

Marvin Kaldewey<sup>1</sup>  
Stefanie Schwedler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Bielefeld

## **Analyse des Selbststudiums in Physikalischer Chemie**

### **Ausgangslage**

Der Studienstart stellt eine herausfordernde Transitionsphase dar, die eine essenzielle Rolle für den Studienerfolg spielt. In dieser Übergangsphase scheitern viele Studierende der MINT-Fächer an den hohen fachlichen Anforderungen (Heublein et al., 2017). Chemie-Erstsemesterstudierende fühlen sich laut Schwedler (2017) insbesondere durch die abstrakt-mathematischen Fächer Mathematik und Physikalische Chemie (PC) inhaltlich überfordert.

Zum einen ergeben sich Schwierigkeiten durch ein mangelndes Verständnis der Grundkonzepte. Dieses lässt sich für das Hauptfach PC vor allem auf ein Geflecht aus unangemessenen, situativen mentalen Modellen, der elaborierten Mathematik und einer Vernachlässigung der submikroskopischen Ebene zurückführen (Bain et al., 2014; Tsapalis & Finlayson, 2014; Nyachwaya & Wood 2014). Die Studierenden äußern zwar den Wunsch nach Konzeptverständnis (Sözbilir, 2004), setzen jedoch gleichzeitig überwiegend algorithmische Lernweisen in der Physikochemie ein (Nyachwaya et al., 2014; Stamovlasis et al. 2005).

Zum anderen hängen die Überforderungen mit dem häuslichen Selbstlernen zusammen (Schwedler, 2017). Das Selbststudium ist u. a. der Rahmen für die Vor- und Nachbereitung von Vorlesungsinhalten und Klausuren und wird mit einem entsprechend hohen Leistungsanteil berücksichtigt (Europäische Kommission, 2015). Den höheren Gestaltungsfreiraum im Vergleich zur Schule füllen Studierende in der einführenden Chemieveranstaltung häufig mit Lernweisen wie wiederholtem Durchlesen von Notizen, Vorlesungsunterlagen und Lehrbüchern sowie dem Bearbeiten von (Altklausur-)Aufgaben (Ye et al., 2015). Probleme aufgrund der gesteigerten selbstregulativen Anforderungen stehen z. B. im Zusammenhang mit negativen Einstellungen gegenüber der Veranstaltung und einer geringen Selbstwirksamkeitserwartung (Grove & Bretz, 2012; Willson-Conrad & Grunert Kowalske, 2018).

Trotz der zentralen Rolle des Selbststudiums ist nur wenig darüber bekannt (Ye et al., 2015). Vorhandene Studien untersuchen oft nur einzelne Aspekte des Selbstlernens in der Allgemeinen oder Organischen Chemie und messen erfolgreiches Lernen anhand von Prüfungsergebnissen. Vor dem Hintergrund disziplinspezifischer Problemgeflechte sind jedoch besonders die Lernprozesse im Semesterverlauf und die Rolle des Verstehens von Interesse. Eine entsprechende Analyse des Selbststudiums fehlt vor allem in der Physikochemie. Daher ist es das Ziel des Forschungsprojekts, die Lernprozesse im Selbststudium der PC zu Studienbeginn umfassend zu charakterisieren und hinsichtlich ihrer Verständnisorientierung zu untersuchen.

### **Theoretische Perspektive – Selbstreguliertes Lernen**

Eine solch holistische Charakterisierung ermöglichen die Theorien des Selbstregulierten Lernens (SRL) (Deing, 2019). Mithilfe von Lernstrategien, die einen zentralen Teil des SRL bilden, wird beschrieben, was die Studierenden während des häuslichen Selbstlernens tun. Lernstrategien sind dabei „jene Verhaltensweisen und Gedanken, die Lernende aktivieren, um ihre Motivation und den Prozess des Wissenserwerbs zu beeinflussen und zu steuern“ (Friedrich

