

Geschlechtsspezifische Kompetenzunterschiede in Modellierungsaufgaben zu Teilkompetenzen

Teilkompetenzen des Modellierens

Mathematisches Modellieren erfordert eine Vielzahl an Teilschritten, die jede für sich bestimmte Kompetenzanforderungen an Schülerinnen und Schüler stellt. Kaiser et al. (2014) beschreiben die jeweiligen Anforderungen in den Kompetenzbereichen Vereinfachen, Mathematisieren, Mathematisch arbeiten, Interpretieren und Validieren, abgeleitet aus der Darstellung des Modellierungsprozesses als Kreislauf.

Geschlechtsspezifische Leistungsunterschiede

Große Leistungsstudien im Fach Mathematik haben wiederholt geschlechtsspezifische Leistungsunterschiede im Fach Mathematik festgestellt. In den PISA-Studien werden durchgehend (wenn auch über die verschiedenen Erhebungen hinweg kleiner werdende) Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen zu Gunsten der Jungen (Prenzel et al, 2012) festgestellt, im IQB-Ländervergleich 2012 für die Sekundarstufe I finden Schroeders et al. (2013) statistisch bedeutsame Vorteile der Jungen in der globalen mathematischen Kompetenz sowie in allen inhaltlichen Teilkompetenzen, die im Teilbereich *Raum und Form* am geringsten ausfallen. In den TIMMS-Untersuchungen hingegen zeigten sich nahezu keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Sekundarstufe, was Martignon et al. (2012) darauf zurückführen, dass in der PISA-Studie stärker problem- und weniger kalkülorientierte Testaufgaben zum Einsatz kommen.

Bezogen auf das Modellieren finden Ludwig und Reit (2013) in einer Meta-studie unter Einsatz von Aufgaben, die das Durchlaufen des gesamten Modellierungskreislaufs erfordern, keine Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen. Grünewald (2013) findet bei Betrachtung der Mittelwerte von Aufgaben zu Teilkompetenzen des Modellierens ebenfalls keine Geschlechtsunterschiede. Es stellt sich daher die Frage, ob sich Jungen und Mädchen vielleicht nur in bestimmten Teilkompetenzen des Modellierens unterscheiden, oder ob sich mögliche Vor- und Nachteile jeweils ausgleichen, wenn man gemittelte Werte betrachtet. Um dieser Frage nachzugehen wurde untersucht, ob sich auch im Rahmen der Modellierungsstudie LIMo in NRW ähnliche Befunde bezogen auf Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen im Bereich des mathematischen Modellierens im Themenfeld Geometrie zeigen lassen, wobei verschiedene Teilkompetenzen des Modellierens jeweils separat betrachtet wurden.

Das Projekt LIMo

Von Mai 2015 bis Juli 2016 wurde an der WWU Münster die Datenerhebung für das Projekt LIMo (Lösungsinstrumente beim Modellieren) durchgeführt, an dem 44 neunte Klassen nordrhein-westfälischer Gymnasien teilnahmen. In allen diesen Klassen wurde zu Beginn des Projekts ein Kompetenztest bezüglich der Teilkompetenzen Vereinfachen, Mathematisieren, Interpretieren und Validieren durchgeführt. Die vorliegende Auswertung bezieht sich auf diesen Messzeitpunkt, zu dem die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler noch keine zusätzlichen Informationen zum Modellieren erhalten haben als die im normalen Schulcurriculum vorgesehenen. Es wurden die Tests von 1192 Schülerinnen und Schülern, davon 545 männlich und 647 weiblich ausgewertet. Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler besuchten alle die neunte Klasse von insgesamt 21 verschiedenen nordrhein-westfälischen Gymnasien (G8).

