

Belastungstrajektorie in der Studieneingangsphase Physik

Simon Z. Lahme*, Jasper O. Cirkel*, Larissa Hahn*, Pascal Klein*,
Ronja Langendorf* und Susanne Schneider*

* Georg-August Universität Göttingen, Didaktik der Physik, Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen
pascal.klein@uni-goettingen.de

Abstract

Die Studieneingangsphase Physik stellt Studierende vor vielfältige Herausforderungen. Eine Nichtpassung zwischen universitären Anforderungen und persönlichen Ressourcen kann zum Empfinden von Belastung führen. An der Universität Göttingen wurde daher während des ersten Studiensemesters auf wöchentlicher Basis die wahrgenommene Belastung der Studierenden mit dem Perceived Stress Questionnaire (Levenstein et al., 1993; im Deutschen validiert von Fliege et al., 2001) erfasst. Die resultierende „Belastungstrajektorie“ zeigt einen charakteristischen Verlauf mit einer hohen wahrgenommenen Belastung ab etwa der achten Vorlesungswoche bis zum Ende der Prüfungsphase. Die Daten geben Auskunft über die empfundene Beanspruchung seitens der Studierenden zu Beginn ihres Physikstudiums, sodass perspektivisch zielgerichtete Unterstützungsmaßnahmen und Weiterentwicklungen des Lehrangebots möglich werden. Neben der Vorstellung der Initiative und der ersten Ergebnisse wird in diesem Beitrag auch das verwendete Erhebungsinstrument (re-)validiert, da es bislang nicht in der Zielgruppe der Physikstudierenden eingesetzt wurde.

1. Motivation

Die Eingangsphase des Physikstudiums wird von vielen Studierenden als herausfordernd wahrgenommen. Objektiv zeigt sich dies in der selbst für naturwissenschaftliche Studiengänge hohen und in den letzten Jahren gestiegenen Abbruchquote von 49% für die Fächergruppe Physik/Geowissenschaften, wobei knapp die Hälfte der Abbrüche bereits innerhalb des ersten Studienjahres erfolgt (Heublein et al., 2017; Heublein, et al., 2020). Ursächlich hierfür sind besonders die inhaltlichen Leistungsanforderungen des Studiums (Albrecht, 2011; Heublein et al., 2017). Der (erfolgreiche) Übergang zwischen Schule und Hochschule kann daher als ein Transitionsprozess (Holmegaard et al., 2014) aufgefasst werden, der mit einer (gelingenden) akademischen Identitätsbildung durch (nicht) erfolgreiche Bewältigung der Anforderungen auf fachlicher Ebene, Metakognitionsebene und Sozialisierungsebene einhergeht (Bauer et al., 2019).

In der hochschul(-fach-)didaktischen Forschung wurden und werden daher eine Reihe von Innovationen implementiert, um Studierende bei der Bewältigung dieser Anforderungen zu unterstützen und Lehr-Lern-Prozesse im Studium zu optimieren. Hierzu zählen kompensatorisch wirkende, außerhalb der Pflichtlehre verortete Unterstützungsangebote, z. B. Lernzentren mit spezifischen Beratungs-, Lern- und Tutorienangeboten (Haak, 2017) oder mathematische Vorkurse/Propädeutika vor Studienbeginn (Bausch et al., 2014). Andere Ansätze sind curricular ausgerichtet, indem sie z. B. einen gestuften Kompetenzerwerb durch die transparente und konsequente Gestaltung von Übungsaufgaben auf verschiedenen Niveaustufen (Woitkowski, 2020) verfolgen, die Kohärenz der

Lehrveranstaltungen (Bauer et al., 2019) steigern, Scaffolding-Ansätze speziell für Lehramtsstudierende integrieren (Lüders et al., 2020) oder das Lernen mit multiplen Repräsentationen unterstützen (Klein et al., 2018). Weitere Ansätze adressieren die metakognitive Ebene, etwa durch die Förderung eines lernförderlichen Growth Mindsets statt eines hinderlichen Fixed Mindsets bezüglich eigener Entwicklungsperspektiven (Projekt GroMM; BMBF, 2021).

Ausgangspunkt solcher Ansätze sind oft konstrukt-fokussierte Analysen der Lern- und Entwicklungsprozesse der Studierenden. Diese können sich z. B. auf physikalische Problemlöseprozesse (Lahme et al., 2021), den Fachwissenserwerb (Woitkowski, 2015) oder den gestuften Erwerb experimenteller Kompetenzen im Sinne des Cognitive Apprenticeship (Bauer et al., 2018; Lüders et al., 2020) beziehen. Ein weiterer Ausgangspunkt, der von Schwedler (2017) bereits für das Chemiestudium verfolgt wurde, ist der Fokus auf das subjektive Stress- bzw. Belastungserleben und dessen Ursachen. Nach Albrecht (2011) wirkt sich die Wahrnehmung der Gesamtbelastung als Studienbedingung auf Studier- und Lernverhalten und damit auf Studienerfolg bzw. Studienabbruch aus.

Eine breit angelegte, quantitative Untersuchung des Belastungserlebens auf der Zeitskala des ersten Studienjahres erlaubt daher die Erfassung des charakteristischen Verlaufs der von den Studierenden wahrgenommenen Belastung zu Studienbeginn, um perspektivisch zielgerichtete Unterstützungsmaßnahmen und Weiterentwicklungen des Lehrangebots zu ermöglichen. Dieses Ziel wird an der Universität Göttingen für Studienanfänger:innen im Fach Physik im Rahmen der Initiative „Belastungstrajektorie“ verfolgt. In

diesem Beitrag wird in Kapitel 2 die Projektidee unter Bezug auf bisherige Studien zum Stress- und Belastungsempfinden bei Studierenden theoretisch gerahmt, um dann in Kapitel 3 und 4 das Untersuchungsdesign und die konkrete Umsetzung der Datenerhebung im Wintersemester 20/21 vorzustellen. In Kapitel 5 werden die Validität des genutzten Instruments, dem Perceived Stress Questionnaire (PSQ) (Levenstein et al., 1993; dt. Fliege et al., 2001), diskutiert und die Ergebnisse für das erste Studiensemester berichtet. In Kapitel 6 werden neben einer Zusammenfassung abschließend die nächsten geplanten Schritte in der Forschungsinitiative skizziert.

