

Inklusiver Chemieunterricht mit KI Wahrnehmung und Kompetenzen von Lehramtsstudierenden

Theoretischer Hintergrund

Die Gesellschaft und damit auch das Bildungssystem werden durch zwei große Veränderungen geprägt. Zum einen führen Globalisierung und Migrationsbewegungen zu einer größeren Diversität und zum anderen beeinflusst Künstliche Intelligenz (KI) und deren alltägliche Präsenz alle Lebensbereiche, darunter auch Lehren und Lernen (Baldassarre *et al.*, 2023). Lehrkräfte stehen also vor der Aufgabe, Unterricht sowohl inklusiv als auch technologisch reflektiert zu gestalten. In Bezug auf den ersten Aspekt wird gefordert, die Diversität der Lernenden als Ressource wahrzunehmen und das Lernen für alle zu fördern (OECD, 2023; Sliwka, 2010). Der Ansatz der inklusiven naturwissenschaftlichen Bildung kann Lehrkräfte dabei unterstützen. Dieser bietet mit Herangehensweisen wie dem *Universal Design for Learning* (Rose, 2000) oder der Kombination verschiedener Methoden zur Differenzierung, wie sie bei Kieferle *et al.* (2024) zu finden sind, vielfältige Möglichkeiten. Für den zweiten Aspekt und die Forderung, KI lernfördernd und kritisch im Unterricht einzusetzen, benötigen Lehrkräfte KI Kompetenz (Cukurova & Miao, 2024). Das hier verwendete Konstrukt für KI Kompetenz wurde von Ng *et al.* (2021) entwickelt. Die Autoren unterteilen sie in vier Komponenten: (i) eine affektive, (ii) eine kognitive, (iii) eine verhaltensbezogene und (iv) eine ethische. Um diese KI Kompetenz effektiv im Unterricht nutzen und KI verantwortungsvoll in den Unterricht einbetten zu können, ist außerdem eine didaktische Betrachtung notwendig (Ng *et al.*, 2023).

Dass beide Aspekte zusammenhängen, wird zum Beispiel durch den Aspekt des *human-centered mindset* (Cukurova & Miao, 2024) verdeutlicht, das einen kritischen und inklusiven Einsatz fordert, oder durch die Potenziale, die KI in der individuellen Lernförderung durch zum Beispiel Intelligente Tutor Systeme zugeschrieben werden (Wang *et al.*, 2024). Trotz der vielfältigen theoretischen Ansätze besteht bislang wenig empirisches Wissen darüber, wie Lehramtsstudierende diese beiden Themenfelder – Inklusion und KI – gemeinsam wahrnehmen und miteinander verknüpfen. An dieser Schnittstelle setzt die vorliegende Studie an, die im Rahmen eines universitären Seminars untersucht, wie sich die KI-Kompetenz von Chemielehramtsstudierenden entwickelt und in Beziehung zur inklusiven Unterrichtsgestaltung gesetzt werden kann.

Methodik

Das hier untersuchte Seminar mit zwei Semesterwochenstunden richtete sich an Chemielehramtsstudierende, die bereits die Vorlesung zu den Grundlagen der Chemiedidaktik gehört haben. Behandelt wurden unter anderem die Grundlagen von KI, das Konzept der inklusiven naturwissenschaftlichen Bildung und die Grundlagen der Unterrichtsplanung. Als Prüfungsleistung haben die Studierenden einen Unterrichtsentwurf entwickelt, der den Prinzipien der inklusiven naturwissenschaftlichen Bildung folgt und KI als Unterrichtsmittel nutzt. Neben diesen Unterrichtsentwürfen wurde das Seminar mithilfe eines Pre-Post Studiendesign beforscht. Beide Fragebögen folgen dem *Mixed-Method* Design und enthielten sowohl quantitative auch offene Fragen. Der quantitative Teil des Fragebogens war in der Pre-

und Post-Erhebung identisch und enthält den Fragebogen zur KI Kompetenz von Ng *et al.* (2024), sowie Items zur Selbsteinschätzung beim Unterrichten diverser Gruppen, die innerhalb des EU Projekts *acaSTEMy* entwickelt wurden (acaSTEMy, 2025). Dieser Teil des Fragebogens wurde mit deskriptiver Statistik ausgewertet. Der qualitative Teil des Fragebogens enthält Fragen zur Einstellung der Teilnehmenden gegenüber KI und Ihrer Einschätzung dazu, welchen Einfluss KI auf bestehende soziale Ungleichheiten hat. Darüber hinaus wurde im Post-Fragebogen erhoben, wie KI im Chemieunterricht zur Förderung von Inklusion eingesetzt werden kann. Die offenen Fragen wurden mit induktiver Kategorienbildung nach der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring & Fenzl, 2019) ausgewertet.

Proband:innen

Am Pre-Fragebogen nahmen 14 Chemielehramtsstudierende teil. Sechs der Teilnehmenden studieren Realschullehramt und 8 studieren Gymnasiallehramt. Sechs der Studierenden sind männlich und acht weiblich. Am Post-Fragebogen nahmen 16 Studierende teil, von denen 8 männlich und 8 weiblich sind.

