

Daniel Averbeck  
Eckart Hasselbrink  
Elke Sumfleth

Universität Duisburg-Essen

## **Einfluss der „Allgemeinen Chemie“ auf den Studienerfolg im ersten Semester**

### **Ausgangslage**

Die Studieneingangsphase chemiebezogener Studiengänge ist von geringen Studierendenzahlen bei gleichzeitig hohen Studienabbruchquoten geprägt. So nehmen lediglich 1,4 % aller hochschulzugangsberechtigten Schülerinnen und Schüler eines Jahrgangs in Deutschland ein Studium im Bereich der Chemie auf (GDCh, 2015; OECD, 2011). Darüber hinaus wechseln 42 % dieser Studierenden den Studiengang oder verlassen die Hochschule ohne einen entsprechenden Abschluss und das überwiegend innerhalb des ersten und zweiten Semesters. Die von Seiten der Studierenden zumeist genannten Gründe für den Studienabbruch sind Leistungsprobleme beziehungsweise der nicht erfolgreiche Abschluss der Grundlagenkurse (Chen, 2015; Heublein et al., 2017).

Entsprechend kommt der Studieneingangsdiagnostik eine besondere Bedeutung zu, um frühzeitige Unterstützungsmaßnahmen entwickeln und innerhalb der kritischen Studieneingangsphase implementieren zu können.

### **Theoretischer Hintergrund**

Es existieren bisher nur wenige Untersuchungen, die fachspezifische Studienerfolgsprädiktoren für Chemiestudiengänge untersuchen. So gelten weithin die Abiturnote (z. B. Tai, Ward & Sadler, 2006) sowie das chemische Vorwissen (Freyer, 2013; Hailikari & Nevgi, 2010) als bedeutsamste Prädiktoren für den Studienerfolg von Chemiestudierenden. Darüber hinaus zeigen sich weitere Zusammenhänge zwischen der Intelligenz (Tai, Sadler & Loehr, 2005), der chemiebezogenen Vorerfahrung (Busker, Parchmann & Wickleder, 2010) sowie den physikalischen (Derrick & Derrick, 2002) und mathematischen Kompetenzen der Studierenden (Hahn & Polik, 2004).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die genannten Studien zum einen unterschiedlichste Kohorten betrachten und zum anderen Studienerfolg unterschiedlich operationalisieren. Dies führt zu variierenden Prädiktionsmodellen und erschwert somit die Verallgemeinerung der Ergebnisse. Darüber hinaus legt ein Großteil der Studien einen starken Fokus auf den Teilbereich der Allgemeinen Chemie, da davon ausgegangen wird, dass in diesem ersten Einführungskurs die grundlegenden chemischen Konzepte und Denkweisen vermittelt werden. Etwaige Wechselwirkungen zwischen den grundlegenden Teilgebieten der Chemie innerhalb der Studieneingangsphase können somit nicht aufgeklärt werden.

Demzufolge sollen in diesem Forschungsvorhaben die Einflüsse von kognitiven und affektiv-motivationalen Faktoren auf den Wissenserwerb als zentrale Größe für den Studienerfolg in allen grundlegenden Teilbereichen der Studieneingangsphase untersucht werden. Weiterhin soll analysiert werden, ob die Allgemeine Chemie als zentraler Einführungskurs innerhalb dieser Eingangsphase den Wissenserwerb in den weiteren Teilbereichen positiv beeinflusst und somit ihrer zugesprochenen Aufgabe gerecht wird.

### **Methode**

Chemiestudierende der Universität Duisburg-Essen (UDE) und der Ruhr-Universität Bochum (RUB) wurden in einer Längsschnittstudie zu Beginn und zum Ende des ersten Studiensemesters befragt. Die Studierenden beider Standorte müssen im ersten Semester den Einführungskurs der Allgemeinen Chemie sowie Veranstaltungen in den weiterführenden

Teilbereichen der Organik und Anorganik im zweiten Semester belegen. Der curriculare Unterschied zwischen beiden Hochschulen besteht darin, dass Studierende der UDE eine Veranstaltung zur Physikalischen Chemie, Studierende der RUB eine Veranstaltung zur Analytischen Chemie während der ersten beiden Semester belegen müssen.

