

Mögliche Einflussnahme der Lehrkraft auf die Strategische Flexibilität von Schülern beim mathematischen Problemlösen

Spätestens seit TIMSS (1995) und PISA (2000) hat das mathematische Problemlösen wieder verstärkt Einzug in mathematikdidaktische Diskussionen erhalten. Empirische Untersuchungen zu individuellen Problemlöseprozessen gibt es zahlreiche. Unter anderem die Studien von Heinrich (2004), Walzebug (2011) und Rott (2013) wiesen darauf hin, dass die Steuerung einzelner Teilschritte Einfluss auf den Erfolg eines Lösungsversuches haben kann. Heinrich spricht hierbei von einer *Strategischen Flexibilität* (vgl. Heinrich 2004). Es geht also darum, ob, wann und wie ein Problembearbeiter seinen Problemlöseprozess koordiniert. Im Besonderen stellte sich hierbei heraus, dass ein großer Bestandteil dieses Koordinationsvorgangs das Wechseln von Lösungsanläufen darstellt. Auch die Autorin selbst gelangte bei ihrer Untersuchung von individuellen Problemlöseprozessen von Oberstufenschülern zu der Erkenntnis, dass dieser Aspekt einen großen Einfluss auf den Erfolg der Lösungsversuche haben kann (vgl. Beyerl 2015). Unter einem Wechsel soll der vollzogene Übergang von einem Lösungsanlauf L_1 zu einem davon verschiedenen Lösungsanlauf L_2 verstanden werden. Das Ausmaß an Veränderung sowie die Angemessenheit können hierbei variieren (vgl. Heinrich 2004). Studien, die nicht nur individuelle Problemlöseprozesse untersuchen, sondern auch problemorientierten Mathematikunterricht vor Ort, sind allerdings sehr rar gesät, z.B. Rott (2015). Aus diesem Grund hat die Arbeitsgruppe des IDME der TU Braunschweig (Heinrich/Beyerl/Lüddecke) im Jahr 2016 eine Erkundungsstudie* durchgeführt, welche das unterrichtliche Problemlösen und insbesondere den Umgang und die Einflussnahme der Lehrkraft auf die Problemlöseprozesse von Schülerinnen und Schülern im Klassenverband untersuchte. Die Studie umfasste insgesamt 16 Doppelstunden in 9. und 10. Jahrgängen verschiedener Real- und Oberschulen sowie integrierten Gesamtschulen aus dem Raum Braunschweig. Die Lehrkräfte sollten eine Stunde entwickeln, in der das sog. Sternfünfeckproblem (vgl. Heinrich 2005) gelöst werden sollte. Bei der Wahl der didaktischen oder methodischen Mittel hatten sie allerdings freie Hand. Näheres zum Studiendesign kann im Posterbeitrag (Beyerl/Lüddecke) „Problemlöseunterricht mit den Augen eines Lehrers sehen“ in diesem Band eingesehen werden. Als Beispiel dienen hier nun zwei Beispielstunden.

*Die Hauptstudie 2016 „Projekt zum Problemlösen im Mathematikunterricht“ konnte dank finanzieller Unterstützung der Volkswagen Stiftung und des Stifterverbandes durchgeführt werden.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Unterteilung in die entsprechenden Phasen aus strukturellen Gründen erfolgt, wohlwissend, dass sie sich inhaltlich auch überschneiden können. Sie orientiert sich an den Erkenntnissen von Leiss (2007), welche als zentrale Probleme von Problemlöseunterricht die folgenden Aspekte sehen: Einfluss des Vorwissens, Varianten der Lehrerunterstützung, vielfältige Lösungsansätze und die Reflexion des Lösungsprozesses (vgl. Leiss 2007).

Die Stunde von Herrn W. ist insgesamt wie folgt strukturiert:



Abb. 1: Strukturierung der Stunde von Herr W.

Unterrichtsphase	L-Aktivität
Hinführung (H) (Plenum/Gruppenarbeit)	verwendet die komplette erste Stunde auf die Wiederholung von Grundlagen, die für verschiedene Lösungswege nutzbar sind baut Übungsphase zu einigen der Grundlagen
Arbeitsphase (AP) (Gruppenarbeit)	äußert den SuS gegenüber, dass sie weitestgehend selbstständig arbeiten sollen arbeitet hauptsächlich mit motivationale Hilfen stellt als inhaltliche Hilfen lediglich kritische (Nach)Fragen motiviert SuS gelegentlich, bereits abgebrochene Lösungsansätze wieder aufzunehmen.
Rückschau (R)	lässt alle SuS-Gruppen ihre Bearbeitungen präsentieren (auch nicht erfolgreiche Lösungsansätze und Wechsel) klärt inhaltliche Fragen zu den verschiedenen Lösungswegen

Tab. 1: Stundenverlauf Herr W.

Im Vergleich hierzu die Stunde von Frau F.:



Abb. 2: Strukturierung der Stunde von Frau F.

Unterrichtsphase	L-Aktivität
Hinführung (H) (Plenum)	erläutert kurz die Problemstellung mit anderen Worten
Arbeitsphase (AP1) (Gruppenarbeit)	arbeitet hauptsächlich mit inhaltlichen Hilfen wiederholt häufig die Problemstellung arbeitet als inhaltliche Hilfen weitestgehend mit Verifizierungen/Falsifizierungen von Lösungsschritten oder Zwischenergebnissen
Zwischensicherung (ZS)	weist explizit darauf hin, dass (Teilaspekte der) Ansätze der Präsentationen evtl. anderen SuS-Gruppen zur erfolgreichen Bearbeitung des Problems helfen könnten. lässt alle SuS-Gruppen ihre Bearbeitungen präsentieren (auch unausgereifte Lösungsansätze)
Arbeitsphase (AP2) (Plenum)	greift einen Lösungsansatz auf, führt ihn modelhaft an der Tafel zu Ende.

