

Thomas STENZEL, Essen

Lernen und Problemlösen – Zwei Seiten einer Medaille?

„Vom lerntheoretischen Standpunkt aus ist jedes Lernen ein Problemlöseprozess. Ein ‚Problem‘ ist schlichtweg eine Diskrepanz zwischen der Erwartung eines Individuums und der von ihm wahrgenommenen tatsächlichen Situation, oder unpersönlicher ausgedrückt: zwischen vorliegendem Ausgangszustand und erwünschtem Zielzustand.“ (Leuders, 2017)

Dieses Zitat macht deutlich, dass zwischen Lernen und Problemlösen ein enger Zusammenhang besteht. Neben dieser Behauptung, dass Lernen immer auch Problemlösen ist, gibt es auch die weit verbreitete Meinung, dass umgekehrt das Lösen von Problemen eine (gute) Lerngelegenheit bietet. Im vorliegenden Beitrag wird die wechselseitige Beziehung dieser beiden kognitiven Aktivitäten genauer unter die Lupe genommen.

Problemlösen

Unter Problemlösen verstehen wir ganz allgemein, passend zum Eingangszitat, die Überführung eines Ausgangszustands in einen erwünschten Zielzustand. In Abgrenzung zu Routinetätigkeiten muss es dabei aber ein Hindernis geben, zu dessen Überwindung dem/der Problembearbeiter*in kein Verfahren offensichtlich ist.

Laut Schoenfeld (1985) gibt es vier Einflussfaktoren auf das Problemlösen: *Ressources* (deklaratives und prozedurales Fachwissen), *Heuristics* (Problemlösestrategien), *Control* (metakognitive Steuerung) und *Belief Systems* (Ansichten zur Mathematik).

Für den vorliegenden Beitrag sind vor allem die ersten beiden Faktoren interessant, denn durch das Lernen werden Ressourcen geschaffen und die wesentliche kognitive Aktivität beim Problemlösen besteht aus dem Einsatz von Heuristiken. Beide Aktivitäten werden durch Metakognition gesteuert und durch Beliefs beeinflusst.

Lernstrategien

Beim Lernen wird allgemein zwischen Strategien unterschieden, mit deren Hilfe oberflächliche Merkmale des Stoffes auswendig gelernt werden sollen (*Oberflächenstrategien*) und solchen, die eher auf strukturelle Merkmale abzielen, mit dem Ziel, den Stoff besser zu verstehen (*Tiefenstrategien* – Artelt, 2005). Innerhalb der Tiefenstrategien gibt es eine weitere Unterteilung in *Organisations-* und *Elaborationsstrategien*.

Bei *Organisationsstrategien* geht es darum, das neue Wissen so zu strukturieren (organisieren), dass es individuell leichter zu verstehen ist und Zusammenhänge zwischen den neuen Inhalten herzustellen (Wild, 2005). Typische Beispiele in der Mathematik wären das Wiedergeben einer Definition oder eines Satzes mit eigenen Worten sowie der Wechsel der Darstellung, etwa von einer Formel in einen Graphen.

Elaborationsstrategien dienen dazu, Zusammenhänge zwischen den neuen Inhalten und dem (individuellen) Vorwissen zu knüpfen. Durch die Integration in vorhandene Wissensstrukturen wird das Abrufen dieses neuen Wissens erleichtert (Friedrich & Mandl, 2006). Ein typisches mathematisches Beispiel wäre die Betrachtung eines Beweises (oder einer anschaulichen Begründung), um die zu beweisende Aussage mit vorherigen Inhalten zu verknüpfen. Auch die Abgrenzung eines neuen Begriffes zu vorherigen (Worin unterscheidet sich ein Ring von einem Körper?) gehört in diese Kategorie.

Nicht bei allen Strategien ist eindeutig, ob es sich um Organisation oder Elaboration handelt. So kann das Heranziehen von Beispielen elaborativ sein (wenn mit dem Beispiel bereits in anderen Zusammenhängen gearbeitet wurde) oder eher organisatorisch (wenn das nicht der Fall war).

Heurismen

Hierbei handelt es sich grundsätzlich um Strategien, die bei der Bearbeitung von Problemen helfen sollen. Wichtig ist hierbei, dass bei Heurismen, im Gegensatz zu Algorithmen, zunächst nicht klar ist, ob sie zum Ziel führen.

Eine besondere Rolle unter den Heurismen spielen die sogenannten *heuristischen Hilfsmittel*. Nach Bruder und Collet (2011, S. 45) sollen sie „dabei helfen, ein Problem zu verstehen und zu strukturieren, zu visualisieren bzw. Informationen zu reduzieren.“ Hier lässt sich schon eine deutliche Parallele zu Tiefenlernstrategien entdecken. Man könnte sogar noch einen Schritt weitergehen und heuristische Hilfsmittel als Organisationsstrategien bezeichnen, da sie zum Ziel haben, das Problem zum leichteren (individuellen) Verständnis umzuorganisieren. Typische Beispiele sind das systematische Aufschreiben von Voraussetzung und Behauptung, das Klären der notwendigen Begriffe und der Wechsel der Darstellung. Das Betrachten von Beispielen wird üblicherweise nicht zu den heuristischen Hilfsmitteln gezählt (Bruder & Collet, 2011), da diese auch über das Verstehen des Problems hinaus hilfreich sind, etwa wenn zunächst ein Spezialfall bewiesen wird.

Offenbar gibt es also eine große Überschneidung von Strategien zum Problemlösen (Heurismen) und Strategien zum Tiefenlernen. Diese sollen durch die folgende Tabelle noch verdeutlicht werden, in der eine Teilmenge dieser Strategien dargestellt wird.

