

Katja Plicht¹
 François Deuber¹
 Hendrik Härtig²
 Alexandra Dorsch¹

¹Hochschule Ruhr West
²Universität Duisburg-Essen

Förderung der Problemlösekompetenz von Ingenieurstudierenden

Ausgangslage

Studierende verschiedener Fachrichtungen durchlaufen zu Beginn ihres Physik- oder ingenieurwissenschaftlichen Studiums Physikvorlesungen, die durch das Bearbeiten von Übungszetteln begleitet werden. Novizen der Fachdisziplin greifen dabei oftmals auf ein wenig effizientes plug-and-chuck-Verfahren zurück, bei dem eine zur Zielgröße passende Formel gesucht und weiterverwendet wird (Redish, 2006). Dieses Vorgehen verhindert jedoch eine zielgerichtete Strategie, die für ein effizienteres und verstehendes Bearbeiten Voraussetzung ist (Woitkowski, 2015).

Die verschiedenen Vorgehensweisen von Experten und Novizen lassen sich deutlich am Modell des wissenszentrierten Problemlösens von Friege (2001) zeigen (s. Abb. 1). Experten können demnach auf Problemschemata zurückgreifen, die einerseits die verschiedenen Ausprägungen eines Lösungsansatzes und andererseits die zugehörige Heuristik eines physikalischen Konzepts beinhalten. Bei der Bearbeitung einer Aufgabe ist es ihnen daher möglich mit dem entsprechenden Strukturwissen nach passenden Merkmalen zu suchen. Novizen fehlt dieses Wissen über Problemschemata, das in der Regel mühsam über die Bearbeitung einer gewissen Menge an Beispielproblemen gebildet werden muss (Friege, 2001). Die Erarbeitung von Lösungswegen ohne Rückgriff auf Problemschemata zeigt sich jedoch als besonders fehleranfällig (Brandenburger, 2016). Da sich schwächere Problemlöser vorrangig durch ein Scheitern an der Planung auszeichnen, während guten Problemlösern Flüchtigkeitsfehler in der Anwendung unterlaufen und das Vorgehen von Experten außerdem durch die Berücksichtigung der Tiefenstruktur einer Aufgabe gekennzeichnet ist (Brandenburger, 2016), stellt sich die Frage nach dem Einfluss dieser Kompetenz auf die Problemlösestrategie.

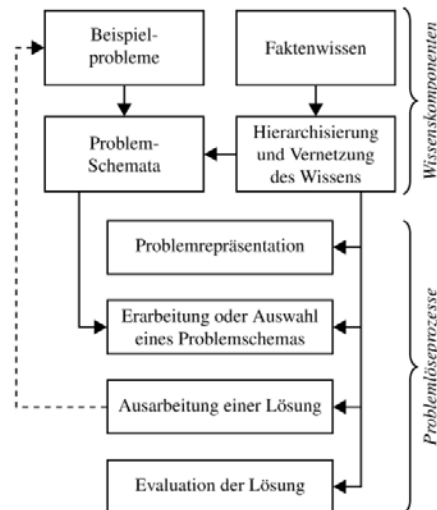


Abb. 1: Modell des wissenszentrierten Problemlösens nach Friege (2001).

Darüber hinaus zeigt sich, dass die Studierenden mit heterogenen Voraussetzungen bezüglich des Fachwissens und der Problemlösefähigkeit ins Studium starten und der Problemlöseprozess nachfolgend kaum reflektiert oder gefördert wird, sodass zum Ende des Semesters in der Regel keine zufriedenstellenden Problemlösestrategien entwickelt wurden (Woitkowski, Reinhold, 2018). Es stellt sich nun die Frage, inwiefern die Anleitung eines Reflexionsprozesses zur Etablierung der erforderlichen Problemschemata geeignet ist.

Weiterhin haben Löffler und Kauertz (2014, 2015) die Auswirkung des Kontexts auf Problemlöseaufgaben anhand der Merkmale *Kontextualisiertheit*, *Komplexität* und *Transparenz* untersucht, wobei letztere als einflussreichster Faktor identifiziert werden konnte und die Verknüpfung von Oberflächen- und Tiefenstruktur beschreibt. Für einen Lernprozess in diesem Bereich wird die Kontrolle dieser Größe daher als förderlich angenommen.

