

Studien zur theoretischen und empirischen
Forschung in der Mathematikdidaktik

RESEARCH

Jennifer Lung

Schulcurriculares Fachwissen von Mathematiklehr- amtsstudierenden

Struktur, Entwicklung und Einfluss
auf den Studienerfolg

MOREMEDIA



Springer Spektrum

Studien zur theoretischen und empirischen Forschung in der Mathematikdidaktik

Reihe herausgegeben von

Gilbert Greefrath, Münster, Deutschland

Stanislaw Schukajlow, Münster, Deutschland

Hans-Stefan Siller, Würzburg, Deutschland

In der Reihe werden theoretische und empirische Arbeiten zu aktuellen didaktischen Ansätzen zum Lehren und Lernen von Mathematik – von der vorschulischen Bildung bis zur Hochschule – publiziert. Dabei kann eine Vernetzung innerhalb der Mathematikdidaktik sowie mit den Bezugsdisziplinen einschließlich der Bildungsforschung durch eine integrative Forschungsmethodik zum Ausdruck gebracht werden. Die Reihe leistet so einen Beitrag zur theoretischen, strukturellen und empirischen Fundierung der Mathematikdidaktik im Zusammenhang mit der Qualifizierung von wissenschaftlichem Nachwuchs.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/15969>

Jennifer Lung

Schulcurriculares Fachwissen von Mathematiklehramts- studierenden

Struktur, Entwicklung und Einfluss
auf den Studienerfolg



Springer Spektrum

Jennifer Lung
Westernohe, Deutschland

Dissertation Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 2019

Tag der mündlichen Prüfung: 07.10.2019
Erstgutachter: Prof. Dr. Hans-Stefan Siller
Zweitgutachterin: Prof. Dr. Christina Drüke-Noe

ISSN 2523-8604 ISSN 2523-8612 (electronic)
Studien zur theoretischen und empirischen Forschung in der Mathematikdidaktik
ISBN 978-3-658-31095-0 ISBN 978-3-658-31096-7 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-31096-7>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Carina Reibold

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Geleitwort

Diskussionen über das Fachwissen angehender Lehrkräfte, insbesondere am Übergang Schule-Hochschule, werden in den letzten Jahren intensiv geführt. Hierbei werden nicht nur evidenzbasierte Argumente ausgetauscht, sondern oftmals wird anhand subjektiver Erfahrungen diskutiert. Eingebettet in das Qualitätsoffensive-Projekt Modulare Schulpraxiseinbindung als Ausgangspunkt zur individuellen Kompetenzentwicklung hat Frau Lung im Teilprojekt II.2 „Heterogenität als Ausgangspunkt für Professionsentwicklung“ das Thema am Übergang Schule-Hochschule wie auch am Übergang Hochschule-Schule aufgegriffen und Schulcurriculares Fachwissen von Mathematiklehramtsstudierenden untersucht.

Theoriegestützt und mit Rückgriff auf evidenzbasierte Erkenntnisse aus Learning Mathematics for Teaching, COACTIV und MT21 erarbeitet Frau Lung eine Operationalisierung zum Schulcurricularen Fachwissen als wesentlichen Bestandteil des professionsbezogenen Fachwissens angehender Mathematiklehrkräfte. Eine Komponente der vorliegenden Arbeit liegt in einer theoretisch fundierten Herangehensweise über die Fehlerkultur in der Mathematik.

So gelingt es Frau Lung, einen objektiveren Blick auf Grundwissen und Grundfertigkeiten von Studierenden des Unterrichtsfachs Mathematik am Campus Koblenz der Universität Koblenz-Landau zu richten, indem sie ein Testinstrument entwickelt, um das Konstrukt Schulcurriculares Fachwissen, welches insbesondere mathematisches Alltagswissen und Sekundarstufenwissen beinhaltet, zu überprüfen. Mit Hilfe dieses Testinstruments gelingt es, die theoretisch erarbeitete Struktur dieses Konstrukts empirisch zu prüfen sowie eine theoretisch fundierte und empirisch gestützte Diskussion um das Fachwissen an den Übergängen von Schule zur Hochschule sowie von der Hochschule zur Schule – ganz im Geiste der doppelten Diskontinuität von Felix Klein – darzulegen.

Frau Lung gelingt es, mit der Arbeit ein valides Testinstrument zur Feststellung von Basiswissen und -können bereitzustellen, sodass das operationalisierte Konstrukt Schulcurriculares Fachwissen im Laufe des Studiums immer wieder gemessen werden kann und evidenzbasierte Hinweise zum Studienerfolg ermöglicht werden. Bemerkenswert ist hierbei auch der Umstand, dass im Rahmen der Untersuchung insbesondere der Blick auf Studierende in einem Bundesland (Rheinland-Pfalz) gerichtet wird, die ohne zentrale Abschlussprüfung die Hochschulzugangsberechtigung erhalten, sodass – a priori – vermutet werden könnte, der Wechsel an die Universität finde unter besonders heterogenen Bedingungen statt.

Die Arbeit von Frau Lung ist ein wichtiger Beitrag in der Diskussion um Schulcurriculares Wissen zu Beginn eines Mathematiklehramtsstudiums sowie für den Übergang in das Referendariat.

Danksagung

Nach insgesamt drei intensiven Jahren ist nun der Moment gekommen, Danke zu sagen.

An erster Stelle danke ich meinem Doktorvater Prof. Dr. Hans-Stefan Siller, der mir die Möglichkeit eröffnete, diesen spannenden Weg in die Forschung einzuschlagen. Ohne dessen Unterstützung und Betreuung wäre die vorliegende Arbeit nie entstanden.

