

Steffen JUSKOWIAK, Braunschweig

Ist Selbstreflexion beim Bearbeiten mathematischer Probleme lösungsförderlich?

Nicht erst seit der Veröffentlichung der Ergebnisse von Schulleistungsstudien wie TIMSS und PISA ist die Befähigung von SchülerInnen, mathematische Probleme zu lösen, ein wichtiges und anerkanntes Ziel von Mathematikunterricht. Mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Problemlösefähigkeit veröffentlichte u. a. KILPATRICK (1985). Diese legen nahe, dass Selbstreflexion (das Nachdenken über eigenes Denken und Handeln) eine geeignete Maßnahme zur Förderung der Problemlösefähigkeit sein kann. Der hier verwendete Begriff der Selbstreflexion ist aus der Denkpsychologie entlehnt und wurde dort maßgeblich durch DÖRNER (vgl. z. B. 1994) geprägt. Bisherige Studien, insbesondere zur Wirkung von Selbstreflexionen auf Problembearbeitungsprozesse, waren überwiegend präskriptiv-normativ angelegt (vgl. z. B. TISDALE 1998). Mit ihnen wurde häufig die Wirkung von extern, z. B. durch zwangsweise eingelegte Arbeitspausen und/oder vom Aufnahmeleiter gestellte Fragen, angeregten Selbstreflexionen auf die Bearbeitung außermathematischer Probleme untersucht. Auch wurden selten SchülerInnen als Probanden für diese Untersuchungen verwendet. Doch gerade Untersuchungen mit dieser Probandenpopulation wären bzgl. der geforderten Förderung der Problemlösefähigkeit notwendig.

Eigene Erkundungen und zugehörige Forschungsschwerpunkte

Um dem damit einhergehenden Mangel an deskriptiver Forschung zum Phänomen nicht extern angeregter Selbstreflexion bei SchülerInnen zu begegnen, wurde ein Forschungsprojekt im Themenbereich des mathematischen Problemlösens initiiert. Dieses hat die deskriptive Erforschung von Selbstreflexionen, die vor der Beendigung der Problemlösebemühungen auftreten, zum Ziel. Dazu war es zunächst notwendig, eine geeignete Methodik zur Identifikation von Selbstreflexionen in Problembearbeitungsprozessen zu entwerfen. Durch genaue Analyse der identifizierten Selbstreflexionen konnten anschließend solche Selbstreflexionen charakterisierende Merkmale herausgearbeitet werden und die Wirkungen der Selbstreflexionen auf den Problembearbeitungsprozess bewertet werden. Aus den bisher gesammelten und den noch zu erarbeitenden Befunden werden sich vmtl. Anregungen für das Verständnis und die evtl. mögliche Förderung der Problemlösefähigkeit durch Selbstreflexionen ergeben. Im Folgenden werden nun überblicksartig erste Befunde aus den bisherigen Forschungsaktivitäten vorgestellt.

Erläuterung der Forschungsschwerpunkte und Ausblicke auf bisherige Befunde

Den hier vorgestellten Forschungen zur Selbstreflexion liegt die Annahme zu Grunde, dass Arbeitsschritte (Träger kognitiver Verhaltensweisen) während der Problembearbeitung durch fakultativ auftretende Selbstreflexionen als Teile von Steuerungsschritten (Träger metakognitiver Verhaltensweisen) unterbrochen werden. Grundlage für diese Modellannahme ist das Steuerungsschritt-Arbeitsschritt-Modell von HEINRICH (2004).

Für die darauf aufbauenden empirischen Erkundungen wird angenommen, dass sich einige der ablaufenden Selbstreflexionen in den Verbalisationen von Menschen und damit auf der Ebene der äußeren Sprache unter Zuhilfenahme eines geeigneten Arbeitsbegriffes (s. u.) identifizieren lassen.

