

Fabian GRUENIG, Julia OLLESCH, Markus VOGEL &
Tobias DOERFLER, Heidelberg

Pilotierung eines Vignettentests zur Erfassung des Professionswissens angehender Lehrkräfte über computergestützte Darstellungen im Mathematikunterricht

Im Projekt EKoL10 wurde ein Vignettentest für die spezifische Erfassung technologiebezogener Facetten mathematikdidaktischen Wissens zur Beurteilung von multimediagestützten Lernumgebungen durch angehende Lehrkräfte entwickelt und pilotiert. Der Test fordert die Analyse von Computeranwendungen aus einer interdisziplinären Sicht von mathematisch-inhaltlicher Analyse und kognitionspsychologischer Betrachtung. Dabei wird auf die Einschätzung der erwarteten *kognitiven Anforderung* an die Schülerinnen und Schüler und die Sichtbarkeit der *gegenseitigen Ergänzung multipler Repräsentationen* bei der Rezeption des Lernmaterials fokussiert.

Die vorgestellten Arbeiten entstanden im Rahmen des Graduiertenkollegs *Effektive Kompetenzdiagnose in der Lehrerbildung (EKoL)* an den Pädagogischen Hochschulen Heidelberg und Ludwigsburg.

Bildschirmvignetten zur Erfassung von technologiebezogenen fachdidaktischen Wissensfacetten zu computergestützten Darstellungen

Testinstrumente auf Basis von unterrichtsauthentischen Vignetten haben sich als effektives Mittel zur situationsbezogenen Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften etabliert (vgl. Neuweg 2015). Üblicherweise dokumentiert eine Vignette ein authentisches und unterrichtsrelevantes Phänomen. Dieses wird mit einem Bearbeitungsauftrag versehen, bei dem die Lehrkraft ihr Professionswissen situiert einsetzen muss (Rehm und Bölsterli 2014).

Der im Projekt EKoL10 entwickelte Vignettentest soll das Professionswissen erfassen, welches zur Beurteilung von computergestützten Darstellungen im Mathematikunterricht relevant ist. Unter computergestützten Darstellungen wird in Anlehnung an Vahey et al. (2013, S. 19–20) die digitale Aufbereitung multipler mathematischer Objekte mit interaktiv manipulierbaren Komponenten verstanden. Dabei werden mathematische Beziehungen oder funktionale Abhängigkeiten der dargestellten Objekte so realisiert, dass Änderungen an einem dargestellten Objekt automatisch auf abhängige Objekte übersetzt werden (vgl. „dyna-linking“ Ainsworth 2006 oder „hot linking“ in Kaput 1989). Interaktionen und Manipulationen sind über Darstellungselemente mit geringem Interaktionsgrad – etwa Schieberegler oder per Drag & Drop verschiebbare Punkte – möglich.

Als Ausgangsmaterial für die Vignettenkonstruktion wurden bereits bestehende Computeranwendungen herangezogen. Die Anwendungen wurden von Lehrkräften für Lehrkräfte entwickelt und auf Webseiten wie www.geogebra.org/materials zur allgemeinen Verfügung bereitgestellt. Daher ist davon auszugehen, dass die Einschätzung solcher frei zugänglichen Lernmaterialien eine authentische Anforderungssituation für angehende Lehrkräfte darstellt.

Die ausgewählten computergestützten Darstellungen wurden für die Konstruktion der Vignettenstämme in eine fiktive, thematisch passende Unterrichtssituation eingebettet und als *Bildschirmvignetten* verfilmt. Eine detaillierte Beschreibung der Auswahl der Materialien, Konstruktion der Unterrichtssituation und deren Validierung ist in Ollesch et al. (2018) beschrieben. Bildschirmvignetten stellen unseres Wissens ein neues Vignettenformat dar, das im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts entwickelt wurde, um spezifisch auf die im Zentrum des Forschungsinteresses stehenden computergestützten Darstellungen und deren multimediale Gestaltung fokussieren zu können.

Analyseperspektive für computergestützte Darstellungen – Sichtbarkeit der gegenseitigen Ergänzung und erwartete kognitive Anforderung

Die Bearbeitungsaufträge, die für die Vignettenstämme entwickelt wurden, fokussieren gezielt eine von zwei Analyseperspektiven: die Einschätzung der erwarteten *kognitiven Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler* oder die Analyse der *Sichtbarkeit der gegenseitigen Ergänzung multipler Repräsentationen*. Mit sechs bis sieben Items im geschlossenen Antwortformat wird die Zustimmung zu beschreibenden Aussagen über die gezeigte Computeranwendung auf einer 6-stufigen Likert-Skala abgefragt („Trifft gar nicht zu“ bis „Trifft voll zu“).

In den Items zur Facette *kognitive Anforderungen* wird sowohl auf die einzelnen Darstellungselemente als auch auf die Gesamtzahl der Darstellungskomponenten eingegangen (Beispielitem: „Die Möglichkeit zum Ein- und Ausschalten der Einzelheiten macht die Computeranwendung übersichtlich“). Die Items berücksichtigen dabei sowohl eine Bewertung der Elemente an sich als auch eine Bewertung der im Applet gezeigten Elemente im Zusammenwirken (Beispielitem: „In der Computeranwendung gibt es zu viele verschiedene Einzelheiten gleichzeitig“). Die Items mit Blick auf die *Sichtbarkeit der gegenseitigen Ergänzung* rekurren auf in der Computeranwendung vorhandene Darstellungselemente in ihrer Verknüpfung. Dabei geraten die funktionalen Abhängigkeiten, die computergestützte Umsetzung und

dessen erwartete Wirkung in den Blick (Beispielitem: „Die Wechselwirkung der verschiedenen Darstellungen ist gut ersichtlich.“).