Zudem möchte ich mich bei meiner Zweitgutachterin Prof. Dr. Christina Drike-Noe bedanken, die stets am Fortgang meiner Arbeit interessiert war und mit ihren wertvollen Anregungen wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Mein Dank gilt auch dem MoSAiK-Projekt, das den konzeptuellen Rahmen für diese Arbeit bot und die notwendigen finanziellen Mittel bereitstellte. Der interdisziplinäre Austausch hat meine Arbeit in vielen Aspekten bereichert.

Darüber hinaus durfte ich viele wertvolle Menschen in Koblenz, Landau, Weingarten und Würzburg kennen lernen, die mich stets unterstützt, inspiriert und motiviert haben. So bin ich meinen Kolleginnen und Kollegen aus Koblenz und Weingarten zum Dank verpflichtet, die sich immer für meine Erhebungen interessiert und diese im Rahmen ihrer Lehrveranstaltungen ermöglicht haben. Insbesondere möchte ich mich bei den Kolleginnen und Kollegen der Koblenzer und Würzburger Arbeitsgruppen bedanken, die wertvolle Rückmeldungen und Denkanstöße lieferten und den Fortschritt dieser Arbeit maßgeblich beeinflusst haben. Auch den studentischen Hilfskräften gebührt an dieser Stelle großer Dank. Ohne eure Hilfe würde ich vermutlich noch heute Tests kodieren.

Ganz besonders möchte ich meinen beiden Doktorgeschwistern Ina und Heiner danken. Ohne eure tägliche Unterstützung in inhaltlichen, methodischen, strukturellen, organisatorischen, persönlichen und allen weiteren denkbaren

Belangen wäre ich nicht dort, wo ich heute bin. Ich kann glücklich sein, in euch Freunde fürs Leben gefunden zu haben.

Doch neben all den lieben Kolleginnen und Kollegen möchte ich mich herzlichst bei meinen Freunden und meiner Familie bedanken, die während dieser Zeit sehr viel auf mich verzichten mussten, mir jedoch stets Verständnis und Zuspruch entgegenbrachten. Der größte Dank gilt dabei Kevin und meiner Mutter. Ihr habt mir in Höhen und vor allem in Tiefen zur Seite gestanden und mir Rückhalt und Durchhaltevermögen gegeben. Ohne eure tagtägliche Unterstützung würde diese Arbeit jetzt nicht vor euch liegen.

Vielen herzlichen Dank!

Einleitung

Seit der Veröffentlichung der Ergebnisse internationaler Vergleichsstudien wie PISA und TIMSS steht das professionelle Wissen von Lehrkräften sowie deren Ausbildung erneut im Mittelpunkt des öffentlichen und wissenschaftlichen Interesses. Angeregt durch diese Diskussion wurden verschiedene nationale als auch internationale large-scale-Studien wie MT21 (Blömeke, Kaiser, & Lehmann, 2008b), TEDS-M 2008 (Blömeke, Kaiser, & Lehmann, 2010a, 2010b) und COACTIV (Kunter, Baumert, et al., 2011) ins Leben gerufen, um die professionelle Kompetenz von Lehrkräften sowie die Wirksamkeit der Lehrerbildung im Hinblick auf die Vermittlung dieser Kompetenz zu untersuchen. Dabei ist es insbesondere Ziel der ersten Phase der Lehrerbildung, eine anschlussfähige Wissensbasis zu schaffen, um den künftigen vielfältigen Anforderungen im Berufsfeld gerecht zu werden (KMK, 2017a, S. 3; Terhart, 2002, S. 30 f.). Einer der zentralen Bereiche dieses professionsspezifischen Wissens ist das *Fachwissen*, das den Entwicklungsraum des fachdidaktischen Wissens definiert und darüber vermittelt die Unterrichtsqualität maßgeblich beeinflusst (Baumert & Kunter, 2011b, S. 185).

Auch wenn bekannt ist, dass die Vermittlung von professionsspezifischem Wissen ein erklärtes Ziel der universitären Lehrerbildung darstellt und dieses Wissen von zentraler Bedeutung für die Qualität von Unterricht ist, ist die Frage, ob die Ausbildung dieses Wissen tatsächlich wirksam vermittelt, bislang weitgehend ungeklärt. So sind die Befunde der bisherigen Forschungsarbeiten in diesem Feld nur schwer miteinander in Zusammenhang zu setzen und erlauben bislang nur wenig konkrete Aussagen wie die folgende: „Insgesamt deuten die Analysen darauf hin, dass sich auch im Mathematiklehramtsstudium die Wissensentwicklung nicht so kanonisch vollzieht wie häufig angenommen“ (Buchholtz & Kaiser, 2013b, S. 139 f.). Demnach besteht erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich der Frage,

wie sich das Fachwissen im Laufe der Ausbildung entwickelt. An dieser Stelle setzt die vorliegende Studie an.

Aufgrund der Befunde der hochschuldidaktischen Übergangsforschung, die bereits eindrücklich die mangelnden Fähigkeiten von Studierenden in Bezug auf schulmathematische Inhalte belegen konnten (siehe z. B. Biehler, Bruder, Hochmuth, & Koepf, 2014; Pinkernell & Greefrath, 2011), fokussiert sich diese Arbeit auf die Entwicklungsprozesse bezüglich des Fachwissens über diese schulmathematischen Inhalte.