Zur empirischen Erkundungⁱ wurden Videoaufzeichnungen von 16 ElftklässlerInnen Braunschweiger Gymnasien angefertigt, während diese individuell in fünf Sitzungen in regelmäßigen zeitlichen Abständen je ein geometrisches Beweisproblem bearbeitet haben. Die Versuchspersonen hatten dabei jeweils eine Zeitstunde zur Verfügung. Sie waren während der Aufzeichnungen aufgefordert, in einer abgeschwächten Form laut zu denken. Das so gewonnene Material wird hinsichtlich des beschrittenen Problembearbeitungsweges, der aufgetretenen Selbstreflexionen und deren Wirkung auf die Problembearbeitung mit Hilfe der Methode der konsensuellen Validierung (vgl. MAIER 1991) ausgewertet. Zur Identifizierung verbalisierter Selbstreflexionen dient folgender Arbeitsbegriff: „Selbstreflexion ist das Auseinandersetzen mit bisher selbst Getanem beim Bearbeiten mathematischer Probleme vor Abschluss der Problemlösebemühungen.“

Zur Charakterisierung von Selbstreflexionen wurde das folgende sechsgliedrige Merkmalsystem herausgearbeitet (vgl. auch JUSKOWIAK 2010):

- Was hat die Selbstreflexion ausgelöst? (*Auslöser* der Selbstreflexion)
- Welches *Ergebnis* steht am Ende der Selbstreflexion?
- Welche *Auswirkung* hat die Selbstreflexion auf den weiteren Problembearbeitungsprozess?
- Welche Aspekte mathematischen Arbeitens betrachtet die Versuchsperson während der Selbstreflexion? (*Gegenstand* der Selbstreflexion)
- Wie weit reicht die Selbstreflexion in dem Problembearbeitungsprozess zurück? (*Reichweite* der Selbstreflexion)
- Wie ist die Selbstreflexion aufgebaut? (*Aufbau* der Selbstreflexion)

Während der Auswertung der videographierten Problembearbeitungen werden, soweit möglich, jeder identifizierten Selbstreflexion die oben genannten Merkmale zugewiesen. An diese umfassende Sammlung von Informationen über einzelne Selbstreflexionen schließt sich der Versuch an, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den identifizierten Selbstreflexionen herauszuarbeiten und so übergeordnete Kategorien zu bilden. Von besonderer Bedeutung sind dabei vmtl. qualitative Aspekte wie z. B. auslösende Momente von Selbstreflexionsszenen, die darin behandelten Teilaspekte der Problembearbeitung (z. B. Rechnungen und/oder das strategische Vorgehen) und der Aufbau der Selbstreflexionen (z. B. vollständiges Rekapitulieren der Problembearbeitung im Kontrast zum schlaglichtartigen Betrachten einzelner Lösungsschritte). Die so gefundenen Kategorien werden als Erscheinungsformen von Selbstreflexionen bezeichnet. Erste Einblicke in diese Thematik liefert u. a. SANDHAUS-KHALILI (2011).

Zur Bewertung von Selbstreflexionen bzgl. ihrer Wirkung auf den Problembearbeitungsprozess mussten entsprechende Kriterien entwickelt werden. Dies ist aufbauend auf JUSKOWIAK (2011) geschehen. Zunächst kann zwischen Selbstreflexionen unterschieden werden, deren Wirkung bewertet und deren Wirkung anhand der vorliegenden Informationen nicht bewertet werden kann. Im ersten Fall ist es weiterhin möglich, zwischen lösungsförderlichen, lösungshinderlichen und bzgl. der Zielerreichung wirkungslosen Selbstreflexionen zu unterscheiden. Eine Selbstreflexion wird als lösungsförderlich bewertet, wenn sich die Versuchsperson durch sie dem Ziel der Problembearbeitung weiter annähert. Als lösungshinderlich wird sie bewertet, wenn sich die Versuchsperson vom Ziel entfernt. Wird weder eine weitere Annäherung an das noch eine Entfernung vom Ziel bewirkt, wird die Selbstreflexion als wirkungslos bzgl. der Zielerreichung bewertet.

