIS-QOL Lebensqualität-Index und des WHO-5 Wohlbefindens-Index. *Diagnostica*. 2007;53(2):83-96.

49. Gusy B, Wörfel F, Lohmann K. Erschöpfung und Engagement im Studium. Zeitschrift für Gesundheitspsychologie. 2016;24(1):41-53.
50. Kreft IG, de Leeuw J. Introducing multilevel modeling. London: Sage; 1998.
51. Bates D, Mächler M, Bolker BM, Walker SC. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software. 2015;67(1):1-48.
52. Feuerhahn N, Sonnentag S, Woll A. Exercise after work, psychological mediators, and affect: A day-level study. European Journal of Work and Organizational Psychology. 2014;23(1):62-79.
53. Hofmann DA, Gavin MB. Centering decisions in hierarchical linear models: Implications for research in organizations. Journal of Management. 1998;24(5):623–41.
54. Nezlek J. Diary Studies in Social and Personality Psychology: An Introduction With Some Recommendations and Suggestions. Social Psychological Bulletin. 2020;15(2).
55. Knapp G. Gemischte Modelle in R. Begleitskriptum zur Weiterbildung. In: Dortmund TU, editor. Braunschweig2019.
56. Van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. mice: Multivariate imputation by chained equations in R. Journal of statistical software. 2011;45:1-67.
57. von Hippel PT. How Many Imputations Do You Need? A Twostage Calculation Using a Quadratic Rule. Sociological Methods & Research. 2020;49(3):699-718.
58. Robinson D. broom: An R package for converting statistical analysis objects into tidy data frames. arXiv preprint arXiv:14123565. 2014.
59. Young-Jones A, McCain J, Hart B. Let's Take a Break: The Impact of Physical Activity on Academic Motivation. International Journal of Teaching and Learning in Higher Education. 2022;33(3):110-8.

60. Barr-Anderson DJ, AuYoung M, Whitt-Glover MC, Glenn BA, Yancey AK. Integration of short bouts of physical activity into organizational routine: A systematic review of the literature. *American journal of preventive medicine*. 2011;40(1):76-93.
61. Dodd RH, Dadaczynski K, Okan O, McCaffery KJ, Pickles K. Psychological Wellbeing and Academic Experience of University Students in Australia during COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021;18.
62. Fenesi B, Lucibello K, Kim JA, Heisz JJ. Sweat so you don't forget: exercise breaks during a university lecture increase on-task attention and learning. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. 2018;7(2):261-9.
63. Ruhland S, Lange KW. Effect of classroom-based physical activity interventions on attention and on-task behavior in schoolchildren: A systematic review. *Sports Medicine and Health Science*. 2021;3:125-33.
64. Aristovnik A, Keržič D, Ravšelj D, Tomaževič N, Umek L. Impacts of the COVID-19 Pandemic on Life of Higher Education Students: A Global Perspective. *Sustainability*. 2020;12(20).
65. Browning MHEM, Larson LR, Sharaievska I, Rigolon A, McAnirlin O, Mullenbach L, et al. Psychological impacts from COVID-19 among university students: Risk factors across seven states in the United States. *PLoS ONE* 2021;16(1).
66. Chang Y-K, Labban JD, Gapin JI, Etnier JL. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*. 2012;1453:87-101.
67. Elmer T, Mepham K, Stadtfeld C. Students under lockdown: Comparisons of students' social networks and mental health before and during the COVID-19 crisis in Switzerland. *PLoS ONE*. 2020;15(7):e0236337.

68. Keating R, Ahern S, Bisgood L, Mernagh K, Nicolson GH, Barrett EM. Stand up, stand out. Feasibility of an active break targeting prolonged sitting in university students. *Journal of American College Health*. 2020;70(7).

4.3 Manuskript III: Why do Students walk or cycle for transportation? Perceived study environment and psychological determinants as predictors of active transportation by university students.

Manuskript III: Teuber, M. & Sudeck, G. (2021). Why Do Students Walk or Cycle for Transportation? Perceived Study Environment and Psychological Determinants as Predictors of Active Transportation by University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health (Special Issue Active Commuting and Active Transportation)*, 18(4). doi: [10.3390/ijerph18041390](https://doi.org/10.3390/ijerph18041390)

Received: 21 December 2020 / Revised: 24 January 2021 / Accepted: 28 January 2021
/ Published: 3 February 2021

[This is an accepted manuscript of an article published by International Journal of Environmental Research and Public Health within the Special Issue Active Commuting and Active Transportation on 03 February 2021, available at [10.3390/ijerph18041390](https://doi.org/10.3390/ijerph18041390)]

Abstract: University students are particularly at risk to suffer from physical and psychological complaints and for not fulfilling health-oriented physical activity (PA) recommendations. Since PA is linked with various benefits for health and educational outcomes, the group of students is of particular interest for PA promotion. Although active commuting has been identified as a relevant domain of PA in order to gain the various benefits of PA, little knowledge is available with respect to university students. This study tested conditions in the study environment, as well as personal motivators and barriers, as determinants for the active transportation of university students. Using a cross-sectional convenience sample of a university in the southwest of Germany ($n = 997$), we applied factor analyses to bundle relevant information on environmental and psychological determinants (adapted NEWS-G; adapted transport-related items from an Australian university survey) and blockwise hierarchical regressions. The

objective was to analyze associations between the bundled determinants and self-reports on PA for transport-related walking and cycling (measured by the EHIS-PAQ). Results revealed associations between transport-related cycling and the perceived study environment (e.g., high automobile traffic) as well as certain personal motivators and barriers (e.g., time effort or weather conditions). The study contributes to the knowledge about determinants that are important for the development and improvement of public health interventions for students in a university setting.

Keywords: active transportation; physical activity; perceived study environment; psychological determinants; motivators; barriers; university students; socio-ecological approaches

1. Introduction

Academic studies often impose high demands on university students, which can be associated with negative effects on health. Students suffer more often from perceived stress [1] and from physical and psychological complaints than their peers [1–4]. As health is positively related with physical activity (PA) and less sedentary behavior, these behaviors can provide starting points for improving the students' health: because students who are more physically active through sports or everyday activities have fewer complaints and a greater sense of well-being than inactive students [2,4–6]. For the same reason, active transportation is associated with less obesity, less cardiovascular risk factors, and higher physical fitness for students [7,8].

Since the transition from school to university often marks a particular risk for becoming physically inactive [9], the group of students is of particular interest for PA promotion in order to gain health benefits. According to current guidelines for health-enhancing PA, about half of the students in the United States, Canada, and China, 40 % in Australia, and 67 % in Europe are not sufficiently physically active [10]. Reasons for students' physical inactivity are increasing self-employment, increasing academic workload with resulting problems in time

management regarding work and social demands [8], and an increasing distance from home to university [11].

To counteract this, the promotion of PA in university settings is necessary. Due to the increasing number of people who will study, universities have a growing potential to reach a large mass of young adults in order to promote positive PA behavior, which will last in later life. However, in contrast to school settings, the promotion of PA is not yet widespread in university settings, which leads to a gap between school-based and workplace-oriented approaches of PA promotion. Moreover, the knowledge about determinants of PA in university students is scarce, but this knowledge is necessary to guide evidence-based PA promotion in university settings [12].

Since the 2000s, PA promotion research has emphasized that the physical and social environment play an important role for PA behavior. Socio-ecological approaches increasingly have taken this into account and complement individually-focused approaches [12]. For example, Bauman and colleagues [12] as well as Bucksch and colleagues [13] differ between personal/individual and contextual/environmental factors that contribute to differences in PA behaviors. According to these basic ideas, Figure 8 schematically depicts individual and contextual factors of students' PA behavior which are important to understand in order to develop and improve interventions for active transportation, which can lead to an higher level of physical activity and in turn to a better health status [12]. Adapted to the university setting, the perspective of students' individual conditions is integrated into the perspective of the surrounding conditions of the study environment, increasing the extent of the effect radius of the PA promotion when regarded together [14–17]. Hence, this adaption follows public health and socio-ecological approaches [13,15,18].

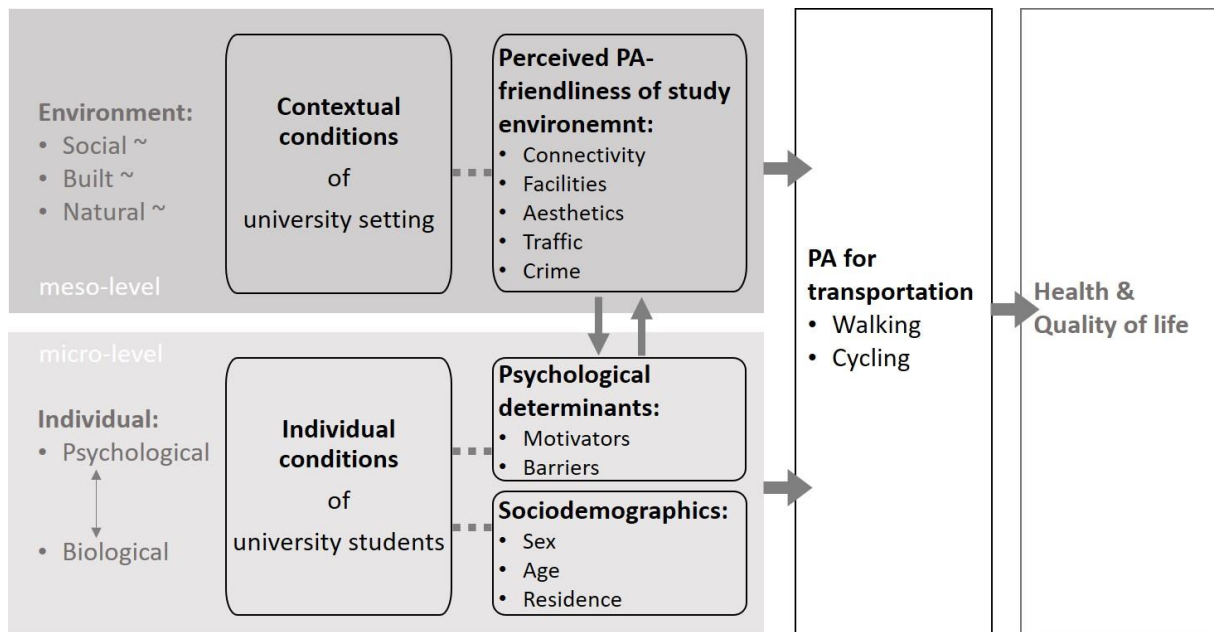


Figure 8. Schematic representation of the socio-ecological approach of PA promotion adapted to the university setting (own presentation based on Bucksch et al (2012) [13] and Bauman et al. (2012) [12]).

Some empirical studies in the university setting already exist, which have revealed several factors important for the active transportation behavior of students [19–30]. The results show basically that encouraging students to commute to university by bicycle or by foot is linked with the learning environment as well as with the campus environment, which deliver more or less activity-friendly physical environments.

The connectivity of the street network has been identified as an important determinant for the cycling behavior students [22,24,27,28,30]. This refers, for example, to intersection density [28], street connectivity [24], and bicycle racks installed on buses to extend the commuting distance [20]. Such improvements to the cycling infrastructure reduce effort and time demands, which in turn mitigate the negative impact of distance [21,22,26,28,29] and increase the likelihood of cycling for commuting reasons [30].

In addition, the availability and proximity of walking or cycling facilities encourage students to cycle more [19–21,23,25,27,28,30]. However, also in terms of active commuting in general, the perception of walking and cycling facilities are positively associated with active commuting to university [23].

The feeling of safety also contributes to increased active transportation of students. Traffic safety, for example, based on traffic-calming measures [22], has been shown to be important for the active commuting of students [19,22,27]. On the other hand, safety concerns can lead to avoidance of active commuting. Such is the case, for example, with high automobile traffic including sharing the roadway with automobile traffic [19]. Moreover, crime issues are related to students' active transportation behavior [21,25,27,28]; this refers to personal safety as well as to bicycle security such as secure bicycle-parking racks and lockers, and a high degree of safety against bicycle theft [22,25,27].

Finally, there are the aesthetic aspects, which are positively related to active transportation and are expressed, for example, by the "attractiveness of the surroundings" [27] (p. 72).

In addition to environmental conditions, potential personal motivators, and barriers among students' active forms of transportation are also known from empirical studies [19,20,22,23,25,26,28]. For example, motivators such as concerns for the environment increase the probability of choosing bicycles [28]. Barriers such as travel costs [26,28] or inclement weather [25] prevent students from active transportation. In addition to the barrier of time effort [26], there are other types of effort that prevent students from active transportation such as planning [23], inconvenience, time constraints [21], or physiological discomfort [27].

The current state of research leaves open questions regarding the environmental and personal determinants of active transportation behavior in university settings. So far, only a few studies have dealt with such questions by considering environmental and psychological determinants together. Especially the environmental variables have been less studied, but are thought to have widespread effects for active transportation behavior [12]. Furthermore, there is less known about the differentiation in various modes of active transportation, as most often only general PA or a specific mode of transportation is considered. In addition, there is a lack of consistent measurement methods. Since the relationship of the environment to physically active behavior has also been studied in the community neighborhood, various survey instruments have been established in the communities for assessing the neighborhood environment [17,18,31–41]. None are yet available for the study environment. Therefore, there

is a lack of both a general more extensive survey procedure of the PA-friendliness of the study environment and investigations on how this relates to the two transport-related modes of PA, walking and cycling.

2. Purpose of the Study

The present study addresses the question of which conditions of the study environment as well as personal motivators and barriers are related to the active transportation behavior of university students. Relationships are considered separately for transport-related walking and cycling because different modes of transportation can have different interactions with the environment.

This question is addressed because students are particularly at risk of not fulfilling health-oriented PA recommendations and active transportation has been shown to be a relevant domain of PA that brings various health-promoting benefits of PA. As students suffer from physical and psychological complaints, promoting active transportation could counteract this. This requires specific knowledge of socio-ecological determinants. So far only a few studies have considered both personal and environmental determinants together [22,23,27].

By this study, additional specific knowledge about why students walk or cycle will be gained to support the implementation of specific interventions in the university setting to improve personal health and, beyond that, public health.

To achieve the purpose of the study, two steps are carried out. Since there is no established survey instrument available for the study environment, in a first step the questionnaire for the Neighborhood Environment Walkability Scale for Germany (NEWS-G) was adapted to the study environment. NEWS-G offers a comprehensive collection of environmental characteristics across several sub-chapters and is one of the most widespread measurement procedures of the perceived PA environment [31]. The adapted version should represent a coherent construct for friendliness of the study environment regarding transport-related PA. For the individual perspective, motivators/barriers that are interrelated will be exploratively clustered so that the relationships between them are considered. In the second step,

regression analyses will be conducted to empirically identify associations between individual as well as environmental factors and the two separate outcomes of transport-related walking and cycling in terms of health-enhancing activity. We assume that, in the context of the socio-economic approach, both psychological and environmental factors are related to the active transportation behavior of university students.

3. Materials and Methods

3.1. Design, Setting, and Sample

The cross-sectional convenience sample for this study ($n = 997$) was formed by students at the University of Tübingen in southwestern Germany who completed the survey. The University of Tübingen represents an urban university setting integrated into an urban hilly landscape. It consists of eight faculties plus a further five interfaculty institutes. More than 200 courses of study are offered. The cross-sectional study was conducted as part of the PA promoting project “BeTaBalance” of the university sports organization at the Institute of Sports Science of the University of Tübingen. The study was performed online for three weeks during the end of the university time of the summer semester in 2018 and addressed all students at the university. The online questionnaire was distributed via the university’s mailing list and Facebook posts, as well as outreach campaigns in cafeterias and at university meeting points (e.g., the University library and lecture halls) using flyers with a QR code leading to the link for the online questionnaire. The Ethics Commission of the Faculty of Economics and Social Sciences at the University of Tübingen gave a positive vote for the study procedures.

Of a total of 999 returned questionnaires, 997 form the sample of this study, since two cases were not usable due to incomplete answers. Among the participants were 718 female students (72 %), 232 male students (23.3 %), and 47 (4.7 %) did not provide any gender information. The average age of the surveyed students was 23.4 years ($SD = 3.45$), with an age range from 18 to 42 years. A total of 224 students (22.5 %) of the sample reported that they are not living in town and commute to the university town (Table 14). In total, 26,151 students were registered in the summer semester 2018 of the University of Tübingen (state 15 May 2018),

resulting in a response rate of 3.8 %. Of these, 58.2 % were female and 42.8 % were male.

The sample in this study showed a shift toward more female students.

Table 14. Overview of the sample as well as of the study variables according to physical activity (dependent variables), perceived study environment, and personal motivators for and barriers to PA.

Variables (Number of Items of the Scale)	<i>n</i>	<i>f</i>	<i>f</i> (%)					
Sociodemographic characteristics								
Residence: resident in university town	997	773	77.5					
Residence: not resident in university town		224	22.5					
Gender: female	950	718	24.4					
Gender: male		232	75.6					
	<i>r/α</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>
Age		994	23.40	3.45	18	42	1.37	3.25
Physical activity								
Transportation walking (METH/week) ¹		993	9.31	9.17	0	40.15	1.55	2.11
Transportation cycling (METH/week) ²		991	8.71	12.21	0	51.00	1.63	2.19
Perceived study environment								
Active transportation: uphill (1)		994	2.56	0.99	1	4	-0.02	-1.03
Active transportation: connectivity (1)		996	2.20	0.81	1	4	0.22	-0.47
Active transportation: walking/cycling facilities (2)	0.51	993	1.55	0.57	1	4	1.04	1.06
Aesthetics (3)	0.60	992	2.24	0.59	1	4	0.07	-0.11
High automobile traffic (3)	0.69	989	2.32	0.63	1	4	0.24	-0.26
General crime (1)		997	1.25	0.53	1	4	2.32	5.75
Bicycle-related crime (1)		990	2.19	2.00	1	4	0.47	-0.12
Psychological determinants-Motivators								
Study-related motivator (2)	0.53	971	2.78	0.84	1	4	-0.19	-0.82
Personal benefits (2)	0.42	983	3.00	0.75	1	4	-0.33	-0.65
Instrumental extrinsic (2)	0.43	888	2.55	0.93	1	4	-0.11	-0.97
Avoid air pollution (1)		983	2.69	0.07	1	4	-0.14	-1.01
Psychological determinants-Barriers								
Personal (3)	0.69	975	1.77	0.68	1	4	0.87	0.29
Discomfort with study life (3)	0.77	837	2.11	0.88	1	4	0.41	-0.87
External (2)	0.48	990	2.25	0.82	1	4	0.45	-0.55

¹ Factor 3.3 for computing MET-minutes for walking. ² Factor 6.0 for computing MET-minutes for cycling.

3.2. Measures

3.2.1. Physical Activity: Transport-Related Walking and Cycling

To assess PA, the instrument from the European Health Interview Survey (EHIS-PAQ) was used, which records domain-specific information on PA for transport-related walking and transport-related cycling [42]. The questionnaire enables the determination of activity volume in different activity domains. In the domain of active transportation, the participants answered the following questions, each worded in the same way, but separately for walking and cycling in relation to a typical week: (a) "In a typical week, on how many days do you walk/bicycle for at least 10 min continuously to get to and from places?" and (b) "How much time do you spend walking/bicycling in order to get to and from places on a typical day?" Activity volumes were determined in accordance with the procedure in the validation studies [42] and were

subsequently indicated as duration per week (minutes or hours). Time values were transformed in metabolic equivalent (MET) values using 3.3 as a factor for computing MET-minutes for walking and 6.0 for cycling, which corresponds to the procedure in the validation studies [42]. As a guideline, 1 MET equals the energy expenditure in the state of complete rest [43].

3.2.2. Contextual Conditions: Perceived PA-Friendliness of the Study Environment

For the assessment of the perceived study environment, the German version of the Neighborhood Environment Walkability Scale (NEWS-G) [44] was contextualized to the university setting. Thus, it can be applied to everyday study life and it records the PA friendliness of the study environment. The following two sections were relevant for this article: (1) opportunities for walking and cycling (including land use mix–access, street connectivity, walking/cycling facilities, and environmental design) and (2) (traffic) safety (including crime) (Appendix A Table A1). Both areas consider relevant factors of leisure-related resources, appearance, and land use, and they are also congruent with the categories of the instrument “Neighborhood Active Living Potential” [45]. Both sections of the adapted version of NEWS-G consist of different statements for which the participants had to indicate their degree of agreement: 1 = totally disagree; 2 = more likely to disagree; 3 = more likely to agree; 4 = totally agree. For the purpose of the main analysis, the items of the study environment were bundled to main factors in the pre-analysis to get a dimensionally reduced yet statistically coherent measurement of the perceived PA friendliness of the study environment (see Section 4.1.1).

3.2.3. Individual Conditions: Psychological Determinants of Active Transportation—

Motivators and Barriers

The survey instrument of Shannon et al. (2006) guided the measurement of motivators and barriers. This instrument was used in a study with university students in order to analyze motivators and barriers for active commuting [26]. All items include statements, which should be rated according to the extent to which they either motivate or prevent one toward or from engaging in active transportation behavior (e.g., Mot1, “Potential to save money”, or Bar1, “Inappropriate weather” with the answer choices: 1 = not at all, 2 = a little, 3 = strong, 4 = very

strong). There was also an option, "I cannot judge", which was included in this study for further analysis as an item-nonresponse, since a simultaneous increase in the proportion of people who claim to have no opinion does not allow for the attribution of an actual lack of opinion [46–48].

In addition, two items were added (Mot5, and Mot8) which describe study-related motivator-items. Both were supplemented by the reasons for doing sports or PA, which were asked in the questionnaire for the study "GEDA 2014/2015-EHIS" [49] (p. 118) (Appendix A Table A2).

For barriers, three items were added which should account for the hilly conditions of the university setting (Bar2), study-related barriers (Bar5), and barriers relating to mood or desire (Bar12). Here, concerns of "GEDA 2014/2015-EHIS" [49] (p. 118) and the study by Krämer and Fuchs [50] (p. 174) were used to complement the specific areas (Appendix A Table A3).

Again, factor analyses were applied to obtain dimensionally reduced data on barriers and motivators for active transportation. This was done in the pre-analysis in order to bundle relevant information to be considered later in the main analysis (see Section 4.1.2).

3.3. Statistical Analysis

In a first step (pre-analyses), exploratory factor analyses (EFA) were conducted separately for the items measuring the study environment as well as for the psychological determinants of active transportation (in terms of motivators and barriers). Therefore, the IBM SPSS 25 software package was used. The decision regarding the number of factors extracted was based on both statistical indices (eigenvalue scree plot, commonalities h^2 , factor loadings, and internal consistency of bundled items r / α) as well as content-related fit with the literature and the dimensions measured by the NEWS-G.

In a second step (main analyses), blockwise hierarchical regression analyses using IBM SPSS AMOS 25 software was applied. This was done in order to analyze associations between self-reports on PA, the perceived study environment, and psychological determinants of active transportation. Dependent variables were, separately, transport-related walking (A) and cycling (B). Firstly, in the blockwise procedure, sociodemographic factors were included as predictors

(sex, age, and whether or not a resident in the university town). Secondly, determinants of the perceived study environment were included, and thirdly the psychological determinants of motivators and barriers were added as predictors in the regression model.

Missing values were estimated in the main analysis using the full information maximum likelihood (FIML) method implemented in AMOS 25. This was done in the case when at least one item of a scale measure was missing. In those cases, no mean value was calculated for the respective scale measure that could be included in the main analysis. Accordingly, the number of cases n for certain scales was reduced due to missing scale mean values.

For the evaluation of the global model fit, the root mean square error of approximation (RMSEA) [51], the comparative fit index (CFI) [52], and the minimum of discrepancy in relation to the degrees of freedom (CMIN/DF) were used [51,52]. In order to compare the different models within the hierarchical blockwise approach, information on the determination of variance (R^2) and the change of R^2 compared to the previous model were calculated.

Furthermore, the regression models were specified in a way that included significant correlations between the predictors. This led to an acceptable and good model fit, which ensures the model-based estimation of missing values. In addition to tests for statistical significance ($\alpha < 0.05$), effect sizes were determined and interpreted — according to small effects in agreement with Cohen (1988) [53] — if the standardized regression coefficient is equal to or higher than $\beta \geq 0.10$.

4. Results

4.1. Pre-Analyses: Exploratory Factor Analyses

4.1.1. Contextual Conditions: Perceived PA-Friendliness of the Study Environment

The bundling of the 14 initial items for the perceived study environment resulted in a differentiation of seven factors. A comparison of the finally derived factors and their content fit with the categories of the NEWS-G [44] and were adapted for the study environment as reported in Appendix A (Table A1). In this bundling process, we considered the subsequent categories of the NEWS-G: (C) “Land use mix–access”, (D) “Street connectivity”, (E)

“Walking/Cycling facilities”, (F) “Aesthetics”, (G) “Pedestrian/automobile traffic safety”, (H) “Crime safety”. The EFA with 14 items initially proposed a five-factor solution, however, the results of the EFA led to the elimination of two items in order to improve the reliability of the factor regarding traffic safety. This concerns two items of category G, pedestrian/automobile traffic safety (Item G3, “The traffic speed in most surrounding streets is normally low (30 km/h or less)”, and item G6, “There are crosswalks and pedestrian signals to help walkers cross busy streets in my study environment”). The item wordings, item descriptives, factor loadings, and communalities are reported in Appendix A (Table A4).

For the remaining items, statistical- and content-based criteria indicated a preference for a more differentiated seven-factor solution after keeping individual items that could not be bundled well to one factor, but which contributed to a variance explanation with reasonable communalities. They were either included as a single item in the further analyses after a content-wise comparison with the categories of the NEWS-G, or were assigned to other content-wise suitable factors after statistical verification by reliability analyses. The derived seven factors reflect the following areas of the perceived PA-friendliness of the study environment:

- The factor, “active transportation: walking/cycling facilities”, contains two items (E1, and E3), both of which originally belonged to the category E “Walking/cycling facilities” of the NEWS-G. They combine aspects of available sidewalks and the proximity of bicycle or pedestrian trails. They showed a significant inter-item-correlation ($r = 0.51$).
- The factor, “aesthetics”, comprises three items, which refer to the corresponding category of the NEWS-G (F1, F3, and F5). They refer to trees along the streets, interesting things to look at, and a lot of nature in the study environment. The internal consistency of the factor was rather low, but still satisfactory with respect to group-based analyses (Cronbach’s $\alpha = 0.60$).
- The factor, “high automobile traffic”, bundles three items that represent the difficulty, unpleasantness, or insecure feeling when walking/cycling due to much traffic and the

noticeable exhaust fumes from cars or buses. This factor showed a satisfying internal consistency (Cronbach's $\alpha = 0.69$).

- “General crime” is presented by a single item, which describes the unsafe feeling during the day due to crime (New2). It was separated from another crime-related item.
- “Bicycle-related crime” is represented by a single item (New3). This item describes the unsafe feeling of leaving even a locked bicycle in the study environment.
- The factor, “active transportation: uphill”, is reflected by one single item which describes the limited number of routes for getting from place to place due to a hilly landscape (C7). It was the only item that covers the category C “Land use mix–access” from the NEWS-G.
- The factor, “active transportation: connectivity”, is described by one single item which stands for alternative (walking/biking) routes for getting from place to place (D5). It originally belonged to the category D “Street connectivity” from the NEWS-G.

4.1.2. Individual Conditions: Psychological Determinants of Active Transportation — Motivators and Barriers

The analyses to bundle psychological determinants of active transportation resulted in a differentiation of four factors for motivators and three factors for barriers. To arrive at these results, the following steps were taken. The EFA for motivators suggested the formation of two factors, after having previously removed item Mot6 (opportunity to socialize) due to a very low communality value ($h^2 = 0.23$). Mainly based on content-related considerations as well as on information of internal consistency statistics, and inter-item-correlations, we decided to split up two factors and preferred a four-factor solution. The item wordings, item descriptives, factor loadings, and communalities of motivators are reported in Appendix A (Table A5).

- The topic, “comfort with study life”, includes two items, which describe the motivation of active transportation because of being more efficient for study and work and because of the active balance between and after courses. The items showed a high inter-item-correlation ($r = 0.53$).

- The factor, “personal benefits”, comprises two items with motivators such as joy, health, and fitness. According to the results of the EFA, they belong to the same factor as the study-related items. As mentioned above, we preferred to separate the study-related items and other personal benefits in order to be able to be more specific regarding the university setting. The items showed a satisfactory inter-item-correlation ($r = 0.43$).
- The label, “instrumental extrinsic benefits”, summarizes two items regarding the potential to save money and to avoid the search for a parking space. These items showed a satisfactory inter-item correlation of $r = 0.43$.
- The topic, “avoid air pollution”, is reflected by one single item that was separated from the former extrinsic benefits factor. It revealed the lowest factor loading ($\lambda = 0.48$) and did not fit to the content of the other instrumental extrinsic benefits.

The EFA for barriers to PA suggested using three factors, after having previously removed two items due to overlap with items of the perceived study environment regarding the hilly landscape and the lack of secure bicycle parking facilities. Regarding the results of the EFA, two more items were excluded that could not be satisfactorily assigned to one factor due to statistical reasons (Bar3, and Bar10). Additionally, item Bar10, which refers to the lack of knowledge of the quickest and easy routes, had the lowest communality ($h^2 = 0.34$). The item wordings, item descriptives, factor loadings, and communalities are reported in Appendix A (Table A6). For the remaining items, the following three factors were considered:

- Factor, “discomfort with study life” (Cronbach’s $\alpha = 0.77$), consists of three items that describe barriers related to everyday life at university such as an uncomfortable feeling participating in university courses after physical exertion, the necessity of bringing a change of clothes, or the lack of or poor changing/shower facilities (Bar5, Bar6, and Bar7).
- The factor, “personal barriers” (Cronbach’s $\alpha = 0.69$), summarizes three items which describe barriers of physical effort, time effort, and bad mood (Bar4, Bar11, and Bar12).
- The factor, “external barriers” (Cronbach’s $\alpha = 0.65$), comprises two items which describe barriers referring to the weather conditions and time of day (Bar1 and Bar2).

Tables A2 and A3 in Appendix A summarize the results regarding the motivators and barriers for PA. Moreover, Table 14 gives an overview for the finally considered determinants of active transportation behavior and provides descriptive information.

4.2. Main Results: Regression Models

The main analysis consisted of two separate analyses for the respective dependent variables of transport-related walking (A) and transport-related cycling (B). For each type of transportation mode, bivariate correlations and a separate regression model were calculated. In the basis model, we included the three sociodemographic indicators (sex, age, resident in university town; Model A0 and Model B0). We then added blockwise the indicators of the perceived study environment (models A1 and B1) and the indicators for personal motivators and barriers (models A2 and B2) (see Table 15 and 16).

4.2.1. Regression Analyses for Walking

The regression models for active transportation by walking showed good global fit indices (CMIN/DF = 1.52–2.40; RMSEA = 0.023–0.037). There was also an improvement of variance clarification by the number of predictors added to the model ($R^2 = 0.005–0.032$). Altogether five of 17 predictors in the model showed associations with the weekly amount of walking, all of which had a standardized regression coefficient β lower than 0.10. Most associations were found among the motivator predictors (see Appendix A Table A7).

In the multivariate Model A1 including sociodemographic variables and determinants of the perceived study environment, only aesthetics showed a significant regression coefficient, which was lower than 0.10 ($\beta = 0.07$). When adding psychological determinants in Model A2, this association disappeared, but three other associations were statistically significant: not living in the university town ($\beta = -0.07$), bicycle-related crime ($\beta = 0.07$), and the barrier related to discomfort with study life ($\beta = -0.08$). All of them showed regression coefficients smaller than $\beta < 0.10$.

Table 15. Results of the blockwise multivariate regression models A1 (predictors — sociodemographics, and perceived study environment) and A2 (A1 plus motivators and barriers) for the active transportation by walking.

Walk Predictors	Model A1		Model A2 (A1 Plus Motivators and Barriers)	
	β	p	β	p
Sociodemographic				
Sex	0.03	0.33	0.02	0.56
Age	0.00	0.92	-0.01	0.88
Resident in university town	-0.06	0.07	-0.07	0.03 *
Perceived study environment				
Active transportation: uphill	-0.01	0.68	0.01	0.87
Active transportation: connectivity	0.03	0.31	0.03	0.41
Active transportation: walking/cycling facilities	0.03	0.40	0.03	0.45
Aesthetics	0.07	0.04 *	0.05	0.16
High automobile traffic	0.01	0.84	0.00	0.96
General crime	-0.02	0.59	-0.02	0.61
Bicycle-related crime	0.06	0.09	0.07	0.04 *
Psychological determinants-Motivators				
Study-related motivator			0.02	0.71
Personal benefits			0.07	0.12
Instrumental extrinsic			-0.06	0.08
Avoid air pollution			0.05	0.22
Psychological determinants-Barriers				
Personal			0.02	0.69
Discomfort with study life			-0.08	0.04 *
External			0.01	0.79
R ²	0.01		0.03	
ΔR^2	0.01		0.02	
RMSEA	0.03		0.04	
CFI	0.95		0.95	
CMIN/DF	1.772		2.396	

RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation; CFI: Comparative Fit Index; CMIN/DF: ratio of Chi-square (minimum discrepancy) to its Degrees of Freedom; * The probability of error is less than 5%.

Table 16. Results of the blockwise multivariate regression models B1 (predictors — sociodemographics, and perceived study environment) and B2 (A1 plus motivators & barriers) for the active transportation by cycling.

Cycle Predictors	Model B1		Model B2 (B1 Plus Motivators & Barriers)	
	β	p	β	p
Sociodemographic:				
Sex	-0.06	0.07	-0.04	0.22
Age	0.02	0.52	0.01	0.80
Resident in university town	0.20	<0.01 ***	0.14	<0.01 ***
Perceived study environment:				
Active transportation: uphill	-0.08	0.02 *	0.01	0.70
Active transportation: connectivity	-0.00	0.96	-0.03	0.26
Active transportation: walking/cycling facilities	-0.04	0.22	-0.07	0.02 *
Aesthetics	0.02	0.56	-0.05	0.12
High automobile traffic	0.12	<0.01 ***	0.08	0.01 **
General crime	-0.07	0.04 *	-0.02	0.52
Bicycle-related crime	-0.14	<0.01 ***	-0.13	<0.01 ***
Psychological determinants-Motivators:				
Study-related motivator			-0.01	0.71
Personal benefits			0.13	0.00 **
Instrumental extrinsic			0.06	0.08
Avoid air pollution			0.05	0.11
Psychological determinants-Barriers:				
Personal			-0.24	<0.01 ***
Discomfort with study life			0.04	0.23
External			-0.23	<0.01 ***
R ²	0.08		0.24	
ΔR^2	0.03		0.16	
RMSEA	0.03		0.04	
CFI	0.955		0.957	
CMIN/DF	1.767		2.401	

* The probability of error is less than 5%. ** The probability of error is less than or equal to 1%. *** The probability of error is less than or equal to 0.1%.

4.2.2. Regression Analyses for Cycling

The regression models for active transportation by cycling showed adequate to good global fit indices (CMIN/DF = 1.52–2.41; RMSEA = 0.023–0.038). There was also an improvement of variance clarification reached by blockwise including the sets of different predictors to the model ($R^2 = 0.05$ – 0.24). Altogether, 12 of 17 predictors showed associations with the weekly amount of cycling, whereas all of the psychological determinants were present. For most predictors, the standardized regression coefficients were considered small to medium size ($|0.06| < r < |0.38|$) (see Appendix A Tables A8 and A9).

In the multivariate Model B1 including sociodemographic variables and variables of the perceived study environment, five predictors showed a significant regression coefficient, but for two of them it was lower than 0.10. The highest regression coefficient was found for the predictor of resident in the university town ($\beta = 0.20$), followed by bicycle-related crime ($\beta = -0.14$), and high automobile traffic ($\beta = 0.118$). When adding psychological determinants in Model B2, all associations became smaller or, in the case of high automobile traffic, showed a regression coefficient smaller than $\beta < 0.10$ ($\beta = 0.08$). The following associations remained with a small to medium regression coefficient: resident in the university town ($\beta = 0.14$) and bicycle-related crime ($\beta = -0.13$). While the association with “active transportation: uphill” disappeared, “walking/cycling facilities” were statistically significant but with a regression coefficient smaller than $\beta < 0.10$. Additionally, three other associations were statistically significant: personal barriers ($\beta = -0.24$), external barriers ($\beta = -0.23$), and personal benefits ($\beta = 0.13$).