Um das Wissen in den chemischen Teilgebieten erfassen zu können, wurden teilbereichsspezifische Leistungstests entwickelt, eingesetzt und anschließend IRT-basiert ausgewertet, um jedem Probanden eine teilbereichsspezifische Personenfähigkeit zuzuordnen zu können. Am ersten Messzeitpunkt bearbeiteten alle Studierenden die Leistungstests in den Teilbereichen der Allgemeinen, Physikalischen und Analytischen Chemie. Die erreichten Personenfähigkeitsparameter in diesen Prä-Tests werden als Maß des teilbereichsspezifischen *Vorwissens* operationalisiert. Am Ende des ersten Semesters wurden die korrespondierenden Post-Tests in diesen Teilbereichen durchgeführt. Die resultierenden Personenfähigkeiten werden als teilbereichsspezifisches *universitäres Fachwissen* definiert. Zusätzlich wurde zum zweiten Messzeitpunkt das Vorwissen in den Teilbereichen der Organik und Anorganik erhoben, um etwaige Zusammenhänge zu diesen Teilgebieten abbilden zu können.

Als weitere Einflussfaktoren auf das Fachwissen und den Fachwissenserwerb wurden ebenfalls zum ersten Messzeitpunkt kognitive (Rechenfähigkeiten, kognitive Grundfähigkeiten) und affektiv-motivationale Variablen (akademisches Selbstkonzept, Studieninteresse, Studienzufriedenheit, Studienmotivation) der Studierenden erhoben. Darüber hinaus wurden das Geschlecht, die Wahl eines Chemieleistungs- oder Grundkurses in der Oberstufe sowie die Abiturnote erhoben.

Zur Aufklärung der Einflüsse der unterschiedlichen kognitiven und affektiv-motivationalen Faktoren sowie der Wechselwirkungen der einzelnen chemischen Teilgebiete wurden multivariate Mehrgruppen-Regressionsanalysen berechnet. In einem ersten Schritt wurden alle erhobenen Eingangsvoraussetzungen auf das jeweils erfasste universitäre Fachwissen unter Kontrolle des jeweils korrespondierenden Vorwissens der Studierenden regressiert. Zeigt sich in diesem Modell ein direkter Einfluss einer kognitiven beziehungsweise affektiv-motivationalen Variable auf das entsprechende Fachwissen ist davon auszugehen, dass diese Variable ebenfalls einen inkrementellen Beitrag zum Wissenserwerb liefert.

### Ergebnisse

In der durchgeführten Studie konnten vollständige Längsschnittdatensätze von 237 Probanden ( $N_{UDE} = 108$ ,  $N_{RUB} = 129$ ) erfasst werden. Das Durchschnittsalter der Studierenden betrug 20.35 Jahre ( $SD = 3.59$ ) (39 % weiblich).

Mit Blick auf das erworbene universitäre Fachwissen in der Allgemeinen Chemie zeigen die Analysen, dass das korrespondierende Vorwissen den stärksten Einfluss ausübt ( $\beta = .377$ ,  $p < .001$ ). Darüber hinaus zeigen das Geschlecht ( $\beta = .188$ ,  $p < .001$ ), die Kurswahl in der Oberstufe ( $\beta = .105$ ,  $p < .001$ ), die Rechenfähigkeit ( $\beta = .140$ ,  $p < .001$ ) sowie die Abiturnote ( $\beta = -.175$ ,  $p < .001$ ) einen direkten Effekt auf den Wissenserwerb in der Allgemeinen Chemie.

