1.1 Beiträge der fachlichen Ausbildung zur Bewältigung von Anforderungen der Unterrichtspraxis

Christoph Ableitinger, Roland Steinbauer

Zusammenfassung

Die Nutzbarkeit der fachmathematischen Ausbildung in der späteren Berufspraxis an der Schule wird durch Studierende und Absolvent/innen häufig diskutiert bzw. in Frage gestellt. Der vorliegende Beitrag wirft einen systematischen Blick auf die derzeitige Lehrpraxis an der Universität Wien und lässt dabei auch Dozent/innen der Fachvorlesungen zu Wort kommen. Die besondere Situation von eigenen Fachvorlesungen für Lehramtsstudierende und die Verankerung sogenannter Schulmathematik-Vorlesungen im Curriculum geben Anlass zur Diskussion der daraus entstehenden Möglichkeiten, die fachliche Ausbildung der Lehramtsstudierenden tatsächlich lehramtsspezifisch und angepasst an typische Handlungsanforderungen von Lehrkräften zu gestalten. Der Beitrag diskutiert einen konkreten Vorschlag zur Verzahnung fachdidaktischer und fachlicher Ausbildungsteile.

1.1.1 Einleitung

Im Zentrum dieses Beitrags steht die Frage nach dem intendierten Nutzen der fachlichen Ausbildung im Sekundarstufen-Lehramtsstudium im Sinne möglicher Wirkungen auf die spätere Berufspraxis. Der Einfluss des Fachwissens einer Lehrkraft auf die Lernerfolge der Schüler/innen wird durch die Mathematikdidaktik schon seit etwa 40 Jahren beforscht (vgl. etwa [12], [5], [15], [27], [34], [35]).

Jüngere Befunde liefert etwa die COACTIV-Studie (siehe [9], [10]), bei der es gelungen ist, das fachliche Wissen (content knowledge, MCK) und das fachdidaktische Wissen (pedagogical content knowledge, PCK) von Sekundarstufenlehrkräften empirisch voneinander zu trennen und reliabel zu erfassen. Es konnte nachgewiesen werden, dass sich insbesondere das fachdidaktische Wissen positiv auf die Unterrichtsqualität (beispielsweise auf das Ausmaß der kognitiven Aktivierung oder auf die individuelle Unterstützung der Schüler/innen im Unterricht) und die Lernerfolge der Schüler/innen (gemessen an den PISA-Ergebnissen) auswirkt, und zwar stärker als das mathematische Fachwissen (das in der COACTIV-Studie als tiefes Verständnis der Inhalte des Sekundarstufenlehrplans konzeptualisiert wurde). Es zeigt sich allerdings auch, dass für die Entwicklung fachdidaktischen Wissens mathematisches Fachwissen unabdingbar ist (vgl. [25]). Andererseits konnte Goos ([18]) empirisch (allerdings nur in einer kleinen Stichprobe) nachweisen, dass eine weit über den Sekundarstufeninhalt hinausgehende Ausbildung in höherer Mathematik, wohl das mathematische Fachwissen der Lehramtsstudierenden positiv beeinflusst, nicht aber deren fachdidaktisches Wissen.

Insgesamt weist die Evidenz in die Richtung, dass beides, MCK und PCK der Lehrkraft, den Lernerfolg von Schüler/innen positiv beeinflusst, wobei PCK den größeren Einfluss hat und MCK alleine nicht ausreicht. Allerdings beruht PCK immer auf einer soliden Basis von MCK.

Der Frage nach der Art der Ausbildung von Sekundarstufe-I-Lehrkräften und ihrer Wirksamkeit für den Kompetenzaufbau der Studierenden geht die internationale Vergleichsstudie TEDS-M nach, die das fachliche und fachdidaktische Wissen angehender Lehrkräfte in insgesamt 15 Ländern, darunter auch Deutschland, untersucht hat (vgl. etwa [14]). Dabei zeigen sich je nach Ausbildungsgang deutliche Unterschiede im Erwerb mathematischer und mathematikdidaktischer Kompetenzen.

Eine quantitative Erfassung der Qualität mathematischer Fachvorlesungen wurde in [30] angestrebt. Dazu wurde universitäre „Lehrqualität“ konzeptualisiert durch die mathematikspezifischen Facetten „Einführung von Begriffen“, „Präsentation von Beweisen und Aufgabenlösungen“, sowie den allgemeinen Aspekten Grad der „Lernendenorientierung“, „kognitive Aktivierung“, „Instruktionseffizienz“, sowie „Klarheit und Strukturiertheit“. Diese Studie, die zunächst nur in *einer* Vorlesung der Studieneingangsphase durchgeführt wurde, gibt erste Hinweise auf die Machbarkeit solch einer Konzeptualisierung, weitere Untersuchungen stehen aus.

Die Frage nach der Wirksamkeit der fachlichen Ausbildung ist auch eng verbunden mit dem jüngst häufig diskutierten Problem der doppelten Diskontinuität [24], wonach der Transfer von den im Studium erworbenen fachlichen und fachdidaktischen Wissenselementen in den konkreten Schulunterricht nur unzureichend gelingt. Für eine aktuelle Diagnose und einige Vorschläge zur Überwindung der zweiten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung siehe etwa [11], [3], [7] bzw. [8].

In dieser Arbeit diskutieren wir Aspekte der Lehramtsausbildung für das Unterrichtsfach Mathematik für die beiden Sekundarstufen im nordöstlichen Teil Österreichs, die seit dem Studienjahr 2016/17 von der Universität Wien mit drei Pädagogischen Hochschulen im Rahmen eines gemeinsamen Curriculums durchgeführt wird. Dieses sieht verpflichtende (von den Vorlesungen für Fachstudierende getrennte) Fachvorlesungen vor, die (teilweise) von sogenannten Schulmathematik-Vorlesungen begleitet werden, die immer für das jeweilige Folgesemester vorgesehen sind. Diese curriculare Besonderheit wird hier zum Anlass genommen, die ihr innewohnenden Möglichkeiten auszuloten, auch im Hinblick auf eine mögliche Übertragbarkeit auf andere Universitätsstandorte.

Wir beleuchten zunächst einen Ansatz zur Verschränkung beider Veranstaltungen im Bereich Analysis, der von Götz und Steinbauer konzipiert und durchgeführt wurde (▸ Abschn. 1.1.2.2, siehe auch [19]). In einem Team aus Fachmathematikern und Fachdidaktikern wurde eine enge Verbindung der beiden Veranstaltungen hergestellt und es wurden inhaltliche Brücken geschlagen, um so das zuvor erworbene fachinhaltliche Wissen und Können im Kontext der Schulmathematik zu aktivieren und belastbare Verbindungen herzustellen.

Aus der Reflexion dieses Versuchs und studentischen Rückmeldungen ergaben sich weitergehende Fragestellungen, die im Zusammenspiel mit Ergebnissen einer Interviewstudie von Götz und Süss-Stepancik (siehe [21], [22]) zum zweiten Teil dieses Beitrags führen ▸ Abschn. 1.1.3). In diesem berichten wir über Ergebnisse aus einer Serie von vertieften Leitfadeninterviews mit Fachmathematiker/innen, die deren Praxis im Rahmen von Fachvorlesungen im Lehramtsstudium untersucht und insbesondere der Frage der Lehramtsspezifität dieser Veranstaltungen nachgeht (vgl. [4]). Wichtige Fragestellungen sind dabei etwa die nach den für zentral gehaltenen Inhalten, den methodischen Besonderheiten und einer eventuellen Verzahnung der Fachvorlesung mit der jeweiligen Schulmathematik-Vorlesung.