5. Discussion

Using a socio-ecological approach in a university setting, the present study addresses the question of which conditions of the study environment as well as individual motivators and barriers are related to students' transport-related walking and cycling. Results show that there were no relevant predictors associated with the amount of transport-related walking: neither sex, age, and place of living nor the study environment or personal motivators and barriers

were substantially linked with transport-related walking. In contrast, transport-related cycling was associated with predictors from both depicted conditions of students' PA behavior, which are important to understand for developing and improving public health interventions: resident in university town, personal benefits, personal barriers, and external barriers relying on individual conditions and high automobile traffic, and bicycle-related crime relying on contextual conditions. Bearing in mind the social-ecological approach of the study, the results reveal multivariate relationships between the level of cycling for transportation and both environmental and individual conditions.

To investigate these relationships, the present study has firstly bundled factors for the perceived study environment regarding the established survey instruments for neighborhood environment NEWS-G and statistical indices of EFA. The same was done for psychological determinants of students for active transportation regarding the study of Shannon et al., (2006) [26]. This procedure has enabled us to link the study environment based upon an adaption of the NEWS-G as well as psychological determinants with the active transport behavior of students, something that has not yet been investigated much in German-speaking countries. So far, only Molina-Gracia et al., (2010) in Spain have used parts of the NEWS besides other aspects to analyze the active commuting of students to university, namely "walking/cycling facilities" (E) [23]. A short version without adaption was used by Peachey and Baller (2015) in a mid-Atlantic undergraduate university with the NEWS-Abbreviate to distinguish environmental characteristics of the living environment between on-campus neighborhoods and off-campus neighborhoods, and to bring this into connection with general PA [54]. While the NEWS assesses the environment of the neighborhood, none of the previous studies used an adaption to access the environment of the study area. Titze et al., (2007) developed a questionnaire based on the literature and focus groups with a special relation to cycling for transportation and the environment along the transport route of students [27]. With the adaption of NEWS-G to the study environment in this study, we wanted to rely on an established survey procedure of the perceived environment and bring it together with the PA-friendliness of the study environment for transport-related PA. The conceptually and empirically derived factors

covered areas of the environmental conditions in relation to the study environment: land use mix–access, connectivity, walking/cycling facilities, aesthetics, automobile traffic, and crime safety. The last two factors showed significant correlations for the convenience sample with students' cycling for transportation, but none showed associations with walking.

That “high automobile traffic” is positively associated with cycling is contrary to the expected result. This association was slightly weakened by adding psychological determinants into the regression model. It seems paradoxical that sampled students' perceived difficulties, unpleasantness, or insecure feeling when active traveling due to much traffic and noticeable exhaust fumes from cars or buses, is positively related to cycling for transportation. The same contrary effect was found in multinomial regression analysis from Titze et al., (2007) [27] for regular cyclists, who cycle more than three times a week. For irregular cyclists, the perception of traffic did not show any effect at all. One possible explanation is that cyclists are more exposed to the problem and therefore more likely to report it [27]. Further studies should investigate moderation analyses based on a representative sample, whereby psychological determinants should be integrated as moderators between the study environment and active commuting — especially cycling for transportation.

There is a negative correlation between bicycle-related crime and cycling. Students' unsafe feeling for leaving even a locked bicycle in the study environment is negatively related to cycling for transportation. This association has repeatedly been reported in the literature [22,25,27]. For example, Rybarczyk and Gallagher (2014) [25] showed that general crime was the strongest barrier for cycling among students and staff of the university, but also bicycle theft was represented under the three most highly ranked barriers. Rybarczyk and Gallagher concluded that the implementation of law enforcement and safe bicycle facility may promote cycling. This was also suggested by Shannon et al., (2006) [26].

Regarding individual conditions, personal barriers showed the strongest associations with cycling. This is in line with the conclusion of Shannon et al., (2006) that reducing barriers to using active transportation modes is likely to be more effective than promoting the benefits of active modes [26]. Further, Rybarczuk and Gallagher (2014) showed that students indicated

that any bicycle barrier would cause a decrease in cycling [25]. Our study results reinforce the premise that students' personal barriers such as physical effort, time effort, and bad mood are negatively related to cycling for transportation. Such personal barriers of time constraints, inconvenience, or physiological discomfort are in accordance with previous findings [21,27]. The same applies to students' external barriers such as the weather or the time of day. These external inhibiting factors were also found in previous studies [25,26,28]. Nordfjærn et al., (2019) [55] recently showed that those who strongly prioritized convenience tended to use a car for transportation modes. However, the increased awareness of the negative consequences was related to a more use of active transportation and less car use. A positive association with cycling for transportation applies to students' personal benefits for active transportation such as joy, health, and fitness. This finding is also in line with the positive relation between emotional satisfaction and regular cycling as found by Titze et al., (2007) [27]. It is also in accordance with the association between strong priorities of PA and less public transportation mode use and more use of active transportation found by Nordfjærn et al., (2019) [55]. Overall, the inclusion of the set of psychological factors in the model improved the variance explanation for the cycling behavior of university students, indicating their important role for individual decisions related to transport-related cycling. However, Nordfjærn et al., (2019) showed that besides psychological variables, situational constraints were more important for mode use than psychological variables and are important to consider as well, for example, car ownership or longer walking time [55].

Regarding sociodemographic variables of the sampled students, the association between residence in the university town and cycling was slightly weakened by adding psychological determinants into the regression model but was still significant at medium level. Students' residence in the university town was positively associated with cycling for transportation. This is in line with the negative impact of distance found in previous studies [21,22,26,28,29] and also with the association between longer walking time from students' residence to university and the more use of public transportation for less active transportation recently showed by Nordfjærn et al., (2019) [55]. Moreover, Zannat et al., (2020) [56] revealed in terms of city

planning the travel time besides the provision of infrastructure as influencing factors for active and public transportation of university students. Furthermore, the factor “personal barriers” of our study, which covers the barrier of time effort, is negatively associated with cycling on a medium level and reinforces this interpretation.

The result that there were no relevant contextual and individual predictors for students’ transport-related walking has already been shown in both the university and community setting. Missing statistical significance for the probability of use of walking for students with environmental incentives was also the case in the results of Rybarczuk and Gallagher (2014) [25]. In communal settings, walking for transportation shows a different association than walking for leisure, which is associated with recreation facilities and aesthetics and green spaces [13,17,36,37]. That the results of this study, which investigated only the domain of active transportation, did not show such correlations, suggests that students were not likely to choose walking as an active mode of transportation for contextual or individual reasons, but rather that it was purely a means of getting from point A to point B. However, in terms of active commuting by students in general, positive associations with the perception of walking and cycling facilities [23], traffic and crime safety [19,21,22,25,27,28], and aesthetic aspects such as the “attractiveness of the surroundings” [27] (p. 72) exist, which could not be shown in this study for walking.

Furthermore, active transportation cannot only be considered in the perspective of promoting PA but also in the perspective of promoting more sustainable modes of transport which in turn has effects on the environment, on the economy, and on the health of people [57]. Some recent studies have dealt with the importance of using sustainable means of transport by the university community [56,57]. The authors of these studies also showed that the mode of transportation is conditioned by particularities of university campuses such as bike share systems [58], tailored and strategically-placed point-of-choice prompts, through which students should switch to active transportation [59], or the distribution of the university scheduled classes on the days of the week [60]. However, in order to make use of the potential to increase cycling among students Grimes and Baker (2020) [58] revealed that bike share systems

conditions in university settings must be tailored to the target group, Chim et al., (2020) [60] pointed out that there is only a positive association of university courses on weekdays with more time spent cycling if students cycle to classes anyway, and Irwin (2019) [61] showed that uncontrollable factors for example time, built environment, and weather affected the participation in activities. Thus, just like the results of our study, these findings show that the combination of environmental conditions and personal psychological determinants is important to consider. In addition to tailored measures offered by the university to promote sustainable and active transportation, also competing modes of transportation bring further psychological factors into play. Cruz-Rodriguez et al., (2020) [57] analyzes students' feelings and emotions provoked by alternative means of transport. In addition to various electric means of transportation, only the use of bicycles showed associations with the possibility of PA, but, for example, the feeling of freedom or getting around quickly in the city or avoiding traffic jams were also present for scooters and motorcycles [57]. Further studies should include deeper psychological backgrounds of transportation choice. To take advantage of the synergies between promoting PA and sustainability, further studies should additionally compare competing modes of transportation such as scooters and motorcycles.

Strengths and Limitations

Certain limitations must be considered when interpreting the results. Due to the cross-sectional study design, we could not identify causal associations. In addition, the study was conducted in the summertime, which could have an influence on the reported active commuting information due to better weather [19]. Furthermore, regarding the shift toward more female students in the convenience sample of the study, possible sampling bias cannot be excluded. Some studies report a gender difference in favor of male students with regard to the use of bicycles for active transportation [28,30], but other studies did not find different travel patterns between male and female students [23,62]. Agarwal and North (2012) [19] found some gender differences regarding the perception of barriers to cycling. Accordingly, generalizability of the associations would still need to be empirically verified.

The measuring instrument for the study environment was empirically used for the first time. Although the study has attempted to bundle information for both study environment and psychological determinants to better account for psychometric properties of the factors, some variables were measured as single items. For study environment the categories “land use mix–access”, “connectivity,” “general crime”, and “bicycle-related crime” were only covered with one item each. For psychological determinants, the motivator item “avoid air pollution” was considered separately due to content and statistical indices. It is possible that the single items contributed to the absence of associations due to their lower variance. However, it has not been uncommon to include single items in this area of research to date [19,21,26]. Further development is thus needed for measurement procedures. For some areas, the present study provides indications. Our study did form a factor, which dealt with study-related psychological determinants. Furthermore, factors relying on personal benefits, on instrumental extrinsic benefits, and on avoiding air pollution were formed for motivators. Factors for barriers were discomfort with study life, personal barriers, and external barriers. Overall, further surveys in other universities are necessary to concretize and validate the adapted NEWS-G for the study environment as well as to confirm the factors formed.

In addition, the measuring instrument for the study environment captures the self-assessed perception of the students and thus does not provide an objective measure of the survey. This can lead to distortions, for example, as people who frequently walk or cycle outside might perceive traffic more strongly [40]. The importance of perception can only be filtered out and captured through a combination of objective and self-assessed measurement of physical environmental characteristics [41].

Despite the limitations, this study provides some strengths. It tried for the first time to assess not the living environment but the specific study environment with reference to an established survey instrument, so it can be used for campus as well as urban universities. This is important due to the fact that the transfer of results from campus universities is difficult to universities, which are not structured as closed geographical spaces, but the urban university is integrated into urban landscape [24,63].

In addition, referring to socio-ecological approaches could confirm the relationship between transport-related PA and both contextual as well as individual determinants. Further, it provides initial multivariate results on active transportation and its relation to contextual and individual determinants from Germany. Furthermore, since this study differentiated the PA domains into the different modes of transportation, walking and cycling, it could show that the compositional and contextual conditions are different for both modes. So for promoting PA it is important to distinguish between the needs of pedestrians and cyclists [20].

To sum up, in relation to other studies with respect of university students which considered both personal and environmental determinants together in relation with active transportation, the scientific value of the presented study lies in the insights into the contextual conditions of the study environment, the consideration of associated correlates through the factor bundling, and separate information for transport-related cycling and transport-related walking.

6. Conclusions

Current findings confirm on a regression-analytical basis the postulated socio-ecological relationships between both contextual as well as individual factors and transport-related cycling, but not with transport-related walking. In total, the students' amount of cycling a week is positively associated with the students' residence in the university town, high automobile traffic, and personal benefits such as joy and health, and negatively associated with bicycle-related crime, personal barriers such as physical or time effort, and external barriers such as weather conditions. It should be noted that there might be a partial correlation between "high automobile traffic" and psychological determinants which indicate a moderation role of psychological determinants.

Possible strategies leading to an adequate infrastructure for universities may be the implementation of safe bicycle racks, bicycle routes, or more student residences in town. Additionally, academic training programs that indicate the benefits of transport-related cycling may students help to understand the associations between cycling and health, environment, sports and recreation. This can increase motivation to use the bicycle for transportation and

lead to consolidate the bicycle culture in transportation in the university community. Given the current climate change and the increasing physical inactivity of society, a cycling culture can advance alternative means of transportation and thus have positive effects on the economy, environment, and health. As PA is linked with various benefits for health and educational outcomes, the results contribute to the understanding of the correlates of active commuting. This is important especially for university students who are particularly at risk of not fulfilling health-oriented PA recommendations. Therefore, the present study supplements specific knowledge about determinants that are important for developing and improving public health interventions for students in a university setting.

Author Contributions: Conceptualization, M.T. and G.S.; methodology, M.T. and G.S.; formal analysis, M.T.; investigation, M.T. and G.S.; resources, G.S.; data curation, M.T.; writing — original draft preparation, M.T.; writing — review and editing, M.T. and G.S.; supervision, G.S.; project administration, M.T. and G.S.; funding acquisition, G.S. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by the Allgemeiner Deutscher Hochschulsportverband (adh) (German University Sports Federation) and the Techniker Krankenkasse, health insurance fund.

Institutional Review Board Statement: Translation of the Ethics Committee Statement of the Faculty of Economics and Social Sciences of the University of Tübingen (original version: German): “From our point of view, there are no concerns for the project as you have presented it, since you inform the participating persons in detail about the purpose of the study, explicitly assure the voluntary nature of the survey, obtain a declaration of consent for the storage and analysis of the data, and the data are collected and processed anonymously.” The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Ethics Committee of the Faculty of Economics and Social Sciences of the University of Tübingen (protocol code A2.54-077_aa, 26 June 2018).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

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

Acknowledgments: We would like to thank Ingrid Arzberger, Head of University Sports at the University of Tübingen, for providing the resources and co-applying for the funding. We would like to thank the participating students in the master course of the sports science program at the University of Tübingen and again Ingrid Arzberger for their support during the project conduction. We acknowledge support by Open Access Publishing Fund of University of Tübingen.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

Appendix A

(siehe Anhang)

References

1. Grützmacher, J.; Guysy, B.; Lesener, T.; Sudheimer, S.; Willige, J. *Gesundheit Studierender in Deutschland 2017: Ein Kooperationsprojekt zwischen dem Deutschen Zentrum für Hochschul-und Wissenschaftsforschung, der Freien Universität Berlin und der Technische Krankenkasse*; Fischer Druck GmbH Peine: Hannover, Germany, 2018.
2. Brandl-Bredenbeck, H.P.; Kämpfe, A.; Köster, C. *Studium Heute—Gesundheitsfördernd Oder Gesundheitsgefährdend?: Eine Lebensstilanalyse*; Meyer & Meyer Verlag: Aachen, Germany, 2013.
3. Meier, S.; Mikolajczyk, R.T.; Helmer, S.; Akmatov, M.K.; Steinke, B.; Krämer, A. Prävalenz von Erkrankungen und Beschwerden bei Studierenden in NRW. *Prävention Und Gesundh.* **2010**, *5*, 257–264. [CrossRef]

4. Möllenbeck, D.; Göring, A. Sportliche Aktivität, Gesundheitsressourcen und Befinden von Studierenden: Eine Frage des Geschlechts? In *Aktiv und Gesund?* Becker, S., Ed.; Springer: Wiesbaden, Germany, 2014; pp. 449–474. [CrossRef]
5. *TK-CampusKompass: Umfrage zur Gesundheit von Studierenden*; TK-Hausdruckerei: Hamburg, Germany, 2015.
6. Möllenbeck, D. Gesundheitliche Ressourcen und Belastungen von Studierenden. In *Bewegungsorientierte Gesundheitsförderung an Hochschulen*, 3rd ed.; Göring, A., Möllenbeck, D., Eds.; Universitätsverlag Göttingen: Göttingen, Germany, 2014; pp. 167–182. [CrossRef]
7. García-Hermoso, A.; Quintero, A.P.; Hernández, E.; Correa-Bautista, J.E.; Izquierdo, M.; Tordecilla-Sanders, A.; Prieto-Benavides, D.; Sandoval-Cuellar, C.; González-Ruíz, K.; Villa-González, E. Active commuting to and from university, obesity and metabolic syndrome among Colombian university students. *BMC Public Health* **2018**, *18*, 523. [CrossRef] [PubMed]
8. Bopp, M.; Bopp, C.; Schuchert, M. Active transportation to and on campus is associated with objectively measured fitness outcomes among college students. *J. Phys. Act. Health* **2015**, *12*, 418–423. [CrossRef] [PubMed]
9. Gropper, H.; John, J.M.; Sudeck, G.; Thiel, A. The impact of life events and transitions on physical activity: A scoping review. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0234794. [CrossRef]
10. Irwin, J.D. Prevalence of university students' sufficient physical activity: A systematic review. *Percept. Mot. Ski.* **2004**, *98*, 927–943. [CrossRef] [PubMed]
11. Parra-Saldías, M.; Castro-Piñero, J.; Castillo Paredes, A.; Palma Leal, X.; Díaz Martínez, X.; Rodríguez-Rodríguez, F. Active commuting behaviours from high school to university in Chile: A retrospective study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2019**, *16*, 53. [CrossRef]

12. Bauman, A.E.; Reis, R.S.; Sallis, J.F.; Wells, J.C.; Loos, R.J.F.; Martin, B.W.; Lancet Physical Activity Series Working Group. Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? *Lancet* **2012**, 380, 258–271. [CrossRef]
13. Bucksch, J.; Claßen, T.; Schneider, S. Förderung körperlicher Aktivität im Alltag auf kommunaler Ebene. In *Handbuch Bewegungsförderung und Gesundheit*; Geuter, G., Holleederer, A., Eds.; Verlag Hands Huber: Bern, Switzerland, 2012.
14. Stokols, D. Establishing and maintaining healthy environments: Toward a social ecology of health promotion. *Am. Psychol.* **1992**, 47, 6. [CrossRef]
15. Sallis, J.F.; Owen, N.; Fisher, E.B. Ecological models of health behavior. In *Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice*, 4th ed.; Glanz, K., Rimer, B.K., Viswanath, K., Eds.; Jossey-Bass: San Francisco, CA, USA, 2008; pp. 456–486.
16. Sallis, J.F.; Cervero, R.B.; Ascher, W.; Henderson, K.A.; Kraft, M.K.; Kerr, J. An ecological approach to creating active living communities. *Annu. Rev. Public Health* **2006**, 27. [CrossRef]
17. Van Dyck, D.; Cardon, G.; Deforche, B.; Sallis, J.F.; Owen, N.; De Bourdeaudhuij, I. Neighborhood SES and walkability are related to physical activity behavior in Belgian adults. *Prev. Med.* **2010**, 50, S74–S79. [CrossRef]
18. Giles-Corti, B.; King, A.C. Creating active environments across the life course: “thinking outside the square”. *Br. J. Sports Med.* **2009**, 43, 109–113. [CrossRef] [PubMed]
19. Agarwal, A.; North, A. Encouraging bicycling among university students: Lessons from queen’s university, Kingston, Ontario. *Can. J. Urban Res.* **2012**, 2, 151–168.
20. Balsas, C.J. Sustainable transportation planning on college campuses. *Transp. Policy* **2003**, 10, 35–49. [CrossRef]
21. Cole, R.; Leslie, E.; Donald, M.; Cerin, E.; Neller, A.; Owen, N. Motivational readiness for active commuting by university students: Incentives and barriers. *Health Promot. J. Aust.* **2008**, 19, 210–215. [CrossRef] [PubMed]

22. Horacek, T.M.; Dede Yildirim, E.; Kattelman, K.; Brown, O.; Byrd-Bredbenner, C.; Colby, S.; Greene, G.; Hoerr, S.; Kidd, T.; Koenings, M. Path analysis of campus walkability/bikeability and college students' physical activity attitudes, behaviors, and body mass index. *Am. J. Health Promot.* **2018**, *32*, 578–586. [CrossRef]
23. Molina-García, J.; Castillo, I.; Sallis, J.F. Psychosocial and environmental correlates of active commuting for university students. *Prev. Med.* **2010**, *51*, 136–138. [CrossRef]
24. Molina-García, J.; Menescardi, C.; Estevan, I.; Martínez-Bello, V.; Queralt, A. Neighborhood built environment and socioeconomic status are associated with active commuting and sedentary behavior, but not with leisure-time physical activity, in university students. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2019**, *16*, 3176. [CrossRef]
25. Rybarczyk, G.; Gallagher, L. Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university. *J. Transp. Geogr.* **2014**, *39*, 1–10. [CrossRef]
26. Shannon, T.; Giles-Corti, B.; Pikora, T.; Bulsara, M.; Shilton, T.; Bull, F. Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change. *Transp. Policy* **2006**, *13*, 240–253. [CrossRef]
27. Titze, S.; Stronegger, W.J.; Janschitz, S.; Oja, P. Environmental, social, and personal correlates of cycling for transportation in a student population. *J. Phys. Act. Health* **2007**, *66*–79. [CrossRef]
28. Wang, C.-H.; Akar, G.; Guldman, J.-M. Do your neighbors affect your bicycling choice? A spatial probit model for bicycling to The Ohio State University. *J. Transp. Geogr.* **2015**, *42*, 122–130. [CrossRef]
29. Wang, X.; Khattak, A.J.; Son, S. What can be learned from analyzing university student travel demand? *Transp. Res. Rec.* **2012**, *2322*, 129–137. [CrossRef]

30. Wuerzer, T.; Mason, S.G. Cycling Willingness: Investigating Distance as a Dependent Variable in Cycling Behavior Among College Students. *Appl. Geogr.* **2015**, *60*, 95–106. [CrossRef]
31. Cerin, E.; Conway, T.L.; Cain, K.L.; Kerr, J.; De Bourdeaudhuij, I.; Owen, N.; Reis, R.S.; Sarmiento, O.L.; Hinckson, E.A.; Salvo, D.; et al. Sharing good NEWS across the world: Developing comparable scores across 12 countries for the neighborhood environment walkability scale (NEWS). *BMC Public Health* **2013**, *13*, 309. [CrossRef] [PubMed]
32. De Bourdeaudhuij, I.; Sallis, J.F.; Saelens, B.E. Environmental correlates of physical activity in a sample of Belgian adults. *Am. J. Health Promot.* **2003**, *18*, 83–92. [CrossRef]
33. Duncan, M.J.; Spence, J.C.; Mummery, W.K. Perceived environment and physical activity: A meta-analysis of selected environmental characteristics. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2005**, *2*, 11. [CrossRef]
34. Frank, L.; Kavage, S. A national plan for physical activity: The enabling role of the built environment. *J. Phys. Act. Health* **2009**, *6* (Suppl. 2), 186–195. [CrossRef]
35. Giles-Corti, B.; Timperio, A.; Bull, F.; Pikora, T. Understanding physical activity environmental correlates: Increased specificity for ecological models. *Exerc. Sport Sci. Rev.* **2005**, *33*, 175–181. [CrossRef]
36. Humpel, N.; Owen, N.; Leslie, E. Environmental factors associated with adults' participation in physical activity: A review. *Am. J. Prev. Med.* **2002**, *22*, 188–199. [CrossRef]
37. Owen, N.; Humpel, N.; Leslie, E.; Bauman, A.; Sallis, J.F. Understanding Environmental Influences on Walking. *Am. J. Prev. Med.* **2004**, *27*, 67–76. [CrossRef]
38. Saelens, B.E.; Sallis, J.F.; Frank, L.D. Environmental correlates of walking and cycling: Findings from the transportation, urban design, and planning literatures. *Ann. Behav. Med.* **2003**, *25*, 80–91. [CrossRef] [PubMed]

39. Sallis, J.F.; Bowles, H.R.; Bauman, A.; Ainsworth, B.E.; Bull, F.C.; Craig, C.L.; Sjöström, M.; De Bourdeaudhuij, I.; Lefevre, J.; Matsudo, V.; et al. Neighborhood environments and physical activity among adults in 11 countries. *Am. J. Prev. Med.* **2009**, *36*, 484–490. [CrossRef] [PubMed]
40. Wallmann, B.; Bucksch, J.; Froboese, I. The association between physical activity and perceived environment in German adults. *Eur. J. Public Health* **2011**, *22*, 502–508. [CrossRef] [PubMed]
41. Wendel-Vos, W.; Droomers, M.; Kremers, S.; Brug, J.; van Lenthe, F. Potential environmental determinants of physical activity in adults: A systematic review. *Obes. Rev.* **2007**, *8*, 425–440. [CrossRef] [PubMed]
42. Finger, J.D.; Tafforeau, J.; Gisle, L.; Oja, L.; Ziese, T.; Thelen, J.; Mensink, G.B.; Lange, C. Development of the European health interview survey-physical activity questionnaire (EHIS-PAQ) to monitor physical activity in the European Union. *Arch. Public Health* **2015**, *73*, 1–11. [CrossRef]
43. Ainsworth, B.E.; Haskell, W.L.; Herrmann, S.D.; Meckes, N.; Bassett Jr, D.R.; Tudor-Locke, C.; Greer, J.L.; Vezina, J.; Whitt-Glover, M.C.; Leon, A.S. 2011 Compendium of Physical Activities: A second update of codes and MET values. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2011**, *43*, 1575–1581. [CrossRef]
44. Bödeker, M.; Bucksch, J.; Fuhrmann, H. Bewegungsfreundlichkeit von Wohnumgebungen messen: Entwicklung und Einführung der deutschsprachigen “Neighborhood EnvironmentWalkability Scale”. *Prävention Und Gesundh.* **2012**, *7*, 220–226. [CrossRef]
45. Gauvin, L.; Richard, L.; Craig, C.L.; Spivock, M.; Riva, M.; Forster, M.; Laforest, S.; Laberge, S.; Fournel, M.-C.; Gagnon, H. From walkability to active living potential: An “ecometric” validation study. *Am. J. Prev. Med.* **2005**, *28*, 126–133. [CrossRef]
46. Krosnick, J.A. Survey research. *Annu. Rev. Psychol.* **1999**, *50*, 537–567. [CrossRef]

47. Franzen, A. Antwortskalen in standardisierten Befragungen. In *Handbuch Methoden der Empirischen Sozialforschung*; Springer: Wiesbaden, Germany, 2014; pp. 701–711. [CrossRef]
48. Engel, U.; Schmidt, B.O. Unit- und Item-Nonresponse. In *Handbuch Methoden der Empirischen Sozialforschung*; Springer: Wiesbaden, Germany, 2014; pp. 331–348. [CrossRef]
49. Saß, A.-C.; Lange, C.; Finger, J.D.; Allen, J.; Born, S.; Hoebel, J.; Kuhnert, R.; Müters, S.; Thelen, J.; Schmich, P. Gesundheit in Deutschland aktuell—Neue Daten für Deutschland und Europa: Hintergrund und Studienmethodik von GEDA 2014/2015-EHIS. *J. Health Monit.* **2017**, *2*, 83–89. [CrossRef]
50. Krämer, L.; Fuchs, R. Barrieren und Barrierenmanagement im Prozess der Sportteilnahme: Zwei neue Messinstrumente. *Z. Für Gesundh.* **2010**, 170–182. [CrossRef]
51. Schermelleh-Engel, K.; Moosbrugger, H.; Müller, H. Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures. *Methods Psychol. Res.* **2003**, *8*, 23–74.
52. McDonald, R.P.; Marsh, H.W. Choosing a multivariate model: Noncentrality and goodness of fit. *Psychol. Bull.* **1990**, *107*, 247–255. [CrossRef]
53. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Lawrence Erlbaum Associates: New York, NY, USA, 1988.
54. Peachey, A.A.; Baller, S.L. Perceived Built Environment Characteristics of On-Campus and Off-Campus Neighborhoods Associated With Physical Activity of College Students. *J. Am. Coll. Health* **2015**, *63*, 337–342. [CrossRef] [PubMed]
55. Nordfjærn, T.; Egset, K.S.; Mehdizadeh, M. “Winter is coming”: Psychological and situational factors affecting transportation mode use among university students. *Transp. Policy* **2019**, *81*, 45–53. [CrossRef]

-
56. Zannat, E.K.; Adnan, M.S.G.; Dewan, A. A GIS-based approach to evaluating environmental influences on active and public transport accessibility of university students. *J. Urban Manag.* **2020**, *9*, 331–346. [CrossRef]
57. Cruz-Rodríguez, J.; Luque-Sendra, A.; Heras, A.d.I.; Zamora-Polo, F. Analysis of Interurban Mobility in University Students: Motivation and Ecological Impact. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 9348. [CrossRef] [PubMed]
58. Grimes, A.; Baker, M. The Effects of a Citywide Bike Share System on Active Transportation Among College Students: A Randomized Controlled Pilot Study. *Health Educ. Behav.* **2020**, *47*, 412–418. [CrossRef] [PubMed]
59. Ly, H.; Irwin, J.D. Skip the wait and take a walk home! The suitability of point-of-choice prompts to promote active transportation among undergraduate students. *J. Am. Coll. Health* **2020**, 1–9. [CrossRef] [PubMed]
60. Chim, H.Q.; Oude Egbrink, M.G.A.; Van Gerven, P.W.M.; de Groot, R.H.M.; Winkens, B.; Savelberg, H.H.C.M. Academic Schedule and Day-to-Day Variations in Sedentary Behavior and Physical Activity of University Students. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 2810. [CrossRef]
61. Irwin, J.D. Designing effective point-of-choice prompts to promote active transportation and staircase use at a Canadian University. *J. Am. Coll. Health* **2019**, *67*, 215–223. [CrossRef]
62. Limanond, T.; Butsingkorn, T.; Chermkhunthod, C. Travel behavior of university students who live on campus: A case study of a rural university in Asia. *Transp. Policy* **2011**, *18*, 163–171. [CrossRef]
63. Chillón, P.; Molina-García, J.; Castillo, I.; Queralt, A. What distance do university students walk and bike daily to class in Spain. *J. Transp. Health* **2016**, *3*, 315–320. [CrossRef]

4.4 **Manuskript IV: Nudging digital physical activity breaks for home studying of university students – a randomized controlled trial during the Covid-19 pandemic with daily activity measures.**

Manuskript IV: Teuber, M., Leyhr, D., Moll, J., & Sudeck, G (2022). Nudging digital physical activity breaks for home studying of university students – A randomized controlled trial during the Covid-19 pandemic with daily activity measures. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4:1024996. doi: [10.3389/fspor.2022.1024996](https://doi.org/10.3389/fspor.2022.1024996)

[This is an accepted manuscript of an article published online by *Frontiers in Sports and Active Living* on November 24, 2022 available at [10.3389/fspor.2022.1024996](https://doi.org/10.3389/fspor.2022.1024996)]

Abstract: University students are of particular public health interest because they are at high risk for physical inactivity and sedentary behaviors. In conjunction with the COVID-19 pandemic, sedentariness and physical inactivity were reinforced, as the pandemic led to an increase in home studying. Physical activity (PA) breaks have been identified as promoting factors for university students' physical and mental health. Therefore, the present study explored an approach to nudge students to take PA breaks at home while studying. The purpose was to test the effectiveness of digital nudging for PA breaks for 10 days using a randomized intervention design during the COVID-19 pandemic. It included an intervention group who received daily digital motivational prompts for PA break videos and a minimal intervention control group who got low-level access to PA break videos *via* a one-time link sent to the media library. Using a sample of university students in the southwest of Germany ($n = 57$), two-level binary logistic regression models were calculated to predict daily participation in PA breaks during the intervention period depending on the nudging intervention, as well as previous participation in PA breaks, the general PA level of the subjects before the intervention, the time spent on PA and on home studying in a day, the kind of day during the intervention

(weekday vs. weekend), and the students' age. Results revealed that the digital nudging intervention did not show any significant effect on the likelihood to participate in PA breaks on a given day ($0.69 \leq \beta \leq 0.75$, $p > 0.3$). Instead, an individual-level effect revealed that the longer a student studied at home over the course of a day, the more likely he or she was to take a PA break ($1.07 \leq \beta \leq 1.11$, $p < 0.001$). Current findings show that individual characteristics such as daily time spent on home studying, which can change over the course of the intervention phase, are relevant considerations within nudging intervention in university setting. This provides initial insights especially for digital PA breaks for students during home studying.

Keywords: physical activity breaks, digital nudging, home studying, university students, intervention, motivational prompts

Introduction

University students are of particular public health interest because they are at high risk for physical inactivity and sedentary behaviors. The transition from school to university often marks a particular risk for becoming physically inactive (1). Increasing academic workload with its resulting problems in time management regarding work and social demands results in students' physical inactivity (2). Additionally, in Germany, students show the highest percentage of sedentary time among all working occupational groups (3). This is determined by critical factors of the university setting such as sitting in classes, self-study learning, and smartphone usage (4, 5). Technological advances allowing students to study in the comfort of their own homes without changing locations, as well as higher screen time have also led to an increase in sedentary behaviors (6, 7).

As a result, the benefits of health-enhancing physical activity (PA) are less likely to be achieved and the health risks of sedentary behaviors increase (8). This is of particular relevance for university students, as they often face widespread health problems associated with the high demands of academic studies. For example, university students suffer more often from perceived stress (9) and report physical and psychological complaints more often than their

peers (9–11). Furthermore, long sitting during lectures results in increased fatigue and lower concentration (12, 13). Given the demands of academic studies, PA can contribute to ensuring the cognitive functioning of young adults. Research has shown that PA can improve learning outcomes by activating brain areas relevant to learning (14), promoting synapse formation, supporting neuronal cell regeneration and growth (15), and stimulating cardiovascular circulation and thus increasing the supply of oxygen to the brain (16). Taken together, current PA recommendations on international and national levels (17, 18) particularly apply for university students as they give advice to reduce sedentary behavior [e.g., avoid long, uninterrupted periods of sitting and, if possible, to regularly interrupt sitting with PA (17)] and to achieve sufficient levels of moderate-to-vigorous PA to gain the various health benefits.

Particularly during the COVID-19 pandemic, sedentariness and physical inactivity were reinforced. PA among young adults was observed to decrease compared to pre-pandemic levels, whereas sedentary behavior further increased (19–23). An almost world-wide quarantine was ordered in Spring 2020 in order to reduce the incidence of infection. This led to an increase in the utilization of home office for work, schools and universities and a reduction in leisure possibilities such as doing sports or meeting friends. Consequently, the COVID-19 pandemic functioned as a kind of driver for physical inactivity and sedentary behavior. For example, nearly half of an Australian adult sample reported a reduction in PA (21), and among a sample of young adults in Hong Kong, 70 % reported that they had reduced their PA (22). Regarding sedentariness, Spanish university students, for example, increased their sedentary time by more than 50 %, including leisure-time and study-related screen time (23). Therefore, it is even more important to promote PA in everyday life in order to minimize sedentary behavior along with its risks, especially during this unique period of the COVID-19 pandemic, where home studying and social distancing characterized study life.

Breaks that involve PA and interrupt sedentary behavior have been identified as promoting factors for university students' physical and mental health. Different approaches are possible for the implementation of PA breaks. For example, PA breaks that are guided by an instructor in an in-person session in presence lead to better cognitive functioning and learning behavior

(24, 25) like better classroom behavior in learning settings (e.g., time on task or involvement) (26–28), better task-related participation behavior (29) or short-term effects on cognition tasks (30). Regarding the acute effects of PA breaks, higher attention and cognitive performance, improvements in the level of interest, as well as improved mood ratings have been observed (13). Moreover, compared to no break and psychoregulatory breaks, PA breaks show greater effects on students' vigor and regenerative ability regarding tension and fatigue caused by cognitive load. There is also evidence that participants who attended PA breaks in classroom settings acquired a higher amount of PA level measured via daily step count average with pedometers compared to participants who did not attend (6).

Nudging could be another useful method and approach in promoting PA breaks, particularly if the breaks are not able to be instructed in person. Nudging is a method of influencing people's behavior without resorting to prohibitions and commands (31). It can take place both consciously and subconsciously. Different forms of nudging that can promote PA have been discussed recently (32). Information disclosure is a common way of consciously nudging. Providing general information, health benefits for example, can promote awareness of actions (33, 34). Warnings in the form of disclosing risks also encourages people to reflect on and change existing behaviors (34). Furthermore, the identification of an issue leads to a higher likelihood of behavioral implementation. For this reason, appealing to intentions is also an effective way of nudging (34).

During periods of extensive home studying, digital ways of transmitting nudging are especially needed to reach students. Inactivity in individuals is often due to forgetfulness, procrastination or lack of time. Reminders *via* push messages or emails can prompt action. Prompting frequent short PA breaks may be one effective way to increase PA and reduce sedentary behavior (35). Research on digital media as transmitters of nudges has revealed first insights on positive effects of low-threshold interventions, such as daily emails or on-screen break prompting systems (36–38) as well as digital personalized applications with exercises, and advanced information (39, 40). These insights showed for example that people adhere to the email or SMS message encouragements for daily stair-walks at work (36, 41, 42), or for health

enhancing website use (37). They also adhere to digital application for break up sedentary behavior at workplaces (40). Other findings revealed that nudging can be improved *via* personalization like individual preferences or the option to sync prompts with online calendars (39). However, the current state of research focuses on digital nudging interventions at workplaces and still leaves open questions on how sitting times in the university setting could be reduced by PA breaks specifically for students during home studying. Additionally, since student-life has changed drastically with the COVID-19 pandemic and most of the field studies addressing PA breaks (6, 13, 24, 43–45) took place beforehand (13, 29, 46), little is known about PA breaks not instructed in person during home studying.