Zielsetzung

Aufgrund des fehlenden strategischen Vorgehens der Studierenden bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben, soll ein Übungskonzept entwickelt werden, das die Vermittlung der relevanten Problemschemata in den Fokus stellt. Dieses setzt sich aus zwei ergänzenden Interventionen zusammen. Einerseits wird ein Strategietraining etabliert, das die Reflexionsprozesse der Studierenden zu ihrem methodischen Vorgehen anleitet und andererseits werden Übungsblätter erstellt, die das Training eines sinnvollen Umgangs mit Oberflächen- und Tiefenstrukturmerkmalen ermöglichen.

Methodisches Vorgehen

Die beiden Elemente der Intervention werden dabei in einem 2x2-Design eingesetzt (s. Abb. 2). Somit soll der spezifische Einfluss auf die Anwendung der Problemschemata überprüft werden.

| | | Übungsblätter mit OS-/TS-Struktur | |
|-------------------|------|-----------------------------------|-----------|
| | | Nein | Ja |
| Strategietraining | Nein | Gruppe I | Gruppe II |
| | Ja | Gruppe III | Gruppe IV |

Abb.2: 2x2-Design der Intervention

Analyse bestehender Aufgaben

Um die Beschaffenheit der verwendeten Aufgaben lernförderlich auszuwählen, werden die bestehenden Aufgaben zunächst anhand ihrer Oberflächen- und Tiefenstrukturmerkmale analysiert. Die Oberflächenmerkmale sollen dabei im Sinne einer kognitiven Entlastung einen konstant niedrigen Anspruch widerspiegeln, während die Tiefenstruktur zur Verdeutlichung der strukturellen Ähnlichkeit konzeptuell gleichartiger Aufgaben konstant gehalten wird. Die Objektivität des zugrundeliegenden Kodiermanuals wurde dabei mit einer Interraterreliabilität zwischen $\kappa = .644$ und $\kappa = 1.00$ sichergestellt. Es zeigt sich, dass neben den Oberflächenmerkmalen beispielsweise auch die *hierarchische Komplexität* nach Bernholt (2010), die hier alternativ zur *Komplexität* nach Kauertz (2008) verwendet wurde, ein geringes und wenig variiertes Niveau aufweisen, sodass die Aufgaben an dieser Stelle unverändert bleiben können. Die *Transparenz* nach Löffler und Kauertz (2014) ist in weiten Teilen nicht gegeben. Außerdem wird eine Unterteilung der relevanten Problemschemata in spezifischere Subschemata vorgenommen, die entsprechend ihrer Lösungsrelevanz für die einzelnen Aufgaben zugeordnet werden.

Auswahl der Aufgaben

Anschließend wird die Ähnlichkeit der Tiefenstruktur des Lösungsweges genutzt, um eine Einteilung der Aufgaben entsprechend der Stufe der Intervention vorzunehmen (s. Abb. 3). Zu Beginn jedes thematischen Blocks wird dabei zunächst wieder eine höhere Ähnlichkeit verwendet. Insgesamt wird die unterstützende Ähnlichkeit der Tiefenstruktur im Sinne eines

Scaffoldings über jeden Themenbereich und zusätzlich über das gesamte Semester hinweg schrittweise abgebaut.

Übungsblattdesign

Für eine Verstetigung der Identifikations- und Interpretationsfähigkeit der Aufgabenmerkmale werden Übungsphasen integriert, die anhand von Strukturierungsaufgaben umgesetzt werden. Dazu wird ihnen pro Übungsblatt eine Beispielaufgabe zur Verfügung gestellt, die die Hervorhebung und Interpretation der Tiefenstrukturmerkmale durch einen Experten beinhaltet und ein eigenständiges analoges Vorgehen vereinfachen soll. Anschließend erfolgt ein Vergleich der verwendeten Aufgaben, anhand dessen das Bewusstsein für die Klassifizierung der verschiedenen Lösungsansätze etabliert werden soll.