Problemlösestrategien

Begriffe klären

Voraussetzung und Behauptung festhalten

Darstellungswechsel

Beispiele betrachten

Ähnliche Probleme heranziehen

Auf bekannte Zusammenhänge zurückgreifen

Zerlegung in Teilprobleme

Vorwärtsarbeiten

Rückwärtsarbeiten

Tiefenlernstrategien

Formulierung nachvollziehen

Markieren von wichtigen Stellen

Darstellungswechsel

Beispiele betrachten

Analogien bilden

Externe Visualisierungen von Zusammenhängen

Vernetzung durch Beweise

Begründung durch Beweise

Self-Explanations

Wie man sieht, gibt es hier große Ähnlichkeiten (in den ersten fünf Zeilen), aber auch einige Strategien, die keine direkte Entsprechung in der anderen Spalte haben (in den letzten vier Zeilen). Bis auf die Nutzung von Analogien (Zeile 5) handelt es sich bei den sich entsprechenden Tätigkeiten um solche, die beim Verständnis des Problems bzw. des neu zu erlernenden Stoffs helfen sollen.

Zwischenfazit

Offenbar werden beim Lernen und Problemlösen ähnliche kognitive Aktivitäten durchgeführt. Es spricht also vieles dafür, dass die Beschäftigung mit Problemen einen guten Beitrag zum Erlernen der entsprechenden Inhalte leistet. In diesem Zusammenhang spricht man auch von Lernen durch Problemlösen (z. B. Holzäpfel et al., 2018). Umgekehrt ist das Eingangszitat nicht ganz abwegig und Lernen *ist* in vielen Fällen Problemlösen (wobei es sicherlich Aktivitäten beim Oberflächenlernen gibt, die eher Routinetätigkeiten gleichkommen).

Praxis im universitären Alltag

In diesem Abschnitt wird beschrieben, dass das Problemlösen, wie es an Universitäten in der Regel erwartet wird, ohne ergänzende Lerntätigkeiten schwierig zu bewerkstelligen ist.

An der Universität Duisburg-Essen wurden Studierende (Fachbachelor und Gymnasiallehramt) bei der Bearbeitung typischer Übungsaufgaben zur Analysis und Linearen Algebra beobachtet (Stenzel, 2022). Hierbei wurde die enorme Bedeutung des Vorwissens deutlich: Ein Großteil der Probanden (da

es sich um eine qualitative Studie handelt, ist es nicht sinnvoll, den genauen Anteil anzugeben) hatte kaum eine Chance, die gestellte Aufgabe erfolgreich zu bearbeiten, da ihnen für wesentliche Begriffe das Verständnis fehlte. Es bestand also häufig keine Möglichkeit einer vertieften Beschäftigung mit ebendiesen Begriffen durch Problemlösen (siehe Stenzel, 2022).

Fazit und Ausblick

Auf der einen Seite scheint das Bearbeiten von Problemen eine gute Lerngelegenheit zu sein (und im universitären Alltag ist sie oft auch die einzige, die tatsächlich eingefordert wird), auf der anderen Seite scheint es gewisses grundlegendes Wissen zu geben, das für die typischen Übungsaufgaben notwendig ist (und auch von Dozierendenseite vorausgesetzt wird). Dementsprechend muss eine Möglichkeit gefunden werden, diese Lücke zu schließen. Ein Ansatz liegt darin, Studierende im eigenständigen Nacharbeiten der Vorlesungsinhalte zu unterstützen. Ein Beispiel dafür ist ein in Essen durchgeführtes Lernstrategietraining, das die Studierenden dazu anhält, die verschiedenen Facetten (*explizite Formulierung, Konkretisierung und Abgrenzung* sowie *Bedeutung und Vernetzung*) eines neuen Begriffs oder einer Aussage nachzuvollziehen (Stenzel, 2022). Eine andere Möglichkeit liegt in der Modifikation der Übungsaufgaben bzw. im Einfügen von Einstiegsaufgaben, welche vom höheren Standpunkt einer Person, die die Begriffe verstanden hat, trivial erscheinen mögen, sich aber gerade zum Erlernen dieser Begriffe hervorragend eignen. Beispiele hierfür finden sich bei Bauer (2013).

Literatur

- Artelt, C. (2005). *Lernstrategien und Metakognition: Implikationen für Forschung und Praxis*. Waxmann.
- Bauer, T. (2013). *Analysis-Arbeitsbuch*. Springer Fachmedien.
- Bruder, R. & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Cornelsen Scriptor.
- Holzäpfel, L., Lacher, M., Leuders, T. & Rott, B. (2018). *Problemlösen lehren lernen: Wege zum mathematischen Denken*. Klett Kallmeyer.
- Mandl, H. & Friedrich, H. F. (2006). *Handbuch Lernstrategien*. Hogrefe.
- Leuders, T. (2017). Problemlösen. In T. Leuders (Hrsg.), *Mathematikdidaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (7. Aufl., S. 119–135). Cornelsen.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Stenzel, T. (im Druck). *Mathematisches Problemlösen in der Studieneingangsphase: Untersuchung von Problembearbeitungen und zyklische Entwicklung einer Fördermaßnahme im Rahmen vorlesungsbegleitender Übungen*. Springer.
- Wild, K.-P. (2005). Individuelle Lernstrategien von Studierenden. Konsequenzen für die Hochschuldidaktik und die Hochschullehre. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23(2), 191–206.