The aim of the present study is to compare different approaches on how to reach students in order to promote PA breaks during home study times. Therefore, two different ways of accessing and promoting the use of video-guided PA breaks are compared. The main focus is on a digital nudging intervention which includes daily digital motivational prompts for PA breaks with one integrated PA break video and further links to a video portal that provides numerous PA break videos using a team learning software tool that is highly accessible for the given university students. This digital nudging intervention will be compared to a minimal-intervention control group that did not get such daily nudges but rather only received low-level access to the same video portal with PA break videos.

The primary outcome addresses daily participation in PA breaks during the intervention period of 10 days, which is expected to be higher in the digital nudging condition when including daily motivational prompts. Picture messages should stimulate a reflexive process following the reception and absorption of information and encourage participation in PA breaks. Thereby, issues of increasing PA and reducing sedentary behavior, recovery, or taking breaks in general were addressed to provide health information, disclose risks, and reach the active identification of students. Accordingly, the research question aims to investigate whether the selected digital nudging intervention has a beneficial effect on taking PA breaks during home study periods. Additionally, in terms of secondary effects and controlling for confounders for the main hypothesis, the study considers other parallel mechanisms which might influence daily

participation in PA breaks. Namely previous participation in PA breaks, the general PA level of the subjects before the intervention, the time spent on PA on a day during the intervention phase, the time spent on home studying on daily level, the kind of day during the intervention (weekday vs. weekend), and finally age as a sociodemographic factor is additionally considered for the study.

Methods

Study setting

During the implementation of the study, containment measures associated with the COVID-19 pandemic did exist. Home studying and digital learning characterized study life and a so called “digital semester” was in effect at the University of Tübingen due to the COVID-19 pandemic. Courses were mainly to be taught online — synchronous, i.e., live, and asynchronous, for example, *via* a recorded lecture. Regarding leisure time, there were contact restrictions (social distancing), the performance of sports activities in groups were not permitted, and sports facilities were closed. The university sports department was also not allowed to offer face-to-face sports activities, but only online activities.

This first-time digital summer semester 2020 was the starting point for the introduction of the new digital PA break offer “Bewegungssnack digital” [in English “exercise snack digital” (ESD)], which provided digital PA breaks for everyday home studying. This offer was accompanied by a scientific evaluation in the follow-up digital semester, which was the basis for the present study. The ESD intended to support students in home studying by promoting regular PA breaks. The ESD offer consisted of 5–7-min videos with guided physical exercises and health-promoting explanations for a PA break. They were categorized into three thematic foci: activation, relaxation, and coordination. Within the videos, the exercises were demonstrated by one or two student exercise instructors. Additionally, descriptions of the relevant execution features of each exercise were displayed in the video *via* textual cues.

Design and procedures

This randomized intervention study included an intervention group (IG with digital nudging for the PA break video ESD) and a minimal-intervention control group (MICG with access to the PA break video offer *via* a one-time provision of the link to the video portal).

Data were collected before (T1) and after the intervention (T2) as well as daily during the intervention phase. During the ten-day intervention phase (Wednesday–Friday), daily surveys (t₁-t₁₀) were conducted in both groups, which were sent by email at 7 p.m. every evening. Subjects were asked to answer questions about their home studying behavior. They were also asked to answer a questionnaire one– two days before and after the intervention phase (Figure 9). The surveys were implemented online *via* the software UNIPARK. The recording and evaluation of the data were anonymized. Each participant used a personal code under the guidance of certain questions that only the participant himself/herself had created and knew.

The study researchers who created the intervention in the form of daily digital nudges to use the digital PA break offer were aware of the assignment of the conditions. They were the same people who mailed the questionnaires and statistically analyzed the collected data from the surveys. The exercise instructors and video designers of the digital PA breaks, on the other hand, were not informed about the conditions of the study in detail, but only knew the goal of the PA breaks and the use in their everyday university life and studies.

Participants were recruited *via* different digital ways: The study was advertised to students of the University of Tübingen *via* a circular email to those who registered for the digital PA breaks course offer on the homepage of the university sports department, and also to all students of the University of Tübingen *via* the university email distribution list. In addition, advertisement on social media of the university sports department of Tübingen (Facebook, Instagram, YouTube, homepage) took place. The study was announced using the incentives of one i-Pad, two smart watches and five tablets that were raffled off to participants who fully participated in the entire intervention.

Subjects were informed that participation in the study was voluntary and that no personal disadvantages would result from non-participation. The written informed consent was obtained together with the approval of the data protection regulations directly in the first questionnaire (T1) by means of a mandatory selection field. The faculty of the University of Tübingen of the first authors institution had given a positive ethical approval for the study.

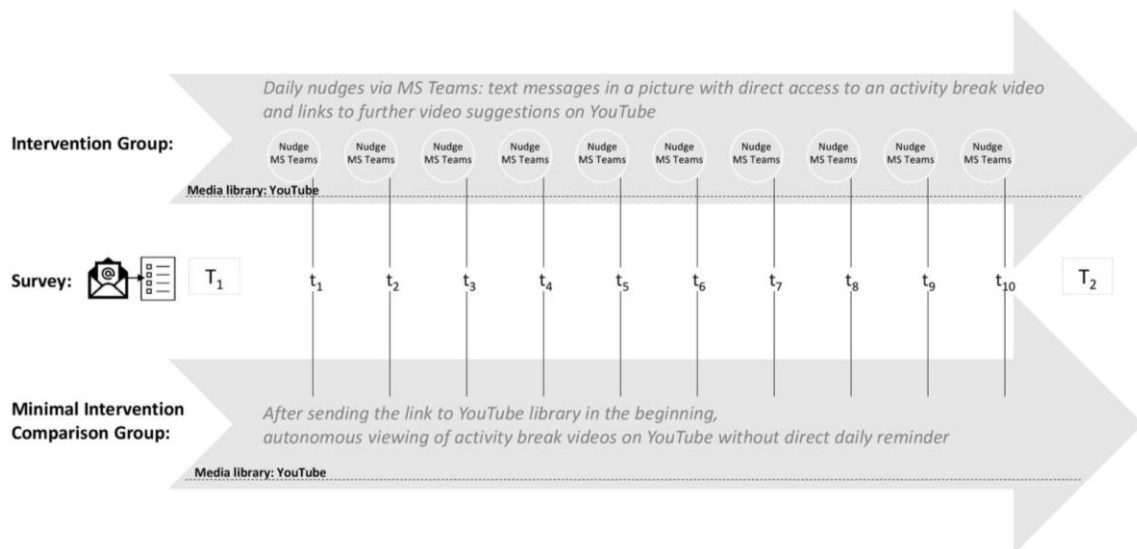


Figure 9. Design and procedure of the study for both groups: digital nudging intervention group (IG) and minimal intervention control group (MICG).

Participants

The study group consisted of students from the University of Tübingen in the Southwest of Germany. Initially, 81 participants (male = 11, female = 65, diverse = 1, not stated = 4) took part in the study. However, the number of participants in the final sample dropped to $N = 57$ (male = 6, female = 47, diverse = 1, not stated = 3) because only subjects who had participated in the daily surveys on at least half of the days of the intervention period were included (Figure 10). These participants were between 18 and 32 years old ($M = 23.52$, $SD = 2.81$) and were studying in their 1st to 13th semester ($M = 5.76$, $SD = 4.11$). Participants studied one of the following major courses of study: mathematical-scientific majors (34.0 %), social science majors (22.6 %), philosophical majors (18.9 %), medicine (13.2 %), theology (5.7 %), economics (3.8 %), or law (1.9 %). For 5 days a week on average ($SD = 1$) they studied at home and had half a day ($SD = 1.5$) a week on average of on-site classroom teaching on university campus. Most of them lived in a residential community (46.3 %), followed by living

together with their partner (33.3 %), together with their family (16.7 %), and living alone (3.7 %). In the beginning of the study, more than a half of the students (55.6 %) met the national physical activity recommendations for health-promoting PA, as indicated by applying the PA questionnaire of the European Health Interview Survey (see below).

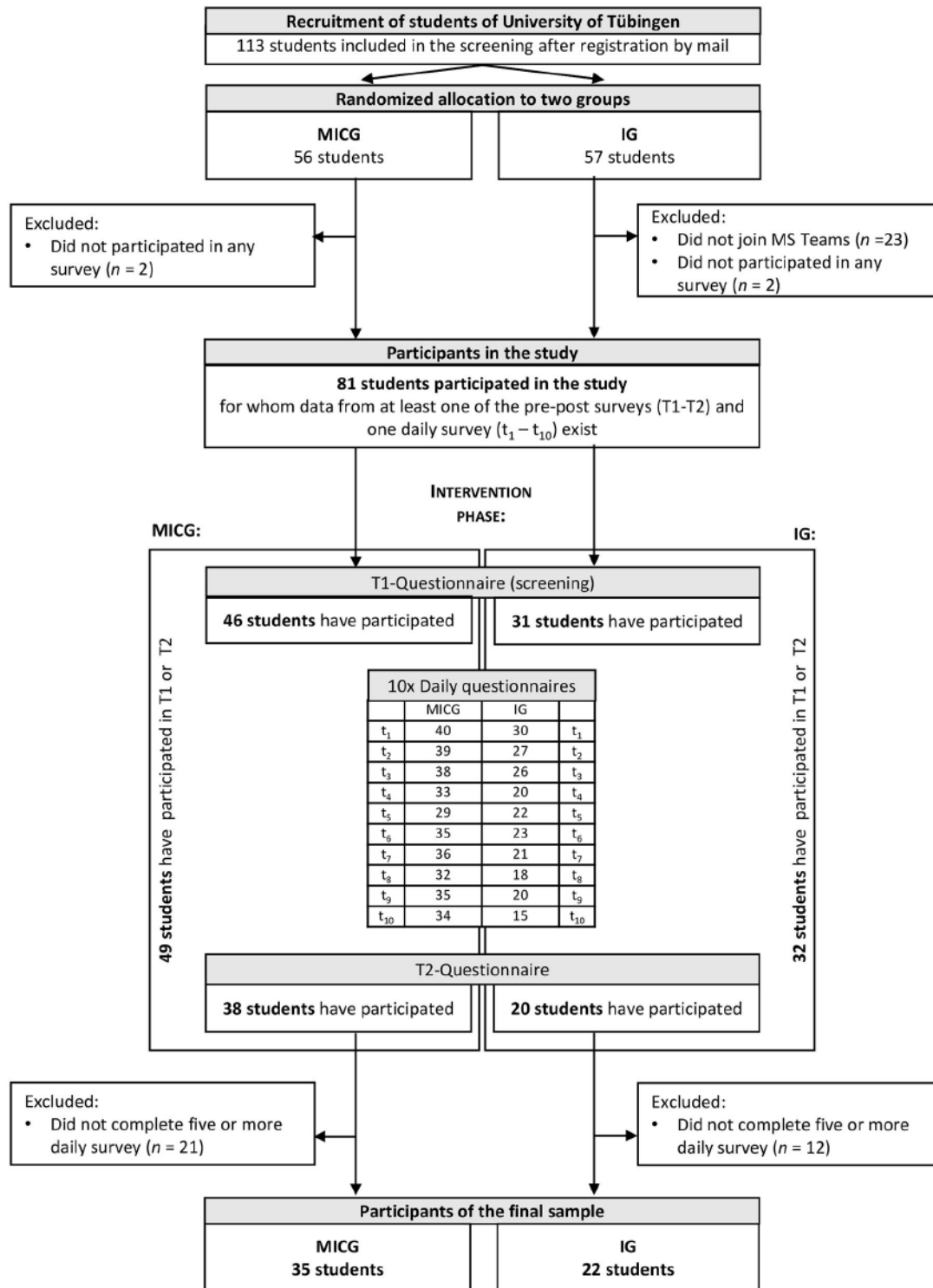


Figure 10. Flow diagram of the study participants (MICG, minimal intervention control group; IG, intervention group).

Thirty-five participants belonged to the MICG (male = 3, female = 30, diverse = 0, not stated = 2) and 22 participants to the IG (male = 3, female = 17, diverse = 1, not stated = 1). The IG had to complete an additional step (join the platforms Teams) before the study began.

Intervention

The intervention phase was realized in the middle of the lecture period between 25th of November and 4th of December 2020. In the whole study, subjects of both groups, IG and MICG, were asked to continue with their normal home study routine. They were also asked to perform ESD at any time in their daily home study routine, which could also be implemented online, at home or at any other location. Although both groups differ in the kind of direct reminders for ESD, it is important to note that both groups received indirect reminders due to the daily questionnaire in the evening that they were participating in a study that involved taking PA breaks. The difference in information and access to the digital PA break offer ESD between both groups are described in the following subchapters.

IG: Digital nudging intervention

Previously, and after randomized assignment to IG, participants had to create an account on the software MS Teams and join the team using the team code sent to them. MS Teams was chosen because it was one of the leading platforms for online teaching at the University of Tübingen, and every student had access to the program. Participants who joined the team folder of MS Teams got motivational nudges sent from it once a day with direct video access to ESD.

Nudges sent daily at 10:30 a.m. during the intervention phase including picture messages encouraging participation in the ESD following three categories:

1. Increasing PA and reducing sedentary behavior: For example, the nudges in this category included information on exercise recommendations, motivation to move or the risks of sitting.

2. Recovery: In this category, the focus of the nudges was on the recovery effect of breaks and the reduction of complaints. For example, the nudges addressed the need for rest and emphasized the positive effect on performance.
3. Break: The nudges included general information on how to take a break, such as the right time or duration.

In the present study, conscious variants of nudging were chosen, through which students knew which behavior should be influenced. Nudges were transparent and can be classified as type 1 according to the model of Heidbrink and Klonschinski (47). They attract attention, whereby the action is only implemented after a reflexive process after encouraging the absorption and reflection of information as well as corresponding actions. According to the “EAST-Framework” (Easy, Attractive, Social, Timely) of the Behavioral Insights Team of the British Government (48), certain principles were taken into account in the designing of the nudges (Supplementary Figures 1, 2):

“Make it simple” (48): For a nudge to have the desired effect, it is important that it is as simple as possible. This means that the information is easily accessible and easy to understand. In this study, this factor was realized *via* push picture messages which show up on the screen as well as direct access to the video data and further links directing to three more videos. The push messages were graphically designed with short, simple sentences.

“Make it attractive” (48): For a nudge to be considered, it is important that it attracts attention. Attractive content design, oriented toward the target group, is a key point here. The nudges in this study realized this point of attractiveness by relying on students’ long sedentary behavior and stress involved in studying.

“Make it social” (48): People can be influenced by their fellow human beings. This must be considered when nudging. Relying on social norms or networks has a positive effect on the nudge. Joining the group in MS Teams where they can chat and see the names of other group members could have create a sense of belonging. So, the context in which the nudges were placed in this study made it social.

“Make it timely” (48): Putting the nudge at the right time and place is just as important as designing the nudge (49). The nudges were broadcast during the morning. This time was chosen because it is assumed that most students study in the morning or just before noon. In addition, students who start later could still view the nudge and did not miss anything. This way it could be ensured that the nudges reached the students in any case.

MICG

To determine the effect of digital nudging in the context of PA breaks there was a MICG with access to ESD *via* one-time provision of the link to the videos ESD before the intervention phase. Participants of the MICG did not get further direct reminders during the intervention period, so there was free self-determined decision-making regarding the implementation of ESD.

Measures and covariates

Primary outcome: Daily participation in PA breaks

Each day, daily participation behavior was assessed retrospectively in the evening during the intervention phase (t_1 - t_{10}) by asking participants about the amount of time (in min) they had spent on PA. Therefore, there was an option to answer, “I participated in the Bewegungssnack digital” within the overarching question “How much time did you spend on physical activity today and in what context.” This form of questioning was based on Feuerhahn et al. (50), who used it to capture time spent on leisure activities in their day-level study. It was also adapted for the other day-level questions in the present study.

For the primary outcome of the study, the daily question about ESD participation was included in the analysis as a dichotomous variable. If someone had indicated at least 1 min for participation in the ESD, it counted as participation in the ESD (yes). This was content-related, as there are currently no recommendations on the frequency or duration of breaks in sedentary behavior due to limited evidence (17). From a statistical perspective, this overcame the much-skewed distribution due to the dominant zero-min responses for participation in the ESD. To

characterize both groups, the percentage of participants in each group per day (at least 1 min a day) is presented in Table 17.

Table 17. Description of the variables included in the analysis for both groups (IG, intervention group; MICG, minimal intervention control group).

	Variables	IG (<i>n</i> = 22)	MICG (<i>n</i> = 35)
Primary outcome	Physical activity break		
	Exercise snack digital:	60.71%	49.19%
	Average percentage of participants in the group per day (at least 1 min a day)		
Level 1	Day-level learning behavior variable		
	Home Studying: <i>M</i> (SD)	4.78 (1.46),	4.45 (1.82),
	Average sum of hours per day	Range 2.79–8.33	Range 1–9.70
	Day-level PA behavior variable		
	PA total: <i>M</i> (SD)	53.64 (35.12),	55.00 (33.63),
	Average sum of min per day	Range 6.67–157.00	Range 0–177.78
	Day-level variable on the day of the week		
	Weekday:	8 vs. 2	8 vs. 2
	Workday vs. weekend day		
Level 2	Main characteristic (intervention)		
	Group	<i>n</i> = 22	<i>n</i> = 35
	Other co-founders (surveyed at the beginning of the study in T1)		
	Age <i>M</i> (SD)	23.95 (2.67), Range 19–32, (<i>n</i> = 21)	23.24 (2.89), Range 18–29, (<i>n</i> = 33)
	Previous BSD participation	Yes: 5, 23.8%	Yes: 4, 12.1%
	Recommendations fulfilled	Yes = 7, 33.3% (<i>n</i> = 21)	Yes = 17, 51.5% (<i>n</i> = 33)

Independent variables

In addition, secondary effects that might influence participation behavior in PA breaks were considered. Therefore, PA behavior was taken into account in multiple ways: namely, the PA level of the participants before the intervention in relation to the recommendations for health enhancing PA, and also the time spent on PA outside of PA breaks on a day during the intervention period. Additionally regarding study behavior, the daily time spent on home studying was considered, as longer time spent on working or home studying results in a higher need for breaks regarding the psychological detachment in leisure time (50). Also, the kind of day in the intervention period (work or weekend days) was added as a confounder. In the case of sociodemographic factors, due to the empirical situation, only age is added to the study.

The previous participation in ESD was assessed before the intervention phase (T1) by asking the question: “Do you currently participate in the Bewegungssnack digital?” The covariate was included in the analysis as a dichotomous variable by summarizing both answer categories

“irregularly” or “regularly” to represent ESD participation before intervention with respect to the answer “no,” which represents no participation before.

Since the willingness and/or even the need for a PA break might depend on the one’s PA level, the PA level of the subjects was recorded before the intervention in relation to the recommendations for health enhancing PA. Therefore, the Physical Activity Questionnaire of the European Health Interview Survey (EHIS-PAQ) was used at T1 (51). The questionnaire allows for the differentiation of individuals based on whether or not they meet current recommendations for health-enhancing PA (51). Hence, this variable was included as a binary variable in the analysis.

Furthermore, the time spent on PA besides ESD was recorded on daily level. Therefore, the collection of time spent on other PA on a daily level was integrated into the overarching question “How much time did you spend on physical activity today and in what context,” which was also used to measure the daily participation in ESD (see above). Participants could report their time in min for four different forms of PA: two variables for structured supervised exercise (1. university sports courses and 2. other organized sports activities) and two variables for completely self-organized PA (3. independent PA at home like a workout or similar vigorous activity such as cleaning or tidying up and 4. independent PA outside like walking, cycling, jogging, a workout or similar). A total PA score was constructed across the different activity types according to the different domains of health enhancing PA (18). Therefore, the reported min of all four forms of PA were summed up. The total PA score was included in the analysis as a metric variable in hours per day.

Further, the amount of time (in hours) spent studying at home each day was assessed. Following the question type of Feuerhahn et al. (50) participants were asked “How much time did you spend on home studying today.” The time spent on home studying was included in the analysis as a metric variable in hours per day. In addition, the distinction between weekday and weekend was considered as a confounding variable. Since the intervention lasted a total of 10 days and included a weekend on the fourth and fifth day, the two categories have a ratio

of 8–2. Age is included as a sociodemographic factor metric variable. Age was asked in number of years in whole numbers before the intervention at T1.

Manipulation check

Participants of both groups were asked about how they judge the daily messages in the survey after the intervention phase (T2). Since only the IG received explicit daily nudges and the MICG only had low-threshold indirect reminders regarding the daily surveys, each group had a different reference to the daily messages which they judge. The response had to be given on response options between opposite adjective pairs (scaled 1–4), with higher values representing more positive judgements. The following pairs of opposites were asked: “disturbing” vs. “not disturbing”, “not motivating” vs. “motivating”, “not informative” vs. “informative”, “not appealing” vs. “appealing”, and “restricting” vs. “not restricting”. The ratings of the daily messages revealed no significant group differences for the categories “not disturbing”, “informative”, and “not restricting” (Table 18). However, the IG significantly rated the daily messages much more positively than the autonomous group regarding the categories “motivating” and “appealing” (motivating: $M = 2.40$, $SD = 1.10$ vs. $M = 1.76$, $SD = 0.87$, $p < 0.05$; appealing: $M = 3.05$, $SD = 0.83$ vs. $M = 1.85$, $SD = 0.71$, $p < 0.01$).

Table 18. Results of the manipulation check regarding the daily messages during the intervention phase for both groups (IG, intervention group; MICG, minimal intervention control group).

	Variables (range 1–4)	IG ($n = 20$) M (SD)	MICG ($n = 33$) M (SD)	Group comparison (Mann-Whitney- U -Test)
Manipulation check	Answer of the question “How do you judge the daily messages?” (surveyed at the end of the study in T2)			
	Disturbing–not disturbing	3.10 (1.12)	2.70 (1.05)	$U = 256.00$, $p = 0.16$
	Not motivating–motivating	2.40 (1.10)	1.76 (0.87)	$U = 218.00$, $p = 0.03$
	Not informative–informative	2.80 (0.95)	2.42 (0.97)	$U = 260.50$, $p = 0.18$
	Not appealing–appealing	3.05 (0.83)	1.85 (0.71)	$U = 99.50$, $p < 0.01$
	Restricting–not restricting	2.85 (1.04)	2.48 (1.09)	$U = 268.50$, $p = 0.24$

Statistical analysis

Descriptive and inferential statistics were performed by utilizing SPSS 25 (IBM) and R (version 4.1.2). For reasons of comparability, all metric independent variables were z-standardized before the analyses.

Main analysis

For the main analysis, logistic regressions were computed to predict participation in ESD. Empirical testing of the theoretical considerations requires models in which individual characteristics are nested within group-related characteristics. For the justification of a multilevel approach, the intercept-only model for the participation behavior across both groups was set up to determine the influence of the intervention on the participation behavior in the ESD as a whole. The intercept-only model suggests the use of multilevel modeling because the intraclass correlation of 0.86 was much higher than 0.10. Therefore, for the main analysis, two level binary logistic regression models were calculated using the package lme4 with the glmer-function in the following steps (52).

To answer the main research question, at the first step the group variable was included in the intercept model (*Baseline Model*), which contains only the main effect. It determines the influence of the group assignment on the ESD participation behavior.

Second, the Baseline Model was compared to the *Full Model*, which includes all variables with possible secondary effects. In terms of secondary effects, all parallel mechanisms considered that might influence ESD participation behavior were added to the Baseline Model at once. So, besides “group,” the Full Model also contained the group-related characteristics that can differ between individuals; “fulfillment of PA recommendations”, “age” (in years), and “previous participation in ESD” (level 2) as well as individual characteristics that can change within individuals; “daily time for home studying” and “daily time for PA” and the variable of “work and weekend days” (level 1).

Third, from all possible combinations of adding variables regarding secondary effects to the Baseline Model, the model that best predicted daily ESD participation (*Best Model*) was determined. To do this, we compared models with all remaining possible combinations of variable composition that contain the main feature “group” (besides the Baseline Model and the Full Model, 61 models remained). As criterion for model selection, Bayesian information criterion (BIC) was used. It is applied for model selection to address which model generated the data. Smaller values indicate better models (53).

For all models, fixed effect estimates and their corresponding p -values were considered for statistical significance. In addition, odds ratios (OR) were calculated as effect sizes. The dataset had up to 12 % missing values. To consider the influence of these missing values, a sensitivity analysis was performed in which the main analyses were recalculated using imputed datasets. Therefore the missing data were estimated using the method of multiple imputation within the statistical program R and the mice (multiple imputation by chained equations) packages (54). The process of multiple imputation was computed by creating 27 datasets according to the package howManyImputation based on Von Hippel (55). Across all the datasets, non-missing values are the same, but with different plausible values for missing values. The main analyses ran based on each of the 27 datasets and pooled the estimates together with the additional broom package (56) to get average regression coefficients and correct standard errors. Results were compared regarding fixed effects estimates, their corresponding p -value and odds ratios. As BIC-values could not be calculated based on imputed datasets with the current technical standard, this analysis was only based on the datasets with missing values. The comparison between the main analysis and the sensitivity analysis run with imputed datasets showed no large differences and resulted in the same statistically significant findings. Results and a more detailed description of the imputation process can be found in the Appendix (Supplementary Table 1).

Results

Information on characteristics of both study group were presented in **Table 17**. There were no significant differences between the two study groups regarding any of the included variables. For the primary outcome the average percentage of participants who performed ESD per day were compared between both groups. While in the IG the percentage of participants per day was 60.7 %, in MICG it was 49.2 %.

For the main analysis, the results of three binary logistic models are presented in Table 19.

Table 19. Overview of the results of the binary logistic structural hierarchical model for the Baseline Model, Full Model, and Best Model.

Term			Baseline Model	Full Model	Best Model	
Level 2	1	Group	β (std. error)	-0.04 (+/-0.45)	0.15 (+/-0.75)	0.04 (+/-0.54)
			t	-0.10	0.20	0.08
			p	0.92	0.84	0.94
			OR, 95% CI	0.06 [0.40, 2.31]	1.17 [0.27, 5.07]	1.04 [0.37, 2.97]
	2	Fulfillment of PA recommendations	β (std. error)	0.74 (+/-0.72)	0.75 (+/-0.90)	0.69 (+/-0.86)
			t	1.02	0.83	0.81
			p	0.31	0.41	0.42
			OR, 95% CI	2.09 [0.51, 8.55]	2.11 [0.36, 12.4]	2.00 [0.37, 10.8]
	3	Previous ESD participation	β (std. error)		-0.10 (+/-1.21)	
			t		-0.08	
			p		0.94	
			OR, 95% CI		0.91 [0.09, 9.72]	
4	Age ^a	β (std. error)		-0.25 (+/-0.43)	-0.24 (+/-0.42)	
		t		-0.58	-0.58	
		p		0.56	0.57	
		OR, 95% CI		0.78 [0.33, 1.80]	0.79 [0.34, 1.79]	
Level 1	5	Daily home study hours ^{d***}	β (std. error)		1.07 (+/-0.18)	1.11 (+/-0.18)
			t		5.91	6.27
			p		$p < 0.001$	$p < 0.001$
			OR, 95% CI		2.93 [2.05, 4.18]	3.03 [2.14, 4.28]
	6	Daily PA total hours ^d	β (std. error)		-0.04 (+/-0.16)	
			t		-0.26	
			p		0.79	
			OR, 95% CI		0.96 [0.71, 1.30]	
	7	Workday	β (std. error)		-0.29 (+/-0.34)	
			t		-0.86	
			p		0.40	
			OR, 95% CI		0.75 [0.38, 1.46]	
BIC			540.9	484.3	461.9	
Random effects: SD of part-id intercept			2.42	2.82	2.81	

*** High significant; OR, odds ratio; conf. low-conf. high, endpoints of the 95% confidence interval; SD, standard deviation.

PA, physical activity; ESD, exercise snack digital (name of the PA break videos).

^aThese variables were z-transformed.

The Baseline Model (BIC = 540.9) showed no significant influence of the group variable on participating in ESD ($\beta = 0.74$, $p = 0.31$, OR = 2.09).

The Full Model (BIC = 484.3) revealed that only the variable daily home study hours had a significant influence on performing an ESD ($\beta = 1.07$, $p < 0.001$). The odds ratios from this variable (OR = 2.93; 95 % CI [2.05, 4.18]) indicated that an increase of one standard deviation (SD = 1) in daily home study hours improved the probability of participating in ESD by a factor of 2.93. One standard deviation equals 1.67 hours of daily home study. The estimate for the

group variable showed a similar value as in the Baseline Model, but still missed the significance level ($\beta = 0.75$, $p = 0.41$, OR = 2.11; 95 % CI [0.36, 12.4]).

The Best Model (lowest BIC = 461.9) also contained the variable “age” and the variable “daily home study hours”. Again, only the variable of daily home study hours was significant ($\beta = 1.17$, $p < 0.001$). The odds ratio from daily home study hours (OR = 3.03; 95 % CI [2.14, 4.28]) indicated that a one standard deviation (SD = 1) increased in the variable improved the probability of participating in ESD by a factor of 3.03. The estimate of the variable group slightly lowered and still showed no significant effect ($\beta = 0.69$, $p = 0.42$, OR = 2.00; 95 % CI [0.37, 10.8]).

Discussion

This present study gives insights on how to reach university students in order to promote PA breaks during home study time. Considering the fact that academic studies often impose high demands on university students, PA breaks during a long day of home studying are of particular importance. In conjunction with the COVID-19 pandemic, higher screen time led to an increase in sedentary behaviors among students (6, 7), while PA among young adults was observed to decrease compared to pre-pandemic levels (19–23). Therefore, PA breaks have been identified as promoting factors for university students’ physical and mental health. Thus, it is important to investigate how PA breaks can be promoted for students — especially when they are studying at home.

The purpose of this study was to test the effectiveness of digital nudging using a randomized intervention design including an IG who received daily digital motivational prompts for PA breaks. This kind of digital nudging intervention was compared to a minimal control intervention in which participants only got low-level access to PA break *via* a one-time sent link to a media library. The main hypothesis of the present study was not confirmed by binary logistic hierarchical models. The digital nudging condition including daily motivational prompts did not significantly increase the probability of participating in ESD. Neither of the calculated models revealed a statistically significant group effect. Being part of the IG improved the probability of

participating in ESD by a factor around of two. It was therefore the second highest estimate in the model, whereby the confidence intervals of the parameter estimates indicate a high uncertainty regarding the true effect. Thus, the digital nudging intervention did not show any significant effect on the likelihood of participating in ESD during a given day during the intervention period. This remains the case, even as the daily nudging messages were rated motivating and appealing by the participants. Previous research has shown that appealing to intentions is an effective way of nudging (34). Providing health benefits or disclosing risks also motivates people to reflect on and change existing behaviors (33, 34). However, the positive results in the manipulation check in the present study were not accompanied with statistically significant effects on PA break behavior of the university students. Here, it is important to consider that the MICG also received some low-threshold, indirect reminders through the daily surveys, although these messages were not as positively rated as the direct reminders, including the digital nudges. Either way, this could have evoked self-reflection which might have triggered behavioral change. This would be in line with results of studies using smartphone apps, where daily self-reports of health behaviors collected *via* the smartphone supported reductions in sedentary behavior (57). Similarly, regarding fitness trackers, Kocielnik et al. (58) has shown that mini-dialogues based on reflecting questions were successful in triggering reflection, resulting in increased motivation, empowerment, and the adoption of new behaviors. Another reason as to why the main hypothesis was not confirmed may be the small number of study participants. Additionally, the daily surveys were not answered by every student each day, resulting in missing data. Thus, the rejection of our main hypothesis could be due to reasons of statistical power which limited the precision of the effect estimates indicated by the rather large confidence intervals of the odds ratio for group effects. Further studies with larger sample size are necessary in order to evaluate whether the observed point odds ratio estimate favoring the digital nudging intervention in this study could be replicated for similar types of interventions and with more precise effect estimates. Furthermore, it is not known what impact the COVID-19 pandemic had on the outcome of the study. Because the COVID-19 pandemic negatively affected the mental health of university students and led to an increase

in mental disorders among students (59, 60), mental health problems may have negatively affected participation behavior, regardless of the nudging condition. Therefore, further studies with similar intervention during periods without pandemic constraints are needed. In contrast to the present study, Robroek et al. (37) found a positive effect of monthly email nudging on the likelihood of visiting a health-promoting website offered but not of using the web-based tools. This was however based on two follow-up questionnaires each after 1 year, rather than daily questionnaires as in the present study. It might be that the duration of the intervention also affects the effectiveness of the digital nudging intervention. According to Wood and Neal (61), behavior change interventions of longer duration tend to be more successful in enabling the formation of new habits. However, with longer durations there is a risk that people will get used to nudging and will therefore no longer notice it (62). Landais et al. (32) noted in their review of choice architecture interventions to change PA and sedentary behavior that only one study which prompted PA through email by emphasizing health benefits reported effectiveness of digital nudging (41), and another one mixed effectiveness (42). Regarding reduction of sedentariness, they also pointed out that one study showed effectiveness by prompting PA breaks through mobile phone messages (35). The results of the present study added further insights on effectiveness of daily nudging during home studying to this very small and still unclear set of studies. Moreover, the present study also extended the scope to the university setting and to person-specific side effects.

Instead of a group effect, an individual-level effect was the result: the probability of whether an ESD was carried out in a given day improved with an increase in daily time spent on home studying. This effect was the only one in terms of secondary effects considered as parallel mechanisms during the intervention period, and was found consistently in the different models calculated in this study. An increase of 1.67 h (1 SD = 1.67 hours) in daily Home Study hours, improves the probability of participating in ESD by a factor around of three. One explanation for this could simply be based on probabilities: The longer a student studies at home in a day, the more likely he or she is to make a break. This, in turn, may also provide a theory-based explanation for this effect. According to the effort-recovery approach, stressors that occur as a

result of studying at home drain resources that can be replenished through recovery measures (63). Consequently, longer home study time results in higher resource demands. In line with psychological detachment from work (50), PA breaks can foster recovery. They might have the potential to restore affective and energetic resources, and to reduce negative mood built up while studying at day level (64). The significant effect of the amount of home study hours on the probability to do an PA break could be thus explained, as students need to restore their affective and energetic resources. However, it should be noted that participating in ESD was counted as at least 1 min per day and no statement can be made here about the health effects compared to non-participation. With regard to the PA recommendations of the WHO (17), in which on the one hand every movement counts, and on the other hand, sitting times are to be broken up, every PA break could be seen at least as a first step in line with current PA recommendations.

Strengths and limitations

Certain limitations must be considered when interpreting the results. Regarding the gender distribution of the convenience sample of the study, there is a shift toward more female students (11.1–87.0 %). Thus, possible sampling bias cannot be ruled out. Accordingly, generalizability of the associations would still need to be empirically verified.

Furthermore, the overall small sample size comprises a short-coming of the present study. In addition, the sample size of both groups was not equal due to an additional organizational step which only participants of the IG had to carry out. Thus, there may have been a selection effect for the IG, as the less willing group members may have dropped out before the intervention began.

Additionally, the dataset had up to 12 % missing values, which produced a lack of information. If there is no answered questionnaire from a student, nothing is known about the reasons why. The missing information or impossible assignment could result from the fact that the student refused to participate in the survey, missed or forgot it, that there were technical problems, or that their code deviated from the code of the other survey time points and could not be

determined exactly even by means of the manual assignment procedure. Multiple imputation can estimate missing values, but variances remain. However, as results of the three models with imputed datasets show the same statistically significant findings as the results with the dataset with missing values, biased results due to the absence of answered daily questionnaires can be neglected.

Due to the study design with daily surveys during the intervention phase, there is no clear control group without any intervention. There is only a control group with minimal intervention *via* daily surveys. As daily surveys can evoke self-reflection, which might trigger behavioral changes (57), the difference between both groups regarding reminders for participation in ESD might be too small to identify an effect. Accordingly, the results refer only to the comparison between a direct and an indirect form of reminder. In addition, the direct digital nudging of the intervention group may not have been intrusive enough to serve as a stimulus. It may not have attracted enough attention to encourage students to take a PA break.

However, the study design also provides advantages regarding the individual characteristics which can change within a person over the intervention phase, and which are nested within group-related characteristics that differ between individuals. Combined with a multilevel approach by conducting two-level binary logistic hierarchical models, the present study also extended results on person-specific side-effects. Thereby, not only the group difference but also the individual level was considered. The $ICC = 0.86$ of the Intercept Model showed that the person-specific proportion of the probability of whether or not an ESD was carried out on a day is relevant to consider in such an analysis. Up to now, however, most studies have only observed the difference based on pre and post survey dates or data between different treated groups (39, 40, 42). Regarding other nudging studies promoting PA in sedentary working settings, to the authors knowledge only Robroek et al. (37) had conduct using multilevel general estimating equations to identify characteristics of employees who participated in the health enhancing program. But this was based on two follow-up questionnaires each after one year and not referencing daily questionnaires like the present study did.