Im dritten Teil führen wir einen Abgleich der Interviewergebnisse mit der Anforderungsanalyse nach Ball und Bass (siehe [6]) durch, um einen Eindruck zu vermitteln, zu welchen der dort genannten typischen Lehrer/innentätigkeiten die derzeitige fachmathematische Ausbildung an der Universität Wien Beiträge liefert (▸ Abschn. 1.1.4).

Die gewonnenen Einsichten münden im letzten Teil des Artikels in einen adaptierten Vorschlag zur Konzeption der Verzahnung von Fach- und Schulmathematik-Vorlesungen (▸ Abschn. 1.1.5).

1.1.2 Verzahnung von Fach- und Schulmathematik-Vorlesungen

In diesem Abschnitt diskutieren wir die Verzahnung der zugehörigen Fach- und sogenannter Schulmathematik-Vorlesungen, siehe ▸ Abschn. 1.1.2.1. Nach einem Pilotversuch im Bereich Analysis im Wintersemester 2012/13 von Stefan Götz und dem Zweitautor (siehe [19]), wurde im Zuge der Umstellung auf ein Bologna-konformes Curriculum die explizite Möglichkeit für derartige Kopplungen geschaffen, die wir zuerst vorstellen um einen Bezugspunkt zu schaffen.

1.1.2.1 Curriculare und organisatorische Rahmenbedingungen

Das Lehramtsstudium Mathematik im nordöstlichen Österreich wird seit dem Studienjahr 2016/17 durch einen Verbund angeboten, in dem die Universität Wien mit den pädagogischen Hochschulen der Umgebung kooperiert (PH Wien, PH Niederösterreich, KPH Wien/Krems) und das gemäß der gesetzlichen Vorgaben eine gemeinsame Ausbildung *aller* Lehrer/innen für die Sekundarstufen darstellt.

Das Curriculum (siehe [36]) sieht vor, dass alle fachmathematischen Vorlesungen und Übungen getrennt von den Lehrveranstaltungen für Fachstudierende angeboten werden. Auch wenn es gegen diese Trennung (berechtigte) Argumente gab und gibt, eröffnet sie den Vortragenden die Möglichkeit, diese Lehrveranstaltungen lehramtsspezifisch zu gestalten. Weiters sind zu einigen der zentralen Fachvorlesungen (Geometrie und lineare Algebra, Analysis, Stochastik) auch so genannte Schulmathematik-Vorlesungen vorgesehen, die immer im Folgesemester stattfinden und die sich auf die entsprechende Fachvorlesung beziehen sollen/können. Das Curriculum beschreibt diese Schulmathematik-Veranstaltungen wie folgt (hier am Beispiel Analysis):

> „Die Studierenden erkennen die Relevanz der fachmathematischen Konzepte für den Schulunterricht und können diese dort angemessen verwenden. Sie kennen verschiedene Möglichkeiten für Zugänge zu grundlegenden Themen des Analysis-Schulunterrichts (und ihrer Anwendungen) und können diese bewerten. Die Studierenden können in diesem Gebiet fachdidaktische Konzepte anwenden und Computer in angemessener Weise einsetzen, sie kennen typische Fehlvorstellungen und passende Interventionsmöglichkeiten."

Während die fachmathematischen Vorlesungen hauptsächlich von Fachmathematiker/innen der Universität Wien gelesen werden, halten Schulmathematik-Vorlesungen üblicherweise Fachdidaktiker/innen aller beteiligten Institutionen. Die Übungen zu beiden Typen von Vorlesungen werden meist von gemischten Teams angeboten, wobei die Betreuung von Schulmathematik-Übungen durch Fachmathematiker/innen eher die Ausnahme darstellt.

Inhaltlich könnte die Fachvorlesung den Stoff so aufbereiten, dass daran in der Schulmathematik-Vorlesung direkt angeknüpft werden kann. Diese könnte Inhalte und Konzepte aus der Fachvorlesung nutzen, um Fragen der Schulmathematik von einem höheren Standpunkt aus zu betrachten. In diesem Sinne scheinen die organisatorischen Rahmenvorgaben des Curriculums einigen wesentlichen Elementen des gegenwärtigen fachdidaktischen Diskurses zu folgen (siehe ▸ Abschn. 1.1.1). Von dieser Möglichkeit der Verzahnung wird von den beteiligten Dozent/innen in unterschiedlichem Umfang und auf unterschiedliche Art Gebrauch gemacht. Wir beschreiben im folgenden Abschnitt einen Pilotversuch einer Verzahnung von Fach- und Schulmathematik-Veranstaltungen im Bereich Analysis, der der aktuellen Curriculargestaltung vorausgegangen ist bzw. diese beeinflusst hat und unter teilweise anderen organisatorischen Rahmenbedingungen stattgefunden hat. Er hat nichtsdestoweniger Relevanz und soll uns in der gegenständlichen Darstellung als paradigmatisches Beispiel dienen.

1.1.2.2 Ein Pilotversuch im Bereich Analysis

Das hier zu beschreibende Pilotprojekt wurde von Stefan Götz und dem Zweitautor im Wintersemester 2012/13 durchgeführt. Die Schulmathematik-Lehrveranstaltungen (gestaltet von Stefan Götz, Vo+Ue: 2+1 Semesterwochenstunden) wurde an den gleichzeitig stattfindenden zweiten Teil des dreiteiligen Analysiszyklus (Differential- und Integralrechnung in einer Variable, Vo+Ue, 2+2 Semesterwochenstunden, gestaltet von Roland Steinbauer) gekoppelt. Neben einer inhaltlichen (und auch notationellen) Abstimmung der Veranstaltungen wurde auch auf eine personelle Verzahnung geachtet. Die Hauptprotagonisten hielten nicht nur Übungsgruppen zur jeweils „eigenen" Vorlesung sondern zusätzlich auch zur jeweils „anderen". Dadurch wurde die konkrete Kooperation von Fachdidaktiker und -mathematiker auch für die Studierenden erlebbar.

Das Projekt verstand sich als eine erste kreative Reaktion der Proponenten auf fachdidaktische Befunde (siehe etwa [7], [13], [28], sowie ▸ Abschn. 1.1.1), die nahelegen, dass sich gewünschte Verbindungen zwischen Schulmathematik und höheren fachmathematischen Inhalten während des Lehramtsstudiums nicht etwa von selbst einstellen, sondern explizit in der Ausbildung thematisiert werden müssen. Eine fachdidaktische Beschreibung des Ansatzes findet sich in [19]. Wir greifen hier die wesentlichen Elemente auf.

Tatsächlich kann insbesondere in der Analysis beobachtet werden, dass die hohe Schulrelevanz der zu Studienbeginn vermittelten grundlegenden Konzepte der Analysis von Seiten der Studierenden kaum gesehen und von Seiten der Lehrenden in Fachvorlesungen oft auch nicht betont wird. Folglich werden diese Konzepte weder als fundamentale Ideen der Mathematik wahrgenommen noch in den

Grundvorstellungsvorrat aufgenommen. Eine Sinnstiftung dieser im Studium prominent platzierten Ausbildungsteile passiert auf diese Weise also nicht, für aktuelle empirische (allerdings nicht Analysis-spezifische) Befunde siehe etwa [11], [16].