2. Hintergrund und Forschungsfragen

Bezüglich des Belastungsempfindens bei Studierenden gibt es keine einheitliche Definition oder Begriffsverwendung. Viele Arbeiten orientieren sich an Theorien und Begriffen rund um Stress und Stresserleben (Schwedler, 2017; Ortenburger, 2017), Burnout (Vogelsang, 2021), Beanspruchung (Schwedler, 2017) oder Belastung/Belastetheit (Fliege et al., 2001). Dabei nutzen viele Autor:innen diese Begriffe synonym (Fliege et al., 2001; Ortenburger, 2017; Schwedler, 2017). Vogelsang (2017) schreibt diesbezüglich: „Alle Modelle betrachten Belastungserleben als Interaktion zwischen Person und Umwelt [...]. Sie unterscheiden sich darin, ob sie den Fokus stärker auf personale oder situationale Einflussfaktoren legen, sowie darin, welche Aspekte des Belastungserlebens genauer betrachtet werden“ (S. 266).

In dieser Arbeit wird der Begriff Belastung verwendet, wie ihn Fliege et al. (2001) in der deutschen Variante des Perceived Stress Questionnaire (PSQ) nutzen. Dieses Instrument geht auf Levenstein et al. (1993) zurück, die damit den „stress on the course of disease“ (S. 19) erheben wollten und dazu „as its starting point the impressions of experienced clinicians and of patients with chronic relapsing diseases regarding the life situations that actually trigger symptoms“ (S. 20) wählten. Die Items sollten „applicable to adults of any age, sex, occupation, or stage of life, though interpretable as specific to a variety of real-life situations“ (S.20) sein. Das Instrument ist daher prinzipiell auch jenseits medizinischer Kontexte für die Erfassung der momentan wahrgenommenen Belastung (im Sinne der Reaktionen, nicht der Quellen der Belastung; Fliege et al., 2001) geeignet.

Das Konstrukt der von Studierenden subjektiv wahrgenommenen Belastung bzw. des Stresserlebens ist bereits Gegenstand hochschuldidaktischer Forschung. Auf einer eher allgemein-hochschuldidaktischen Ebene hat Ortenburger (2017) gezeigt, dass sich 59% der Studierenden innerhalb einer spezifischen Woche (sehr) oft gestresst und nervös fühlten und 31% der Studierenden im gleichen Zeitraum sogar (sehr) oft das Gefühl hatten, wichtige Dinge ihres Lebens nicht selbst kontrollieren zu können. Das Belastungsempfinden ist gemäß ihren Untersuchungen

unabhängig von dem Studienfach oder der Hochschulform (Fachhochschule vs. Universität); hingegen empfinden Frauen eine stärkere Belastung bzw. einen höheren Kontrollverlust als Männer. Laut Ortenburger (2017) verbinden Studierende ihr Belastungs- und Stressempfinden vor allem mit Zeitnot, Leistungsdruck, Zukunftsangst und Überforderung, wobei konsistent die letzteren beiden Assoziationen häufiger von Frauen geäußert werden. Das Stress- und Belastungsempfinden nimmt mit höherem Studiensemester zu, da sich „Studierende in höheren Semestern [...] häufiger von kritischen Lebensereignissen betroffen [fühlen] und seltener in der Lage [sehen], diese Krisen aus eigener Kraft zu lösen bzw. ihr Leben entsprechend zu steuern“ (S. 16f.).

Eine domänenspezifischere Betrachtung des Belastungserlebens erfolgte bereits für Studierende des Lehramts (Vogelsang, 2021), in Chemie (Schwedler, 2017) und randständig auch in Physik (Albrecht, 2011). Während für Lehramtsstudierende innerhalb der Studienphasen bislang wenige Erkenntnisse vorliegen, ist nach Vogelsang (2021) das Belastungsempfinden von Lehramtsstudierenden in studienbezogenen Praxisphasen (Schulpraktikum, Praxissemester) bereits gut untersucht. So führen etwa die Vorbereitung eigenen Unterrichts unter Zeitdruck und die Anfahrt zur Ausbildungsschule zu einer hohen emotionalen Erschöpfung (Vogelsang, 2021). Für Chemiestudierende zeigte Schwedler (2017), dass sich mithilfe eines Kurzfragebogens auf Basis der selbsteingeschätzten Fehlbeanspruchung, aufgefasst als fehlende Passung zwischen Anforderungen und individuellen Fähigkeiten und Ressourcen, eine Typisierung danach vornehmen lässt, wie bedrohlich/gefährdend das Belastungserleben ist. Darüber hinaus konnte Schwedler (2017) zeigen, dass eine Vielzahl an Belastungsquellen fachspezifisch ist, im Studienfach Chemie z. B. die mathematischen Inhalte oder der erforderliche Zeitaufwand für Laborpraktika. Albrecht (2011) zeigte außerdem ohne nähere Aufschlüsselung der Belastung(-quellen), dass Physik-B.Sc.- und Physik-Lehramtsstudierende im ersten Fachsemester eine vergleichbare, insgesamt hohe Gesamtbelastung wahrnehmen. Anders als nach Ortenburger (2017) reduziert sich nach Albrecht (2011) im Fach Physik die Gesamtbelastung mit höherem Semester durch „Anpassung der Studierenden an die Studienanforderungen des Studienfaches sowie die Modifikationen ihres Studier- und Lernverhaltens im Laufe des ersten Studienjahres“ (S. 95).

Insgesamt zeigen diesen Vorarbeiten, wie wichtig fachspezifische Untersuchungen des Belastungserlebens in der Studieneingangsphase sind. Insbesondere für das Fach Physik bedarf es noch einer kontinuierlichen, zeitlich hoch aufgelösten Analyse der wahrgenommenen Belastung und ihrer Quellen. Daher soll im Zuge der Forschungsinitiative „Belastungstrajektorie“ über den Verlauf der Studieneingangsphase hinweg aufgelöst auf der Ebene einzelner Wochen die

von Physikstudierenden wahrgenommene (momentane) Belastung und deren Ursachen/Quellen erfasst werden. Diese Analyse erlaubt perspektivisch die Integration zielgerichteter Präventions- und Unterstützungsmaßnahmen in die Hochschullehre, um hohen, Studienerfolg gefährdenden Belastungen zu Studienbeginn entgegenzuwirken. Diesbezüglich sollen folgende Forschungsfragen (in diesem Beitrag nur die erste) beantwortet werden:

F1: Wie hoch ist die momentan subjektiv wahrgenommene Belastung von Studierenden im Verlauf der Studieneingangsphase Physik?

