

(Fach-)Sprachliche Kompetenzen von Primarstufenstudierenden in Mathematik

Erste Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt FaKoPriM

*Evelyn Süss-Stepancik¹, Anita Summer², Andrea Varelija-Gerber³, Monika Musilek-Hofer⁴,
Maria Fast⁵, Barbara Riehs⁶*

Zusammenfassung

Im Rahmen der Pädagoginnen- und Pädagogenbildung kommen professionellen Kompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern im Sinne von beruflichen Anforderungen grundlegende Bedeutung zu. Trotz unterschiedlicher Modellierungen professioneller Kompetenz weisen all diese Konzepte (fach-)sprachliche Kompetenzen als integralen Bestandteil auf. Dabei liegen für die Beschreibung (fach-)sprachlicher Kompetenzen in Mathematik verschiedene Zugänge vor. Der empirische Forschungsstand in diesem Themenfeld ist im deutschsprachigen Raum derzeit – wohl auch aufgrund des großen Aufwands – überschaubar. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse eines Forschungsprojekts der Arbeitseinheit Mathematik im Verbund Nord-Ost vorgestellt, das der Frage nachgeht, wie sich (fach-)sprachliche Kompetenzen von Primarstufenstudierenden in Mathematik während des ersten Studienjahres verändern. Dazu wurden 494 Studierenden-Performanzen, erhoben im Wintersemester 17/18, ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass mathematische Fachbegriffe kaum aktiv angewendet werden, bildungssprachliche Darstellungen zur Addition und Subtraktion recht gut gelingen, wobei die Beschreibung mathematischer Vorgehensweisen selten vollständig ist und mathematische Konzepte kaum sprachlich dargelegt werden können. Anders verhält es sich beim passiv verfügbaren mathematischen Wortschatz – dieser kann von einem recht hohen Anteil der Primarstufenstudierenden zu Beginn ihrer Ausbildung zur Bewertung der Korrektheit vorgegebener mathematischer Aussagen zielführend genutzt werden.

Schlüsselwörter:

Fachsprache Mathematik
Fachsprachliche Kompetenzen
Professionelle Kompetenz von Lehrpersonen

1 Zur Bedeutung (fach-)sprachlicher Kompetenzen in der Pädagoginnen- und Pädagogenbildung

Eine qualitativ hochwertige Pädagoginnen- und Pädagogenbildung verlangt ihr entsprechende Qualitätsuntersuchungen und Evaluationen in Aus-, Fort- und Weiterbildung. Denn es ist unbestritten, dass die Kompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern erheblichen Einfluss auf die Lern- und Persönlichkeitsentwicklung sowie auf die fachlichen Leistungen von Schülerinnen und Schülern haben (Lipowsky, 2006, S. 64). In diesem

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

Korrespondierende Autorin. E-Mail: evelyn.stepancik@ph-noe.ac.at

² Kirchlich Pädagogische Hochschule Wien/Krems.

³ Pädagogische Hochschule Wien.

⁴ Pädagogische Hochschule Wien.

⁵ Kirchlich Pädagogische Hochschule Wien/Krems.

⁶ Kirchlich Pädagogische Hochschule Wien/Krems.

Sinne kommt der Lehrerausbildung eine grundlegende Funktion in der Wirkungskette „Lehrerausbildung – Lehrerkompetenz – Schülerleistung“ zu.

Ebenso unbestritten ist, dass Sprache überaus bedeutend für den schulischen Erfolg und das Erreichen von Bildungszielen ist. Das heißt also auch, dass der Sprachbildung angehender Lehrpersonen und deren (fach-)sprachlichen Kompetenzen große Aufmerksamkeit zu schenken ist. Taber (2015, S. 194) meint sogar, „Clearly learning any advanced academic subject is dependent on the communication skills of the teacher [...]“. Auch Schmidt-Thieme (2009) empfiehlt, dass Sprache für angehende Lehrpersonen in deren Ausbildung akzentuiert werden muss.

Für die Mathematik, den Mathematikunterricht sowie das Lehren und Lernen von Mathematik haben die Sprache und Fachsprache zumindest in zweierlei Hinsicht besondere Bedeutung. Sie dienen zum einen dem kommunikativen Zweck, zum anderen sind Sprache und Fachsprache auch Denkmittel in mathematischen Wissenskonstruktionsprozessen (Vygotskij, 2002). Für die Pädagoginnen- und Pädagogenbildung ist daher die Ausbildung entsprechender sprachlicher und fachsprachlicher Fähigkeiten von zukünftigen Lehrpersonen ein wesentliches Handlungsfeld, damit Vermittlungsprozesse im Mathematikunterricht gelingen können.

Die Curricula der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich, der Pädagogischen Hochschule Wien und der Kirchlich Pädagogischen Hochschule Wien/Krems zielen bereits im Bachelorstudium in den mathematisch-didaktischen Lehrveranstaltungen auf (fach-)sprachliche Kompetenzen ab. Zukünftige Grundschullehrerinnen und -lehrer sollen demnach sprachensible fachliche Erklärungs- und Vermittlungskompetenz aufbauen, Aspekte der Sprachenförderung, der Sprachverwendung und des Sprachverstehens im Mathematikunterricht kennen und sprachsensiblen Mathematikunterricht gestalten lernen. Somit wird dort also (fach-)sprachliche Kompetenz als integraler Bestandteil professioneller Lehrerkompetenz betrachtet.

Ziel dieses Beitrags ist es, erste Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „(Fach-)Sprachliche Kompetenzen von Primarstufenstudierenden im Bereich der Mathematik“, das als Längsschnittstudie angelegt ist, zu diskutieren. Dazu wird zunächst auf den Zusammenhang von (fach-)sprachlichen Kompetenzen und professioneller Lehrerkompetenz eingegangen, bevor der aktuelle Forschungsstand kurz umrissen und das methodische Vorgehen dargestellt werden.

2 (Fach-)Sprachliche Kompetenz als Baustein professioneller Lehrerkompetenz

Die Modellierung professioneller Lehrerkompetenz bzw. die Dimensionierung des Professionswissens von Lehrpersonen kann ebenso wie die Definition von Sprach- und Fachsprachkompetenz recht unterschiedlich erfolgen. In weiterer Folge werden daher hier die Themenfelder professionelle Kompetenz und (fach-)sprachliche Kompetenz kurz diskutiert.