Die Schulrelevanz analytischer Konzepte tritt in Fachvorlesungen zur Analysis in unterschiedlichem Ausmaß auf. Während etwa die Konzepte des Grenzwerts von Folgen und der Ableitung von Funktionen in ihren Ideen[1] nahezu unverändert aus der Schule übernommen werden, treten traditioneller Weise etwa bei der Einführung der Winkelfunktionen (anschauliche Definition am Einheitskreis vs. Zugang über komplexe Reihen) und der Integralrechnung (Archimedischer Zugang vs. Riemannsummen oder Riemann-Darboux-Integral) große konzeptionelle Differenzen zu Tage. Selbständig können Studierende diese Differenzen nicht überwinden und es kommt zu Brüchen in ihren Grundvorstellungen. Götz [19] konkretisiert diese anhand folgender drei Spannungsfelder:

1. **Anschauung vs. Formalismus.** Viele Vorstellungen des Alltagsdenkens finden keine bruchlose Fortsetzung in der notwendigen Axiomatik der Analysis. Beispielsweise ist das Konzept der Vollständigkeit der reellen Zahlen ein Eckstein des gesamten Gebäudes der Analysis aber in seiner ganzen Tiefe nicht mit dem Alltagsdenken allein erfassbar.
   Normative Stoffbilder vs. individuelle Sinnkonstruktionen. Während z.B. die Unstetigkeit einer reellen Funktion oft anhand von Sprungstellen gedacht wird, gelingt eine befriedigende Fassung des Begriffs erst über die ε-δ-Definition oder die Folgenstetigkeit.
2. **Systematik vs. Heuristik:** Die Systematik bedingt eine gewisse Kalküllastigkeit, die oft auf Kosten der Heuristik geht und eine Sinnstiftung verhindern kann.

Exemplarisch für die Berücksichtigung dieser Spannungsfelder im Rahmen der Schulmathematik-Vorlesung beschreibt Götz [19] die Approximation des Umfangs des Einheitskreises durch den Umfang von ein- bzw. umschriebenen n-Ecken. Hier kann es numerisch zur „Subtraktionskatastrophe“ kommen (siehe [33], S. 35 f) und erst eine theoretische, analytische Untersuchung liefert die Existenz des Grenzwerts und seinen numerischen Wert 2π.

Aus den studentischen Rückmeldungen, die über die standardisierte Lehrveranstaltungsevaluation der Universität Wien erhoben wurden, die auch freie Antworten über die besonders als positiv bzw. negativ erlebten Aspekte von Lehrveranstaltungen zulässt, zeigte sich eine Polarisierung der Meinungen. Während ein Teil der Studierenden durchaus das Auftreten von vertiefenden Verbindungen zwischen Fach- und Schulmathematik konstatierte und positiv bewertete, konnten andere eine solche wiederum gar nicht erkennen und verneinten zudem explizit die Relevanz (einiger) fachmathematischer Themen und Aspekte für den Schulunterricht. Aus persönlichen Rückmeldungen an den Zweitautor lässt sich darüber hinaus der Schluss ziehen, dass in den Schulmathematik-Veranstaltungen das Nebeneinander verschiedener Aspekte und Ebenen (fachmathematisch, fachdidaktisch, unterrichtspraktisch) als verständniserschwerend erlebt wurde.

Zusammenfassend zeigen dieses und ähnliche Projekte ein hohes Potenzial und müssen als wertvolle Bestandteile einer zeitgemäßen, qualitativ hochwertigen Ausbildung im Lehramt angesehen werden (vgl. auch [13]). Gleichzeitig treten aber auch Fragen und Problemstellungen zur konkreten inhaltlichen, organisatorischen und personellen Verzahnung fachdidaktischer und fachmathematischer Lehrveranstaltungen zu Tage, die nur in der weiteren Praxis zu beantworten bzw. lösen sein werden. Dies hat insbesondere auch Auswirkungen auf die konkrete Ausgestaltung der fachmathematischen Ausbildungsteile, der wir uns im Folgenden zuwenden.

1.1.3 Interviewstudie mit Dozent/innen der Fachausbildung

Studierende mathematikhaltiger Studienrichtungen bemängeln häufig die didaktische Struktur und die fehlende Sichtbarkeit des Nutzens mathematischer Fachvorlesungen für ihr jeweiliges Ausbildungsziel. Dies gilt insbesondere auch für die fachmathematische Ausbildung im Lehramtsstudium. Obwohl diese Kritik bereits seit Jahrzehnten zu hören ist, wurde die Lehrqualität in mathematischen Fachvorlesungen bislang nur unzureichend untersucht (vgl. [30]).

[1] aber nicht notwendigerweise in ihrem Grad an Formalisierung

Der vorliegende Beitrag hat das Ziel, einen tieferen Einblick in die aktuelle Lehrpraxis der fachmathematischen Ausbildung für Lehramtsstudierende an der Universität Wien zu geben, die wie in ▸ Abschn. 1.1.2.1 beschrieben das Potenzial hätte, auf die professionsbezogenen Bedürfnisse der Studierenden einzugehen. Dabei sollten insbesondere Dozent/innen einschlägiger Fachlehrveranstaltungen im Lehramtsstudium zu Wort kommen. Dazu wurden aufbauend auf den Ergebnissen von [21], [22] im Wintersemester 2016/17 leitfadengeführte Interviews mit sieben Fachmathematiker/innen durchgeführt, die die entsprechenden Lehrveranstaltungen in der jüngeren Vergangenheit abgehalten haben bzw. in den kommenden Semestern abhalten werden. Ziel war dabei die Erfassung von Kriterien, die für die Dozent/innen bei der Konzeption von Fachvorlesungen für Lehramtsstudierende leitend sind. Die Studie versteht sich dabei zunächst als deskriptive Bestandsaufnahme, bei der es implizit auch um die Frage geht, was die fachliche Ausbildung aus Sicht der Fachmathematiker/innen leisten soll.
Im Folgenden werden die Forschungsfragen, die eingesetzte Methode, der Interviewleitfaden und erste Ergebnisse präsentiert (für eine umfassende Darstellung siehe [4]).

1.1.3.1 Forschungsfragen

Die durchgeführte Interviewstudie leistet eine umfassende Analyse der lehramtsspezifischen Konzeption von Vorlesungen im fachmathematischen Teil des Curriculums zum Studium für das Unterrichtsfach Mathematik an der Universität Wien (vgl. [36]). Hauptfokus war dabei, gegebenenfalls möglichst viele Facetten einer lehramtsspezifischen Gestaltung durch die Fachdozent/innen herauszuarbeiten und Ideen und Perspektiven zur Verzahnung mit den entsprechenden Schulmathematik-Vorlesungen zu gewinnen. Weiters sollten nebenher die Einstellungen und Haltungen der Interviewten zur Frage "Wozu brauche ich das als Lehramtsstudent/in?" sowie ihr konkreter Umgang damit untersucht werden. Dieses Vorhaben lässt sich durch folgende beiden Forschungsfragen abbilden (vgl. [4]):

1. Inwiefern werden Fachvorlesungen für Lehramtsstudierende tatsächlich lehramtsspezifisch konzipiert?
2. Welche Kriterien bestimmen die Konzeption von Fachvorlesungen für Lehramtsstudierende im Hinblick auf die Auswahl von Inhalten bzw. Methoden?