& Mandl, 2006, S. 1). Sie lassen sich unterteilen in kognitive, metakognitive und ressourcenbezogene Strategien (Wild, 2005). Ferner berücksichtigt SRL die Komplexität des Selbststudiums, indem die Strategien in ein Gefüge aus individuellen Zielen und Vorstellungen, universitären und persönlichen Rahmenbedingungen sowie fachspezifischen Aspekten eingebettet werden. Diverse Modelle konzeptualisieren SRL mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Zimmermans (2000) zyklisches Phasenmodell gliedert das Lernen in die Phase der Voraussicht (Zielsetzung und Strategieauswahl), die Phase der Ausführung (Strategieanwendung und Überwachung) und die Phase der Selbstreflexion (Ergebnisbewertung). Während Zimmerman bei SRL von einer erlernbaren Fähigkeit ausgeht, sehen Winne & Hadwin (1998) Lernen in ihrem Phasenmodell als grundsätzlich selbstreguliert an. Das prominente Schichtenmodell von Boekaerts (2017) legt über die kognitiven Verarbeitungs- und metakognitiven Regulationsprozesse hinaus besonderen Wert auf motivationale, affektive und emotionale Faktoren. Für dieses Forschungsprojekt wird Göllers (2020) Integration der SRL-Modelle in den Kategorien *Strategien*, *Ziele*, *Beliefs* und *Bewertungen* herangezogen. Aufgrund des Interesses an der Verständnisorientierung wird die Querschnittskategorie *Verstehen* ergänzt (Abb. 1). Diese fokussiert hinsichtlich der *Strategien* fachdidaktische Konzepte des Verstehens (Verknüpfungen im chemischen Dreieck nach Johnstone, 1991; Modellierungskreislauf nach Goldhausen, 2015) und Elaborationsstrategien. Bei den *Zielen* steht die Ausprägung des Lernziels, die Inhalte tief zu verstehen, im Vordergrund. In der Überlappung zu den *Beliefs* interessieren besonders die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden in PC sowie die individuelle Begriffsdefinition von Verstehen in diesem Fach. Bezüglich der *Bewertungen* werden emotionale Reaktionen zum (mangelnden) Verstehen und Bewertungen von PC betrachtet.

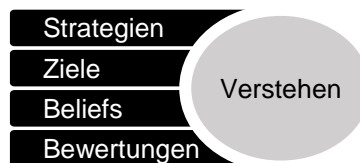


Abb. 1: Übersicht über die Hauptkategorien der Studie.

### Forschungsfragen und -design

Das Forschungsprojekt ist geleitet von folgenden Forschungsfragen:

- F1) *Strategien*: Welche Lernressourcen und -strategien nutzen die Chemiestudierenden im Selbststudium der PC des ersten Semesters?
- F2) *Erklärungsansätze*: Wie lassen sich die individuellen Herangehensweisen mit berichteten *Zielen*, *Beliefs* und *Bewertungen* zum Selbststudium der PC erklären?
- F3) *Verstehen*: Wie definieren Studierende den Verstehensbegriff, inwieweit nutzen sie verständnisorientierte Strategien und welche *Ziele*, *Beliefs* und *Bewertungen* begründen diese?
- F4) *Veränderungen*: Inwieweit und wodurch verändert sich das Selbststudium der PC im Laufe des Semesters?

Für die Datenerhebung werden Selbstberichtverfahren eingesetzt. Diese bedingen zwar die Fähigkeit der Proband\*innen, ihre Handlungen und Vorstellungen zu reflektieren und formulieren, haben jedoch nicht die Herausforderungen von Beobachtungsverfahren, bei denen die Lernprozesse häufig stark verzerrt bzw. nur in Ansätzen sichtbar werden (Spörer & Brunstein, 2006). Konkret wurde eine interviewbasierte Erhebungsstrategie entwickelt und im Rahmen

einer Pilotstudie (N = 15) am Ende des WS 20/21 evaluiert. Nach Anpassungen erfolgte im WS 21/22 die Hauptstudie. In dieser wurden Erstsemesterstudierende der Chemie und chemienaher Studiengänge (N = 22) in semesterbegleitenden problemzentrierten Interviews zu je drei Zeitpunkten (vor, während und nach der gesamten PC-Basisveranstaltung) nach ihren *Strategien, Zielen, Beliefs* und *Bewertungen* sowie der Rolle des Verstehens in ihrem Selbststudium der PC befragt. Derzeit wird die Interviewstudie im WS 22/23 erneut durchgeführt und durch Lerntagebucheinträge mit einer größeren Stichprobe trianguliert. Zur Datenauswertung werden die inhaltlich strukturierende sowie evaluative qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) angewendet, wobei die Kategorienbildung deduktiv-induktiv erfolgt.

### Erste ausgewählte Ergebnisse

Bezüglich der berichteten Strategien in PC (Forschungsfrage F1) decken sich die Schwerpunkte mit erfahrungs- und literaturbasierten Erwartungen. Erste Ergebnisse indizieren, dass das Lernen maßgeblich durch die von den Lehrenden gestellten Materialien (u. a. Übungsaufgaben) geprägt ist. Außerdem findet das Lernen häufig formelbasiert auf der symbolischen Ebene der Chemie statt. Tiefere Einblicke in die studentischen Arbeitsweisen deuten an, dass dieser Fokus auf die Symbolebene nicht zwangsläufig mit dem Auswendiglernen von Algorithmen einhergeht, sondern auch produktive Strategien wie elaboriertes Kovarianzdenken umfassen kann. Die Ergebnisse lassen sich nicht allein auf universitäre Strukturen zurückführen, auch die berichteten *Ziele, Beliefs* und *Bewertungen* liefern Erklärungsansätze (Forschungsfrage F2). Beispielsweise erwarten die Studierenden im Bereich der *Bewertungen* bereits vor der Veranstaltung oft höhere Anforderungen und eine niedrige Selbstwirksamkeit. Diese eher negativen Einstellungen bewahrheiten sich z. T. während des Semesters und können ähnlich wie bei Bretz & Grove (2012) ein Grund für weniger elaborierte Strategien sein.