2.1 Professionelle Kompetenz von Lehrerinnen und Lehrern

Fasst man den Begriff der professionellen Kompetenz von Lehrpersonen sehr weit, dann zählt zu den beruflichen Anforderungen von Mathematiklehrerinnen und -lehrern das Unterrichten, Beurteilen, Erziehen, Beraten, Mitwirken an der Schulentwicklung sowie die professionelle Ethik (Blömeke, Felbrich & Müller, 2008, S. 17). Nimmt man aus dieser Vielfalt das Unterrichten und Beurteilen genauer in den Blick, dann zeigt sich, dass selbst dieser sehr eingegrenzte Bereich als multidimensionales Konstrukt aufzufassen ist (ebda., S. 18). Blömeke et al. (2008, S. 18 f.) gliedern in Anlehnung an die Weinert'sche Kompetenzdefinition professionelle Kompetenz in die zwei großen Bereiche „Professionelles Wissen“ und „Affektiv-motivationale Charakteristika“. Das Professionswissen umspannt Fachwissen, fachdidaktisches Wissen, pädagogisches Wissen sowie kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, unter den affektiv-motivationalen Charakteristika werden unter anderem die persönlichen Überzeugungen und Werthaltungen zusammengefasst (ebda., S. 18 f.). Niermann (2016, S. 80) konzeptualisiert Professionswissen auf der Basis von Shulmans Arbeiten dreidimensional mit den Dimensionen „Fachwissen“, „Wissensarten“ sowie „Fachdidaktisches und pädagogisches Wissen“. Auf der ersten Dimension ist das Fachwissen verortet, der zweiten Dimension „Wissensarten“ sind das praktische, formale, explizite und implizite Wissen sowie prozessbezogene Kompetenzen zuzuordnen und in der dritten Dimension sind das fachdidaktische und pädagogische Wissen verankert (ebda., S. 80 f.). Das „Fachwissen“ umfasst nach Niermann (ebda., S. 80) jegliche Themengebiete, Inhalte und Niveaustufen des jeweiligen Fachs. Schaut man genauer auf die zweite Dimension – also die Wissensarten – dann können nach Anderson und Krathwohl (2001, S. 46)

Faktenwissen, konzeptuelles Wissen, prozedurales Wissen und metakognitives Wissen unterschieden werden. Zum Faktenwissen zählt beispielsweise auch das Wissen über Fachsprache (ebda., S. 46). Nach Shulman (1987, S. 8) ist fachdidaktisches Wissen und damit die dritte Dimension des Professionswissens ein überaus bedeutsamer Teil von Professionswissen und wird unter anderem auch als das Wissen über Erklärungsmöglichkeiten und das Wissen über den Einsatz von Sprache definiert. Aus dieser hier nur sehr prägnant skizzierten Diskussion professioneller Kompetenzen ergibt sich, dass (fach-)sprachliche Kompetenz einen festen Platz in den Modellierungen professioneller Kompetenz von Lehrpersonen hat.

2.2 (Fach-)Sprachliche Kompetenz

Versucht man nun den Begriff der (fach-)sprachlichen Kompetenz im Bereich der Mathematik genauer zu fassen, dann können Linneweber-Lammerskitten (2013, S. 152) folgend kognitiv-linguistische und sozial-kommunikative Kompetenzen mit mathematischen Kompetenzen in Beziehung gesetzt werden. Kognitiv-linguistische Kompetenzen beziehen sich in Mathematik auf sprachliche Aktivitäten wie das Argumentieren, Benennen, Beurteilen und lautes Denken, während sozial-kommunikative Kompetenzen auf diskursive Tätigkeiten ausgerichtet sind (ebda., S. 152 f.). Zu den diskursiven Tätigkeiten in Mathematik zählen das Aushandeln von Bedeutungen, der Austausch von Ansichten sowie die Fähigkeit und Bereitschaft sich auf andere Denkwege und Denkstrategien einzulassen (ebda., S. 153). Legt man dies beispielweise auf die Addition im Zahlenraum 1.000 um, dann sind zu den kognitiv-linguistischen Kompetenzen sprachliche Aktivitäten wie das Benennen von Summanden, Operatoren, Ergebnissen sowie Einer-, Zehner-, Hunderter- und Tausenderstelle zu zählen. Aber auch das Beurteilen des Ergebnisses einer Addition und lautes Denken beispielsweise beim Beschreiben des Vorgangs der Addition mit Übertrag sind Teil einer solchen kognitiv-linguistischen Kompetenz. Letzteres ist eng mit sozial-kommunikativen Kompetenzen, insbesondere mit der Fähigkeit und Bereitschaft sich auf andere – gelegentlich auch fehlerhafte – Denkwege und Denkstrategien einzulassen, verbunden.

Anders als Linneweber-Lammerskitten (2013) fokussieren Vollmer und Thürmann (2010) auf sprachliche Handlungsfelder beim Aufbau von konzeptuellem Verständnis. Sie beschreiben fünf Felder sprachlichen Handelns (Vollmer & Thürmann, 2010, S. 113 ff.). Es sind dies (1) die Beteiligung an unterrichtlicher Kommunikation, (2) das Beschaffen, Erschließen und Verarbeiten von Informationen, (3) das Strukturieren, Anpassen und Erweitern des eigenen Wissens, (4) das Präsentieren und Diskutieren von Arbeitsergebnissen und Methoden sowie (5) das kritische Reflektieren von Ergebnissen und Vorgehensweisen (ebda., S. 113). Betrachtet man mit diesem Modell sogenannte Entdeckerpäckchen, denen beispielsweise die Konstanz der Differenz zugrunde liegt, dann sprechen diese unter anderem das vierte und fünfte Handlungsfeld an, sobald die Ergebnisse und das Vorgehen präsentiert, diskutiert und kritisch reflektiert werden. Das Diskutieren solcher Entdeckerpäckchen erfordert (fach-)sprachliche Kompetenzen, um die Erkenntnisse (das gleichsinnige Verändern von Minuend und Subtrahend führt zu einer gleichbleibenden Differenz) zu kommunizieren und zu reflektieren.