1.1.3.2 Interviewleitfaden

Die Interviews mit den Fachmathematiker/innen wurden entlang des folgenden Leitfadens geführt:

1. *Welche Fachvorlesung/en* für das Lehramt haben Sie schon gehalten?
2. Nennen Sie bitte möglichst konkrete Beispiele für *Inhalte* aus diesen Vorlesungen, die Sie für zentral für LA-Kandidat/innen halten!
3. Weisen Ihre Fachvorlesungen für das Lehramt (im Vergleich zu Vorlesungen für Fachstudierende) *methodische* Besonderheiten auf? Wenn ja, welche?
4. Gibt es neben inhaltlichen und methodischen Aspekten noch *weitere Aspekte*, die Sie bei der Planung von Fachvorlesungen für das Lehramt in besonderer Weise berücksichtigen? Inwiefern versuchen Sie, die Fachvorlesungen für das Lehramt tatsächlich *lehramtsspezifisch* zu gestalten? Nennen Sie bitte möglichst konkrete Beispiele!
5. Inwiefern berücksichtigen Sie eine *Verzahnung* Ihrer Fachvorlesung/en *mit* der/den entsprechenden *Schulmathematik-Vorlesung*/en (falls eine solche im Curriculum vorgesehen ist)?
6. Ist Ihnen im Rahmen dieser Vorlesungen die *Frage „Wozu brauche ich das als LA-Kandidat/in?“* schon gestellt worden?
   - Wenn ja, in welchen Situationen passiert das üblicherweise?
   - Wenn ja, wie schätzen Sie die Studierenden ein, die diese Frage stellen?
   - Wie gehen Sie mit dieser Frage um? Was antworten Sie? (Bzw. *was würden Sie antworten?*)

1.1.3.3 Forschungsmethode

Nachdem die Interviewten als Expert/innen mit spezifischem Wissen aufgefasst werden können, eignet sich die qualitative Inhaltsanalyse als Auswertungsmethode (siehe [17], [32]). Ziel ist dabei, dieses Wissen aus den Antworten der Interviewpartner/innen zu rekonstruieren. Das passiert in der qualitativen Inhaltsanalyse durch Abarbeiten eines Ablaufmodells mit vordefinierten Regeln (siehe [31], [26]). Im Zuge der Auswertung entsteht ein Kategoriensystem, im vorliegenden Fall bedeutet das eine strukturierte Sammlung von Kriterien, die für die Konzeption von Fachvorlesungen für Lehramtsstudierende leitend sind. Jede Kategorie setzt sich dabei aus einem Kategorienamen (meist direkt aus dem Datenmaterial entstanden), einer Definition und einigen Ankerbeispielen, d.h. entsprechenden prototypischen Aussagen der Dozent/innen, zusammen (siehe [26], [31]).
Die Methode wurde von einem Arbeitsteam, bestehend aus einem Fachmathematiker, einem Fachdidaktiker und einem Diplomanden im Lehramtsstudium, durchgeführt. Diese Vorgehensweise sollte gewährleisten, eine möglichst breite Sicht auf das Datenmaterial zu bekommen und eine ausgewogene Gesamtbewertung zu erreichen.

1.1.3.4 Ergebnisse

Die aus den Interviews herausgearbeiteten Kriterien zur lehramtsspezifischen Gestaltung von Fachvorlesungen und der diesbezüglichen Auswahl von Inhalten lassen sich grob in vier Oberkategorien einteilen: innermathematische Kriterien, schulbezogene Kriterien, Haltungen und Rahmenbedingungen. Tabelle 1 zeigt diese Einteilung:

Tabelle 1. Kategorienamen (Kurzform), sortiert nach den Bereichen: innermathematische Kriterien, schulbezogene Kriterien, Haltungen und Rahmenbedingungen; in Klammern jeweils die Anzahl der Nennungen in den Interviews

innermathematische Kriterien (145)	**schulbezogene Kriterien (98)**	**Haltungen[2] (88)**	**Rahmenbedingungen (38)**
Hintergrundwissen (28)	2. Diskontinuität (46)	zugetraute Leistungsfähigkeit (32)	Beschränkungen durch Rahmenbed. (38)
Semantik (26)	Anschluss(fähigkeit) an Schulmathematik-VO (25)	Begeisterung erzeugen (18)	
Wesen der Mathematik (26)	1. Diskontinuität (17)	Tradition (11)	
Anwendbarkeit (24)	Vorbereit. auf VWA[3], LP[4], WPF[5], BHS[6] (10)	gesellschaftliche Relevanz (10)	
Abstraktion (18)		persönliche Sichtweisen (10)	
Ringen um Begriffe explizit machen (16)		„nicht so billig“ (4)	

[2] In dieser Spalte werden Haltungen der Dozent/innen bezüglich der Auswahl von fachlichen Inhalten angesprochen, z.B. „Begeisterung erzeugen“ bedeutet, dass Inhalte ausgewählt werden, weil sie potentiell Begeisterung erzeugen, „nicht so billig“ meint ein nicht weiter begründetes Beharren auf ein gehobenes Anspruchsniveau.
[3] Vorwissenschaftliche Arbeit im Rahmen der Reifeprüfung.
[4] eventuelle Lehrplanänderung
[5] Wahlpflichtfach, vertiefender Unterricht im Rahmen des österreichischen Lehrplans
[6] Berufsbildende höhere Schulen mit zum Teil technikorientierten Lehrinhalten (z.B. Differentialgleichungen)

historische Aspekte (4)		Fähigkeit, sich Neues anzueignen (3)	
Die Vorlesung als Nachschlagewerk (3)			

Die Kategoriedefinitionen und passende Ankerbeispiele findet man in [4]. Es zeigt sich insgesamt ein facettenreiches Bild. Dieser Facettenreichtum spiegelt sich allerdings nicht in allen Interviews wider, manche Dozent/innen berücksichtigen nur ganz wenige der in Tabelle 1 genannten Aspekte. Während sich der Großteil der Aussagen in den Interviews auf innermathematische Kriterien oder auch auf Haltungen der Dozent/innen zurückführen lässt, gibt es vergleichsweise wenige Aussagen, die darauf schließen lassen, dass sich die Inhalte der Fachvorlesungen explizit auf die spätere Berufspraxis in der Schule beziehen (sollen).
Für den vorliegenden Artikel sind in diesem Zusammenhang hauptsächlich die Kategorien „2. Diskontinuität – Nutzbarkeit von Fach- für Schulmathematik" und „Anschluss(fähigkeit) an die entsprechende Schulmathematikvorlesung" interessant, für die die jeweiligen Definitionen und jeweils ein Ankerbeispiel hier angeführt werden sollen:

Zweite Diskontinuität – Nutzbarkeit von Fach- für Schulmathematik:

Aussagen darüber, ob und wie Inhalte aus fachmathematischen Vorlesungen im späteren Berufsalltag als Lehrkraft konkret nutzbar bzw. wirksam gemacht werden können.

„Du könntest nicht sinnvoll den Unterschied zwischen einer quadratischen und einer linearen Funktion erklären, wenn du nicht Lineare Algebra gelernt hast und gesehen hast, dass man damit viele Dinge tun kann, die halt mit komplizierteren Objekten nicht funktionieren."

Anschluss(fähigkeit) an Schulmathematik-Vorlesung:

Aussagen und Reflexionen zur Bedeutung einer inhaltlichen Verzahnung thematisch zugeordneter Fach- und Schulmathematik-Vorlesungen.

Das folgende Ankerbeispiel ist symptomatisch für Antworten der Dozent/innen, die wenig inhaltliche Anhaltspunkte liefern und eher das Organisatorische betonen.
„Die Möglichkeit [der Verknüpfung der Fach- mit der Schulmathematik-Vorlesung] ist eine gute Möglichkeit. Ich mein', im Idealfall würde ich irgendwann [zum entsprechenden Dozenten] hingehen, sagen: ‚Ich mach' das [bestimmter Inhalt/Zugang], willst du … was machst'n du dazu später?', oder so."

