

Gerald SCHICK, Pädagogische Hochschule Freiburg

Analyse von Eye-Tracking-Daten zur Generierung von Hypothesen über Präkonzepte und Fehlvorstellungen beim Winkelkonzept

In der diesem Beitrag zugrunde liegenden Studie sollte den Fragen nachgegangen werden, was Alltags- und Präkonzepte beim Winkelkonzept sind und worin die Ursachen von Fehlkonzepten liegen könnten.

Im Folgenden soll ein Einblick in erste Ergebnisse einer Pilotierungsstudie gegeben werden. Dabei wurde versucht, mittels der Auswahl und des Einsatzes der Methoden eines Eye-Trackers „sichtbar zu machen“, wie Kinder denken.

Winkel

Das Winkelkonzept ist zweifellos eines der komplexesten geometrischen Grundkonzepte. „Die Definition des Winkelbegriffs ist überraschend schwierig.“ (Schupp 2006). So kann der Winkel von Halbgeraden oder Geraden definiert, als Fläche oder als Rand betrachtet und als orientiert oder nicht-orientiert angesehen werden. Kommt noch eine statische oder dynamische Winkelvorstellung hinzu, so ist die Vielfältigkeit und enorme Bandbreite des Winkelbegriffs erahnbar. Je nachdem, in welchem Bereich und Zusammenhang man den Winkelbegriff verwendet, scheint nun der eine schwerfällig oder der andere passend zu sein (Becker 1980). Um einem „umwelt- und anwendungsbezogenen Geometrieunterricht“ gerecht zu werden, sowie einem auf die Heterogenität der Kinder eingehenden Unterricht, müssen mehrere verschiedene Merkmale und Definitionen des Winkels betrachtet und vermittelt werden (Krainer 1989).

„The problem seems to be that angle is such a multifaceted concept.“ (White, Mitchelmore 2001). Zum beschriebenen Problem der Vielschichtigkeit des Winkelbegriffs kommt hinzu, dass viele weitere geometrische Konzepte auf einem mathematisch tragfähigen Winkelbegriff aufbauen und Fehlkonzepte hierbei sehr hindernd wirken können.

Fehlvorstellungen beim Winkelkonzept

Eine der umfassendsten Sammlungen an Fehlvorstellungen hat Close (1981) aufgestellt, welche von Krainer 1989 erneut aufgegriffen, auf Validität überprüft und durch eigene Interviews vertieft wurde. Seither gab es wenige aktuelle und umfangreiche Studien zu den Fehlkonzepten beim Winkelbegriff.

Zu den verbreitetsten Fehlvorstellungen gehören:

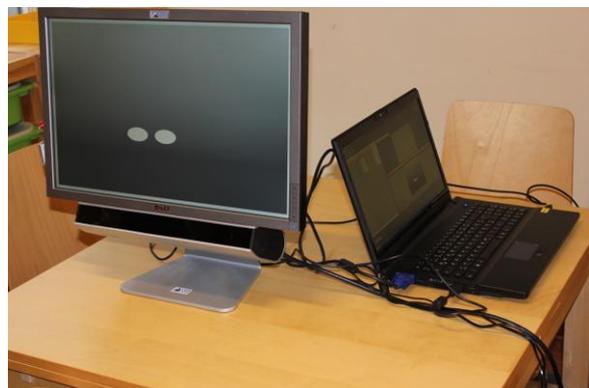
- Schwierigkeiten beim differenziellen Umgang mit Alltag und Fachsprache, z.B. „rechter Winkel“ als „rechtsliegender Winkel“; volle Drehung als 180° statt 360° (z.B. Close 1981); Verwechslung von rechter Winkel und Rechteck (Fielker 1979).
- Winkel, bei denen ein oder zwei Schenkel unsichtbar sind, werden nicht identifiziert (White, Mitchelmore 2001).
- Winkel, die in geometrischen Figuren eingebettet sind, werden schlechter erfasst (Fielker 1979) oder
- wenn mehrere Schenkel zusammenstoßen (Giles 1981).
- Das Erkennen überstumpfer Winkel gelingt schlecht (Close 1981).
- Einschätzung der Größe der Winkel wird beeinflusst durch akzidentelle Eigenschaften, wie Bogenlänge, Schenkellänge, Lage des Winkels am Zeichenblatt (z.B. Bright 2003, Close 1981).

Es gibt wenig Forschung darüber, worin die Ursachen solcher Fehlkonzepte liegen, welche Faktoren die Kinder anfällig machen oder was sich zur Vermeidung der Fehlkonzepte tun lässt. Eine der umfassendsten Arbeiten hierzu haben Piaget et al. 1974 veröffentlicht, wobei sie die jeweiligen Fehlkonzepte nur über die geistige Entwicklung der jeweiligen Altersstufe erklären können. Erklärungen ohne Berücksichtigung des Alters gelingen ihnen nicht.

Das Ziel dieses Dissertationsprojekts besteht darin, mittels des Eye-Trackers Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie es zu solchen Fehlkonzepten der Kinder kommt und Einsichten in mögliche Zugänge der Kinder zum Winkelkonzept, also Präkonzepte, zu ermöglichen.

Eye-Tracking

Eye-Tracker, also Systeme zur Blickerfassung, sind am ehesten bekannt aus dem Marketing, sowie der Web-Usability. Auf einem Monitor wird ein statischer oder dynamischer Stimulus präsentiert und mittels eines unter dem Stimulusmonitor angebrachten



Infrarotgerätes wird sichtbar gemacht, wohin der Proband auf dem Monitor im selben Moment seinen Blick richtet. Der Testleiter kann dies in Echtzeit an einem externen Computer nachvollziehen.