Prediger und Wessel (2011) differenzieren die sprachlichen Anforderungen in Mathematik noch weiter aus. Sie unterscheiden in Anlehnung an von Kügelgen (1994) und Pimm (1987) Alltagssprachliche, bildungssprachliche bzw. unterrichtssprachliche und fachsprachliche Darstellungsebenen (Prediger, 2013, S. 173). Die fachsprachliche Darstellungsebene der oben schon angesprochenen Entdeckerpäckchen wird dabei ohne Fachbegriffe wie Minuend, Subtrahend und Differenz nicht auskommen. Eine alltags- oder bildungssprachliche Darstellung von Entdeckerpäckchen wie oben könnte sich hingegen auf eine Beschreibung beschränken, die ohne Fachbegriffe auskommt und dennoch das Phänomen als solches erfasst. In diesem Fall wäre eine Formulierung wie beispielsweise, die gleiche Erhöhung der beiden Zahlen einer Subtraktion verändert das Ergebnis nicht, denkbar. Beiden Realisierungen wäre dann zu entnehmen, dass das zugrundeliegende mathematische Konzept – also die Konstanz der Differenz – erkannt wurde.

Insgesamt also umfasst (fach-)sprachliche Kompetenz ganz unterschiedliche Facetten. Wobei die Fach- und Alltagssprache „die Pole eines breiten Fachlichkeitskontinuums“ (Jörissen & Schmidt-Thieme, 2015, S. 392) bilden. Roelcke (2010, S. 15) konstatiert, dass Fachsprache die Gesamtheit aller sprachlichen Mittel umfasst, „die in einem fachlich begrenzten Kommunikationsbereich verwendet wird, um die Verständigung zwischen den in diesem Bereich tätigen Menschen zu gewährleisten.“

Summa summarum hat Sprachlichkeit beim Fachlernen also große Bedeutung, und die Mathematikdidaktik beschäftigt sich schon seit ihrer Entstehung mit den sprachlichen und kommunikativen Aspekten des Mathematiklernens.

3 Forschungsstand zur Sprache im Fach Mathematik

Die Anzahl der empirischen Studien zur Sprache im Fach Mathematik nimmt zwar kontinuierlich zu, jedoch haben die meisten der deutschsprachigen Studien Schülerinnen und Schüler und nicht die angehenden Lehrerinnen und Lehrer im Visier.

Prediger, Wilhelm, Büchter, Gürsoy und Benholz (2015) untersuchten beispielsweise anhand der nordrhein-westfälischen Zentralen Prüfungen am Ende der Klasse 10 im Jahr 2012, welche der sozialen und sprachlichen Faktoren den stärksten Zusammenhang zur Mathematikleistung haben. Als soziale (Hintergrund-)Faktoren wählten sie den Migrationshintergrund, den sozioökonomischen Status und den Zeitpunkt des Deutscherwerbs aus (ebda., S. 83). Die sprachliche Kompetenz wurde durch diese Lesekompetenz und die Sprachkompetenz in Deutsch konzeptualisiert (ebda., S. 84). Die Mathematikleistungen der Schülerinnen und Schüler in der abschlussrelevanten Prüfung ergaben sich aus den Bewertungen der Lehrpersonen, die diese korrigiert und bewertet hatten (ebda., S. 83). Das Ergebnis zeigt, dass die Sprachkompetenz unter allen betrachteten Hintergrundfaktoren den größten Beitrag zur Erklärung der Unterschiede in den Mathematikleistungen der Schülerinnen und Schüler am Ende der 10. Jahrgangsstufe leistet, während die weiteren Faktoren wie Lesekompetenz, Migrationshintergrund, sozioökonomischer Status, Zeitpunkt des Deutscherwerbs und Lesekompetenz weniger ausschlaggebend sind (ebda., S. 90).

Heinze, Herwartz-Emden, Braun und Reis (2011) verfolgten in einer Längsschnittstudie die Entwicklung von Kindern mit und ohne Migrationshintergrund in Mathematik über alle vier Grundschuljahre hinweg. Zur Erhebung von Mathematikleistungen, dem Sprachstand und den kognitiven Fähigkeiten wurden standardisierte Tests verwendet (Heinze et al., 2011, S. 25). Die Auswertung der Mathematiktests ergab, dass signifikante Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne Migrationshintergrund bereits am Ende des ersten Schuljahres bestehen und in den folgenden Schuljahren nicht ausgeglichen werden können (Heinze et al., 2011, S. 25). Ferner kamen Heinze et al. (2011, S. 28) zu dem Schluss, dass Sprache ein zentrales Medium für Mathematiklernen und Mathematikbetreiben ist und die Unterrichtssprache nicht nur für die Partizipation am schulischen Lernangebot, sondern insbesondere auch für das Mathematiklernen eine zentrale Rolle spielt. Dabei wurde deutlich, dass Kinder mit Migrationshintergrund routinemäßige Rechenaufgaben zwar ähnlich gut lösen wie Kinder ohne Migrationshintergrund, dass sie aber an weiterführenden mündlichen Unterrichtsinteraktionen wie zum Beispiel im Bereich der Begriffsentwicklung nur eingeschränkt teilhaben können (Heinze et al., 2011, S. 28).

Nach Rautenstrauch (2017, S. 29) liegen zum allgemeinen Sprachstand von Lehramtsstudierenden und zu den fachsprachlichen Fähigkeiten von angehenden Pädagoginnen und Pädagogen kaum bzw. nur wenige Studien vor. Bei ihrer Untersuchung des (Fach-)Sprachstandes von Lehramtsstudierenden des Faches Chemie zeigte sich, dass nur ein Drittel dieser Studierenden bei Aufgaben mit offenem Antwortformat vollständig korrekte Antworten formulieren kann (Rautenstrauch, 2017, S. 265) und dass die textproduktiven Fähigkeiten der Studierenden förderbedürftig sind (ebda., S. 266). Eine fachspezifische Förderung der (Fach-)Sprachfähigkeiten kann nur im Zusammenspiel von fachlichen und fachsprachlichen Aspekten gelingen (ebda., S. 269). Hier scheint das Studium jedoch positive Auswirkungen zu haben und es kann davon ausgegangen werden, dass die Ausbildung der Lehramtsstudierenden im Fach Chemie zu einer (fach-)sprachlichen Sozialisation führt (ebda., S. 266).

