

Steffen JUSKOWIAK, Braunschweig

## **Zur Erkundung selbstreflektorischer Aktivitäten beim Bearbeiten mathematischer Probleme**

### **Selbstreflexion als eine Möglichkeit zur Förderung der Problemlösefähigkeit**

Probleme lösen zu lernen ist seit langen ein wichtiges und anerkanntes Ziel von Mathematikunterricht. Insbesondere seit TIMSS ist die Befähigung zum Lösen von mathematischen Problemen wieder stärker in das Zentrum fachdidaktischer Diskussion gerückt. Unter dem Begriff des Problemlösens wird dabei sowohl das Lösen gegebener Probleme als auch das Auffinden neuer Probleme verstanden. Im Hinblick auf mein eigenes, hier beschriebenes, Forschungsvorhaben möchte ich unter dem Begriff jedoch nur das Problemlösen im engeren Sinne, also lediglich das Lösen von gegebenen Problemen verstehen. Anregungen zur Beantwortung der Frage, wie die Problemlösefähigkeit von SchülerInnen besser als bisher gefördert werden kann, können z. B. aus empirischen Erkundungsstudien erwachsen, die darauf ausgerichtet sind, mehr Details über Problemlösungsprozesse zu erfahren.

Geleitet durch die Vermutung, dass selbstreflektorische Aktivitäten geeignet zur Förderung der Problemlösefähigkeit sind, habe ich mich auf die Untersuchung der Selbstreflexion beim mathematischen Problemlösen spezialisiert. Dabei sehe ich die Selbstreflexion als eine besondere Form von *reflection* an, die bei KILPATRICK (1985) neben *osmosis*, *memorization*, *imitation* und *cooperation* eine bedeutsame Maßnahmengruppe zur Förderung der Problemlösefähigkeit darstellt. *Reflection* beruht auf der Annahme, dass Menschen nicht nur durch eigene Tätigkeit, sondern auch durch das Nachdenken über Problemlösetätigkeiten, insbesondere auch der eigenen, lernen.

Der hier verwendete Begriff der Selbstreflexion ist aus der Denkpsychologie entlehnt und wurde dort maßgeblich durch DIETRICH DÖRNER geprägt. Zusammenfassend wird in dieser Wissenschaftsdisziplin unter Selbstreflexion das Auseinandersetzen mit bisher Getanem verstanden, was sowohl das Denken als auch das Handeln einschließt (vgl. z. B. REITHER 1979, DÖRNER 1994, KRETSCHMER 1983). Forschungsgegenstand soll hier jedoch nur die Selbstreflexion vor Abschluss der Problemlösebemühungen des Individuums sein, also keine Selbstreflexion im Sinne der Phase *Rückschau* im Problemlöseplan von POLYA (1949).

## **Eigenes Erkundungsvorhaben zur Selbstreflexion**

Die bisher zur Thematik der Selbstreflexion bekannt gewordenen Studien, wie die von HESSE (1979), REITHER (1979), KRETSCHMER (1983) und TISDALE (1998), zeichnen sich dadurch aus, dass bei ihnen zumeist außer-mathematische Probleme als Probleme für Untersuchungen zur Wirkung der Selbstreflexion verwendet wurden. Des Weiteren wurden bei den Probanden selbstreflektorische Aktivitäten im Rahmen von Selbstreflexions-trainings explizit durch entsprechende Untersuchungsdesigns extern ange-regt. Als Probanden wurden bei den genannten Studien außerdem überwie-gend Studierende und Berufstätige eingesetzt.

Zusammenfassend handelt sich bei den oben genannten Studien um prä-skriptiv-normative Studien, so dass sich ein Defizit an deskriptiv orientier-ten Studien ausmachen lässt. Dies zeigt sich auch darin, dass unser Wissen im Hinblick auf das *natürliche* Vorkommen von Selbstreflexion beim Be-arbeiten mathematischer Probleme noch sehr lückenhaft ausfällt. Wenn es aber gelingt, diese Wissenslücke zu verringern, können sich daraus möglicher-weise Anregungen für eine gezielte didaktische Einflussnahme zur Förderung der Problemlösefähigkeit ergeben. In diesem Zusammenhang scheint die folgende Aussage von KRAUSE (1995, S. 33) bedeutsam: „Eine alte Weisheit der Pädagogik und Pädagogischen Psychologie besagt: Me-thoden zur Verbesserung geistiger Leistungen sollten so ausgelegt sein, dass sie den *natürlich* ablaufenden Denkprozess unterstützen.“

An diesem Punkt setzt mein Forschungsvorhaben an, für das ich mir zum Ziel gesetzt habe, anhand empirischer Erkundungen zur natürlichen Selbst-reflexion beim Bearbeiten von mathematischen Problemen durch Schüle-rInnen folgende Forschungsfragen zu beantworten:

- An welchen *Stellen* des Problembearbeitungsprozesses tritt Selbstrefle-xion auf?
- Durch welche *Ereignisse* wird die Selbstreflexion ausgelöst?
- Welche *Wirkung* für die Lösungsfindung hat die Selbstreflexion? Unter welchen Bedingungen ist sie lösungsförderlich bzw. lösungshinderlich?
- Welche *Aspekte* des Problembearbeitungsprozesses sind Gegenstand der Selbstreflexion? Stehen eher rechnerische oder strategische Überlegun-gen im Mittelpunkt?

Entsprechend der Einteilung von Handlungen des Problemlösens in obliga-torische und fakultative Teile gemäß AEBLI / RUTHEMANN (1987) zähle ich die selbstreflektorischen Aktivitäten einer Versuchsperson zu den fakultati-ven Teilen. Sie sind Ausdruck metakognitiver Prozesse (vgl. KLUWE / SCHIEBLER 1984).

