

Lassen Blickbewegungen bei der Aufgabenauswahl Rückschlüsse auf Sinnkonstruktionen zu? Eine Machbarkeitsstudie zur Untersuchung von Sinnkonstruktionen mittels Fragebogen, Interview und Eye-Tracking

Studien, die sich der Untersuchung von Blickbewegungen von Lernenden und Lehrenden von Mathematik widmen, haben in den letzten Jahren stark zugenommen (Schindler & Lilienthal, 2018). Dabei stehen beispielsweise die Untersuchung von Strategien beim mathematischen Arbeiten (Obersteiner & Tumpek, 2016), das Lesen von Beweisen (Panse, Alcock & Inglis, 2018) oder inklusive Lernsettings (Schindler & Lilienthal, 2018) im Fokus. Unseres Wissens nach sind Studien zum Zusammenspiel von Blickbewegungen und affektiv geprägten Merkmalen bislang nicht oder nur kaum existent. Die vorliegende Studie ist ein erster Versuch, sich der Untersuchung von Sinnkonstruktionen von Schüler*innen zu widmen und dabei den Einsatz von Fragebogen, Interview und Eye-Tracking zu triangulieren. Im Fokus steht die Frage inwiefern die Blickbewegungen einer Probandin bei der Auswahl einer von ihr im Anschluss zu bearbeitenden Aufgabe Rückschlüsse auf die von ihr präferierten Sinnkonstruktionen ermöglichen.

Theoretischer Hintergrund

Gebhard (2003) beschreibt es als ein urmenschliches Bedürfnis „die Welt als bedeutungsvoll und sinnhaft zu interpretieren bzw. dies zu wollen oder geradezu zu müssen“ (S. 209). Im Zuge dessen sind auch Schüler*innen auf der Suche nach Sinn – nicht nur aber auch wenn sie sich im schulischen Kontext mit mathematischen Inhalten beschäftigen. Das „Sinnverlangen an die Realität“ (ebd.) sei daher auch die wesentliche Lernmotivation. Meyer (2008) bezeichnet Sinnkonstruktion als das wichtigste Gütekriterium für den Unterricht, welches aus der Perspektive der Lernenden die Zielsetzungen des Unterrichts ersetzt. „Sinnkonstruktion ist also die Herstellung von Bedeutung der Lerngegenstände in Bezug zur eigenen Person“ (S. 123).

Basierend auf Interviews mit Schüler*innen der 9./10. Klassen aus Deutschland und Hongkong hat Vollstedt (2011) 17 Sinnkonstruktionen rekonstruiert, die persönliche Relevanzen beschreiben, die jene mit dem Lernen von und der Auseinandersetzung mit Mathematik verbinden. Diese reichen von *Pflichterfüllung* („Ich empfinde es als Pflicht, mich mit Mathematik auseinanderzusetzen.“) und *sozialer Eingebundenheit* („Mir ist wichtig, dass ich im Mathematikunterricht mit den anderen zusammenarbeiten kann.“) über *Anwendung im Leben* („Mir ist wichtig, dass die Inhalte des

Mathematikunterrichts auf den Alltag bezogen sind.“, „Ich beschäftige mich mit Mathematik, weil sie zur Allgemeinbildung gehört.“) bis zu *kognitiver Herausforderung* („Mir ist wichtig, dass ich mich in der Mathematik herausgefordert fühle.“) und *Purismus* („Durch ihre Klarheit hat die Mathematik für mich eine ganz eigene Schönheit.“). Darauf basierend wurde ein Fragebogen entwickelt (vgl. Vollstedt & Duchhardt, im Druck).

Wenn Sinn als das zentrale Motiv für das Lernen angenommen werden kann (vgl. Gebhard, 2003), stellt sich die Frage, inwiefern die Auswahl und Bearbeitung von Aufgaben durch Sinnkonstruktionen beeinflusst werden. Die Eye-Mind-Hypothese (Just & Carpenter, 1980) geht davon aus, dass die Blickbewegungen einer Person in engem Zusammenhang stehen mit kognitiven Verarbeitungsprozessen. Es lässt sich also die Hypothese aufstellen, dass die Blickbewegungen bei der Aufgabenauswahl Rückschlüsse auf zugrundeliegende Sinnkonstruktionen ermöglichen können. Um sich dieser Hypothese zu nähern, wurde die vorliegende Einzelfallmachbarkeitsstudie durchgeführt, um zu überprüfen, inwiefern Blickbewegungen mit Sinnkonstruktionen in Zusammenhang gebracht werden können.

