

Adaptive Interventionskompetenz in mathematischen Modellierungsprozessen – Theoretische und empirische Fundierung

Unter mathematischem Modellieren verstehen wir die Anwendung von Mathematik „in realen und sinnhaften Kontexten [und anhand] real existierender Probleme, Fragestellungen oder Zusammenhänge“ (Siller, 2015, S. 2). Die Betreuung von Lernenden in Modellierungsprozessen birgt aufgrund der offenen Aufgabenstellungen und den damit verbundenen individuellen Lösungswegen hohe Anforderungen für Lehrkräfte (Leiss, 2007, S. 67). Zur Bewältigung dieser Anforderungen existieren theoretische Konzepte, deren gemeinsamer Kern in der Adaptivität der Hilfestellung liegt. Bei der Messung der adaptiven Interventionskompetenz werden im Beitrag empirische Zusammenhänge zwischen diagnostischen und interventionsbezogenen Komponenten berechnet.

Theorie

Adaptive Interventionen werden als eine geeignete Unterstützung in mathematischen Modellierungsprozessen angesehen. Sie zielen unter Beachtung des Prinzips der minimalen Hilfe (Aebli, 1983) auf einen selbstständigkeitsorientierten Arbeitsprozess der Lernenden ab. Leiss (2007, S. 82) definiert adaptive Lehrerinterventionen als Hilfestellungen, die auf einer Diagnose basieren, inhaltlich-methodisch an die Situation angepasst sind, eine minimale Hilfestellung bieten und selbstständigkeitserhaltend sind.

In der Literatur existieren Prozessmodelle, die in empirischen Studien zur Beschreibung von oder als Leitfaden für Interventionen verwendet werden.



Abb. 1: Model of contingent teaching (van de Pol et al., 2014, S. 606; Übersetzung durch die Autoren)

Van de Pol et al. (2014) evaluierten das Unterstützungsverhalten von Lehrkräften, die mit dem „Model of contingent teaching“ (MCT; vgl. Abb. 1) arbeiteten. Das MCT unterscheidet zwischen diagnostischen (Schritt 1), interventionsbezogenen (Schritt 3) und evaluierenden Schritten (2+4). Dabei stellten sie u.a. fest, dass sich die diagnostischen Strategien der Lehrkräfte und die Qualität ihrer Unterstützung, insbesondere deren Adaptivität, durch

die Arbeit mit dem MCT verbesserten. Auch Leiss (2007) unterscheidet in seinem allgemeinen Prozessmodell einer Intervention die Bildung einer Erkenntnisgrundlage (Diagnostik) sowie die Ebene und verschiedene Eigenschaften der Intervention. Bei der Entwicklung seines Prozessmodells kommt er ebenfalls zu dem Schluss, dass Lehrkräfte über zwei Aspekte, Diagnose- und Interventionskompetenzen, verfügen müssen.

Diese beiden Kompetenzen wurden bei der Entwicklung eines Prozessmodells für Interventionen in mathematischen Modellierungsprozessen (vgl. Abb. 2; für eine genauere Beschreibung siehe Klock, Siller & Wess, 2018) in Anlehnung an die Prozessmodelle von Leiss (2007) und van de Pol et al. (2014) miteinbezogen. Das Modell soll für Lehramtsstudierende als Hilfsmittel beim Erwerb von Diagnose- und Interventionskompetenzen dienen. Der diagnostische Teil besteht aus dem Identifizieren der Phase des Modellierungskreislaufs, in der die Lernenden aktuell arbeiten (Schritt 1), sowie aus dem Bestimmen der Schwierigkeit (Schritt 2), was schließlich in der Festlegung eines expliziten Förderziels resultiert. Die beiden Schritte bilden in unserer Arbeit die Diagnosekompetenz in mathematischen Modellierungsprozessen. Der interventionsbezogene Teil wird durch die Auswahl und Durchführung der Intervention charakterisiert (Schritt 3). Dabei werden Interventionen aus dem Repertoire zunächst anhand der genannten Kriterien adaptiver Interventionen beurteilt (Leiss, 2007) und hinsichtlich ihrer Eignung ausgewählt (a priori-Interventionskompetenz). Nach der Durchführung evaluiert der Intervenierende die eigene Intervention (a posteriori-Interventionskompetenz). Das adäquate Durchführen aller Schritte des Prozessmodells bildet die *adaptive Interventionskompetenz in mathematischen Modellierungsprozessen*.



Abb. 2: Prozessmodell adaptiver Interventionen in mathematischen Modellierungsprozessen (Klock, Siller & Wess, 2018)

Der interventionsbezogene Teil wird durch die Auswahl und Durchführung der Intervention charakterisiert (Schritt 3). Dabei werden Interventionen aus dem Repertoire zunächst anhand der genannten Kriterien adaptiver Interventionen beurteilt (Leiss, 2007) und hinsichtlich ihrer Eignung ausgewählt (a priori-Interventionskompetenz). Nach der Durchführung evaluiert der Intervenierende die eigene Intervention (a posteriori-Interventionskompetenz). Das adäquate Durchführen aller Schritte des Prozessmodells bildet die *adaptive Interventionskompetenz in mathematischen Modellierungsprozessen*.

Methoden

Zur Evaluation der Dimension dieses Konstrukts wurden mithilfe eines quantitativen Testinstruments (Klock & Wess, 2018; Klock, Wess, Greefrath & Siller, 2019) 78 Lehramtsstudierende für weiterführende Schulen vor und

nach der Absolvierung von fachdidaktischen Modellierungsseminaren getestet. 43 der Probanden sind weiblich, 35 männlich. Die Studierenden sind durchschnittlich 23 Jahre alt ($M=23.06$; $SD=2.69$) und befinden sich in ihrem sechsten bis siebten Semester ($M=6.71$; $SD=2.89$).