In Anlehnung an die Konzeptualisierungen des mathematischen Fachwissens im Rahmen der Studien MT21 (Blömeke et al., 2008, S. 106) und COACTIV (Krauss et al., 2011, S. 142) wurde das Konstrukt des *Schulcurricularen Fachwissens* definiert, welches Mathematisches Alltagswissen und Sekundarstufenwissen umfasst. Die erste übergeordnete Zielstellung der vorliegenden Arbeit besteht somit zunächst darin, ein geeignetes Testinstrument zu entwickeln und die theoretisch abgeleitete *Struktur* dieses Konstrukts empirisch zu überprüfen. Die zweite übergeordnete Zielstellung spiegelt das zentrale Erkenntnisinteresse dieser Arbeit wieder: Die Beschreibung des Schulcurricularen Fachwissens und dessen *Entwicklung* im Studienverlauf. Hierzu wird neben einer quantitativ-empirischen Perspektive weiterhin eine fachinhaltliche Perspektive eingenommen, indem sowohl die Testleistungen als auch die von den Mathematiklehramtsstudierenden begangenen Fehler im Studienverlauf untersucht werden. Vor dem Hintergrund der Wirksamkeit der Lehrerbildung wird die Entwicklung von Fachwissen im Rahmen der dritten Zielstellung schließlich mit *Studienerfolg* in Zusammenhang gebracht. Dabei wird das Schulcurriculare Fachwissen der Studierenden sowohl als Prädiktor als auch als eigenständiges Kriterium von Studienerfolg betrachtet und vor dem Hintergrund der individuellen Eignung und der institutionellen Qualifikation reflektiert.

Den Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit bildet die Darstellung des *theoretischen Rahmens* der Studie. Dabei wird zunächst mathematisches Fachwissen als Aspekt der professionellen Kompetenz von Mathematiklehrkräften vorgestellt. Im Fokus dieser Betrachtungen steht neben der Struktur des Fachwissens und dessen Bedeutung für den Unterricht insbesondere dessen Entwicklung im Laufe der ersten Phase der Lehrerausbildung. Auf Grundlage dieser Ausführungen und der vorgenommenen theoretischen Fokussierungen wird das dieser Arbeit zugrundeliegende Konstrukt des Schulcurricularen Fachwissens als Teilbereich des professionsspezifischen Fachwissens von (angehenden) Mathematiklehrkräften spezifiziert (siehe Kapitel 1). Das zweite Kapitel bettet die vorliegende Arbeit in ihren situativen Kontext ein, indem die Entwicklung

von Fachwissen vor dem Hintergrund der beiden Übergänge von der Schule an die Hochschule und nach dem Studium erneut von der Hochschule an die Schule hinsichtlich der entsprechenden Passungsverhältnisse reflektiert wird. Diese Ausführungen verdeutlichen die Rolle der Entwicklung von Fachwissen als erklärtes Ziel der universitären Lehrerbildung und eröffnen die Betrachtung des Schulcurricularen Fachwissens aus Perspektive des Studienerfolgs. Auf Basis theoretischer Überlegungen und empirischer Befunde wird schließlich ein Rahmenmodell entwickelt, welches den Ausgangspunkt der Analysen zur Vorhersage von Studienerfolg im Rahmen der vorliegenden Arbeit darstellt (siehe Kapitel 2). Im dritten Kapitel des theoretischen Hintergrunds wird der Begriff des Fehlers spezifiziert und eine Klassifizierung verschiedener Fehlerphänomene dargelegt, die zur inhaltsanalytischen Auswertung der studentischen Aufgabebearbeitungen herangezogen wird (siehe Kapitel 3). Auf dieser theoretischen Grundlage werden anschließend die der vorliegenden Arbeit zugrundeliegenden Fragestellungen entwickelt, in die drei übergeordneten *Zielstellungen* eingebettet und, sofern möglich, in Form konkreter Hypothesen weiter ausdifferenziert (siehe Kapitel 4).

Im Anschluss an die Formulierung dieser Zielstellungen erfolgt die Darlegung des *methodischen Ansatzes* der Studie. Hierzu wird zunächst das zugrundeliegende Studiendesign und die untersuchte Stichprobe vorgestellt (siehe Kapitel 5), bevor das konkrete Vorgehen der Datenerhebung in Kapitel 6 begründet und beschrieben wird. Im Vordergrund steht hierbei die Darstellung des in der Arbeit verwendeten Testinstruments zur Messung des Schulcurricularen Fachwissens. Abgeschlossen wird dieser Abschnitt durch die Beschreibung der verwendeten Methoden zur Analyse der erhobenen Daten (siehe Kapitel 7).

An diese theoretischen und methodischen Grundlegungen schließen die Darstellung und Diskussion der gewonnenen *Ergebnisse* an. Die Präsentation der Ergebnisse erfolgt dabei aus inhaltlicher Perspektive, sodass dieses Kapitel im Einklang mit den drei herausgestellten Zielstellungen ebenfalls in drei Unterkapitel gegliedert ist. Demnach werden in Kapitel 8 zunächst die Ergebnisse der Strukturprüfung des Konstrukts des Schulcurricularen Fachwissens vorgestellt. Im Sinne der zweiten Zielstellung erfolgt daran anschließend die Beschreibung des Schulcurricularen Fachwissens und dessen Entwicklung im Studienverlauf (siehe Kapitel 9). Die Ergebnisse der Untersuchung der beiden betrachteten Facetten von Studienerfolg und deren Bedingungsfaktoren werden in Kapitel 10 dargestellt. Die Diskussion der jeweiligen Ergebnisse findet sich am Ende jedes Abschnittes.

