

## **Blickbewegungen von Lehrpersonen beim Bearbeiten von mathematischen Aufgaben in Unterrichtssituationen**

### **1. Theoretischer Hintergrund**

Im Mathematikunterricht sind Aufgaben von zentraler Bedeutung, da sie großes Potential für die vielfältigen Arbeitsbereiche in der Mathematik haben (vgl. Reiss & Hammer, 2013). Sie initiieren das Üben von Inhalten, führen mathematische Begriffe ein oder weisen auf Zusammenhänge zwischen Lerninhalten hin. Folglich wirkt sich der Einsatz von Aufgaben maßgeblich auf die konzeptionelle Gestaltung von Lehren und Lernen aus. Sie sind wichtig für die Steuerung des Unterrichts durch Lehrende sowie zur Aktivierung von Lernenden (Neubrand, 2002).

Nicht zuletzt deswegen ist es von großer Bedeutung, die Prozesse beim interaktiven Erarbeiten von Aufgabenlösungen im Unterricht möglichst gut zu verstehen. In der aktuellen Forschung findet man diesbezüglich auch außerhalb der mathematikdidaktischen Forschung Ansatzpunkte, deren Grundlage die *Angebots-Nutzungs-Modelle* (z. B. Helmke, 2009) sind. Diese verstehen Unterricht (und damit auch Aufgaben) als ein Angebot an die Schülerinnen und Schüler im Sinne von Lerngelegenheiten, die von einer Lehrperson geschaffen werden. Aus einer schülerzentrierten Sichtweise ist daher eine zentrale Frage, wie dieses Angebot der Lehrenden von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommen wird. Beispielsweise erfasst der in PISA 2012 eingesetzte Fragebogen retrospektiv, wie Fünfzehnjährige ihren Unterricht einschätzen (Schiepe-Tiska et al., 2012). Doch sind *Bildungsmonitoring-Studien* nicht darauf beschränkt, die Wahrnehmung des Unterrichts durch Schülerinnen und Schüler zu erfassen. Vielmehr werden zusätzlich Lehrerfragebögen eingesetzt, welche beispielsweise die Häufigkeit bestimmter Lernarrangements retrospektiv und lehrerzentriert abfragen (vgl. Seidel, 2014).

Diese retrospektiven Perspektiven auf das Unterrichtsgeschehen können durch *Videoanalysen* ergänzt werden. Sie ermöglichen es, sogenannte *Sichtstrukturen* zu analysieren, welche sich auf direkt beobachtbare Aktivitäten und Verhaltensstrukturen konzentrieren (Seidel, 2014). Zu Gunsten detaillierter Informationen über den Unterricht wird bei Videoanalysen häufig auf große Stichproben verzichtet. In *Video-Surveys* werden Fragebogendaten mit Videoanalysen kombiniert, um zu noch genaueren Aussagen über den Unterricht zu gelangen. Auch wenn dadurch die Sichtweise einer Lehrperson mit deren Sichtstrukturen verglichen werden kann, hat diese Methode den Nachteil, dass die Sichtweise der Lehrerinnen und Lehrer nur rückblickend betrachtet werden kann. Also können mit Video-Surveys keine Daten aus der

Perspektive der Lehrperson erfasst werden, welche direkt während des Unterrichtsgeschehens entstehen.

Neue Tendenzen in der mathematikdidaktischen Forschung legen daher nahe, zusätzlich zu den Videoaufzeichnungen die Blickbewegungen zu analysieren. Dies hat den Vorteil, dass weitere Daten zur Verfügung stehen, die während des Unterrichtens entstehen (vgl. Schindler, Lilienthal, Chadalavada & Ögren, 2016). Dadurch wird eine Kombination von Sichtstrukturen mit Daten ermöglicht, die aus der Perspektive von Lehrpersonen oder von Lernenden stammen und live entstehen.