Abb. 2: Ausschnitt aus dem „Ampelsystem“ für einen ausgewählten Einzelfall. Die Ampelfarbe zeigt die Ausprägung in der jeweiligen Kategorie von rot = niedrig bis grün = hoch.

Für die Rolle des Verstehens (Forschungsfrage F3) wird ein „Ampelsystem“ entwickelt, das aus evaluativen Kategorien für die oben genannten Querschnittsaspekte des *Verstehens* besteht. Abb. 2 zeigt die Ausprägungen hinsichtlich der *Strategien* für einen Einzelfall. Während die Person durchgehend ihr eigenes Verstehen mittels metakognitiver Strategien überwacht und die Referenzmaterialien lediglich zur „Suche nach den Formeln“ (Zitat aus dem Einzelfall) verwendet, sinkt bei den Übungsaufgaben die Abhängigkeit von externen Quellen (u. a. Lösungsansätze aus dem Internet) im Semesterverlauf. Ferner wird das Lernen in der Gruppe zu Semesterende verständnisorientierter, da Aufgabenlösungen anders als zuvor nicht nur ausgetauscht, sondern auch gemeinsam reflektiert werden.

Die Auswertung läuft zurzeit noch. Die ersten Ergebnisse deuten jedoch das Potenzial der theoretischen Perspektive und des methodischen Vorgehens für das Forschungsziel an.

## Literatur

- Bain, K., Moon, A., Mack, M. R. & Towns, M. H. (2014). A review of research on the teaching and learning of thermodynamics at the university level. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 320–335
- Boekaerts, M. (2017) Cognitive load and self-regulation: Attempts to build a bridge. *Learning and Instruction*, 51, 90–97
- Deing, P. (2019). Selbstreguliertes Lernen. Theoretische Grundlagen und Förderempfehlungen. In S. Rietmann & P. Deing (Eds.), *Psychologie der Selbststeuerung*. Wiesbaden: Springer, 319–345
- Europäische Kommission, Generaldirektion Bildung, Jugend, Sport und Kultur. (2015). *ECTS Leitfaden 2015*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union
- Friedrich, H. F. & Mandl, H. (2006). Lernstrategien: Zur Strukturierung des Forschungsfeldes. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Eds.), *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen: Hogrefe, 1–23
- Goldhausen, I. (2015). *Mathematische Modelle im Chemieunterricht*. Berlin: uni-edition
- Göller, R. (2020). Selbstreguliertes Lernen im Mathematikstudium. Wiesbaden: Springer
- Grove, N. P. & Bretz, S. L. (2012). A continuum of learning: from rote memorization to meaningful learning in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 201–208
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., et al. (2017). *Zwischen Studiererwartungen und Studienwirklichkeit*. Hannover: DZHW Forum Hochschule
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75–83
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Grundlagentexte Methoden* (4. Aufl.). Weinheim Basel: Beltz Juventa
- Nyachwaya, J. M., Warfa, A.-R. M., Roehrig, G. H., & Schneider, J. L. (2014). College chemistry students' use of memorized algorithms in chemical reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(1), 81–93
- Nyachwaya, J. M., & Wood, N. B. (2014). Evaluation of chemical representations in physical chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 720–728
- Schwedler, S. (2017). Was überfordert Chemiestudierende zu Studienbeginn? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23, 165–179
- Sözbilir, M. (2004). What Makes Physical Chemistry Difficult? Perceptions of Turkish Chemistry Undergraduates and Lecturers. *Journal of Chemical Education*, 81(4), 573–578
- Spörer, N. & Brunstein, J. C. (2006). Erfassung selbstregulierten Lernens mit Selbstberichtsverfahren. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(3), 147–160
- Stamovlasis, D., Tsaparlis, G., Kamilatos, C., Papaoikonomou, D., & Zarotiadou, E. (2005). Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: Further evidence from a national chemistry examination. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(2), 104–118
- Tsaparlis, G., & Finlayson, O. E. (2014). Physical chemistry education: Its multiple facets and aspects. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 257–265
- Wild, K.-P. (2005). Individuelle Lernstrategien von Studierenden. Konsequenzen für die Hochschuldidaktik und die Hochschullehre. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23(2), 191–206
- Willson-Conrad, A. & Grunert Kowalske, M. (2018). Using self-efficacy beliefs to understand how students in a general chemistry course approach the exam process. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 265–275
- Winne, P. H. & Perry, A. F. (1998). Studying as self-regulated learning. In D. Hacker, J. Dunlosky & A. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice*. New York: Routledge, 277–304
- Ye, L., Oueini, R., Dickerson, A. P. & Lewis, S. E. (2015). Learning beyond the classroom: using text messages to measure general chemistry students' study habits. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 869–878
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining Self-Regulation: A Social Cognitive Perspective. In M. Boekaerts, p. R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of Self-Regulation*. San Diego, CA: Academic Press, 13–39