Conclusion

Not much is known yet about how PA breaks have been implemented under circumstances of COVID-19 pandemic or how they can be delivered to students when they are not on-site at the university. Therefore, the present study tested digital nudging as an approach to encourage students to take a PA break. However, digital nudging, as conducted in the present study, did not result in a higher likelihood of taking a PA break among the group that received the nudging. The present study did extend results on person-specific side-effects during the nudging on a daily basis. This is important especially in the context of home studying under the containment measures associated with the COVID-19 pandemic, which led to increased mental health problems in addition to increased physical inactivity and prolonged sitting. Since daily home studying time is critical to the likelihood of participating in ESD, it should be taken into account when comparing different nudging interventions in the university setting. The longer students spend daily time for home study, the more likely they are to participate in ESD. Restoration of affective and energetic resources could be a reason for the higher likelihood of participation. The content design of the nudges could benefit from this knowledge by including this possible reason for participating in a PA break in the prompt messages.

Daily digital nudging for digital PA breaks were found to be more motivating and engaging than daily mails in the evening for the survey regarding participation behavior. However, this did not result in statistically significant higher participation behavior in ESD. Larger samples and clear differences in intervention should be attempted to be implemented in further studies. However, potential strategies for interrupting sedentary behavior and introducing PA breaks should not rely solely on the digital nudging. PA breaks integrated into home study lessons via presented videos by the lecturer may be another possibility in terms of digital semesters.

Data availability statement

The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Ethics statement

The studies involving human participants were reviewed and approved by Ethics Committee of the Faculty of Social Sciences and Economics, University of Tübingen. The patients/participants provided their written informed consent to participate in this study.

Author contributions

MT, JM, and GS designed the study. MT and JM coordinated and carried out participant recruitment and data collection. MT and DL conducted the data analyses. MT drafted the initial version of the manuscript. All authors contributed to reviewing and editing the manuscript and have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding

This research was funded by the Techniker Krankenkasse, health insurance fund.

Acknowledgments

We would like to thank Ingrid Arzberger, Head of University Sports at the University of Tübingen, for providing the resources and co-applying for the funding. We would like to thank the exercise instructors of the University Sports at the University of Tübingen for perform the PA breaks. We acknowledge support by Open Access Publishing Fund of University of Tübingen.

Conflict of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's note

All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Supplementary material

The Supplementary Material for this article can be found online at:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2022.1024996/full#supplementary-material>

(siehe Anhang)

References

1. Gropper H, John JM, Sudeck G, Thiel A. The impact of life events and transitions on physical activity: a scoping review. *PLoS ONE*. (2020) 15:e0234794. doi: 10.1371/journal.pone.0234794
2. Bopp M, Bopp C, Schuchert M. Active transportation to and on campus is associated with objectively measured fitness outcomes among college students. *J Phys Activity Health*. (2015) 12:418–23. doi: 10.1123/jpah.2013-0332
3. Rupp R, Dold C, Bucksch J. Sitzzeitreduktion und Bewegungsaktivierung in der Hochschullehre—Entwicklung und Implementierung der Mehrebenen-Intervention Kopf-Stehen. *Beiträge zu Praxis, Praxisforschung und Forschung Jahrgang*. (2019), 525.
4. Ickes MJ, McMullen J, Pflug C, Westgate PM. Impact of a university-based program on obese college students' physical activity behaviors, attitudes, and self-efficacy. *Am J Health Educ*. (2016) 47:47–55. doi: 10.1080/19325037.2015.1111178
5. Lepp A, Barkley JE, Karpinski AC. The relationship between cell phone use, academic performance, anxiety, and satisfaction with life in college students. *Comput Hum Behav*. (2014) 31:343–50. doi: 10.1016/j.chb.2013.10.049
6. Stapp AC, Prior LF. The impact of physically active brain breaks on college students' activity levels and perceptions. *J Phys Act Res*. (2018) 3:60–7. doi: 10.12691/jpar-3-1-10
7. Wang X, Li Y, Fan H. The associations between screen time-based sedentary behavior and depression: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. (2019) 19:1–9. doi: 10.1186/s12889-019-7904-9

8. Lynch BM, Owen N. Too much sitting and chronic disease risk: steps to move the science forward. *Ann Int Med.* (2015) 162:146–7. doi: 10.7326/ M14-2552
9. Grützmacher J, Gusy B, Lesener T, Sudheimer S, Willige J. Gesundheit Studierender in Deutschland 2017. Ein Kooperationsprojekt Zwischen dem Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, der Freien Universität Berlin und der Techniker Krankenkasse (2018).
10. Brandl-Bredenbeck HP, Kämpfe A, Köster C. Studium Heute–Gesundheitsfördernd Oder Gesundheitsgefährdend? Meyer & Meyer Verlag: Eine Lebensstilanalyse (2013).
11. Möllenbeck D, Göring A. Sportliche Aktivität, Gesundheitsressourcen und befinden von studierenden: eine frage des geschlechts? In: Becker S, editor. *Aktiv und Gesund?* Springer :Wiesbaden (2014). p. 449–74.
12. Barr-Anderson DJ, AuYoung M, Whitt-Glover MC, Glenn BA, Yancey AK. Integration of short bouts of physical activity into organizational routine: a systematic review of the literature. *Am J Prev Med.* (2011) 40:76–93. doi: 10.1016/j.amepre.2010.09.033
13. Löffler SN, Dominok E, von Haaren B, Schellhorn R, Gidion G. Aktivierung, Konzentration, Entspannung: Interventionsmöglichkeiten zur Förderung Fitnessrelevanter Kompetenzen im Studium. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing (2011).
14. Budde H, Voelcker-Rehage C, Pietraßyk-Kendziorra S, Ribeiro P, Tidow G. Acute coordinative exercise improves attentional performance in Adolescents. *Neurosci Lett.* (2008) 441:219–23. doi: 10.1016/j.neulet.2008.06.024
15. Ashby FG, Isen AM, Turken AU. A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychol Rev.* (1999) 106:529. doi: 10.1037/0033-295X.106.3.529
16. Hollmann W, Strüder H, Tagarakis C. Körperliche Aktivität Fördert Gehirngesundheit und - Leistungsfähigkeit. *Nervenheilkunde.* (2003) 22:467– 74. doi: 10.1055/s-0038-1626335

17. World Health Organization. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. Geneva:WHO (2020).
18. Rütten A, Pfeifer K. Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung. Köln: Bundeszentrale für Gesundheitliche Aufklärung (BZgA). (2017).
19. Lesser IA, Nienhuis P. The impact of Covid-19 on physical activity behavior and well-being of Canadians. *Int J Environ Res Public Health*. (2020) 17:3899. doi: 10.3390/ijerph17113899
20. Moore SA, Faulkner G, Rhodes RE, Brussoni M, Chulak-Bozzer T, Ferguson LJ, et al. Impact of the Covid-19 virus outbreak on movement and play behaviours of Canadian children and youth: a national survey. *Int J Behav Nutr Phys Act*. (2020) 17:1–11. doi: 10.1186/s12966-020-00987-8
21. Stanton R, To QG, Khalesi S, Williams SL, Alley SJ, Thwaite TL, et al. Depression, anxiety and stress during Covid-19: associations with changes in physical activity, sleep, tobacco and alcohol use in Australian adults. *Int J Environ Res Public Health*. (2020) 17:4065. doi: 10.3390/ijerph17114065
22. Zheng C, Huang WY, Sheridan S, Sit CH-P, Chen X-K, Wong SHS. Covid-19 pandemic brings a sedentary lifestyle in young adults: a crosssectional and longitudinal study. *Int J Environ Res Public Health*. (2020) 17:6035. doi: 10.3390/ijerph17176035
23. Rodríguez-Larrad A, Mañas A, Labayen I, González-Gross M, Espin A, Aznar S, et al. impact of covid-19 confinement on physical activity and sedentary behaviour in spanish university students: role of gender. *Int J Environ Res Public Health*. (2021) 18:369. doi: 10.3390/ijerph18020369
24. König G, Parthey J, Kroke A. Bewegungspausen in der Hochschullehre: evaluationsergebnisse des Pilotprojektes “Fidus—Fit durchs Studium” an der Hochschule Fulda. *Gesundheitsförderung an Hochschulen*. (2015). p. 273.

25. Paulus M, Kunkel J, Schmidt SC, Bachert P, Wäsche H, Neumann R, et al. Standing breaks in lectures improve university students' self-perceived physical, mental, and cognitive condition. *Int J Environ Res Public Health*. (2021) 18:4204. doi: 10.3390/ijerph18084204
26. Daly-Smith AJ, Zwolinsky S, McKenna J, Tomporowski PD, Defeyter MA, Manley A. systematic review of acute physically active learning and classroom movement breaks on children's physical activity, cognition, academic performance and classroom behaviour: understanding critical design features. *BMJ Open Sport Exerc Med*. (2018) 4:e000341. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000341
27. Owen KB, Parker PD, Van Zanden B, MacMillan F, Astell-Burt T, Lonsdale C. Physical activity and school engagement in youth: a systematic review and metaanalysis. *Educ Psychol*. (2016) 51:129–45. doi: 10.1080/00461520.2016.1151793
28. Watson A, Timperio A, Brown H, Best K, Hesketh KD. Effect of classroombased physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*. (2017) 14:1–24. doi: 10.1186/s12966-017-0569-9
29. Fenesi B, Lucibello K, Kim JA, Heisz JJ. Sweat so you don't forget: exercise breaks during a university lecture increase on-task attention and learning. *J Appl Res Mem Cogn*. (2018) 7:261–9. doi: 10.1016/j.jarmac.2018.01.012
30. Chang Y-K, Labban JD, Gapin JI, Etnier JL. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Res*. (2012) 1453:87–101. doi: 10.1016/j.brainres.2012.02.068
31. Thaler RH, Sunstein CR. *Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness*. Yale: Yale University Press. (2008).
32. Landais LL, Damman OC, Schoonmade LJ, Timmermans DR, Verhagen EA, Jelsma JG. Choice architecture interventions to change physical activity and sedentary behavior: a systematic review of effects on intention, behavior and health outcomes during and after intervention. *Int J Behav Nutr Phys Act*. (2020) 17:1–37. doi: 10.1186/s12966-020-00942-7

33. Krisam M, Von Philipsborn P, Meder B. Nudging in Der primärprävention: eine übersicht und perspektiven für deutschland. *Das Gesundheitswesen*. (2017) 79:117–23. doi: 10.1055/s-0042-121598
34. Reisch LA, Sunstein CR. Verhaltensbasierte regulierung (nudging). In: Kenning P, Oehler A, Reisch LA, Grugel C, editors. *Verbraucherwissenschaften Rahmenbedingungen, Forschungsfelder und Institutionen*. Springer Fachmedien Wiesbaden:Wiesbaden (2017). p. 341–65.
35. Bond DS, Thomas JG, Raynor HA, Moon J, Sieling J, Trautvetter J, et al. B-mobile-a smartphone-based intervention to reduce sedentary time in overweight/obese individuals: a within-subjects experimental trial. *PLoS ONE*. (2014) 9:e100821. doi: 10.1371/journal.pone.0100821
36. Andersen LL, Sundstrup E, Boysen M, Jakobsen MD, Mortensen OS, Persson R. cardiovascular health effects of internet-based encouragements to do daily workplace stair-walks: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. (2013) 15:e127. doi: 10.2196/jmir.2340
37. Robroek SJ, Lindeboom DE, Burdorf A. Initial and sustained participation in an internet-delivered long-term worksite health promotion program on physical activity and nutrition. *J Med Internet Res*. (2012) 14:e1788. doi: 10.2196/jmir.1788
38. Luo Y, Lee B, Wohn DY, Rebar AL, Conroy DE, Choe EK, editors. Time for break: understanding information workers' sedentary behavior through a break prompting system. In: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. (2018).
39. Haile C, Kirk A, Cogan N, Janssen X, Gibson A-M, MacDonald B. Pilot testing of a nudge-based digital intervention (welbot) to improve sedentary behaviour and wellbeing in the workplace. *Int J Environ Res Public Health*. (2020) 17:5763. doi: 10.3390/ijerph17165763
40. MacDonald B, Gibson A-M, Janssen X, Kirk A, A. Mixed methods evaluation of a digital intervention to improve sedentary behaviour across multiple workplace settings. *Int J Environ Res Public Health*. (2020) 17:4538. doi: 10.3390/ijerph17124538

41. Auweele YV, Boen F, Schapendonk W, Dornez K. Promoting stair use among female employees: the effects of a health sign followed by an e-mail. *J Sport Exerc Psychol.* (2005) 27:188–96. doi: 10.1123/jsep.27.2.188
42. Cheung PP, Chow BC, Parfitt G. Using environmental stimuli in physical activity intervention for school teachers: a pilot study. *Int Electron J Health Educ.* (2008) 11:47–56. Available online at: <https://eric.ed.gov/?id=EJ798653>
43. Blasche G, Szabo B, Wagner-Menghin M, Ekmekcioglu C, Gollner E. Comparison of rest-break interventions during a mentally demanding task. *Stress and Health.* (2018) 34:629–38. doi: 10.1002/smi.2830
44. Hayes SM. Sweat So You Don't Forget: Establishing the Feasibility of Exercise Breaks during University Lectures. *PsyArXiv.* (2020). doi: 10.31234/osf.io/xgz7w
45. Preuß M, Preuß P. Studi-Pausenexpress—Auswirkungen einer Bewegungspause für Studierende auf Körperliche Aktivität, Gesundheitskompetenz und Wohlbefinden. In: Predel H, M. P, Rudiger G, editors. *Healthy Campus—Hochschule der Zukunft.* Bonn: Bonn University Press (2018). p. 119-39.
46. Gollner E, Savli M, Schnabel F, Braun C, Blasche G. Unterschiede in der Wirksamkeit von kurzpausenaktivitäten im Vergleich von Bewegungspausen zu psychoregulativen Pausen bei kognitiver Belastung. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport.* (2019) 35:134–43. doi: 10.1055/a-0890-8275
47. Heidbrink L, Klonschinski A. Nudges, Transparenz und Autonomie: Eine Normativ Gehaltvolle Kategorisierung von Maßnahmen des Nudging. *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung.* (2018) 87:15–27. doi: 10.3790/vjh.87.1.15
48. Service O, Hallsworth M, Halpern D, Algate F, Gallagher R, Nguyen S, et al. *East: Four Simple Ways to Apply Behavioural Insights.* Behavioural Insight Team: London (2014).

49. Eichhorn D, Ott I. Iga.Report. Nudging im Unternehmen. Den Weg für Gesunde Entscheidungen Bereiten. Dresden: Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG). (2019).
50. Feuerhahn N, Sonnentag S, Woll A. Exercise after work, psychological mediators, and affect: a day-level study. *Eur J Work Organ Psychol.* (2014) 23:62– 79. doi: 10.1080/1359432X.2012.709965
51. Finger JD, Tafforeau J, Gisle L, Oja L, Ziese T, Thelen J, et al. Development of the european health interview survey-physical activity questionnaire (Ehis-Paq) to monitor physical activity in the European Union. *Arch Public Health.* (2015) 73:1–11. doi: 10.1186/s13690-015-0110-z
52. Knapp G. Gemischte Modelle in R. Begleitskriptum zur Weiterbildung. [Mixed models in R. Companion script to continuing education.] Braunschweig: TU Dortmund (2019).
53. Aho K, Derryberry D, Peterson T. Model selection for ecologists: the worldviews of aic and bic. *Ecology.* (2014) 95:631–6. doi: 10.1890/13-1452.1
54. Van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. Mice: multivariate imputation by chained equations in R. *J Stat Softw.* (2011) 45:1–67. doi: 10.18637/jss.v045.i03
55. Von Hippel PT. How many imputations do you need? A twostage calculation using a quadratic rule. *Sociol Methods Res.* (2020) 49:699– 718. doi: 10.1177/0049124117747303
56. Robinson D. Broom: An R package for converting statistical analysis objects into tidy data frames. *arXiv preprint.* (2014) arXiv:14123565. doi: 10.48550/arXiv.1412.3565
57. King AC, Hekler EB, Grieco LA, Winter SJ, Sheats JL, Buman MP, et al. Effects of three motivationally targeted mobile device applications on initial physical activity and sedentary behavior change in midlife and older adults: a randomized trial. *PLoS ONE.* (2016) 11:e0156370. doi: 10.1371/journal.pone.0156370

58. Kocielnik R, Xiao L, Avrahami D, Hsieh G. Reflection companion: a conversational system for engaging users in reflection on physical activity. *Proc ACM Interact Mobile Wear Ubiquitous Technol.* (2018) 2:1–26. doi: 10.1145/3214273
59. Chrikov I, Soria KM, Horgos B, Jones-White D. Undergraduate and Graduate Students' Mental Health during the Covid-19 Pandemic. Minnesota: SERU Consortium, University of California - Berkeley and University of Minnesota (2020).
60. Savage MJ, James R, Magistro D, Donaldson J, Healy LC, Nevill M, et al. Mental health and movement behaviour during the Covid-19 pandemic in Uk university students: prospective cohort study. *Ment Health Phys Act.* (2020) 19:100357. doi: 10.1016/j.mhpa.2020.100357
61. Wood W, Neal DT. Healthy through Habit: Interventions for initiating and maintaining health behavior change. *Behav Sci Policy.* (2016) 2:71–83. doi: 10.1353/bsp.2016.0008
62. Allais O, Bazoche P, Teyssier S. Getting more people on the stairs: the impact of point-of-decision prompts. *Soc Sci Med.* (2017) 192:18–27. doi: 10.1016/j.socscimed.2017.09.006
63. Meijman TF, Mulder G, Drenth P, Thierry H. *Psychological Aspects of Workload.* (1998).
64. Trougakos JP, Hideg I. Momentary work recovery: the role of within-day work breaks. In: *Current Perspectives on Job-Stress Recovery.* Bingley: Emerald Group Publishing Limited (2009).

5 Diskussion und Ausblick

Ausgangspunkt der vorliegenden Dissertation war die unzureichende Evidenz hinsichtlich der Rolle der körperlichen Aktivität im Beziehungsgeflecht von Gesundheit und Bildung bei Studierenden im Setting Universität. Verringerte körperliche Aktivität bei gleichzeitigem Anstieg der Sitzzeiten mit dem Eintritt in das Studium zeigten die Notwendigkeit auf, dass auch bei Studierenden eine Förderung bewegungsreicher Verhaltensweisen nach dem Settingansatz der Gesundheitsförderung sinnvoll ist. Zudem bildet das universitäre Setting eine Lehr- und Lernumgebung ab, in der sich das Bewegungsverhalten Studierender über Bildungs- und Gesundheitsassoziationen auf die akademische Funktionsfähigkeit der Studierenden auswirken kann. Im Vordergrund stand demnach die Frage, inwiefern sozial-ökologische Einwirkungen im universitären Setting zur Förderung der körperlichen Aktivität sowie der Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium bei Studierenden aussehen und gezielt umgesetzt werden können. Auf Grundlage des aktuellen Forschungsstandes wurden daher gezielt Forschungslücken aufgegriffen und Studien zur Förderung und Wirkung des Bewegungsverhaltens von Studierenden im Setting Universität durchgeführt, um nachhaltige Gesundheits- und Bildungseffekte generieren und dem sedentären und inaktiven Lebensstil der Studierenden entgegenwirken zu können. Dabei wurde eine differenzierte Betrachtung der körperlichen Aktivität hinsichtlich ihrer Domänen Freizeit, Transport und Studium eingenommen. Außerdem lassen sich aus den neuen Erkenntnissen Implikationen für Maßnahmen zur Bewegungsförderung an Universitäten ableiten.

5.1 Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Ergebnisse

Die von dieser Ausgangslage initiierten Manuskripte der vorliegenden Dissertation orientierten sich an dem verhaltensepidemiologischen Rahmen zur effizienten und zielführenden Forschung gesunder Verhaltensmuster zur Verhinderung von Krankheit sowie Prävention und Förderung der Gesundheit (Sallis et al., 2000). Beginnend bei der ersten Phase des Rahmenmodells, lieferte das *Manuskript I* zunächst evidenzbasierte Assoziationen zwischen dem Bewegungsverhalten, der Bildung und Gesundheit von Studierenden, die für die Bewegungsförderung an Universitäten eine empirische Basis für eine bedarfsorientierte

Maßnahmenplanung und –umsetzung bilden. Das Manuskript fokussierte die *Domänen Freizeit* und *Transport* und bestätigte positive Assoziationen der wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium mit den freizeithlichen Sportaktivitäten und der Fortbewegung mit dem Fahrrad. Außerdem zeigte sich eine höhere wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium bei Studierenden, die die Empfehlungen für ausdauerorientierte körperliche Aktivität erfüllten, im Vergleich zu Studierenden, die sie nicht erfüllten. Über moderationsanalytische Modelle war darüber hinaus ein dominanter Einfluss der von Studierenden berichteten multiplen wiederkehrenden Beschwerden auf die wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium zu sehen. Sowohl die Sportaktivitäten in der Freizeit als auch die Muskelkräftigung zeigten hierbei einen moderierenden Einfluss auf diese Beziehungen zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der Funktionsfähigkeit im Studium: Steigende Aktivitätsvolumen in diesen genannten Bewegungsarten pufferten das Ausmaß der negativen Beziehung zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium ab.

Das *Manuskript II* trug ebenfalls einen evidenzbasierten Beitrag zur ersten Phase des verhaltensepidemiologischen Rahmens bei, indem es die körperlich-sportliche Aktivität in den *Domänen Freizeit* und *Studium* und ihre Wirkung auf akademische Parameter fokussierte. Dabei wurde die Wirkung des Bewegungsverhaltens differenziert in Bewegungspausen im Studium und in körperlich-sportliche Aktivität in der Freizeit (außerhalb des Studiums) analysiert. Für die akademischen Parameter wurden neben der wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium auch die selbst wahrgenommene Aufmerksamkeit und das Erholungs- und Stresserleben betrachtet. Damit konnte das *Manuskript II* empirische Ergebnisse liefern, inwiefern durch körperliche Aktivität die Bewältigung der akademischen Anforderungen von Studierenden positiv beeinflusst werden kann. Während sich Bewegungspausen positiv auf funktionalen Stress, also die Art von Stress, die förderlich für die Aufgabenbewältigung ist, und auf die wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium auswirkten, zeigte freizeitbezogene körperliche Aktivität sogar zusätzlich einen positiven Einfluss auf das Erholungserleben hinsichtlich der psychologischen Loslösung vom Studium

sowie auf berichtete Aufmerksamkeitsschwierigkeiten von Studierenden. Außerdem spielte auch das Verhalten des täglichen Studierens hinsichtlich der Anzahl eingebauter Kurzpausen und der längsten Zeit am Stück ohne Pause eine Rolle für die psychologische Loslösung vom Studium. Eine schlechtere psychologische Loslösung wurde durch eine höhere Anzahl an Kurzpausen sowie durch eine im Home Studium länger aufgebrachte Zeit ohne Unterbrechung hervorgerufen. Die studiumsbezogene Funktionsfähigkeit stieg mit der Anzahl an eingebauten Kurzpausen im Home Studying an.

Zur dritten Phase des verhaltensepidemiologischen Rahmens gehört die Erforschung von Bedingungsfaktoren des Bewegungsverhaltens von Studierenden. Dieser Faktoren wurde sich im *Manuskript III* bezüglich der *Domäne Transport* für selbstberichtete Bewegungsumfänge für das Gehen und Radfahren zu Fortbewegungszwecken gewidmet. Die empirischen Ergebnisse hinsichtlich umweltbezogener (Studiumsumgebung) und personaler (Motivatoren und Barrieren) Determinanten für das transportbezogene Gehen und Radfahren von Studierenden lieferten Ansätze dafür, die sozial-ökologischen Zusammenhänge besser zu verstehen, um zielgerichtete Interventionen für Studierende entwickeln und damit den Wirkungsradius der Bewegungsförderung im universitären Setting vergrößern zu können. Relevante Indikatoren zu umweltbezogenen und psychologischen Determinanten wurden mit Hilfe von Faktorenanalysen gebündelt und über Regressionen in Beziehung zum transportbezogenen Radfahren und der wahrgenommenen Studiumsumgebung gesetzt: So war bezüglich der umweltbezogenen Determinanten die Wahrnehmung eines hohen Fahrrad-Diebstahrisikos in der Studiumsumgebung mit einem geringeren Umfang des Radfahrens verbunden, während hohes Verkehrsaufkommen mit einem höheren Radfahrumfang zusammenhing. Das letztgenannte unerwartete Ergebnis lässt sich wahrscheinlich auf eine Wahrnehmungsverzerrung zurückführen, bei der regelmäßiger Radfahrer:innen stärker den Verkehr wahrnehmen als jene, die kaum Fahrrad fahren (Titze et al., 2007). Hinsichtlich der psychologischen Determinanten war der zeitliche oder körperliche Aufwand, Motivationsmangel sowie schlechtes Wetter (persönliche und externe Barrieren) mit weniger Radfahren verbunden, während Motivatoren wie Freude, Gesundheit und Fitness (persönliche

Vorteile) Assoziationen zu einem höheren Radfahrumfang aufzeigten. Außerdem war der Wohnsitz in der Universitätsstadt mit einem höheren Radfahrumfang assoziiert im Vergleich zu einem Wohnsitz außerhalb der Universitätsstadt.

Im letzten Manuskript, dem *Manuskript IV*, wurde entsprechend der vierten verhaltensepidemiologischen Phase eine Intervention durchgeführt, die darauf abzielte, auf das Bewegungsverhalten Studierender in der *Domäne Studium* positiv einzuwirken. Über die Dauer von zehn Tagen wurden zwei Gruppen, eine Interventionsgruppe und eine Kontrollgruppe mit minimaler Intervention, täglich zur Durchführung von Bewegungspausen im Home Studying befragt. Da Bewegungspausen förderliche Faktoren für die körperliche und geistige Gesundheit zugeschrieben werden, wurde mit der Interventionsgruppe der Ansatz des digitalen Nudgings untersucht, der Studierende dazu anregen sollte, im Home Studying Bewegungspausen einzulegen. Es wurde festgestellt, dass das realisierte digitale Nudging die Wahrscheinlichkeit der Teilnahme an Bewegungspausen im Home Studying auf Tagesebene nicht signifikant beeinflusste. Stattdessen zeigte sich auf individueller Ebene, dass die Wahrscheinlichkeit der Durchführung einer Bewegungspause im Home Studying umso größer war, je länger am Tag im Home Studying gelernt wurde. Damit konnte aufgedeckt werden, dass individuelle Merkmale wie die tägliche Zeit, die für das Lernen zu Hause aufgewendet wird und die sich im Laufe der Interventionsphase ändern kann, bei Nudging-Interventionen im universitären Umfeld berücksichtigt werden müssen.

Die empirischen Befunde der dargelegten Manuskripte liefern insgesamt bezüglich der zu Beginn vorgestellten Konzepte der Bildungs- und Gesundheitsassoziationen Evidenz für die Zielgruppe Studierende im Setting Universität. Diese Zielgruppe wurde im Forschungsstand bisher unzureichend berücksichtigt, sodass mit den Ergebnissen erste Schritte zur Schließung dieser Lücke gemacht worden sind. Abbildung 11 zeigt eine Übersicht der bestätigten Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität der entsprechenden Domänen und all jener Indikatoren, die Gegenstand dieser manuskriptbasierten Dissertation bei der Untersuchung des Beziehungsgeflechts von körperlicher Aktivität, Gesundheit und Bildung

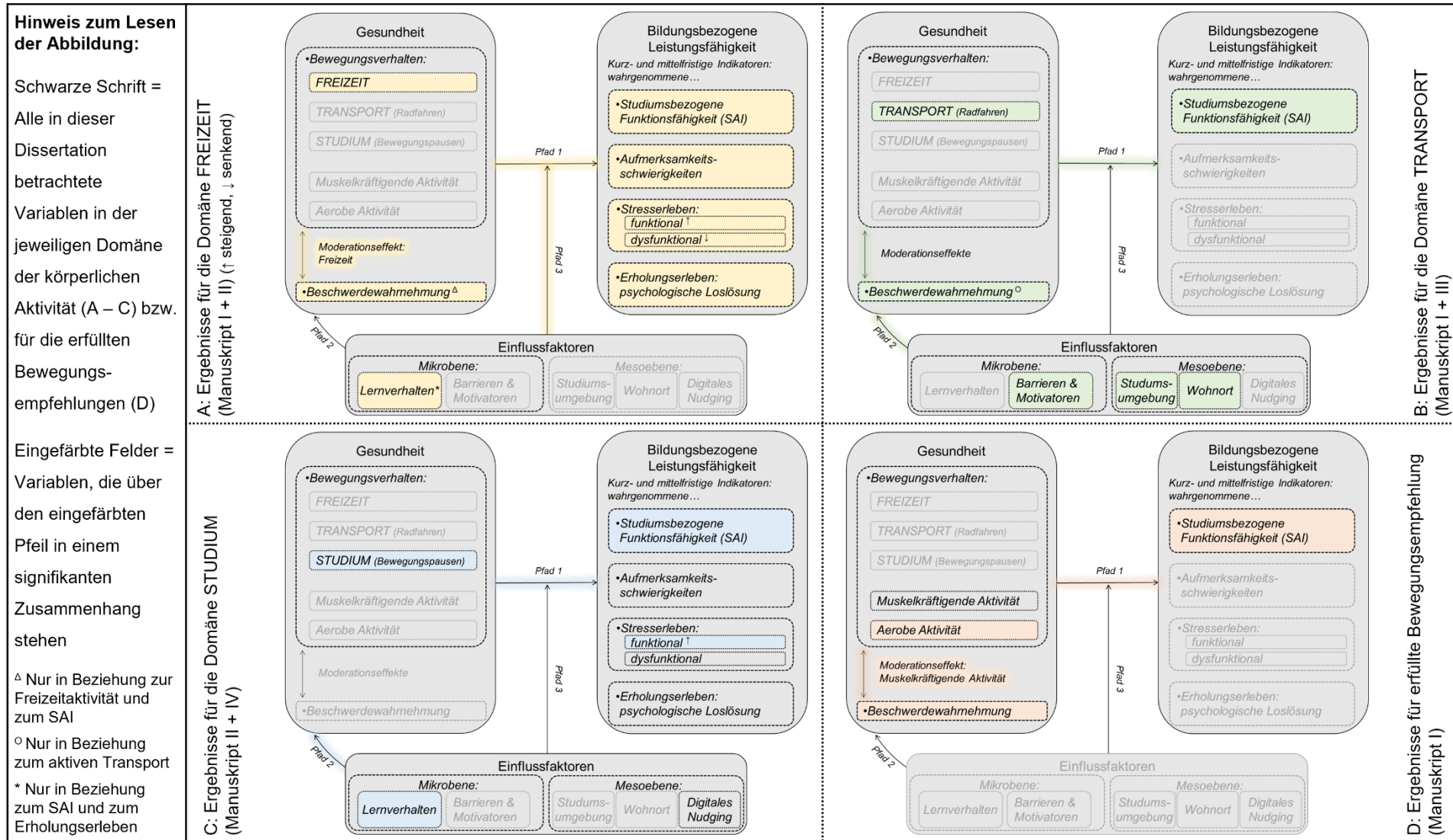


Abbildung 11. Übersicht über die in dieser manuskriptbasierten Dissertation bestätigten signifikanten Variablen hinsichtlich der Rolle der körperlichen Aktivität im Zusammenhang mit Gesundheit und Bildung bei Studierenden im Setting Universität

waren. Im Folgenden werden diese zentralen Befunde im Hinblick auf die Fragestellungen vor dem Hintergrund des Forschungsstandes diskutiert, bevor abschließend Implikationen für Maßnahmen zur Bewegungsförderung an Universitäten abgeleitet werden.

5.1.1 Bildungs- und Gesundheitsassoziationen: Welchen Beitrag kann körperliche Aktivität für die Gesundheit und Funktionsfähigkeit bei Studierenden leisten?

Die Ergebnisse der ersten beiden Manuskripte unterstreichen die Schlüsselstellung von körperlicher Aktivität im Rahmen der Gesundheitsförderung für Studierende im universitären Setting. So zeigte sich übereinstimmend mit dem Forschungsstand im *Manuskript I* eine hohe Beschwerdelast unter den Studierenden: 42 % der Studierenden meldeten mindestens zwei Beschwerden, die entweder mehrmals pro Woche oder fast täglich auftraten, wobei weibliche Studierende verstärkt betroffen waren (33 % versus 45 %). Deutschlandweite Befragungen unter Studierenden durch die Techniker Krankenkasse zeigen sogar eine signifikante Zunahme in den letzten acht Jahren in fast allen Beschwerdemerkmale auf (Techniker Krankenkasse, 2023). Demnach dürfte die aktuelle Lage unter den Studierenden mittlerweile noch alarmierender sein, als die Stichprobe aus dem Jahr 2018 des *Manuskript I* darlegte. Die in diesem Manuskript vorkommenden häufigsten Beschwerden, die mindestens wöchentlich auftraten, waren vor allem jene Beschwerden, die psychischer Art sind wie beispielsweise Konzentrationsstörungen, Niedergeschlagenheit, Erschöpfung durch Stress, Schlafprobleme, Nervosität oder Gereiztheit. Erst an siebter Stelle in der Häufigkeitsreihenfolge folgten physische Beschwerden wie Rückenschmerzen, Kopfschmerzen, Schwindelgefühle oder Bauchschmerzen (*Manuskript I*). Dies spiegelt den Forschungsstand wider, bei dem Studierende ihre psychische Gesundheit geschlechterübergreifend niedriger als ihre physische Gesundheit einschätzen (Guedes & Wollesen, 2015). Auch in den einzelnen Arten von Beschwerden – und vor allem bei psychischen Beschwerden – zeigt sich in der aktuellsten deutschlandweiten Studierenden-Befragung eine signifikante Zunahme: Beispielsweise gibt es einen um 48 % gestiegenen Anteil Studierender, der sich ziemlich oder stark emotional

erschöpft fühlt (Techniker Krankenkasse, 2023). Dies stellt ein Beschwerdemerkmale dar, welches einhergeht mit den zweit- und dritthäufigsten genannten Beschwerdearten aus dem *Manuskript I*.

Hinsichtlich des Gesundheitsverhalten Studierender und dem Zusammenhang körperlicher Aktivität mit der Gesundheit, bildete das *Manuskript I* zwar einen hohen Anteil an Studierenden ab, die die Bewegungsempfehlungen erfüllten im Vergleich zu einer Referenzgruppe junger Erwachsene mit hohem Bildungsabschluss. Jedoch litten die Studierenden, die die Mindestempfehlungen für ausdauerorientierte körperliche Aktivität nicht erfüllen, häufiger an den einzelnen Beschwerdeformen, die mindestens wöchentlich auftraten (*Manuskript I*). Außerdem waren höhere Aktivitätsvolumina sowohl im transportbezogenen Radfahren als auch bei freizeithlichen Sportaktivitäten mit seltener ausgeprägten Beschwerden verbunden (*Manuskript I*). Demnach liefert körperliche Aktivität in den Domänen Transport und Freizeit sowie in aerober Form einen Beitrag für die Gesundheit der Studierenden (Abbildung 11 A + B + C sowie Tabelle 20).