In der Analytischen Chemie stellt ebenfalls das korrespondierende Vorwissen den stärksten Prädiktor für das erworbene Fachwissen dar ( $\beta_{UDE} = .395$ ,  $p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .221$ ,  $p < .001$ ). Aus den Ergebnissen der Mehrgruppenanalysen wird deutlich, dass der Einfluss des Vorwissens geringer wird, wenn die Studierenden eine Lerngelegenheit in Form einer Vorlesung wahrnehmen können. Weiterhin zeigen die Analysen, dass das Vorwissen in der Allgemeinen Chemie einen deutlichen Einfluss auf das Fachwissen in der Analytischen Chemie und daraus abgeleitet auf den Fachwissenserwerb in diesem Teilbereich hat ( $\beta_{UDE} = .321$ ,  $p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .344$ ,  $p < .001$ ). Dieser Einfluss der Allgemeinen Chemie wird zusätzlich durch die Nutzung der Lerngelegenheiten in der Analytik forciert. Darüber hinaus liefern erneut die Abiturnote ( $\beta_{UDE} = .395$ ,  $p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .221$ ,  $p < .001$ ), die

Rechenfähigkeit ( $\beta_{UDE} = .395, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .221, p < .001$ ) und das Geschlecht der Studierenden ( $\beta_{UDE} = .395, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .221, p < .001$ ) einen signifikanten Beitrag zur Vorhersage des Wissenserwerbs in der Analytischen Chemie.

Mit Blick auf das Fachwissen in der Physikalischen Chemie ergibt sich ein ähnliches Bild. Der stärkste Prädiktor für das erworbene Fachwissen ist je nach Lerngelegenheit, das korrespondierende Vorwissen ( $\beta_{UDE} = .351, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .397, p < .001$ ). Aber auch in diesem chemischen Teilgebiet zeigt das Vorwissen im Bereich der Allgemeinen Chemie einen signifikanten Effekt ( $\beta_{UDE} = .222, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .183, p < .001$ ) mit analogen Tendenzen wie im Bereich der Analytik. Weiterhin zeigen die Regressionsanalysen, dass erneut die Rechenfähigkeit ( $\beta_{UDE} = .157, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .157, p < .001$ ), die kognitiven Grundfähigkeiten ( $\beta_{UDE} = .155, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .155, p < .001$ ) und das Geschlecht ( $\beta_{UDE} = .113, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .113, p < .001$ ), einen moderaten Einfluss auf den Fachwissenserwerb ausüben.

Im abschließenden Schritt der Analysen sollen die Einflüsse des Vor- und Fachwissens in den chemischen Teilbereichen, die Studierende im ersten Semester belegen müssen, auf das Vorwissen in den weiterführenden chemischen Teilbereichen untersucht werden. Entsprechend wurde ein weiteres Regressionsmodell berechnet, in dem alle bereits genannten Eingangsvoraussetzungen der Studierenden sowie das Vor- und Fachwissen aus den Bereichen der Allgemeinen, Physikalischen und Analytischen Chemie auf die Personenfähigkeitsparameter der Prä-Tests in der Organik und Anorganik regressiert wurden.

Das Vorwissen im Bereich der Anorganik wird ausschließlich vom Fachwissen in der Allgemeinen ( $\beta_{UDE} = .241, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .241, p < .001$ ), in der Analytischen ( $\beta_{UDE} = .261, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .239, p < .001$ ) und der Physikalischen Chemie präzidiert.

Das Vorwissen in der Organischen Chemie wird maßgeblich vom Vorwissen ( $\beta_{UDE} = .293, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .293, p < .001$ ), dem Fachwissen in der Allgemeinen Chemie ( $\beta_{UDE} = .250, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .250, p < .001$ ) sowie vom Fachwissen in der Analytischen Chemie bestimmt ( $\beta_{UDE} = .282, p < .001$ ;  $\beta_{RUB} = .109, p < .001$ ).

### Diskussion

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass der Fachwissenserwerb in den beiden Teilbereichen der Analytischen und Physikalischen Chemie maßgeblich vom Vorwissen der Studierenden im Bereich der Allgemeinen Chemie beeinflusst wird. Zusätzlich zeigen die Rechenfähigkeiten, die kognitive Leistungsfähigkeiten und das Geschlecht einen Beitrag zum Wissenserwerb in allen Teilbereichen des ersten Semesters. Alle weiteren kognitiven und affektiv-motivationalen Variablen werden vollständig über das jeweilige Vorwissen mediiert und zeigen somit keinen direkten Einfluss auf das erworbene Fachwissen.