F2: Welche Belastungsquellen nennen Studierende der Studieneingangsphase Physik?

F3: Inwieweit lassen sich Typen von Studierenden mit spezifischen Belastungsprofilen (a) identifizieren und (b) gezielt unterstützen?

3. Untersuchungsdesign und -instrument

Zur Beantwortung der formulierten Forschungsfragen wird die von den Studierenden empfundene Belastung mithilfe eines dreiteiligen Fragebogens erfasst: Der erste Teil dient mit Blick auf Forschungsfrage 1 der Messung der momentan subjektiv von den Studierenden wahrgenommenen Belastung. Hierzu wird der Perceived Stress Questionnaire (PSQ) von Levenstein et al. (1993) in seiner bereits publizierten deutschsprachigen Version von Fliege et al. (2001) eingesetzt, welcher ursprünglich zur Messung des Stresserlebens bei gastroenterologischen Patient:innen entwickelt, aber im Rahmen der deutschsprachigen Validierung auch bei psychosomatischen Patient:innen, Müttern nach komplikationsloser Geburt oder Fehlgeburt sowie zu Beginn einer Lehrveranstaltung für Medizinstudierende eingesetzt wurde. Das aus der Patient:innenforschung stammende Instrument besteht aus vier Skalen (Sorge, Anspannung, Anforderungen und Freude) mit je fünf, teils invertierten Items, die auf einer sechsstufigen Likert-Skala (1 = fast nie bis 6 = meistens) geratet werden. Aus den vier Skalen lässt sich ein Gesamtscore (wahrgenommene Gesamtbelastung) bestimmen. Dazu werden die Items aus den Skalen Sorge, Anspannung und Anforderungen als stressbegünstigend und die 5 Items aus der Skala Freude als stressreduzierend aufgefasst. Gemäß Instrumentenkonstruktion werden die Ratings der stressbegünstigenden Items zu den invertierten Werten (7 – Ratingwert) der Ratings der stressreduzierenden Items addiert, durch $(20 - 1) \cdot 5$ dividiert und mit 100 multipliziert. Der Gesamtscore beschreibt die von den Studierenden wahrgenommene Gesamtbelastung auf einer Skala von 0 (minimal angebbare) bis 100 (maximal angebbare Belastung).

Im zweiten Teil nennen die Studierenden mit Blick auf Forschungsfrage 1, wie viele Stunden sie in den vergangenen sieben Tagen seit letztem Erhebungszeitpunkt ihrer Einschätzung nach für ihr Studium aufgewendet haben. Zu diesem frei geschätzten Workload sollen explizit nicht nur die Teilnahme an Lehrveranstaltungen, sondern etwa auch die individuelle

Vor- und Nachbereitung gezählt werden. Im dritten Teil des Fragebogens werden die Studierenden mit Blick auf Forschungsfrage 2 in einem Freitextfeld stichwortartig nach den drei für sie persönlich relevantesten Quellen ihrer Belastung befragt.

Eine Zusammenführung und Analyse sämtlicher Daten wird dann eine Antwort auf Forschungsfrage 3 ermöglichen. Ein Auszug aus dem Erhebungsinstrument mit Beispielimens ist in Abb. 1 zu finden.

- **Beispiel Sorgen:** Sie haben Angst vor der Zukunft.
- **Beispiel Anspannung:** Sie fühlen sich mental erschöpft.
- **Beispiel Anforderungen:** Sie haben das Gefühl, dass zu viele Forderungen an Sie gestellt werden.
- **Beispiel Freude:** Sie haben das Gefühl, Dinge zu tun, die Sie wirklich mögen.
- **Workload:** Schätzen Sie den zeitlichen Aufwand, den Sie innerhalb der letzten Woche (seit Mittwoch) für Ihr Studium insgesamt aufgewendet haben (Vorlesung, Übung, Selbststudium etc.): _____ Stunden.
- **Belastungsquellen:** Geben Sie bis zu drei Ursachen an, die gerade eine Belastung erzeugen (die stärkste Belastung zuerst):
1. _____
2. _____ 3. _____

Abb. 1: Kommentierter Auszug aus dem Erhebungsinstrument für die wahrgenommene wöchentliche Belastung.

Darüber hinaus wurde zu Semesterbeginn einmalig in der ersten Vorlesungswoche auch ein Kurzfragebogen zur Erhebung demographischer Angaben der Proband:innen eingesetzt. Bestandteil dieses Fragebogens sind das Geschlecht (m, w, d, k.A.), der Studiengang (B.Sc. Physik, 2-Fächer-B.A. Profil Lehramt mit Fach Physik für Gymnasien, Sonstiges), das Fachsemester (1./Nicht 1. Fachsemester), die Anzahl der im Semester besuchten Lehrveranstaltungen, die explizite Teilnahme an den typischen Grundlagenvorlesungen für das erste Fachsemester, die Selbsteinschätzung der Leistungen in Physik und Mathematik sowie die Abiturdurchschnittsnote.

4. Datenerhebung und Stichprobe

Die Datenerhebung erfolgte im Wintersemester 2021/2022 auf wöchentlicher Basis (i. d. R. mittwochs), beginnend mit dem mathematischen Vorkurs für Physiker:innen drei Wochen vor offiziellem Vorlesungsbeginn. Abb. 2 zeigt, dass im Rahmen dieses Vorkurses, in der Orientierungsphase in der Woche vor Vorlesungsbeginn, der Grundlagenvorlesung Rechenmethoden der Physik, der Prüfungsphase und der vorlesungsfreien Zeit danach (hier und in den Weihnachtsferien teils nur im Zweiwochentakt) insgesamt 23 Messzeitpunkte realisiert wurden. Die Teilnahme erfolgte freiwillig, anonym und sofern möglich während der Vorlesung. Dabei wurden beide Fragebögen (Belastungsinstrument & demographische Angaben) sowohl in Papierform als auch als in LimeSurvey implementierte Online-Umfrage eingesetzt, um der Covid-19-bedingten Hybridlehre Rechnung zu tragen



Abb. 2: Übersicht über die 23 Messzeitpunkte (MZP), zu denen die wahrgenommene Belastung der Physikstudierenden im ersten Studiensemester erfasst wurde.