Aus den hier dargelegten Desiderata lässt sich die Forschungsfrage des Projekts „(Fach-)Sprachliche Kompetenzen von Primarstufenstudierenden in Mathematik“ ableiten:

- Wie verändern sich die (fach-)sprachlichen Kompetenzen von Primarstufenstudierenden aufgrund von fachmathematischen bzw. fachdidaktischen Lehrveranstaltungen?

Auch wenn diese Forschungsfrage erst nach Auswertung der zweiten Erhebung vollständig beantwortet werden kann, sollen an dieser Stelle erste Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden, die zeigen, mit welchen (fach-)sprachlichen Kompetenzen im Bereich der Mathematik Primarstufenstudierende ihr Studium beginnen.

4 Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde vom Forscherinnenteam der „Arbeitseinheit Mathematik im Verbund NO“ ein Instrumentarium entwickelt, welches geeignet ist, die Gesamtkohorte aller erstsemestrigen Primarstufenstudierenden der Pädagogischen Hochschulen im Verbund NO zu erfassen. Übereinstimmend werden in allen drei Pädagogischen Hochschulen fachsprachliche Kompetenzen im Rahmen des

Bachelorstudiums curricular gefordert und als essentieller Bestandteil professioneller Lehrerinnen- und Lehrerkompetenz betrachtet.

4.1 Kontext und Strichprobe – Forschungsinstrument und Setting

Die Studienanfängerinnen und -anfänger des Wintersemesters 2017 aller drei Pädagogischen Hochschulen des Verbunds NO bilden die Stichprobe der vorliegenden Untersuchung. Um Rückschlüsse auf mögliche Veränderungen in den (fach-)sprachlichen Kompetenzen der Studierenden im ersten Studienjahr zu ziehen, wurde dieselbe Gesamtkohorte in zwei Erhebungswellen befragt: Die Ersterhebung fand zu Beginn des Wintersemesters 2017 – im Rahmen der allerersten Lehrveranstaltung an allen Standorten der drei Pädagogischen Hochschulen – statt. An dieser Vollerhebung nahmen 494 Primarstufenstudierende (84,63 % weiblich, 15,37 % männlich) teil.

Die zweite Erhebungswelle wurde nach einem Jahr (also im Wintersemester 18/19) zu Beginn des dritten Studienseesters mit der gleichen Kohorte durchgeführt. Ziel dieser Vor- und Nacherhebung ist es, die Veränderung der (fach-)sprachlichen Kompetenzen nach dem ersten Studienjahr (inkl. möglicher einflussnehmender Hintergrundvariablen wie Bildungsbiographie, Mehrsprachigkeit, Geschlecht) darzustellen und zu untersuchen.

Mit der Entwicklung des Erhebungsinstruments wurde bereits im Sommersemester 2017 begonnen. Zunächst musste entschieden werden, ob die Erhebung mittels mündlicher Befragung oder schriftlichem Instrumentarium erfolgen sollte. Das Forscherinnenteam entschied sich für eine schriftliche Befragung mittels Fragebogen, da hierbei die Größe der Stichprobe aus erhebungstechnischen Gründen höher sein kann und Interviewfehler vermieden werden (Reinders, 2011, S. 53). Außerdem sind durchdachtere Antworten zu erwarten, da kein Zeitdruck durch eine Gruppensituation oder durch den Interviewer bzw. die Interviewerin entsteht. Zudem ist die Wahrung der Anonymität bei einer schriftlichen Befragung glaubwürdiger. Nicht zuletzt kommt die für den Mathematikunterricht typische Erklärsprache eher der schriftlichen Sprache nahe.

Der gemeinsam entwickelte Fragebogen wurde als zweiseitiges Paper-Pencil-Dokument umgesetzt. Die Auswahl der Testitems erfolgte nach zwei Gesichtspunkten: einerseits mussten Inhalte extrahiert werden, die an allen drei Hochschulen innerhalb des ersten Studienjahrs der Primarstufenausbildung einen essentiellen Lehrinhalt bilden. Nur so können Rückschlüsse auf die erfolgte Intervention, d.h. auf die Lehrveranstaltungen im ersten Studienjahr, gezogen werden. Andererseits sollen die Inhalte Relevanz für den späteren Tätigkeitsbereich der angehenden Primarstufenpädagoginnen und -pädagogen aufweisen und wie in Kapitel 2 dargestellt, wesentliche Bausteine professioneller Sprachkompetenz bilden. Aus diesen Überlegungen resultieren Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Grundlagen der Arithmetik, welche besonders auf die Versprachlichung der Grundrechnungsarten und das vorteilhafte Rechnen abzielen.

Nach erfolgter Pretestung im Sommer 2017 und anschließender Überarbeitung setzt sich der Fragebogen nun aus vier unterschiedlichen Aufgabenstellungen sowie Angaben zur Person (Alter, Geschlecht, formale Qualifizierung für das Studium und Erstsprache) zusammen. Bei den Aufgaben eins bis drei handelt es sich um ein offenes, bei der vierten Aufgabe um ein geschlossenes Format.

Bei der ersten Aufgabe ist eine fehlerhafte dreistellige schriftliche Addition gegeben und der Fehler zu beschreiben. Die zweite Aufgabe entspricht den klassischen Entdeckerpäckchen im Bereich der Subtraktion im Zahlenraum 100, dabei gilt es, das mathematische Muster zu entdecken und die Fortsetzbarkeit zu begründen. Bei der dritten Aufgabe handelt es sich um eine Subtraktion im Zahlenraum 1.000, für deren Lösung zwei unterschiedliche Vorgangsweisen zu finden und zu beschreiben sind. Mit der vierten (geschlossenen) Aufgabe wird im Gegensatz zu den drei obigen der passiv verfügbare mathematische Wortschatz erhoben. Dazu ist die fachsprachliche Korrektheit von fünf Aussagen (z. B. „Das Produkt von $24 : 6$ ist gleich 4.“), welche in Unterrichtssituationen denkbar sind, zu bewerten.