Tabelle 20. Assoziationen der körperlich-sportlichen Aktivität mit Gesundheit

	GESUNDHEIT
BEWEGUNGSVERHALTEN	Beschwerdewahrnehmung
Freizeit	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Aktivitätsvolumina bei sportlicher Aktivität in der Freizeit sind mit seltener ausgeprägten Beschwerden verbunden (<i>Manuskript I</i>) • Es gibt einen indirekten positiven Einfluss von sportlicher Aktivität in der Freizeit auf die Beziehungen zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der Funktionsfähigkeit im Studium (<i>Manuskript I</i>).
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Aktivitätsvolumina im transportbezogenen Radfahren sind mit seltener ausgeprägten Beschwerden verbunden (<i>Manuskript I</i>)
Studium	<i>Nicht Teil dieser Dissertation</i>
Muskelkräftigende Bewegungsempfehlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Es gibt einen indirekten, positiven Einfluss von muskelkräftigender Aktivität auf die Beziehungen zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der Funktionsfähigkeit im Studium (<i>Manuskript I</i>).
Aerobe Bewegungsempfehlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierenden, die die Mindestempfehlungen für ausdauerorientierte körperliche Aktivität nicht erfüllen, leiden häufiger an den einzelnen Beschwerdeformen, die mindestens wöchentlich auftreten (<i>Manuskript I</i>)

Dieser Beitrag zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Gesundheit hinsichtlich der Beschwerdewahrnehmung ist mit bisherigen Studien im Einklang, bei denen körperliche Aktivität in signifikantem Zusammenhang mit Muskel-Skelett-Schmerzen von Studierenden steht (Hasan et al., 2018; Kokic et al., 2019; Morais et al., 2019; Ogunlana et al., 2021; Rakhadani et al., 2017; Reuter & Fichthorn, 2019; Wami et al., 2021). Die Diskrepanz der Beschwerdewahrnehmung zwischen körperlich inaktiven und aktiven Studierenden war im *Manuskript I* am stärksten bei Niedergeschlagenheit, Gereiztheit oder Erschöpfung durch Stress, welche allesamt psychische und stressbedingte Beschwerden darstellten. Hier stand ausreichende aerobe Aktivität entsprechend der Mindestempfehlungen positiv mit der Gesundheit in Verbindung. Der Beitrag, den körperliche Aktivität für die Gesundheit Studierender liefert, scheint demnach besonders groß für die psychische Gesundheit. Dies zeigen zum Beispiel auch Tyson und Kollegen (2010) auf und schlussfolgern, dass körperliche Aktivität ein wichtiger Faktor für die psychische Gesundheit von Studenten sein kann (Tyson, Wilson, Crone, Brailsford & Laws, 2010). Solch ein stressregulierendes Potenzial der körperlichen Aktivität spiegelt sich auch in der Literatur wider (Fuchs & Klaperski, 2012) und wirkt sich ebenso auf die akademische Leistung aus, auf die im nachfolgenden Absatz genauer eingegangen wird. Insgesamt muss man an dieser Stelle jedoch darauf hinweisen, dass sich die Ergebnisse aus dem ersten und dritten Manuskript auf eine Querschnittsanalyse beziehen und kausale Zusammenhänge nur interpretiert werden können.

Für die Analyse des Beitrags der körperlichen Aktivität auf den Studienerfolg wurden auf der Seite der bildungsbezogenen Leistungsfähigkeit von Studierende im konzeptionellen Modell ausschließlich subjektive kurzfristige Indikatoren betrachtet. Zunächst wurde ein spezifisches Erhebungsinstrument – der SAI – implementiert, welcher in den ersten beiden Manuskripten Anwendung fand. Er wurde als akademischer Indikator für die wahrgenommene Funktionsfähigkeit im Studium herangezogen und hebt sich von den bisherigen wenigen Studien im universitären Kontext mit objektiven Maßen wie dem Notendurchschnitt im Semester oder eines speziellen Examens ab (Hariyanto et al., 2022; Kayani et al., 2018). So stellt der SAI dar, wie Studierende ihre erfolgreiche Bewältigung der Rollenanforderung im

Studium selbst einschätzen – und zwar hinsichtlich Anforderungen, die sowohl kognitiv als auch psychisch im Studium zu bewerkstelligen sind. Damit wird auch die soziologische Perspektive des Bildungserfolgs mitberücksichtigt. Es zeigte sich, dass 5 % der Varianz in der Funktionsfähigkeit im Studium durch die körperliche Aktivität aufgeklärt wurden (*Manuskript I*) und diese damit ebenfalls einen Beitrag in dem multifaktoriellen Bedingungsgeflecht des Studienerfolgs leisten kann. Es gab positive Assoziationen des SAI hinsichtlich des Bewegungsverhaltens in den Domänen Freizeit, Transport und Studium: konkret waren es die freizeitlichen Sportaktivitäten und allgemeine körperlich-sportliche Aktivitäten in der Freizeit (*Manuskript I, II*) (Abbildung 11 A) das transportbezogene Radfahren (*Manuskript I*) (Abbildung 11 B) sowie Bewegungspausen während des Home Studyings (*Manuskript II*) (Abbildung 11 C), die einen Beitrag zur Steigerung der Funktionsfähigkeit im Studium leisteten. Außerdem wiesen Studierende, die die Empfehlungen für ausdauerorientierte körperliche Aktivität erfüllten, einen höheren SAI-Wert auf als Studierende, die sie nicht erfüllten (*Manuskript I*) (Abbildung 11 D). Die Assoziationen und Beiträge der körperlichen Aktivität für die Funktionsfähigkeit im Studium sind in Tabelle 21 zusammengefasst dargestellt. Die Ergebnisse sind mit den bisher wenigen Studien zu positiven Korrelationen zwischen körperlicher Aktivität und akademischer Leistung bei Studierenden im Einklang, bestätigen damit eine Übereinstimmung zwischen objektiven und subjektiven Leistungsindikatoren und liefern einen Mehrwert hinsichtlich der differenzierten Betrachtung von körperlicher Aktivität (Hariyanto et al., 2022; Kayani et al., 2018; Satti et al., 2019). Beispielsweise identifizieren Hariyanto und Kolleg:innen (2022) ebenfalls positive Assoziationen mit der selbstberichteten körperlichen Aktivität und dem akademischen Notendurchschnitt der Semesterabschlussprüfung bei Studierenden, wohingegen Alter, Gewicht, Größe und der Bodymaßindex keine Zusammenhänge aufzeigen (Hariyanto et al., 2022). Im *Manuskript II* wurden darüber hinaus neben dem bereits erwähnten SAI weitere akademischen Parameter als kurzfristige Leistungsindikatoren betrachtet, welche die selbst berichteten Konzentrationsschwierigkeiten sowie das Stress- und Erholungserleben von Studierenden umfassten. In welcher Form körperliche Aktivität hinsichtlich dieser Indikatoren zur Bildung

Tabelle 21. Assoziationen der körperlich-sportlichen Aktivität mit Bildung

BEWEGUNGS- VERHALTEN	BILDUNGSBEZOGENE LEISTUNGSFÄHIGKEIT BEI STUDIERENDEN			
	Study Ability Index (SAI)	Aufmerksamkeits- schwierigkeit	Stresserleben	Erholungserleben
Freizeit	<ul style="list-style-type: none"> • SAI steigt mit zunehmenden Aktivitätsvolumen für freizeitliche Sportaktivitäten (<i>Manuskript II</i>) • SAI wird positiv durch allgemeine körperlich-sportliche Aktivität in der Freizeit beeinflusst (<i>Manuskript II</i>) • Die Beziehungen zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der Funktionsfähigkeit im Studium wird indirekt durch sportliche Aktivität in der Freizeit positiv beeinflusst (<i>Manuskript I</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksamkeitsschwierigkeiten werden durch körperliche Aktivität in der Freizeit verringert (<i>Manuskript II</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionaler Stress wird positiv durch körperliche Aktivität in der Freizeit beeinflusst (<i>Manuskript II</i>) • Dysfunktionalem Stress wird durch körperliche Aktivität in der Freizeit entgegengewirkt (<i>Manuskript II</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Psychologische Loslösung wird positiv durch körperliche Aktivität in der Freizeit beeinflusst (<i>Manuskript II</i>)
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • SAI steigt mit zunehmenden Aktivitätsvolumen für transportbezogenes Radfahren (<i>Manuskript I</i>) 			
Studium	<ul style="list-style-type: none"> • SAI wird positiv durch Bewegungspausen während dem Home Studying bestimmt (<i>Manuskript II</i>) 		<ul style="list-style-type: none"> • Funktionaler Stress wird positiv durch Bewegungspausen im Studium bestimmt (<i>Manuskript II</i>) 	
Muskelkräftigende Bewegungsempfehlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Beziehungen zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der Funktionsfähigkeit im Studium wird indirekt durch muskelkräftigende Aktivität positiv beeinflusst (<i>Manuskript I</i>). 			
Aerobe Bewegungsempfehlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende, die die Empfehlungen für ausdauerorientierte körperliche Aktivität erfüllen, haben einen höheren SAI-Wert als Studierende, die sie nicht erfüllen (<i>Manuskript I</i>) 			

beiträgt, ist ebenfalls in Tabelle 21 dargestellt. So wurde über die Subskala "Schwierigkeiten bei der Aufrechterhaltung der fokussierten Aufmerksamkeitsleistung" des "Attention and Performance Self-Assessment" (ASPA, AP-F2 (Bankstahl & Görtelmeyer, 2013)) erfasst, wie oft Studierende störende Situationen an einem Tag erlebten, die ihre Konzentration beeinträchtigten. Das Instrument eignet sich sehr gut für die Erfassung von alltagspraktischen Gedächtnis- und Konzentrationsleistungen (Bankstahl & Görtelmeyer, 2013). Bisher wurde dieses Instrument vor allem bei Personen mit unterschiedlichen subklinischen oder klinisch bedeutsamen Grunderkrankungen verwendet ($\alpha > .89$) (Bankstahl & Görtelmeyer, 2013). Die Reliabilität blieb jedoch auch bei der Zielgruppe der Studierenden auf demselben Niveau ($\alpha = .87$). Zur Bestimmung solcher kognitiven Funktionen, wie sie die Aufmerksamkeitsfunktion darstellt, wurden bei Studierenden bisher entsprechende Testverfahren angewandt, die jedoch aufgrund ihrer Unterschiedlichkeit noch zu keinen einheitlichen Aussagen über Beziehungen zu körperlicher Aktivität führten (Ho, Gooderham & Handy, 2018; Salas-Gomez et al., 2020). Der im *Manuskript II* aufgedeckte Zusammenhang der körperlichen Aktivität in der Freizeit mit der Verringerung der Aufmerksamkeitsschwierigkeiten ist im Einklang mit dem Ergebnis von Salas-Gomez und Kolleg:innen (2018), die von einem positiven Zusammenhang des Umfangs der körperlichen Aktivität mit den kognitiven Funktionen von Studierenden auf objektiver Basis berichten (Salas-Gomez et al., 2020). Somit trägt körperliche Aktivität in der Freizeit zu einer verbesserten Aufmerksamkeit bei Studierenden im Studium bei (Abbildung 11 A).

Bezüglich des Stress- und Erholungserlebens beim Studieren, das bereits im Hinblick auf Gesundheitsassoziationen angeklungen ist, wurden Erhebungsverfahren verwendet, die zum einen vom betrieblichen Gesundheitsmanagement auf das Studium erstmals übertragen wurden (EEB (Wieland, 2010)) und zum anderen bereits bei einer studentischen Stichprobe validiert wurden (RECQ (Merino-Tejedor, Hontangas & Boada-Grau, 2017)) und damit auch für studentische Samples geeignet sind. Über das *Manuskript II* konnte folgende Evidenz für den Beitrag der körperlichen Aktivität differenziert nach den Domänen auf die Bildung hinsichtlich des Stress- und Erholungserlebens im Studium gewonnen werden: Während funktionaler Stress positiv durch Bewegungspausen im Studium und körperliche Aktivität in

der Freizeit bestimmt wird (Abbildung 11 A + C), kann dysfunktionalem Stress nur durch körperliche Aktivität in der Freizeit entgegengewirkt werden (Abbildung 11 A). Dies deutet darauf hin, dass Bewegungspausen und körperlich-sportliche Aktivität in der Freizeit für die Bewältigung der Studienanforderungen von Vorteil sind und dazu beitragen können, Gefühle der Freude, des Stolzes und des Lernfortschritts zu fördern (Wieland, 2013). Außerdem lässt sich mit Blick auf den dysfunktionalen Stress schlussfolgern, dass nur körperlich-sportliche Aktivität in der Freizeit studiumsbezogenen Belastungszuständen wie innerer Anspannung, Reizbarkeit und nervöse Unruhe oder Gefühlen der Langeweile entgegenwirken kann (Wieland, 2013). Bezüglich des Erholungserlebens durch psychologische Loslösung zeigte sich ebenfalls nur für die körperliche Aktivität in der Freizeit und nicht für Bewegungspausen im Studium ein positiver Effekt (Abbildung 11 A). Dies kann ein Indiz dafür sein, dass der freiwillige Charakter dieser Art von körperlicher Aktivität und der Kontext, in der die Aktivität stattfindet, einen Einfluss darauf haben. Da jedoch die anderen Formen des Erholungserlebens nicht untersucht wurden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Bewegungspausen auf eine andere Art und Weise erholsame Effekte haben. Der Forschungsstand zeigt, dass kurze Bewegungspausen positive Auswirkungen auf das Erholungsbedürfnis haben (Gollner et al., 2019) und den Stress abpuffern (Marschin & Herbert, 2021). Sie verringern Verspannungen (Gollner et al., 2019), allgemeine muskuläre Beschwerden (Kowalsky et al., 2022), Tagesschläfrigkeit oder Müdigkeit (Blasche et al., 2018; Kowalsky et al., 2022) und steigern die Vitalität (Blasche et al., 2018) und erlebte Energie (Gollner et al., 2019). Insgesamt bestätigen die Ergebnisse für freizeitbezogenen körperliche Aktivitäten ganz und für Bewegungspausen teilweise den theoretischen Hintergrund des Stressor-Detachment-Modells (Sonnentag & Fritz, 2015) und des kybernetischen Ansatzes zur Stressbewältigung am Arbeitsplatz (Edwards, 1992). Dieser Ansatz sieht körperliche Aktivität als potenzielle Erholungserfahrung, durch welche die akademische Leistung verbessert und die Auswirkungen studienbezogener Stressoren auf die Beschwerdelast verringert werden kann (Göring & Möllenbeck, 2010; Stock & Krämer, 2001). Dass diese Beitragsleistung umfangreicher für freizeitbezogene körperlich-sportliche Aktivitäten aufzufinden war, wie

Manuskript II für das Erholungserleben und Entgegenwirken des erlebten dysfunktionalen Stresses und *Manuskript I* für die Moderatorfunktion für die Beziehung zwischen Beschwerden und Funktionsfähigkeit im Studium zeigten, gibt einen Hinweis auf den intentionalen Charakter eines solchen Sportverhaltens als Bewältigungs- und Erholungsmaßnahme (Allmer, 1996). Die Verwendung von Sport als Mittel zur Stressregulation basiert häufig auf entsprechenden Erholungsintentionen, die gerade in stressigen Situationen Sport initiieren kann (Jeckel & Sudeck, 2016; Sudeck & Conzelmann, 2011), und erfordert auch eine individuelle Kompetenz zur bewegungsbezogenen Befindensregulation (Sudeck, Jeckel & Schubert, 2018; Sudeck & Pfeifer, 2016). Das Befinden bestimmt neben dem Befund und der sozialen Funktionsfähigkeit im dreidimensionalen Konzept die individuelle Gesundheit mit. Dass Studierende den Sport gezielt als Entspannungsstrategie gegen Stress nutzen, geht auch aus dem Gesundheitsreport der TK zur Gesundheit von Studierenden und ihren aktuellen Studienbedingungen hervor (Techniker Krankenkasse, 2023). Aus der aktuellsten Befragung unter Studierenden scheint sich Sport als die wirksamste Strategie speziell hinsichtlich der emotionalen Erschöpfung herauszukristallisieren (Techniker Krankenkasse, 2023).

In Bezug auf das gesamte Beziehungsgeflecht der körperlichen Aktivität, Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Studium zeigte sich ein dominanter Zusammenhang zwischen der Beschwerdewahrnehmung und dem SAI, bei dem körperliche Aktivität einen indirekten, positiven Einfluss hatte (*Manuskript I*). Damit wird ein weiteres Indiz für das bereits in der Literatur vorzufindende Potenzial von körperlicher Aktivität zur Reduktion und Vorbeugung von Beschwerden geliefert (Pahmeier, 2012). Konkret pufferten im *Manuskript I* steigende Aktivitätsvolumen bei sowohl muskelkräftigenden Aktivitäten als auch Sportaktivitäten in der Freizeit das Ausmaß der negativen Beziehung zwischen der Beschwerdewahrnehmung und der wahrgenommenen Funktionsfähigkeit im Studium ab (Abbildung 11 A + D). Diese Ergebnisse bestärken die Rolle der körperlich-sportlichen Aktivität als Ressource sowohl für den Umgang mit gesundheitlichen Belastungen als auch für die Bewältigung von psychischen und kognitiven (Leistungs-)Anforderungen im Studium. Hierbei scheint sowohl der intentionale Charakter der sportlichen Aktivität als auch der Aktivitätstyp entscheidend zu sein.

Studierende mit regelmäßigen Beschwerden und Beeinträchtigungen profitierten vor allem von strukturierteren Aktivitäten, wie sie die freizeithlichen Sportaktivitäten und muskelkräftigenden Aktivitäten darstellen, während die körperlichen Aktivitäten zu Fortbewegungszwecken keine puffernde Wirkung zwischen Beschwerden und Funktionsfähigkeit im Studium zeigten (*Manuskript 1*). Auch das Erfüllen der aeroben Bewegungsempfehlungen, wozu die Zeit für Ausdaueraktivität für Sport, Fitness oder körperliche Aktivität in der Freizeit sowie für Fahrradfahrten zur Fortbewegung zählte, hatte keine puffernde Wirkung. Demnach kommt es auf den Inhalt der Aktivität und nicht allein auf die physiologischen Belastungsparameter an. Diese Erkenntnis liefert einen weiteren Hinweis für die Annahme, dass physiologische und psychologische Reaktionen auf Sportaktivitäten unter anderem durch die Charakteristika der Aktivität selbst (Belastungsparameter, psycho-soziale Anreize und Anforderungen), der Person (Motivation, Präferenzen, Vorerfahrungen, biopsychosozialer Gesundheitszustand) und der Umgebung (räumlich-physikalische und soziale Umgebungsbedingungen) sowie durch den betrachteten Zeitbezug (unmittelbare Wirkung oder Anpassungen und Verarbeitung eines längeren Zeitraums) bestimmt werden (Sudeck & Thiel, 2020). Die unmittelbare Wirkung körperlicher Aktivität des letztgenannten zeitbezogenen Kriteriums konnte in dieser Dissertation weder durch die Querschnittsanalyse noch durch die Längsschnittanalyse zu Bewegungspausen ermittelt werden. Während bei der Querschnittsanalyse immer die Frage offenbleibt, was Ursache und Wirkung ist, kann die Längsschnittanalyse dies Frage beantworten. Jedoch fand in der Längsschnittanalyse die Erhebung der Reaktionen auf die Bewegungspausen nicht unmittelbar nach der Durchführung der Bewegungspausen statt, sondern immer zum Ende des Tages, wodurch unmittelbare Effekte des affektiven Befindens unentdeckt geblieben sind.

Zusammengefasst liefert die vorliegende Dissertation jedoch weitere Evidenz für den wichtigen Beitrag körperlicher Aktivität in verschiedenen Domänen und auch Formen (aerob und muskelkräftigend) für die gesunde Bewältigung von stressbedingten Anforderungen des Studiums. Dabei kristallisieren sich Hinweise heraus, dass es sowohl auf das

Aktivitätsvolumen als auch auf die Intention und den Aktivitätstyp ankommt und auch das Lernverhalten im Studium nicht außer Acht gelassen werden darf.

Interessant zu erwähnen ist, dass der Mittelwert des SAI im *Manuskript I*, welches vor der COVID-19 Pandemie entstanden ist, um gute eineinhalb Punkte besser ausfiel als im *Manuskript II*, welches in der Pandemie-Zeit entstanden ist ($M = 13.8$, $SD = 3.1$ versus $M = 12.1$, $SD = 3.12$). Auch wenn die Daten keinen statistischen Vergleich erlauben, lässt sich daraus eine Tendenz ablesen, dass Studierende sich in der Pandemiezeit, die vom Home Studying und weiteren Einschränkungen geprägt war, im Schnitt weniger kognitiv und psychisch leistungsfähig gefühlt haben als vor der Pandemie. Inwiefern hierfür auch veränderte Gesundheitszustände oder ein verändertes Bewegungsverhalten ausschlaggebend ist, wurde in dieser Dissertation nicht konkret untersucht. Allerdings legen die Erkenntnisse der positiven Assoziationen des SAI mit dem Bewegungsverhalten (*Manuskript I und II*) sowie mit der Beschwerdewahrnehmung (*Manuskript I*) zusammen mit dem Forschungsstand über die Zunahme der Inaktivität und psychischer Sorgen bei Studierenden in der Pandemiezeit (Aristovnik, Keržič, Ravšelj, Tomažević & Umek, 2020; Browning et al., 2021; Elmer, Mepham & Stadtfeld, 2020; Lesser & Nienhuis, 2020; Rodríguez-Larrad et al., 2021; Stanton et al., 2020; Zheng et al., 2020) die Vermutung nahe, dass unter anderem auch veränderte Gesundheitszustände und/oder ein verändertes Bewegungsverhalten einen Beitrag zur Verschlechterung des Bildungserfolges beigetragen haben könnten. So zeigen Luo und Kolleg:innen (2022) in ihrer Übersichtarbeit auf, dass körperliche Aktivität unterschiedlicher Intensität einen signifikanten Einfluss sowohl auf eine Verbesserung von Angstzuständen als auch Depressionen während der COVID-19 Pandemie bei Studierenden hatte (Luo, Zhang, Liu, Ma & Jennings, 2022).

5.1.2 Determinanten körperlicher Aktivität und Interventionen zur Förderung des Bewegungsverhaltens: Welche sozial-ökologische Faktoren im universitären Setting haben einen Einfluss auf die körperliche Aktivität Studierender?

Über die Ergebnisse der *Manuskripte III und IV* lassen sich sozial-ökologische Zusammenhänge der körperlichen Aktivität im universitären Setting besser verstehen und Nudging-Methoden besser einordnen sowie daraus Ansätze ableiten, wie körperliche Aktivität bei Studierenden an der Universität gefördert werden kann. Während im *Manuskript III* die Domäne Transport betrachtet wurde, fokussierte das *Manuskript IV* die Bewegungspausen in der Domäne Studium. In den vorangegangenen Manuskripten wurde sowohl für das Radfahren zu Fortbewegungszwecken als auch für Bewegungspausen bereits positive Assoziationen zur Funktionsfähigkeit im Studium (*Manuskript I + II*) und teilweise auch für die Gesundheit hinsichtlich der Beschwerdewahrnehmung (*Manuskript I*) aufgezeigt und damit Gründe zur Förderung der körperlichen Aktivität gegeben. Welche umweltbezogenen Bedingungen der physischen Studiumsumgebung und welche psychologischen Determinanten hinsichtlich persönlicher Motivatoren und Barrieren die transportbezogene körperliche Aktivität begünstigen oder was dazu führt, dass Studierende Bewegungspausen im Studium durchführen (Pfad 3 in Abbildung 11), sind wichtige Fragen für die Umsetzung der Bewegungsförderung bei Studierenden. Sie sind in der bisherigen Forschung vor allem in Deutschland noch nicht ausführlich betrachtet worden. Erste Nachweise, dass ein breites Spektrum an sozial-ökologischen Bedingungsfaktoren der körperlichen Aktivität im Studienalltag existiert, liefert beispielsweise die Studie von Deliens und Kolleg:innen (2015), indem Studierende in Fokusgruppen von personalen, sozialen und physischen umweltbedingten Faktoren für körperliche Aktivität berichteten (Deliens et al., 2015). In der vorliegenden Dissertation wurden sozial-ökologische Zusammenhänge nur für das transportbezogene Radfahren bestätigt (*Manuskript III*), durch dessen Berücksichtigung ein höheres Maß an körperlicher Aktivität erzielt werden kann (Abbildung 11 B). Tabelle 22 fasst die relevanten Determinanten zusammen, die mit Hilfe des adaptierten Erhebungsinstrument

zur Studiumsumgebung und der Abfrage von Motivatoren und Barrieren ermittelt wurden. Weiter kann auch das in der Interventionsstudie umgesetzte digitale Nudging als eine Interventionsform angesehen werden, die zwar einerseits individuumsbezogen versucht zu agieren, indem sie auf die Entscheidungsprozesse der Studierenden einwirkt, aber andererseits auch Umweltreize darstellt. So haben beispielsweise Mnich und Kolleg:innen (2019) das Nudging in Form von Plakaten und Tischaufstellern für die Nutzung von Steh-Sitz-Tischen in der Studiumsumgebung verwendet. In der Interventionsstudie im *Manuskript IV* konnte die Methode des digitalen Nudgings als mögliche umweltbedingte Determinante zur Förderung der Durchführung von Bewegungspausen im Home Studying nicht bestätigt werden. Im Folgenden werden mögliche Begründungen sowie die gewonnenen Erkenntnisse zu den physischen Umgebungsbedingungen sowie zu den personalen Determinanten von Studierenden hinsichtlich der körperlichen Aktivität in den Domänen Studium und Transport zusammengefasst diskutiert.

Tabelle 22. Relevante Determinanten aus der Studiumsumgebung für das transportbezogene Gehen bzw. Radfahren bei Studierenden

	Transportbezogenes Gehen	Transportbezogenes Radfahren
Sozio-demografische Daten	<ul style="list-style-type: none"> • Wohnhaft in der Universitätsstadt* (-) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wohnhaft in der Universitätsstadt (+)
Wahrgenommene Studiumsumgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrradbezogene Kriminalität* (+) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuß-/Radwegmöglichkeiten*(-) • Hoher Autoverkehr* (+) • Fahrradbezogene Kriminalität (-)
Psychologische Determinanten: Motivatoren		<ul style="list-style-type: none"> • Persönlicher Nutzen (+)
Psychologische Determinanten: Barrieren	<ul style="list-style-type: none"> • Unannehmlichkeiten mit dem Studium* (-) 	<ul style="list-style-type: none"> • Persönlich (-) • Extern (-)

* β -Wert < 0.1, (+) / (-) zeigt positiven / negativen Zusammenhang an

Begründungen, warum das digitale Nudging als Umgebungsbedingung trotz der motivierenden und ansprechenden Bewertung entgegen den Erwartungen nicht als förderliche Determinante identifiziert wurde, können in der Umsetzungsform liegen. Eventuell schwächte die digitale Form des Nudgings die Wirkung ab, wie aus der Übersichtsarbeit von Maselli und Kolleg:innen

(2018) über Interventionen zur Förderung der körperlichen Aktivität bei Studierenden und aus der Übersichtsarbeit von Landais und Kolleg:innen (2020) zu umgebungsbezogenen Entscheidungshilfen hinsichtlich des Bewegungsverhaltenes und sedentärem Verhalten (Landais et al., 2020) hervorgeht. Auch die digitale Form der Bewegungspausen bildete in der Intervention eine umgebungsbedingte Komponente, die es ermöglichte, Bewegungspausen auf eine sehr niederschwellige Weise und mit wenig Aufwand im Studienalltag anzuwenden. Dadurch hat vermutlich auch die Kontrollgruppe mit minimaler Intervention im Manuskript IV die Bewegungspausen leicht integrieren können. Hinderliche umweltbedingte Faktoren aus der Literatur wie beispielsweise die Entfernung oder der Zugang zu Sporteinrichtungen (Deliens et al., 2015; Leslie et al., 2001; Reed, 2007; Reed & Phillips, 2005) dürften über die digitale Form, wodurch Bewegungspausen überall und ohne großen Aufwand durchführbar waren, nicht relevant gewesen sein. Weitere Forschung unter anderem auch qualitativer Art, wie es Maselli und Kolleg:innen (2018) zum Aufdecken der Hintergründe bei Interventionen zur körperlicher Aktivität vorschlagen, sind hier nötig, um umfangreiche Erkenntnisse über den Einfluss der Umweltbedingungen zur Durchführung von digitalen Bewegungspausen gewinnen zu können. Dass die physische Studiumsumgebung eine entscheidende Rolle spielt, bestätigte sich im *Manuskript III* für das transportbezogene Radfahren: Studierende wurden über die bewegungsfreundliche Studiumsumgebung motiviert, mit dem Fahrrad unterwegs zu sein. Allerdings galt dies nicht für das transportbezogene Gehen und der Einfluss der Determinanten wurde durch die personalen Motivatoren und Barrieren für das aktive Fortbewegen leicht abgeschwächt. Übereinstimmend mit dem Forschungsstand ist, dass die Diebstahlsicherheit des Fahrrads eine förderliche Determinante war (Horacek et al., 2018; Rybarczyk & Gallagher, 2014; Titze et al., 2007), jedoch wurden allgemeine Kriminalitätsaspekte nicht als hinderlich bestätigt (*Manuskript III*). Gegenläufig zum Forschungsstand zeigte sich außerdem der Einfluss der Verkehrssicherheit, indem sich die Wahrnehmung des hohen Verkehrsaufkommens als förderliche Umweltdeterminante herausstellte (*Manuskript III*) (Agarwal & North, 2012; Horacek et al., 2018; Titze et al., 2007). Dieser Einfluss wurde jedoch durch psychologische Determinanten stark abgeschwächt. Es

lässt sich vermuten, dass Studierende, die regelmäßig mit dem Rad unterwegs waren, das Verkehrsaufkommen eher wahrnahmen und daher auch eher davon berichteten. Das gleiche Phänomen stellen auch Titze und Kolleg:innen (2007) fest (Titze et al., 2007). Dies deutet darauf hin, dass hierbei die subjektive Erhebung der Studiumsumgebung eine Rolle spielt, auf die im folgenden Kapitel im Hinblick auf mögliche Limitationen weiter eingegangen wird. Auch der Ort, an dem sich die Universität befindet, kann einen Einfluss haben. Sind objektive Erhebungsverfahren nicht möglich (bspw. Daten geografischer Informationssysteme (Molina-Garcia et al., 2010; Rybarczyk & Gallagher, 2014; Wuerzer & Mason, 2015)), kann jedoch der im *Manuskript IV* adaptierte Fragebogen zur Wahrnehmung der Studiumsumgebung ein guter Ansatz für die Vergleichbarkeit zwischen mehreren Universitäten sein. Weitere Forschung an anderen Universitäten ist für eine Verallgemeinerung der Aussagen nötig. Außerdem sollte weitere Forschung auch die soziale Umwelt, die in dieser Dissertation nicht thematisiert wurde, in den Blick nehmen. Diese kann zum Beispiel sowohl über soziale Ansteckung (Mollee, Araújo, Manzoor, van Halteren & Klein, 2017) als auch über die Charakteristik der Sportaktivität selbst (Sudeck & Thiel, 2020) positiv auf das Bewegungsverhalten der Studierenden wirken. Hinsichtlich der Sportcharakteristik sind die soziale Umgebungsbedingungen, in denen die körperliche Aktivität ausgeführt wird, wie beispielsweise die Interaktionsmöglichkeiten mit anderen Personen für die individuelle Reaktion auf die Aktivität entscheidend. Dies wäre beispielsweise vor allem für Bewegungspausen, die in Präsenz vor Ort in Vorlesungen, Seminaren oder den Bibliotheken angeleitet werden, interessant. Dabei sind nicht nur die Studierenden, sondern auch die Dozierenden als Multiplikator:innen von Bewegungspausen eine wichtige Zielgruppe, die befragt und interveniert werden sollten. In Bezug auf die soziale Ansteckung ist das Aktivitätsverhalten von Personen in der Umgebung für das eigene Bewegungsverhalten entscheidend. Hier liegen bereits konkret für das Radfahren zu und von Universitäten Ergebnisse aus Einzelstudien vor: Beispielsweise beeinflusst eine sichtbare Fahrradkultur (Rybarczyk & Gallagher, 2014), eine große Anzahl von Freund:innen, die mit dem Fahrrad zur Universität fahren (Titze et al., 2007) oder ein hoher Anteil

universitätsverbundener Fahrradfahrer:innen, die in der Nähe wohnen (Wang et al., 2015), das transportbezogen Radfahren.

Hinsichtlich der personalen Determinanten stellte die Interventionsstudie (*Manuskript IV*) für die Durchführung von Bewegungspausen im Studium einen signifikanten Einfluss der Zeit, die am Tag zu Hause fürs Studium verwendet wurde, fest (Abbildung 11 C). Je länger zu Hause studiert wurde, desto wahrscheinlicher wurde eine Bewegungspause durchgeführt. Vor dem Hintergrund des Forschungsstandes, dass die Zeit, die für das Studium aufgebracht wird, negativ mit der körperlichen Aktivität zusammenhängt (Carballo-Fazanes et al., 2020), ist das Ergebnis ein erster Schritt des Entgegenwirkens der körperlichen Inaktivität durch entsprechendes Verhalten, indem Bewegung über Bewegungspausen in den Studienalltag integriert wird. Allerdings kann dieses Ergebnis auch vor dem Hintergrund des „stressor detachment models“ (Sonnentag & Fritz, 2015) und des kybernetischen Ansatzes zur Stressbewältigung am Arbeitsplatz (Edwards, 1992) gedeutet werden, dass Studierende aufgrund der langen Lernzeit am Tag erschöpft sind und demnach eine Bewegungspause benötigen. Dies passt zu den Ergebnissen aus dem *Manuskript II*: Die längste Zeit am Stück, die ohne Lernpause für das Home Studying aufgewendet wurde, zeigte einen negativen Effekt auf die psychologische Loslösung im Studium, wohingegen Bewegungspausen einen positiven Effekt auf die studiumsbezogene Funktionsfähigkeit und das funktionale Stresserleben im Studium hatten (Abbildung 11 C). Durch die Intervention mit praktizierter körperlicher Aktivität im *Manuskript IV* haben Studierende, die die Bewegungspausen durchgeführt haben, diese Effekte selbst erleben können. Dies ist eine Voraussetzung für einen intentionalen Einsatz der Bewegungspausen im Zusammenhang mit dem Erholungserleben. Darüber hinaus kann es dazu führen, dass Bewegungspausen nachhaltig in den Lernalltag integriert werden und die Bewegungsförderung erfolgreich ist. Follow-Up Befragungen, wie sie laut dem Forschungsstand bisher selten vorkommen (Maselli et al., 2018), sollten für die Evaluation nachhaltiger Verhaltensänderungen realisiert werden. Die Erholungserfahrungen, die sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe mit minimaler Intervention erlebbar waren, könnten auch ein Grund sein, dass das digitale

Nudging in der Interventionsstudie keinen Einfluss auf die Durchführung von Bewegungspausen im Home Studying hatte. Außerdem legt der Forschungsstand nahe, dass eine Bereitschaft für Bewegungspausen bei Studierenden und Lehrenden vorherrscht. (Benzo et al., 2016; Grosprêtre et al., 2021; von Sommoggy et al., 2020). Daraus lässt sich schließen, dass die Bewegungspausen in der Interventionsstudie eventuell gruppenübergreifend als sinnvoll erachtet wurden. Eine weitere Begründung der wirkungslosen Nudging-Intervention könnte in den täglichen Befragungen gelegen haben, wie sie auch die Kontrollgruppe mit minimaler Intervention bekommen hat. Diese Befragungen könnten bereits ausgereicht haben, um eine niedrighschwellige, indirekte Erinnerung an die Bewegungspausen und eine Selbstreflexion des Verhaltens anzustoßen und damit eine Verhaltensänderung auszulösen. Dass Reflexionsmethoden individuell wirksam sein können, deckt sich mit der Übersichtsarbeit von Maselli und Kolleg:innen (2018) und wird auch durch weitere Studienergebnisse über digitale Bewegungsanwendungen wie Apps oder Fitness-Tracker gestützt (King et al., 2016; Kocielnik et al., 2018).

In der Domäne Transport trugen psychologischen Determinanten zu einer verbesserten Varianzaufklärung für das transportbezogene Radfahren bei (Abbildung 11 B). Als einflussreichste Determinante für das transportbezogene Radfahren wurden persönliche Barrieren wie körperliche Anstrengung, Zeitaufwand und schlechte Laune bestätigt (*Manuskript III*). Aber auch externe Barrieren wie das Wetter oder die Tageszeit waren identifizierte hemmende Faktoren für das transportbezogene Radfahren (*Manuskript III*) und stehen im Einklang mit dem Forschungsstand (Rybarczyk & Gallagher, 2014). Auch aus der Literatur geht hervor, dass der Abbau von Hindernissen für das aktive Transportverhalten förderlicher als die Förderung von Vorteilen ist (Shannon et al., 2006). Motivatoren, die mit dem transportbezogenen Radfahren in positivem Zusammenhang bestätigt wurden, sind Freude, Gesundheit und Fitness, die unter dem Faktor „persönliche Vorteile“ gebündelt wurden (*Manuskript III*). Damit sind unter Berücksichtigung des sozial-ökologischen Ansatzes weitere Erkenntnisse für die Domäne Transport hinsichtlich der multivariaten Zusammenhänge zwischen dem Radfahren und den umweltbezogenen und personalen Bedingungen erzielt

worden. Im Hinblick auf das verhaltensepidemiologische Rahmenmodell (Sallis et al., 2000) lassen sich auf Basis der aufgedeckten sozial-ökologischen Determinanten (Phase 2) Interventionen für das transportbezogene Radfahren konzipieren (Phase 4), um die Wirksamkeit der Zusammenhänge zu erforschen.