1.1.4 Abgleich mit der Anforderungsanalyse nach Bass und Ball

In diesem Abschnitt diskutieren wir nun die oben dargestellten Ergebnisse unserer Interviewstudie und reflektieren sie vor allem im Licht der Anforderungsanalyse nach Bass und Ball (siehe Abschnitt ▸ Abschn. 1.1.4.2). Hierbei handelt es sich um erste Überlegungen, um aus dem deskriptiv erfassten Status Quo zu einem normativen Vorschlag zur Verbesserung der Lehrpraxis zu gelangen.

1.1.4.1 Fehlende Wahrnehmung der hochschuldidaktischen Forschung

Es wird an den Interviews mit den Fachmathematiker/innen deutlich, dass die hochschuldidaktische Literatur zum Thema „fachliche Ausbildung von Lehramtsstudierenden" kaum wahrgenommen wird. Auch die in den letzten Jahren durchgeführten Projekte zur Überwindung der doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrer/innenausbildung (vgl. etwa [2], [13], [7], [1]), die eben gerade auch für die fachmathematische Ausbildung Vorschläge unterbreiten, werden in den Interviews nicht genannt und spielen offenbar keine Rolle in der Vorlesungsgestaltung. Diese scheint umgekehrt stark geprägt zu sein von der lokalen und institutsspezifischen Tradition. Die durchgeführte Studie versteht sich hier auch als Impulsgeber für eine entsprechende Diskussion am Standort Wien.
Natürlich reflektieren die Dozent/innen darüber, welche fachmathematischen Inhalte sinnvollerweise in

der Lehramtsausbildung abgedeckt werden sollen. Exemplarisch sei hier die Aussage eines Dozenten genannt:

> „Man kann jetzt da natürlich sehr gelehrt und lang drüber diskutieren, wie viel Mathematik sollte man einem zukünftigen Lehrer oder Lehrerin beibringen. Und es gibt Sachen, die muss er sicher können […] und es gibt Sachen, die ein Lehrer sicher nicht können muss, also es gibt - weiß ich - kein gutes Argument, warum ein Lehrer wissen muss, was [z.B.] Garbenkohomologie ist, nicht?"

Neben der Frage, wie viel Mathematik eine zukünftige Lehrkraft beherrschen soll, ist aus Sicht der Hochschuldidaktik vor allem relevant, ob dieses Wissen auch für die spätere Berufspraxis, d.h. für die mathematische und didaktische Handlungsfähigkeit in der Klasse nutzbar gemacht werden kann (siehe [6], [28]). Dass dieser Transfer nicht von alleine gelingen kann, wird schon durch Arnold Kirsch betont (siehe [23]) und andere bestätigt (vgl. etwa [29]). Die Arbeitsgruppe um Deborah Ball und Hyman Bass hat zu diesem Zweck aus tatsächlichen Unterrichtsbeobachtungen heraus einen Katalog zentraler Handlungsanforderungen von Lehrkräften (sogenannter „Jobs") extrahiert. Bei diesen handelt es sich um fachdidaktische Aufgaben, die in hohem Maß fachliche Kompetenzen voraussetzen. In einem weiteren Schritt wurde analysiert, welche Form der mathematischen Ausbildung (potenziell) hilfreich ist, um diese Kernaufgaben zu bewältigen (siehe [6]).

1.1.4.2 Anforderungsanalyse nach Bass und Ball

Der Anforderungskatalog nach Bass und Ball (siehe [6], die *kursiven* Formulierungen wurden ergänzt durch Prediger, siehe [28], der Katalog ist weiterhin noch unvollständig) beinhaltet folgende Kernaufgaben von Lehrkräften:

- *Anforderungen an Schülerinnen und Schüler (aus Schulbüchern, Tafelbildern oder Tests) selbst bewältigen und auf verschiedenen Niveaus bearbeiten können;*
- Lernziele setzen und ausschärfen;
- Zugänge (in Schulbüchern*, Tafelbildern o.ä.)* analysieren und bewerten*;*
- Aufgaben *und Lernanlässe* auswählen, *verändern* oder konstruieren;
- Tests *entwickeln und* re-skalieren;
- geeignete Darstellungen *und Exaktheitsstufen* auswählen und nutzen *sowie zwischen ihnen vermitteln*
- Äußerungen von Lernenden analysieren, bewerten *und darauf lernförderlich reagieren*;
- Fehler von Lernenden analysieren und darauf *lernförderlich* reagieren;
- *fachlich substantielle*, produktive Diskussionen moderieren;
- *zwischen verschiedenen Sprachebenen (Alltagssprache, Fachsprache, Symbolsprache) flexibel hin-und herwechseln und vermitteln für Lernende*
- Lernstände*, Lernprozesse und Lernerfolge* erfassen.

Aufgrund der Ergebnisse unserer Studie ▸ Abschn. 1.1.3 schlagen wir an dieser Stelle eine weitere Ergänzung der Liste der Kernaufgaben vor. Die unten aufgeführten Punkte lassen sich direkt aus unserem Interviewmaterial ableiten und betreffen insbesondere die qualitätsvolle Ausgestaltung lehrerzentrierter Phasen (Frontalunterricht, fragend-entwickelnder Unterricht), die wohl nach wie vor und vor allem in der Sekundarstufe II einen nicht unerheblichen Anteil am gesamten Unterrichtsgeschehen darstellen. Die von uns propagierten Handlungsanforderungen sind:

- Begriffe und Konzepte erklären und Bezüge herstellen;
- Lernprozesse anstoßen und Missverständnisse antizipieren;
- Prototypische Beispiele (*nicht* Aufgaben) konzipieren und auswählen.

Dabei kann der letzte Punkt auch als Ergänzung im Sinne einer Ausschärfung des vierten Punktes in obiger Liste verstanden werden. Natürlich bleibt die Liste der Anforderungen (wie auch schon in [6], [28] betont) weiterhin offen, und auch eine tiefergehende theoretische Fundierung der von uns aufgebrachten Aspekte kann nicht an dieser Stelle erfolgen. Insofern ist unser Vorschlag provisorisch und als Grundlage für weitere Diskussionen und Untersuchungen gedacht.

Eine Weiterentwicklung der Anforderungsanalyse verfolgen Prediger und Hefendehl-Hebeker (siehe [29]), indem sie die didaktischen Kernaufgaben bezüglich ihrer epistemologischen Anforderungen untersuchen. Sie gehen dabei der Frage nach, in welcher Weise fachliche Inhalte im Bewusstsein der Lehrkräfte repräsentiert sein müssen, damit diese fähig sind, Lernprozesse der Schüler/innen zu initiieren und effektiv zu begleiten.

Insgesamt steht mit der Job-Analyse ein feingliedriges Werkzeug zur Verfügung, das wir im Folgenden als leitendes und ordnendes Prinzip einsetzen wollen, um zu verstehen, auf welche Anforderungen des Lehrberufs die spezifische fachliche Ausbildung insbesondere am Standort Wien vorbereiten kann.

1.1.4.3 Thematisierung von Handlungsanforderungen in den Interviews

Bass und Ball schreiben direkt im Anschluss an die Auflistung der Handlungsanforderungen (siehe [6], S. 296, Hervorhebungen durch die Autoren):

> „This sort of *mathematical* knowledge is often of a kind that is not typically taught in traditional mathematics courses."

Wir wollen diese Aussage anhand der Daten aus den Interviews untersuchen, indem wir versuchen, die oben genannten Handlungsanforderungen in den Aussagen der Dozent/innen zu identifizieren. Sucht man nach explizit schulbezogenen Aussagen, so wird man tatsächlich nur an wenigen Stellen fündig, exemplarisch sind in Tabelle 2 einige solche Aussagen genannt.