Insgesamt kann also von einer hohen Inhaltsvalidität und von einer repräsentativen Erfassung der (fach-)sprachlichen Kompetenzen im Bereich der Addition und Subtraktion ausgegangen werden, da die Aufgaben zum einen auf fachlichen Überlegungen beruhen und zum anderen aus Sicht der Mathematikdidaktik eine maßgebliche Rolle im intendierten Bereich spielen. Laut Moosbrugger und Kelava (2012, S. 15) ist die Inhaltsvalidität eines Tests gegeben, wenn die einzelnen Items einen unmittelbaren Ausschnitt aus dem Verhaltensbereich, über den eine Aussage getroffen werden soll, darstellen. Auch dies trifft auf das Erhebungsinstrument zu – es bildet mit seinen vier Items einen unmittelbaren Ausschnitt der zukünftigen Primarstufenlehrpersonen im Bereich der Mathematik ab.

4.2 Datencodierung

Für die Auswertung der offenen Aufgabenstellungen wurde in einem ersten Schritt, ausgehend von rund 60 Studierenden-Performanzen, ein vorläufiger Coding-Guide mit Indikatoren entwickelt. Dieser Vorgang der Vercodung ist eine bekannte Schwäche aller kategorialen Analysen. Einerseits ermöglicht er die quantitative Durchdringung des sprachlichen Materials, andererseits ist er der subjektiven Deutung und Interpretation des Kategorienschemas und der Texte ausgeliefert. Um diese Fehlerquelle gering zu halten und größtmögliche Intercoder-Reliabilität zu gewährleisten, wurde der Coding-Guide mehrmals überarbeitet. Dabei wurden strittige Fälle im Gesamtteam besprochen, bis ein Konsens erzielt wurde. Schließlich ergab die Berechnung der Intercoder-Reabilität mittels Cohens-Kappa (0,836) und Krippendorf-Alpha (0,766) zufriedenstellende Werte (Wirtz & Caspar, 2002).

Im Coding-Prozess wurden die Studierendenantworten in Zahlencodes transformiert. Generell werden drei Arten von Codes unterschieden, nämlich *Full*, *Partial* und *No Credit* (Toferer, o.J., S. 81). Auf die Verwendung von Partial Credits wurde verzichtet und mit einer einstelligen Vercodung gearbeitet. Akzeptable Lösungswege und -ansätze der offenen Aufgabenstellungen wurden mit dem *Code 1* (= richtige/zureichende Antwort) belegt, falsche/unzureichende Antworten erhielten den *Code 0*. *Code 9 (Missing)* wurde dann vergeben, wenn die Beantwortung der Fragestellung offensichtlich gar nicht versucht wurde.

Die „(fach-)sprachliche Kompetenz“ wurde anhand von vier Indikatoren operationalisiert, welche aus den dargestellten wissenschaftlichen Grundlagen (siehe Kapitel 2) resultieren. Es sind dies:

- (1) Korrekter Einsatz von mathematischen Fachbegriffen
- (2) Korrekter Einsatz der (Fach-)Sprache bzw. mathematische Richtigkeit/Korrektheit der (bildungssprachlichen) Aussagen
- (3) Vollständigkeit der Beschreibung
- (4) Verwendung eines mathematischen Konzepts („konzeptuell“ versus „prozedural“)

Der korrekte Einsatz von mathematischen Fachbegriffen (1) ergibt sich besonders aus den in Kapitel 2.2 dargestellten Forderungen, ebenso der korrekte Einsatz der (Fach-)Sprache bzw. die mathematische Richtigkeit/Korrektheit der (bildungssprachlichen) Aussagen (2), welche insbesondere aus den Ausführungen von Prediger (2013) hervorgehen. Die weiters untersuchte Vollständigkeit der Beschreibung (3) ist in Hinblick auf Erklärsituationen im Mathematikunterricht bedeutend und die Verwendung eines mathematischen Konzepts (4) findet sich im Fokus der Ausführungen von Vollmer und Thürmann (2010).

Im Coding-Guide werden anschließend an die Darstellung der Indikatoren die Codes beschrieben und mit akzeptierten Beispielantworten (siehe Tab. 1.) belegt, wie hier exemplarisch dargestellt wird:

Merkmal Indikator	Ausprägung	Zuordnung	
		Score	Rating
Aufgabe 1 Einsatz von Fachbegriffen	Stellenwert wird explizit genannt. Mindestens einer der folgenden Begriffe wird genannt: Einer, Zehner, Hunderter, Einerstelle, Zehnerstelle, Hunderterstelle; 1er (Einer), 10er, 100er; Einerspalte, Zehnerspalte, Hunderterspalte Nachdem die Einerstelle addiert wurde, wurde der Zehner von 14 vergessen.	1	1
	Stellenwerte werden nicht genannt. Das Ergebnis lautet 974. Man hat den Zehnerschritt nicht mitgenommen.	0	0
	Missing Gar nichts, Strich, Fragezeichen	9	9

Tabelle 1: Auszug aus dem Coding-Guide: Aufgabe 1, Indikator 1 „Einsatz von Fachbegriffen“.

Im Sommer 2018 konnte schließlich der Coding-Prozess an der Gesamtkohorte der ersten Erhebung durchgeführt werden, wofür hochschulübergreifende Raterpaare gebildet wurden.

4.3 Auswertung

Der Coding-Prozess wird nun exemplarisch an Aufgabe 2 dargestellt, da es sich hierbei um ein relativ neues, sehr zeitgemäßes Aufgabenformat in der Grundschule handelt. Dieses Aufgabenformat eignet sich insbesondere zum Entdecken, Beschreiben und Begründen von mathematischen Mustern und Strukturen und wird von Selter (PIKAS, o.J.) als wesentliches Aufgabenformat für „guten Unterricht“ bezeichnet, welches sich als besonders geeignet für die Sprachförderung im Mathematikunterricht erweist.

Aufgabenstellung 2: Entdeckerpäckchen

a) Rechnen Sie und setzen Sie fort. Beschreiben Sie, was Ihnen auffällt.

$$56 - 22 = \dots$$

$$58 - 24 = \dots$$

$$60 - 26 = \dots$$

$$62 - 28 = \dots$$

$$\dots\dots\dots = \dots$$

b) Begründen Sie, warum das so ist.

Bei Aufgabe 2 müssen bei jedem einzelnen Merkmal die Aussagen sowohl von a) als auch von b) gesamt geratet werden. Konkret wurden die Indikatoren für Aufgabe 2 folgendermaßen determiniert:

(1) Korrekter Einsatz von mathematischen Fachbegriffen

Der Indikator gilt als erfüllt, wenn einer der folgenden Fachbegriffe verwendet wurde: Minuend, Subtrahend, konstant, Konstanz.