5.2 Stärken und Limitationen

Bei der Interpretation der Ergebnisse dieser manuskriptbasierten Dissertation ist zu berücksichtigen, dass es sich um selbstberichtete Daten auf Basis von Onlinefragebögen handelt. Dies kann auf der einen Seite von Nutzen sein, da es um die eigene Wahrnehmung der Studierenden geht, die die subjektive Gesundheit und das Wohlbefinden der Studierenden mitbestimmen. Vor dem Hintergrund des dieser Dissertation zugrunde liegenden Verständnisses von Gesundheit, welches die Bewältigung von Risikofaktoren und das Vorhandensein von Schutzfaktoren einbezieht, ist die subjektive Komponente ein zentraler Bezugspunkt. So bezieht sich die Beschwerdewahrnehmung laut der Befindensdimension des dreidimensionalen Gesundheitsmodells auf das subjektive Befinden (Thiel & Mayer, 2016) und kann nur selbst eingeschätzt werden. Auch für die in diesem Modell enthaltene soziale Dimension, die primär das Funktionieren in jeweils relevanten sozialen Kontexten beschreibt, kann die eigene Wahrnehmung der studiumsbezogenen Funktionsfähigkeit selbst am besten eingeschätzt werden. Auf der anderen Seite kann es zum Beispiel in Bezug auf die Studiumsumgebung bei der eigenen Wahrnehmung zu Verzerrungen kommen, die die Ableitung von bewegungsfördernden Maßnahmen erschweren können. Beispielsweise zeigt sich das in dem Ergebnis der positiven Assoziation eines hohen Verkehrsaufkommens auf das transportbezogene Radfahren im *Manuskript III*. Objektive Messverfahren der Umgebungsbedingungen, die beispielsweise über Geoinformationssysteme räumliche Daten erfassen, auswerten und visualisieren, könnten zusätzlich als Vergleichswerte hinzugezogen werden. Durch eine Kombination aus objektiven und subjektiven Erhebungsmethoden könnten Diskrepanzen aufgezeigt werden und festgestellt werden, ob nur eine möglich abweichende Wahrnehmung oder der tatsächliche Tatbestand einen Einfluss hat (Wendel-Vos, Droomers, Kremers, Brug & van Lenthe, 2007). Mit solch einer Erkenntnis könnten Maßnahmen der

Bewegungsförderung gezielter entweder bei der physischen Umwelt oder der Wahrnehmung und Aufklärung ansetzen. Hinsichtlich der selbst berichteten Umfänge der körperlichen Aktivität, ist eine möglichst objektive Erhebung das Ziel. Etablierte Fragebögen wie der EHIS-PAQ, wie sie in den Manuskripten Anwendung finden, stellen hierfür eine ökonomische Alternative zu objektiven Methoden wie beispielsweise Akzelerometern oder Schrittzählern dar. Zusätzlich können bei Fragebögen auch Aussagen über die Domänen, in denen die körperliche Aktivität ausgeübt wird, getroffen werden. Dies bildet eine Stärke der vorliegenden Dissertation ab, indem sie Aussagen über domänenspezifische Zusammenhänge der körperlichen Aktivität mit Bildungs- und Gesundheitsassoziationen treffen kann.

Eine weitere Stärke liegt in der Adaption von Erhebungsinstrumenten auf das universitäre Setting, wodurch der SAI für die akademische Leistung und der angepasste NEWS-G für die Studiumsumgebung entstanden sind. Beide Fragebögen sind im universitären Setting unabhängig von der Art der Universität anwendbar und bilden hilfreiche Instrumente für weitere und vergleichbare Forschung in den Bereichen. Allerdings steht eine Validierung für beide Erhebungsinstrumente noch aus.

Neben der Art der Daten ist auch das Design der Datenerhebung zu berücksichtigen. Sowohl *Manuskript I* als auch *Manuskript III* basieren auf einer Querschnittserhebung und lassen damit Kausalzusammenhänge nur bedingt zu. Es können zwar Assoziationen festgestellt werden, jedoch erlauben sie keine Aussagen über die Wirkrichtung. So kann im *Manuskript I* beispielsweise eine höhere Beschwerdelast prinzipiell auch zu einem niedrigeren Aktivitätslevel führen und *vice versa*. Hingegen beruhen *Manuskript II und IV* auf einer Längsschnitterhebung, die auf Tagesebene Daten erfasste. Während die täglichen Befragungen einen Vorteil hinsichtlich der Informationen, die über die Erhebung erfasst wurden, brachte, könnte die Länge der Erhebungsperiode bzw. Intervention von 10 Tagen vielleicht etwas zu kurz für nachweisbare Effekte gewesen sein. Allerdings können sich bei zu langer Intervention beispielsweise Gewöhnungseffekt hinsichtlich der Nudging-Methode einstellen (Allais, Bazoche & Teyssier, 2017; Wood & Neal, 2016). Vorteilhaft ist, dass die Längsschnitterhebung bzw. Intervention im alltäglichen Studienleben durchgeführt wurde und

somit sehr realitätsnahe Erkenntnisse liefern kann. Nachteilhaft daran sind jedoch unkontrollierbare und unentdeckte Störgrößen, die die Ergebnisse beeinflussen können.

An dieser Stelle lassen sich jedoch die besonderen Rahmenbedingungen in der Zeit um das Jahr 2020 erwähnen, innerhalb derer die Studie für *Manuskript II und IV* durchgeführt worden ist. Durch die COVID-19 Pandemie herrschten besondere Bedingungen. Es gab große Einschränkung vor allem bezüglich sozialer Kontakte und des Sporttreibens sowie des Studierens. Dies minimierte auf der einen Seite Störgrößen, da es weniger bis keine anderen Optionen gab, gemeinsam Sport zu treiben oder gesellschaftlich zu interagieren aufgrund der räumlichen Isolation. Dadurch ist die Vielfalt möglicher weiterer nicht untersuchter Faktoren eingeschränkter gewesen. Auf der anderen Seite kann dies jedoch auch zu einer Verstärkung von anderen Einflüssen geführt haben, durch die die Studienergebnisse beeinflusst werden konnten. So hat sich beispielsweise die COVID-19 Pandemie stark auf das mentale Befinden von Studierenden ausgewirkt (Aristovnik et al., 2020; Browning et al., 2021; Elmer et al., 2020).

Mit Blick auf die Stichproben, die dieser Dissertation zugrunde liegen, ist eine Verzerrung zugunsten weiblicher Studierender zu beobachten. So sind einmal 72 % (*Manuskript I und III*) und einmal 82 % (*Manuskript II und IV*) weibliche Studierende in den Samples vertreten. Diese ungleiche Geschlechterverteilung zeigt sich oft in Studien, in denen es um gesundheitsfördernde Belange geht. Weibliche Studierende haben generell mehr Interesse an Gesundheitsangeboten als männliche Studierende (Techniker Krankenkasse, 2023). Demnach muss man berücksichtigen, dass den Erkenntnissen ein Bias zugrunde liegt. Außerdem ist die Stichprobengröße bei der Interventionsstudie gering und zusätzlich kommen fehlende Messwerte hinzu. Dies führt zu einer schwächeren Verallgemeinerung der Ergebnisse sowie zu Informationslücken. Letzteres konnte dies mithilfe von Sensitivitätsanalysen über Full-Maximum-Likelihood-Verfahren (FIML) relativieren.

Vor dem Hintergrund der angesprochenen Stärken und Schwächen, wäre es vorteilhaft, wenn weitere Studien sowohl objektive als auch subjektive Erhebungsmethoden verwenden (vor allem in Bezug auf die Studiumsumgebung und Bildungsindikatoren), an verschiedenen Universitätsformen und zu unterschiedlichen Zeiten durchgeführt werden, mehrere

Erhebungszeitpunkte nutzen, neben der physischen auch die soziale Umgebungsbedingungen erfassen und ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis haben.

Insgesamt werden jedoch unter Berücksichtigung der genannten Stärken und Limitationen der manuskriptbasierten Dissertation, neue Kenntnisse hinsichtlich domänenspezifischer Assoziationen der körperlichen Aktivität mit Bildungs- und Gesundheitsassoziationen gewonnen sowie Determinanten domänenspezifischer körperlicher Aktivität im sozial-ökologischen Zusammenhang aufgedeckt. Daraus lassen sich praktische Implikationen für die Bewegungsförderung von Studierenden im universitären Setting ableiten, die im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

5.3 Praktische Implikationen

Für die Praxis liefert die vorliegende Dissertation Erkenntnisse für eine bildungsbezogene Argumentationslogik zur Implementation bewegungsfördernder Maßnahmen für Studierende im universitären Setting. Die Zusammenhänge zwischen dem Bewegungsverhalten von Studierenden und ihrer Gesundheit und studiumsbezogenen Funktionsfähigkeit im universitären Setting können die Akzeptanz von Maßnahmen zur Bewegungsförderung von Seiten der Universität erhöhen (Dadaczynski, 2012) und damit auch die Wahrscheinlichkeit einer nachhaltig bestehenden Bewegungsförderung für Studierende verbessern.

Werden beispielsweise in der körperlichen Aktivitätsdomäne Studium die positiven Effekte von Bewegungspausen auf die studiumsbezogene Leistungsfähigkeit aufgezeigt, kann das dazu führen, dass zum einen Studierende dieses Angebot verstärkt annehmen. Zum anderen kann das bewirken, dass auch Lehrende solch eine Maßnahme in ihren Vorlesungen und Seminaren akzeptieren, da sie sie nicht losgelöst vom Lehrauftrag sehen, sondern als gewinnbringende Methode für ein erfolgreiches Studieren einordnen (Dadaczynski, 2012). Allerdings würde dieser Zusammenhang mit „härteren“ Indikatoren für die studiumsbezogene Leistungsfähigkeit, also objektiven Daten, wie beispielsweise die Abschlussnote oder Abbrecherquoten, stärkere Argumente für den Studienerfolg liefern. Übertragungen der Evidenz aus dem Schul-Kontext (Dadaczynski & Schiemann, 2015) und erste

Studienergebnisse im universitären Setting (Hariyanto et al., 2022; Kayani et al., 2018; Satti et al., 2019) lassen hier positive Zusammenhänge vermuten. Über die Implementierung von bewegungs- und gesundheitsbezogenen Fragen in Semester- und/oder Absolventenevaluationen oder anderen Monitorings könnten solche Assoziationen regelmäßig überprüft und festgestellt werden. Außerdem könnte in den Evaluationen der Lehrveranstaltung die Anwendung von Bewegungspausen oder anderen bewegten Lernmethoden, die langes Sitzen unterbrechen, mit erhoben werden, um weitere Erkenntnisse hinsichtlich der Akzeptanz und Wirkung zu erhalten. Auf Basis der bereits bestehenden Evidenz für die Wirkung von Bewegungspausen im Studium könnten spezielle Schulungen für Lehrende zur Integration körperlicher Aktivität in die Lehrveranstaltungen angeboten werden, über die eine Sensibilisierung für Bildungs- und Gesundheitsassoziationen erzielt werden könnte. Dies scheint ausbaufähig, da die gesundheitsfördernde Ausgestaltung von Vorlesungen und Seminaren durch beispielsweise kurze Bewegungspausen über alle Fächer hinweg von 27 % der Studierenden in Deutschland als stark verbesserungswürdig und von 43 % als verbesserungswürdig eingeschätzt werden (Techniker Krankenkasse, 2023). Da vor allem Studierende, die ihren eigenen Gesundheitszustand als schlecht bewerten, unter anderem in dieser Maßnahme den höchsten Verbesserungsbedarf sehen, besteht hier die Chance der Universität durch eine Verbesserung der gesundheitsfördernden Ausgestaltung von Vorlesungen und Seminaren auf die gesundheitliche Situation einer besonders vulnerablen Gruppe der Studierenden mit schlechter Gesundheit einwirken zu können (Techniker Krankenkasse, 2023). Für die Integration von Bewegungspausen im Selbststudium zu Hause oder auch in der Universitätsbibliothek könnten weitere Nudging-Formen ausprobiert und evaluiert werden. Das in dieser Dissertation verwendete digitale Nudging im Home Studying zeigte zwar keine signifikante Wirkung hinsichtlich der Durchführung von Bewegungspausen, jedoch könnte dies, wie bereits diskutiert, nicht nur allein an der Nudging-Art gelegen haben. In der Literatur lassen sich Studien finden, bei denen positive Effekte hinsichtlich der Steigerung der körperlichen Aktivität oder des Aufbrechens des Sitzens festgestellt werden (Grimstvedt et al., 2010; Jones, Sinclair & Courneya, 2003; Kellner, Dold

& Lohkamp, 2023). So hat beispielsweise das Studentische Gesundheitsmanagement der Universität Tübingen (siehe Website <https://uni-tuebingen.de/de/183172>, Eberhard Karls Universität Tübingen), in dessen Rahmen die Studien der vorliegenden Dissertation entstanden sind, Nudging-Kampagnen mit Plakaten in den Bibliotheken, die zum Arbeiten im Stehen, zum Treppensteigen oder zur Durchführung von Bewegungspausen auffordern, erfolgreich umgesetzt. In diesen Nudging-Phasen wurden jeweils erhöhte Klickzahlen der Bewegungspausen-Videos erfasst. Außerdem gibt es einen mobilen Kleinsportgeräteverleih über die Mittagszeit vor den Bibliotheken, über den Studierende sich Kleinsportgeräte ausleihen können. Dort können Studierende nicht nur körperlich aktiv werden, sondern auch sozial zusammenkommen, um danach ausgeglichener und konzentrierter weiter lernen zu können. Auch Spaziergangsrouten werden als körperlich aktiven Ausgleich und zum psychologischen Loslösen und Abschalten für Zwischendurch vom SGM *BeTaBalance* angeboten.

Bezüglich der Domäne Transport sollten Maßnahmen sowohl an den Bedingungen der Studiumsumgebung, der Wahrnehmung der Umgebungsbedingungen als auch an personalen Einstellungen ansetzen. Hier kommt besonders der sozial-ökologischen Ansatz zum Tragen, da bestimmte Maßnahmen nur durch eine sehr umfangreiche intersektorale Zusammenarbeit realisiert werden und nicht allein von der Universität gestaltet werden können. In Kooperation mit dem Studierendenwerk oder der Stadt könnten Maßnahmen zu ausreichend verfügbaren Wohnungen für Studierende oder sicheren Abschließmöglichkeiten für Fahrräder angegangen werden, die sich positiv auf das transportbezogene Radfahren auswirken. Diese Maßnahmen gilt es nicht nur baulich umzusetzen, sondern auch entsprechend darauf aufmerksam zu machen, sodass es von den Studierenden auch positiv wahrgenommen wird. Außerdem sollten Maßnahmen gezielt für das Abbauen von personalen Barrieren implementiert werden. Der zeitliche Aufwand kann durch bessere Radwegvernetzungen oder kürzere Entfernungen reduziert werden oder durch eine Erhöhung des Aufwandes für andere Verkehrsmittel aufgewertet werden. An dezentralen Universitäten könnte die Stundenplangestaltung ausreichend Zeit einplanen für das aktive Pendeln mit dem Rad zwischen

Lehrveranstaltungen, die an unterschiedlichen Orten stattfinden. Dabei könnte ebenfalls auf die Tageszeit, wann die Veranstaltungen stattfinden, eingewirkt werden. Gegen den Motivationsmangel könnten punktuelle Challenges implementiert werden. Hier hat beispielsweise das Studentische Gesundheitsmanagement der Universität Tübingen eine Radchallenge implementiert (siehe Website <https://uni-tuebingen.de/de/207642>, Eberhard Karls Universität Tübingen), bei der man in Kleingruppen gemeinsam im Alltag und auch in der Freizeit Fahrtkilometer sammelt und ein Mindestziel an Kilometern versucht zu erreichen. Insgesamt lohnt es sich im Hinblick auf den sozial-ökologischen Ansatz für den aktiven Transport eine gewinnbringende Interessensgemeinschaft mit sowohl inneruniversitären als auch außeruniversitären Akteuren aufzubauen (Sallis et al., 2006). Vor allem durch das transportbezogene Radfahren gibt es Auswirkungen auf die individuelle akademische Leistung und Gesundheit, aber auch auf die kommunale Gesundheit über die soziale Ansteckung und verbesserte Umweltbedingungen sowie Leistungsfähigkeit der Gesellschaft. Damit können die Interessen vieler Akteure mit einer Maßnahme vereint werden (Cruz-Rodriguez, Luque-Sendra, Heras & Zamora-Polo, 2020; Zannat, Adnan & Dewan, 2020).

Eine sehr wichtige Domäne der körperlichen Aktivität im Hinblick auf die Beschwerdewahrnehmung und bildungsbezogene Leistungsfähigkeit ist die Freizeit-Domäne. In dieser Dissertation steht die körperliche Freizeitaktivität mit allen untersuchten Parametern in einem positiven Zusammenhang. Damit liefert sie unter anderem auch eine bildungsbezogene Argumentationslogik für die Daseinsberechtigung des Hochschulsports. Dieser bietet den Studierenden die Möglichkeit unter Gleichgesinnten ortsnahe und günstig sportlich aktiv in der Freizeit im universitären Setting zu werden. Eine Herausforderung in diesem Bereich ist das Präventionsdilemma (Bauer, 2005). Es zeigt sich darin, dass die Angebote vorwiegend von körperlich aktiven Studierenden wahrgenommen werden und meistens in Phasen, in denen der körperliche Ausgleich gesundheitsbezogen am meisten benötigt wird – beispielsweise in stressigen Prüfungsphasen – fallen gelassen wird (Bauer, 2005). Angepasste Sportangebote für spezielle Zielgruppen oder Buddy-Systeme, in denen man einen Sportpartner / eine Sportpartnerin zugeteilt bekommt, könnten hier beispielsweise

die Hemmschwellen herabsenken und auch körperlich inaktivere Studierende zum Sporttreiben motivieren. Aufklärung und Sensibilisierung über die positiven stressregulierenden und bildungsbezogenen Wirkungen der körperlich-sportlichen Freizeitaktivitäten, könnten für die Aufrechterhaltung auch in stressigen Phasen sorgen.

Damit schließt sich der Kreis, dass Evidenz für eine bildungsbezogene Argumentationslogik zur Implementation körperlicher Aktivität im universitären Setting hilfreich sein kann. Dies lässt sich auch auf das analytische Rahmenmodell zum Kausalkreislauf zwischen Gesundheit und Bildung (Dadaczynski, 2012; Suhrcke & de Paz Nieves, 2011) anwenden, bei dem letztendlich auch das Bildungsniveau wiederum im Zusammenhang mit dem Gesundheitsverhalten bzw. der körperlichen Aktivität steht. Das Studentische Gesundheitsmanagement der Universität Tübingen hat demnach auch eine Maßnahme in der Schulung der Gesundheitskompetenz im überfachlichen Lehrbereich implementiert: das Zertifikat Gesundheitskompetenz (siehe Website <https://uni-tuebingen.de/de/215050>, Eberhard Karls Universität Tübingen). Dieses zielt darauf ab, Gesundheitskompetenz der Studierenden zu stärken, die in Verbindung zu einem gesundheitsförderlichen Lebensstil steht (Schaeffer, Vogt, Berens, & Hurrelmann, 2016). Studierende werden unter anderem darin befähigt, körperliche Aktivität als Ressource für die Bewältigung von Anforderungen im Studium und gesundheitlicher Belastungen zu verstehen, sodass sie körperliche Aktivität nachhaltig in ihren Alltag integrieren und entsprechend anwenden können. Gerade die Zeit des Studiums, in der sich der Spielraum für selbständiges und eigenverantwortliches Handeln vergrößert und junge Erwachsene weiter ausgebildet werden, ist dafür prädestiniert (Gusy, Wörfel & Lohmann, 2016; Schneider & Lindenberger, 2012).

Insgesamt ist weitere Forschung zu körperlicher Aktivität der Studierenden und Bildungs- und Gesundheitsassoziationen im universitären Setting nötig. Denn kennt man die Zusammenhänge, Determinanten und Gründe, die hinter dem Bewegungsverhalten der Studierenden stecken, dann ist eine gezielte Maßnahmenimplementierung zur Bewegungsförderung möglich. Hilfreich dabei ist die sozial-ökologische Perspektive einzunehmen und eine sektorübergreifende Zusammenarbeit nicht nur zwischen dem

Gesundheits- und dem Bildungssektor, sondern weiteren kommunalen Akteuren anzustreben, um die nötigen Ressourcen zur Verfügung zu haben.

5.4 Fazit

Die vorliegende Dissertation, die im Rahmen eines Studentischen Gesundheitsmanagementprojekts entstanden ist, liefert wichtige Erkenntnisse zum Beziehungsgeflecht von körperlicher Aktivität, Gesundheit und Bildung bei Studierende im Setting Universität. Da diese Zusammenhänge bislang überwiegend im schulischen Kontext betrachtet wurden (Dadaczynski & Schiemann, 2015), gibt die Arbeit einen differenzierten Einblick für das Setting Universität. Dabei konnte die Schlüsselstellung von körperlicher Aktivität in den Domänen Studium (Bewegungspausen), Transport (Radfahren) und Freizeit (körperlich-sportliche Aktivität) sowie in ausdauerorientierter und muskelkräftigender Form für Beschwerdewahrnehmung und für „weiche“ studiumsbezogene Leistungsindikatoren nachgewiesen werden. Weiter konnte über ermittelte umweltbezogene und personale Determinanten für das transportbezogene Radfahren und über eine Interventionsstudie zu Bewegungspausen im Home Studying aufgezeigt werden, welche sozial-ökologischen Faktoren im universitären Setting einen Einfluss auf die jeweilige körperliche Aktivität haben. Damit werden zum einen der sozial-ökologische Ansatz (Bucksch et al., 2012), dass sowohl psychologische als auch physische umweltbezogene Faktoren mit dem aktiven Transportverhalten von Studierenden in Zusammenhang stehen, bestätigt. Zum anderen zeigt sich in der Interventionsstudie, dass das realisierte digitale Nudging zur Förderung von Bewegungspausen im Home Studying keinen Einfluss hatte, jedoch die Zeit, die für das Lernen im Home Studying aufgebracht wurde, als wichtiger personaler Bedingungsfaktor zu berücksichtigen ist. Auf Basis dieser Erkenntnisse über die Bildungs- und Gesundheitsassoziationen sowie den umweltbezogenen und personalen Determinanten, konnten Implikationen für Maßnahmen zur Bewegungsförderung Studierender an Universitäten abgeleitet werden, die durch eine evidenzbasierte bildungsbezogene Argumentationslogik eine erfolgreiche und nachhaltige Implementation unterstützen. Zudem wurden zwei auf das universitäre Setting angepasste Erhebungsinstrumente mit dem SAI und

dem adaptierten NEWS-G eingeführt, die weitere Forschung in diesem Bereich vergleichbar machen können.

Insgesamt besteht jedoch durch den Mangel an einheitlichen Messmethoden zu Bildungsindikatoren und Studiumsumgebung, sowie den aufgezeigten Limitationen der geführten Studien, Bedarf an weiterer Forschung. Die Validierung von den eingeführten Messinstrumenten, die Wiederholung der Interventionsstudie mit größeren Stichproben und die Erhebung von Daten an anderen Universitäten sind hier mögliche Ansätze, die auf Basis dieser Dissertation umgesetzt werden könnten. So kann über wissenschaftliche Fundierung die Rolle der körperlichen Aktivität weiter bekräftigt werden und eine differenzierte Vorgehensweise zur Förderung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Studierenden im universitären Setting unterstützt werden.

Literaturverzeichnis

- Abu-Moghli, F. A., Khalaf, I. A. & Barghoti, F. F. (2010). The influence of a health education programme on healthy lifestyles and practices among university students. *International Journal of Nursing Practice*, 16(1), 35-42. doi: 10.1111/j.1440-172X.2009.01801.x
- Afifi Soweid, R., El Kak, F., Major, S., Karam, D. & Rouhana, A. (2003). Changes in health-related attitude and self-reported behaviour of undergraduate students at the American university of Beirut following a health awareness course. *Education for Health*, 16(3), 265-278. doi: 10.1080/13576280310001607460
- Agarwal, A. & North, A. (2012). Encouraging bicycling among university students: Lessons from queen's university, Kingston, Ontario. *Canadian Journal of Urban Research*, 21(1), 151-168.
- Allais, O., Bazoche, P. & Teyssier, S. (2017). Getting more people on the stairs: the impact of point-of-decision prompts. *Social science & medicine*, 192, 18-27. doi: 10.1016/j.socscimed.2017.09.006
- Allmer, H. (1996). *Erholung und Gesundheit*. Göttingen: Hogrefe.
- Alpar, S. E., Senturan, L., Karabacak, U. & Sabuncu, N. (2008). Change in the health promoting lifestyle behaviour of Turkish University nursing students from beginning to end of nurse training. *Nurse Education in Practice*, 8(6), 382-388. doi: 10.1016/j.nepr.2008.03.010
- Aristovnik, A., Keržič, D., Ravšelj, D., Tomažević, N. & Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 Pandemic on Life of Higher Education Students: A Global Perspective. *Sustainability*, 12(20). doi: 10.3390/su12208438
- Autor:innengruppe Bildungsberichterstattung. (2014). *Bildung in Deutschland 2014: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur Bildung von Menschen mit Behinderungen*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Bailer, J., Schwarz, D., Witthöft, M., Stübinger, C. & Rist, F. (2007). Prävalenz psychischer Syndrome bei Studierenden einer deutschen Universität. *PPmP - Psychotherapie · Psychosomatik · Medizinische Psychologie*, 423-442. doi: 10.1055/s-2007-986293
- Balsas, C. J. L. (2003). Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy*, 10, 35-49.
- Bankstahl, U. S. & Görtelmeyer, R. (2013). Measuring subjective complaints of attention and performance failures development and psychometric validation in tinnitus of the self-assessment scale APSA. *Health and Quality of Life Outcomes*, 11(86). doi: 10.1186/1477-7525-11-86
- Barha, C. K., Davis, J. C., Falck, R. S., Nagamatsu, L. S. & Liu-Ambrose, T. (2017). Sex differences in exercise efficacy to improve cognition: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials in older humans. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 46, 71-85. doi: 10.1016/j.yfrne.2017.04.002
- Bastien Tardif, C., Cantin, M., Senecal, S., Leger, P. M., Labonte-Lemoyne, E., Begon, M. et al. (2018). Implementation of Active Workstations in University Libraries - A Comparison of Portable Pedal Exercise Machines and Standing Desks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6). doi: 10.3390/ijerph15061242

- Bauer, U. (2005). *Das Präventionsdilemma*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J. F. & Martin, B. W. (2012). Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 380, 258–271. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60735-1
- Belogianni, K. & Baldwin, C. (2019). Types of Interventions Targeting Dietary, Physical Activity, and Weight-Related Outcomes among University Students: A Systematic Review of Systematic Reviews. *Adv Nutr*, 10(5), 848-863. doi: 10.1093/advances/nmz027
- Benzo, R. M., Gremaud, A. L., Jerome, M. & Carr, L. J. (2016). Learning to Stand: The Acceptability and Feasibility of Introducing Standing Desks into College Classrooms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(8). doi: 10.3390/ijerph13080823
- Blasche, G., Szabo, B., Wagner-Menghin, M., Ekmekcioglu, C. & Gollner, E. (2018). Comparison of rest-break interventions during a mentally demanding task. *Stress and Health*, 34(5), 629-638. doi: 10.1002/smi.2830
- Bopp, M., Bopp, C. & Schuchert, M. (2015). Active Transportation to and on Campus is Associated With Objectively Measured Fitness Outcomes Among College Students. *Journal of Physical Activity and Health*, 12, 418 -423. doi: 10.1123/jpah.2013-0332
- Bowden, R. G., Lanning, B. A., Doyle, E. I., Slonaker, B., Johnston, H. M. & Scanes, G. (2007). Systemic Glucose Level Changes With a Carbohydrate-Restricted and Higher Protein Diet Combined With Exercise. *Journal of American College Health*, 56(2), 147-152.
- Boyle, J., Mattern, C. O., Lassiter, J. W. & Ritzler, J. A. (2011). Peer 2 Peer: Efficacy of a Course-Based Peer Education Intervention to Increase Physical Activity Among College Students. *Journal of American College Health*, 59(6), 519-530. doi: 10.1080/07448481.2010.523854
- Brandl-Bredenbeck, H. P., Kämpfe, A. & Köster, C. (2013). Gesundheit von Lehramtsstudierenden – Ausgewählte Ergebnisse einer empirischen Untersuchung an der Universität Paderborn. In M. A. Marchwacka (Hrsg.), *Gesundheitsförderung im Setting Schule* (S. 329-345). Wiesbaden: Springer VS. doi: 10.1007/978-3-658-00528-3
- Bray, S. R. & Kwan, M. Y. (2006). Physical Activity Is Associated With Better Health and Psychological Well-Being During Transition to University Life. *Journal of American College Health*, 55(2), 77-82. doi: 10.3200/JACH.55.2.77-82
- Bretschneider, J., Kuhnert, R. & Hapke, U. (2017). Depressive Symptomatik bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of Health Monitoring*, 2(3), 81-88. doi: 10.17886/RKI-GBE-2017-058
- Browning, M. H. E. M., Larson, L. R., Sharaievska, I., Rigolon, A., McAnirlin, O., Mullenbach, L. et al. (2021). Psychological impacts from COVID-19 among university students: Risk factors across seven states in the United States. *PLoS ONE* 16(1). doi: 10.1371/journal.pone.0245327
- Bucksch, J., Claßen, T. & Schneider, S. (2012). Förderung körperlicher Aktivität im Alltag auf kommunaler Ebene. In G. Geuter & A. Holleder (Hrsg.), *Hanbuch Bewegungsförderung und Gesundheit* (S. 287-304). Bern: Verlag Hans Huber, Hogrefe AG.
- Bundesamt, S. (2023). *Bildung, Forschung und Kultur - Hochschulen*. Zugriff am 20.06.2023 unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/_inhalt.html.

- Buscemi, J., Yurasek, A. M., Dennhardt, A. A., Martens, M. P. & Murphy, J. G. (2011). A randomized trial of a brief intervention for obesity in college students. *Clinical Obesity*, 1(4-6), 131-140. doi: 10.1111/j.1758-8111.2011.00030.x
- Busch, M. A., Maske, U. E., Ryl, L., Schlack, R. & Hapke, U. (2013). Prävalenz von depressiver Symptomatik und diagnostizierter Depression bei Erwachsenen in Deutschland. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 56, 733-739. doi: 10.1007/s00103-013-1688-3
- Carballo-Fazanes, A., Rico-Díaz, J., Barcala-Furelos, R., Rey, E., Rodríguez-Fernández, J. E., Varela-Casal, C. et al. (2020). Physical Activity Habits and Determinants, Sedentary Behaviour and Lifestyle in University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3272), 1-15. doi: 10.3390/ijerph17093272
- Cardinal, B. J., Jacques, K. M. & Levy, S. S. (2002). Evaluation of a university course aimed at promoting exercise behavior. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(1), 113.
- Cavallo, D. N., Tate, D. F., Ries, A. V., Brown, J. D., DeVellis, R. F. & Ammerman, A. S. (2012). A Social Media-Based Physical Activity Intervention: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Preventive Medicine*, 43(5), 527-532. doi: 10.1016/j.amepre.2012.07.019
- Chang, Y.-K., Labban, J. D., Gapin, J. I. & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain research*, 1453, 87-101. doi: 10.1016/j.brainres.2012.02.068
- Cibis, W. (2009). Der Begriff „Funktionale Gesundheit“ in der deutschsprachigen Fassung der ICF – Kritik an der Definition und Vorschlag zur Änderung. *Gesundheitswesen*, 71(7), 429-432. doi: 10.1055/s-0029-1224140
- Claxton, D. & Wells, G. M. (2009). The effect of physical activity homework on physical activity among college students. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(2), 203-210. doi: 10.1123/jpah.6.2.203
- Clement, K. A., Carr, S., Johnson, L., Carter, A., Dosch, B. R., Kaufman, J. et al. (2018). Reading, writing, and ... running? Assessing active space in libraries. *Performance Measurement and Metrics*, 19(3), 166-175. doi: 10.1108/pmm-03-2018-0011
- Colcombe, S. & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological Science*, 14(2), 125-130.
- Cole, R., Leslie, E., Donald, M., Cerin, E., Neller, A. & Owen, N. (2008). Motivational readiness for active commuting by university students: incentives and barriers. *Health Promotion Journal of Australia*, 19(3), 210-215. doi: 10.1071/he08210
- Conn, V. S. (2010). Depressive Symptom Outcomes of Physical Activity Interventions: Meta-analysis Findings. *Annals of Behavioral Medicine*, 39(2), 128-138. doi: 10.1007/s12160-010-9172-x
- Cox, E. P., O'Dwyer, N., Cooka, R., Vettera, M., Chenga, H. L., Rooney, K. et al. (2016). Relationship between physical activity and cognitive function in apparently healthy young to middle-aged adults: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19, 616-628. doi: 10.1016/j.jsams.2015.09.003

- Cruz-Rodriguez, J., Luque-Sendra, A., Heras, A. L. & Zamora-Polo, F. (2020). Analysis of Interurban Mobility in University Students: Motivation and Ecological Impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24). doi: 10.3390/ijerph17249348
- d'Houtaud, A. & Field, M. G. (1984). The image of health: variations in perception by social class in a French population. *Sociology of Health and Illness*, 6(1), 30-60. doi: 10.1111/1467-9566.ep10777358
- Dadaczynski, K. (2012). Stand der Forschung zum Zusammenhang von Gesundheit und Bildung. Überblick und Implikationen für die schulische Gesundheitsförderung. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*, 20(3), 141–153 doi: 10.1026/0943-8149/a000072
- Dadaczynski, K. & Schiemann, S. (2015). Welchen Einfluss haben körperliche Aktivität und Fitness im Kindes- und Jugendalter auf Bildungsergebnisse? Eine systematische Übersicht von Längsschnittstudien. *Sportwissenschaft*, 4, 190-199. doi: 10.1007/s12662-015-0381-0
- Deliens, T., Clarys, P., De Bourdeaudhuij, I. & Deforche, B. (2013). Weight, socio-demographics, and health behaviour related correlates of academic performance in first year university students. *Nutrition Journal*, 12, 1-9. doi: 10.1186/1475-2891-12-162
- Deliens, T., Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I. & Clarys, P. (2015). Determinants of physical activity and sedentary behaviour in university students: a qualitative study using focus group discussions. *BMC Public Health*, 15(201), 1-9. doi: 10.1186/s12889-015-1553-4
- Dubuc, M. M., Aubertin-Leheudre, M. & Karelis, A. D. (2017). Relationship between Academic Performance with Physical, Psychosocial, Lifestyle, and Sociodemographic Factors in Female Undergraduate Students. *International Journal of Preventive Medicine*, 88(22), 1-7. doi: 10.4103/ijpvm.IJPVM_177_16
- Eberhard Karls Universität Tübingen. *RadCHALLENGE*. Zugriff am 20.08.2023 unter: <https://uni-tuebingen.de/de/207642>.
- Eberhard Karls Universität Tübingen. *Studentisches Gesundheitsmanagement BeTaBalance*. Zugriff am 22.08.2023 unter: <https://uni-tuebingen.de/de/183172>.
- Eberhard Karls Universität Tübingen. *Zertifikat Gesundheitskompetenz*. Zugriff am 20.08.2023 unter: <https://uni-tuebingen.de/de/215050>.
- Edwards, J. R. (1992). A Cybernetic Theory of Stress, Coping, and Well-Being in Organizations. *Academy of Management Review*, 17(2), 238-274.
- Eime, R. M., Young, J. A., Harvey, J. T., Charity, M. J. & Payne, W. R. (2013). A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 1-21. doi: 10.1186/1479-5868-10-98
- El Ansari, W. & Stock, C. (2010). Is the Health and Wellbeing of University Students Associated with their Academic Performance? Cross Sectional Findings from the United Kingdom. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 509-527. doi: 10.3390/ijerph7020509
- Elmer, T., Mepham, K. & Stadtfeld, C. (2020). Students under lockdown: Comparisons of students' social networks and mental health before and during the COVID-19 crisis in Switzerland. *PLoS ONE*, 15(7), e0236337. doi: 10.1371/journal.pone.0236337