Tab. 2: Stundenverlauf von Frau F.

Vergleicht man die Problemlösestunden miteinander, fallen Unterschiede auf. Die Gestaltung der Hinführungsphase kann z.B. die Wiederholung von Grundlagen beinhalten. Herr W. wiederholt in den ersten 45 Minuten diverse Grundlagen, die für verschiedene Lösungswege nutzbar sind. Durch die Vielfalt an reaktivierten Wissens-elementen steigt möglicherweise die Wahrscheinlichkeit, dass SuS, die bei dem Verfolgen eines eingeschlagenen Lösungsweges auf Schwierigkeiten stoßen, auch einen anderen Weg heranziehen, also die Wahrscheinlichkeit, dass sie zwischen (mind.) zwei Lösungsanläufen wechseln. Eine solche Gestaltung wird z.B. auch von Weinert als positiv hervorgehoben (vgl. Weinert 2005). Frau F. hingegen wiederholt keine Grundlagen und beeinflusst das Wechselverhalten der SuS eher nicht.

Auch in der Arbeitsphase lässt sich ein unterschiedlicher Umgang beobachten. Während Herr W. die SuS weitestgehend selbstständig arbeiten lässt und eher motivationale Hilfen gibt, interveniert Frau F. auch häufig inhaltlich und gibt sehr schnell Rückmeldung über die Angemessenheit von Lösungsschritten oder Zwischenergebnissen. Nach Zech (2002) ist es hierbei eher förderlich, wenn die Lehrkraft zunächst nur Rückmeldung gibt, dann motivationale Hilfen einsetzt, danach allgemein-strategische Hilfen und erst dann inhaltlich-strategische oder inhaltliche Hinweise. Auch Link (2011) merkt

an, dass eine Lehrerintervention zwar unabdingbar ist, jedoch eine anfängliche Zurückhaltung zu einem lernförderlicherem Umgang führt, als eine zu starke Lenkung.

In der Reflexions-/Zwischensicherungsphase lassen beide Lehrkräfte auch verworfene oder unausgereifte Lösungsansätze präsentieren, jedoch spricht nur Frau F. auch explizit den Nutzen für die anderen Mitschülern an. Sie weist darauf hin, dass einer der vorgestellten Lösungswege die Fortentwicklung eines bereits abgebrochenen Lösungsversuches enthalten könnte.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass es unterschiedliche Möglichkeiten gibt, die einzelnen Unterrichtsphasen zu gestalten. Die beiden genannten Beispiele liefern hier nur einen kleinen Ausschnitt. Je nachdem, wie die Lehrkraft die jeweiligen Phasen gestaltet bzw. in direkter L-SuS-Interaktion interveniert, kann sie das Auftreten von Wechseln zwischen verschiedenen Lösungsanläufen beeinflussen. also auch die strategische Flexibilität der SuS.

Literatur

- Beyerl (2015): *Was tun, wenn man nicht mehr weiß, was zu tun ist? Empirische Erkundungen zum Wechseln von Lösungsanläufen beim Bearbeiten mathematischer Probleme*. Hamburg: disserta Verlag.
- Heinrich (2004): *Strategische Flexibilität beim Lösen mathematischer Probleme. Theoretische Analysen und empirische Erkundungen über das Wechseln von Lösungsanläufen*. Hamburg: Kovač (Schriftenreihe Didaktik in Forschung und Praxis, Bd. 17).
- Heinrich (2005): Innenwinkelsummen nicht einfacher Sternfiguren. Ein Angebot zur Förderung mathematischer Begabung. In *Mathematikinformation* (42), S. 40–58.
- Leiss (2007): *"Hilf mir, es selbst zu tun". Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren*. Hildesheim, Berlin: Franzbecker (Texte zur mathematischen Forschung und Lehre, 57).
- Link (2011): *Problemlöseprozesse selbstständigkeitsorientiert begleiten. Kontexte und Bedeutungen strategischer Lehrerinterventionen in der Sekundarstufe I*. 1. Aufl. Hg. v. Henn et al. Wiesbaden: Vieweg Teubner Verlag (Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts, 2).
- Rott (2013): *Mathematisches Problemlösen. Ergebnisse einer empirischen Studie*. Münster: WTM, Verl. für Wiss. Texte und Medien (Ars inveniendi et dejudicandi, Bd. 2).
- Rott (2015): Problemlösen im Klassenraum – Konzeption und erste Ergebnisse. In Kuzle & Rott (Hg.): *Problemlösen - gestalten und beforschen. Tagungsband der Herbsttagung des GDM-Arbeitskreises Problemlösen in Münster 2014*. Münster: WTM-Verlag, S. 75–91.
- Walzebug (2011): Problemlösen im Unterricht. In *Grundschule* (11), S. 36–39.
- Weinert (2005): Lerntheorien und Instruktionsmodelle. In Franz E. Weinert (Hg.): *Psychologie des Lernens und der Instruktion. Pädagogische Psychologie (Enzyklopädie der Psychologie, 2)*, S. 1–48.
- Zech (2002): *Grundkurs Mathematikdidaktik. Theoretische und praktische Anleitungen für das Lehren und Lernen von Mathematik*. 10. Aufl. Weinheim: Beltz.