(2) Korrekter Einsatz der (Fach-)Sprache bzw. mathematischen Richtigkeit der (bildungssprachlichen) Aussagen

Der Indikator gilt als erfüllt, wenn die Aussage mathematisch richtig ist und passende Begriffe (nicht unbedingt die tatsächlichen (Fach-)Begriffe) inkludiert.

(3) Vollständigkeit der Beschreibung

Der Indikator gilt als erfüllt, wenn der Referenztext fehlerfrei ist und auf die Veränderung des Minuenden, auf die Veränderung des Subtrahenden und auf das gleichbleibende Ergebnis eingegangen wird.

(4) Verwendung eines mathematischen Konzepts („konzeptuell“ versus „prozedural“)

Der Indikator gilt als erfüllt, wenn der Referenztext fehlerfrei ist und auf das mathematische Konzept der Konstanz der Differenz (allgemein oder anhand eines Beispiels) eingegangen wird.

Die im Folgenden dargestellte Studierendenlösung der Aufgabenstellung 2 (siehe Abbildung 1) wurde daher folgendermaßen codiert:

- Indikator 1 erhält den Code 0: essentielle Fachbegriffe (Minuend, Subtrahend...) wurden nicht verwendet.
- Die Indikatoren 2 und 3 werden ebenso mit 0 bewertet, da die Aussage „weil die beiden Zahlen, die subtrahiert werden, immer um zwei erhöht werden“ mathematisch nicht korrekt ist, obwohl die Vollständigkeit (Bezug zu Minuend, Subtrahend und gleichbleibender Differenz) gegeben wäre.
- Auch Indikator 4 muss daher mit 0 codiert werden, obwohl eine Einsicht in das Konstanzgesetz erkennbar ist.

2) Entdeckerpäckchen

a) Rechnen Sie und setzen Sie fort. Beschreiben Sie, was Ihnen auffällt.

56 - 22 = 34 Es fällt auf, dass das Ergebnis immer gleich
58 - 24 = 34 bleibt, weil die ^{beiden} Zahlen, die subtrahiert werden,
60 - 26 = 34 ~~er~~ immer um zwei erhöht werden, sodass die
62 - 28 = 34 Differenz immer gleich bleibt.
64 - 30 = 34

b) Begründen Sie, warum das so ist.

Weil beide Zahlen um den gleichen Wert erhöht werden, bleibt die Differenz immer gleich.

Abbildung 1: Exemplarische Lösung der Aufgabenstellung 2, CH1219.

Im Gegensatz dazu steht die nun folgende exemplarische Lösung eines weiteren Probanden bzw. einer weiteren Probandin (siehe Abbildung 2):

- Indikator 1 erhält den Code 1: essentielle Fachbegriffe (Differenz, Minuend, Subtrahend...) wurden verwendet.
- Der Indikator 2 wird mit dem Code 1 bewertet, da die Aussage mathematisch korrekt ist und passende Begriffe inkludiert.
- Indikator 3 gilt als erfüllt (Code 1), da der Referenztext fehlerfrei ist und auf die Veränderung des Minuenden, auf die Veränderung des Subtrahenden und auf das gleichbleibende Ergebnis eingegangen wird.
- Indikator 4 wird erfüllt, da der Referenztext fehlerfrei ist und auf das mathematische Konzept der Konstanz der Differenz eingegangen wird. Indikator 4 wird somit mit Code 1 belegt.

2) Entdeckerpäckchen

a) Rechnen Sie und setzen Sie fort. Beschreiben Sie, was Ihnen auffällt.

56 - 22 = 34 Die Differenz bleibt immer gleich
58 - 24 = 34 Beide Zahlen um 2 erhöht.
60 - 26 = 34
62 - 28 = 34
64 - 30 = 34

b) Begründen Sie, warum das so ist.

Wenn Minuend und Subtrahend um den gleichen Wert erhöht werden, bleibt die Differenz immer gleich.

Abbildung 2: Exemplarische Lösung der Aufgabenstellung 2, IN3133.

Die durch den Codierungsprozess erhaltenen Scores (0, 1, 9) wurden ungewichtet additiv indiziert und als metrische Skala dargestellt, damit in weiterer Folge die Sichtbarmachung einer Entwicklung zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten möglich ist.

5 (Fach-)Sprachliche Kompetenzen von Primarstufenstudierenden am Ausbildungsbeginn

Zur Beantwortung der Forschungsfrage, wie sich die (fach-)sprachlichen Kompetenzen von Primarstufenstudierenden aufgrund von fachmathematischen bzw. fachdidaktischen Lehrveranstaltungen verändern, können nach der Auswertung der Ersterhebung noch keine Aussagen getroffen werden. Da diese Frage aber auch das Feststellen der (fach-)sprachlichen Kompetenzen von Primarstufenstudierenden zu Beginn ihres Studiums impliziert, werden in weiterer Folge die Ergebnisse der ersten Erhebung vorgestellt. Es zeigt sich dabei ein interessantes Bild der Ausgangslage.

Aus der Gesamtheit der codierten Einheiten ergab sich, dass die erste Aufgabenstellung (Beschreibung des Fehlers bei einer fehlerhaft durchgeführten dreistelligen Addition) von 490 Studierenden bearbeitet wurde, dass das Entdeckerpäckchen von 491 Studierenden und die Subtraktion im Zahlenraum 1.000 von 493 Studierenden bearbeitet wurden.

	Aufgabe 1 – Beschreibung des Fehlers bei einer dreistelligen schriftlichen Addition				Aufgabe 2 – Entdeckerpäckchen			
	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4
Score 0	54,9 %	50,8 %	65,9 %	87,8 %	71,5 %	49,1 %	61,3 %	72,5 %
Score 1	45,1 %	49,2 %	34,1 %	12,2 %	28,5 %	50,9 %	38,7 %	27,5 %
	Aufgabe 3 – Subtraktion im Zahlenraum 1000							
	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4				
Score 0	80,9 %	60,0 %	77,1 %	39,4 %				
Score 1	19,1 %	40,0 %	22,9 %	60,6 %				

Tabelle 2: Häufigkeiten der Scores 0 und 1 für die Indikatoren 1 bis 4 der Aufgaben 1 bis 3.