- Engeroff, T., Ingmann, T. & Banzer, W. (2018). Physical Activity Throughout the Adult Life Span and Domain-Specific Cognitive Function in Old Age: A Systematic Review of Cross-Sectional and Longitudinal Data. *Sports Med*, 48, 1405–1436. doi: 10.1007/s40279-018-0920-6
- Erickson, K. I., Hillman, C. H. & Kramer, A. F. (2015). Physical activity, brain and cognition. *Current Opinion in Behavioral Science*, 4, 27–32. doi: 10.1016/j.cobeha.2015.01.005
- Ferrer, M. E. & Laughlin, D. D. (2017). Increasing College Students' Engagement and Physical Activity with Classroom Brain Breaks. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 88(3), 53-56. doi: 10.1080/07303084.2017.1260945
- Finger, J. D., Mensink, G. B. M., Lange, C. & Manz, K. (2017). Gesundheitsfördernde körperliche Aktivität in der Freizeit bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of Health Monitoring* 2(2), 37-44. doi: 10.17886/RKI-GBE-2017-027
- Finger, J. D., Tafforeau, J., Gisle, L., Oja, L., Ziese, T., Thelen, J. et al. (2015). Development of the European Health Interview Survey - Physical Activity Questionnaire (EHIS-PAQ) to monitor physical activity in the European Union. *Archives of Public Health*, 73(1), 1-11. doi: 10.1186/s13690-015-0110-z
- Fischer, D. V. & Bryant, J. (2008). Effect of Certified Personal Trainer Services on Stage of Exercise Behavior and Exercise Mediators in Female College Students. *Journal of American College Health*, 56(4), 369-376.
- Fischer, J. & Timmann, M. (2022). Stimmen zum Studentischen Gesundheitsmanagement an Hochschulen. In *Handbuch Studentisches Gesundheitsmanagement. Perspektiven, Impulse und Praxiseinblicke* (S. 3-15). Berlin: Springer. doi: 10.1007/978-3-662-65344-9
- Fotheringham, M. J., Wonnacott, R. L. & Owen, N. (2000). Computer use and physical inactivity in young adults: Public health perils and potentials of new information technologies. *Annals of behavioral medicine*, 22(2), 269-275.
- Froböse, I. & Wallmann-Sperlich, B. (2021). *Der DKV-Report 2021. Wie gesund lebt Deutschland?* Düsseldorf: DKV Deutsche Krankenversicherung.
- Fuchs, R. & Klaperski, S. (2012). Sportliche Aktivität und Stressregulation. In R. Fuchs & W. Schlicht (Hrsg.), *Sportaktivität und seelische Gesundheit* (S. 100-121). Göttingen: Hogrefe.
- Fuchs, R. & Schlicht, W. (2012). Seelische Gesundheit und sportliche Aktivität: Zum Stand der Forschung In R. Fuchs & W. Schlicht (Hrsg.), *Seelische Gesundheit und sportliche Aktivität* (S. 1-11): Hogrefe Verlag GmbH & Company KG.
- Gan, L. & Gong, G. (2007). Estimating Interdependence Between Health and Education in a Dynamic Model. *Working Paper*, 12830. Verfügbar unter: <http://www.nber.org/papers/w12830>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M. et al. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *American College of Sports Medicine*, 43(7), 1334-1359. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
- García-Hermoso, A., Quintero, A. P., Hernández, E., Correa-Bautista, J. E., Izquierdo, M., Tordecilla-Sanders, A. et al. (2018). Active commuting to and from university, obesity and metabolic

- syndrome among Colombian university students. *BMC Public Health*, 18(523), 1-7. doi: 10.1186/s12889-018-5450-5
- Gates, N., Fiatarone Singh, M. A., Sachdev, P. S. & Valenzuela, M. (2013). The effect of exercise training on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment: a meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 21, 1086–1097. doi: 10.1016/j.jagp.201302.018
- Gieck, J. D. & Olsen, S. (2007). Holistic Wellness as a Means to Developing a Lifestyle Approach to Health Behavior Among College Students. *Journal of American College Health*, 65(1), 29-35.
- Gollner, E., Savil, M., Schnabel, F., Braun, C. & Blasche, G. (2019). Unterschiede in der Wirksamkeit von Kurzpausenaktivitäten im Vergleich von Bewegungspausen zu psychoregulativen Pausen bei kognitiver Belastung. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 35, 134–143. doi: 10.1055/a-0890-8275
- Gómez-López, M., Gallegos, A. G. & Extremera, A. B. (2010). Perceived barriers by university students in the practice of physical activities. *Journal of Sports Science and Medicine* 9, 374-381.
- Göring, A. & Möllenbeck, D. (2010). Gesundheitspotenziale des Hochschulsports. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 5(3), 238-242. doi: 10.1007/s11553-010-0245-2
- Gothe, N. P., Ehlers, D. K., Salerno, E. A., Fanning, J., Kramer, A. F. & McAuley, E. (2020). Physical Activity, Sleep and Quality of Life in Older Adults: Influence of Physical, Mental and Social Well-being. *Behavioral sleep medicine*, 18(6), 797-808. doi: 10.1080/15402002.2019.1690493
- Gow, R. W., Trace, S. E. & Mazzeo, S. E. (2010). Preventing weight gain in first year college students: An online intervention to prevent the "freshman fifteen". *Eating Behaviors*, 11(1), 33-39. doi: 10.1016/j.eatbeh.2009.08.005
- Grim, M., Hertz, B. & Petosa, R. (2011). Impact Evaluation of a Pilot Web-Based Intervention to Increase Physical Activity. *American Journal of Health Promotion*, 25(4), 227-230. doi: 10.4278/ajhp.081216-ARB-307
- Grimstvedt, M. E., Kerr, J., Oswalt, S. B., Fogt, D. L., Vargas-Tonsing, T. M. & Yin, Z. (2010). Using Signage to Promote Stair Use on a University Campus in Hidden and Visible Stairwells *Journal of Physical Activity and Health*, 7(1), 232–238. doi: 10.1123/jpah.7.2.232
- Grosprêtre, S., Ennequin, G., Peseux, S. & Isacco, L. (2021). Feasibility and acceptability of “active” classroom workstations among French university students and lecturers: a pilot study. *BMC Public Health*, 21(1001), 1-10. doi: 10.1186/s12889-021-11074-3
- Grützmaker, J., Gusy, B., Lesener, T., Sudheimer, S. & Willige, J. (2018). *Gesundheit Studierender in Deutschland 2017. Ein Kooperationsprojekt zwischen dem Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, der Freien Universität Berlin und der Techniker Krankenkasse.*
- Guedes, N. P. & Wollesen, B. (2015). Gesundheitliche Belastungen, Gesundheitskonzepte und Umsetzungshindernisse in der Gesundheitsförderung von Studierenden. In A. Göring & D. Möllenbeck (Hrsg.), *Bewegungsorientierte Gesundheitsförderung an Hochschulen. Universitätsverlag Göttingen*. (Bd. Hochschulsport: Bildung und Wissenschaft Band 3, S. 101-113). Göttingen: Universitätsverlag Göttingen.

- Guiney, H. & Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20, 73-86. doi: 10.3758/s13423-012-0345-4
- Gusy, B., Wörfel, F. & Lohmann, K. (2016). Erschöpfung und Engagement im Studium. Eine Anwendung des Job Demands-Resources Modells. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*, 24(1), 41-53. doi: 10.1026/0943-8149/a000153
- Gyurcsik, N. C., Bray, S. R. & Brittain, D. R. (2004). Coping With Barriers to Vigorous Physical Activity During Transition to University. *Lippincott Williams & Wilkins*, 27(2), 130-142.
- Hager, R., George, J. D., LeCheminant, J. D., Bailey, B. W. & Vincent, W. J. (2012). Evaluation of a University General Education Health and Wellness Course Delivered by Lecture or Online. *American Journal of Health Promotion*, 26(5), 263-269. doi: 10.4278/ajhp.101020-QUAN-344
- Hannover, B. & Kleiber, D. (2018). Gesundheit und Bildung. In R. Tippelt & B. Schmidt-Hertha (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (4., überarbeitete und aktualisierte Auflage, S. 1155-1170). Wiesbaden Springer VS. doi: 10.1007/978-3-531-19981-8
- Hapke, U., Maske, U. E., Scheidt-Nave, C., Bode, L., Schlack, R. & Busch, M. A. (2013). Chronic stress among adults in Germany: Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 56, 749-754. doi: 10.1007/s00103-013-1690-9
- Hariyanto, A., Sholikhah, A. M. a., Mustar, Y. S., Pramono, B. A. & Putera, S. H. P. (2022). Physical Activity and Its Relation to Academic Performance Among University Students. In W. Strielkowski (Hrsg.), *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* (S. 712-719). doi: 10.2991/978-2-494069-35-0_88
- Hasan, M. M., Yaqoob, U., Ali, S. S. & Siddiqui, A. A. (2018). Frequency of Musculoskeletal Pain and Associated Factors among Undergraduate Students. *Case Reports in Clinical Medicine*, 7, 131-145.
- Ho, S., Gooderham, G. K. & Handy, T. C. (2018). Self-reported free-living physical activity and executive control in young adults. *PLoS One*, 13(12), e0209616. doi: 10.1371/journal.pone.0209616
- Holleder, A. (2023). Gesundheit und Studienpensum von Studierenden: Ergebnisse eines Gesundheitssurveys an der Universität Kassel. *Prävention und Gesundheitsförderung*. doi: 10.1007/s11553-023-01035-6
- Horacek, T. M., Dede Yildirim, E., Kattelman, K., Brown, O., Byrd-Bredbenner, C., Colby, S. et al. (2018). Path Analysis of Campus Walkability/Bikeability and College Students' Physical Activity Attitudes, Behaviors, and Body Mass Index. *American Journal of Health Promotion*, 32(3), 578-586. doi: 10.1177/0890117116666357
- Huang, S. J., Hung, W. C., Chang, M. & Chang, J. (2009). The Effect of an Internet-Based, Stage-Matched Message Intervention on Young Taiwanese Women's Physical Activity. *Journal of Health Communication*, 14(3), 210-227. doi: 10.1080/10810730902805788
- Hurrelmann, K. (2000). *Gesundheitssoziologie: eine Einführung in sozialwissenschaftliche Theorien von Krankheitsprävention und Gesundheitsförderung*. Weinheim: Juventa.

- Iannotti, R. J., Janssen, I., Haug, E., Kololo, H., Annaheim, B., Borraccino, A. et al. (2009). Interrelationships of adolescent physical activity, screen-based sedentary behaviour, and social and psychological health. *International Journal of Public Health*, *54*, 191-198. doi: 10.1007/s00038-009-5410-z
- Ince, M. L. (2008). Use of a social cognitive theory-based physical-activity intervention on health-promoting behaviors of university students. *Perceptual and Motor Skills*, *107*, 833-836. doi: 10.2466/PMS.107.3.833-836
- Irwin, J. D. (2004). Prevalence of university students' sufficient physical activity: a systematic review. *Perceptual and Motor Skills*, *98*, 927-943.
- Iuliano, E., di Cagno, A., Aquino, G., Fiorilli, G., Mignogna, P., Calcagno, G. et al. (2015). Effects of different types of physical activity on the cognitive functions and attention in older people: A randomized controlled study. *Experimental Gerontology*, *70*, 105-110. doi: 10.1016/j.exger.2015.07.008
- Jeckel, S. & Sudeck, G. (2016). Physical Activity and Affective Well-Being in Everyday Life. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*, *24*(3), 130-144. doi: 10.1026/0943-8149/a000163
- Jerome, M., Janz, K. F., Baquero, B. & Carr, L. J. C. (2017). Introducing sit-stand desks increases classroom standing time among university students. *Preventive Medicine Reports* *8*, 232-237. doi: 10.1016/j.pmedr.2017.10.019
- Jones, L. W., Sinclair, R. C. & Courneya, K. S. (2003). The Effects of Source Credibility and Message Framing on Exercise Intentions, Behaviors, and Attitudes: An Integration of the Elaboration Likelihood Model and Prospect Theory. *Journal of Applied Social Psychology*, *33*(1), 179-196. doi: 10.1111/j.1559-1816.2003.tb02078.x
- Joubert, L., Kilgas, M., Riley, A., Gautam, Y., Donath, L. & Drum, S. (2017). In-Class Cycling to Augment College Student Academic Performance and Reduce Physical Inactivity: Results from an RCT. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(11). doi: 10.3390/ijerph14111343
- Kayani, S., Kiyani, T., Wang, J., Sánchez, M. L. Z., Kayani, S. & Qurban, H. (2018). Physical Activity and Academic Performance: The Mediating Effect of Self-Esteem and Depression. *Sustainability*, *10*(3633), 1-17. doi: :10.3390/su10103633
- Keating, R., Ahern, a., Bisgood, L. o., Mernagh, K. a., Nicolson, G. H. & Barrett, E. M. (2020). Stand up, stand out. Feasibility of an active break targeting prolonged sitting in university students. *Journal of American College Health*, *70*(7), 2237-2243. doi: 10.1080/07448481.2020.1847119
- Kellner, M., Dold, C. & Lohkamp, M. (2023). Objectively Assessing the Effect of a Messenger-based Intervention to Reduce Sedentary Behavior in University Students: A Pilot Study. *Journal of Prevention*. doi: 10.1007/s10935-023-00735-1
- Kemel, P. N., Porter, J. E. & Coombs, N. (2002). Improving youth physical, mental and social health through physical activity: A systematic literature review. *Health Promotion Journal of Australia*, *33*(3), 590-601. doi: 10.1002/hpja.553
- Knight, J. A. (2012). Physical Inactivity: Associated Diseases and Disorders. *Annals of Clinical & Laboratory Science*, *2*(3), 320-337.

- Kokic, I. S., Znika, M. & Brumnic, V. (2019). Physical activity, health-related quality of life and musculoskeletal pain among students of physiotherapy and social sciences in Eastern Croatia – Cross-sectional survey. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 26(1), 182-190. doi: 10.26444/aaem/102723
- Kowalsky, R. J., Farney, T. M. & Hearon, C. M. (2022). Resistance Exercise Breaks Improve Ratings of Discomfort and Sleepiness in College Students. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(1), 210-215. doi: 10.1080/02701367.2021.1959508
- Krisam, M., Von Philipsborn, P. & Meder, B. (2017). Nudging in der Primärprävention: Eine Übersicht und Perspektiven für Deutschland. *Das Gesundheitswesen*, 79(02), 117-123. doi: 10.1055/s-0042-121598
- Kwan, M. Y., Cairney, J., Faulkner, G. E. & Pullenayegum, E. E. (2012). Physical Activity and Other Health-Risk Behaviors During the Transition Into Early Adulthood. A Longitudinal Cohort Study. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(1), 14-20. doi: 10.1016/j.amepre.2011.08.026
- LaChausse, R. G. (2012). My Student Body: Effect of an Internet-Based Prevention Program to Decrease Obesity Among College Students. *Journal American Medical Association*, 60(4), 324-330.
- Lampert, T., Kroll, L. E., von der Lippe, E., Müters, S. & Stolzenberg, H. (2013). Socioeconomic status and health. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 56, 814-821. doi: 10.1007/s00103-013-1695-4
- Landais, L. L., Damman, O. C., Schoonmade, L. J., Timmermans, D. R., Verhagen, E. A. & Jelsma, J. G. (2020). Choice architecture interventions to change physical activity and sedentary behavior: a systematic review of effects on intention, behavior and health outcomes during and after intervention. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 1-37. doi: 10.1186/s12966-020-00942-7
- Lapa, T. Y. (2015). Physical Activity Levels and Psychological Well-Being: A Case Study of University Students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186, 739-743. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.04.122
- LeCheminant, J. D., Smith, J. D., Covington, N. K., Hardin-Renschen, T. & Heden, T. (2011). Pedometer Use in University Freshmen: A Randomized Controlled Pilot Study. *American Journal of Health Behavior*, 35(6), 777-784. doi: 10.5993/AJHB.35.6.13
- Legey, S., Aquino, F., Lamego, M. K., Paes, F., Nardi, A. E., Neto, G. M. et al. (2017). Relationship Among Physical Activity Level, Mood and Anxiety States and Quality of Life in Physical Education Students. *Clinical Practice & Epidemiology in Mental Health*, 13, 82-91. doi: 10.2174/1745017901713010082
- Lepp, A., Barkley, J. E. & Karpinski, A. C. (2014). The relationship between cell phone use, academic performance, anxiety, and Satisfaction with Life in college students. *Computers in Human Behavior*, 31, 343–350. doi: 10.1016/j.chb.2013.10.049
- Lesener, T., Blaszyk, W., Gusy, B. & Sprenger, M. (2018). *Wie gesund sind Studierende der Technischen Universität Kaiserslautern? Ergebnisse der Befragung 06/18*. Berlin: Freie Universität Berlin.

- Leslie, E., Sparling, P. B. & Owen, N. (2001). University campus settings and the promotion of physical activity in young adults: lessons from research in Australia and the USA. *Health Education, 101*(3), 116-125.
- Lesser, I. A. & Nienhuis, C. P. (2020). The Impact of COVID-19 on Physical Activity Behavior and Well-Being of Canadians. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(11), 3899. doi: 10.3390/ijerph17113899
- Li, J. W., O'Connor, H., O'Dwyer, N. & Orr, R. (2017). The effect of acute and chronic exercise on cognitive function and academic performance in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport, 20*, 841–848. doi: 10.1016/j.jsams.2016.11.025
- Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E. & Pühse, U. (2016). Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. *Psychophysiology, 53*, 1611–1626. doi: 10.1111/psyp.12736
- Luo, Q., Zhang, P., Liu, Y., Ma, X. & Jennings, G. (2022). Intervention of Physical Activity for University Students with Anxiety and Depression during the COVID-19 Pandemic Prevention and Control Period: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(22). doi: 10.3390/ijerph192215338
- Lynch, J., O'Donoghue, G. & Peiris, C. L. (2022). Classroom Movement Breaks and Physically Active Learning Are Feasible, Reduce Sedentary Behaviour and Fatigue, and May Increase Focus in University Students: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(7775), 1-15. doi: 10.3390/ijerph19137775
- Maeda, H., Quartiroli, A., Vos, P. W., Carr, L. J. & Mahar, M. T. (2014). Feasibility of Retrofitting a University Library with Active Workstations to Reduce Sedentary Behavior. *American Journal of Preventive Medicine, 46*(5), 525-528. doi: 10.1016/j.amepre.2014.01.024
- Magoc, D., Tomaka, J. & Bridges-Arzaga, A. (2011). Using the Web to Increase Physical Activity in College Students. *American Journal of Health Behavior, 35*(2), 142-154.
- Mailey, E. L., Wojcicki, T. R., Motl, R. W., Hu, L., Strauser, D. R., Collins, K. D. et al. (2010). Internet-delivered physical activity intervention for college students with mental health disorders: A randomized pilot trial. *Psychology, Health & Medicine, 15*(6), 646-659. doi: 10.1080/13548506.2010.498894
- Marschin, V. & Herbert, C. (2021). A Short, Multimodal Activity Break Incorporated Into the Learning Context During the Covid-19 Pandemic: Effects of Physical Activity and Positive Expressive Writing on University Students' Mental Health — Results and Recommendations From a Pilot Study. *Frontiers in Psychology, 12*. doi: 10.3389/fpsyg.2021.645492
- Martens, M. P., Buscemi, J., Smith, A. E. & Murphy, J. G. (2012). The Short-Term Efficacy of a Brief Motivational Intervention Designed to Increase Physical Activity Among College Students. *Journal of Physical Activity and Health, 9*, 525-532.
- Maselli, M., Ward, P. B., Gobbi, E. & Carraro, A. (2018). Promoting Physical Activity Among University Students: A Systematic Review of Controlled Trials. *American Journal of Health Promotion, 32*(7), 1602-1612. doi: 10.1177/0890117117753798
- McClary King, K., Ling, J., Ridner, L., Jacks, D., Newton, K. S. & Topp, R. (2013). Fit Into College II: Physical Activity and Nutrition Behavior Effectiveness and Programming Recommendations. *Recreational Sports Journal, 37*, 29-41.

- Merino-Tejedor, E., Hontangas, P. M. & Boada-Grau, J. (2017). The assessment of detachment among university students: Validation of the Recovery Experience Questionnaire in educational contexts. *Anales de Psicología*, 33(2). doi: 10.6018/analesps.33.2.249811
- Miyamoto, K. & Sabates, R. (2013). Mehr Gesundheit und sozialer Zusammenhalt durch Bildung. Politikempfehlungen und zukünftige Prioritäten der OECD. *DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung*, 01, 43-46. doi: 10.3278/DIE1301W043
- Mnich, C., Bachert, P., Kunkel, J., Wäsche, H., Neumann, R. & Nigg, C. R. (2019). Stand Up, Students! Decisional Cues Reduce Sedentary Behavior in University Students. *Frontiers Public Health*, 7. doi: 10.3389/fpubh.2019.00230
- Molina-Garcia, J., Castillo, I. & Sallis, J. F. (2010). Psychosocial and environmental correlates of active commuting for university students. *Preventive Medicine*, 51(2), 136-138. doi: 10.1016/j.ypmed.2010.05.009
- Molina-Garcia, J., Menescardi, C., Estevan, I., Martinez-Bello, V. & Queralt, A. (2019). Neighborhood Built Environment and Socioeconomic Status are Associated with Active Commuting and Sedentary Behavior, but not with Leisure-Time Physical Activity, in University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17). doi: 10.3390/ijerph16173176
- Mollee, J. S., Araújo, E. F. M., Manzoor, A., van Halteren, A. T. & Klein, M. C. A. (2017). Explaining Changes in Physical Activity Through a Computational Model of Social Contagion. In B. Gonçalves, R. Menezes, R. Sinatra & V. Zlatic (Hrsg.), *Complex Networks VIII. Proceedings of the 8th Conference on Complex Networks CompleNet 2017* (S. 213-223): Springer Cham. doi: 10.1007/978-3-319-54241-6_19
- Möllenbeck, D. (2014). Gesundheitliche Ressourcen und Belastungen von Studierenden. In A. Göring & D. Möllenbeck (Hrsg.), *Bewegungsorientierte Gesundheitsförderung an Hochschulen. Hochschulsport: Bildung und Wissenschaft* (Bd. 3, S. 167-182). Göttingen: Universitätsverlag Göttingen.
- Möllenbeck, D. & Göring, A. (2014). Sportliche Aktivität, Gesundheitsressourcen und Befinden von Studierenden: Eine Frage des Geschlechts? In S. Becker (Hrsg.), *Aktiv und Gesund?* (S. 449-474). Wiesbaden: Springer VS.
- Morais, B. X., de Lima Dalmolin, G., Andolhe, R., dos Santos Dullius, A. I. & Rocha, L. P. (2019). Musculoskeletal pain in undergraduate health students: prevalence and associated factors. *Journal of School of Nursing*, 53, 1-8. doi: 10.1590/S1980-220X2018014403444
- Nationales Gesundheitsziel: Gesund aufwachsen - Lebenskompetenz, Bewegung, Ernährung. (2010). In R. Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.). Berlin: Bundesministerium für Gesundheit.
- Niedermeier, M., Weiss, E. M., Steidl-Müller, L., Burtscher, M. & Kopp, M. (2020). Acute Effects of a Short Bout of Physical Activity on Cognitive Function in Sport Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3678), 1-13. doi: 10.3390/ijerph17103678
- Ogunlana, M. O., Govender, P. & Oyewole, O. O. (2021). Prevalence and patterns of musculoskeletal pain among undergraduate students of occupational therapy and physiotherapy in a South African university. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 41(1), 35-43. doi: 10.1142/S1013702521500037
- Öhman, H., Savikko, N., Strandberg, T. E. & Pitkälä, K. H. (2014). Effect of Physical Exercise on Cognitive Performance in Older Adults with Mild Cognitive Impairment or Dementia: A

- Systematic Review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 38(5-6), 347–365. doi: 10.1159/000365388
- Pahmeier, I. (2012). Sportliche Aktivität und psychosomatische Beschwerden. In R. Fuchs & W. Schlicht (Hrsg.), *Sportaktivität und seelische Gesundheit* (S. 78-99). Göttingen: Hogrefe.
- Paulus, M., Kunkel, J., Schmidt, S. C. E., Bachert, P., Wäsche, H., Neumann, R. et al. (2021). Standing Breaks in Lectures Improve University Students' Self-Perceived Physical, Mental, and Cognitive Condition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18. doi: 10.3390/ijerph18084204
- Pearman, S. N., Valois, R. F., Sargent, R. G., Saunders, R. P., Drane, J. W. & Macera, C. A. (2010). The Impact of a Required College Health and Physical Education Course on the Health Status of Alumni. *Journal of American College Health* 46(2). doi: 10.1080/07448489709595591
- Peiris, C. L., O'Donoghue, G., Rippon, L., Meyers, D., Hahne, A., De Noronha, M. et al. (2021). Classroom Movement Breaks Reduce Sedentary Behavior and Increase Concentration, Alertness and Enjoyment during University Classes: A Mixed-Methods Feasibility Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5589). doi: 10.3390/ijerph18115589
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). (2018). *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report*. Washington DC: U.S. Department of Health and Human Services.
- Pierret, J. (1988). What social groups think they can do about health. In R. Anderson, J. K. Davies, I. Kickbusch, D. V. McQueen & J. Turner (Hrsg.), *Health behaviour research and health promotion* (S. 45-52). Oxford: Oxford University Press.
- Pilcher, J. J., Morris, D. M., Bryant, S. A., Merritt, P. A. & Feigl, H. B. (2017). Decreasing Sedentary Behavior: Effects on Academic Performance, Meta-Cognition, and Sleep. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 219. doi: 10.3389/fnins.2017.00219
- Plotnikoff, R. C., Costigan, S. A., Williams, R. L., Hutchesson, M. J., Kennedy, S. G., Robards, S. L. et al. (2015). Effectiveness of interventions targeting physical activity, nutrition and healthy weight for university and college students: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12, 45. doi: 10.1186/s12966-015-0203-7
- Rakhadani, P. B., Goon, D. T. & Mandeya, A. (2017). Musculoskeletal Problems Associated with University Students Computer Users: A CrossSectional Study. *Online Journal of Health and Allied Sciences*, 16(2).
- Reed, J. (2007). Perceptions of the Availability of Recreational Physical Activity Facilities on a University Campus. *Journal of American College Health*, 55(4), 189-194.
- Reed, J. A. & Phillips, A. (2005). Relationships Between Physical Activity and the Proximity of Exercise Facilities and Home Exercise Equipment Used by Undergraduate University Students. *Journal of American College Health*, 53(6), 285-290.
- Reisch, L. A. & Sunstein, C. R. (2017). Verhaltensbasierte Regulierung (Nudging). In P. Kenning, A. Oehler, L. A. Reisch & C. Grugel (Hrsg.), *Verbraucherwissenschaften. Rahmenbedingungen, Forschungsfelder und Institutionen* (S. 341-365). Wiesbaden: Springer. doi: 10.1007/978-3-658-29935-4_15

- Reuter, P. R. & Fichthorn, K. R. (2019). Prevalence of generalized joint hypermobility, musculoskeletal injuries, and chronic musculoskeletal pain among American university students. *PeerJ*, 7. doi: 10.7717/peerj.7625
- Richter, A., Schienkiewitz, A., Starker, A., Krug, S., Domanska, O., Kuhnert, R. et al. (2021). Gesundheitsfördernde Verhaltensweisen bei Erwachsenen in Deutschland – Ergebnisse der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. *Journal of Health Monitoring* 66, 28-48. doi: 10.25646/8460.2
- Robert-Koch-Institut. (2014). *Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie »Gesundheit in Deutschland aktuell 2012«*. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: RKI.
- Rodríguez-Larrad, A., Mañas, A., Labayen, I., González-Gross, M., Espin, A., Aznar, S. et al. (2021). Impact of COVID-19 Confinement on Physical Activity and Sedentary Behaviour in Spanish University Students: Role of Gender. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 369. doi: 10.3390/ijerph18020369
- Roeser, R. W., Eccles, J. S. & Strobel, K. R. (1998). Linking the Study of Schooling and Mental Health: Selected Issues and Empirical Illustrations at the Level of the Individual. *Educational Psychologist*, 33, 153–176. doi: 10.1207/s15326985ep3304_2
- Rütten, A., Abu-Omar, K., Lampert, T. & Ziese, T. (2005). *Körperliche Aktivität*. Berlin: Robert Koch-Institut.
- Rütten, A. & Pfeifer, K. (2017). *Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung*. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA).
- Rybarczyk, G. & Gallagher, L. (2014). Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university. *Journal of Transport Geography*, 39, 1-10. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.06.009
- Salas-Gomez, D., Fernandez-Gorgojo, M., Pozueta, A., Diaz-Ceballos, I., Lamarain, M., Perez, C. et al. (2020). Physical Activity Is Associated With Better Executive Function in University Students. *Frontiers Human Neuroscience*, 14(11), 1-8. doi: 10.3389/fnhum.2020.00011
- Sallis, J. F., Calfas, K. J., Nichols, J. F., Sarkin, J. A., Johnson, M. F., Caparosa, S. et al. (1999). Evaluation of a University Course to Promote Physical Activity: Project GRAD. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(1), 1-10. doi: 10.1080/02701367.1999.10607725
- Sallis, J. F., Cervero, R. B., Ascher, W., Henderson, K. A., Kraft, M. K. & Kerr, J. (2006). An ecological approach to creating active living communities. *Annual Review of Public Health*, 27, 297-322. doi: 10.1146/annurev.publhealth.27.021405.102100
- Sallis, J. F., Owen, N. & Fotheringham, M. J. (2000). Behavioral epidemiology: a systematic framework to classify phases of research on health promotion and disease prevention. *Annals of Behavioral Medicine*, 22(4), 294-298. doi: 10.1007/BF02895665
- Satti, M. Z., Khan, T. M., Qurat-ul-ain, Q.-u.-a., Azhar, M. J., Javed, H., Yaseen, M. et al. (2019). Association of Physical Activity and Sleep Quality with Academic Performance Among Fourth-year MBBS Students of Rawalpindi Medical University. *Cureus*, 11(7), 1-7. doi: 10.7759/cureus.5086
- Schaeffer, D., Vogt, D., Berens, E.-M. & Hurrelmann, K. (2016). *Gesundheitskompetenz der Bevölkerung in Deutschland. Ergebnisbericht*. Bielefeld: Universität Bielefeld.

- Schneider, W. & Lindenberger, U. (2012). *Entwicklungspsychologie*. Weinheim: Beltz Verlagsgruppe.
- Schulz, K.-H., Meyer, A. & Langguth, N. (2012). Körperliche Aktivität und psychische Gesundheit. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 55, 55-65. doi: 10.1007/s00103-011-1387-x
- Schuntermann, M. (2001). Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) - Kurzdarstellung. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 11(6), 229-230.
- Shannon, T., Giles-Corti, B., Pikora, T., Bulsara, M., Shilton, T. & Bull, F. (2006). Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change. *Transport Policy*, 13(3), 240-253. doi: 10.1016/j.tranpol.2005.11.002
- Skar, S., Sniehotta, F. F., Molloy, G. J., Prestwich, A. & Araujo-Soares, V. (2011). Do brief online planning interventions increase physical activity amongst university students? A randomised controlled trial. *Psychology and Health*, 26(4), 399-417. doi: 10.1080/08870440903456877
- Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K. et al. (2010). Aerobic Exercise and Neurocognitive Performance: a Meta-Analytic Review of Randomized Controlled Trials. *Psychosomatic medicine*, 72(3), 1-25. doi: 10.1097/PSY.0b013e3181d14633
- Sonnentag, S. & Fritz, C. (2015). Recovery from job stress: The stressor-detachment model as an integrative framework. *Journal of Organizational Behavior*, 36, 72-103. doi: 10.1002/job.1924
- Spence, J. C., McGannon, K. R. & Poon, P. (2005). The Effect of Exercise on Global Self-Esteem: A Quantitative Review. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 27, 311-334.
- Stanton, R., To, Q. G., Khaledi, S., Williams, S. L., Alley, S. J., Thwaite, T. L. et al. (2020). Depression, Anxiety and Stress during COVID-19: Associations with Changes in Physical Activity, Sleep, Tobacco and Alcohol Use in Australian Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4065. doi: 10.3390/ijerph17114065
- Stock, C. (2017). Wie bedeutsam ist Gesundheit für den Studienerfolg von Studierenden? *Prävention und Gesundheitsförderung* 12(4), 230-233. doi: 10.1007/s11553-017-0609-y
- Stock, C. & Krämer, A. (2001). Die Gesundheit von Studierenden im Studienverlauf. *Das Gesundheitswesen*, 63, 56–59. doi: 10.1055/s-2001-12116
- Sudeck, G. & Conzelmann, A. (2011). Motivbasierte Passung von Sportprogrammen. Explizite Motive und Ziele als Moderatoren von Befindlichkeitsveränderungen durch sportliche Aktivität. *Sportwissenschaft*, 41(3), 175-189. doi: 10.1007/s12662-011-0194-8
- Sudeck, G., Jeckel, S. & Schubert, T. (2018). Individual Differences in the Competence for Physical-Activity-Related Affect Regulation Moderate the Activity-Affect Association in Real-Life Situations. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 40(4), 196-205. doi: 10.1123/jsep.2018-0017
- Sudeck, G. & Pfeifer, K. (2016). Physical activity-related health competence as an integrative objective in exercise therapy and health sports – conception and validation of a short questionnaire. *Sportwissenschaft*, 46(2), 74-87. doi: 10.1007/s12662-016-0405-4

- Sudeck, G. & Thiel, A. (2020). Sport, Wohlbefinden und psychische Gesundheit. In J. Schüler, M. Wegner & H. Plessner (Hrsg.), *Sportpsychologie. Grundlagen und Anwendungen* (S. 551-580): Springer. doi: 10.1007/978-3-662-56802-6
- Suhrcke, M. & de Paz Nieves, C. (2011). *The impact of health and health behaviours on educational outcomes in high-income countries: a review of the evidence*. Copenhagen,: WHO Regional Office for Europe.
- Taras, H. & Potts-Datema, W. (2005a). Childhood Asthma and Student Performance at School. *Journal of School Health, 75*(8), 296-312. doi: 10.1111/j.1746-1561.2005.00041.x
- Taras, H. & Potts-Datema, W. (2005b). Chronic Health Conditions and Student Performance at School. *Journal of School Health, 75*(7), 255-266. doi: 0.1111/j.1746-1561.2005.tb06686.x
- Taras, H. & Potts-Datema, W. (2005c). Obesity and Student Performance at School. *Journal of School Health, 75*(8), 291-295. doi: 10.1111/j.1746-1561.2005.00040.x
- Taras, H. & Potts-Datema, W. (2005d). Sleep and Student Performance at School. *Journal of School Health, 75*(7), 248-254. doi: 10.1111/j.1746-1561.2005.tb06685.x
- Techniker Krankenkasse. (2015). *TK-CampusKompass. Umfrage zur Gesundheit von Studierenden*. Hamburg: Techniker Krankenkasse
- Techniker Krankenkasse. (2023). *Gesundheitsreport 2023 – Wie geht's Deutschlands Studierenden?* Hamburg: Techniker Krankenkasse, Unternehmenszentrale.
- Thiel, A. & Mayer, J. (2016). Gesundheitsverständnisse. In M. A. Rieger, S. Hildebrand, T. Nessler, S. Letzel & D. Nowak (Hrsg.), *Prävention und Gesundheitsförderung an der Schnittstelle zwischen kurativer medizin und Arbeitsmedizin. Ein Kompendium für das Betriebliche Gesundheitsmanagement* (S. 108-122). Landsberg am Lech: ecomed MEDIZIN.
- Thomas, A. M., Beaudry, K. M., Gammage, K. L., Klentrou, P. & Josse, A. R. (2019). Physical Activity, Sport Participation, and Perceived Barriers to Engagement in First-Year Canadian University Students. *Journal of Physical Activity and Health, 16*(6), 437–446. doi: 10.1123/jpah.2018-0198
- Titze, S., Stronegger, W. J., Janschitz, S. & Oja, P. (2007). Environmental, social, and personal correlates of cycling for transportation in a student population. *Journal of Physical Activity and Health, 4*(1), 66–79.
- Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H. & Naglieri, J. A. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational Psychology Review, 20*, 111-131. doi: 10.1007/s10648-007-9057-0
- Töpritz, K., Lohmann, K., Gusy, B., Farnir, E., Gräfe, C. & Sprenger, M. (2016). *Wie gesund sind Studierende der Technischen Universität Kaiserslautern? Ergebnisse der Befragung 06/15* Berlin: Freie Universität Berlin.
- Tully, M. A. & Cupples, M. E. (2011). UNISTEP (University Students Exercise and Physical Activity) Study: A Pilot Study of the Effects of Accumulating 10,000 Steps on Health and Fitness Among University Students. *Journal of Physical Activity and Health, 8*(5), 663–667 doi: 10.1123/jpah.8.5.663