Tabelle 2. In den Dozent/innenaussagen identifizierte Handlungsanforderungen

Handlungsanforderung	Dozent/innenaussage (Kategorie, vgl. Tab. 1)
Begriffe und Konzepte erklären und Bezüge herstellen	„Das sind ja Dinge, die dazu da sind, dass sie fähig sind, als Lehrer zu erkennen, woher die Konzepte, die sie jetzt vermitteln, kommen, ihnen (Anm.: den Schüler/innen) Erklärungshilfen zu liefern und später halt zu wissen, warum das, was sie erzählen, da wahr sein soll […]. Also es hat überhaupt keinen Sinn, Fachwissen abzulagern, das nicht abgerufen wird.“ (2. Diskontinuität)
Aufgaben und Lernanlässe auswählen, verändern oder konstruieren	„Hab versucht zu betonen, wie die Leut' mit der Theorie der Ringe jetzt von Haus aus besser wissen können, warum sich das dann ausgeht [Österreichisch für: funktioniert] beim Beispiele erstellen.“ (2. Diskontinuität)
Anforderungen an Schüler/innen selbst bewältigen und auf verschiedenen Niveaus bearbeiten können	„Also normalerweise wird er sowas sowieso nicht unterrichten, trotzdem, wenn ich etwas tiefer versteh', dann hilft mir das auch selber beim Unterrichten und wenn's nur ist, dass es mir Sicherheit gibt und ich mir gewisse Zusammenhänge sehr schnell überlegen kann, wie viele linear unabhängige Lösungen wird's geben zum Beispiel von homogenen Gleichungssystemen.“ (2. Diskontinuität)

Manche der Handlungsanforderungen findet man (zumindest implizit) in den Aussagen der Dozent/innen gewissermaßen auf einer „höheren Ebene“ wieder (siehe Tabelle 3). Sie beziehen sich dabei nicht auf den Schulstoff, sondern auf Inhalte der fachmathematischen Vorlesungen. Die didaktischen Handlungsanforderungen werden dabei meist nicht direkt benannt, sie lassen sich aus den Aussagen aber in manchen Fällen ableiten. Es ist aber zumindest zu bezweifeln, ob hier ein Transfer der didaktischen Handlungsanforderung von Hochschul- auf Schulniveau durch die angehenden Lehrkräfte gelingen kann, ohne dass er durch die Dozent/innen forciert bzw. explizit gemacht wird.

Tabelle 3. In den Dozent/innenaussagen (zumindest implizit) identifizierte Handlungsanforderungen auf höherer Ebene

Handlungsanforderung	**Dozent/innenaussage (Kategorie, vgl. Tab. 1)**
Fachlich substantielle, produktive Diskussionen moderieren	„Bei den Lehramtsstudierenden geht's mir ja drum, dass ich sag, die sollen ja später nicht selber Wissenschaft mathematisch betreiben, sie sollen eher wissen, was sind die Schwierigkeiten im Ringen um die Begriffe.“ (Ringen um Begriffe)
Prototypische Beispiele (*nicht* Aufgaben) konzipieren und auswählen	„Aber was ich halt auch gerne versuche zu vermitteln, ist sozusagen, dass man die Grenzen der ... gewisser Begriffe auslotet.“ (Ringen um Begriffe)
Zwischen verschiedenen Sprachebenen flexibel hin- und herwechseln und vermitteln für Lernende	„Aber ich achte wirklich drauf, dass die sozusagen mathematisch in ganzen Sätzen sprechen, ja?“ [Anm: im Kontext verschiedener Exaktheiststufen] (Wesen der Mathematik)

1.1.5 Weiterentwicklung der Verzahnung von Fach- und Schulmathematikvorlesungen

Im abschließenden Abschnitt stellen wir Überlegungen zu einer Weiterentwicklung des in ▸ Abschn. 1.1.2.2 beschrieben Pilotversuchs zur Verzahnung fachlicher mit schulmathematischen Lehrveranstaltungen dar, die unter anderem in die konkrete Lehrveranstaltungsplanung des Zweitautors für eine Schulmathematikvorlesung „Analysis“ im Wintersemester 2018 (gemeinsam mit Evelyn Süss-Stepancik) einfließen.

Zuerst beleuchten wir die Frage, welche Aspekte der Ausbildung die Fachveranstaltungen übernehmen können. Klarerweise wird hier der Erwerb von Fachwissen im Vordergrund stehen, wobei gemäß der Vorgaben des Studienplans und der Tradition am Standort das inhaltliche Niveau jedenfalls das der üblichen Konzeptualisierung von MCK als tiefes Verständnis der Inhalte des Sekundarstufenlehrplans (vgl. Abschnitt ▸ Abschn. 1.1.1) umfasst. Aus unserer Sicht sollte die Fachvorlesung in diesem Sinne „den Rahmen abstecken“ und fachlich alle für den Schulunterricht relevanten einschlägigen Themen mitsamt ihrem Umfeld (etwa im Ausmaß einer ersten einschlägigen Vorlesung im Fachstudium) abdecken. Zum Beispiel sollte die Vollständigkeit der reellen Zahlen und ihre äquivalenten Beschreibungen ein zentrales Thema der Fachvorlesung Analysis auch im Lehramt sein. Dieser Vorschlag berücksichtigt die empirischen Befunde, dass sich PCK nur auf einer soliden Basis von MCK entwickeln kann (vgl. [10]).

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu einer Vorlesung im Fachstudium sollte aber sein, dass neben dem Detailwissen auch explizit Zusammenhänge zwischen zentralen Begriffen, Resultaten und Methoden – gewissermaßen aus einer „Vogelperspektive“ – ausführlich thematisiert werden. Das gilt insbesondere für Querbezüge zu Themen und Begriffen der Schulmathematik, sodass die

Berufsrelevanz der Lehrinhalte schon früh erkennbar wird und auch Referenzanker für die nachfolgende fachdidaktische Ausbildung gesetzt werden können. Die Ergebnisse unserer Interviewstudie weisen in die Richtung, dass Dozent/innen eher davon ausgehen, dass diese Bezüge von den Studierenden selbständig erkannt bzw. erarbeitet werden können. Möglicherweise wird diese Erwartung durch Lehrerfahrungen mit (sehr guten) Fachstudierenden gespeist, wo dies tatsächlich stattfindet. Diese Interpretation scheint auch im Einklang mit den Ergebnissen der Studie [30] (siehe auch Abschnitt ▸ Abschn. 1.1.1) zu stehen, die Defizite einer „Analysis 1“ (Für Fach- und Lehramtsstudierende) insbesondere in den Bereichen ,,Verwenden von Repräsentationen“ und „Nennen von (Gegen)Beispielen“ konstatiert. Schließlich sehen wir uns mit unserer Empfehlung im Einklang mit [7], wo ebenfalls die Relevanz expliziter Herstellung von Querbezügen zwischen Schul- und Hochschulmathematik betont wird.

Für eine theoretisch untermauerte Vermittlung eines tiefergehenden Verständnisses der zentralen Begriffsbildungen bietet sich eine hochschuldidaktische Erweiterung des zunächst nur für den schulischen Unterricht konzipierten Begriffs der Grundvorstellungen im Sinne von vom Hofe (siehe etwa [37]) an, erste Vorschläge dazu bieten Götz und Süss-Stepancik (siehe [20]). Des Weiteren scheint es uns im Sinne einer fachlichen Allgemeinbildung essentiell, dass auch Gesamtbeschreibungen bzw. Einordnungen des Fachgebiets bzw. seiner Teilgebiete in den mathematischen Kanon erfolgen, z.B. im Rahmen eines Kapitels „Was soll und was will die Analysis?“.