Dabei zeigte sich, dass etwas weniger als die Hälfte (siehe Tabelle 2) der Erstsemestrigen mathematische Fachbegriffe der Addition in sprachlichen Tätigkeiten (Erklärung des Fehlers) aktiv anwenden kann. Beim Entdeckerpäckchen gelingt es nur noch 28,5 % der Erstsemestrigen (siehe Tabelle 2) die Fachbegriffe korrekt einzusetzen und damit ihre Ergebnisse und Vorgehensweisen zu präsentieren und zu reflektieren. Die Fachbegriffe der Subtraktion können nur von 19,1 % korrekt zur Beschreibung ihres Lösungsweges eingesetzt werden (siehe Tabelle 2).

Hinsichtlich der bildungs- bzw. unterrichtssprachlichen Darstellungsebene (Indikator 2) fällt auf, dass immerhin zwischen 40,0 % und 50,9 % der Studienanfängerinnen und -anfänger die Addition, Subtraktion und das Phänomen von Entdeckerpäckchen schriftlich explizieren können (siehe Tabelle 2).

Die Ergebnisse bzgl. der Vollständigkeit der Beschreibung (Indikator 3) zeigen bei Aufgabe 1 und Aufgabe 2, dass etwas mehr als ein Drittel der Erstsemestrigen eine vollständige und genaue Beschreibung eines Fehlers bei der Addition sowie eine erschöpfende Erläuterung des Subtrahierens und Beschreiben des Musters von Entdeckerpäckchen schriftlich festhalten kann (siehe Tabelle 2). Allerdings gelingt es nur 22,9 % der Primarstufenstudierenden zu Beginn ihrer Ausbildung zwei unterschiedliche Lösungswege für eine Subtraktion im Zahlenraum 1.000 ausreichend sprachlich zu beschreiben.

Interessant sind die unterschiedlichen Ergebnisse bei Indikator 4, der auf das sprachliche Darlegen vorhandener mathematischer Konzepte abzielt. Bei der Fehlerbeschreibung der schriftlichen Addition von dreistelligen Zahlen lässt sich nur bei 12,2 % der Studierenden eine sprachliche Darstellung des Umbündelns entdecken, beim Entdeckerpäckchen können immerhin 27,5 % der Erstsemestrigen die Konstanz der Differenz erläutern. In Bezug auf das Zahlen- und Ziffernrechnen zeigen die Ergebnisse von Aufgabe 3, dass ein sehr hoher Anteil der Primarstufenstudierenden (60,6 %) schon zu Beginn diese beiden Konzepte bzw. Vorgehensweise im Bereich der Subtraktion sprachlich präsentieren kann.

In Bezug auf den passiv verfügbaren mathematischen Wortschatz belegen die Ergebnisse zu Aufgabe 4, dass die fachsprachliche Korrektheit von vorgegebenen Aussagen von einem hohen Ausmaß der Studienanfängerinnen und -anfänger korrekt bewertet werden kann (siehe Abbildung 3). Rund ein Drittel der

Erstsemestrigen kann die Korrektheit aller fünf Aussagen richtig bewerten, etwa ebenso viele können dies noch bei vier von fünf Aussagen und nur 4,10 % können bloß eine der fünf Aussagen hinsichtlich ihrer fachsprachlichen Korrektheit richtig bewerten (siehe Abbildung 3).

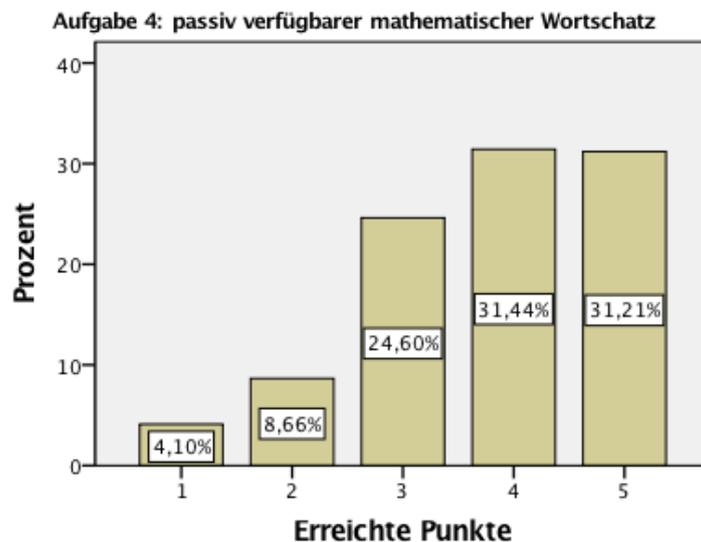


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der erreichten Punkte bei Aufgabe 4.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse dieser ersten Erhebung, dass Primarstufenstudierende zu Beginn ihres Studiums kaum über kognitiv-linguistische Fähigkeiten in Mathematik verfügen. Auch die sozial-kommunikative Kompetenz, die auf die Bereitschaft abzielt, sich auf Denkwege und Denkstrategien anderer einzulassen, ist bei dieser Kohorte wenig ausgeprägt. Im Gegensatz dazu zeigen die Daten, dass die Erstsemestrigen auf der bildungs- bzw. unterrichtssprachlichen Darstellungsebene die sprachlichen Anforderungen im Bereich der Addition und Subtraktion recht gut erfüllen. Allerdings können mathematische Konzepte nur von ganz wenigen Studierenden zu Beginn ihres Studiums sprachlich dargelegt werden.