Diese Beschreibung der Bewertungsstufen suggeriert einen objektiv Entfernungsmaßstab zu Bestimmung des Abstandes der Versuchsperson vom Ziel. Ein solcher Maßstab existiert jedoch aufgrund der Nichtabgeschlossenheit des Problemraumes der hier verwendeten Probleme im Gegensatz zu dem bei denkpsychologischen Untersuchungen beliebten Problem des Turms von Hanoi (vgl. u. a. HINZ (2001)) nicht. Es handelt sich hier vielmehr um im Rahmen der konsensuellen Validierung innerhalb der Auswerterteams erhärtete subjektive Einschätzungen.

Bei der Auswertung eines Teils der Aufnahmen aus der oben beschriebenen Erkundungsstudie wurden bei der Anwendung dieses Bewertungsverfahrens die Wirkung mehrerer Selbstreflexionen gegenüber früheren Befunden (vgl. JUSKOWIAK 2011) erstmals als lösungshinderlich bewertet (vgl. auch SANDHAUS-KHALILI (2011)). Dies gibt einen weiteren Hinweis

darauf, wie komplex das Phänomen der Selbstreflexion ist und macht deutlich, dass pauschale Anregungen im Sinne von „Nun reflektiert mal schön!“ zur Förderung der (mathematischen) Problemlösefähigkeit zumindest problematisch sind.

Es besteht derzeit die Vermutung, dass ein Zusammenhang zwischen den Erscheinungsformen von Selbstreflexionen und deren Wirkung auf den Problembearbeitungsprozess besteht. Unter Beachtung dieses noch herauszuarbeitenden Zusammenhanges und der weiteren erzielten Befunde ist es vmtl. möglich, darauf bezogene didaktische Anregungen für das Verständnis von und für die Förderung der Problemlösefähigkeit zu geben.

Sich darüber hinaus ergebende Anregungen, die nicht speziell auf das mathematische Problemlösen, jedoch auf das Lehren und Lernen von Mathematik allgemein bezogen sind, werden unter einer weiteren Fragestellung im Rahmen dieses Forschungsvorhabens zusammengefasst.

Literatur

- Dörner, D. (1994): Selbstreflexion und Handlungsregulation: Die physischen Mechanismen und ihre Bedingungen. In: Lübke, W.: *Kausalität und Zurechnung – über Verantwortung in komplexen kulturellen Prozessen*. Berlin: De Gruyter.
- Heinrich, F. (2004). *Strategische Flexibilität beim Lösen mathematischer Probleme*. Hamburg: Dr. Kovac.
- Hinz, A. M. (2001): *Der Turm von Hanoi*. In: *mathe-lmu.de*, 2001, 4, S. 20 – 25.
- Juskowiak, S. (2010). Zur Erkundung selbstreflektorischer Aktivitäten beim Bearbeiten mathematischer Probleme. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010* (S. 457 – 460). Münster: Wissenschaftliche Texte Münster.
- Juskowiak, S. (2011). Zur Erkundung selbstreflektorischer Aktivitäten beim Bearbeiten mathematischer Probleme – Vorläufige Befunde. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011* (S. 439 – 442). Münster: Wissenschaftliche Texte Münster.
- Kilpatrick, J. (1985): A Retrospective Account of the Past 25 Years on Teaching Mathematical Problem Solving. In: Silver, E.A. (Ed.): *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving: Multiple Research Perspectives* (S. 1 – 15). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Maier, H. (1991). Interpretative Forschung im Bereich der Mathematikdidaktik. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 1991* (S. 97 – 107). Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Sandhaus-Khalili, E. (2011). *Zu selbstreflektorischen Aktivitäten beim Bearbeiten mathematischer Probleme durch Schülerinnen und Schüler*. TU Braunschweig.
- Tisdale, T. (1998): *Selbstreflexion, Bewusstsein und Handlungsregulation*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.

ⁱ Die Durchführung dieser Erkundungen wurde in den Jahren 2010 und 2011 dankenswerterweise vom „Braunschweigischen Hochschulbund“ finanziell unterstützt.