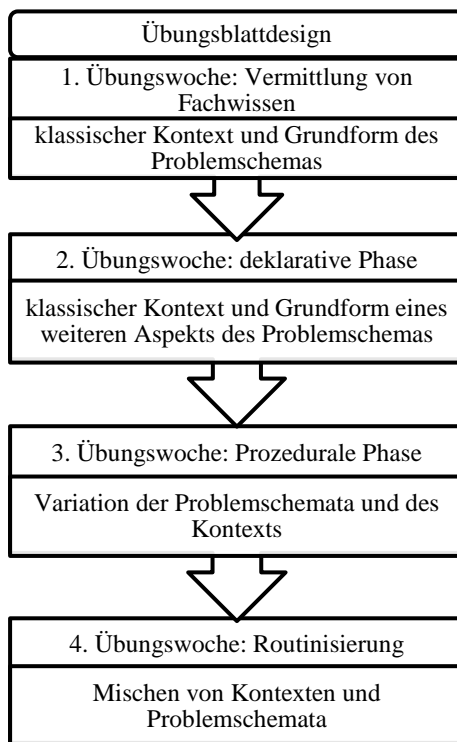


Abb. 3: Tiefenstruktur der Übungen

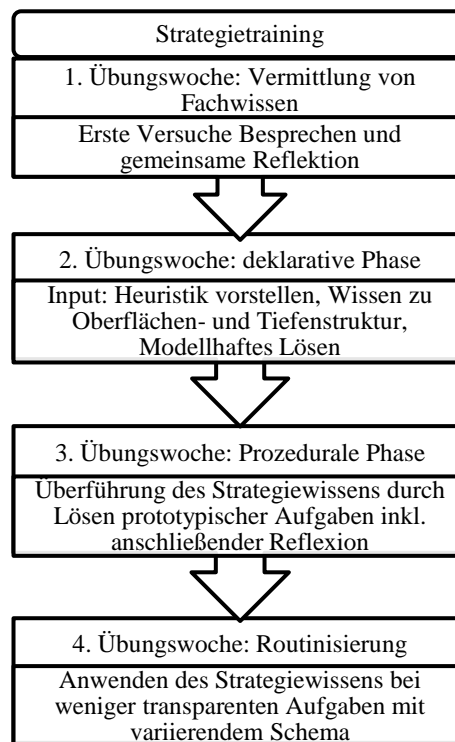


Abb. 4: Struktur des Strategietrainings

Strategietraining

Neben der Veränderung des verwendeten Materials erfolgt zusätzlich ein Strategietraining, das die Reflexion des methodischen Vorgehens der Studierenden in den Fokus stellt (s. Abb. 4). Damit die reguläre Übung ausschließlich für diesen Metaprozess genutzt werden kann, wird die Bearbeitung der Aufgaben im Rahmen eines verpflichtenden Tutoriums durchgeführt. Somit soll die individuelle Nutzung der Angebote ermöglicht werden.

Ausblick

Derzeit werden die neu konzipierten Übungsblätter zur Präpilotierung eingesetzt und mittels der Methode des lauten Denkens auf ihre Funktionalität geprüft. Nachfolgend wird ein Testinstrument zur Messung des deklarativen Wissens über Problemschemata entworfen. Es folgt eine Pilotierung des methodischen Designs sowie aller verwendeten Testinstrumente.

Literatur

- Bernholt, S. (2010). Kompetenzmodellierung in der Chemie: theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität. Berlin: Logos-Verlag.
- Brandenburger, M. (2016). Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik?: Eine Untersuchung mit Studierenden (Vol. 218). Logos Verlag Berlin GmbH.
- Friege, G. (2001). Wissen und Problemlösen: eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs. Logos-Verlag.
- Kauertz, A. (2008). Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben. Berlin: Logos.
- Löffler, P., & Kauertz, A. (2014). Applying physics models in context-based tasks in physics education. In E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning (pp. 171-179).
- Löffler, P. & Kauertz, A. (2015). Modellanwendung in kontextualisierten Problemlöseaufgaben. In: S. Bernholt (Hrsg.), Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Bremen 2014 (S. 648-650). Kiel: IPN.
- Redish, E. F. (2006). Problem solving and the use of math in physics courses. arXiv preprint physics/0608268.
- Woitkowski, D. (2015). Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung. Zugl.: Paderborn, Univ., Diss.
- Woitkowski, D.; Reinhold, P. (2018): Strategien und Probleme im Umgang mit Übungsaufgaben: Pilotergebnisse einer Interviewstudie im ersten Semester Physik. In: Maurer, Christian (Hrsg.): Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht-normative und empirische Dimensionen. Regensburg: Universität Regensburg, S. 726–729.