Beschreibung des eingesetzten Testinstruments

Der eingesetzte Kompetenztest wurde für das Projekt neu entwickelt und prüft mit Hilfe verschiedener Aufgaben im Multiple Choice- oder Kurzwortformat die Teilkompetenzen Vereinfachen, Mathematisieren, Interpretieren und Validieren des Modellierens. Dabei ist jedes Item so konzipiert, dass jedes Item genau eine der vier Teilkompetenzen abfragt. Die eingesetzten Items wurden theoriegeleitet anhand der Operationalisierungen nach Kaiser et al (2014) entwickelt und orientierten sich an bereits existierenden Testaufgaben. Dabei beschränkt sich der Geltungsbereich der Modellierungs-Items auf den Bereich der Geometrie, der Teil des Lehrplans der achten und neunten Klasse an nordrhein-westfälischen (G8) Gymnasien ist. Die eingesetzten Aufgaben wurden zunächst in zwei Klassen prä-pilotiert und überarbeitet und anschließend in einer zweiten Pilotierung mit ca. 180 Schülerinnen und Schülern auf ihre Eignung hin überprüft.

Um innerhalb einer begrenzten Testzeit dennoch eine ausreichend große Itemzahl verwenden zu können, wurden zwei Testhefte eingesetzt, die über gemeinsame Items verankert waren. Mit Hilfe des Programms ConQuest wurden die Antworten gemäß des einparametrischen Rasch-Modells skaliert. Gilt das Rasch-Modell, was anhand von Fit-Werten, Informationskriterien und graphisch überprüft wurde, können die Ergebnisse aus beiden Testheften auf einer Skala dargestellt und somit verglichen werden.

Die für die weiteren Analysen eingesetzten Schätzer der Personenfähigkeit (WLEs) konnten mit einer EAP/PV-Reliabilität von .75 im Bereich des Vereinfachens, .72 im Mathematisieren, .74 im Interpretieren und .72 im Validieren bestimmt werden, was für Gruppenvergleiche ausreichenden bis guten Werten entspricht. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der

Test ausreichend dazu in der Lage ist, Kompetenzunterschiede zwischen Jungen und Mädchen zu messen.

Beschreibung der Kompetenzstruktur

Des Weiteren wurde überprüft, ob sich die bei der Itemkonstruktion angenommene vierdimensionale Struktur der Teilkompetenzen empirisch nachweisen lässt oder ob eine eindimensionale Skalierung die Daten besser beschreibt. Dazu wurden zum einen die Fit-Werte (Weighted Mean Square) betrachtet. Das vierdimensionale Modell wies mit Fit-Werten zwischen 0.94 und 1.05 eine bessere Passung als das eindimensionale auf, bei dem die Werte zwischen 0.87 und 1.34 lagen und teilweise signifikanten Misfit zeigten. Die Korrelationen zwischen den latenten Dimensionen im vierdimensionalen Modell lagen zwischen 0.61 und 0.80, was ebenfalls gegen eine eindimensionale Skalierung spricht. Dies bestätigte auch das von ConQuest ausgegebene Informations-Kriterium AIC das mit 29741.37 für das vierdimensionale Modell kleiner ausfällt als für das eindimensionale (29991.35). Es erscheint also gerechtfertigt, die vier Teilkompetenzen als separate latente Dimensionen zu betrachten.

Ergebnisse des Vergleichs zwischen Mädchen und Jungen

	männlich		weiblich	
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD
Vereinfachen	50.03	9.39	49.97	10.46
Mathematisieren	50.78	9.71	49.39	10.10
Interpretieren	51.02	10.05	49.2	9.89
Validieren	50.41	9.71	49.67	10.14

Tab. 1: Geschlechtsspezifische Mittelwerte

Tab. 1). Mit Hilfe eines t-Tests für unabhängige Stichproben wurden die Mittelwertsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen auf Signifikanz geprüft. Bei angenommener Varianzgleichheit (nicht signifikanter Levene-Test) waren die Unterschiede in den Bereichen Interpretieren sowie Mathematisieren signifikant ($t(1010)=2.889$, $p=.004$ bzw. $t(1010)=2.212$, $p=.027$), in den Bereichen Vereinfachen und Validieren hingegen nicht ($t(1010)=1.155$, $p=.922$ bzw. $t(1010)=.098$, $p=.248$). Die Effektstärke (Cohen's d) lag dabei im Bereich Interpretieren bei $d=.18$, im Bereich Mathematisieren lag sie bei $d=.14$.