Den *Abschluss* der vorliegenden Arbeit stellt eine übergreifende Diskussion der zentralen Ergebnisse der Untersuchung dar. Neben der Formulierung möglicher praktischer Implikationen zur Förderung der Entwicklung von Schulcurricularem Fachwissen werden die methodischen Grenzen dargelegt und reflektiert sowie resultierende weiterführende Fragestellungen aufgezeigt (siehe Kapitel [11](#)).

Inhaltsverzeichnis

Teil I Theoretischer Rahmen

1	Schulcurriculares Fachwissen als Teilbereich des professionsspezifischen Fachwissens von (angehenden) Mathematiklehrkräften.	3
1.1	Fachwissen als Aspekt der professionellen Kompetenz von Lehrkräften.	3
1.1.1	Lehrkräfte im Fokus der Lehr-Lern-Forschung	4
1.1.2	Der Begriff der Kompetenz	6
1.1.3	Das Konstrukt der professionellen Kompetenz	8
1.1.4	Konzeptualisierungen des mathematischen Fachwissens	10
1.1.5	Empirische Befunde zur Bedeutung des mathematischen Fachwissens.	19
1.2	Die Entwicklung des Fachwissens angehender Lehrkräfte	21
1.2.1	Die Eignungs- und Qualifikationshypothese	22
1.2.2	Empirische Befunde zur Entwicklung des mathematischen Fachwissens.	23
1.3	Zwischenfazit und Schlussfolgerungen	26
2	Fachwissen im Kontext der Übergangsforschung	33
2.1	Begriffsbestimmung und theoretische Einordnung	34
2.2	Fachwissen am Übergang Schule-Hochschule	36
2.2.1	Fachwissen am Ende der gymnasialen Oberstufe	37
2.2.2	Fachwissen in der Studieneingangsphase	41

2.2.3	Studienabbruch im Lehramt Mathematik	44
2.2.4	Unterstützungsmaßnahmen in der Studieneingangsphase	50
2.3	Prädiktoren für Studienerfolg	55
2.3.1	Individuelle Studierendenmerkmale	56
2.3.2	Universitäre Lerngelegenheiten	61
2.3.3	Rahmenmodell zur Vorhersage von Studienerfolg	62
2.4	Fachwissen an der Schnittstelle Hochschule-Schule	64
2.4.1	Ziele des Mathematiklehramtsstudiums.	64
2.4.2	Empirische Befunde zum Fachwissen von Studienabsolventinnen und Studienabsolventen respektive Referendarinnen und Referendaren	66
2.5	Zwischenfazit und Schlussfolgerungen	69
3	Fehleranalysen in der Mathematikdidaktik	73
3.1	Begriffsbestimmung	74
3.2	Klassifizierung von Fehlern	77
3.3	Zwischenfazit	82
4	Ziele, Fragestellungen und Hypothesen der Vorliegenden Studie ...	83
4.1	Forschungsfrage 1	84
4.2	Forschungsfrage 2	85
4.3	Forschungsfrage 3	88
4.4	Forschungsfrage 4	90
 Teil II Methodischer Ansatz		
5	Untersuchungsdesign	95
5.1	Die Mathematiklehramtsausbildung am Campus Koblenz	95
5.2	Methodologische Verortung der vorliegenden Studie	97
5.3	Anlage der Studie	98
5.4	Beschreibung der Stichproben	101
6	Beschreibung der Datenerhebung	105
6.1	Entwicklung des Testinstruments	105
6.2	Durchführung der Studie	115

7	Vorbereitung und Beschreibung der Datenanalyse	117
7.1	Datenaufbereitung	117
7.2	Skalierung des Schulcurricularen Fachwissens	118
7.2.1	Begründung der Verwendung des ordinalen Rasch-Modells	119
7.2.2	Schätzung der Itemparameter	121
7.2.3	Modellauswahl	121
7.2.4	Ermittlung der Personenparameter	131
7.2.5	Kontrolle der Modellpassung	133
7.3	Überprüfung der Testgütekriterien	135
7.3.1	Hauptgütekriterien	135
7.3.2	Nebengütekriterien	138
7.4	Methoden der Datenanalyse	139
7.4.1	Übersicht über die Analysemethoden nach Forschungsfragen	139
7.4.2	Verwendete Methoden der Zusammenhangsanalysen	141
7.4.3	Verwendete Methoden der Unterschiedsprüfung	143
7.4.4	Quantitative Inhaltsanalyse der Aufgabenbearbeitungen	145

Teil III Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

8	Struktur des Schulcurricularen Fachwissens	155
8.1	Vorläufige Modellauswahl	156
8.2	Kontrolle der Modellauswahl: Analyse der Itemkennwerte	158
8.3	Kontrolle der Modellauswahl: Differential Item Functioning	160
8.4	Itemkennwerte und Deskriptivstatistik des ausgewählten Modells	163
8.5	Zusammenhang zwischen Mathematischem Alltagswissen und Sekundarstufenwissen	165
8.6	Diskussion der ersten Zielstellung	167
9	Schulcurriculares Fachwissen im Studienverlauf	173
9.1	Testleistungen im Studienverlauf	173
9.1.1	Schulcurriculares Fachwissen von Studienanfängerinnen und Studienanfängern	174

9.1.2	Vergleich von Studienanfängerinnen und Studienanfängern mit Abiturientinnen und Abiturienten.	177
9.1.3	Schulcurriculares Fachwissen von fortgeschrittenen Bachelorstudierenden.	182
9.1.4	Schulcurriculares Fachwissen von fortgeschrittenen Masterstudierenden.	185
9.1.5	Schulcurriculares Fachwissen im Studienverlauf.	188
9.2	Fehlerhäufigkeiten im Studienverlauf.	196
9.2.1	Fehlerhäufigkeiten von Studienanfängerinnen und Studienanfängern.	197
9.2.2	Fehlerhäufigkeiten von fortgeschrittenen Bachelorstudierenden.	198
9.2.3	Fehlerhäufigkeiten von fortgeschrittenen Masterstudierenden.	200
9.2.4	Fehlerhäufigkeiten im Studienverlauf.	201
9.2.5	Identifikation von inhaltlichen Stärken und Schwächen.	204
9.3	Diskussion der zweiten Zielstellung.	217
9.3.1	Diskussion des Schulcurricularen Fachwissens von Studienanfängerinnen und Studienanfängern.	218
9.3.2	Diskussion des Schulcurricularen Fachwissens von fortgeschrittenen Bachelorstudierenden.	222
9.3.3	Diskussion des Schulcurricularen Fachwissens von fortgeschrittenen Masterstudierenden.	223
9.3.4	Diskussion der Entwicklung des Schulcurricularen Fachwissens.	225
10	Bedingungsfaktoren für den Studienerfolg.	229
10.1	Einflüsse auf die durchschnittliche Studiennote.	229
10.1.1	Einflüsse individueller Studierendenmerkmale auf die durchschnittliche Studiennote.	229
10.1.2	Einflüsse universitärer Lerngelegenheiten auf die durchschnittliche Studiennote.	243
10.1.3	Gemeinsame Betrachtung von individuellen Studierendenmerkmalen und universitären Lerngelegenheiten.	247

10.2	Einflüsse auf die Entwicklung des Schulcurricularen Fachwissens	252
10.3	Diskussion der dritten Zielstellung	256
10.3.1	Diskussion der Einflussfaktoren auf die durchschnittliche Studiennote	257
10.3.2	Diskussion der Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Schulcurricularen Fachwissens	264
11	Zusammenfassung und Ausblick	267
11.1	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse.	267
11.2	Praktische Implikationen	270
11.2.1	Beratung und Vorbereitung von Abiturientinnen und Abiturienten.	270
11.2.2	Auswahl geeigneter Bewerberinnen und Bewerber	273
11.2.3	Unterstützung von Studienanfängerinnen und Studienanfängern	273
11.2.4	Unterstützung von fortgeschrittenen Studierenden.	277
11.3	Methodische Grenzen der Studie	279
11.4	Ausblick und Fazit	287
	Literatur.	293

Abkürzungsverzeichnis

<i>AIC</i>	Akaike's Information Criterion
BBS	Berufsbildende Schule
<i>BIC</i>	Bayesian Information Criterion
<i>CAIC</i>	Consistent Akaike's Information Criterion
CCK	common content knowledge
cosh	cooperation Schule Hochschule
DIF	Differential Item Functioning
DMV	Deutsche Mathematiker-Vereinigung
EPA	Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Mathematik
GDM	Gesellschaft für Didaktik der Mathematik
Gym	Gymnasium
HZB	Hochschulzugangsberechtigung
IEA	International Association for Evaluation of Educational Achievement
KMK	Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundes- republik Deutschland
LMT	Learning Mathematics for Teaching
MaLeMINT	Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge
MNU	Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und natur- wissenschaftlichen Unterrichts
MT21	Mathematics Teaching in the 21st Century
PV	Plausible Value
RS	Realschule Plus
SCK	specialized content knowledge
TEDS-LT	Teacher Education and Development Study: Learning to Teach

TEDS-M	Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematics
WLE	Weighted-Likelihood-Estimate
<i>WMNSQ</i>	Weighted Mean Square

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1	Das Kompetenzmodell von COACTIV. (Adaptiert nach Baumert & Kunter, 2011a, S.32; mit freundlicher Genehmigung von © Waxmann Verlag GmbH, 2011. All Rights Reserved).	9
Abbildung 1.2	Übersicht über die Erhebungszeitpunkte der vorgestellten Studien.	26
Abbildung 1.3	Struktur des Schulcurricularen Fachwissens.	30
Abbildung 2.1	Darstellung der in der vorliegenden Arbeit untersuchten Übergänge	36
Abbildung 2.2	Darstellung der untersuchten Aspekte beim Übergang von der Schule an die Hochschule	37
Abbildung 2.3	Rahmenmodell zur Vorhersage des Studienerfolgs.	63
Abbildung 2.4	Darstellung der untersuchten Aspekte beim Übergang von der Hochschule an die Schule	64
Abbildung 3.1	Klassifikation der Fehlerphänomene der vorliegenden Arbeit. (Adaptiert nach Türling, 2014, S. 48; mit freundlicher Genehmigung von © Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2014. All Rights Reserved).	81
Abbildung 5.1	Übersicht über die verschiedenen Erhebungszeitpunkte der Trendstudie.	98
Abbildung 6.1	Aufgabe A1.02 (Mathematisches Alltagswissen, Leitidee 1).	112
Abbildung 6.2	Aufgabe S5.02 (Sekundarstufenwissen, Leitidee 5).	113

Abbildung 7.1	<i>Between-item</i> -Modell mit dem übergeordneten Generalfaktor „Schulcurriculares Fachwissen“	124
Abbildung 7.2	<i>Between-item</i> -Modell mit den beiden komponentenbezogenen Dimensionen „Mathematisches Alltagswissen“ und „Sekundarstufenwissen“	125
Abbildung 7.3	<i>Between-item</i> -Modell mit den drei strukturbezogenen Dimensionen „Mathematisches Alltagswissen“, „Sekundarstufen-I-Wissen“ und „Sekundarstufen-II-Wissen“	126
Abbildung 7.4	<i>Between-item</i> -Modell mit den beiden curriculumsbezogenen Dimensionen „Sekundarstufen-I-Wissen“ und „Sekundarstufen-II-Wissen“	127
Abbildung 7.5	Ausschnitt aus der Kodieranleitung zur Kodierung der verwendeten Strategie in Aufgabe S5.02	148
Abbildung 7.6	Scan eines Rechenfehlers in Aufgabe S5.02	149
Abbildung 7.7	Ausschnitt aus der Kodieranleitung zur Kodierung der Ausführung in Aufgabe S5.02	149
Abbildung 7.8	Ausschnitt aus der Kodieranleitung zur Kodierung der Ergebnisdarstellung in Aufgabe S5.02	150
Abbildung 8.1	Graphischer Modelltest bezüglich des Geschlechts	161
Abbildung 8.2	Graphischer Modelltest bezüglich des Medians	162
Abbildung 8.3	Boxplots der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens und des Sekundarstufenwissens (N = 848)	164
Abbildung 8.4	Boxplots der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens und des Sekundarstufenwissens (N = 582)	165
Abbildung 8.5	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen Mathematischem Alltagswissen und Sekundarstufenwissen (N = 582)	166
Abbildung 9.1	Übersicht über die verschiedenen Erhebungszeitpunkte	174
Abbildung 9.2	Boxplots der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens und des Sekundar- stufenwissens der Studienanfängerinnen und Studienanfänger (t_1 , N = 108)	175

Abbildung 9.3	Säulendiagramm der absoluten Häufigkeiten der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens der Studienanfängerinnen und Studienanfänger mit markiertem Schwellenwert bei 70 % (t_1 , $N = 108$)	176
Abbildung 9.4	Säulendiagramm der absoluten Häufigkeiten der relativen Summenscores des Sekundarstufenwissens der Studienanfängerinnen und Studienanfänger mit markiertem Schwellenwert bei 60 % (t_1 , $N = 108$)	177
Abbildung 9.5	Säulendiagramm der absoluten Häufigkeiten der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens der Abiturientinnen und Abiturienten mit markiertem Schwellenwert bei 70 % (t_0 , $N = 145$)	181
Abbildung 9.6	Säulendiagramm der absoluten Häufigkeiten der relativen Summenscores des Sekundarstufenwissens der Abiturientinnen und Abiturienten mit markiertem Schwellenwert bei 60 % (t_0 , $N = 145$)	181
Abbildung 9.7	Boxplots der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens und des Sekundarstufenwissens der fortgeschrittenen Bachelorstudierenden (t_2 , $N = 130$)	183
Abbildung 9.8	Säulendiagramm der absoluten Häufigkeiten der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens der fortgeschrittenen Bachelorstudierenden mit markiertem Schwellenwert bei 75 % (t_2 , $N = 130$)	184
Abbildung 9.9	Säulendiagramm der absoluten Häufigkeiten der relativen Summenscores des Sekundarstufenwissens der fortgeschrittenen Bachelorstudierenden mit markiertem Schwellenwert bei 70 % (t_2 , $N = 130$)	184
Abbildung 9.10	Boxplots der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens und des Sekundarstufenwissens der fortgeschrittenen Masterstudierenden (t_3 , $N = 121$)	185

Abbildung 9.11	Säulendiagramm der absoluten Häufigkeiten der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens der fortgeschrittenen Masterstudierenden mit markiertem Schwellenwert bei 80 % (t_2 , $N = 130$)	186
Abbildung 9.12	Säulendiagramm der absoluten Häufigkeiten der relativen Summenscores des Sekundarstufenwissens der fortgeschrittenen Masterstudierenden mit markiertem Schwellenwert bei 75 % (t_2 , $N = 130$)	187
Abbildung 9.13	Boxplots der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens und des Sekundarstufenwissens nach Messzeitpunkt ($N_{t1} = 84$, $N_{t2} = 64$, $N_{t3} = 86$)	188
Abbildung 9.14	Boxplots der Differenzen der relativen Summenscores des Mathematischen Alltagswissens und des Sekundarstufenwissens zwischen den Messzeitpunkten t_1 und t_2 ($N = 15$)	195
Abbildung 9.15	Boxplots der relativen Anteile von Ausführungs-, Strategie- und Darstellungsfehlern an falsch bearbeiteten Aufgaben sowie nicht bearbeiteter Aufgaben der Studienanfängerinnen und Studienanfänger (t_1 , $N = 108$)	198
Abbildung 9.16	Boxplots der relativen Anteile von Ausführungs-, Strategie- und Darstellungsfehlern an falsch bearbeiteten Aufgaben sowie nicht bearbeiteter Aufgaben der fortgeschrittenen Bachelorstudierenden (t_2 , $N = 129$)	199
Abbildung 9.17	Boxplots der relativen Anteile von Ausführungs-, Strategie- und Darstellungsfehlern an falsch bearbeiteten Aufgaben sowie nicht bearbeiteter Aufgaben der fortgeschrittenen Masterstudierenden (t_3 , $N = 114$)	200
Abbildung 9.18	Boxplots der Anzahl falsch bearbeiteter Aufgaben nach Messzeitpunkt ($N_{t1} = 84$, $N_{t2} = 64$, $N_{t3} = 86$)	201

Abbildung 9.19	Boxplots der relativen Anteile von Ausführungs-, Strategie- und Darstellungsfehlern an falsch bearbeiteten Aufgaben sowie nicht bearbeiteter Aufgaben nach Messzeitpunkten ($N_{t1} = 83, N_{t2} = 63, N_{t3} = 82$)	202
Abbildung 9.20	Aufgabe A2.01	205
Abbildung 9.21	Aufgabe A5.01	206
Abbildung 9.22	Aufgabe S1.02	208
Abbildung 9.23	Aufgabe S4.01	209
Abbildung 9.24	Aufgabe S4.02 (vgl. Baumert et al., 1999, S. 78)	209
Abbildung 9.25	Aufgabe S2.02	213
Abbildung 10.1	Betrachtete Aspekte des Rahmenmodells zur Vorhersage der durchschnittlichen Studiennote	230
Abbildung 10.2	95 %-Konfidenzintervalle der durchschnittlichen Studiennote nach Geschlecht ($N_{\text{weiblich}} = 96, N_{\text{männlich}} = 101$)	231
Abbildung 10.3	95 %-Konfidenzintervalle der durchschnittlichen Studiennote nach Bundesland der HZB ($N_{\text{RLP}} = 167, N_{\text{Außerhalb von RLP}} = 25$)	232
Abbildung 10.4	95 %-Konfidenzintervalle der durchschnittlichen Studiennote nach Schulart der HZB ($N_{\text{Gymnasium}} = 154, N_{\text{Berufliches Gymnasium}} = 26, N_{\text{Gesamtschule}} = 11, N_{\text{Sonstige}} = 6$).	232
Abbildung 10.5	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Dauer zwischen Schulabschluss und Studienbeginn und der durchschnittlichen Studiennote ($N = 185$)	233
Abbildung 10.6	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Abiturnote und der durchschnittlichen Studiennote ($N = 185$)	235
Abbildung 10.7	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der letzten schulischen Mathematiknote und der durchschnittlichen Studiennote ($N = 188$)	236
Abbildung 10.8	95%-Konfidenzintervalle der durchschnittlichen Studiennote nach Kurswahl ($N_{\text{Leistungskurs}} = 151, N_{\text{Grundkurs}} = 40$).	237

Abbildung 10.9	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen dem Mathematischen Alltagswissen und der durchschnittlichen Studiennote ($N = 197$)	237
Abbildung 10.10	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen dem Sekundarstufenwissen und der durchschnittlichen Studiennote ($N = 197$)	238
Abbildung 10.11	Einfaches Mediationsmodell zwischen letzter schulischer Mathematiknote, Abiturnote und durchschnittlicher Studiennote ($N = 180$, $* p < .001$, der durchgezogene Pfeil entspricht dem totalen Effekt der unabhängigen auf die abhängige Variable, der gestrichelte Pfeil entspricht dem direkten (medierten) Effekt).	239
Abbildung 10.12	Multiples Mediationsmodell zwischen Sekundarstufenwissen, Abiturnote, Mathematischem Alltagswissen und durchschnittlicher Studiennote ($N = 185$, $* p < .01$, der durchgezogene Pfeil entspricht dem totalen Effekt der unabhängigen auf die abhängige Variable, der gestrichelte Pfeil entspricht dem direkten (medierten) Effekt)	239
Abbildung 10.13	Betrachtete Aspekte des Rahmenmodells zur Vorhersage der durchschnittlichen Studiennote	244
Abbildung 10.14	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen Anzahl der bestandenen Module und der durchschnittlichen Studiennote ($N = 197$).	244
Abbildung 10.15	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen Hochschulemester und der durchschnittlichen Studiennote ($N = 193$)	245
Abbildung 10.16	95 %-Konfidenzintervalle der durchschnittlichen Studiennote nach angestrebter Schulart ($N_{Gymnasium} = 151$, $N_{Realschule Plus} = 26$, $N_{Berufsbildende Schule} = 13$)	246
Abbildung 10.17	Einfaches Mediationsmodell zwischen Hochschulemester, Anzahl bestandener Module und durchschnittlicher Studiennote ($N = 171$, $* p < .01$, der durchgezogene Pfeil entspricht dem totalen Effekt der unabhängigen Variable auf die abhängige Variable, der gestrichelte Pfeil entspricht dem direkten (medierten) Effekt).	247

Abbildung 10.18	Betrachtete Aspekte des Rahmenmodells zur Vorhersage der durchschnittlichen Studiennote	249
Abbildung 10.19	Betrachtete Aspekte des Rahmenmodells zur Vorhersage der Entwicklung des Schulcurricularen Fachwissens	252
Abbildung 10.20	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der letzten schulischen Mathematiknote und der Differenz des relativen Summenscores des Sekundarstufenwissens ($N = 64$)	255
Abbildung 10.21	Streudiagramm des Zusammenhangs zwischen der Abiturnote und der Differenz des relativen Summenscores des Sekundarstufenwissens ($N = 64$)	255
Abbildung 10.22	Relevante Aspekte des Rahmenmodells zur Vorhersage des Studienerfolgs in Form der durchschnittlichen Studiennote.	263

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1	Gegenüberstellung der Konzeptualisierungen des Fachwissens in den vorgestellten Studien	27
Tabelle 3.1	Gegenüberstellung der Fehlerkategorisierungen nach Müller (2003), Geering (1996) und Ginsburg (1977).	78
Tabelle 4.1	Ermittelte Schwellenwerte zur Identifikation unzureichender Leistungen (prozentualer Anteil korrekt gelöster Aufgaben)	87
Tabelle 5.1	Modulübersicht für das Lehramt Mathematik für Gymnasien, Realschulen Plus und Berufsbildende Schulen (Mathematisches Institut, Universität Koblenz-Landau, Campus Koblenz, 2014)	97
Tabelle 5.2	Beschreibung der Stichproben nach Erhebungszeitpunkten	102
Tabelle 5.3	Semesterzahlen nach Erhebungszeitpunkten	103
Tabelle 5.4	Alter der Studierenden nach Erhebungszeitpunkten	103
Tabelle 5.5	Anzahl der bestandenen Module nach Erhebungszeitpunkten	103
Tabelle 6.1	Matrix der Teststruktur und Aufgabenbezeichnungen (L1: Leitidee Zahl, L2: Leitidee Messen, L3: Leitidee Raum und Form, L4: Leitidee Funktionaler Zusammenhang, L5: Leitidee Daten und Zufall).	107
Tabelle 6.2	Übersicht über die Aufgaben zur Erfassung des Mathematischen Alltagswissens nach Leitidee	110
Tabelle 6.3	Übersicht über die Aufgaben zur Erfassung des Sekundarstufenwissens nach Leitidee	111

Tabelle 6.4	Übersicht über die Anzahl geschlossener und halboffener Antwortformate nach Leitidee	114
Tabelle 6.5	Übersicht über die Erhebungstermine und den Stichprobenumfang nach Erhebungszeitpunkten	115
Tabelle 7.1	Übersicht über die verwendeten Kriterien zur Modellauswahl	128
Tabelle 7.2	Übersicht über die verwendeten Kriterien zur Kontrolle der Modellpassung	134
Tabelle 7.3	Kategoriendefinition der Kategorie „Strategiefehler“	147
Tabelle 7.4	Kategoriendefinition der Kategorie „Ausführungsfehler“	148
Tabelle 7.5	Kategoriendefinition der Kategorie „Darstellungsfehler“	150
Tabelle 8.1	Vergleich der vier getesteten Modelle ($N = 848$).	156
Tabelle 8.2	Latente Korrelationen der Dimensionen des dreidimensionalen Modells ($M3, N = 848$).	157
Tabelle 8.3	Itemkennwerte des dreidimensionalen <i>between-item</i> -Modells ($M3, N = 848$).	159
Tabelle 8.4	Itemkennwerte des verwendeten zweidimensionalen <i>between-item</i> -Modells ($M2, N = 848$).	163
Tabelle 9.1	Deskriptivstatistik und Ergebnisse des zweiseitigen t -Tests für unabhängige Stichproben zur Analyse der Mittelwertunterschiede im Schulcurricularen Fachwissen zwischen Abiturientinnen und Abiturienten ($t_0, N = 145$) und Studienanfängerinnen und Studienanfängern ($t_1, N = 108$)	178
Tabelle 9.2	Ergebnisse der einfachen und multiplen linearen Regressionsanalysen (Methode: Einschluss) zur Prädiktion des Mathematischen Alltagswissens durch die Messzeitpunkte	179
Tabelle 9.3	Ergebnisse der einfachen und multiplen linearen Regressionsanalysen (Methode: Einschluss) zur Prädiktion des Sekundarstufenwissens durch die Messzeitpunkte	180
Tabelle 9.4	Deskriptivstatistik und Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung zur Analyse der Mittelwertunterschiede im Mathematischen Alltagswissen nach Messzeitpunkten ($N_{I1} = 84, N_{I2} = 64, N_{I3} = 86$)	189

Tabelle 9.5	Deskriptivstatistik und Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung zur Analyse der Mittelwertunterschiede im Sekundarstufenwissen nach Messzeitpunkten ($N_{t1} = 84$, $N_{t2} = 64$, $N_{t3} = 86$)	189
Tabelle 9.6	Ergebnisse der einfachen und multiplen linearen Regressionsanalysen (Methode: Einschluss) zur Prädiktion des Mathematischen Alltagswissens durch die Messzeitpunkte t_1 und t_2	190
Tabelle 9.7	Ergebnisse der einfachen und multiplen linearen Regressionsanalysen (Methode: Einschluss) zur Prädiktion des Sekundarstufenwissens durch die Messzeitpunkte t_1 und t_2	191
Tabelle 9.8	Ergebnisse der einfachen und multiplen linearen Regressionsanalysen (Methode: Einschluss) zur Prädiktion des Mathematischen Alltagswissens durch die Messzeitpunkte t_2 und t_3	192
Tabelle 9.9	Ergebnisse der einfachen und multiplen linearen Regressionsanalysen (Methode: Einschluss) zur Prädiktion des Sekundarstufenwissens durch die Messzeitpunkte t_2 und t_3	193
Tabelle 9.10	Übersicht über die Effektstärken der Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten nach Wissensfacette	194
Tabelle 9.11	Deskriptivstatistik und Mittelwertunterschiede im Schulcurricularen Fachwissen zwischen den Messzeitpunkten t_1 und t_2 (zweiseitiger t -Test für abhängige Stichproben, $N = 15$)	196
Tabelle 9.12	Deskriptivstatistik der relativen Anteile von Ausführungs-, Strategie- und Darstellungsfehlern an den falsch bearbeiteten Aufgaben sowie nicht bearbeiteter Aufgaben der Studienanfängerinnen und Studienanfänger (t_1 , $N = 106$)	197
Tabelle 9.13	Deskriptivstatistik der relativen Anteile von Ausführungs-, Strategie- und Darstellungsfehlern an den falsch bearbeiteten Aufgaben sowie nicht bearbeiteter Aufgaben der fortgeschrittenen Bachelorstudierenden (t_2 , $N = 129$)	199