Methodisches Vorgehen

Im ersten Schritt der Studie wurden drei Aufgaben zum Satz des Pythagoras entwickelt, die insbesondere die Sinnkonstruktionen *Anwendung im Leben* (Anwendungsaufgabe zur Konstruktion eines Daches), *kognitive Herausforderung* (Problemlöseaufgabe zur Passierbarkeit eines Schlaglochs) bzw. *Purismus* (Streckenberechnung in einem Dreieck) ansprechen sollten (vgl. Giehl, 2018). Die drei Aufgaben wurden einer Schülerin mit Migrationshintergrund der 10. Klasse einer Bremer Oberschule vorgelegt, die alle Aufgaben durchlas und sich anschließend für die Bearbeitung der *Purismus*-Aufgabe entschied. Bei dieser Aufgabenauswahl trug sie die Eye-Tracking Brille Tobii Pro Glasses 2, die ihre Blickbewegungen aufgezeichnete. Im Anschluss an die Auswahl sowie im Anschluss an die Bearbeitung fand ein kurzes Leitfadenterview statt. Abschließend füllte die Probandin den Fragebogen zur Sinnkonstruktion aus.

Die Eye-Tracking Daten wurden unter Nutzung der Software Tobii Pro Lab Analyzer (Version 1.92) mittels Gaze-Plots (Darstellung der Blickpfade) und Heat-Maps (Dauer von Fixationen; relativ vs. absolut) ausgewertet. Die Interviews wurden kodiert nach den Sinnkonstruktionen (Vollstedt, 2011). Für die Skalen des Fragebogens (Likert-Skalen von 0 = *stimme gar nicht zu* bis 3 = *stimme voll zu*) wurden Mittelwerte berechnet.

Ergebnisse

Die Analyse der Gaze-Plots und Heat-Maps zeigt insgesamt eine unterschiedliche Zuteilung visueller Aufmerksamkeit auf Text- und Bildinformationen in den drei Aufgaben. Dies weist darauf hin, dass die Aufgabenstellungen tatsächlich unterschiedlich verarbeitet wurden (vgl. Schmidt-Weigand, Kohnert & Glowalla, 2010). Das Blickverhalten bei der Schlagloch-Aufgabe (*kognitive Herausforderung*) zeigt, dass die Probandin auf die gegebenen Zahlen und die dazugehörigen Wörter fixiert; die Zeichnung wird eher vernachlässigt. Dies deutet darauf hin, dass Informationen gesammelt werden, ohne diese in Bezug zur Abbildung zu setzen, dass also kein kognitiver Lösungsansatz entwickelt wird. Bei der Dreieck-Aufgabe (*Purismus*) wird die zu berechnende Strecke sowie die zugehörige Textpassage oft und teilweise lange fixiert. Weiterhin springt die Probandin zwischen relevanten Punkten der Abbildung, bestimmte Bereiche werden systematisch nacheinander angeschaut. Es liegt nahe, dass sie sich bereits eine Lösungsstrategie erarbeitet. Bei der Dachaufgabe (*Anwendung im Leben*) entfallen nur ca. 30 % der Fixationen auf die Abbildung. Auffällig ist, dass mehrfach ein rechtwinkliges Dreieck im Bild abgelaufen wird. Dies legt nahe, dass die Darstellung hier reduziert wird auf den mathematischen Inhalt und dieser für die Entwicklung einer Lösungsstrategie genutzt wird.