Die Fähigkeitsschätzer wurden zur besseren Interpretation in jeder Dimension auf einen Mittelwert von 50 und eine Standardabweichung von 10 normiert. Die Mittelwerte der Jungen fielen in allen vier Teilbereichen leicht höher aus (vgl.

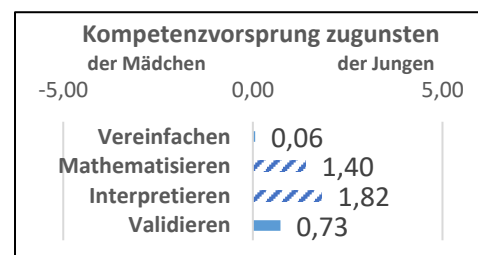


Abb. 1: Kompetenzunterschiede der normierten Mittelwerte (zu Niveau 0.05 signifikante Unterschiede sind schraffiert dargestellt)

Die Signifikanz in diesen Bereichen scheint also vor allem der großen Stichprobe geschuldet, es ist aber im Gegensatz zu den Bereichen Vereinfachen und Validieren eine Tendenz zur Favorisierung der Jungen erkennbar.

Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse stehen im Einklang mit den von Brand (2014) berichteten Funden, dass die Kompetenzstruktur des Modellierens beim Einsatz von Aufgaben zu Teilkompetenzen am besten durch ein Modell beschrieben wird, welches getrennte Dimensionen für diese Teilkompetenzen annimmt. Die Ergebnisse bezüglich der Geschlechtsunterschiede bestätigen weiterhin die bei PISA und Vera zu erkennende Tendenz, dass es vor allem bei Aufgaben, die die Übersetzung in die oder aus der Sprache der Mathematik abfragen, noch leichte Vorteile der Jungen gibt. Entsprechend der zeitlichen Entwicklung über die PISA-Erhebungen hinweg, ist dieser Unterschied aber abnehmend. Die geringen Effektstärken in der vorliegenden Erhebung können als weiterer Hinweis auf eine solche Tendenz interpretiert werden. Außerdem ist es möglich, dass sich Unterschiede in der Kompetenz des Modellierens mit den Ergebnissen bezüglich der Inhaltsbereiche überlagern, es also Kompetenzunterschiede im Bereich des Modellierens gibt, diese aber im Inhaltsbereich Geometrie gering ausfallen.

Literatur

- Grünewald, S. (2013). The Development of Modelling Competencies by Year 9 Students: Effects of A Modelling Project. In G. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Hrsg.): *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice* (S. 185-194). Dordrecht: Springer.
- Kaiser, G.; Blum, W., Borromeo Ferri, R., Greefrath, G. (2014). Anwendungen und Modellieren. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme und H.-G. Weigand (Eds.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (pp. 357–383). Berlin, Germany: Springer.
- Martignon, L., Schmeißer, C., Krauss, S., & Brunner, M. (2012). *Die alte Frage nach Geschlechtsunterschieden in Mathematik im Rahmen einer neuen Methodologie zu deren Messung: Konsequenzen für die feministische Diskussion*.
- Prenzel, M. (2013). *PISA 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland*. (Pisa 2012.) Münster: Waxmann.
- Reit, X.-R., & Ludwig, M. (2013). Comparative Study about Gender Differences in Mathematical Modelling. In G. Nagarjuna, A. Jamakhandi, & E. M. Sam (Eds.), *Proceedings of epiSTEME 5* (pp. 48-54). Goa, India: Cinnamontal Publishing
- Schroeders, U., Penk, C., Jansen, M., & Pant, H. A. (2013). Geschlechtsbezogene Disparitäten. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle, & C. Pöhlmann: *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 249-274). Münster: Waxmann.