Methode und Ergebnisse der Pilotierungsstudie

Insgesamt lagen für die Pilotierung des Testinstruments 369 Datensätze von Lehramtsstudierenden mit dem Fach Mathematik aller Pädagogischen Hochschulen in Baden-Württemberg vor. Das Alter der Probandinnen und Probanden lag zwischen 19 und 43 Jahren ($M = 23.10$ Jahre, $SD = 3.18$ Jahre); es waren 27.9 % männlich. Das Testinstrument wurde für die Erhebungen in einem Online-Tool umgesetzt.

Als Referenzmaß für die Auswertung des Testinstruments wurde eine Expertennorm gewonnen. Die Antworten der Probandinnen und Probanden wurden anhand des Referenzmaßes mittels Paarvergleich bewertet. Eine detaillierte Beschreibung dieses Verfahrens ist in Ollesch et al. (2018) zu finden.

Für die Analyse der Faktorstruktur wurden die Punkte pro Vignette zu einem Vignettenscore aufsummiert, der schließlich als manifeste Beobachtung in die konfirmatorische Faktorenanalyse eingeht. Die insgesamt zehn Vignettenscores wurden je nach Analyseperspektive den Faktoren *Kognitive Anforderungen* oder *Gegenseitige Ergänzung* zugeordnet. Jeder Faktor wurde durch fünf Vignetten repräsentiert von denen zwei aufgrund nicht signifikanter Ladungen ausgeschlossen wurden.

Aufgrund der theoretischen Nähe der beiden Analyseperspektiven und einer hohen Korrelation der beiden Faktoren ($r = .89$, $p = .002$) wurde zudem ein eindimensionales Modell spezifiziert. Beide Modelle zeigten sehr gute Fit-Statistiken.

<i>Modell</i>	<i>df</i>	χ^2 -Wert	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>	<i>RMSEA</i>
zweifaktoriell	17	19.97	.990	.985	.011
einfaktoriell	16	20.55	.994	.992	.008

Tab.: Fit-Statistiken für die konfirmatorischen Faktorenanalyse mit acht manifesten Beobachtungen. Anmerkungen: *df* = Anzahl Freiheitsgrade; χ^2 -Wert = Chi-Quadrat-Statistik; *CFI* = Comparative Fit Index; *TLI* = Tucker-Lewis Index; *RMSEA* = Root Mean Square Error of Approximation.

Die maximale erreichbare Punktzahl des Testinstruments liegt bei 138 Punkten bei der Auswertung der acht Vignetten. Die Spannweite der erreichten Punktzahl durch die Probandinnen und Probanden liegt zwischen 29 und 101 Punkten, was einem prozentualen Anteil richtiger Lösungen von 21.0 % bis 73.2 % entspricht. Der Mittelwert der erreichten Punkte liegt bei $M = 77.69$ ($SD = 12.19$).

Diskussion

Die Äquivalenz von ein- und zweifaktoriellem Modell lässt sich als eine empirische Bestätigung für den starken Zusammenhang der beiden Facetten *kognitive Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler* und *gegenseitige Ergänzung multipler Repräsentationen* interpretieren. Ein analoger Befund für die Rezeption durch Lernende wird bereits in der Theorie multimedialen Lernens diskutiert (vgl. Mayer 2009). Der Modellvergleich liefert ein Indiz dafür, dass der Zusammenhang auch in einer analytischen Perspektive besteht, wenn Lehrkräfte Computeranwendungen sichten und beurteilen.

Die vorgestellte Pilotierungsstudie gibt erste Hinweise auf die Struktur von spezifischen technologiebezogenen Facetten des mathematikdidaktischen Wissens angehender Lehrkräfte. Für die Erhebung des mathematikdidaktischen Wissens setzte das Projekt EKoL10 auf eine Variante von Testvignetten, die nicht primär auf Unterrichtsgeschehen fokussieren, sondern mit *darstellungsbezogenen* Situierungen arbeiten.

Literatur

- Ainsworth, S. (2006). DeFT. A conceptual framework for considering learning with multiple representations. In *Learning and Instruction* 16 (3), S. 183–198.
- Kaput, J. J. (1989). Linking representations in the symbolic systems of algebra. In Sigrid W. (Hrsg.), *Research issues in the learning and teaching of algebra*. Hillsdale: Erlbaum, S. 167–194.
- Neuweg, G. H. (2015): Kontextualisierte Kompetenzmessung. In *Zeitschrift für Pädagogik* (03), S. 377–383
- Ollesch, J., Dörfler, T., Vogel, M. (2018): Die inhaltliche Validierung von Unterrichtsvignetten durch eine mehrstufige Expertenbefragung. In Rutsch, J. et al. (Hrsg.), *Effektive Kompetenzdiagnose in der Lehrerbildung: Professionalisierungsprozesse angehender Lehrkräfte untersuchen*. Wiesbaden: Springer, S. 129–151.
- Rehm, M., Bölsterli, K. (2014): Entwicklung von Unterrichtsvignetten. In Krüger et al. (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, Heidelberg: Springer, S. 213–225.
- Vahey, P., Knudsen, J., Rafanan, K., Lara-Meloy, T. (2013): Curricular Activity Systems Supporting the Use of Dynamic Representations to Foster Students' Deep Understanding of Mathematics. In Mouza C. & Lavigne N. (Hrsg.), *Emerging Technologies for the Classroom: A Learning Sciences Perspective*. New York: Springer, S. 15–30.