Diese zusätzlichen Ziele können im Vergleich zu Vorlesungen für Fachstudierende durchaus auf Kosten einer umfassenden *technischen* Ausbildung und der Allgemeinheit der präsentierten Resultate bzw. Beweise gehen, insbesondere wenn davon ausgegangen werden kann, dass die entsprechenden Inhalte keinen signifikanten Beitrag zum Lehrerprofessionswissen leisten (vgl. [18]).

Schließlich sollte aber auch das „Wesen der Mathematik“ in seiner vollständigen Klärung interessanter Fragestellungen durch seine deduktive Ordnung durchscheinen. Die Mathematik soll analog zu einer gut geölten Maschine erfahrbar werden, bei der die einzelnen Zahnräder *genau* ineinandergreifen.

Methodisch ist zu bemerken, dass aufgrund der großen Zahl an Hörer/innen (ca. 200) über weite Strecken ein „klassischer Vorlesungsstil“ vorherrschen wird, wobei ausgeweitete Möglichkeiten der Interaktion wünschenswert erscheinen. Letztere können speziell durch eine enge Anbindung der Übungen an die Vorlesung entstehen, z.B. können die Übungsaufgaben explizit auf Inhalte der Vorlesung verweisen und dort präsentierte Gedankengänge direkt aufnehmen und weiterführen. Andererseits sieht das Curriculum nur wenige große Fachvorlesungen vor und daher bietet sich hier auch die Chance, die Kraft und Wirkmacht eines klaren, strukturierten Vortrags erfahrbar zu machen. Neben den üblichen Strukturelementen Definition, Satz und Beweis könnten gleichberechtigt etwa Motivationen, Bemerkungen, Warnungen, (Gegen)beispiele, Bemerkungen zur Fachsprache etc. eingesetzt werden (vgl. wiederum die in [30] aufgedeckten Defizite). Insgesamt sollte den Studierenden zumindest exemplarisch die geistige Erfahrung ermöglicht werden, zu erleben, wie ein mathematisches Teilgebiet aus wenigen Grundlagen und *Ideen* entfaltet wird und wie das Studium zentraler Begriffe auf eine Fülle relevanter Resultate führt.

Ein weites Feld für methodische aber auch inhaltliche Alternativen bietet sich unserer Ansicht nach in den Übungen zu den Fachvorlesungen. In diesem Bereich liegen auch, wie bereits kurz erwähnt, mehrere ausgereifte inhaltliche Vorschläge vor, z.B. [7], [28]. Weiters sehen wir insbesondere eine Palette methodischer Möglichkeiten um im Übungsbetrieb auf konkrete Handlungsanforderungen der Job-Analyse vorzubereiten, indem sie aus der Perspektive der Lernenden erfahren werden (etwa Äußerungen/Fehler […] analysieren, bewerten; fachlich substantielle, produktive Diskussionen moderieren, Lernstände, Lernprozesse und Lernerfolge erfassen). Eine diesbezügliche Methode, mit der der Zweitautor experimentiert hat, ist die Leitung der Übungsgruppe jeweils für eine Übungseinheit an eine/n studentische/n Moderator/in „abzugeben“. Diese/r leitet die Präsentation der Aufgabenlösungen ein, in dem er/sie die Aufgabenstellung und ihr Umfeld skizziert. Während der Präsentation der Lösung durch einen weiteren Studierenden ist es Aufgabe des/der Moderators/in sicherzustellen, dass im Publikum ein weitgehendes Verständnis der Präsentation erreicht wird und etwaige Fragen und Diskussionen zu moderieren. Der/Die Dozentin greift nur in die Diskussionen ein, wenn diese drohen unproduktiv zu werden oder er/sie explizit dazu aufgefordert wird, weil die Studierenden selbständig keine Antworten auf die aufgeworfenen Fragen finden (können). Darüber hinaus können verschiedene Varianten von Gruppenpuzzles eingesetzt werden, um in Präsenzphasen inhaltliche Diskussionsprozesse unter den Studierenden zu initiieren und dem/der Dozenten/in Einblick in die Arbeits- und Verstehensprozesse der Studierenden zu geben.

Schließlich sollten in allen Fachveranstaltungen gezielt und explizit inhaltliche Referenzanker gesetzt werden, die von den entsprechenden Schulmathematik-Veranstaltungen aufgegriffen werden können (vgl. [19]).

Im Lichte der obigen Diskussion könnte die Kernaufgabe der Schulmathematik-Veranstaltungen darin bestehen, das in der Fachvorlesung erworbene Wissen im Rahmen der expliziten Handlungsanforderungen der Job-Analyse für die unterrichtliche Praxis nutzbar zu machen. Dabei kommt der Vorlesung die Aufgabe zu, belastbare Verbindungen zwischen dem Fachwissen und den fachdidaktischen Aufgaben grundzulegen. Insbesondere erscheint es uns essentiell, transparent mit den Verflechtungen der fachmathematischen, der fachdidaktischen und der unterrichtspraktischen Ebenen umzugehen, die die inhaltliche Auseinandersetzung mit den Kernthemen des jeweiligen mathematischen Gebiets ja notwendigerweise überlagern, vgl. die studentischen Rückmeldungen in ▸ Abschn. 1.1.2.2. Grundvorstellungen zu zentralen Begriffsbildungen sollten im fachlichen Kontext dargestellt und Querbezüge hergestellt werden.

Die Übungen zu Schulmathematik-Vorlesungen könnten sich methodisch an den oben für die fachmathematischen Übungen propagierten Vorschlägen orientieren. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass das Curriculum Schulmathematik-Übungen nur im Ausmaß einer Semesterwochenstunde vorsieht. Inhaltlich könnten Übungsaufgaben sich in überwiegendem Maß dem Training der Handlungsanforderungen der Job-Analyse widmen. Hierbei steht ein breites Spektrum an Möglichkeiten offen: Explizites Erfassen, Analysieren, Bewerten und Vergleichen von Schulbuchzugängen zu eng umrissenen Begriffsbildungen/Themen, Konstruieren und Verändern von Aufgaben und Tests nach bestimmten Kriterien bzw. Vorgaben, explizites Darstellen vorgegebener Inhalte auf verschiedenen Exaktheitsstufen und Vermitteln dazwischen, Analyse konkreter Äußerungen bzw. Fehler von Schüler/innen und ihre Behandlung auf unterschiedlichen Exaktheitsstufen, Erklärungen vorgegebener Begriffe und Konzepte erstellen und dabei verschiedene Sprachebenen bewusst einsetzen, prototypische Beispiele zu vorgegebenen Begriffen erstellen bzw. auswählen. Bei all diesen Aufgabentypen erscheint es wünschenswert, eine größtmögliche Authentizität anzustreben, also nach Möglichkeit die Aufgabenstellungen aus tatsächlichen Unterrichtssituationen heraus zu entwickeln (vgl. dazu das Konzept der Unterrichtsmomente in [28]).

Insgesamt breitet sich hier ein weites Feld aus. Die praktische Durchführung solcher verzahnter Lehrveranstaltungen erscheint uns als erstrebenswertes Ziel in der Lehramtsausbildung zumindest unter den gegebenen curricularen Bedingungen am Standort Wien. Die fachdidaktische Fundierung und Begleitung dieser Lehrveranstaltungen sowie ihre detaillierte Evaluierung erscheinen uns als aktuell lohnendes Forschungsfeld der Hochschuldidaktik.