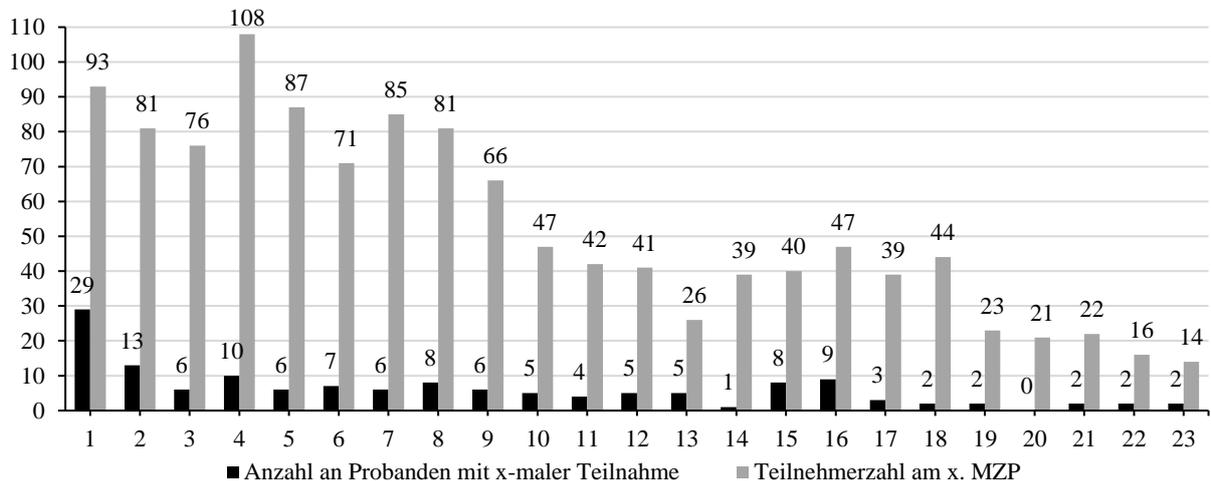


Abb. 3: Proband:innenzahl, die x-mal an den 23 Messzeitpunkten (schwarz) bzw. am x-ten Messzeitpunkt (grau) teilnahmen.

und eine Datenerhebung auch in der vorlesungsfreien Zeit zu realisieren. Die Online-Teilnahme war auch noch ein paar Tage später in der jeweiligen Woche nach der Erhebung in der Vorlesung möglich. Sämtliche Daten wurden pseudonymisiert mithilfe eines persönlichen Codes erfasst, was eine proband:innenbezogene Verknüpfung der Daten sämtlicher Erhebungszeitpunkte erlaubt. Insgesamt konnten nach Matching aufgrund offensichtlicher Fehler in der Codeangabe 145 verschiedene Codes registriert werden. Die Verteilung, wie oft die einzelnen Personen an den 23 Erhebungszeitpunkten insgesamt und wie viele Personen am jeweiligen Erhebungszeitpunkten teilgenommen haben, ist in Abb. 3 dargestellt.

Die Zusammensetzung der Stichprobe ist im Wesentlichen durch den Hörer:innenkreis der Vorlesung Rechenmethoden der Physik bestimmt, welche laut Modulordnung im Wesentlichen von Physik-B.Sc.- und Physik-Lehramtsstudierenden im ersten Studiensemester besucht wird. Parallel hören diese Studierenden gemeinsam Experimentalphysik I (Mechanik). In Tab. 1 findet sich eine nähere Charakterisierung der Stichprobe anhand der Anmeldungen zur Lehrveranstaltung Rechenmethoden der Physik (Grundgesamtheit) und den demographischen Angaben im Fragebogen in der ersten Vorlesungswoche. Demnach ist die Stichprobe hinsichtlich des Studiengangs, Semesters und Geschlechts hinreichend repräsentativ. Der Großteil der Proband:innen (90%) befindet sich im ersten Semester. Die Studierenden höheren Semesters werden dennoch in die Auswertung mit einbezogen,

da auch unter den Proband:innen ohne demographische Angaben Studierende höheren Semesters sein können. Durch 23-fachen Einsatz des Erhebungsinstruments bei bis zu 145 Studierenden wurden 1148 Belastungsmessungen, 1109 Workloadangaben und 950 frei formulierte Belastungsquellen erfasst.

	G	Stichprobe
Teilnehmendenzahl	187	107
→ 1. Fachsemester	130	97
→ Physik B.Sc.	119	83
→ Physik B.A. Lehramt	42	18
→ auch in Physik I		100
→ weiblich	~40	25
→ divers/k.A.		3

Tab. 1: Demographische Angaben von 107 der insgesamt 145 Probanden, die den Fragebogen in der ersten Vorlesungswoche ausfüllten, in Relation zur Grundgesamtheit G der Studierenden in Rechenmethoden der Physik.

5. Ergebnisse und Diskussion

Der umfassende Datensatz erlaubt eine (erneute) Validierung des eingesetzten Instruments hinsichtlich dessen Eignung für die Messung der von Studierenden empfundenen Belastung, da das Instrument primär nicht für hochschulfachdidaktische Forschung konzipiert wurde. Die Analyse erfolgt unter Rückbezug auf Ergebnisse von Fliege et al. (2001) in Abschnitt 5.1. Im Anschluss wird die Belastungstrajektorie, d. h. die von den Studierenden empfundene Belastung im Verlauf des ersten Studiensemesters, auch

in Bezug zum geschätzten Workload beschrieben und diskutiert, was Forschungsfrage 1 beantwortet.