Der Vorteil dieses Aufbaus und dieser neueren Generation an Eye-Tracking-Geräten ist die maximale Freiheit der Testpersonen, im Unterschied zu Vorgängermodellen, bei denen z.B. der Kopf festgeschnallt werden musste.

Aber auch in der Mathematik kommt der Eye-Tracker bereits zum Einsatz, mit zu den bekanntesten Studien zählt wohl jene zur Unterscheidung zwischen funktionalen und prädikativen Denken von Schwank (2003).

Mittels Eye-Tracking lassen sich Fixationen (Dauer ca. 200-300ms), die sich in Form von Punkten bzw. Kreisen darstellen und Sakkaden (30-50ms), dieses sind die geradlinigen Verbindungen zwischen den Fixationen, voneinander unterscheiden und deren Position, Wege und Dauer nachvollziehen.

Ablauf der Pilotierungsstudie

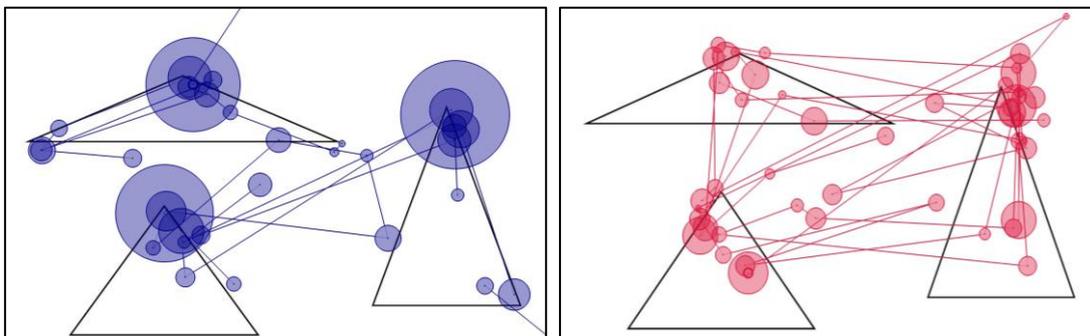
Für die Pilotierungsstudie wurden 11 Schülerinnen und Schüler einer vierten Klasse Grundschule ausgewählt, weil angenommen wurde, dass diese noch nicht über ein von der Schule geprägtes Winkelkonzept verfügen.

Als Items sollten Fotos oder Bilder mit "winkelhaltigen" Situationen, sowie deren abstrahierte zeichnerische Darstellung dienen.

Mittels Fragen seitens des Interviewers und think-aloud der Kinder, sollte ermittelt werden, wohin diese schauen. Dabei waren die Fragen zunächst offen (was siehst du, wo liegen Unterschiede) und wurden zunehmend geschlossener (welches Dach ist das flachste).

Erste Erkenntnisse

Eine erste Erfahrung, die gewonnen werden konnte, war, dass man durch den Eye-Tracker unterschiedliche Lösungsstrategien der Kinder offensicht-



lich machen kann; dies wäre ohne die "technische Hilfe" nicht möglich gewesen. So lässt sich in bei Viktoria (linke Abb.) erkennen, dass sie wenige(r) Sakkaden hat, aber sehr lange Fixationen, was sich an der Größe der

Kreise zeigt. Michaela (rechte Abb.) hingegen hat sehr viele Sakkaden (also die Verbindungen zwischen den Kreisen) aber kürzere und häufigere Fixationen. Was dies über die Qualität der Strategie aussagt, kann aus der Darstellung heraus nicht beurteilt werden. Dies ist jedoch ein Ansatzpunkt, an dem im Projekt weiter geforscht werden kann.

Weiterhin zeigt sich nach einem Vergleich der verschiedenen Auswertungswerkzeugen, die der Eye-Tracker liefert, dass sich mehr Informationen aus den dynamischen als den statischen Analyseverfahren des Eye-Trackers ziehen lassen.

Ausblick

Mittelfristig muss zunächst eine weitere Auswertung der bereits erhobenen Eye-Tracking-Daten erfolgen, in denen ein nahezu unerschöpfliches Potential steckt. Des Weiteren wird es Eye-Tracking-Studien zu konkreten Fehlkonzepten beim Winkelkonzept über verschiedene Alters- und Schulstufen geben.

Langfristig wird an der Entwicklung eines Kompetenzmodells in Form einer schrittweisen Entwicklung eines Diagnostikums gearbeitet.

Literatur

- Becker, G. (1980): Geometrieunterricht. Bad Heilbrunn, Klinkhard Verlag.
- Bright, G. W. (2003): Angle measurement: Teaching notes. In: Classroom activities for learning and teaching measurement. National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA. 25-26.
- Close, G.S. (1982): Children's understanding of angle at the primary/secondary transfer stage. London, Polytechnic of the South Bank.
- Fielker, D.S. (1979): Strategies for Teaching Geometry to Younger Children. In: Educ. Stud. Math. 10, 85-133.
- Giles, G. (1981): School Mathematics under Examination: 3. Factors Affecting the Learning of Mathematics. University of Stirling.
- Krainer, K. (1989): Lebendige Geometrie. Frankfurt, Peter Lang.
- Piaget, J., Inhelder, B., Szeminska, A. (1974): Die natürliche Geometrie des Kindes. Klett, Stuttgart.
- Schupp, H. (1977): Elementargeometrie. Paderborn, UTB Schoeningh.
- Schwank, I. (2003): Einführung in funktionales und prädikatives Denken. In: Schwank, I.: ZDM Themenheft 'Zur Kognitiven Mathematik', 70-78.
- White, P. & Mitchelmore, M. C. (2001): Teaching for Abstraction: Angle as a Case in Point. In: Bobis, J., Perry, B. & Mitchelmore, M. C. (Eds.): Numeracy and Beyond. Proceedings of the 24th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Sydney, 531-538.