Das Testinstrument erhebt anhand von sechs Aufgabenvignetten, die typische Schülersgespräche bei der Bearbeitung von zugehörigen Modellierungsaufgaben beschreiben, die Diagnose- und a priori-Interventionskompetenz anhand von multiple-choice Items. Die Bewertung der Items erfolgt dichotom auf Basis der Ratings von sechs Experten, die Mitglieder der deutschsprachigen Modellierungscommunity sind. Die Skalen „Diagnose“ (18 Items) und „Intervention“ (24 Items) werden mit Hilfe des in der Software ConQuest implementierten einfachen logistischen Rasch-Modells skaliert. Dabei wird die Methode der virtuellen Personen nach Hartig und Kühnbach (2006) angewandt, bei der Pre- und Posttest-Daten miteinbezogen werden. Dies hat den Vorteil, dass die Daten beider Messzeitpunkte anhand derselben Modellrechnung skaliert werden.

Zur Evaluation der Dimension des Konstrukts werden ein 1-dimensionales (1-dim.) mit einem 2-dimensionalen (2-dim.) Modell verglichen, bei dem die beiden Skalen die Faktoren darstellen. Zur Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den beiden Skalen wird eine lineare Regression anhand der WLE-Scores des Rasch-Modells durchgeführt.

Ergebnisse

Der Vergleich der beiden Modelle wird anhand der residuenbasierten Abweichungsmaße (Final deviance, AIC) in Tabelle 1 vorgenommen. Die Residuen-Kennwerte sind im 2-dim. Modell kleiner. Alle Item-Fit-Kennwerte liegen im empfohlenen Intervall (gewichtete Abweichungsquadrate > 0.8 und < 1.2), was auf eine Gültigkeit des Rasch-Modells hinweist. Die Reliabilitäten sind im 2-dim. Modell im Hinblick auf die EAP-Reliabilitäten als befriedigend zu bezeichnen. Das 2-dim. Modell beschreibt die Daten besser und ist daher zu bevorzugen. Die Skalen korrelieren im 2-dim. Modell mit einer hohen Bedeutsamkeit ($r = .70$).

Modell	Skala	Final deviance	AIC	Gewichtetes Abweichungsquadrat	EAP/WLE-Reliabilität
1-dim.	Generalfaktor	6602	6688	.90–1.10	.80/.84
2-dim.	Diagnose Intervention	6572	6662	.89–1.14	.75/.70 .74/.63

Tab. 1: Vergleich des 1- und 2-dimensionalen Modells

In der linearen Regression sagt die Skala „Diagnose“ statistisch signifikant die Skala „Intervention“ vorher ($F(1, 151) = 42.348$, $p < 0.001$; $N=153$). Dabei liegt eine mittlere Anpassungsgüte ($R^2=.22$) und eine hohe Teststärke ($1 - \beta_{\text{error}} = 1$) vor. Erhöht sich die Personenfähigkeit in der Skala „Diagnose“ um einen Logit, so erhöht sich die Personenfähigkeit in der Skala „Intervention“ durchschnittlich um .33 Logits ($p < .001$; Standardfehler 0.05; 95%-Konfidenzintervall [.23 ; .43]).

Das eingesetzte Testinstrument erhebt einen kognitiven Teil adaptiver Interventionskompetenz, der als eine Voraussetzung für die Durchführung adaptiver Interventionen angesehen werden kann. Zur valideren Erfassung des Konstrukts müssen Handlungskompetenzen miteinbezogen werden. Die Ergebnisse veranschaulichen, dass diagnostische und interventionsbezogene Aspekte zur Kompetenz beitragen und diese empirisch getrennt interpretiert werden können. Aufgrund der zeitlichen Abfolge der Diagnostik und Intervention, der signifikanten Korrelation beider Skalen und der Passung des linearen Modells liegen Hinweise für einen kausalen Zusammenhang zwischen der Diagnose- und a priori-Interventionskompetenz vor.

Literatur

- Aebli, H. (1983). *Zwölf Grundformen des Lehrens: Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Hartig, J., & Kühnbach, O. (2006). Schätzung von Veränderungen mit „plausible values“ in mehrdimensionalen Rasch-Modellen. In A. Ittel & H. Merrens (Hrsg.), *Veränderungsmessung und Längsschnittstudien in der empirischen Erziehungswissenschaft* (S. 27–44). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Klock, H., Siller, H.-S., & Wess, R. (2018). Adaptive Interventionskompetenz in mathematischen Modellierungsprozessen - Erste Ergebnisse einer Interventionsstudie. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018*. Münster: WTM.
- Klock, H., & Wess, R. (2018). Lehrerkompetenzen zum mathematischen Modellieren – Test zur Erfassung von Aspekten professioneller Kompetenz zum Lehren mathematischen Modellierens. Universität Münster: MIAMI. Abgerufen von <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:6-36179562140>
- Klock, H., Wess, R., Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2019). Aspekte professioneller Kompetenz zum Lehren mathematischer Modellierung bei (angehenden) Lehrkräften – Erfassung und Evaluation. In T. Leuders, E. Christophel, M. Hemmer, F. Korneck, & P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschungen zur Lehrerbildung*. Münster: Waxmann.
- Leiss, D. (2007). „*Hilf mir es selbst zu tun*“. *Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren*. Hildesheim: Franzbecker.
- Siller, H.-S. (2015). Realitätsbezug im Mathematikunterricht. *Der Mathematikunterricht*, 61(5), 2–6.
- Van de Pol, J., Volman, M., Oort, F., & Beishuizen, J. (2014). Teacher Scaffolding in Small-Group Work: An Intervention Study. *Journal of the Learning Sciences*, 23(4), 600–650.