Bei der Durchführung der empirischen Erkundungen arbeite ich mit einem Design, das sich an empirische Erkundungen von HEINRICH (2004) anlehnt: Die jeweilige Versuchsperson ist angehalten, innerhalb von 60 min. ein vorgegebenes mathematisches Problem zu lösen und dabei laut zu denken. Dabei wird sie videographiert. Die Auswertung der so aufgenommenen Filme einschließlich der Identifizierung von Selbstreflexionsszenen erfolgt mit Hilfe der Methode der konsensuellen Validierung (vgl. MAIER 1991). Zur Identifizierung von selbstreflektorischen Aktivitäten auf der sprachlichen Ebene findet folgender Arbeitsbegriff Verwendung: „Selbstreflexion ist das Auseinandersetzen mit bisher Getanem beim Bearbeiten mathematischer Probleme *vor* Abschluss der Problemlösebemühungen.“

Als Probanden standen mir in einer ersten Vorstudie vier Lehramtstudentinnen der Lehrämter GHR und Gymnasium zur Verfügung. Nachdem die Auswertung dieser Erkundungsstudie hinsichtlich der Identifikation von Selbstreflexionsszenen erfolgreich verlaufen ist, wurde eine zweite Vorstudie, die aktuell ausgewertet wird, mit fünf Elft- und ZwölfklässlerInnen eines Braunschweiger Gymnasiums durchgeführt.

### **Erste vorläufige Befunde und ein Ausblick**

Die bei der Auswertung der ersten Vorstudie identifizierten Selbstreflexionsszenen geben Anlass anzunehmen, dass sich Selbstreflexionen im Hinblick auf die oben genannten Forschungsfragen durch ein zunächst sechsgliedriges Categoriesystem charakterisieren lassen. Es umfasst folgende (teilweise miteinander verbundene) Kategorien, die durch die nebenstehenden Fragen kurz beschrieben werden:

- *Auslöser*: Was bzw. welches Ereignis hat die Selbstreflexion ausgelöst?
- *Ergebnis*: Was hat die Selbstreflexion unmittelbar bewirkt? Hat die Versuchsperson z. B. einen rechnerischen oder strategischen Fehler in ihrem bisherigen Vorgehen entdeckt?
- *Folge*: Welche Folge hat die Selbstreflexion für den weiteren Problemlösegang? Hat die Selbstreflexion z. B. geholfen, das aktuelle Problem zu lösen oder war sie eher hinderlich?
- *Struktur*: Handelt es sich bei der Selbstreflexion um eine allein stehende Szene oder ist diese mit mehreren anderen, z. B. thematisch, vernetzt?
- *Reichweite*: Wie weit reicht die Selbstreflexion in dem Problemlöseprozess zurück? Bezieht sich die Versuchsperson beispielsweise auf den Lösungsanlauf, der direkt vor der Selbstreflexion stattgefunden hat?
- *Gegenstand*: Welche Aspekte betrachtet die Versuchsperson während der Selbstreflexion? Beispielsweise eher rechnerische Details oder steht das strategische Vorgehen im Vordergrund?

Perspektivisch ist geplant, die empirischen Erkundungen zur Thematik der Selbstreflexion im Laufe dieses Jahres mit einer umfangreichen Hauptstudie mit 15 ElfklässlerInnen Braunschweiger Gymnasien, die jeweils fünf Probleme bearbeiten, fortzuführen. Die bei der Auswertung des Videomaterials gewonnenen Erkenntnisse werden aller Voraussicht nach dazu dienen können, das beschriebene Categoriesystem zu präzisieren und dadurch Anregungen für ein besseres Verständnis von Selbstreflexionsphänomenen zu erlangen. Möglicherweise können dadurch auch bestehende Problemlösmodelle angereichert werden. Schließlich sollen die Ergebnisse auch einen Beitrag zur Sensibilisierung von Lehrkräften für solche Selbstreflexionen beim Bearbeiten mathematischer Probleme leisten und, wie bereits eingangs erwähnt, möglicherweise ergänzende Anregungen zur Förderung der Problemlösefähigkeit geben.

## Literatur

- Aebli, H. / Ruthemann, U. (1987). Angewandte Metakognition: Schüler vom Nutzen der Problemlösestrategien überzeugen. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 19, S. 46 – 64.
- 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.
- Hesse, F. W. (1979): *Trainingsinduzierte Veränderungen in der heuristischen Struktur und ihr Einfluss auf das Problemlösen*. Technische Hochschule Aachen.
- 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.
- Kluwe, R. H. / Schiebler, K. (1984): Entwicklung exekutiver Prozesse und kognitive Leistungen. In: Kluwe, R. H. (Hrsg.): *Metakognition, Motivation und Lernen*. Kohlhammer: Stuttgart.
- Krause, W. (1995): Kreativität zwischen Psychologie und Technik. In: Spies, K. (Hrsg.): *Ein methodischer Weg zu innovativen Technologien*. Aachen: Augustinus.
- Kretschmer, I. F. (1983): *Problemlösendes Denken im Unterricht*. Frankfurt a. M.: Lang
- Maier, H. (1991). Interpretative Forschung im Bereich der Mathematikdidaktik. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 1991* (S. 97 – 107). Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Polya, G. (1949): *Schule des Denkens*. Bern: Francke.
- Reither, F. (1979): *Über die Selbstreflexion beim Problemlösen*. Universität Gießen.
- Tisdale, T. (1998): *Selbstreflexion, Bewusstsein und Handlungsregulation*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.