## 2. Eye Tracking

Blickbewegungen werden seit einigen Jahrzehnten in der mathematikdidaktischen Forschung verstärkt ausgewertet (vgl. dazu etwa Obersteiner & Beitzlich, 2016). Grundlegend für die Forschung mit Blickbewegungen sind die Annahmen, dass alle Informationen, die das Auge aufnimmt, unmittelbar verarbeitet werden (*immediacy assumption*) und dass die Aufmerksamkeit eines Menschen dort liegt, wo dessen Auge Informationen fixiert (*eye mind assumption*). Die meisten bisher vorliegenden Studien haben gemeinsam, dass auf Grund der Hardware die Erhebung an einen festen Ort (in der Regel einen Computerbildschirm) gebunden ist. Diese Einschränkung gibt es hingegen nicht bei mobilen Eye-Tracking-Geräten, die erst seit wenigen Jahren auf dem Markt sind. Bisher gibt es kaum mathematikdidaktische Forschung mit mobilen Eye-Tracking-Geräten, obwohl diese den Vorteil haben, dass sie in realen Unterrichtssituationen die Blickbewegungen von Lehrenden und Lernenden erfassen können.

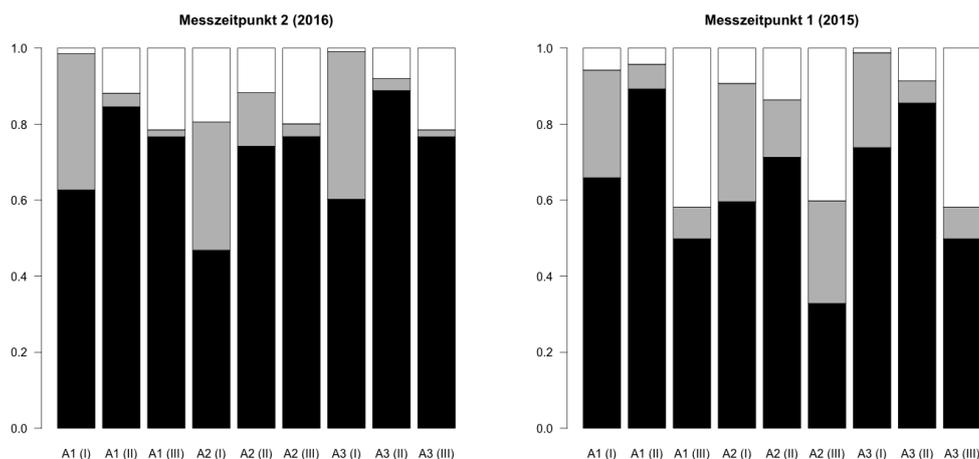
Diese Weiterentwicklung bietet also neue Perspektiven für die mathematikdidaktische Forschung. Im Hinblick auf die im Unterricht ablaufenden Prozesse beim Einsatz von Aufgaben wird in diesem Beitrag angestrebt, mit mobilen Eye-Tracking-Geräten Daten zu erheben, welche die Sichtstrukturen mit der Perspektive der Lehrperson kombinieren.

## 3. Methode

In der vorliegenden Studie wurden die Blickbewegungen einer Lehrperson in einem Tutorium mit rund 20 Lehramtsstudierenden im Fach Mathematik aufgezeichnet. Die Aufzeichnungen fanden in zwei inhaltlich identischen Sitzungen zur Zahlentheorie mit unterschiedlichen Studierenden statt. Die beiden Sitzungen hatten einen zeitlichen Abstand von einem Jahr. Im ersten Teil dieser Sitzung wurden bekannte Definitionen und Sätze wiederholt. Um der Lehrperson Zeit zu geben, sich an das mobile Eye-Tracking-Gerät zu

gewöhnen, wurden währenddessen keine Daten erhoben. Die Datenaufzeichnung umfasst den Kern der Sitzung, in dem nacheinander drei Aufgaben zur Zahlentheorie an einer Tafel vorgeführt wurden. Die Studierenden hatten dabei stets die Gelegenheit, mit dem Dozenten zu interagieren und ihn zu unterbrechen. Das Eye-Tracking-Gerät zeichnete ein Video auf, in dem das Blickfeld des Tutors sowie dessen Fixationen ersichtlich sind. Für die Auswertung wurden in den Videos zunächst die unterrichtsrelevanten Objekte im Raum als *areas of interest* identifiziert (Tafel, Konzeptpapier und Auditorium). Im zweiten Schritt wurde ermittelt, wie sich die Fixationen einer Lehrperson während der Vorstellung der Aufgaben auf diese *areas of interest* verteilen. Für die Auswertung wurden die Aufgaben getrennt betrachtet und zusätzlich drei Phasen der Aufgabenbearbeitung separiert: Vorstellen des Problems (Phase I), Erarbeiten der Lösung (Phase II) und Rekapitulation der Lösung (Phase III). Weiter fand eine Kombination der Fixationszeiten mit den Sichtstrukturen statt, wobei die Interaktion des Dozenten mit den Studierenden im Fokus stand.

