

Leon Richter¹
Stefen Müller¹
Nastja Riemer²
Claudia Gómez Tutor¹
Johann-Nikolaus Seibert¹

¹RPTU Kaiserslautern-Landau
²Universität Potsdam

Erhebung zu mathematischen Fähigkeiten und Workload im Projekt KiWiSS

Mathematische Kompetenzen und die Workload-Wahrnehmung beeinflussen als zentrale Bestandteile des individuellen Studienprozesses den Erfolg oder Misserfolg von Chemiestudierenden (vgl. Müller, 2024; Averbek, 2021). Im Hochschulkontext wird der Begriff „Workload“ als studentischer Arbeitsaufwand (Lernaufwand, Organisieren etc.) für eine bestimmte Leistung verstanden (Müller, 2024). Der Workload stellt somit eine Komponente der universitären Belastung der Studierenden dar, die auch aus institutioneller Sicht von Bedeutung ist, da der studentische Workload ein verbindliches Kriterium für die Akkreditierung und Planung von Studiengängen ist (Müller, 2024). Unter den Belastungen während des Chemiestudiums dominieren die kognitiv-fachlichen Belastungsquellen, sekundär sind kognitiv-organisatorische sowie physische (inkl. Krankheit) und soziale Belastungsquellen (Schwedler, 2017). Von den Fächern bzw. Teildisziplinen in der Studieneingangsphase wird vor allem Mathematik als belastend genannt, da das geforderte Leistungsniveau viele Studienanfängerinnen und -anfänger fachlich überfordert (Schwedler, 2017). Das Chemiestudium verlangt bereits zu Beginn des Studiums fachspezifisches Wissen und auch hohe mathematische Fähigkeiten und Fertigkeiten (Heublein et al., 2010). In der Chemie ist die Mathematik vor allem eine Anwendungsdisziplin, daher werden vor allem Rechenfertigkeiten benötigt. Die voruniversitären Rechenfertigkeit der Studierenden zählen auch als ein Prädiktor für den Studienerfolg im Fach Chemie (Averbek, 2021). Aus der Literatur ergibt sich eine Diskrepanz zwischen den voruniversitären mathematischen Kenntnissen der Studierenden und den erwarteten bzw. nötigen Kenntnissen für das Studium (vgl. Klostermann, 2014; Heublein et al., 2010; Averbek, 2021; Neumann et al., 2017). Auch wurde das Selbststudium (inkl. Übungen und Vorlesungsnachbereitung) von den Studierenden als anspruchsvollste Lernform genannt (Schwedler, 2017). In diesem Zusammenhang weisen die Ergebnisse von Obrentz (2012) darauf hin, dass Chemiestudierende zwar einige grundlegende Lernstrategien oder Ressourcen effektiv nutzen, aber möglicherweise nicht in der Lage sind, ihren eigenen Zeitplan zu verwalten, ihr Lernen zu organisieren oder diese Fähigkeiten während des Semesters regelmäßig anzuwenden.

Das KiWiSS-Projekt (Kontinuität im Workload durch inhaltliche Strukturierung von Selbstlernzeiten) setzt u. a. an strukturellen Bedingungen des Chemiestudiums an, z. B. Defizite im Bereich der mathematischen Vorkenntnisse zur vollumfänglichen Bearbeitung chemischer Fragestellungen sowie Selbstlernkompetenzen der Studierenden und fokussiert auf eine verbesserte Strukturierung von Selbstlernzeiten und -angeboten in Bezug auf die entsprechenden Fachinhalte. Dieses Projekt zielt darauf ab, die oben beschriebenen Elemente zu adressieren, einerseits die mathematischen Schwierigkeiten und andererseits die universitäre Belastung. Dabei sollen verschiedene Maßnahmen erarbeitet und implementiert werden, wie bspw. Selbstlernmaterialien (Erklärvideos, Übungsblätter, Podcast) und ein Peer-Tutoring- bzw. Peer-Mentoring-Programm. In diesem Beitrag liegt der Fokus auf der

Voruntersuchung zum Selbstlernmaterial für Studierende in der Studieneingangsphase. Damit geeignetes Selbstlernmaterial erstellt werden kann, ist es zuvor notwendig (mathematisches) Vorwissen und damit auch die Defizite sowie den Workload der Studierenden zu erfassen.