5.1 Validierung des Erhebungsinstruments

Mit Blick auf eine Verstärkung der Datenerhebung mit dem Perceived Stress Questionnaire (PSQ) und dessen primären Einsatzzweck soll an dieser Stelle basierend auf dem breiten Datensatz eine erneute Validierung des Erhebungsinstruments inklusive Rückbezug auf die Validierung von Fliege et al. (2001) erfolgen. Hierzu werden die interne Konsistenz (Reliabilität) der vier Skalen, die Trennschärfe dieser vier Skalen und ihre Eignung für die Beschreibung einer Gesamtbelastung untersucht. Für die interne Konsistenz werden die Cronbachs Alphas der vier Skalen über den gesamten Datensatz (alle Probanden und alle Erhebungszeitpunkte) bestimmt. Tab. 2 stellt diese den Referenzwerten von Fliege et al. (2001) gegenüber. Es zeigt sich, dass für alle vier Skalen und die Gesamtbelastung die Cronbachs Alphas bei über .80 und gleichzeitig in der Größenordnung von Fliege et al. liegen, diese teils sogar übertreffen. Damit können diese Skalen als reliabel eingeschätzt werden.

PSQ-Skalen	Physik Gö (N = 1148)	Medizin Fliege et al. (N = 246)	Gesamt Fliege et al. (N = 650)
Sorgen	.89	.76	.86
Anspannung	.85	.83	.84
Freude	.81	.82	.85
Anforderungen	.89	.81	.80
Gesamtbelastung	.95	.83	.85

Tab. 2: Prüfung der internen Konsistenz der Skalen durch Vergleich der Cronbachs Alphas für die Göttinger Physikstudierenden mit den Referenzgruppen Medizinstudierende und Gesamtstichprobe bei Fliege et al. (2001).

Für die Trennschärfe der Skalen und ihre Eignung zur Beschreibung der Gesamtbelastung werden nach Bakdash und Marusich (2017) über den gesamten Datensatz paarweise repeated measure correlations zwischen den vier Skalen und dem Gesamtscore bestimmt. Die repeated measure correlations tragen der Tatsache Rechnung, dass die Proband:innen in den 23 Messzeitpunkten mehrfach teilgenommen haben. Tab. 3 stellt diese den Werten von Fliege et al. (2001) gegenüber. Es zeigt sich auch hier, dass es zwischen den vier Skalen eine Schnittmenge gibt (Korrelationen betraglich zwischen .36 und .77) und sich die Skala Freude erwartungsgemäß invers zu den Skalen

	Gesamtbelastung		Anforderungen		Freude		Anspannung	
	Gö	Fliege et al.	Gö	Fliege et al.	Gö	Fliege et al.	Gö	Fliege et al.
Sorgen	.89	.89	.74	.44	-.70	-.71	.73	.72
Anspannung	.91	.87	.78	.54	-.72	-.72		
Freude	-.83	-.82	-.59	-.36				
Anforderungen	.90	.67						

Tab. 3: Repeated measure correlations zwischen den vier Skalen und der Gesamtbelastung für die Stichprobe im Vergleich zu den Referenzwerten von Fliege et al. (2001, gerundet). Alle Korrelationen sind für Göttingen auf dem 0,1%, bei Fliege et al. auf 1%-Niveau signifikant. (Anzahl Beobachtungen: Göttingen N = 1148, Referenz N = 246).

Sorgen, Anspannung und Anforderungen verhält. Die hohen Korrelationen von betraglich .82 bis .90 zwischen den vier Skalen und der Gesamtbelastung zeigt zudem, dass alle vier Skalen zum Konstrukt Gesamtbelastung gehören. Sämtliche Korrelationen liegen dabei in einer vergleichbaren Größenordnung mit den Ergebnissen von Fliege et al. übertreffen diese sogar oft. Insgesamt kann die Validität und Reliabilität des Instruments auch für wiederholende Messungen der wahrgenommenen Belastung bei (Physik-)Studierenden in der Studieneingangsphase gefolgert werden.

5.2 Belastungstrajektorie

Mit Blick auf Forschungsfrage 1 zeigt Abb. 4 die Belastungstrajektorie der Physikstudierenden im ersten Semester. Dabei wird je Messzeitpunkt die von den jeweils teilgenommenen Proband:innen angegebene Gesamtbelastung als Boxplot dargestellt. Es zeigt sich, dass bei weitgehend ähnlicher Streuung (vgl. Breite der Boxen und Länge der Whisker) die Gesamtbelastung der Studierenden im zeitlichen Verlauf des Semesters variiert. Zu einzelnen Messzeitpunkten wird die Skala des Instruments nahezu vollständig ausgeschöpft, d. h. es werden tatsächlich Gesamtbelastungen von 0 (z. B. MZP 3) und 100 (z. B. MZP 5) berichtet. Während der Median der Gesamtbelastung im Vorkurs und in der Orientierungsphase bei einem Wert um 35 (entspricht ca. 1/3 der maximal angebbaren Belastung) liegt, steigt dieser im Laufe der ersten Semesterwochen kontinuierlich an und erreicht ab Semesterwoche 8 ein Plateau mit leichten Schwankungen von ±4 um 62 (entspricht ca. 2/3 der maximal angebbaren Belastung). Dieses Plateau wird während der Vorlesungszeit nur einmal zum Messzeitpunkt 13 (Weihnachtsferien) mit einem Median von 43 verlassen. Erst nach Vorlesungsende und Abschluss der letzten Prüfungen sinkt die wahrgenommene Gesamtbelastung wieder deutlich und erreicht zum 21. Messzeitpunkt einen Median von 17, unterschreitet somit sogar das Ausgangsniveau vor Vorlesungsbeginn. Die Studierenden nehmen also bereits nach wenigen Vorlesungswochen konsistent zur in Abschnitt 2 zitierten Literatur eine hohe Belastung wahr, von der sie sich in den Weihnachtsferien nur kurz erholen können und die erst abnimmt, wenn die universitären Anforderungen weitgehend entfallen.

Abb. 5 zeigt, dass während der Vorlesungszeit die Skala Anforderungen das Belastungsempfinden dominiert (Median stets über dem der anderen Skalen), während die Skalen Sorge und Anspannung die Gesamtbelastung vergleichbar moderieren. Die Skala

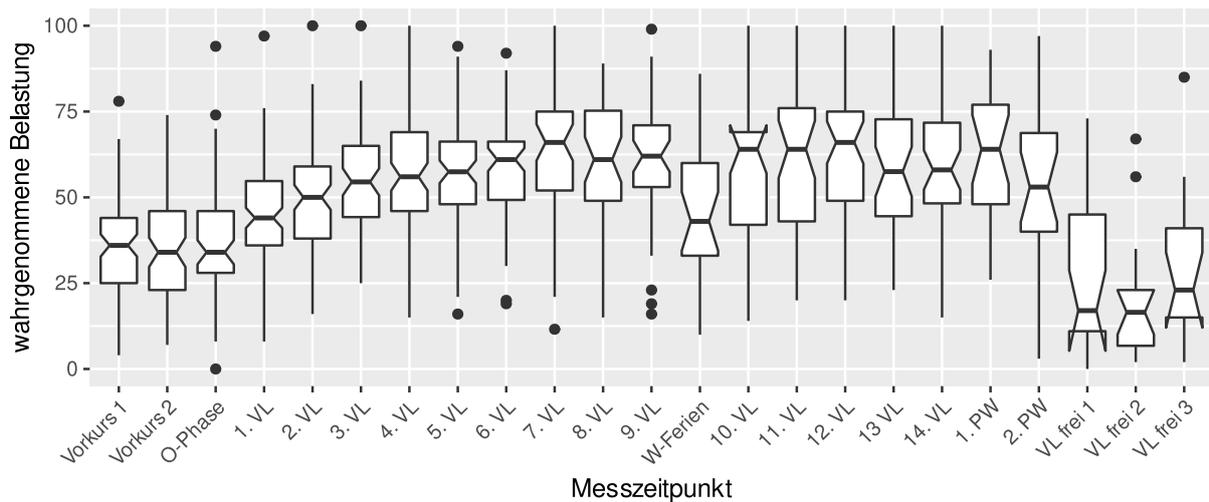


Abb. 4: Belastungstrajektorie des ersten Studienseesters, d.h. die von den Physikstudierenden zu dem jeweiligen Messzeitpunkt wahrgenommene Gesamtbelastung (dargestellt als Boxplot) über den Verlauf des ersten Studienseesters.

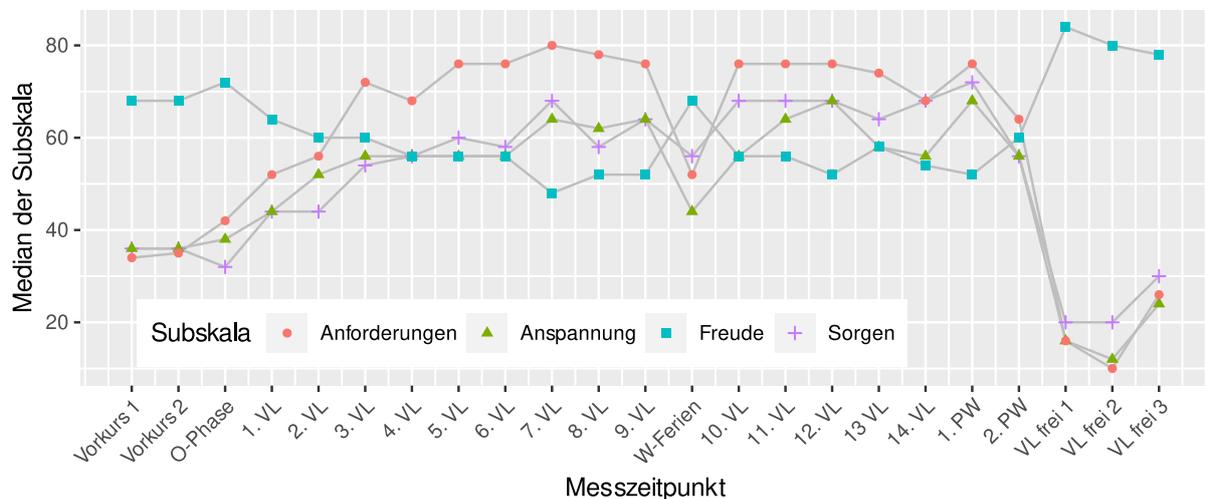


Abb. 5: Mediane der vier Skalen der Gesamtbelastung (Anforderungen, Anspannung, Freude und Sorgen) je Messzeitpunkt.

Freude verläuft erwartungsgemäß invers, d. h. während der Vorlesungszeit geht die anfängliche Freude zurück, nimmt aber zu Weihnachten wieder zu und übersteigt nach den Prüfungen sogar den Wert aus dem Vorkurs, wohingegen Anforderungen, Anspannung und Sorge nach den Prüfungen abfallen. Der leichte Anstieg in den letzten zwei Messzeitpunkten ist auf die zweite Prüfungsphase und die Teilnahme am obligatorischen Programmierkurs zurückzuführen. Insgesamt verläuft die Belastungstrajektorie ehrwartungskonform (hohe Gesamtbelastung in der Vorlesungs- und Prüfungszeit; niedrige Gesamtbelastung und Anforderungen, aber hohe Freude zu Weihnachten und in der vorlesungsfreien Zeit). Folglich ist das Instrument änderungssensitiv, was zusätzlich für dessen Validität spricht.

5.3 Workload

Neben der wahrgenommenen (Gesamt-)Belastung haben die Probanden je Messzeitpunkt auch den selbst eingeschätzten Workload für das Studium der jeweils zurückliegenden Woche angegeben. Abb. 6 zeigt mit Boxplots den zeitabhängigen Verlauf des Zeitaufwands für das Studium im ersten Semester.

Die Mediane zeigen, dass im Vorkurs ein Zeitaufwand etwas über 20 h erfolgt, der in der Orientierungsphase mit 7 h noch einmal unterschritten wird. Mit Semesterbeginn steigt der Workload von einem Median von 20 h ähnlich wie die wahrgenommene Gesamtbelastung deutlich an, bis auch hier ab etwa Messzeitpunkt 6 ein Plateau mit einem Median von (knapp über) 50 h erreicht wird. Eine Entspannung kann auch hier nur in den Weihnachtsferien auf im Median 24 h verzeichnet werden, ansonsten sinkt der Workload erst nach der Prüfungszeit wieder auf das Ausgangsniveau mit einem Median von unter 20 h herab. Zu erkennen ist, dass der eingeschätzte Workload und die wahrgenommene Gesamtbelastung auf Kohortenebene simultan verlaufen. Es ergibt sich eine signifikante, positive repeated measure correlation zwischen dem selbsteingeschätzten Workload und der Gesamtbelastung von $r_{rm}(968) = 0.67$, CI 99% [0.62, 0.71], $p < .001$. Am stärksten spiegelt sich der Workload in der Skala Anforderungen: Deren repeated measure correlation zum Workload beträgt $r_{rm}(968) = 0.71$, CI 99% [0.67, 0.75], $p < .001$. Dies ist ein weiterer Indikator dafür, dass das Instrument

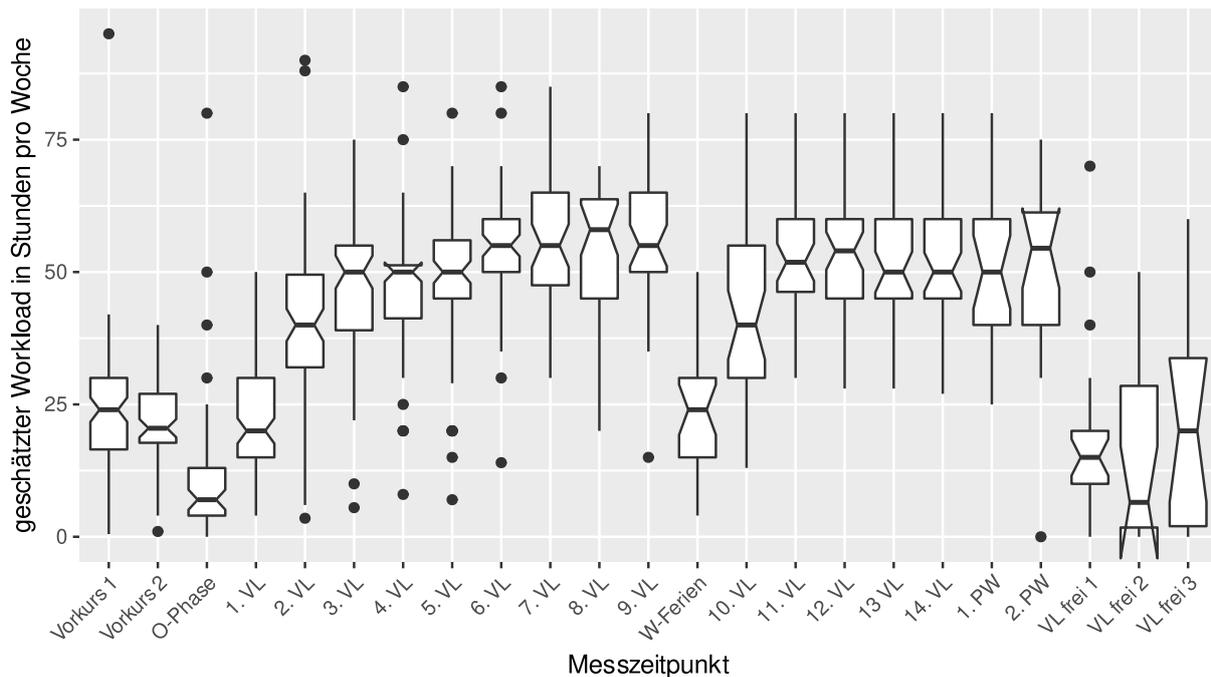


Abb. 6: Geschätzter universitärer Workload (in h) der zurückliegenden Woche je Messzeitpunkt, dargestellt als Boxplots.

tatsächlich die Belastung der Studierenden misst (konvergente Validität).

6. Fazit und Ausblick

Die Studieneingangsphase Physik erzeugt bei Studierenden ein charakteristisches Belastungsprofil. Die empfundene Belastung steigt zu Studienbeginn schnell an und erreicht dann nach etwa sechs bis acht Semesterwochen ein Plateau auf hohem Niveau. Erholung tritt nur in den Weihnachtsferien und nach Ende der Prüfungsphase auf. Die empfundene Belastung ist dabei deutlich mit dem selbsteingeschätzten momentanen Workload korreliert, der in der Hauptphase der Vorlesungszeit mit über 50 Wochenstunden über dem Zeitäquivalent einer Vollzeitbeschäftigung liegt. Das von Levenstein et al. (1993) bzw. Fliege et al. (2001) aus der Patient:innenforschung übernommene Erhebungsinstrument hat sich dabei als reliabel und valide, also für die zeitabhängige Messung der von Studierenden wahrgenommenen Belastung als geeignet herausgestellt. Nächste Schritte sind nun auf Ebene der Kohorte eine qualitative Inhaltsanalyse der angegebenen Belastungsquellen (Forschungsfrage 2) und auf Ebene der einzelnen Proband:innen eine Analyse der individuellen Belastungstrajektorien. Dadurch sollen unter Einbezug der erhobenen demographischen Angaben induktiv im Rahmen einer qualitativen Analyse und im Zuge einer Clusteranalyse Typen von Studierenden mit spezifischen Belastungstrajektorien und –quellen identifiziert werden (Forschungsfrage 3). Diese Typenbildung erleichtert perspektivisch die Diagnose von gefährdeten Studierenden sowie die Diskussion und Implementation zielgerichteter Unterstützungsmaßnahmen für die Studieneingangsphase, um präventiv hohen Belastungen entgegenzuwirken. Entsprechende Maßnahmen

können z. B. die Steigerung der Resilienz (Hofmann et al., 2021), die Förderung eines Growth Mindsets (Projekt GroMM; BMBF, 2021) oder eine Reflexion des persönlichen Belastungsempfinden mithilfe der in dieser Arbeit geschaffenen Referenzwerte umfassen. Um noch weiteren Einblick in das Belastungsempfinden in der Studieneingangsphase Physik zu gewinnen, wird parallel die Datenerhebung bei der gleichen Kohorte im zweiten Studiensemester (Sommersemester 22) fortgesetzt.