- Tyson, P., Wilson, K., Crone, D., Brailsford, R. & Laws, K. (2010). Physical activity and mental health in a student population. *Journal of Mental Health, 19*(6), 492-499. doi: 10.3109/09638230902968308
- VanKim, N. A. & Nelson, T. F. (2013). Vigorous Physical Activity, Mental Health, Perceived Stress, and Socializing Among College Students. *American Journal of Health Promotion, 28*(1), 7-15. doi: 10.4278/ajhp.111101-QUAN-395
- Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E. J. A. & Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 48*, 973–979. doi: 10.1136/bjsports-2012-091441
- von Sommoggy, J., Rueter, J., Curbach, J., Helten, J., Tittlbach, S. & Loss, J. (2020). How Does the Campus Environment Influence Everyday Physical Activity? A Photovoice Study Among Students of Two German Universities. *Frontiers in Public Health, 8*, 561175. doi: 10.3389/fpubh.2020.561175
- Wadsworth, D. D. & Hallam, J. S. (2010). Effect of a Web Site Intervention on Physical Activity of College Females. *American Journal of Health Behavior, 34*(1), 60-69. doi: 10.5993/AJHB.34.1.8
- Wami, S. D., Mekonnen, T. H., Yirdaw, G. & Abere, G. (2021). Musculoskeletal problems and associated risk factors among health science students in Ethiopia: a cross-sectional study. *Journal of Public Health: From Theory to Practice, 29*, 943-949. doi: 10.1007/s10389-020-01201-6
- Wang, C.-H., Akar, G. & Guldmann, J.-M. (2015). Do your neighbors affect your bicycling choice? A spatial probit model for bicycling to The Ohio State University. *Journal of Transport Geography, 42*, 122-130. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.12.003
- Wang, R. & Holsinger, R. M. D. (2018). Exercise-induced brain-derived neurotrophic factor expression: therapeutic implications for Alzheimer's dementia. *Ageing Research Reviews, 48*, 109–121. doi: 10.1016/j.arr.2018.10.002
- Wang, Z. & van Praag, H. (2012). Exercise and the Brain: Neurogenesis, Synaptic Plasticity, Spine Density, and Angiogenesis. In H. Boecker, C. H. Hillman, L. Scheef & H. K. Strüder (Hrsg.), *Functional Neuroimaging in Exercise and Sport Sciences* (S. 3-24). New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4614-3293-7
- Wendel-Vos, W., Droomers, M., Kremers, S., Brug, J. & van Lenthe, F. (2007). Potential environmental determinants of physical activity in adults: a systematic review. *Obesity Reviews, 8*(5), 425-440. doi: 10.1111/j.1467-789X.2007.00370.x
- Werch, C. E., Bian, H., Moore, M. J., Ames, S., DiClemente, C. C. & Weiler, R. M. (2007). Brief Multiple Behavior Interventions in a College Student Health Care Clinic. *Journal of Adolescent Health, 41*(6), 577-585. doi: 10.1016/j.jadohealth.2007.06.003
- Werch, C. E., Moore, M. J., Bian, H., DiClemente, C. C., Ames, S. C., Weiler, R. M. et al. (2008). Efficacy of a Brief Image-Based Multiple-Behavior Intervention for College Students. *Annals of Behavioral Medicine, 36*(2), 149-157. doi: 10.1007/s12160-008-9055-6
- Werch, C. E., Moore, M. J., Bian, H., DiClemente, C. C., Huang, I. C., Ames, S. C. et al. (2010). Are Effects from a Brief Multiple Behavior Intervention for College Students Sustained Over Time? *Preventive Medicine, 50*(1-2), 30-34. doi: 10.1016/j.ypmed.2009.12.010

- WHO. (1986). Ottawa charter for health promotion, 1986 In R. O. f. Europe (Hrsg.).
- WHO. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2022a). *Global status report on physical activity 2022: country profiles*. Geneva: World Health Organization. Verfügbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>
- WHO. (2022b). *Global status report on physical activity 2022: executive summary*. Geneva: World Health Organization. Verfügbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>
- Wieland, R. (2010). Gestaltung gesundheitsförderlicher Arbeitsbedingungen. In U. Kleinbeck & K.-H. Schmidt (Hrsg.), *Arbeitspsychologie (Enzyklopädie der Psychologie, Serie Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie)* (Bd. 1, S. 869-919). Göttingen: Hogrefe.
- Wieland, R. (2013). Status-Bericht: Psychische Gesundheit in der betrieblichen Gesundheitsförderung – eine arbeitspsychologische Perspektive. In H. Nold & G. Wenninger (Hrsg.), *Rückengesundheit und psychische Gesundheit*. Kröning: Asanger Verlag.
- Wipfli, B. M., Rethorst, C. D. & Landers, D. M. (2008). The Anxiolytic Effects of Exercise: A Meta-Analysis of Randomized Trials and Dose–Response Analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30, 392-410.
- Woll, A. & Bös, K. (2004). Wirkung von Gesundheitssport. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 20, 97-106. doi: 10.1055/s-2004-822768
- Wolter, A. (2022). Übergänge zur Hochschule und Studienverläufe: individuelle und soziale Herausforderungen unter besonderer Berücksichtigung gesundheitlicher Beeinträchtigungen. In M. Timmann, T. Paeck, J. Fischer, B. Steinke, C. Dold, M. Preuß & M. Sprenger (Hrsg.), *Handbuch Studentisches Gesundheitsmanagement. Perspektiven, Impulse und Praxiseinblicke* (S. 251-259). Berlin: Springer. doi: 10.1007/978-3-662-65344-9
- Wood, W. & Neal, D. T. (2016). Healthy through habit: Interventions for initiating & maintaining health behavior change. *Behavioral Science & Policy*, 2(1), 71-83. doi: 10.1353/bsp.2016.0008
- Wuerzer, T. & Mason, S. G. (2015). Cycling willingness: Investigating distance as a dependent variable in cycling behavior among college students. *Applied Geography*, 60, 95-106. doi: 10.1016/j.apgeog.2015.03.009
- Zannat, K. E., Adnan, M. S. G. & Dewan, A. (2020). A GIS-based approach to evaluating environmental influences on active and public transport accessibility of university students. *Journal of Urban Management*, 9(3), 331-346. doi: 10.1016/j.jum.2020.06.001
- Zheng, C., Huang, W. Y., Sheridan, S., Sit, C. H.-P., Chen, X.-K. & Wong, S. H.-S. (2020). COVID-19 Pandemic Brings a Sedentary Lifestyle in Young Adults: A Cross-Sectional and Longitudinal Study. *International journal of environmental research and public health*, 17(17), 6035. doi: 10.3390/ijerph17176035

Anhang

Supplement Manuskript II

Supplement Table 1. Overview of the models tested with 46 imputed datasets (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$)

		Stress load & recovery parameters β (SE)			Academic performance-related parameters β (SE)		
		Functional Stress Model	Dysfunctional Stress Model	Detachment Model	Attention Difficulties Model	Study Ability Model	
	Intercept	3.848*** (0.100)	2.464*** (0.104)	3.227*** (0.076)	2.292*** (0.063)	12.886*** (0.233)	
Level 1 time-varying	PA behavior	PA breaks via ESD min (cw2)	0.052*** (0.026)	-0.005 (0.008)	0.009 (0.010)	-0.005 (0.007)	0.142*** (0.039)
		LTPA min (cw2)	0.004*** (0.001)	-0.002** (0.001)	0.002** (0.001)	-0.002*** (0.001)	0.011*** (0.003)
	Covariates	Number of breaks (cw2)	0.025 (0.037)	-0.020 (0.023)	-0.060** (0.021)	-0.006 (0.017)	0.178* (0.079)
		Longest stretch of time without a break spent on home studying (cw2)	-0.009 (0.079)	-0.023 (0.037)	-0.126** (0.040)	0.049* (0.028)	0.207 (0.151)
Level 2 time invariant	Outcome specific baseline covariates ^{a)}	Age (c2)	0.032 (0.036)	0.012 (0.043)	0.005 (0.026)	0.026 (0.021)	0.035 (0.089)
		T0 well-being (c2)	0.045* (0.027)	-0.027 (0.022)			
		T0 detachment (c2)			0.4730*** (0.102)		
		T0 study demands scale (c2)				0.202*** (0.069)	
		T0 SAI (c2)				0.248*** (0.080)	

^{a)} Those variables were only included in the appropriate model since they are outcome-specific covariates.

cw = centered within, c2 = grand centered, PA = physical activity, ESD = exercise snack digital, LTPA = leisure-times physical activity, SE = standard error

Appendix Manuskript III

Appendix A

Table A1. Comparison of the finally selected items and their category bundled by the factor analysis and content fit in this article with the adapted categories of the NEWS-G 1 [44] for the study environment asked in the survey.

Original Items NEWS-G ¹	Adapted Items of the Survey ²	Finally Selected Items and Their Factor (Bolds) ³
(2) Opportunities for walking and cycling:		
(C) Land use mix-access (1 of 7 adopted in the survey)	C7: There are many canyons/hillsides in my study environment that limit the number of routes for getting from place to place.	Active transportation: uphill C7: There are many canyons/hillsides in my study environment that limit the number of routes for getting from place to place.
(D) Street connectivity (1 of 6 adopted in the survey)	D5: There are many alternatives (walking/biking) routes for getting from place to place in my study environment. You do not always have to take the same route.	Active transportation: connectivity D5: There are many alternatives (walking/biking) routes for getting from place to place in my study environment. You do not always have to take the same route.
(E) Walking/Cycling facilities (2 of 5 adopted in the survey)	E1: There are sidewalks on most of the streets in my study environment. E3: There are bicycle or pedestrian trails in or near my study environment that are easy to get to.	Active transportation: walking/cycling facilities E1: There are sidewalks on most of the streets in my study environment. E3: There are bicycle or pedestrian trails in or near my study environment that are easy to get to.
(F) Aesthetics (3 of 6 adopted in the survey)	F1: There are trees along the streets in my study environment. F3: There are many interesting things to look at while walking in my study environment. F5: There is a lot of nature in my study environment that is beautiful to look at (such as landscapes, viewpoints).	Aesthetics F1: There are trees along the streets in my study environment. F3: There are many interesting things to look at while walking in my study environment. F5: There is a lot of nature in my study environment that is beautiful to look at (such as landscapes, viewpoints).
(3) (Traffic) safety:		
(G) Pedestrian/Traffic safety (4 of 8 adopted in the survey; 1 own addition in the survey)	G2: There is so much traffic along nearby streets that it makes it difficult or unpleasant to walk in my study environment G3: The traffic speed in most surrounding streets is normally low (30 km/h or less). G6: There are crosswalks and pedestrian signals to help walkers cross busy streets in my study environment. G8: When walking in my study environment there are a lot of noticeable exhaust fumes (e.g., from cars and buses). New1: Because of the heavy traffic in my study environment, one feels insecure when walking/cycling ⁴ .	High automobile traffic G2: There is so much traffic along nearby streets that it makes it difficult or unpleasant to walk in my study environment. G8: When walking in my study environment there are a lot of noticeable exhaust fumes (e.g., from cars and buses). New1: Because of the heavy traffic in my study environment, one feels insecure when walking/cycling. ⁴
(H) Crime safety (0 of 6 adopted in the survey; 2 own additions in the survey)	New2: I feel unsafe in my study environment during the day due to crime ⁴ . New3: It is unsafe to leave even a locked bicycle in my study environment ⁵ .	General crime New2: I feel unsafe in my study environment during the day due to crime ⁴ . Bicycle-related crime New3: It is unsafe to leave even a locked bicycle in my study environment ⁵ .

¹ Neighborhood Environment Walkability Scale—Germany. ² adapted categories of the NEWS-G for the study environment asked in the survey. ³ newly formed by factor analysis and content fit in this article. ⁴ for reasons of condensation, a summarized generalized statement of the respective category of the NEWS-G was newly formed. ⁵ due to previous evidence on the relationship between bicycle thefts and active camouflage transport behavior of students, a new specific item on crime was formed.

Table A2. Comparison of the final construct of motivator items newly formed by the factor analysis and content fit in this article.

Original Items	Adapted Items of the Survey	Final Factors ¹
To compensate for sedentary activities ²	Mot5: Active balance between and after courses.	Comfort with study life
To improve my physical performance ²	Mot8: Being more efficient for study and work.	
Improvement to health/fitness ³	Mot3: Improvement to health/fitness	Personal benefits
Enjoyment gained from current mode ³ & Gain sense of enjoyment ²	Mot7: Enjoyment in transportation	
Potential to save money ³	Mot1: Potential to save money	Instrumental extrinsic benefits
Avoid the need to find parking ³ & Unable to obtain parking permit ³	Mot2: Avoiding the search for a parking space.	
Personal contribution to reducing air pollution levels ³	Mot4: Personal contribution to reducing air pollution levels	Avoid air pollution
Opportunity to socialize ³	Mot6: Opportunity to socialize	Not included due to statistical reason

¹ Newly formed by factor analysis and content fit in this article. ² Own items according to the study "GEDA 2014/2015-EHIS" [44] (p. 118).

³ Motivator items (Shannon et al., 2006) [26].

Table A3. Comparison of the final construct of barrier items newly formed by the factor analysis and content fit in this article.

Original Items	Adapted Items of the Survey	Final Factors ¹
I do not feel safe enough to be physically active outdoors alone ² & I feel too fat to exercise	Bar5: I feel uncomfortable participating in university courses after physical exertion.	Discomfort with study life
Necessity of bringing a change of clothes ³	Bar6: Necessity of bringing a change of clothes	
Lack of or poor changing/shower facilities at University of Western Australia (UWA) ³	Bar7: Lack of or poor changing/shower facilities	Personal barriers
Physical effort involved ³	Bar4: Physical effort involved	
Time involved ³	Bar11: Time involved	External barriers
I lack motivation, I have no interest ² & I am not in the mood ⁴ .	Bar12: I lack motivation, I'm not in the mood.	
Weather (rain, wind, or heat) ³	Bar1: Inappropriate weather	Not included due to redundancy with study environment
Need to travel to/from UWA at night ³	Bar2: Inappropriate time of day.	
-	Bar9: There are too many hills/climbs on the paths ⁵	Not included due to redundancy with study environment
Lack of secure bicycle parking facilities at UWA ³	Bar8: Lack of secure bicycle parking facilities	
Lack of knowledge of quickest and easiest route to UWA ³	Bar10: Lack of knowledge of quickest and easiest route	Not included due to statistical reason
Need vehicle for work purposes ³	Bar3: Need vehicle for other purposes	Not included due to statistical reason

¹ Newly formed by factor analysis and content fit in this article. ² Own items according to the study "GEDA 2014/2015-EHIS" [44] (p. 119).

³ Barrier items (Shannon et al., 2006) [26]. ⁴ Krämer & Fuchs (2010) [50] (p. 174). ⁵ Supplemented due to site-specific hilly conditions of the University of Tübingen.

Table A4. Item's descriptives (frequencies in %; 1 = totally disagree; 2 = more likely to disagree; 3 = more likely to agree; 4 = totally agree), factor loadings, and communalities (h^2) of the explorative factor analysis (EFA) of perceived study environment.

No.	Item Wording	Descriptives							EFA: Factor Number					h^2
		<i>n</i>	1	2	3	4	M	SD	1	2	3	4	5	
G2	There is so much traffic along nearby streets that it makes it difficult or unpleasant to walk in my study environment.	996	17.77	54.02	25.30	2.91	2.13	0.73	0.76	-0.18	-0.03	-0.04	0.03	0.61
G3	The traffic speed in most surrounding streets is normally low (30 km/h or less).	992	13.31	36.49	37.50	12.70	2.50	0.88	0.54	-0.18	0.05	-0.26	-0.41	0.56
New1	Because of the heavy traffic in my study environment, one feels insecure when walking/cycling.	991	18.97	49.45	24.22	7.37	2.20	0.83	0.72	0.16	-0.05	-0.05	0.26	0.61
G8	When walking in my study environment there are a lot of noticeable exhaust fumes (e.g., from cars and buses).	996	7.93	36.95	39.36	15.76	2.63	0.84	0.72	0.03	-0.14	0.05	0.17	0.57
E1	There are sidewalks on most of the streets in my study environment.	994	0.70	4.73	31.09	63.48	3.57	0.62	0.04	0.83	0.00	0.08	-0.13	0.71
E3	There are bicycle or pedestrian trails in or near my study environment that are easy to get to.	995	1.21	9.85	43.52	45.43	3.33	0.70	-0.17	0.73	0.10	0.28	-0.05	0.66
G6	There are crosswalks and pedestrian signals to help walkers cross busy streets in my study environment.	996	1.31	7.83	46.39	44.48	3.34	0.68	-0.25	0.57	0.04	0.01	0.02	0.39
F1	There are trees along the streets in my study environment.	993	3.02	22.96	51.96	22.05	2.93	0.75	-0.01	0.21	0.70	-0.32	0.02	0.63
F3	There are many interesting things to look at while walking in my study environment.	997	7.12	36.61	40.52	15.75	2.65	0.83	-0.14	0.04	0.62	0.48	0.04	0.64
F5	There is a lot of nature in my study environment that is beautiful to look at (such as landscapes, view-points).	996	6.73	32.33	44.78	16.16	2.70	0.82	-0.08	-0.06	0.83	0.14	-0.05	0.73
C7	There are many canyons/hillsides in my study environment that limit the number of routes for getting from place to place.	994	15.59	33.10	30.68	20.62	2.56	0.99	0.05	-0.21	0.18	-0.67	0.05	0.53
D5	There are many alternatives (walking/biking) routes for getting from place to place in my study environment. You do not always have to take the same route.	996	5.22	28.71	46.79	19.28	2.80	0.81	-0.01	0.08	0.21	0.67	0.01	0.51
New2	I feel unsafe in my study environment during the day due to crime.	997	79.34	17.35	2.71	0.60	1.25	0.53	0.10	-0.15	0.01	0.00	0.71	0.54
New3	It is unsafe to leave even a locked bicycle in my study environment.	990	17.88	52.83	21.62	7.68	2.19	0.82	0.18	0.00	-0.01	-0.07	0.75	0.60

The backgrounds highlight the largest part of the frequency distribution of the scale in each case. The bolds highlight the largest rotated factor loading in each case.

Table A5. Item's descriptives (frequencies in %; 1 = totally disagree; 2 = more likely to disagree; 3 = more likely to agree; 4 = totally agree), factor loadings, and communalities (h^2) of the explorative factor analysis (EFA) of motivator items.

No.	Item Wording	Descriptives						EFA: Factor Number			
		<i>n</i>	1	2	3	4	M	SD	1	2	h^2
Mot8	Being more efficient for study and work.	977	15.05	34.60	28.05	22.31	2.58	1.00	0.79	0.11	0.63
Mot7	Enjoyment in transportation	987	6.48	29.08	33.13	31.31	2.89	0.92	0.79	-0.04	0.62
Mot5	Active balance between and after courses.	989	7.08	23.05	34.48	35.39	2.98	0.93	0.79	0.10	0.63
Mot3	Improvement to health/fitness	989	3.24	22.04	36.10	38.62	3.10	0.85	0.71	0.33	0.61
Mot1	Potential to save money	986	24.04	31.95	24.85	19.17	2.39	1.10	0.06	0.81	0.66
Mot4	Personal contribution to reducing air pollution levels	983	12.31	31.03	32.25	24.42	2.69	0.95	0.48	0.48	0.46
Mot2	Avoiding the search for a parking space	893	22.06	16.46	28.78	32.70	2.72	1.14	0.07	0.81	0.66

The backgrounds highlight the largest part of the frequency distribution of the scale in each case. The bolds highlight the largest rotated factor loading in each case.

Table A6. Item's descriptives (frequencies in %; 1 = totally disagree; 2 = more likely to disagree; 3 = more likely to agree; 4 = totally agree), factor loadings and communalities (h^2) of the explorative factor analysis (EFA) of barrier items.

No.	Item Wording	Descriptives						EFA: Factor Number				
		<i>n</i>	1	2	3	4	M	SD	1	2	3	h^2
Bar4	Physical effort involved	992	49.29	39.62	8.57	2.52	1.64	0.74	0.69	0.33	0.01	0.58
Bar11	Time involved.	985	41.32	31.68	17.36	9.64	1.95	0.99	0.68	0.09	0.31	0.57
Bar12	I lack motivation, I'm not in the mood.	990	51.21	32.42	11.72	4.65	1.70	0.85	0.82	0.11	0.08	0.69
Bar10	Lack of knowledge of quickest and easiest route.	932	61.48	20.39	12.12	6.01	1.63	0.92	0.51	0.16	0.27	0.35
Bar5	I feel uncomfortable participating in university courses after physical exertion.	982	37.17	33.20	18.84	10.79	2.03	1.00	0.31	0.75	0.10	0.68
Bar6	Necessity of bringing a change of clothes	934	37.37	27.30	20.24	15.10	2.13	1.08	0.18	0.82	0.20	0.74
Bar7	Lack of or poor changing/shower facilities	861	36.82	24.16	20.56	18.47	2.21	1.13	0.09	0.80	0.15	0.68
Bar1	Inappropriate weather	995	12.56	43.12	25.73	18.59	2.50	0.94	0.22	0.23	0.67	0.55
Bar2	Inappropriate time of day.	991	38.14	32.90	19.07	9.89	2.01	0.98	0.34	0.06	0.71	0.62
Bar3	Need vehicle for other purposes	875	58.63	22.06	14.17	5.14	1.66	0.90	-0.01	0.12	0.72	0.53

The backgrounds highlight the largest part of the frequency distribution of the scale in each case. The bolds highlight the largest rotated factor loading in each case.

Table A7. Results (inter-item-correlation-coefficients r , β -coefficients and significant p -value) for the bivariate correlation and multivariate regression models A1 (sociodemographics and perceived study environment) and A2 (A1 plus Motivators & Barriers) for the transportation mode “walk”.

Walk Predictors	Bivariate Correlation with Walking (MET/Week)		Model A1		Model A2 (A1 Plus Motivators & Barriers)	
	r	p	β	p	β	p
Sociodemographic						
Sex	0.03	0.39	0.03	0.33	0.02	0.56
Age	0.01	0.74	0.00	0.92	-0.01	0.88
Resident in university town	-0.06	0.06	-0.06	0.07	-0.07	0.03 *
Perceived study environment						
Active transportation: uphill	-0.03	0.39	-0.01	0.68	0.01	0.87
Active transportation: connectivity	-0.06	0.07	0.03	0.31	0.03	0.41
Active transportation: walking/cycling facilities	-0.05	0.13	0.03	0.40	0.03	0.45
Aesthetics	-0.08	0.02 *	0.07	0.04 *	0.05	0.16
High automobile traffic	-0.00	0.94	0.01	0.84	0.00	0.96
General crime	0.00	0.99	-0.02	0.59	-0.02	0.61
Bicycle-related crime	0.05	0.12	0.06	0.09	0.07	0.04 *
Psychological determinants-Motivators						
Study-related motivator	0.08	0.02 *			0.02	0.71
Personal benefits	0.10	0.00 **			0.07	0.12
Instrumental extrinsic	-0.02	0.59			-0.06	0.08
Avoid air pollution	0.07	0.03 *			0.05	0.22
Psychological determinants-Barriers						
Personal	-0.05	0.12			0.02	0.69
Discomfort with study life	-0.09	0.01 *			-0.08	0.04 *
External	-0.03	0.40			0.01	0.79
R ²			0.01		0.03	
ΔR^2			0.01		0.02	
RMSEA			0.03		0.04	
CFI			0.95		0.95	
CMIN/DF			1.772		2.396	

* The probability of error is less than 5%. ** The probability of error is less than or equal to 1%.

Table A8. Results (inter-item-correlation-coefficients r , β -coefficients and significant p -value) for the bivariate correlation and multivariate regression models B1 (sociodemographics and perceived study environment) and B2 (B1 plus Motivators & Barriers) for the transportation mode “cycle”.

Cycle Predictors	Bivariate Correlation with Cycling (MET/Week)		Model B1		Model B2 (B1 Plus Motivators & Barriers)	
	r	p	β	p	β	p
Sociodemographic:						
Sex	-0.05	0.16	-0.06	0.07	-0.04	0.22
Age	0.02	0.50	0.02	0.52	0.01	0.80
Resident in university town	0.21	<0.01 ***	0.20	<0.01 ***	0.14	<0.01 ***
Perceived study environment:						
Active transportation: uphill	-0.06	0.045 *	-0.08	0.02 *	0.01	0.70
Active transportation: connectivity	0.01	0.83	-0.00	0.96	-0.03	0.26
Active transportation: walking/cycling facilities	0.03	0.32	-0.04	0.22	-0.07	0.02 *
Aesthetics	0.00	0.998	0.02	0.56	-0.05	0.12
High automobile traffic	0.06	0.05 *	0.12	<0.01 ***	0.08	0.01 **
General crime	-0.10	0.00 **	-0.07	0.04 *	-0.02	0.52
Bicycle-related crime	-0.14	<0.01 ***	-0.14	<0.01 ***	-0.13	<0.01 ***
Psychological determinants-Motivators:						
Study-related motivator	0.17	<0.01 ***			-0.01	0.71
Personal benefits	0.25	<0.01 ***			0.13	0.00 **
Instrumental extrinsic	0.08	0.015 *			0.06	0.08
Avoid air pollution	0.18	<0.01 ***			0.05	0.11
Psychological determinants-Barriers:						
Personal	-0.38	<0.01 ***			-0.24	<0.01 ***
Discomfort with study life	-0.16	<0.01 ***			0.04	0.23
External	-0.35	<0.01 ***			-0.23	<0.01 ***
R ²				0.08		0.24
ΔR^2				0.03		0.16
RMSEA				0.03		0.04
CFI				0.955		0.957
CMIN/DF				1.767		2.401

* The probability of error is less than 5%. ** The probability of error is less than or equal to 1%. *** The probability of error is less than or equal to 0.1%.

Table A9. Results (inter-item-correlation-coefficients r , and significant p -value) for the bivariate correlation between all variables of the regression models.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Sex	r	1																
		p																	
		n	950																
2	Age	r	-0.04	1															
		p	0.19																
		n	947	994															
3	Resident in university town	r	0.050	-0.02	1														
		p	0.13	0.50															
		n	950	994	997														
4	Active transportation: uphill	r	-0.00	-0.07 *	0.05	1													
		p	0.98	0.03	0.12														
		n	948	991	994	994													
5	Active transportation: connectivity	r	0.00	-0.04	0.02	0.18 **	1												
		p	1.00	0.23	0.48	0.00													
		n	949	993	996	993	996												
6	Active transportation: walking/Cycling facilities	r	0.03	0.05	0.04	0.25 **	0.21 **	1											
		p	0.43	0.14	0.22	0.00	0.00												
		n	946	990	993	990	992	993											
7	Aesthetics	r	0.00	-0.05	0.02	0.03	0.21 **	0.17 **	1										
		p	0.89	0.14	0.63	0.37	0.00	0.00											
		n	945	989	992	989	991	988	992										
8	High automobile traffic	r	0.08 *	0.02	-0.01	0.09 **	0.09 **	0.25 **	0.18 **	1									
		p	0.02	0.45	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00										
		n	942	986	989	986	988	985	984	989									
9	General crime	r	0.07 *	-0.01	-0.10 **	0.03	-0.01	0.16 **	0.03	0.19 **	1								
		p	0.03	0.74	0.00	0.43	0.78	0.00	0.29	0.00									
		n	950	994	997	994	996	993	992	989	997								
10	Bicycle-related crime	r	0.03	0.06	-0.06	0.09 **	-0.01	0.09 **	0.05	0.24 **	0.26 **	1							
		p	0.41	0.09	0.07	0.01	0.86	0.00	0.13	0.00	0.00								
		n	943	988	990	987	989	987	985	983	990	990							
11	Study-related motivator	r	0.12 **	-0.01	0.03	-0.03	-0.04	-0.06	-0.14 **	0.13 **	0.04	0.01	1						
		p	0.00	0.55	0.41	0.33	0.19	0.08	0.00	0.00	0.19	0.73							
		n	924	968	971	968	970	967	966	963	971	965	971						
12	Personal benefits	r	0.11 **	0.09 **	0.06 *	-0.08 *	-0.10 **	-0.05	-0.17 **	0.09 **	-0.01	-0.02	0.66 **	1					
		p	0.00	0.01	0.05	0.01	0.00	0.16	0.00	0.00	0.80	0.58	0.00						
		n	936	980	983	980	982	979	979	975	983	976	962	983					
13	Instrumental extrinsic benefits	r	0.04	-0.01	-0.05	-0.04	-0.10 **	-0.03	-0.07 *	0.10 **	0.09 **	-0.01	0.22 **	0.21 **	1				
		p	0.31	0.73	0.14	0.270	0.00	0.32	0.04	0.01	0.01	0.89	0.00	0.00					
		n	846	885	888	885	887	884	883	881	888	883	868	877	888				
14	Avoid air pollution	r	0.08 *	-0.01	0.00	-0.06 *	-0.10 **	-0.06	-0.13 **	0.12 **	-0.01	-0.06	0.36 **	0.44 **	0.33 **	1			
		p	0.02	0.86	0.92	0.05	0.00	0.06	0.00	0.00	0.83	0.06	0.00	0.00	0.00				
		n	936	980	983	980	982	979	978	976	983	977	961	971	881	983			
15	Personal barrier	r	0.04	-0.04	-0.16 **	0.23 **	0.11 **	0.15 **	0.12 **	0.05	0.12 **	0.07 *	-0.26 **	-0.33 **	-0.02	-0.162 **	1		
		p	0.22	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.03	0.00	0.00	0.60	0.000			
		n	929	972	975	972	974	971	970	967	975	969	952	962	870	964	975		
16	Discomfort with study life	r	-0.00	-0.03	-0.08 *	0.26 **	0.12 **	0.11 **	0.12 **	0.18 **	0.05	0.17 **	-0.06	-0.08 *	0.01	-0.076 *	0.46 **	1	
		p	0.98	0.42	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.12	0.03	0.77	0.029	0.00		
		n	798	834	837	834	836	833	832	830	837	832	823	826	756	828	825	837	
17	External barrier	r	0.13 **	-0.02	-0.09 **	0.18 **	0.08 **	0.13 **	0.09 **	0.11 **	0.16 **	0.08 *	-0.09 **	-0.14 **	0.02	-0.118 **	0.44 **	0.38 **	1
		p	0.00	0.48	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.59	0.000	0.00	0.000	
		n	943	987	990	987	989	986	985	985	982	990	983	965	976	882	977	969	832

* The probability of error is less than 5%. ** The probability of error is less than or equal to 1%.

Supplementary Materials Manuskript IV

Supplementary Material

1 Supplementary Figures

<p>① Short prompt text for the activity break with reference to the picture, e.g., "How about you? Feel like some exercise? Enjoy the video!"</p>		
<p>② Links to three more Videos on YouTube with the headline "If you want, feel free to check here as well".</p>		
<p>③ Picture nudge of one of the three thematic focuses with ④ Video file to the activity break</p>		
<p>Physical activity (incl. anti-sitting)</p> <p><i>In English: Today's level of physical activity already met?</i></p>	<p>Recreational break</p> <p><i>In English: Well, does the head smoke? Then it's high time for a break!</i></p>	<p>Break in general</p> <p><i>In English: Break mode Are you in?</i></p>

Supplementary Figure 1. Structure of the daily nudge which participants of the intervention group (IG) received, based on picture examples from the three categories according to their thematic focuses.

<p>MS Teams folder and its first picture after joining the team</p> <p>Welcome to the team</p>	<p>An example of a daily nudge</p> <p><i>Did you know? Sitting is considered by health experts to be the new smoking. Enjoy the video! If necessary, you can also look here: https://...</i></p> <p><i>[Picture] From homo sapiens to homo sedens... Fewer sitting phases, more movement breaks. Your back will thank you!</i></p>
<p>Physical activity break video via MS Teams with an example clip of the introduction and an exercise</p> <p><i>Langes, ununterbrochenes Sitzen ist die Ursache für viele Erkrankungen des Muskelskelettsapparates. Im Schnitt weisen Studierende eine tägliche Sitzzeit von über 8 Stunden auf und liegen damit höher als Berufstätige.</i></p> <p><i>Long, uninterrupted sitting is the cause of many musculoskeletal disorders. On average, students spend more than 8 hours a day sitting, which is higher than for employees.</i></p>	<p><i>Oberkörper kontrolliert nach links und rechts neigen</i></p> <p><i>Tilt upper body to the left and right in a controlled manner</i></p>

Supplementary Figure 2. Example of the team folder, which participants of the intervention group (IG) have joined.

2 Supplementary Tables

Supplementary Table 1. Overview of the results of the binary logistic structural hierarchical model for the main analysis and the sensitivity analysis for the Baseline Model, Full Model, and Best Model.

Term		Baseline Model		Full Model		Best Model	
		with missings	with 27 imputation ¹	with missings	with 27 imputation ¹	with missings	with 27 imputation ¹
(Intercept)	β (std. error)	-0.04 (+/-0.45)	-0.01 (+/-0.38)	0.15 (+/-0.75)	0.21 (0.05)	0.04 (+/-0.54)	0.02 +/-0.39)
	<i>t</i>	-0.10	0.04	0.20	0.39	0.08	0.04
	<i>p</i>	0.92	0.99	0.84	0.700	0.94	0.96
	OR	0.06	0.99	1.17	1.23	1.04	1.19
1 Group	β (std. error)	0.74 (+/-0.72)	0.57 (+/-0.60)	0.75 (+/-0.90)	0.60 (0.15)	0.69 (+/-0.86)	0.53 (+/-0.62)
	<i>t</i>	1.02	0.95	0.83	0.93	0.81	0.86
	<i>p</i>	0.31	0.34	0.41	0.35	0.42	0.39
	OR	2.09	1.78	2.11	1.82	2.00	1.71
Level 2 2 Fulfillment of PA recommendations	β			0.25 (+/-0.90)	0.18 (0.07)		
	<i>t</i>			0.28	0.28		
	<i>p</i>			0.78	0.78		
	OR			1.28	1.20		
Level 2 3 Previous ESD participation	β			-0.10 (+/-1.21)	-0.25 (0.16)		
	<i>t</i>			-0.08	-0.32		
	<i>p</i>			0.94	0.75		
	OR			0.91	0.78		
Level 2 4 age ²	β			-0.25 (+/-0.43)	-0.10 (0.14)	-0.24 (+/-0.42)	-0.08 (+/-0.31)
	<i>t</i>			-0.58	-0.33	-0.58	-0.27
	<i>p</i>			0.56	0.74	0.57	0.79
	OR			0.78	0.90	0.79	0.92
Level 2 5 Daily home study hours ^{2 ***}	β			1.07 (+/-0.18)	0.75 (0.33)	1.1 (+/-0.18)	0.77 (+/-0.14)
	<i>t</i>			5.91	5.50	6.27	5.67
	<i>p</i>			3.34e-09 ***	5.94e-08 ***	3.66e-10 ***	2.87e-08 ***
	OR			2.93	2.11	3.03	2.16
Level 1 6 Daily PA total hours ²	β			-0.04 (+/-0.16)	-0.02 (0.20)		
	<i>t</i>			-0.26	-0.17		
	<i>p</i>			0.79	0.87		
	OR			0.96	0.98		
Level 1 7 Workday	β			-0.29 (+/-0.34)	-0.31 (0.02)		
	<i>t</i>			-0.86	-0.97		
	<i>p</i>			0.40	0.34		
	OR			0.75	0.73		

¹ The number of 27 imputation was calculated in R with the package `how_many_imputations` (`modelfit1`, `cv = .1`, `alpha = .01`). `Cv` and `alpha` arguments are optional and can be used to tweaked to control how conservative or anti-conservative the estimate is.

² These variables were z-transformed.

OR = odds ratio; PA = physical activity; ESD = exercise snack digital (name of the PA break videos)

Method of data imputation: As the dataset showed missing, the main analysis was run with the original datasets as well as with the imputed datasets to proof the effect of missing data (Supplementary Table 1). Therefore the missing data of the long format dataset with the z-

transformed variables were estimated using the method of multiple imputation within the statistical program R and the mice (multiple imputation by chained equations) packages (51). The pattern of missing data of the dataset was explored using the VIM-package (63) to ensure that no variable had more than 25 % missings (64). The dataset shows missing data from 0.5 to 0.12 %. In order to proof, how many imputations were needed, the package `howManyImputation` based on Hippel (2018) were used to calculate the number of imputations that are needed for a final analysis with desired level of replicability (52). It suggested 27 imputation. Metric data were imputed via predictive mean matching (pmm) whereas logistic regression imputation (logreg) was used for binary data. After that, the process of multiple imputation was computed by creating 27 datasets, across all of them, non-missing values are the same, but with different plausible values for missing values. The main analyses ran based on each of the 27 datasets and pooled the estimates together with the additional broom package (53) to get average regression coefficients and correct standard errors. Therefore, the `with-` and the `pool-`function of the mice package were used.

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich den Eigenanteil der zur Promotion eingereichten Arbeit mit dem Titel:

Das Beziehungsgeflecht von Gesundheit, Bildung und körperlicher Aktivität bei Studierenden - Erkenntnisse für die Bewegungsförderung von Studierenden zur Verbesserung ihrer Gesundheit und studiumsbezogenen Funktionsfähigkeit im Setting Universität

selbstständig verfasst, nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und wörtlich oder inhaltlich übernommene Stellen als solche gekennzeichnet habe. Ich versichere an Eides statt, dass diese Angaben wahr sind und dass ich nichts verschwiegen habe. Mir ist bekannt, dass die falsche Abgabe einer Versicherung an Eides statt mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft wird.

Datum:

Unterschrift: