

Was bewirkt die Pflichtabgabe von Übungsaufgaben in der Hochschulmathematik? – Ein empirischer Vergleich

REGULA KRAPF, BONN; MICHAEL LIEBENDÖRFER, PADERBORN

Zusammenfassung: An vielen Hochschulen müssen Studierende im Fach Mathematik ihre Übungsblätter zur Korrektur abgeben und eine gewisse Punktzahl erreichen. Allerdings wird die Abgabepflicht gelegentlich infrage gestellt, nicht zuletzt wegen des hohen Korrekturaufwands. Eine Abgabepflicht wurde in einer Erstsemester-Lehrveranstaltung für Lehramtsstudierende mit Fach Mathematik aller Ziel schularten im Wintersemester 2018/19 an einer deutschen Universität neu eingeführt. Dieser Artikel dokumentiert in der Folge eine deutlich erhöhte Klausurteilnahme bei gesteigener Bestehensrate und somit höherem Klausurerfolg, sowie die Ergebnisse einer Studierendenbefragung, die eine hohe Akzeptanz und positive Bewertung einer Pflichtabgabe seitens der Studierenden lieferte. Inwieweit dadurch Indizien für eine positive Wirkung der Pflichtabgabe gegeben sind, wird diskutiert.

Abstract: In many universities, mathematics students are requested to hand-in weekly assignments and receive a certain grading. This duty is questioned sometimes, e.g. due to the high demand of grading time. At a German University, such a duty was newly introduced in a first-semester lecture for students training to be mathematics teachers on all school forms in the winter semester 2018/19. This paper documents a substantially higher participation in the final exam as well as better success rates. Further, results of a student survey show a high acceptance and positive evaluation of the newly introduced duty. We discuss to what extent this provides evidence for a positive effect of this duty.

1. Die Rolle verpflichtender Aufgaben beim Lernen von Mathematik

Das Mathematiklernen in Schule und Hochschule ist eng mit der Bearbeitung von Aufgaben verbunden, die einen großen Teil der Lernzeit einnimmt. Aufgaben stellen also ein wichtiges Element im Lernprozess dar. Im Gegensatz zu z. B. individuellen Lernvoraussetzungen können Lehrende sowohl die Inhalte als auch den Modus, in dem Aufgaben bearbeitet werden (müssen), recht frei festlegen. Umso überraschender ist, dass relativ wenig dazu bekannt ist, wie dieser Handlungsspielraum optimal genutzt wird. Der vorliegende Beitrag will für das Lernen an Hochschulen die Frage aufklären, welche Auswirkungen die verpflichtende Abgabe wöchentlicher Übungsaufgaben hat.

Dazu wird in diesem Abschnitt zuerst die Rolle von Übungsblättern und ihrer Abgabe an deutschen Hochschulen skizziert, bevor beschrieben wird, welche Wirkungen von Hausaufgaben in der Schule bekannt sind. Anschließend wird der Stand der Forschung an Hochschulen beschrieben. Jedoch muss angemerkt werden, dass zwar Wirkungen auf die Lernleistung und affektive Variablen beschrieben werden können, aber zur Frage nach dem Studienverbleib bzw. dem Studientempo keine Ergebnisse berichtet werden können.

1.1 Status quo an deutschen Hochschulen

Mathematikveranstaltungen an Hochschulen bestehen üblicherweise aus einer Vorlesung und einer Übung. Während in der Vorlesung die zentralen Inhalte vermittelt werden, werden im Übungsbetrieb die neu erlernten Konzepte anhand von Beispielen veranschaulicht und vertieft. Dies geschieht in der Regel durch ein Übungsblatt, welches innerhalb einer Woche bearbeitet werden muss und in der darauffolgenden Übungsstunde besprochen wird. Ein wichtiges Ziel des Übungsbetriebs besteht darin, dass die Studierenden typische Merkmale mathematischer Erkenntnisentwicklung exemplarisch an Kernthemen der Mathematik erleben und reflektieren (vgl. Fischer, 2013). In vielen Veranstaltungen ist es üblich, dass die Studierenden ihre Lösungen der Übungsblätter zur Korrektur abgeben; entweder freiwillig oder in der Form einer Pflichtabgabe. Die Abgabe soll dazu führen, dass sich die Studierenden intensiv und vor allem regelmäßig mit den Aufgaben auseinandersetzen und dabei ein wöchentliches Feedback erhalten, durch welches sie sich laufend verbessern können. Dies ist insbesondere für die Beherrschung des mathematischen Formalismus der Hochschulmathematik hilfreich, welcher eine präzise Formulierung in der Symbolsprache verlangt; denn eine mathematische Aufgabe ist erst dann vollständig gelöst, wenn sie auch formal korrekt aufgeschrieben ist. Durch die Abgabe der Übungsblätter kann zudem sogenanntem „Bulimie-Lernen“ kurz vor der Klausur im Idealfall vorgebeugt werden, da die Studierenden die Vorlesungsinhalte durch die Bearbeitung der Übungsblätter bereits während des Semesters verinnerlichen.

Oftmals ist es zugelassen, die Übungsblätter zu zweit oder in Kleingruppen abzugeben; dies soll nicht nur eine Sparmaßnahme der Hochschule darstellen, sondern durch die Gruppenarbeit auch den Austausch

unter Studierenden und damit auch die mathematische Kommunikation fördern. Das Arbeiten in Gruppen wird daher zumindest in gewissem Ausmaß auch empfohlen (z. B. Alcock, 2017, Kapitel 10.8). Zu beachten ist auch, dass es große Unterschiede in der Gestaltung der Pflichtabgabe sowohl zwischen als auch innerhalb von Hochschulen gibt:¹ Während an vielen Hochschulen ein festgelegter Prozentsatz, in der Regel ca. 40-60%, an Punkten auf den Übungsblättern zur Klausurzulassung erzielt werden muss, so gibt es auch Bestimmungen, gemäß welchen Übungsblätter lediglich „sinnvoll bearbeitet“ werden müssen, oder welche zur Punktvergabe ein verpflichtendes Vorrechnen vorsehen. Manche Hochschulen verwenden auch ein „Ankreuzsystem“, bei dem Studierende in der Übung jeweils angeben müssen, welche Aufgabe sie nach eigenem Ermessen richtig gelöst haben und daher vorrechnen können. Des Weiteren werden die auf den Blättern erzielten Punkte an einigen Hochschulen als Bonuspunkte auf die Klausur angerechnet; dieses System ist insbesondere an amerikanischen Hochschulen verbreitet. Ein Überblick über die verschiedenen Abgabesysteme und deren Verbreitung ist nach dem derzeitigen Forschungsstand allerdings nicht vorhanden.

Die verpflichtende Abgabe der Übungsaufgaben ist dabei nach unserem Wissensstand besonders im Fachstudium und Lehramtsstudium sehr verbreitet, wird aber gelegentlich infrage gestellt. In der Service-Mathematik ist sie ohnehin weniger verbreitet. Typische Argumente gegen die Pflichtabgabe betreffen den hohen Korrekturaufwand und damit verbundene Kosten sowie die Vermutung, dass eine ernsthafte Auseinandersetzung mit den Inhalten bei vielen Studierenden auch durch eine verpflichtende Abgabe nicht erreicht wird.

1.2 Wirkungen von Hausaufgaben in der Schule

Hausaufgaben sind in der Schule allgegenwärtig. Im Anschluss an den Unterricht sollen sie eine weitere Auseinandersetzung mit den Lerninhalten bewirken und dadurch zu einem verstärkten Lernzuwachs führen. Groß angelegte empirische Studien konnten nachweisen, dass die Bearbeitung der Hausaufgaben dann intensiver ist, wenn die Aufgaben persönlich als interessant und gut vorbereitet wahrgenommen werden (Dettmers et al., 2011). Diese Bearbeitung erklärt Leistungszuwächse, die besonders hoch sind, wenn die Aufgaben zwar generell anspruchsvoll, aber nicht persönlich überfordernd sind. Dabei erweisen sich vor allem häufig gegebene aber nicht lange Hausaufgaben als lernförderlich (Trautwein et al., 2001,

2007). Weiter scheinen die Effekte in höheren Klassenstufen größer auszufallen (Cooper, Robinson & Patall, 2006).

Hausaufgaben wirken sich aber auch auf affektive Variablen aus. Insbesondere uninteressante, schlecht vorbereitete oder überfordernde Aufgaben können zu negativen Emotionen führen (Dettmers et al., 2011), die geringere Leistungszuwächse erklären. Schüler und Schülerinnen, die lange an den Aufgaben sitzen, verlieren zudem eher das Interesse am Fach (Trautwein et al., 2001). Damit stellen sich Hausaufgaben in der Schule als Instrument dar, das besonders dann effektiv ist, wenn regelmäßig Aufgaben gegeben werden, die nicht überfordernd sind und in begrenzter Zeit vollständig abgearbeitet werden können.

1.3 Wirkungen von Übungsaufgaben an Hochschulen

Ergebnisse aus dem schulischen Kontext sind empirisch vergleichsweise gut abgesichert, lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Rolle von Übungsaufgaben in den beiden Settings aber nur bedingt auf den Hochschulkontext übertragen. Während in der Schule das Lernen hauptsächlich in den Schulstunden stattfindet, so verlagert sich dieses in Hochschulen deutlich stärker ins Bearbeiten von Übungsblättern außerhalb von Lehrveranstaltungen, welches in der Regel mindestens gleich viel Zeit in Anspruch nimmt wie die Präsenzveranstaltungen selbst (Briedis et al., 2008).

Ufer (2015) konnte für das Mathematikstudium zeigen, dass Studierende, die freiwillig Übungsblätter bearbeitet haben, bessere Klausurnoten erreichen. Die Auseinandersetzung mit den Aufgaben hängt auch bei verpflichtenden Aufgaben sehr eng mit dem Modulerfolg zusammen, z. B. wenn man beim Abschreiben fremder Lösungen versucht, sie nachzuvollziehen (Rach & Heinze, 2013, 2017). Insofern findet die zu erwartende positive Wirkung der Aufgabebearbeitung auf den Lernerfolg an der Hochschule Bestätigung. Offen bleibt aber, ob schon die Entscheidung zur Aufgabebearbeitung ein Indikator für Kompetenz ist, z. B. weil die Aufgaben nicht als überfordernd wahrgenommen werden, oder ob der Prozess der Bearbeitung die Leistungssteigerung erklärt, der auch extrinsisch motiviert werden kann.

Eine verpflichtende Abgabe hat zudem weitere Auswirkungen. Die Literatur zeigt, dass die Pflichtabgabe das Handeln der Studierenden erheblich strukturiert, z. B. orientiert sich schon der Wochenablauf an den Ausgabe- und Abgabedaten der Aufgaben und die Lernhandlungen werden stark, manchmal ausschließlich an den Aufgaben ausgerichtet (Göller,

2020; Liebendörfer, 2018). Zumindest kurzfristig wird das Ziel einer regelmäßigen Auseinandersetzung mit den Inhalten also durch die Pflichtabgabe bewirkt. Lösungsansätze zu Übungsaufgaben werden außerdem häufig in Gruppen entwickelt oder diskutiert, sogar wenn die Abgabe einzeln erfolgen muss (Liebendörfer, 2018, Kapitel 9.3.3; Metzger, 2011).

Allerdings ist bekannt, dass bei Pflichtabgabe die auf die Übungsblätter ausgerichteten Arbeitsweisen der Studierenden nicht immer lernförderlich sind, insbesondere bei Überforderung. Beispielsweise sind das Abschreiben von fremden Lösungen und die Suche nach Quellen sehr verbreitet (Göller, 2020; Liebendörfer, 2018; Liebendörfer & Göller, 2016a) und so erhaltene Lösungen werden oft nicht vollständig nachvollzogen. Auch wenn sich die Studierenden also durch die Pflichtabgabe viel mit den Aufgaben beschäftigen, ist fraglich, ob aus der Verpflichtung ein intensiveres Lernen und damit auch eine bessere Klausurvorbereitung resultiert.

Diesbezügliche Forschungsarbeiten gibt es nach unserer Recherche nicht, allerdings gibt es an US-amerikanischen Hochschulen und außerhalb eines Fach- bzw. Lehramtsstudiums Hinweise auf einen positiven Effekt. Die Studie von Cartledge und Sasser (1981) zeigt eine leicht bessere Leistung in einem Posttest der Treatment-Gruppe mit Pflichtabgabe gegenüber der Kontrollgruppe ohne Abgabe im Bereich der elementaren Algebra. Ein Experiment an einer amerikanischen Universität im Bereich der Mathematik für Elektrotechniker (Trussell & Dietz, 2003), in welchem die Studierenden in demselben Modul in zwei Gruppen, eine mit und eine ohne Pflichtabgabe, eingeteilt wurden, deutete in einem ersten Durchgang zunächst ebenfalls auf einen positiven Zusammenhang zwischen Pflichtabgabe und Prüfungserfolg hin. Relativiert wird dieses Ergebnis allerdings durch heterogene Eingangsvoraussetzungen der beiden Gruppen; zudem konnte eine Wiederholung des Experiments im Folgesemester die Ergebnisse nicht bestätigen. Die Studie von Kaw & Yalcin (2011) zeigt im Gegensatz dazu bei einer Lehrveranstaltung über numerische Methoden für Ingenieurwissenschaften keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Abgabentyp von Hausaufgaben (freiwillig, Aufgabe einer oder mehrerer Aufgaben) und dem Klausurerfolg. Die genannten Studien beziehen sich allerdings auf Module, die überwiegend auf das Erlernen von Kalkülfertigkeiten abzielen und somit kaum Beweisaufgaben thematisieren, zudem gehen die Bewertungen der Abgaben an US-amerikanischen Hochschulen oft in die Modulabschlussnote ein. Bei einem solchen System wird auch die freiwillige Abgabe stärker motiviert, was den Unterschied zur Pflichtabgabe schmälern könnte. Auch die Gestaltung von Lehrveranstaltungen und Übungsmaterial unterscheidet sich

von derjenigen im deutschsprachigen Raum, da sich dort die Lehre stark an standardisierten Lehrbüchern orientiert.

Die Pflichtabgabe hat im Mathematikstudium zudem ähnlich wie in der Schule Auswirkungen auf affektive Variablen. Die Aufgabenbearbeitung wird sehr häufig mit dem intensiven Erleben von Emotionen verbunden, das sowohl motivationsförderlich als auch hinderlich sein kann (Liebendörfer, 2018, insb. Kapitel 10.3.2): In positiven Fällen wird dem durch die Pflichtabgabe erzeugten Druck aufgrund der Übereinstimmung mit den persönlichen Zielen Wertschätzung entgegengebracht und eine intensive Auseinandersetzung führt zum Erleben von Kompetenz und Selbstbestimmung während der Aufgabenbearbeitung. Diese beiden Faktoren gelten als zentral für die Entstehung intrinsischer Motivation (Deci & Ryan, 1993). In negativen Fällen überwiegen Frustration und ein erlebter Mangel an Kompetenz und Selbstbestimmung, insbesondere, wenn die Aufgaben nicht selbstständig gelöst werden können. Dieser Fall überwog zumindest in der genannten qualitativen Arbeit und Hinweise auf eine überwiegend unselbständige Bearbeitung finden sich auch bei Rach und Heinze (2013) und Göller (2020). Bemerkenswert sind allerdings Andeutungen, dass einige Studierende in der Studieneingangsphase einen gewissen Druck durch die Lehrenden wünschen, wie an englischen Hochschulen ohne Pflichtabgabe festgestellt wurde (Brown et al., 2005).

Affektive Auswirkungen sind deshalb besonders beachtenswert, weil die Mathematik unter allen Studienfächern die höchsten Studienabbruchquoten aufweist (Heublein & Schmelzer, 2018) und diese nicht nur stark durch Leistungsprobleme, sondern auch durch mangelnde Motivation erklärt werden (Heublein et al., 2010). Die möglicherweise durch die Pflichtabgabe begründeten negativen Emotionen könnten also den Studienabbruch begünstigen. Andererseits könnte die erzwungene regelmäßige Beschäftigung mit den Lerninhalten die Leistungsprobleme verringern und dadurch den Studienverbleib begünstigen.

Insgesamt ergibt sich ein unbefriedigendes Bild des derzeitigen Forschungsstands zur Wirkung der Pflichtabgabe. Ob die Erkenntnisse aus der Schule, dass regelmäßige, nicht überfordernde und nicht zu lange Aufgaben als besonders hilfreich einzustufen sind, übertragbar sind, kann nicht gesagt werden. Bedeutende Unterschiede betreffen die deutlich selbstständigeren Lernenden, die ihr Studium selbst gewählt haben, die Tatsache, dass das selbstgesteuerte Lernen ohnehin eine viel größere Rolle an der Hochschule einnimmt, und die an Hochschulen deutlich

umfangreicheren und anspruchsvolleren Übungsaufgaben (verglichen mit schulischen Hausaufgaben). Aus lehrpraktischer Sicht sind insbesondere die Fragen offen, inwieweit Studierende die Pflichtabgabe selbst befürworten und welche Wirkung sie auf das Lernverhalten und den Studienerfolg im Sinne von Klausurteilnahme und Bestehen hat. Zur Schließung dieser Lücke soll das im Folgenden beschriebene Quasi-Experiment beitragen.

2. Ausgangslage am Campus Koblenz der Universität Koblenz-Landau

Am Campus Koblenz der Universität Koblenz-Landau war die Abgabe der Übungsblätter im Fach Mathematik bis zum Sommersemester 2018 freiwillig; je nach Modul bestand teilweise überhaupt keine Abgabemöglichkeit. Eine Umfrage (Krapf, 2018) im Sommersemester 2017 unter 139 Studierenden des Lehramts Mathematik sowie der Bachelorstudiengänge Informatik und Computervisualistik in drei verschiedenen Mathematik-Modulen ergab, dass 37,4 % der befragten Studierenden regelmäßig ihre Übungsblätter zur Korrektur abgeben. Die tatsächliche Abgabequote dürfte allerdings deutlich geringer sein, da zum Erhebungszeitpunkt lediglich ungefähr ein Drittel der für die jeweiligen Module eingeschriebenen Studierenden in der Vorlesung anwesend waren. Zum Zeitaufwand gab etwas mehr als die Hälfte der Studierenden an, gar keine (5,0 %) oder 0 bis 2 Stunden (46,8 %) für die Bearbeitung der Übungsblätter zu investieren. Diese Zahlen scheinen sehr gering, zum Beispiel im Vergleich zu Empfehlungen, 10 Stunden für die Bearbeitung von Aufgaben und Nachbereitung von Vorlesung und Übungen in einer Lehrveranstaltung im Umfang von 6 SWS aufzuwenden (Glasmachers et al., 2017). Weiter gaben 25,2 % der Studierenden in der Umfrage an, die Übungsblätter jede Woche zu bearbeiten, und 41,0 % der Studierenden bearbeitete die Übungen „oft“; damit bearbeitete rund ein Drittel der Studierenden die Übungsblätter „selten“ bis „nie“. Auch diese Zahlen müssen dadurch relativiert werden, dass die Stichprobe nicht alle Vorlesungsteilnehmer umfasst. Insbesondere ist es denkbar, dass die tatsächliche Bearbeitungsquote sogar noch geringer ausfällt. Im Kontrast zu den Beschreibungen von Göller (2020) und Liebendörfer (2018) lässt sich hier die Vermutung verstärken, dass der Verzicht auf die Pflichtabgabe zu einer deutlich geringeren Beschäftigung mit den Studieninhalten im Semester führen kann. Die Umfrage zeigt des Weiteren, dass die selbsteingeschätzte Häufigkeit der Abgabe der Übungsblätter zur Korrektur mit dem Studienerfolg gemessen am Notendurchschnitt aller bisher bestandenen Modulen im Fach Mathematik korreliert ($r=.35$, $p<.01$), die Häufigkeit der Bearbeitung

(ebenfalls gemäß Selbsteinschätzung) derjenigen jedoch etwas schwächer ($r=.26$, $p<.10$). Der Studie zufolge gibt es durchaus Studierende, die die Übungsblätter zwar bearbeiten, diese aber nicht zur Korrektur abgeben. Auch wenn nicht sicher ist, ob sich diese Ergebnisse auf die Gesamtheit der Studierenden verallgemeinern lassen, so könnten sie zumindest teilweise dadurch begründet werden, dass die Abgabe von Übungsblättern den Lernprozess verbessert. Analog dazu zeigte sich in einer weiteren Studie (Thomas, 2018) im Modul *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt* im Wintersemester 2017/18, dass sowohl die Häufigkeit als auch die Qualität der Abgaben signifikant mit dem Klausurerfolg (bestanden vs. nicht bestanden) in demselben Modul korreliert. Exemplarische Antworten auf die Frage nach der Ursache der seltenen Abgabe der Übungsblätter lauteten „Ich erhalte die Lösungen doch auch in der Übung“ oder etwa „Weil die Abgabe freiwillig ist“. Obwohl die Teilnehmenden der Studie die Abgabemöglichkeit nur teilweise nutzten, befürworteten 45,6 % der Studierenden die Einführung der Pflichtabgabe.

3. Einführung der Pflichtabgabe am Campus Koblenz der Universität Koblenz-Landau

Im Wintersemester 2018/19 wurde in der Veranstaltung *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt* eine Pflichtabgabe eingeführt, die im Folgenden auch als Studienleistung bezeichnet wird. Die Veranstaltung gibt eine Einführung in die Hochschulmathematik mit den thematischen Schwerpunkten Logik, Beweise, Mengenlehre, Relationen und Funktionen und wird jedes Semester angeboten. Die Veranstaltung wird von Studierenden aller Lehrämter (Grundschule, Realschule plus, Berufsbildende Schulen und Gymnasium) mit Fach Mathematik sowie Studierenden der nichtlehramtsbezogenen Bachelorstudiengänge Mathematische Modellierung und 2-Fach-Bachelor mit Fach Mathematik üblicherweise im ersten Fachsemester belegt. Für die folgenden Betrachtungen werden die Studiengänge zu zwei Gruppen zusammengefasst: einerseits Studierende des Grundschullehramts mit Fach Mathematik und andererseits Studierende der Lehrämter weiterführender Schulen, d. h. mit Zielschulart Gymnasium, Realschule Plus und Berufsbildenden Schulen, sowie die Studierenden der Mathematischen Modellierung und des 2-Fach-Bachelors mit Fach Mathematik. In den beiden letztgenannten Studiengängen sind die Studierendenzahlen sehr niedrig und dort müssen dieselben fachwissenschaftlichen Mathematikmodule wie in den Lehramtsstudiengängen weiterführender Schulen absolviert werden.

Die *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt* besteht aus einer zweistündigen Vorlesung und einer ebenfalls zweistündigen Übung und es wird seit dem Wintersemester 2017/18 zusätzlich ein freiwilliges zweistündiges Tutorium angeboten, welches neben kurzen Präsenzaufgaben als Vorbereitung für die Übung eine methodische Unterstützung bei der Bearbeitung der Übungsblätter bieten soll (Krapf, 2019). Im Übungsbetrieb wird zwischen den beiden obigen Gruppen differenziert, um auf die besonderen Bedürfnisse der entsprechenden Zielschulart einzugehen. Diese Differenzierung wird ebenfalls seit dem Wintersemester 2017/18 umgesetzt.

Bis zum Sommersemester 2018 war die Abgabe der Übungsblätter zur Korrektur freiwillig, ab dem Wintersemester 2018/19 mussten die Studierenden eine Studienleistung bestehen, bei der das Erreichen von 50 % aller im gesamten Semester erreichbaren Punkte auf den Übungsblättern erforderlich war. Zudem wurden den Studierenden Bonuspunkte für das Lösen einer freiwilligen Rätselaufgabe und für das Bestehen eines wöchentlichen Online-Tests gewährt. Für diejenigen Studierenden, die die Veranstaltung bereits zu einem früheren Zeitpunkt belegt hatten, galt eine einsemestrige Übergangsregelung, gemäß welcher die Pflichtabgabe für sie entfiel.

Die Vorlesung wurde im Untersuchungszeitraum bestehend aus den Wintersemestern 2017/18 und 2018/19 sowie dem Sommersemester 2018 von derselben Dozentin, nämlich der Erstautorin des vorliegenden Artikels, gehalten, und die Vorlesungsinhalte sowie die Gestaltung des Übungsbetriebs blieben im gesamten Untersuchungszeitraum gleich.

4. Forschungsfragen

Vor diesem Hintergrund wurde die Umstellung auf eine Pflichtabgabe als Quasi-Experiment begriffen und analysiert. Basierend auf den Überlegungen zur Wirkung der Pflichtabgabe auf das Studierleben, das fachliche Lernhandeln und die Kooperation der Studierenden sowie zur Wirkung auf die Teilnahme an und Leistung in der ersten Klausur sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- 1) Welche Einstellung bringen die Studierenden der Pflichtabgabe entgegen? Insbesondere:
 - a) Welche Wirkung hat die Pflichtabgabe nach der Einschätzung der Studierenden?
 - b) Inwieweit wird die Pflichtabgabe generell befürwortet?
 - c) Inwieweit wird die Pflichtabgabe mit intensiverem Lernen während des Semesters verbunden?
 - d) Halten die Studierenden die Pflichtabgabe für eine wirksame Klausurvorbereitung?

- 2) Welche Auswirkungen hat die Pflichtabgabe der Übungsblätter
 - a) auf die Teilnahmequote an der Klausur?
 - b) auf den Klausurerfolg der Studierenden?

5. Stichprobe, Datenerhebung und Auswertung

5.1 Umfrage zu den Einstellungen der Studierenden

Um für Forschungsfrage 1 die Einstellung der Studierenden zur Studienleistung zu erfassen, wurde in der letzten Vorlesungswoche des Wintersemesters 2018/19 während der Vorlesung eine Paper-and-Pencil-Umfrage in der Vorlesung *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt* unter allen Studierenden durchgeführt. Dabei wurde die Papier-Evaluation gewählt, da diese eine höhere Rücklaufquote als eine Online-Befragung verspricht (Lütkenhöner, 2012). Die Studierenden wurden darüber aufgeklärt, dass die Ergebnisse für hochschuldidaktische Forschung verwendet werden, und die Teilnahme war freiwillig. Die Zuordnung der persönlichen Daten erfolgte über einen anonymisierten Code, sodass niemand bei Nicht-Teilnahme negative Konsequenzen befürchten musste. Die so erhaltenen Daten stammen von 117 Studierenden, davon waren 72,6 % weiblich und das Durchschnittsalter betrug 20 Jahre. Die durchschnittliche Abiturnote unter den Teilnehmenden der Umfrage war 2,4 und der Durchschnitt der letzten schulischen Mathematiknote war 2,3. Fast zwei Drittel (64,8 %) der Studierenden haben einen Leistungskurs im Fach Mathematik besucht. Bis auf zwei Studierende handelte es sich ausschließlich um Lehramtsstudierende, darunter 59,4 % mit Zielschulart Grundschule. Ein Anteil von 75,8 % studierte im ersten Fachsemester und 11,1 % im zweiten Semester; somit belegten lediglich 13,1 % ein höheres Semester. Obwohl es sich nur bei rund drei Viertel der Studierenden um Erstsemestrige handelte, belegten 91,2 % die *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt* zum ersten Mal. Zu beachten ist, dass gemäß dem Online-Portal KLIPS der Universität Koblenz-Landau insgesamt 281 Studierende für die Vorlesung angemeldet waren. Diese Zahl umfasst allerdings auch Studierende, die an keiner einzigen Lehrveranstaltung teilgenommen haben und sich zum Teil möglicherweise nur zur Überbrückung der Wartezeit auf einen anderen, zulassungsbeschränkten Studiengang eingeschrieben haben (Berndtsen et al., 2016). Der Anteil dieser Studierenden ist internen Quellen zufolge an der Universität Koblenz-Landau bei zulassungsfreien Studiengängen besonders hoch.

Die Studierenden wurden zunächst in einer offenen Frage („Welche Wirkung hat die Pflichtabgabe auf

Ihren Lernprozess Ihrer Meinung nach?“) aufgefordert, die Wirkung der Studienleistung zu beurteilen (Forschungsfrage 1a)). Die Auswertung erfolgte gemäß der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) durch induktive Bildung disjunkter Kategorien. Als Kodiereinheiten fungierten größtenteils Sätze sowie durch Konjunktionen oder Aufzählungszeichen getrennte Teilsätze. Insgesamt wurden so 164 Items von zwei unabhängigen Kodierern kodiert. Dabei hat der erste Kodierer die induktive Kategorienbildung vorgenommen. Zur Prüfung der Intercoder-Übereinstimmung hat der zweite Kodierer die Kodiereinheiten den vom ersten Kodierer gebildeten Kategorien erneut zugeordnet. Dies ergab den sehr guten Wert 0,85 der Intercoder-Übereinstimmung, gemessen an Cohen's Kappa (Döring & Bortz, 2016, S. 346 f.). Durch konsensuelles Kodieren wurde die endgültige Kodierung basierend auf den beiden Kodierungen erstellt.

Weiter sollten die Studierenden auf 4-stufigen Likert-Skalen von 0 bis 3 angeben, ob sie die Pflichtabgabe sinnvoll finden (Forschungsfrage 1b)), durch die Pflichtabgabe die Übungsblätter regelmäßiger bearbeitet, häufiger zur Korrektur abgegeben und sich insgesamt mit ihnen intensiver befasst hätten (Forschungsfrage 1c)) und ob sie sich durch die Pflichtabgabe besser auf die Klausur vorbereitet fühlten (Forschungsfrage 1d)). Die genaue Formulierung der geschlossenen Fragen findet sich in Abschnitt 6.

5.2 Vergleich der Klausurergebnisse

Zur Beantwortung von Forschungsfrage 2 wurden die Teilnehmerzahlen der Klausuren sowie die Klausurergebnisse vor (Wintersemester 2017/18 und Sommersemester 2018) und nach der Einführung der Studienleistung (Wintersemester 2018/19) einander gegenübergestellt. Unterschiede zwischen den Jahrgängen bezüglich der erbrachten Leistung könnten jedoch schon aufgrund der unterschiedlichen Klausuren bestehen (wobei auch identische Klausuren für einen Vergleich nicht unproblematisch wären). Um einschätzen zu können, inwieweit die Klausuren vergleichbare Leistungserhebungen darstellten, wird daher im Folgenden ausgeführt, inwiefern die Klausuren vergleichbar oder unterschiedlich waren.

Bis zum Sommersemester 2018 absolvierten alle Studierenden dieselbe Klausur. Dabei gab es von jeweils zwei von sechs Aufgaben pro Klausur zwei schultypspezifische Varianten, bei denen die Studierenden ihre bevorzugte Variante auswählen durften. In den meisten Fällen wählten die Studierenden die ihrem Schultyp entsprechende Variante. Da für eine Differenzierung nach Schultyp in der Klausur eine Änderung der Prüfungsordnung erforderlich war, welche erst im Wintersemester 2018/19 umgesetzt wurde,

wurde ab dann auch in der Klausur nach Schulart differenziert, wobei dennoch etwas mehr als die Hälfte der Aufgaben (knapp 60 % der Aufgaben) für alle gleich waren. Studierende nach der Übergangsregelung durften sich, wie in der alten Prüfungsordnung, die Klausurvariante frei aussuchen.

Pro Semester wurden jeweils zwei Klausurtermine angeboten, wobei das Anforderungsniveau an beiden Terminen vergleichbar sein sollte. Da die Teilnehmerzahl am zweiten Termin in allen Fällen gering ausgefallen ist, wurden die Ergebnisse beider Termine zusammengefasst. Dabei wurden diejenigen Studierenden, die die Klausur am ersten Termin nicht bestanden hatten, beim zweiten Termin jedoch schon, als erfolgreich gewertet. Zwischen Studierenden, die lediglich an einem Termin teilgenommen hatten und durchgefallen sind, und denjenigen, die an beiden Terminen durchgefallen sind, wird im Folgenden nicht unterschieden.

Die Klausuren des gesamten Untersuchungszeitraums enthielten jeweils einen gemeinsamen Kern an Standardaufgaben, welcher in ähnlicher Form in allen Klausuren enthalten war und für beide Zielgruppen gleich ist. Diese Standardaufgaben umfassen etwas mehr als die Hälfte der Klausuraufgaben. Ein Beispiel für einer solchen Standardaufgabe im Sommersemester 2018 findet sich in Abb. 1. Die entsprechende Aufgabe zum Thema Induktion im Wintersemester 2018/19 findet sich in Abb. 2.

Beweisen Sie: Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt $47 \mid 7^{2n} - 2^n$.

Abb. 1: Induktionsaufgabe im Sommersemester 2018

Beweisen Sie: Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt

$$9 \mid 10^n + 3 \cdot 4^{n+2} + 5.$$

Abb. 2: Induktionsaufgabe im Wintersemester 2018/19 für beide Zielgruppen

Zudem waren die klausurrelevanten Themen der Vorlesung (Logik, Beweismethoden, Mengenlehre, Relationen und Funktionen) in allen Semestern für beide Zielgruppen dieselben. Die grundschulspezifischen Aufgaben hatten jedoch oft einen stärkeren Alltagsbezug oder einen stärkeren visuellen Fokus. Exemplarisch sind je eine Aufgabe zu Relationseigenschaften für Grundschulstudierende (Abb. 3 und für Studierende des Lehramts weiterführender Schulen (Abb. 4) aus der ersten Klausur im Wintersemester 2018/19 dargestellt.

(c) Überprüfen Sie die folgende Relation auf der Menge aller Menschen auf Reflexivität, Symmetrie und Transitivität:

$$x \sim y: \Leftrightarrow x \text{ ist der Bruder von } y \text{ oder } y \text{ ist die Schwester von } x.$$

Abb. 3: Aufgabe zu Relationseigenschaften für Studierende mit Zielschulart Grundschule

(c) Beweisen Sie, dass die folgende Relation eine Äquivalenzrelation auf \mathbb{R} definiert:

$$x \sim y: \Leftrightarrow x^3 - y^3 = 3x - 3y.$$

Abb. 4: Aufgabe zu Relationseigenschaften für Studierende des Lehramts weiterführender Schulen

Die für die Grundschulstudierenden konzipierte Aufgabe mag auf den ersten Blick einfacher wirken, weil es sich um eine in der natürlichen Sprache formulierte Relation handelt, dennoch gilt es zu beachten, dass, im Gegensatz zur Aufgabe für die weiterführenden Schulen, die Behauptung erst ermittelt werden muss. Durch den Junktor „oder“ gewinnt die Aufgabe zudem aus logischer Sicht an Komplexität. Die Aufgabe für das weiterführende Lehramt setzt dafür die Kenntnis der Definition einer Äquivalenzrelation voraus. Diese in Abb. 5 und 6 illustrierte zielgruppenspezifische Gestaltung einiger Klausuraufgaben war bereits in der Form von Wahlaufgaben vor der Änderung der Prüfungsordnung, d. h. vor dem Wintersemester 2018/19, implementiert. Weiterhin ist zu bemerken, dass das Notenschema in allen Klausuren gleich war und der Notenschnitt in keiner der Klausuren nachträglich angepasst wurde.

Zusammengefasst lässt sich also feststellen, dass die einzige Änderung im Übergang vom Sommersemester 2018 zum Wintersemester 2018/19 neben der Einführung der Pflichtabgabe die zusätzliche Einschränkung war, dass zielgruppenspezifische Klausuraufgaben nicht mehr in der Form von Wahlaufgaben umgesetzt waren und der Anteil dieser Aufgaben leicht erhöht wurde (zusätzlich 4 von 48 Punkten). Aus diesem Grund kann eine deutliche Veränderung der Klausurergebnisse einen ersten Hinweis auf die Wirkung der verpflichtenden Abgabe von Übungsaufgaben zur Korrektur auf den Klausurerfolg bieten.

6. Ergebnisse der Studierendenbefragung

Die Ergebnisse zur offenen Frage nach der Wirkung der Pflichtabgabe (Forschungsfrage 1a)) enthalten überwiegend positive Beschreibungen. Eine Kurzfassung dieser findet sich auch im Artikel von Krapf (2020). Das vollständige Kategoriensystem samt Ankerbeispielen findet sich im Anhang. Am häufigsten genannt wurden eine intensivere Auseinandersetzung mit dem Vorlesungsstoff (21 Nennungen), eine verbesserte Klausurvorbereitung (19 Nennungen), sowie ein, oftmals explizit positiv konnotierter, Zwang sich mit Vorlesungsinhalten auseinanderzusetzen und die Übungsblätter überhaupt zu bearbeiten (je 17 Nennungen). So schreibt beispielsweise eine Person „Durch die Pflichtabgabe ist man gezwungen, sich mit dem Stoff auseinanderzusetzen, was für mich persönlich gut war.“ und eine andere äußert sich wie folgt: „Ich denke es gibt viele, die die Blätter nicht bearbeiten würden, wenn es freiwillig wäre.“ Viele Studierende geben zudem an, dass die Pflichtabgabe zu regelmäßigerem und kontinuierlicherem Lernen führt (ebenfalls 17 Nennungen). Bemerkenswert ist auch eine eher geringe Anzahl an Äußerungen zum Feedback. Nur sieben Studierende erwähnen einen positiven Effekt der Rückmeldung durch die Korrektur, drei Äußerungen betreffen die Selbstreflexion.

Die am meisten genannten negativen Aspekte sind ein erhöhter Stresspegel (8 Nennungen) und eine Überforderung aufgrund von Schwierigkeit oder Umfang der Übungsblätter (7 Nennungen). Interessant ist des Weiteren, dass lediglich drei Studierende angaben, dass die Pflichtabgabe zu einer unselbstständigen Bearbeitung der Übungen führt; darunter äußerten zwei Studierende, dass sich bei der Abgabe in Gruppen nicht alle gleichermaßen am Bearbeitungsprozess beteiligen, und eine Person gab an, aufgrund der Pflichtabgabe zum Abschreiben gezwungen zu sein. Beispielsweise schreibt ein Studierender zur Abgabe in Gruppen: „[...] zum anderen verleitet die Pflichtabgabe auch dazu, dass nur der, der es ‚wirklich verstanden‘ hat, die Aufgaben bearbeitet und meist keine Zeit findet es den anderen zu erklären“. Abb. 5 zeigt die Häufigkeit der einzelnen Kategorien. Dabei sind die negativen Aspekte jeweils dunkel markiert; insgesamt betrifft dies 26 von 164 Kodiereinheiten.

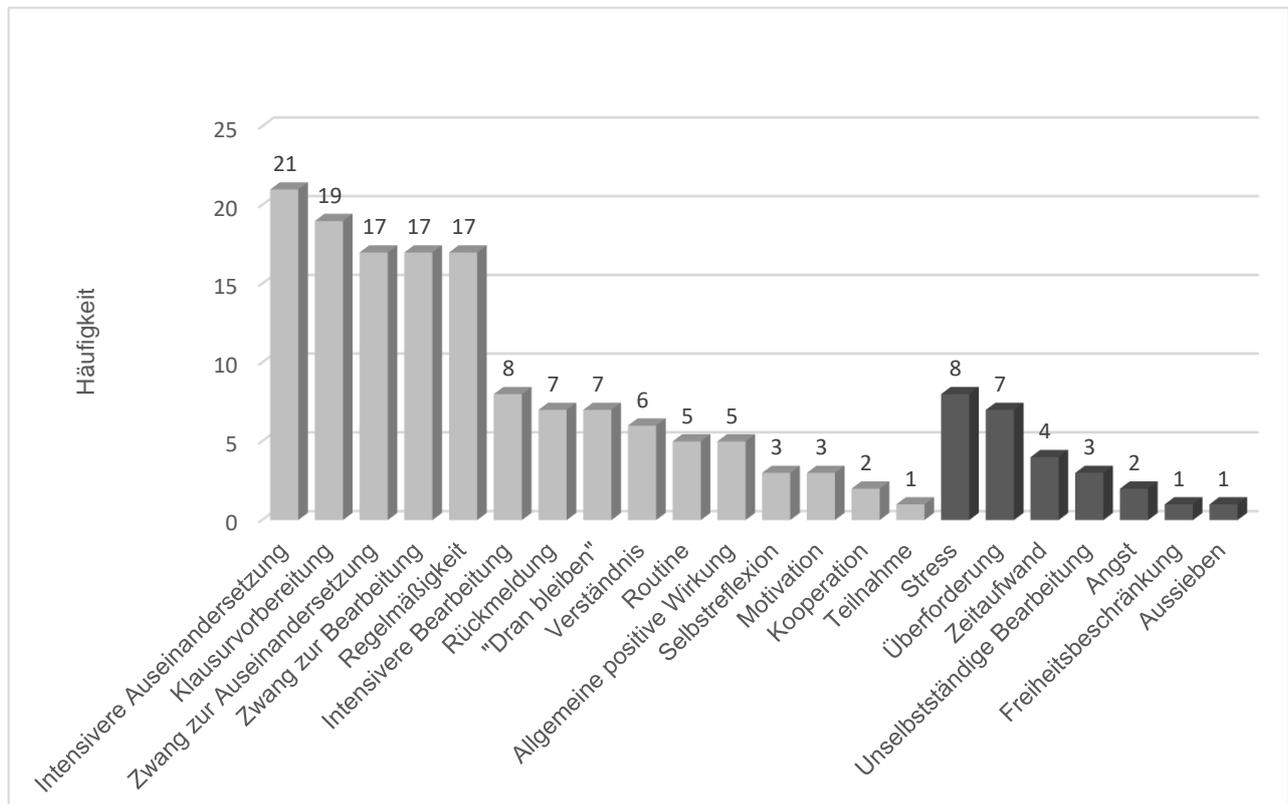


Abb. 5: Auswertung der offenen Frage nach der Wirkung der Pflichtabgabe

Die Ergebnisse der geschlossenen Fragen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Mittelwerte liegen alle deutlich oberhalb des theoretischen Skalenmittels von 1,5. Zunächst zeigt sich, dass die Studierenden stark überwiegend einer generellen Pflichtabgabe zustimmen (Forschungsfrage 1 b)), 93,2 % von ihnen befürworteten die Studienleistung grundsätzlich, darunter 74,4 % sogar stark.

Item	M	SD
Ich halte die Pflichtabgabe der Übungsblätter für sinnvoll.	2.65	0.69
Ohne die Pflichtabgabe hätte ich die Übungsblätter weniger regelmäßig bearbeitet.	2.22	1.03
Ohne die Pflichtabgabe hätte ich die Übungsblätter weniger häufig zur Korrektur abgegeben.	2.21	1.00
Durch die Pflichtabgabe habe ich mich intensiver mit den Übungsblättern befasst.	2.58	0.67
Durch die Pflichtabgabe fühle ich mich besser auf die Klausur vorbereitet.	2.22	0.85

Tab. 1: Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) zu den Items für Forschungsfrage 1 auf einer vierstufigen Likert-Skala (von 0 bis 3).

Weiter wird auch ein deutlich intensiveres Lernen während des Semesters ersichtlich (Forschungsfrage 1c)), insbesondere eine intensivere Befassung mit den Übungsblättern, aber auch die regelmäßige Bear-

beitung und häufige Abgabe der Blätter. Die Studierenden halten die Pflichtabgabe zudem überwiegend für eine gute Klausurvorbereitung (Forschungsfrage 1d)). Diese Befunde decken sich mit den Ergebnissen der offenen Frage, bei welcher eine intensivere und regelmäßige Auseinandersetzung sowie eine verbesserte Klausurvorbereitung besonders häufig genannt wurden.

7. Vergleich der Klausurergebnisse

In Tabelle 2 sind die Anzahl der Studienanfängerinnen und -anfänger und die Anzahl der Teilnehmenden an den Klausuren in den drei Semestern des Untersuchungszeitraums dargestellt. Bei den Studienanfängerzahlen ist zu beachten, dass die Lehramtsstudierenden aller Zielschularten zusammengefasst sind. Dies liegt daran, dass sich die Studierenden an der Universität Koblenz-Landau erst im 5. Semester definitiv für eine Schulart entscheiden müssen, weswegen keine getrennten Statistiken geführt werden; außer in der Mathematik belegen dabei alle Lehramtsstudierenden in den ersten vier Semestern in den gewählten Fächern dieselben Lehrveranstaltungen.

Im Sommersemester sind die Anfängerzahlen jeweils geringer als im Wintersemester, weswegen insbesondere die Zahlen der beiden Wintersemester einander gegenübergestellt werden sollen.

		WiSe 2017/18	SoSe 2018	WiSe 2018/19
Studienanfängerinnen und -anfänger	LA Mathematik	194	93	193
	Math. Modell.	3	0	6
	2-Fach-Bachelor ²	7	2	8
	Insgesamt	204	95	207
Teilnehmende an Klausuren	Insgesamt	31	50	88
	Grundschole	48	36	59
	Sonstige	25	23	59
	Darunter im 1. Semester	42	19	46

Tab. 2: Vergleich von Studienanfänger- und Klausurteilnehmerzahlen nach Semester.

Ein Vergleich zeigt, dass die Anzahl Erstsemestriger, die an der Klausur teilgenommen haben, trotz konstanter Anfängerzahlen um über 50 % gestiegen ist. Dabei ist insbesondere ein starker Zuwachs der Studierenden mit Zielschulart Grundschule festzustellen; bei dieser Gruppe hat sich die Anzahl Klausurteilnehmer im ersten Semester sogar mehr als verdoppelt.

Während es sich vor der Einführung der Pflichtabgabe um eine gemeinsame Klausur mit zielgruppenspezifischen Wahlaufgaben handelte, so entfiel die Wahlmöglichkeit für Studierende nach der neuen Prüfungsordnung ab dem Wintersemester 2018/19. Daher gab es in diesem Semester drei verschiedene Gruppen: Lehramtsstudierende mit Zielschulart Grundschule nach der neuen Prüfungsordnung, Studierende der Lehrämter weiterführender Schulen (inkl. Bachelor of Science Mathematische Modellierung und Zwei-Fach-Bachelor mit Fach Mathematik) nach der neuen Prüfungsordnung sowie Studierende aller Studiengänge nach der alten Prüfungsordnung (d. h. mit freier Wahl zwischen den beiden Klausurversionen). Da es sich bei den Studierenden nach der neuen Prüfungsordnung fast ausschließlich um Erstsemestriger handelt³, werden die Studierenden zwecks Vergleichbarkeit auch in den beiden vorangehenden Semestern in drei Gruppen eingeteilt (Erstsemestriger mit Zielschulart Grundschule, Erstsemestriger mit Zielschulart weiterführende Schulen, sowie Höhersemestriger aller Zielschularten). Die Teilnehmerzahlen, Bestehensquoten und der Notendurchschnitt derjenigen Studierenden, die die Klausur bestanden haben, vor der Einführung der Pflichtabgabe sind in Tabellen 3 und 4 dargestellt.

	Teilnehmende	Best.-quote	Notenschnitt
LA Grundschule (1. Sem.)	25	52,0 %	3,5
LA Weiterführende Schulen (1. Sem.)	42	52,3 %	3,2
Gemischt (höhere Semester)	12	41,6 %	3,6
Insgesamt	79	51,3 %	3,4

Tab. 3: Klausurstatistiken im Wintersemester 2017/18.

	Teilnehmende	Best.-quote	Notenschnitt
LA Grundschule (1. Sem.)	23	47,8 %	3,5
LA Weiterführende Schulen (1. Sem.)	19	57,9 %	3,6
Gemischt (höhere Semester)	44	47,7 %	3,5
Insgesamt	86	50,0 %	3,5

Tab. 4: Klausurstatistiken im Sommersemester 2018.

Die entsprechenden Klausurstatistiken im Wintersemester 2018/19, d. h. nach der Einführung der Pflichtabgabe sowie ohne Wahlmöglichkeiten für Studierende nach der neuen Prüfungsordnung, finden sich in Tabelle 5.

	Teilnehmende	Best.-quote	Notenschnitt
LA Grundschule (neue PO)	59	62,7 %	3,4
LA Weiterführende Schulen (neue PO)	46	69,6 %	3,3
Gemischt (alte PO)	42	40,5 %	3,3
Insgesamt	147	58,5 %	3,4

Tab. 5: Klausurstatistiken im Wintersemester 2018/19.

Ein Vergleich der Bestehensquote der Erstsemestriger vor und nach der Einführung der Pflichtabgabe zeigt, dass diese Bestehensquote für beide Zielgruppen (d. h. Lehramt Grundschule sowie Lehramt weiterführender Schulen) um über zehn Prozentpunkte im Vergleich mit den vorangehenden Semestern gestiegen ist. Schwankungen bei den Klausurergebnissen waren zwar auch zwischen dem Wintersemester 2017/18 und dem Sommersemester 2018 vorhanden, allerdings nur um ca. fünf Prozentpunkte, wobei die Klausur im Sommersemester 2018 für Grundschulstudierende schlechter, für die anderen allerdings besser ausfiel als diejenige im Wintersemester 2017/18. Die Bestehensquote insgesamt hat sich im Wintersemester 2018/19 im Vergleich mit den Vorsemestern ebenfalls deutlich verbessert. Die Studierenden im Wintersemester 2018/19 nach der alten Prüfungsordnung (d. h. mit Wahlklausur) schnitten deutlich schlechter ab als die Studierenden nach der neuen Prüfungsordnung mit über 20 Prozentpunkten weniger bei der Bestehensquote. Die Gruppe der Studierenden in höheren Semestern schnitt zwar auch in

den beiden vorangehenden Semestern jeweils signifikant schlechter ab als die Erstsemestrigen, allerdings hat sich dieser Unterschied deutlich gesteigert. Dass sich die Bestehensquote der höhersemestrigen Studierenden sogar leicht verschlechtert hat, weist darauf hin, dass der Effekt kaum primär durch eine vereinfachte Klausur zustande gekommen ist.

Bemerkenswert ist auch, dass, während die Bestehensquote gestiegen ist, sich der Notendurchschnitt jedoch kaum verändert hat. Dies liegt daran, dass im Vergleich mit den vorangehenden Semestern anteilig mehr Studierende mit Noten im befriedigenden und ausreichenden Bereich bestanden haben. Die Anzahl Studierender mit einer Note von 2,0 oder besser war in allen Semestern und Klausurversionen jeweils einstellig, was in allen Versionen einem Anteil von unter 5 % entspricht.

8. Diskussion

Um die Frage nach der Wirkung verpflichtender Übungsaufgaben in der Hochschulmathematik stärker aufzuklären, wurde die Umstellung von freiwilliger Abgabe auf Pflichtabgabe unter ansonsten weitgehender Beibehaltung der Rahmenbedingungen einer einführenden Mathematikveranstaltung am Campus Koblenz der Universität Koblenz-Landau untersucht. Die Ergebnisse betreffen sowohl Antworten von Studierenden auf eine offene Frage und weitere geschlossene Fragen sowie Statistiken zur Teilnahme und zum Erfolg an der Klausur.

8.1 Umfrage zu den Einstellungen zur Studienleistung

Die Antworten auf Forschungsfrage 1 sind überwiegend positiv. Die Studierenden verbinden die Pflichtabgabe mit erhöhtem Lernerfolg (Forschungsfrage 1a)), und befürworten stark überwiegend dieses Modell (Forschungsfrage 1b)).

Auf der Handlungsebene wird von den Studierenden eine deutlich intensivere und auch regelmäßige Auseinandersetzung mit den Vorlesungsinhalten und den Übungsblättern im Semester beschrieben, kaum aber wenig hilfreiche Umgehungsstrategien wie das Abschreiben (Forschungsfrage 1c)). Passend dazu wird die Pflichtabgabe auch als wirksame Klausurvorbereitung eingeschätzt (Forschungsfrage 1d)), was sowohl die Auswertung der offenen als auch der geschlossenen Fragen zeigt. Die überwältigende Mehrheit der befragten Studierenden schätzt die Pflichtabgabe als eine sinnvolle Maßnahme ein, was den Befund aus der Umfrage im Sommersemester 2017 (Krapf, 2018) bekräftigt, gemäß welcher knapp die Hälfte der Studierenden die Einführung der Pflichtabgabe befürwortete. Dies ist insofern bemerkenswert,

als die jeweils Befragten sich zwar vorstellen konnten, wie das jeweils andere Studienmodell wohl wäre, es aber überwiegend nicht erlebt haben. Interessant wäre es auch, die Einstellungen von Studierenden zu erfassen, die beide Systeme erlebt haben. Im Rahmen dieser Studie war dies allerdings nicht möglich, da für Wiederholer*innen eine Übergangsregelung zutraf.

8.2 Vergleich der Klausurergebnisse

Forschungsfragen 2a) nach der Teilnahmequote und 2b) nach dem Erfolg bei der Klausur als Auswirkung der eingeführten Pflichtabgabe lassen sich ebenfalls positiv beantworten. Die Teilnehmezahl ist nach der Einführung der Pflichtabgabe von 79 auf 147 Studierende in absoluten Zahlen deutlich gestiegen. Der Anstieg der Klausurteilnehmezahlen ist sowohl auf eine gestiegene Anzahl an Studierenden aus höheren Semestern zurückzuführen, überwiegend aber auf eine größere Teilnahmequote von Erstsemestrigen. Während von diesen vor der Einführung der Pflichtabgabe knapp ein Drittel an der Klausur teilgenommen hatte, war es nach der Einführung der Pflichtabgabe die Hälfte. Die Anfängerzahl in den beiden Wintersemestern ist praktisch konstant geblieben, sodass wir keine veränderten Zahlen bei eingeschriebenen Studierenden mit oder ohne ernsthaftes Studieninteresse in Mathematik annehmen.

Auch die Bestehensquote ist um gut 7 Prozentpunkte gestiegen, wie man im Vergleich von Tabelle 3 und Tab. 5 sieht. Der Anstieg lässt sich auf diejenigen Studierenden zurückführen, die das Modul zum ersten Mal belegten und für die daher die Abgabe verpflichtend war. Er ist im Grundschullehramt mit gut 10 Prozentpunkten noch etwas geringer als bei Studierenden des weiterführenden Lehramts mit gut 17 Prozentpunkten. Dies ist ein Indiz dafür, dass sich die Verbesserung nicht, oder zumindest nur teilweise, auf eine vereinfachte Grundschulklausur zurückführen lässt.

In Kombination sind die Befunde zu den Forschungsfragen 2a) und 2b) besonders bemerkenswert. Anzunehmen ist ja, dass vor allem diejenigen Studierenden der Klausur fernbleiben, die entweder ihr Studium der Mathematik nicht weiter ernsthaft verfolgen oder die Klausur nach eigener Einschätzung nicht bestehen würden. Eine Ausweitung der Klausurteilnahme bei höherem Erfolg spricht stark dafür, dass Studierende stärker motiviert oder qualifiziert wurden (oder beides).

8.3 Stärken und Grenzen der Studie

Eine klare Stärke der Studie liegt in der ökologischen Validität. Bei überwiegend vergleichbaren Rahmenbedingungen (identische Dozentin und Inhalte, weitgehend vergleichbare Klausur, keine Selbstselektion der Teilnehmenden) wurde die Pflichtabgabe variiert und die beobachteten Variablen zu Akzeptanz, Klausurteilnahme und Klausurerfolg stellen für die Praxis hoch relevante Größen dar. Zudem können solche Systemumstellungen nur selten durchgeführt werden.

Die Begleitforschung in der realen Situation bringt aber auch Einschränkungen mit sich. Bei der Umfrage unter den Studierenden ist aufgrund der Präsenzdurchführung in der letzten Vorlesung von Selektionseffekten auszugehen. Vermutlich wurden überwiegend Studierende erreicht, die mit dem jeweiligen Lehrsystem besonders gut zurechtkamen. Die Überschneidung der Teilnehmenden an Vorlesung und Klausur ist jedoch hoch; unter den Abwesenden befanden sich insbesondere einige Wiederholende. Die Einstellungen der Studienabbrecherinnen und -abbrecher zur Pflichtabgabe konnten bei dieser Erhebung allerdings nicht erfasst werden.

Zudem sind die Studierenden zwar ohne (bewusste) eigene Wahl in den beiden Lehrformen gelandet, eine Randomisierung liegt aber nicht vor. Daher können die Kohorten unterschiedliche Merkmale tragen, die die Ergebnisse ebenfalls erklären könnten. Insbesondere verfügten die Studierenden in den drei Semestern des Untersuchungszeitraums über unterschiedliche Eingangsvoraussetzungen. So lag der Abiturschnitt der Studienanfängerinnen und -anfänger im Wintersemester 2017/18 bei 2,63, im Sommersemester 2018 bei 2,86 und im Wintersemester 2018/19 bei 2,55. Der Unterschied zwischen den Wintersemestern liegt bei etwa einem Achtel einer Standardabweichung in Rheinland-Pfalz (vgl. KMK, 2018) und wirkt daher gering, aber nennenswert. Er lässt sich auch nicht durch einen insgesamt gestiegenen Abiturschnitt erklären, da sich im Land Rheinland-Pfalz der Abiturschnitt in den letzten Jahren nur geringfügig verbessert hat. Ein Vergleich mit früheren Semestern zeigt auch, dass die Eingangsvoraussetzungen der Studienanfängerinnen und -anfänger im Lehramt Mathematik an der Universität Koblenz-Landau, Campus Koblenz, im Wintersemester jeweils deutlich besser sind als im Sommersemester. Dass sich die Abiturnote als guter Prädiktor für den Erfolg im Mathematikstudium erweist, wurde in der Literatur bereits umfangreich dokumentiert (Blömeke, 2009; Rach & Heinze, 2017). Es scheint dennoch nicht plausibel, dass die berichteten Ergebnisse allein auf diesem Unterschied gründen.

Für ein echtes Quasi-Experiment kommen zudem die Studierenden nach der Übergangsregelung als Kontrollgruppe nicht infrage, da es sich bei dieser Gruppe um eine Negativselektion handelt. Von ihnen hatten 64,3% bereits einen oder zwei Fehlversuche⁴. Außerdem haben sie den Stoff zum zweiten Mal präsentiert bekommen, was schon an sich einen erheblichen Unterschied ausmacht.

Eine weitere Einschränkung besteht darin, dass in den geschlossenen Fragen keine negativen Effekte der Pflichtabgabe, wie beispielsweise Abschreiben, Stress oder Überforderung, abgefragt wurden. Nachträglich lässt sich das nicht ändern und eine erneute Umstellung des Lehrsystems ist nicht möglich. In zukünftigen Studien sollten solche Effekte berücksichtigt werden.

Um die verbesserten Prüfungsleistungen wirklich auf die Einführung der Studienleistung zurückzuführen, müsste man ausschließen, dass die positiven Klausurergebnisse durch eine vereinfachte Klausur, insbesondere für die Grundschulstudierenden, zustande gekommen sind. Hierzu ist anzumerken, dass die Differenzierung nach Schultyp ab dem Wintersemester 2018/19 die Klausuren je nach Schultyp etwas weniger als die Hälfte der Aufgaben betraf und auch zuvor bereits in der Form von Wahlaufgaben implementiert war. Da die Klausur für Grundschulstudierende, anders als in den beiden vorangehenden Semestern, schlechter ausgefallen ist als diejenige für weiterführende Schulen, ist davon auszugehen, dass die Differenzierung den Schwierigkeitsgrad für die Grundschulklausur kaum gesenkt hat. Zudem sind die Struktur und die Aufgabentypen für die Klausur für weiterführende Schulen mit denjenigen der Klausuren in den beiden Vorsemestern vergleichbar und gerade diese Gruppe konnte hinsichtlich der Bestehensquote einen besonders starken Zuwachs verbuchen. Wir nehmen daher an, dass die Einführung der Pflichtabgabe tendenziell zu besseren Lernergebnissen führt.

8.4 Theoretische Implikationen

Die Ergebnisse sichern keine Kausalität, deuten aber insgesamt darauf hin, dass die Pflichtabgabe sowohl positiv aufgenommen wird als auch positiv auf die Leistung wirkt. Die Steigerung der Bestehensquote steht im Einklang mit den Ergebnissen der Studien von Cartledge und Sasser (1981) sowie Trussell und Dietz (2003). Dabei scheint, wenn man sich an den Antworten auf die offene Frage orientiert, vor allem die gesteigerte regelmäßige Beschäftigung mit den Inhalten für den Erfolg verantwortlich. Zusammen mit der Arbeit von Ufer (2015) wird somit die empirische Basis für die Annahme gestärkt, dass die Be-

schäftigung mit den Aufgaben nicht nur Ausdruck einer hohen Leistungsfähigkeit ist, sondern auch die Leistungsfähigkeit verbessert. Aus lerntheoretischer Sicht ist ohnehin zu erwarten, dass die regelmäßige Bearbeitung der Übungsblätter während des Semesters das erlernte Wissen festigt und eine nachhaltige Wirkung erzielt. Zu vermuten (und auch zu prüfen) wäre nun die Annahme, dass durch die Pflichtabgabe insgesamt mehr solche Auseinandersetzungen mit dem Inhalt stattfinden und nicht etwa eigene Lernhandlungen nur ersetzt werden. Die gestiegene Leistungsfähigkeit könnte dann auch die gestiegene Klausurteilnahme erklären, sind doch Leistungsprobleme bekannt als Hauptgrund für den Studienabbruch in MINT-Fächern (Heublein et al., 2010).

Motivational scheinen die positiven Effekte der Pflichtabgabe die negativen Effekte wie zusätzliche Frustration und Abschreiben im Endeffekt zu überwiegen, wie schon die Verteilung von positiven und negativen Effekten bei der subjektiven Einschätzung der Wirkung der Pflichtabgabe nahelegt. Auffällig im Vergleich mit qualitativen Arbeiten (Göller, 2020; Liebendörfer und Göller, 2016b; Liebendörfer, 2018) sind die geringen Verbindungen zu Stress, Überforderung und dem Abschreiben von Übungsaufgaben. Zu vermuten ist, dass möglicherweise das Niveau der Aufgaben selbst und jedenfalls ihre Vorbereitung durch Präsenzübungen dazu führen, dass mehr Studierende die Hausaufgaben selbständig bearbeiten können. Allerdings wäre es theoretisch und methodisch durchaus plausibel, dass es Studierende gibt, die negative Auswirkungen gespürt haben und sich genau deshalb nicht an der Befragung beteiligt haben.

Hier liegen wichtige Hinweise für die Frage, wie pauschal der Pflichtabgabe eine positive Wirkung zugeschrieben werden kann. Die Ergebnisse deuten eine Übertragbarkeit der Befunde aus der Schule an, dass Aufgaben wirksam sind, die herausfordern ohne zu überfordern (Dettmers et al., 2011). Darin mag in der untersuchten Veranstaltung ein großer Unterschied zum traditionellen Fach- und Gymnasiallehramtsstudium liegen, bei dem von der Mehrheit der Studierenden eine gewisse Überforderung mit den Aufgaben und nur selten eine wirklich selbständige Bearbeitung berichtet wird (Liebendörfer & Göller, 2016b; Rach & Heinze, 2013). Inwieweit stärker herausfordernde Varianten der Pflichtabgaben im Vergleich mit einer freiwilligen Abgabe ebenfalls motivations- oder lernförderlich sind, kann aufgrund der vorliegenden Daten nicht gesagt werden. Zumindest muss aber mit deutlich eingeschränktem Erleben von Kompetenz und Autonomie gerechnet werden (Liebendörfer, 2018), was der Motivation sehr abträglich ist (Deci & Ryan, 1993). Auch muss damit gerechnet werden, dass Lernhandlungen nicht mehr so stark auf die Wissenserweiterung gerichtet werden, wird doch

das Abschreiben maßgeblich durch eine Überforderung mit den Übungsaufgaben ausgelöst (Liebendörfer & Göller 2016b).

Bemerkenswert ist zudem, dass zwar mehr Studierende die Klausur bestanden haben, sich die Noten der Leistungsspitze aber nicht nennenswert verändert haben. Dies könnte sich im Einklang mit den bisherigen Überlegungen daraus erklären, dass die Pflichtabgabe vor allem für die Studierenden wirkt, die durch die Aufgaben passend herausgefordert wurden, während leistungsstärkere Studierende kaum profitierten.

8.5 Bedeutung für die Praxis

Implikationen für die Praxis lassen sich auf Grundlage dieser Studie und der bestehenden methodischen und theoretischen Unsicherheiten nur als Empfehlungen vor einem sehr vagen Wissen geben. Die Entscheidung für oder gegen eine Pflichtabgabe kann aber oft nicht auf eine gründliche Erforschung warten, sie gehört zum Handlungsspielraum, den Lehrende grundsätzlich haben und jederzeit irgendwie nutzen. Daher geben wir im Folgenden Empfehlungen, wohlwissend, dass weitere Forschung zu anderen Ergebnissen führen kann.

Die hohe Akzeptanz unter den Studierenden und die positiven Ergebnisse bei der Klausurteilnahme und beim Klausurerfolg führen uns zu dem Schluss, dass eine Pflichtabgabe empfehlenswert ist. Zumindest scheinen verpflichtende Aufgaben mit einem mäßigen Anforderungsniveau gegenüber einer freiwilligen Abgabe im Vorteil.

Die Frage nach dem Niveau der Herausforderung ist aber aus zwei Gründen nicht zu beantworten. Zum einen fehlen Kenntnisse, ob dieses Niveau wirklich wie vermutet mit der Wirkung der Pflichtabgabe zusammenhängt. Zum anderen aber läge, falls dem so wäre, in der Wahl des Niveaus eine (normative) Entscheidung für die besondere Förderung einer Leistungsschicht zuungunsten der anderen. Ob z. B. der Förderung einer Leistungsspitze oder der Förderung leistungsschwächerer Studierender der Vorzug gegeben wird, müssen Lehrende vor ihren eigenen Lehrzielen (z. B. Ausbildung wissenschaftlichen Nachwuchses im Fach, Vermeidung von Studienabbruch) selbst entscheiden.

8.6 Offene Fragen

Die Studie regt weitere Forschung im Bereich der Pflichtabgabe an. So wurde das Feedback, das Studierende auf ihre Abgaben erhalten, in der vorliegenden Studie nur von sieben Studierenden als positiv erwähnt. Hinzu kommen drei Äußerungen zur Selbstreflexion durch die Bewertungen. Methodisch be-

dingt lässt sich nicht klären, ob die meisten Studierenden lernförderliches Feedback nur nicht berichtet oder gar nicht erst erhalten haben. Hierzu müsste man die Qualität des gegebenen Feedbacks einschätzen und daraufhin die Wahrnehmung überprüfen. Die Qualität des Feedbacks ist insgesamt ein wenig beachteter Ansatzpunkt, der aber bedeutend scheint. In einem Lehrversuch mit Feedback in der Mathematiklehramtsausbildung wurde z. B. die ausführlichere Kommentierung der Übungsblätter von Studierenden zu 90 % positiv aufgenommen (Biehler et al., 2012). Eine enge Anleitung der Tutorinnen und Tutoren mit dem Fokus der Rückmeldungen auf den Lernzielen, dem Fortschritt und konkreten nächsten Schritten scheint allerdings notwendig (Püschl et al., 2016). Feedback zählt zu den bedeutendsten Erklärungen von Leistung im Bildungsbereich (Hattie & Timperley, 2007) und hat sich in den USA als Unterscheidungsmerkmal sehr erfolgreicher Hochschulen in der Mathematik erwiesen (Ellis et al., 2015). Insofern wäre zu prüfen, ob Feedback einen Teil der Wirkung der Pflichtabgabe erklären kann, oder ob geeignetes Feedback diese Wirkung weiter steigern könnte.

Interessant zu wissen wäre außerdem, wie sich die Einführung der Studienleistung in einem einzigen Modul auf das Lernverhalten und die Klausurergebnisse in anderen Modulen auswirkt. So konnten zweierlei sich gegenseitig widersprechende Effekte im Gespräch mit Dozierenden festgestellt werden. Einerseits, führte die Pflichtabgabe in der *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt* zu einer stärkeren Fokussierung auf dieses Modul im Vergleich mit Parallelveranstaltungen. Insofern scheinen negative Nebeneffekte bezüglich anderer Lehrveranstaltungen plausibel. Inwieweit eine gleichzeitig verstärkte extrinsische Motivation in allen Modulen global positive oder negative Effekte hätte, ist offen. Andererseits nahmen Dozierende von Folgeveranstaltungen mit freiwilliger Abgabe höhere Abgabequoten sowie eine gestiegene Sorgfältigkeit bei der schriftlichen Ausarbeitung wahr. Ob sich solche Beobachtungen verallgemeinern lassen, ist ebenfalls offen.

Auch verschiedene Varianten der verpflichtenden Bearbeitung wöchentlicher Aufgaben und alternative Formen wie digitale Übungsaufgaben oder mehrere über das Semester verstreute Kurzklausuren, die in jüngerer Zeit an verschiedenen Hochschulen erprobt werden, sollten dem hier getesteten Modell in Untersuchungen gegenübergestellt werden. In der Service-Mathematik, in der weniger Gewicht auf dem Problemlösen und Beweisen liegt, scheinen beispielsweise digitale Aufgaben vielversprechend. Einigen Studien zufolge kann die Online-Bewertung von kalkülorientierten Übungsaufgaben einen vergleichbaren bis höheren Lerneffekt erzielen (Hirsch & Wei-

bel, 2003; Smolinsky et al., 2019; Halcrow & Dunigan, 2012). Ein Vorteil der Online-Abgabe gegenüber der handgeschriebenen Abgabe ist ein unmittelbares Feedback, welches allerdings in der Regel weniger detailliert und differenziert ist. Gerade bei Beweisaufgaben, bei welchen die schriftliche Darstellung in der mathematischen Symbolsprache zentral ist, scheint es jedoch unmöglich, gänzlich auf die handschriftliche Abgabe zu verzichten. Mit Blick auf den Korrekturaufwand wäre weiter wissenswert, ob sich die Pflichtabgabe in Gruppen bezüglich ihrer Wirkung von der Pflicht zur Einzelabgabe unterscheidet.

Fazit

Ein Quasi-Experiment gibt einen ersten Hinweis, dass die Einführung der Pflichtabgabe zu einer Ausweitung der Klausurteilnahme bei erhöhter Bestehensquote führen könnte. Die Frage nach der Wirkung der Pflichtabgabe wird von den Studierenden überwiegend positiv beantwortet; insbesondere eine intensivere Auseinandersetzung mit Vorlesungsinhalten und Übungsblättern, regelmäßigeres und kontinuierliches Lernen sowie eine verbesserte Klausurvorbereitung wurden häufig genannt. Die vorliegenden Daten sichern allerdings keine Kausalität, zudem könnten negative Nebenwirkungen existieren, die nicht erfasst wurden. Dennoch spricht zumindest manches für die Einführung oder Beibehaltung der Pflichtabgabe.

Anmerkungen

¹ Eine nicht repräsentative Sammlung verschiedener Varianten der Pflichtabgabe an verschiedenen Hochschulen aus dem Wintersemester 2012/13 findet sich unter https://zapf.wiki/WiSe12_AK_Kontrolle (abgerufen am 10.12.2019).

² Unter den Studierenden mit einer Note von 2,0 oder besser befinden sich über alle Klausuren verteilt jedoch mehr Studierende des Lehramts weiterführender Schulen (inkl. Mathematische Modellierung und 2-Fach-Bachelor).

² Unter dem Zwei-Fach-Bachelor ist ein nicht-lehramtsbezogener Bachelorstudiengang mit zwei gleichwertigen Fächern zu verstehen.

³ Unter den Studierenden, die die Klausur nach der neuen Prüfungsordnung absolvierten, befanden sich zwei Studierende in einem höheren Semester, die jedoch das Modul zum ersten Mal belegten.

⁴ Jede Klausur darf maximal zweimal wiederholt werden. Nach drei Fehlversuchen gilt die Klausur als endgültig nicht bestanden.

Literatur

- Alcock, L. (2017). *Wie man erfolgreich Mathematik studiert*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. Abgerufen von <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-50385-0>
- Berndtsen, B., Dieter, M. & Törner, G. (2016). *Statistiken zum Mathematikstudium*. Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, 24(4), 234–237.
- Biehler, R., Hänze, M., Hochmuth, R. & Sonntag, J. (2012). Semesterbegleitende Unterstützung von Tutoren zum feedbackorientierten Korrigieren von Übungsaufgaben in einer Erstsemestervorlesung. In M. Ludwig & M. Kleine (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012* (Vol. 2, pp. 817–820). Waxmann Verlag.
- Blömeke, S. (2009). Ausbildungs- und Berufserfolg im Lehramtsstudium im Vergleich zum Diplomstudium – Zur prognostischen Validität kognitiver und psychomotivationaler Auswahlkriterien. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 12, 82–110.
- Briedis, K., Egorova, T., Heublein, U., Lörz, M., Midden-dorff, E. & Spangenberg, H. (2008). *Studienaufnahme, Studium und Berufsverbleib von Mathematikern*. Hannover: HIS Hochschul-Informationssystem GmbH.
- Brown, M., Macrae, S., Rodd, M. & Wiliam, D. (2005). *Full report of research activities and results: Students' experiences of undergraduate mathematics*. London: King's College London Department of Education and Professional Studies.
- Cartledge, C. M. & Sasser, J. E. (1981). The effect of homework assignments on the mathematics achievement of college students in freshman algebra. Educational Resources Information Center (ERIC), ED206495, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED206495.pdf>, abgerufen am 10.12.2019.
- Cooper, H., Robinson, J. & Patall, E. (2006). Does Homework Improve Academic Achievement? A Synthesis of Research, 1987–2003. *Review of Educational Research* 76(1), 1–62.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift Für Pädagogik*, 39(2), 223–238.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Ellis, J., Hanson, K., Nuñez, G. & Rasmussen, C. (2015). Beyond Plug and Chug: An Analysis of Calculus I Homework. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 1(2), 268–287. <https://doi.org/10.1007/s40753-015-0012-z>
- Fischer, A. (2012). Anregung mathematischer Erkenntnisprozesse in Übungen. In C. Ableitinger, C. Kramer & S. Prediger (Hrsg.), *Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung: Ansätze zu Verknüpfungen der fachinhaltlichen Ausbildung mit schulischen Vorerfahrungen und Erfordernissen* (S. 95–116). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Glasmachers, E., Lipinski, M. & Eichelsbacher, P. (2017). *Information für Studienanfängerinnen und Studienanfänger des Faches MATHEMATIK im Wintersemester 2017/2018*. Verfügbar unter <http://www.ruhr-uni-bochum.de/ffm/pdf/Erstiinfo.pdf> [07.04.2018].
- Göller, R. (2020). *Selbstreguliertes Lernen im Mathematikstudium*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Halcrow, C. & Dunnigan, G. (2012). Online Homework in Calculus I: Friend or Foe? *PRIMUS* 22(8), 664–682.
- Herrmann, D. (2014). *Die antike Mathematik: Eine Geschichte der griechischen Mathematik, ihrer Probleme und Lösungen*. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hirsch, L. & Weibel, C. (2003). Statistical Evidence that Web-Based Homework Helps. *FOCUS* 23(2), 14.
- KMK. (2018). *Abiturnoten 2017 an Gymnasien, Integrierten Gesamtschulen, Fachgymnasien, Fachoberschulen und Berufsoberschulen*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Dokumentationen/Aus_Abiturnoten_2017.pdf, abgerufen am 11.02.2020.
- Kaw, A. & Yalcin, A. (2011). Does Collecting Homework Improve Examination Performance? *International Journal of Engineering Education*, 27(6), 1–10.
- Krapf, R. (2018). Auswirkungen einer aktiven Beteiligung am Übungsbetrieb auf den Studienerfolg und mögliche Unterstützungsmaßnahmen in der Studieneingangsphase. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 1067–1070). Münster: WTM-Verlag.
- Krapf, R. (2019). „Wie kommt man drauf?“. Ergebnisse aus einem Tutorium zu den Methoden des mathematischen Arbeitens. A. Frank, S. Krauss & K. Binder (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2019*. Münster: WTM-Verlag.
- Krapf, R. (2020). Welche Wirkung hat die Pflichtabgabe auf den Lernerfolg im ersten Semester? In Siller, H.-S., Weigel, W. & Wörler, J.F. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020* (S. 553–556). Münster: WTM-Verlag.
- Liebindörfer, M. (2018). *Motivationsentwicklung im Mathematikstudium*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22507-0>
- Liebindörfer, M. & Göller, R. (2016a). Abschreiben von Übungsaufgaben in traditionellen und innovativen Mathematikvorlesungen. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 24(4), 230–233.
- Liebindörfer, M. & Göller, R. (2016b). Abschreiben - ein Problem in mathematischen Lehrveranstaltungen? In W. Paravicini & J. Schneider (Hrsg.), *Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2014 Beiträge zum gleichnamigen Symposium am 7. & 8. November 2014 an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster* (S. 119–141). Münster: WTM-Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- Lütkenhöner, L. (2012). Effekte von Erhebungsart und -zeitpunkt auf studentische Evaluationsergebnisse. Diskussionspapier des Instituts für Organisationsökonomik, DP-IO 12/2012, <https://www.wiwi-uni-muenster.de/io/forschen/diskussionspaperie>, abgerufen am 20.11.2019.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 601–613). Wiesbaden: VS Verlag.
- Metzger, C. (2011). Beschreibung der untersuchten Studiengänge an den Universitäten Hamburg und Paderborn. In R. Schulmeister & C. Metzger (Hrsg.), *Die Workload im Bachelor: Zeitbudget und Studierverhalten; eine empirische Studie* (S. 323–350). Münster [u. a.]: Waxmann.