1.1.6 Literatur

[1] Ableitinger, Ch., Hefendehl-Hebeker, L., Herrmann, A. (2010). Mathematik besser verstehen. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2010 (93–94). Münster: WTM-Verlag.

[2] Ableitinger, Ch., Hefendehl-Hebeker, L., Herrmann, A. (2013). Aufgaben zur Vernetzung von Schul- und Hochschulmathematik. In: H. Allmendinger et al. (Hrsg.): Mathematik verständlich unterrichten – Perspektiven für Unterricht und Lehrerbildung (217–233). Wiesbaden: Springer Spektrum.

[3] Ableitinger, Ch., Kramer, J., Prediger S. (2013, Hrsg.). Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung – Ansätze zu Verknüpfungen der fachinhaltlichen Ausbildung mit schulischen Vorerfahrungen und Erfordernissen. Wiesbaden: Springer Spektrum.

[4] Ableitinger, Ch., Kittinger, H., Steinbauer, R. (2018). Empirische Befunde zur Konzeption von Fachvorlesungen für Lehramtsstudierende. Eingereicht. Elektronisch verfügbar unter http://www.mat.univie.ac.at/~stein/research/paper_download/fachvo.pdf

[5] Ball, D. (1988). Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: Examining what prospective teachers bring to teacher education. Unpublished doctoral dissertation. East Lansing: Michigan State University.

[6] Ball, D.L., Bass, H. (2004). A practice-based theory of mathematical knowledge for teaching: The case of mathematical reasoning. In W. Jianpan et al. (Hrsg.), Trends and challenges in mathematics education (S. 107–123). Shanghai: East China Normal University Press.

[7] Bauer, T., Partheil, U. (2009). Schnittstellenmodule in der Lehramtsausbildung im Fach Mathematik. Mathematische Semesterberichte, 56(1), 85–103.

[8] Bauer, T. (2012). Analysis – Arbeitsbuch. Bezüge zwischen Schul- und Hochschulmathematik, sichtbar gemacht in Aufgaben mit kommentierten Lösungen. Wiesbaden: Springer Spektrum.

[9] Baumert, J., Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9(4), 469–520.

[10] Baumert, J., Kunter, M., Brunner, M., Krauss, S., Blum, W., Neubrand, M. (2006). Mathematikunterricht aus Sicht der PISA-Schülerinnen und -Schüler und ihrer Lehrkräfte. In Prenzel et al. (Hrsg.), PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs (S. 314–354). Münster: Waxmann.

[11] Becher, S., Biehler, R. (2015). Welche Kriterien legen Lehramtsstudierende (Gym) bei der Bewertung fachmathematischer Veranstaltungen zu Grunde?. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2015 (116–119). Münster: WTM-Verlag.

[12] Begle, E.G. (1979). Critical variables in mathematics education: Findings from a survey of the empirical literature. Washington, DC: Mathematical Association of America and National Council of Teachers of Mathematics.

[13] Beutelspacher, A., Danckwerts, R., Nickel, G., Spies, S., Wickel, G. (2012). Mathematik Neu Denken. Impulse für die Gymnasiallehrerbildung an Universitäten. Wiesbaden: Vieweg Teubner.

[14] Blömeke, S., Kaiser, G., Lehmann, R. (2010), TEDS-M 2008 - Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.

[15] Eisenhart, M., Borko, H., Underhill, R.G., Brown, C.A., Jones, D., Agard, P.C. (1993). Conceptual knowledge falls through the cracks: Complexities of learning to teach mathematics for understanding. Journal for Research in Mathematics Education, 24(1), 8–40.

[16] Etzlstorfer, S. (2010) ¿Qué significa eso? Vergleich der Fachdidaktiken in Mathematik und Romanistik an der Universität Wien. Diplomarbeit an der Universität Wien.

[17] Gläser, J; Laudel, G. (2010). Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. 4. Auflage. Wiesbaden: Springer VS.

[18] Goos, M. (2013). Knowledge for teaching secondary school mathematics: what counts? International Journal of Mathematical Education in Science and Technology 44(7), 972-983.

[19] Götz, S. (2013). Ein Versuch zur Analysis-Ausbildung von Lehramtsstudierenden an der Universität Wien. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2013, Band 1 (364–367). Münster: WTM-Verlag.

[20] Götz, S., Süss-Stepancik, E. (2013). „Es nähert sich an, … und dann? Folgenreiches zum Grenzwert von Folgen“. mathematik lehren 180, 26-29.

[21] Götz, S., Süss-Stepancik, E. (2016). Was soll LehrerInnenausbildung im Fach Mathematik leisten? Einsichten in das Wesen fach- und schulmathematischer Lehrveranstaltungen. In: Beiträge zum Mathematikunterricht, Band 1 (325–328). Münster: WTM-Verlag.

[22] Götz, S., Süss-Stepancik, E. (2017). School Mathematics and Mathematical Training: Two Hotspots in the Curriculum Development for Teacher Education. R&E-Source, Special Issue #6: 13th International Congress on Mathematical Education (ICME-13).

[23] Kirsch, A. (1980). Zur Mathematik-Ausbildung der zukünftigen Lehrer – im Hinblick auf die Praxis des Geometrieunterrichts. Journal für Mathematik-Didaktik, 1(4), 229–256.

[24] Klein, F. (1908). Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus. Bd. I (Arithmetik, Algebra, Analysis). Berlin: B.G. Teubner.

[25] Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M., Jordan, A.. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. Journal für Mathematik-Didaktik, 29(3/4), 223-258.

[26] Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 11., aktualisierte und überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz.

[27] National Commission on Teaching & America's Future (1996). What matters most: Teaching for America's future. New York: The National Commission on Teaching & America's Future.

[28] Prediger, S. (2013). Unterrichtsmomente als explizite Lernanlässe in fachinhaltlichen Veranstaltungen. Ein Ansatz zur Stärkung der mathematischen Fundierung unterrichtlichen Handelns. In C. Ableitinger et al. (Hrsg.), Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung (151–168). Wiesbaden: Springer.

[29] Prediger, S., Hefendehl-Hebeker, L. (2016). Zur Bedeutung epistemologischer Bewusstheit für didaktisches Handeln von Lehrkräften. Journal für Mathematik-Didaktik, 37(1), 239-262.

[30] Rach, S., Siebert, U., Heinze, A. (2016). Operationalisierung und empirische Erprobung von Qualitätskriterien für mathematische Lehrveranstaltungen in der Studieneingangsphase. In A. Hoppenbrock et al. (Hrsg.), Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase, Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik (S. 601-618). Wiesbaden: Springer.

[31] Ramsenthaler, C. (2013). Was ist „Qualitative Inhaltsanalyse?“ In M. Schnell et al. (Hrsg.), Der Patient am Lebensende, Palliative Care und Forschung (23–42). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

[32] Schramm, W. (1997). The beginnings of communication study in America. Thousand Oaks: Sage publications.

[33] Schuppar, B. (1999). Elementare numerische Mathematik. Eine problemorientierte Einführung für Lehrer und Studierende. Braunschweig/Wiesbaden: vieweg

[34] Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4–14.

[35] Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1–22.

[36] Universität Wien (2016). Mitteilungsblatt. Studienjahr 2015/16, 41. Stück. Curricula. http://www.univie.ac.at/mtbl02/2015_2016/2015_2016_246.pdf Gesehen 4. Oktober 2017.

[37] Vom Hofe, R. (2016). „Grundvorstellungen“ as a Category of Subject-Matter Didactics. Journal für Mathematik-Didaktik, 37(1), 225-254.