7. Literatur

- Albrecht, A. (2011). *Längsschnittstudie zur Identifikation von Risikofaktoren für einen erfolgreichen Studieneinstieg in das Fach Physik* [Dissertation, Freie Universität Berlin]. REFUBIUM – Repository der Freien Universität Berlin. <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/4415>
- Bakdash, J. Z. & Marusich, L. R. (2017). Repeated Measures Correlation. *Frontiers in Psychology*, 8, Artikel 456. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00456>
- Bauer, A., Lahme, S., Woitkowski, D. & Reinhold, P. (2019). PSΦ: Forschungsprogramm zur Studieneingangsphase im Physikstudium. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG Frühjahrstagung - Aachen 2019*, 53–60. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/download/934/1061>
- Bauer, A. & Sacher, M. (2018). Kompetenzorientierte, universitäre Laborpraktika - Das Paderborner Physik Praktikum (3P). *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung - Würzburg 2018*, 65-72. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/876>

- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R. K., Koepf, W., Schreiber, S. & Wasong, T. (Hrsg.). (2013). *Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven*. Springer Spektrum.
- BMBF (2021). *GroMM: Growing MINT Mindsets*. <https://wihofb.bmbfcluster.de/de/gromm-3834.php>
- Fliege, H., Rose, M., Arck, P., Levenstein, S. & Klapp, B. F. (2001). Validierung des "Perceived Stress Questionnaire" (PSQ) an einer deutschen Stichprobe. *Diagnostica*, 47(3), 142–152. <https://doi.org/10.1026/0012-1924.47.3.142>
- Haak, I. (2017). *Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase*. Logos.
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017). *Zwischen Studierwartungen und Studienwirksamkeit: Ursachendes Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen*. Forum Hochschule 1|2017. Hannover. https://www.dzhw.eu/pdf/pub_fh/fh-201701.pdf
- Heublein, U., Richter, J. & Schmelzer, R. (2020). *Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland*. DZHW Brief 3|2020. Hannover. DZHW. https://doi.org/10.34878/2020.03.dzhw_brief
- Hofmann, Y. E., Müller-Hotop, R., Högl, M., Datzler, D. & Razinskas, S. (2021). *Resilienz stärken: Interventionsmöglichkeiten für Hochschulen zur Förderung der akademischen Resilienz ihrer Studierenden: Ein Leitfaden*. IHF Forschungsbericht, 2. München. Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-75774-1>
- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M. & Ulriksen, L. (2014). A journey of negotiation and belonging: understanding students' transitions to science and engineering in higher education. *Cultural Studies of Science Education*, 9(3), 755–786. <https://doi.org/10.1007/s11422-013-9542-3>
- Klein, P., Kuhn, J. & Müller, A. (2018). Förderung von Repräsentationskompetenz und Experimentbezug in den vorlesungsbegleitenden Übungen zur Experimentalphysik: Empirische Untersuchung eines videobasierten Aufgabenformates. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 17–34. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0070-2>
- Lahme, S., Bauer, A. & Reinhold, P. (2021). Ansätze zur Diagnose und Förderung von Problemlösefähigkeiten in der Studieneingangsphase Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG Frühjahrstagung - virtuell 2021*, 127–134. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/download/1125/1214>
- Levenstein, S., Prantero, C., Varvo, V., Scibanano, M. L., Berto, E., Luzi, C. & Andreoli, A. (1993). Development of the perceived stress questionnaire: A new tool for psychosomatic research. *Journal of Psychosomatic Research*, 37(1), 19–32. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(93\)90120-5](https://doi.org/10.1016/0022-3999(93)90120-5)
- Lüders, C., Joußen, N. & Heinke, H. (2020). Unterstützungsmöglichkeiten in der Studieneingangsphase im lehramtsbezogenen Bachelorstudiengang Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG Frühjahrstagung - Bonn 2020*, 257–262. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/download/1078/1168>
- Ortenburger, A. (2013). *Beratung von Bachelorstudierenden in Studium und Alltag: Ergebnisse einer HISBUS-Befragung zu Schwierigkeiten und Problemlagen von Studierenden - Berichtsband - und zur Wahrnehmung, Nutzung und Bewertung von Beratungsangeboten*. HIS: Forum Hochschule 3|2013. Hannover. https://www.dzhw.eu/pdf/pub_fh/fh-201303.pdf
- Schwedler, S. (2017). Was überfordert Chemiestudierende zu Studienbeginn? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 165–179. <https://doi.org/10.1007/s40573-017-0064-5>
- Vogelsang, C. (2021). Wie belastend war das Corona-Semester? Belastungserleben Lehramtsstudierender im Praxissemester während COVID-19-bedingter Schulschließungen im Frühjahr 2020. *Herausforderung Lehrer*innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion (HLZ)*, 4(1), 265–288. <https://doi.org/10.11576/HLZ-4376>
- Woitkowski, D. (2015). *Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung: Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*. Logos.
- Woitkowski, D. (2020). Komplexitätsgestaffelte Übungsaufgaben zur Unterstützung im ersten Semester Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG Frühjahrstagung - Bonn 2020*, 85–90. <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/download/1037/1132>

Author contributions¹

Jasper O. Cirkel: Data Curation (equal); Formal Analysis (lead); Validation; Visualization (equal); Writing – Review & Editing (equal). **Larissa Hahn:** Data Curation (equal); Formal Analysis (supporting); Investigation (equal); Visualization (equal); Writing – Review & Editing (equal). **Pascal Klein:** Conceptualization; Methodology; Supervision; Writing – Review & Editing (equal). **Simon Z. Lahme:** Data Curation (equal); Formal Analysis (supporting); Investigation (equal); Visualization (equal); Writing – Original Draft Preparation; Writing – Review & Editing (equal). **Ronja Langendorf:** Data Curation (equal); Formal Analysis (supporting); Investigation (equal); Writing – Review & Editing (equal). **Susanne Schneider:** Writing – Review & Editing (equal).

¹ According to CREDIT (CRediT Contributor Roles Taxonomy), <https://credit.niso.org/>