R. Krapf & M. Liebendörfer

- Püschl, J., Biehler, R., Hochmuth, R. & Schreiber, S. (2016). Wie geben Tutoren Feedback? Anforderungen an studentische Korrekturen und Weiterbildungsmaßnahmen im LIMA-Projekt. In A. Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth & H.-G. Rück (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase* (pp. 387–404). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-10261-6_25
- Rach, S. & Heinze, A. (2013). Welche Studierenden sind im ersten Semester erfolgreich? *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34(1), 121–147. <https://doi.org/10.1007/s13138-012-0049-3>
- Rach, S. & Heinze, A. (2017). The Transition from School to University in Mathematics: Which Influence Do School-Related Variables Have? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(7), 1343–1363. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9744-8>
- Smolinsky, L., Olafsson, G., Marx, B. & Wang, G. (2019). Online and Handwritten Homework in Calculus for STEM Majors. *Journal of Educational Computing Research* 57(6), 1513-1533.
- Thomas, J. B. (2018). *Gestaltung und Evaluation eines Übungskonzeptes zur Aktivierung der Studierenden in der Studieneingangsphase im Fach Mathematik*. Bachelorarbeit an der Universität Koblenz-Landau.
- Trautwein, U. (2007). The homework-achievement relation reconsidered: Differentiating homework time, homework frequency, and homework effort. *Learning and Instruction* 17, 372–388.
- Trussell, H. J. & Dietz, E. J. (2003). A Study of the Effect of Graded Homework in a Preparatory Math Course for Electrical Engineers. *Journal of Engineering Education* 92(3), 141–146.
- Ufer, S. (2015). The role of study motives and learning activities for success in first semester mathematics studies. In Beswick, K., Muir, T., Wells, J. (Hrsg.), *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 4, 265–272. Hobart, Australia: PME.

Anschrift der Verfasser

Regula Krapf
Universität Bonn
Mathematisches Institut
Endenicher Allee 60
53115 Bonn
krapf@math.uni-bonn.de

Michael Liebendörfer
Universität Paderborn
Institut für Mathematik
Warburger Straße 100
33098 Paderborn
liebendoerfer@khdm.de

Anhang

Im Folgenden ist das Codiermanual des induktiv aus den Daten gewonnenen Kategoriensystems zur Auswertung der offenen Frage nach der Wirkung der Pflichtabgabe dargestellt. Mit (*) markierte Kategorien sind dabei ausschließlich negativ konnotiert. Die übrigen Kategorien sind überwiegend positiv konnotiert; teilweise lässt sich aber auch keine Wertung identifizieren.

Kategorie	Ankerbeispiel	Beschreibung
K1: Inhaltsbezogene Wirkung		
K1.1: Zwang zur Auseinandersetzung	„Durch die Pflichtabgabe ist man gezwungen sich mit dem Stoff auseinanderzusetzen was für mich persönlich sehr gut war.“	Durch die Pflichtabgabe muss man sich zwangsläufig mit den Vorlesungsinhalten auseinandersetzen.
K1.2: Intensivere Auseinandersetzung	„Umfangreiche Beschäftigung mit dem Vorlesungsstoff“	Die Pflichtabgabe führt zu einer intensiveren oder vertieften Auseinandersetzung mit den Vorlesungsinhalten.
K1.3: Verständnis	„besseres Verständnis bezüglich der Themen im Skript“	Die Pflichtabgabe fördert das Verständnis der Vorlesungsinhalte.
K1.4: Klausurvorbereitung	„Man bereitet sich im Laufe des Semesters durchgängig auf die Klausur vor.“	Die Pflichtabgabe bietet eine Klausurvorbereitung bereits im Laufe der Vorlesungszeit.
K2: Prozessbezogene Wirkung		
K2.1: Zwang zur Bearbeitung	„Ich denke es gibt viele, die die Blätter nicht bearbeiten würden, wenn es freiwillig wäre.“	Die Pflichtabgabe wirkt als Druck, sich überhaupt mit den Übungsaufgaben zu befassen.
K2.2: Intensivere Bearbeitung	„Sie bringt mich dazu, mich noch stärker mit den Blättern zu beschäftigen.“	Die Pflichtabgabe führt zu einer intensiveren und gründlicheren Auseinandersetzung mit den Übungsaufgaben.
K2.3: Routine	„Sehr hoher Übungseffekt.“	Die Pflichtabgabe führt durch vermehrtes Üben zu Routine.
K3: Feedback		
K3.1: Rückmeldung	„Durch die Korrektur erkennt man seine Schwächen und Notationsfehler werden behoben (positiv!).“	Durch die Korrektur erhält man eine wöchentliche Rückmeldung.
K3.2: Selbstreflexion	„Sinnvoll, um selbst zu überprüfen, ob man die Inhalte wirklich verstanden hat und anwenden kann.“	Die Pflichtabgabe ermöglicht es, die Entwicklung des eigenen Lernstands zu reflektieren oder zu steuern.
K4: Organisation und Lernstrategien		
K4.1: Regelmäßigkeit	„Kontinuierliches Arbeiten auch während des Semesters/sehr gut für Leute, die sonst erst zur Klausur hin anfangen würden zu arbeiten (ich).“	Die Pflichtabgabe führt zu regelmäßigem und kontinuierlichem Lernen.
K4.2: „Dranbleiben“	„Ich habe jede Woche die Übungsblätter bearbeitet, wodurch man beim Thema bleibt.“	Durch die Pflichtabgabe bleibt man auf dem Stand der Vorlesung und verliert nicht den Anschluss.
K4.3: Kooperation	„[...] die Aufgaben aber immer als Gruppenarbeit fördert zum einen die Gemeinschaft und das gegenseitige Verständnis.“	Durch die Pflichtabgabe und die Möglichkeit der Abgabe in Kleingruppen werden kooperative Lernstrategien gefördert.
K4.4: Unselbstständige Bearbeitung (*)	„Das oft nur einer [in der Lerngruppe] die Aufgaben macht, und man kein ehrliches Feedback zu seiner Leistung bekommt.“	Die Pflichtabgabe führt dazu, dass man Übungsaufgaben abschreibt oder in einer Gruppe sich nicht alle gleichermaßen am Lösungsprozess beteiligen.
K4.5: Zeitaufwand (*)	„[...] dass man teils sehr lange >8h dransitzt.“	Die Pflichtabgabe führt zu einem erhöhten Zeitaufwand für die Bearbeitung der Übungsblätter.
K4.6: Teilnahme	„regelmäßige Teilnahme an Übungsstunden, Vorlesungen“	Durch die Pflichtabgabe nimmt man regelmäßiger an den Lehrveranstaltungen teil.

K5: Affektive Wirkung		
K5.1: Motivation	„[...] es motiviert darauf [Übungsblätter] Punkte zu bekommen.“	Die Pflichtabgabe und insbesondere die Bepunktung der Abgaben erhöht die extrinsische Motivation.
K5.2: Stress (*)	„Stressig, da man in manchen Wochen viel anderes zu tun hat und man trotzdem das Übungsblatt bis zu einem bestimmten Tag machen MUSS.“	Die Pflichtabgabe führt zu Stress.
K5.3: Überforderung (*)	„Teilweise zu schwierig => demotiviert.“	Die Anforderungen oder der Umfang der Übungsblätter führen zu einer Überforderung bei der Bearbeitung.
K5.4: Angst (*)	„Negativ, da mehr Druck und selbst wenn man sie regelmäßig löst, kann es passieren, dass man die Studienleistung (Zulassung) nicht erhält.“	Die Pflichtabgabe führt zur Angst, die Klausurzulassung nicht zu erreichen.
K6: Strukturelle Wirkung		
K6.1: Freiheitsbeschränkung (*)	„[...] allerdings ist es für die meisten dann eher gezwungen, und die die eigentlich abgeben würden auch ohne Pflicht abgeben würden.“	Die Pflichtabgabe nimmt den Studierenden die Entscheidung, ob sie Übungsblätter abgeben möchten, vorweg.
K6.2: Auslieben (*)	„den Klausurschnitt verbessern, aus-sortieren“	Die Pflichtabgabe ist ein Mittel der Hochschulen, bereits vor der Klausur auszulieben.
K7: Sonstige Wirkung		
K7.1: Allgemeine positive Wirkung	„eine sehr sehr sehr sehr gute:)“	Die Pflichtabgabe hat eine nicht weiter spezifizierte positive Wirkung.