Methoden

Die Rechenfertigkeiten von Chemiestudierenden wurden bereits in verschiedenen Studien untersucht, da sich die Studierendenpopulationen jedoch ständig ändern, ist eine kontinuierliche Untersuchung unerlässlich (vgl. Obrentz, 2012). Die methodische Herausarbeitung der mathematischen Inhalte wurde im Rahmen von KiWiSS durch zwei Maßnahmen flankiert: Zum einen wurden die chemiespezifisch notwendigen mathematischen Inhalte der Allgemeinen und Physikalischen Chemie (PC) anhand von Lehrbüchern (z. B. Binnewies et al., 2016; Atkins und de Paula, 2020) und Skripten (zum Praktikum, PC-Vorlesung) qualitativ analysiert, zum anderen wurde eine quantitative Vorstudie zu den mathematischen Fertigkeiten von Chemiestudierenden und deren aktueller Workload durchgeführt. Zur Erfassung des Workloads wurde die sogenannte Workloadkurve von Müller (2024) verwendet. Dabei handelt es sich um ein grafisches Instrument zur Workloadeffassung, bei dem die Befragten Punkte in einem Koordinatensystem setzen, durch deren Position das Ausmaß des Workloads (y-Koordinate) zum jeweiligen Zeitpunkt (x-Koordinate) angegeben wird (Müller, 2024). Die Punkte verbinden sich automatisch zu einer Kurve und können mit workloadauslösenden Ereignissen beschriftet werden (Müller, 2024). Zur Erfassung der mathematischen Fertigkeiten wurden drei Instrumente eingesetzt: der Mathematik-Fragebogen von Klostermann (2014), welcher das breite Anwenden mathematischer Prinzipien abfragt, der Math-Up Skills Test (MUST; Albaladejo et al., 2018), welcher grundlegende arithmetische Fähigkeiten abfragt und der ALSTER Mathematik-Fragebogen in der Grundversion (Müller et al., 2018). Diese drei Instrumente decken das Spektrum der erwarteten Mathematik in der Chemie ab, das durch die Analyse von Lehrbüchern und Skripten ermittelt wurde. Der gesamte Fragebogen umfasst daher 77 Items, welche sich in acht Themenbereiche unterteilen lassen, die in Abbildung 1 dargestellt sind. Der Mathematik-Fragebogen enthält überwiegend Aufgaben aus der Sekundarstufe I und II. Einige Inhalte kommen nur im Leistungskurs vor, andere gar nicht. Die drei Fragebögen weisen jeweils unterschiedliche Ausprägungen in den abgefragten mathematischen Themenbereichen auf. An dieser Vorstudie haben insgesamt $N = 33$ Studierende teilgenommen. Darunter befinden sich $N_{\text{RPTU}} = 19$ bzw. $N_{\text{UP}} = 14$ Studierende des Bachelor Chemie Lehramtsstudiengangs an der RPTU in Kaiserslautern bzw. der Universität Potsdam (UP). Die Teilnehmenden Studierenden befanden sich ca. im vierten Fachsemester und belegten die Lehrveranstaltung Physikalische Chemie.

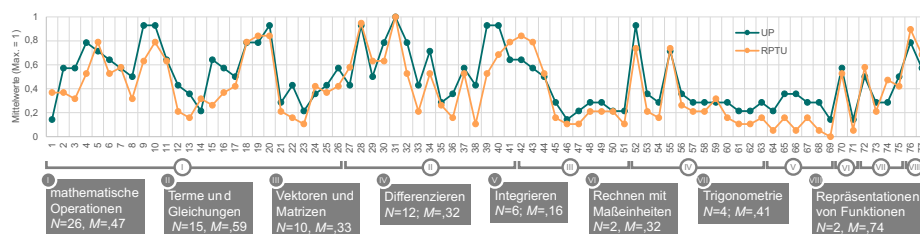


Abbildung 1: Mittelwerte Fragebogen-Items nach Universität, gruppiert nach Themenbereich (mit jeweiliger Item-Anzahl N und Lösungshäufigkeit M pro Themenbereich)

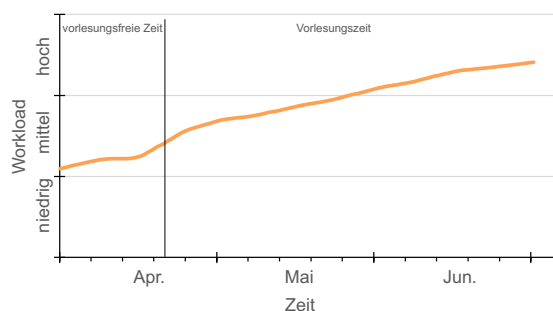


Abbildung 2: Workloadverteilung Studierende Chemie Zeitraum April–Juni 2024 ($N = 31$)

Ergebnisse aus der Vorstudie

In allen drei Fragebögen und bei beiden Universitäten liegt die durchschnittliche Lösungshäufigkeit mit ca. 43,6 % ($SD = 24,5$ %, $N = 33$) unter der Hälfte der zu erreichenden Punkten. Die Lösungshäufigkeiten der einzelnen Items bezogen auf die jeweilige Universität ist in der Abbildung 1 dargestellt. Einige Items waren besonders schwer für die gesamte Studierendengruppe, bspw. 45–51 (Vektoren und Matrizen) und 56–63 (Differenzieren). In dem aus drei Instrumenten zusammengeführten Fragebogen zeigen sich über einzelne Items hinweg ähnliche Muster von Erfolg und Schwierigkeiten bei beiden Universitäten (vgl. Abb. 1). Bei Studierenden der UP ($M = 37,4$; $SD = 17,3$) ist im Vergleich mit den Studierenden der RPTU ($M = 30,8$; $SD = 13,3$) kein signifikanter Unterschied beobachtbar, $t(31) = 1,24$; $p_{\text{einseitig}} = 0,113$. In der Workloadverteilung in Abbildung 2 ist ab Beginn der Vorlesungszeit ein schrittweiser Anstieg des Workloads der Studierenden zu verzeichnen.

Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der Mathematik-Erhebung zeigen deutliche Schwierigkeiten der Studierenden im vierten Semester in allen Themenbereichen, was die Ergebnisse bisheriger Studien bestätigt. Konkret handelt es sich um Schwierigkeiten u. a. beim Umgang mit Logarithmen, beim Umstellen von Gleichungen, Differenzieren, Integrieren und einigen weiteren Inhalten. Diese Fertigkeiten sind insbesondere für die Physikalische Chemie wichtig. Aus der Erhebung und der Analyse von Lehrbüchern bzw. Skripten ergaben sich Themen für das zu erstellende Selbstlernmaterial, wie die oben benannten vier Themen und laborpraktische mathematische Fertigkeiten wie Ausbeute- und Verdünnungsberechnung sowie weitere Themen. Das somit zu erstellende Selbstlernmaterial im Projekt soll einerseits auf diese mathematischen Defizite eingehen und andererseits, wie Stone (2021) betont sich nicht nur auf Defizite im inhaltlichen Vorwissen beschränken. Vor diesem Hintergrund sollen, wie u. a. von Obrentz (2012) erwähnt, Lernstrategien für das Chemiestudium berücksichtigt werden. Dabei soll das erstellte Material den tatsächlichen Arbeitsaufwand für die Studierenden (workloadsensibel sein) und die Relevanz für das Studium berücksichtigen. Die retrospektive Erhebung des Workloads hat außerdem eine Limitation, da Studierende ihren Workload über mehrere Monate reflektieren müssen. Hier kann in zukünftigen Untersuchungen ein ähnlicher Ansatz einer wöchentlichen Belastungserhebung von Lahme et al. (2023) gewählt werden, um die Messungen deutlicher aufzulösen und die Belastungsquellen genauer zu analysieren.

Danksagung: Wir bedanken uns bei der *Stiftung Innovation in der Hochschullehre* für die Förderung des KiWiSS-Projekts.

Literatur

- Albaladejo, J. D. P., Broadway, S., Mamiya, B., Petros, A., Powell, C. B., Shelton, G. R., ... Mason, D. (2018). Confchem conference on mathematics in undergraduate chemistry instruction: Must-know pilot study—math preparation study from texas. *Journal of Chemical Education*, 95 (8), 1428–1429. doi: 10.1021/acs.jchemed.8b00096
- Atkins, P. W., & de Paula, J. (2020). *Kurzlehrbuch Physikalische Chemie*. WILEY-VCH.
- Averbeck, D. (2021). *Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums. Der Einfluss kognitiver und affektiv-motivationaler Variablen*. Logos Verlag.
- Binnewies, M., Finze, M., Jäckel, M., Schmidt, P., Willner, H. & Rayner-Canham, G. (2016). *Allgemeine und anorganische Chemie*. Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-3-662-45067-3
- Fleischer, J., Leutner, D., Brand, M., Fischer, H., Lang, M., Schmiemann, P., & Sumfleth, E. (2019). Vorhersage des Studienabbruchs in naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22(5), 1077-1097. doi: 10.1007/s11618-019-00909-w
- Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D. & Besuch, G. (2010). Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen – Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08. HIS: Forum Hochschule.
- Klostermann, M. (2014). *Lehr-/Lern- Überzeugungen von Studierenden und Lehrenden im Fach Chemie im ersten Studienjahr*. urn:nbn:de:gbv:8-diss-154953
- Lahme, S. Z., Cirkel, J., Hahn, L., Klein, P. & Schneider, S. (2023). *Belastungsquellen in der Studieneingangsphase Physik. Didaktik der Physik Frühjahrstagung – Hannover 2023*. doi: 10.13140/RG.2.2.11206.86084
- Müller, J., Stender, A., Fleischer, J., Borowski, A., Dammann, E., Lang, M. & Fischer, H. E. (2018). Mathematisches Wissen von Studienanfängern und Studienerfolg. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24 (1), 183–199. doi: 10.1007/s40573-018-0082-y
- Müller, S. (2024). *Zur Bedeutung von Workload im Studienprozess: Workloaderhebung zur Unterstützung individueller und institutioneller Aspekte im Studium*. RPTU Kaiserslautern-Landau.
- Neumann, I., Pigge, C. & Heinze, A. (2017). Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium? IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik.
- Obrentz, S. (2012). Predictors of science success: The impact of motivation and learning strategies on college chemistry performance. doi: 10.57709/2227906
- Schwedler, S. (2017). Was überfordert Chemiestudierende zu Studienbeginn? Eine qualitative Analyse zur Ausprägung des Stresserlebens und Ursachen der Fehlbeanspruchung im Studium der Chemie und chemienaher Fächer. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23 (1), 165-179. doi: 10.1007/s40573-017-0064-5
- Stone, D. C. (2021). Student success and the high school-university transition: 100 years of chemistry education research. *Chemistry education research and practice*, 22(3), 579-601. doi: 10.1039/d1rp00085c