Der abschließende Schritt der Analysen zeigt darüber hinaus deutlich, dass das Vorwissen in den weiterführenden Teilbereichen der Organischen und Anorganischen Chemie maßgeblich vom Vor- beziehungsweise Fachwissen der Studierenden in der Allgemeinen Chemie determiniert wird.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich zwei Implikationen ableiten. Zum einen scheint der Einführungskurs der Allgemeinen Chemie der Aufgabe der Vermittlung von chemischen Grundprinzipien und Denkweisen gerecht zu werden. Zum anderen scheint das Wissen im Bereich der Allgemeinen Chemie somit die zentrale Größe für den Wissenserwerb und daraus abgeleitet den dauerhaften Studienerfolg von Chemiestudierenden in der Studieneingangsphase darzustellen. Demzufolge sollten die Fakultäten gerade diesem Einführungskurs besondere Aufmerksamkeit widmen, um frühzeitig defizitäre Wissensstände von Studierenden egalisieren und daraus folgend die Studienabbruchquoten verringern zu können.

**Literatur**

- Bortz, J., & Döring, N. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler* (5., überarb. Aufl.). Springer-Lehrbuch. Heidelberg: Springer.
- Busker, M., Klostermann, M., Herzog, S., Huber, A., & Parchmann, I. (2011). Nicht nur Schulwissen auffrischen: Vorkurse in Chemie. *Nachrichten aus der Chemie*, 59(6).
- Busker, M., Parchmann, I., & Wickleder, M. (2010). Eingangsvoraussetzungen von Studienanfängern im Fach Chemie. *CHEMKON*, 17(4), 163–168. <https://doi.org/10.1002/ckon.201010134>
- Chen, X. *Stem Attrition: College Students & apos; Paths into and Out of StemFields. Statistical Analysis Report. Nces 2014-001.*
- Chen, X. (2015). *STEM attrition among high-performing college students in the United States: scope and potential causes*: OmniaScience.
- Derrick, M. E., & Derrick, F. W. (2002). Predictors of Success in Physical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 79(8), 1013. <https://doi.org/10.1021/ed079p1013>
- Education at a glance 2011: OECD indicators.* (2011). [Paris]: OECD.
- Freyer, K. (2013). *Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie. Studien zum Physik- und Chemielernen: Vol. 156.* Berlin: Logos Berlin.
- Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V. (2016). *Chemiestudiengänge in Deutschland. Statistische Daten 2016.*
- Hahn, K. E., & Polik, W. F. (2004). Factors Influencing Success in Physical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 81(4), 567. <https://doi.org/10.1021/ed081p567>
- Hailikari, T. K., & Nevgi, A. (2010). How to Diagnose At-risk Students in Chemistry: The case of prior knowledge assessment. *International Journal of Science Education*, 32(15), 2079–2095. <https://doi.org/10.1080/09500690903369654>
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., & Woisch, A. (2017). *Zwischen Studierwartungen und Studienwirklichkeit: Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen. Forum Hochschule: 1/2017.* Hannover: Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW).
- Nevill, S., Chen, X., & Carroll, C. D. (2007). *The path through graduate school: A longitudinal examination 10 years after bachelor's degree. Postsecondary education descriptive analysis report.* Washington, DC: National Center for Education Statistics, Institute of Education Sciences, U.S. Dept. of Education.
- Nicoll, G., & Francisco, J. S. (2001). An Investigation of the Factors Influencing Student Performance in Physical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 78(1), 99. <https://doi.org/10.1021/ed078p99>
- Tai, R. H., Sadler, P. M., & Loehr, J. F. (2005). Factors influencing success in introductory college chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(9), 987–1012. <https://doi.org/10.1002/tea.20082>
- Tai, R. H., Ward, R. B., & Sadler, P. M. (2006). High School Chemistry Content Background of Introductory College Chemistry Students and Its Association with College Chemistry Grades. *Journal of Chemical Education*, 83(11), 1703. <https://doi.org/10.1021/ed083p1703>
- Warm, T. A. (1989). Weighted likelihood estimation of ability in item response theory. *Psychometrika*, 54(3), 427–450. <https://doi.org/10.1007/BF02294627>