

Lisa GÖBEL, Essen

## **„Power of Speed“ oder „Discovery by Slowness“: Technologiegestütztes Guided Discovery bei der Konzeptualisierung von Parametern bei quadratischen Funktionen**

### **Hintergrund der Studie**

In der vorgestellten Studie wurde Technologie-gestütztes Guided Discovery in einer Interventionsstudie eingesetzt, um den Einfluss verschiedener technologischer Visualisierungen bei der Konzeptualisierung der Parameter quadratischer Funktionen der Art  $f(x) = a \cdot (x - b)^2 + c$  zu untersuchen.

Guided Discovery im Sinne von Mosston und Ashworth (2008) beschreibt einen konvergenten Prozess der zu einem vorher festgelegten Ziel führt. Empirische Befunde zeigen zwar, dass Entdeckendes Lernen un gelenkt keinen Vorteil gegenüber anderen Lernformen hat, strukturiertes Entdecken, wie z.B. bei Guided Discovery, aber das Lernen unterstützt (Alfieri et al., 2011).

Drijvers et al. (2016) beschreiben, dass Technologie das Lernen von Konzepten im Mathematikunterricht unterstützen kann, die Effekte aber nur sehr gering ausfallen. Dies trifft auch für die Konzeptualisierung von Parametern mithilfe von Technologie zu (Drijvers et al., 2016). Parameter sind ein wichtiger Bestandteil von Funktionsscharen, Schülerinnen und Schülern fällt aber die Konzeptualisierung aufgrund der paradoxen epistemischen Natur der Parameter schwer (Bardini, Radford & Sabena, 2005).

### **Methodologie der Studie**

In der Interventionsstudie wurde in einer Kontroll- und drei Experimentalgruppen die gleiche, im Sinne von Guided Discovery gestaltete Aufgabenserie mit verschiedenen Visualisierungen durchgeführt. Dabei wurden statische (Kontrollgruppe (KG) ohne technische Visualisierung und klassische Funktionenplotter (FP)) sowie dynamische (durch Zugmodus (ZU) oder Schieberegler (SG) erweiterte Funktionsplotter) Visualisierungen unterschieden. Für eine genauere Beschreibung der Studie und Unterschiede der Gruppen siehe Göbel (2017). Die Aufgabenserie der Intervention bestand aus vier Teilen, wobei die Lernenden zunächst die Graphen einer Normalparabel und transformierten Parabel vergleichen, dann den Einfluss der einzelnen Parameter untersuchen, anschließend Begründungen für die Einflüsse finden und zuletzt ein Merkblatt mit allen Erkenntnissen erstellen sollten.

Insgesamt haben 382 Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 an Gymnasien teilgenommen. Als Datengrundlage liegen Pretests (N=357),

Merkblätter (N=353) und videographierte Interventionen von 13 Schülerpaaren vor. Die Pretests wurden als Baseline erhoben und zeigen, dass alle Gruppen vergleichbares Vorwissen im Bereich lineare Funktionen und Algebra haben. Daher wird hier nicht tiefer auf die Ergebnisse des Pretests eingegangen. Die Merkblätter wurden anhand eines mit qualitativer Inhaltsanalyse entwickelten Kodiermanuals (siehe Göbel, 2017). Die Videos wurden zunächst transkribiert und Fallbeispiele für auftretende Erkenntnisse gewählt.

### **Forschungsfrage**

Im Rahmen der Studie soll die Frage beantwortet werden, inwieweit Technologie-gestütztes Guided Discovery die Konzeptualisierung von Parametern quadratischer Funktionen unterstützen kann.

### **Ergebnisse**

Die Studie zeigt, dass Technologie-gestütztes Guided Discovery bei der Konzeptualisierung der Parameter hilft, sowie Lernende unterstützt selbstständig zu explorieren und ihre Ergebnisse oder Hypothesen zu überprüfen. Diese Ergebnisse sollen im Folgenden noch präzisiert und diskutiert werden.

### **Konzeptualisierung der Parameter**

In allen Gruppen, sowohl statisch als auch dynamisch und Experimental- sowie Kontrollgruppe, war ein gewisser Grad der Konzeptualisierung zu beobachten. Die dynamischen Experimentalgruppen scheinen aber einen Vorteil gegenüber den statischen Gruppen zu haben, vor allem gegenüber der statischen FP-Gruppe. Dies zeigt sich in mehreren der kodierten Aspekte. Die Verschiebung durch den Parameter  $c$  haben noch 70,4% der Kontrollgruppe tragfähig erkannt, was kein signifikanter Unterschied verglichen mit den beiden dynamischen Visualisierungsgruppen (ZU 76,5%; SR 73,8%) ist. Die statische FP-Gruppe hingegen ist mit 46,3% auch schon bei der Verschiebung durch  $c$  signifikant schlechter.

Bei der Verschiebung durch Parameter  $b$  sind jedoch die dynamischen Gruppen auch gegenüber der Kontrollgruppe im Vorteil. So haben 68,2% der ZU- und 72,3% der SR-Gruppe den Einfluss von  $b$  tragfähig erkannt, jedoch nur 52,1% der KG-Gruppe und 40,3% der FP-Gruppe. Für weitere statistische Unterschiede zwischen den Gruppen siehe auch Göbel (2017).