#### 4. Ergebnisse



**Abbildung 1:** relative Fixationszeiten der *areas of interest* Auditorium (weiß), Konzeptpapier (grau) und Tafel (schwarz) zu Messzeitpunkt 1 und Messzeitpunkt 2. A1, A2 und A3 bezeichnet die Aufgaben, I, II und III die Phasen der Bearbeitung.

An den relativen Fixationszeiten für jede der drei Aufgaben (Abbildung 1) spiegeln sich die Intentionen der Lehrpersonen wieder. Insbesondere ist an den Diagrammen zu erkennen, dass in Phase I jeder Aufgabe, in der vorwiegend die Angabe einer Aufgabe auf der Tafel notiert wurde, ein erheblicher Teil der Fixationen auf das Konzeptpapier entfällt. Ferner entfällt in Phase III der Aufgabenbearbeitung (Rekapitulation der Lösung im Dialog mit den Studierenden) ein vergleichsweise hoher Anteil der Fixationszeit auf das Au-

ditorium. Diese Tendenzen zeichnen sich für alle Aufgaben ab, die in Abbildung 1 einbezogen sind. Jedoch sind auch deutliche Unterschiede in den relativen Anteilen der Fixationen zu den beiden Messzeitpunkten zu sehen.

Insgesamt können Blickbewegungen zur Erfassung der Aufmerksamkeitschwerpunkte beim Präsentieren von Aufgaben verwendet werden. Dabei scheinen die Blickmuster von verschiedenen Faktoren beeinflusst zu werden: Zum einen nimmt die Absicht der jeweiligen Bearbeitungsphase (z. B. Rekapitulation der Lösung im Dialog mit den Studierenden) Einfluss auf das Verhalten einer Lehrperson. Zudem ist das Blickverhalten stark von der Lerngruppe abhängig; sicherlich spielen Fragen, welche die Studierenden an die Dozierenden stellen, dabei eine nicht unerhebliche Rolle. Die Blickmuster liefern im Vergleich zu Videos zusätzliche Daten, welche auf Interaktionen und Intensionen der Lehrperson schließen lassen. Langfristig ist es denkbar, mit Hilfe von mobilem Eye-Tracking ein Feedbacksystem für Lehrende zu etablieren, doch dies bedarf noch weiterer Forschung.

## Literatur

- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Neubrand, J. (2002). *Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen: Selbstständiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie*. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- Obersteiner, A. & Beitlich, J. (2016). Psychologische Theorien zur Erklärung von Strategien beim Bearbeiten mathematischer Aufgaben. In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. 1375-1376). Münster: WTM-Verlag.
- Reiss, K. & Hammer, C. (2013). *Grundlagen der Mathematikdidaktik. Eine Einführung für den Unterricht in der Sekundarstufe*. Basel: Birkhäuser.
- Schiepe-Tiska, A., Reiss, K., Obersteiner, A., Heine, J.-H., Seidel, T. & Prenzel, M. (2013). Mathematikunterricht in Deutschland: Befunde aus PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland*. (S. 123-154). Münster: Waxmann.
- Schindler, M., Lilienthal, A., Chadavalada, R & Ögren, M. (2016). Creativity in the eye of the student. Refining investigations of mathematical creativity using eye-tracking goggles. In Csíkos, C., Rausch, A. & Szitányi, J. (Hrsg.), *Proceedings of the 40th International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 4 (S. 163-170). Szeged, Hungary: PME. (pp. 123-154). Münster: Waxmann.
- Seidel, T. (2014). Lehrerhandeln im Unterricht. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (2. Auflage) (S. 781-806). Münster: Waxmann.