Bei der Analyse des Fragebogens ergaben sich folgende Mittelwerte für die Sinnkonstruktionen im Fokus: *Anwendung im Leben*: $\bar{x} = 2,44$, *Kognitive Herausforderung*: $\bar{x} = 1,14$ und *Purismus*: $\bar{x} = 2,28$. Die Auswertung des Interviews zeigt, dass die Sinnkonstruktionen *Kompetenz erleben*, *Purismus*, *Effizienz* und *Anwendung im Leben* für die Probandin am wichtigsten sind. Für *Anwendung im Leben* lässt sich rekonstruieren, dass die Probandin nicht grundsätzlich anwendungsbezogene Aufgaben präferiert, dass jedoch der Allgemeinbildungsgedanke von Mathematik für sie zentral ist.

Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Ergebnisse aller drei Datensorten hinsichtlich der Sinnkonstruktion *kognitive Herausforderung* zeigen, dass diese für die Probandin keine besondere Rolle zu spielen scheint. Interessant ist, dass die beiden Mittelwerte von *Anwendung im Leben* und *Purismus* sehr nah beieinander liegen, wohingegen die Betrachtung der Aufgaben unterschiedliche Schwerpunktsetzungen zeigt: Obgleich die Abbildung jeweils eine zentrale Rolle für die Entwicklung der Lösungsstrategie zu spielen scheint, wird sie bei der Anwendungsaufgabe quasi reduziert auf ein enthaltenes rechtwinkliges Dreieck. Hier wird deutlich, dass die Anwendung der Mathematik im Leben für die Probandin nicht relevant ist, sondern allein der

mathematische Inhalt im Fokus steht. Im Interview und bei tieferer Analyse des Fragebogens zeigt sich, dass es der Allgemeinbildungsgedanke ist, der ihr bei *Anwendung im Leben* wichtig ist.

Im Interview äußert die Probandin, dass sie sich für die Purismus-Aufgabe entschieden hat, da es dort „viele Informationen [gibt], die bei die [sic] Lösung helfen. Die stehen da und man muss auch nicht so viel darüber nachdenken. Nur rechnen.“ Neben dem *Purismus* scheint ihr die Aufgabe leicht zu fallen, so dass auch ihr Wunsch nach *Kompetenz erleben* erkennbar ist.

Die Ergebnisse dieser Machbarkeitsfallstudie geben erste Hinweise darauf, dass sich die Blickbewegungen bei der Aufgabenauswahl in Verbindung bringen lassen mit den aus Fragebogen und Interview rekonstruierten präferierten Sinnkonstruktionen. In weiterführenden Analysen sollten etwa schwierigkeitsgenerierende Aufgabenmerkmale oder solche, die auf die visuelle Aufmerksamkeit wirken, berücksichtigt werden.

Literatur

- Billier, K. (1991). *Habe Sinn und wisse Sinn zu wecken! Sinntheoretische Grundlagen der Pädagogik*. Hohengehren: Schneider.
- Giehl, M. (2018). *Rekonstruktion von Sinnkonstruktionen bei Lernenden mit Hilfe des Eye-Trackers* (Masterarbeit). Bremen: Universität Bremen.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329-354.
- Meyer, M. A. (2008). Unterrichtsplanung aus der Perspektive der Bildungsgangforschung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 10 (Sonderheft 9), 117-137.
- Obersteiner, A. & Tumpek, C. (2016). Measuring fraction comparison strategies with eye-tracking. *ZDM Mathematics Education*, 48, 255-266.
- Panse, A., Alcock, L. & Inglis, M. (2018). Reading proofs for validation and comprehension: An expert-novice eye-movement study. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education* 4, 357-375.
- Schindler, M. & Lilienthal, A. J. (2018). Eye-tracking for studying mathematical difficulties—also in inclusive settings. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Eds.), *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. (Vol. 4, pp. 115-122). Umeå, Sweden: PME.
- Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A. & Glowalla, U. (2010). A closer look at split visual attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20, 100-110.
- Vollstedt, M. (2011). *Sinnkonstruktion und Mathematiklernen in Deutschland und Hongkong: Eine rekonstruktiv-empirische Studie*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Vollstedt, M. & Duchhardt, C. (im Druck). Assessment and structure of secondary students' personal meaning related to mathematics. In M. S. Hannula, G. Leder, F. Mosselli, M. Vollstedt & Q. Zhang (Hrsg.), *ICME Monograph on Affect, Beliefs and Identity in Mathematics Education*. Springer.