### **Eigene Exploration der Schülerinnen und Schüler**

Schülerinnen und Schüler nutzen die Technologie um selber zu explorieren und weichen dabei von der gegebenen Aufgabe ab. Im Folgenden soll dies an einem Beispiel von zwei Schülerinnen aus der Schieberegler-Gruppe prä-

sentiert werden. Die beiden Schülerinnen bearbeiten den ersten Teil der Aufgabenserie (Beschreiben des Beispiels) und versuchen zunächst die Scheitelpunktform auszumultiplizieren. Nach drei Minuten wenden sie sich dem iPad mit Schieberegler zu und nach dem Einstellen des Beispiels explorieren sie, indem sie die Schieberegler auf eigene Beispiele einstellen, um die Veränderungen zu identifizieren. Nach etwa einer Minute des Ausprobierens werden folgende Aussagen getroffen:

TNA24: so also a dieses auf und zu (*macht eine auf/zu Geste mit der linken Hand*) wie weit das auf ist. Und wieweit das zu ist, (*IAR20 geht mit Finger zu Schieberegler b, dann zur Funktionsgleichung*) b beschreibt ... ähm rechts oder links (*fährt mit Stift nach rechts und links, IAR20 bewegt den Schieberegler für b*)

IAR20: mhh genau...genau

TNA24: c beschreibt oben oder unten, also nach oben schieben. Ja aber wie kann man das jetzt vier ist a oder? ... aber warte mal

Sie explorieren also nur kurz, treffen aber bereits inhaltlich tragfähige Aussagen und beschreiben generalisierte Einflüsse der Parameter. Auch in anderen Experimentalgruppen, vor allem wenn dynamische Visualisierungen verwendet werden, weichen die Schülerinnen und Schüler von der gegebenen Aufgabenserie ab und explorieren mit eigenen Beispielen. Die Technologie scheint also zum Explorieren anzuregen.

### **Überprüfen der eigenen Aussagen oder Hypothesen**

Die Schülerinnen aus dem vorherigen Beispiel nutzen die Technologie auch um ihre eigenen Aussagen zu korrigieren bzw. Hypothesen zu testen. Nach dem Explorieren kehren die Schülerinnen zur Aufgabenserie zurück. Beim zweiten Teil der Aufgabenserie untersuchen sie zunächst den Einfluss von c. Dazu haben sie die Parameter auf  $a=0$ ,  $b=0$  und  $c=-4,9$  eingestellt und behaupten, dass c die Parabelform ausmacht. Die Veränderung des Schiebereglers auf  $c=4.7$  verursacht nur eine Verschiebung der Gerade nach oben, so dass Schülerin IAR20 richtigerweise feststellt:

IAR20: Nein warte warte nein, c bestimmt das nicht (*tippt auf die Linie*), das ist ne andere weil sonst wär der ja jetzt anders

TNA24: Stimmt

IAR20: Denn das muss irgendeine andere von also a oder b.

Die Schülerinnen erkennen also, dass c nicht der ausschlaggebende Parameter für die Form ist. Sie stellen den Schieberegler für c anschließend auf 0 und verändern den Schieberegler für a und stellen dann fest, dass a ausschlaggebend dafür ist, ob es eine Parabel ist oder nicht. Mit Hilfe der Technologie korrigieren sie also ihre eigenen Aussagen und gelangen so zu einer

richtigen Erkenntnis. Auch in den anderen Experimentalgruppen ist dies häufiger zu beobachten. Anscheinend nutzen die Schülerinnen und Schüler also die Technologie zum Überprüfen ihrer eigenen Arbeit.

## Diskussion und Ausblick

In allen Gruppen, auch in der Kontrollgruppe ohne technische Visualisierung, findet im Rahmen des Guided Discovery eine gewisse Konzeptualisierung der Parameter statt. Dabei ist bemerkenswert, dass die FP-Gruppe teilweise sogar signifikant schlechter als die Kontrollgruppe ist. Gerade bei Parameter  $b$  scheint es aber Vorteile der dynamischen Visualisierungen gegenüber den statischen zu geben. Parameter  $b$  führt bei vielen Lernenden zu Problemen, da dies wie häufig in der Literatur beschrieben der schwierigste der drei Parametern ist (vgl. z.B. Zarkis, Liljedahl & Gadowsky, 2003). Es kann vermutet werden, dass die Technologie hilft diese Schwierigkeiten zu überwinden. Auch beim Überprüfen eigener Aussagen und beim Entdecken der Zusammenhänge wird deutlich, dass die dynamischen Visualisierungsgruppen einen deutlichen Vorteil gegenüber den statischen haben.

Im weiteren Studienverlauf wird eine genauere Analyse der Argumentationen zum Parameter  $c$  auf den Merkblättern durchgeführt, da vermutet werden kann, dass auch hier Unterschiede zwischen den dynamischen und statischen Visualisierungen auftreten.

## Literatur

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18.
- Bardini, C., Radford, L., & Sabena, C. (2005). Struggling with variables, parameters, and indeterminate objects or how to go insane in mathematics. In H. L. Chick & J. L. Vincent (Hrsg.), *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Bd. 2, S. 129-136). Melbourne: PME.
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M.K., Cao, Y. & Maschietto, M. (2016). *Uses of technology in lower secondary mathematics education: A concise topical survey*. London: Springer Open.
- Göbel, L. (2017). Vergleich verschiedener Visualisierungen anhand von Schülerdokumenten bei der Konzeptualisierung von Parametern bei quadratischen Funktionen. In: U. Kortenkamp & A. Kuzle (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2017* (Bd.1, S. 321–324). Münster: WTM-Verlag.
- Mosston, M. & Ashworth, S. (2008). *Teaching physical education: First online edition*. Abgerufen im Juli 2017 von [http://spectrumofteachingstyles.org/NEW2/wp-content/themes/sots/img/Teaching\\_Physical\\_Edu\\_1st\\_Online.pdf](http://spectrumofteachingstyles.org/NEW2/wp-content/themes/sots/img/Teaching_Physical_Edu_1st_Online.pdf)
- Zarkis, R., Liljedahl, P. & Gadowsky, K. (2003). Conceptions of function translation: obstacles, intuitions, and rerouting. *Journal of Mathematical Behavior*, 22, 437-450.