6 Fazit

Zusammenfassend können folgende erste Einsichten aus dem Forschungsprojekt „(Fach-)Sprachliche Kompetenzen von Primarstufenstudierenden im Bereich der Mathematik“ festgehalten werden:

- Primarstufenstudierende beginnen ihr Studium mit einem äußerst geringen mathematischen Fachvokabular im Bereich der Addition und Subtraktion (Indikator 1). Wenn davon ausgegangen wird, dass sie dieses Wissen gemäß dem Lehrplan der Volksschule und Sekundarstufe 1 selbst schon einmal erworben haben, dann legen die Ergebnisse dieser Untersuchung nahe, dass die mit der Addition und Subtraktion verbundenen Fachbegriffe im weiteren Verlauf der schulischen Laufbahn wenig Bedeutung spielen und dadurch dem aktiven Sprachgebrauch abhanden kommen.
- Hinsichtlich der alltags- und bildungssprachlichen Anforderungen im Bereich der Addition und Subtraktion attestieren die hier vorgestellten Ergebnisse den Studienanfängerinnen und -anfängern bessere Leistungen (Indikator 2). Mathematische Phänomene, Vorgangsweisen und Fehler können von rund der Hälfte der Primarstufenstudierenden zu Beginn ihres Studiums richtig, aber eben ohne Fachbegriffe dargelegt werden.
- In Bezug auf die Vollständigkeit der Beschreibungen von mathematischen Sachverhalten, Zusammenhängen und Vorgehensweisen zeigt sich jedoch wieder ein anderes Bild (Indikator 3). Die hier befragten Studierenden können zu einem Großteil keine vollständigen Beschreibungen abgeben. Demnach werden von den Studierenden zu wenige inhaltliche Aspekte thematisiert und das Zusammenspiel von fachlichen und fachsprachlichen Bereichen muss im Laufe der Ausbildung deutlich weiter entwickelt werden.

- Darüber hinaus lässt sich aus den Ergebnissen ablesen, dass zu Studienbeginn Konzepte wie das Bündelungsprinzip und die Konstanz der Differenz nicht bekannt, jedoch unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten beim Subtrahieren (Zahlen- und Ziffernrechnen) durchaus bekannt sind (Indikator 4). Demzufolge hat die Ausbildung der Primarstufenpädagoginnen und -pädagogen an prozeduralen sprachlichen Handlungsfeldern anzusetzen und diese in konzeptuelle überzuführen. Insgesamt also bestärkt die hier berichtete Studie die Fokussierung auf die (fach-)sprachlichen Kompetenzen von Primarstufenstudierenden im Bereich der Mathematik zu Beginn ihres Studiums und liefert ein differenziertes Bild.

Literatur

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives (4. Aufl.). New York: Longman.
- Blömeke, S., Felbrich A. & Müller, C. (2008). Theoretischer Rahmen und Untersuchungsdesign. In S., Blömeke, G., Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -refendare* (S. 15-48). Münster: Waxmann.
- Heinze, A., Herwartz-Emden, L., Braun, C. & Reiss, K. (2011). Die Rolle von Kenntnissen der Unterrichtssprache beim Mathematiklernen. Ergebnisse einer quantitativen Längsschnittstudie in der Grundschule. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland* (S. 11-34). Münster: Waxmann.
- Jörissen, S. & Schmidt-Thieme, B. (2015). Darstellen und Kommunizieren. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G., Weigand (Hrsg.), *Handbuch Mathematikdidaktik* (S. 385-410). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Linneweber-Lammerskitten, H. (2013). Sprachkompetenz als integraler Bestandteil der mathematical literacy? In M. Becker-Mrotzek, K., Schramm, E., Thürmann & H.J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach* (S. 151-166). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenz, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.), *Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern: Ausbildung und Beruf* (S. 47-70). Weinheim und Basel: Beltz.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2012). Qualitätsanforderungen an einen psychologischen Test (Testgütekriterien). In H. Moosbrugger & A. Kelava, A. (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl.) (S. 7-26). Heidelberg: Springer.
- Niermann, A. (2016). Professionswissen von Lehrerinnen und Lehrern des Mathematik- und Sachunterrichts. "...man muss schon von der Sache wissen." Bad Heilbrunn: Klinkhardt. URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-125876
- Pimm, D. (1987). *Speaking Mathematically. Communication in Mathematics Classroom*. London & New York: Routledge & Kegan Paul.
- Prediger, S. & Wessel, L. (2011). Darstellen – Deuten – Darstellungen vernetzen: Ein fach- und sprachintegrierter Förderansatz für mehrsprachige Lernende im Mathematikunterricht. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit – Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung* (S. 163-184). Münster: Waxmann.
- Prediger, S. (2013). Darstellungen, Register und mentale Konstruktionen von Bedeutungen und Beziehungen – mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und bearbeiten. In M. Becker-Mrotzek, K., Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.): *Sprache im Fach* (S. 167-184). Münster: Waxmann.
- Prediger, S. Wilhelm, S., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2015). Sprachkompetenz und Mathematikleistung – Empirische Untersuchungen sprachlich bedingter Hürden in den Zentralen Prüfungen 10. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36(1), 77-104.
- Rautenstrauch, H. (2017). Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie. Berlin: Logos.
- Reinders, H. (2011). Fragebogen. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung. Struktur und Methoden* (S. 53-57). Wiesbaden: VS Verlag.
- Roelcke, T. (2010). *Fachsprachen*. Berlin: Schmidt.

- Schmidt-Thieme, B. (2009). „Definition, Satz, Beweis“. Erklärgewohnheiten im Fach Mathematik. In R. Vogt (Hrsg.), *Erklären. Gesprächsanalytische und fachdidaktische Perspektiven* (S. 123-131). Tübingen: Stauffenburg.
- Selter, C. (o.J.). PIKAS, Deutsches Zentrum für Lehrerbildung. URL: <https://pikas.dzlm.de/material-pik/haus-12-mathematische-bildung/haus-1-unterrichtsmaterial/entdecker-päckchen> [18.12.2018].
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.
- Taber, K. S. (2015). Exploring the language(s) of chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract.* 16, 193-197.
- Toferer, B. (o.J.): Coding. In B. Suchán, S. Breit (Hrsg.), *Pisa 2015, Technischer Bericht*. Wien: Bifie.
- Vollmer, H.J. & Thürmann, E. (2010). Zur Sprachlichkeit des Fachlernens: Modellierung eines Referenzrahmens für Deutsch als Zweitsprache. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (S. 107-132). Tübingen: Narr.
- von Kügelgen, Rainer (1994). *Diskurs Mathematik. Kommunikationsanalysen zum reflektierenden Lernen*. Frankfurt: Lang.
- Vygotskij, L. S. (2002). *Denken und Sprechen. Psychologische Untersuchungen* (3. Ausg.). Hrsg. und übers. von J. Lompscher, G. Rückriem. Weinheim und Basel: Beltz.
- Wirtz, Markus & Caspar, Franz. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen: Hofgrefe.