Ergebnisse

Quantitativ

In Bezug auf die affektive Komponente zeigen die Studierenden bereits vor dem Seminar eine hohe intrinsische Motivation, was sich beispielsweise an den hohen Zustimmungswerten ($\bar{O} = 5.29$ auf einer 6-stufigen Skala) zum Item *„Es ist interessant über KI zu lernen“* zeigt. Nach dem Seminar steigt insbesondere die wahrgenommene Relevanz von KI im Alltag deutlich an. Bei der Selbstwirksamkeit zeigt sich, dass am Ende des Seminars alle Studierenden glauben, KI bezogene Aufgaben gut erledigen zu können. Zusätzlich zeigen die Studierenden am Ende des Seminars eine höhere Bereitschaft, KI auch künftig einzusetzen. Im Gegensatz dazu bleibt die Kooperation innerhalb der verhaltensbezogenen Komponente deutlich schwächer ausgeprägt. In Bezug auf die kognitive Komponente der KI Kompetenz zeigten sich leichte Fortschritte. Die Studierenden fühlen sich tendenziell sicherer, Definitionen von KI abzurufen, zeigen jedoch weiterhin Unsicherheiten im Vergleich verschiedener KI Konzepte. Das ethische Bewusstsein ist bereits zu Beginn hoch und steigt weiter an. Zum Beispiel stimmen alle Teilnehmenden im Post-Test zu, dass KI genutzt werden kann, um benachteiligte Personen zu unterstützen.

In Bezug auf das Unterrichten diverser Gruppen zeigt sich am Ende des Seminars eine höhere Selbsteinschätzung dahingehend, die Diversität von Lernenden und die daraus resultierenden Bedürfnisse zu erkennen. Das Unterrichten von Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichen Sprachniveaus ist sowohl im Pre- als auch im Post-Test der Bereich, in dem die Studierenden am unsichersten sind.

Qualitativ

Die Studierenden zeigen zu Beginn des Seminars neutrale, positive und positiv-kritische Haltungen. Am Ende des Seminars überwiegt die positiv-kritische Haltung ($N=10$). Generell beziehen am Ende des Seminars mehr Studierende differenziert Stellung. Hinsichtlich des Einflusses von KI auf bestehende soziale Ungleichheiten erläutern die Studierenden im Post-Test konkrete Effekte und Zusammenhänge und nennen hier beispielsweise ungleichen Zugang zu Anwendungen und KI Bildung. In Bezug auf den Einsatz von KI für Inklusion im Unterricht äußern die Studierenden vielfältige Ideen. KI wird sowohl als Unterstützung für Lehrkräfte bei der Materialentwicklung als auch als Lernbegleiter oder Sprachtool für Schülerinnen und Schüler beschrieben.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die KI Kompetenz der Studierenden innerhalb des Seminars gefördert werden konnte und die Studierenden sich ein differenziertes Bild von KI im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht bilden konnten. Für die Einordnung der Ergebnisse wird das *Interconnected Model of Teacher Professional Growth* (Clarke & Hollingsworth, 2002) verwendet. Dieses beschreibt professionelle Entwicklung als vernetztes Zusammenspiel verschiedener Domänen, wie etwa persönlicher Überzeugungen, praktischer Erfahrungen, äußerer Impulse und wahrgenommener Konsequenzen, die sich gegenseitig durch Anwendungs- und Reflexionsprozesse beeinflussen. Aus der Perspektive dieses Modells lassen sich die Ergebnisse vor allem in der persönlichen Domäne verorten. Die Studierenden zeigen eine erhöhte Sensibilisierung gegenüber den Risiken und Potenzialen von KI im Unterricht und haben Wissen zu KI Systemen gewonnen. Diese Entwicklung wurde durch Impulse aus dem Seminar wie etwa in Form von Inputphasen und Feedbackprozessen (äußere Domäne) sowie durch das Experimentieren mit KI-Anwendungen (praktische Domäne) und die gemeinsame Reflexion der Ergebnisse (Konsequenzdomäne) begünstigt. Das Zusammenspiel dieser Domänen verdeutlicht, dass professionelle Entwicklung kein linearer Prozess ist, sondern durch kontinuierliche Wechselwirkungen zwischen Handeln, Reflektieren und Veränderungen in den genannten Domänen geprägt wird. Gerade die Kombination aus theoretischem Input, praktischem Experimentieren und gemeinsamer Reflexion scheint aus unserer Perspektive relevant zu sein, um die komplexen Themenbereiche KI und Inklusion miteinander verbinden zu können. Trotz der positiven Entwicklung der Studierenden in der persönlichen Domäne, ist bei der Beurteilung der Prüfungsleistung aufgefallen, dass trotz vieler kreativer Ideen zur Nutzung von KI im inklusiven Chemieunterricht, der Einsatz innerhalb der erstellten Unterrichtseinheiten eher rudimentär bleibt. Ein Erklärungsansatz hierfür könnte sein, dass die Studierenden bei der Abgabe einer Prüfungsleistung eine höhere Hemmschwelle haben, mit neuen Methoden zu experimentieren. Ein weiterer Erklärungsansatz könnte eine Diskrepanz zwischen dem Wissen und Fähigkeiten mit KI sowie deren Implementierung im Unterricht sein. Dies deutet darauf hin, dass die Studierenden hier zusätzlichen Weiterbildungsbedarf haben und, dass die praktischen Erfahrungen und Impulse zu KI noch stärker mit den Inhalten des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts verzahnt werden sollten, um den Transfer von der persönlichen in die praktische Domäne zu fördern.

Insgesamt verdeutlicht die Studie, dass die gezielte Verknüpfung von KI und Inklusion in der Lehramtsausbildung ein wirksamer Ansatz ist, um die professionelle Entwicklung angehender Lehrkräfte in einer zunehmend digitalisierten und heterogenen Bildungslandschaft zu unterstützen. Künftige Untersuchungen sollten prüfen, wie dieser Lernprozess langfristig stabilisiert und nachhaltig in die Unterrichtspraxis übertragen werden kann.

Danksagung

Diese Forschung wurde durch das ERASMUS+ Projekt „*acasSTEMy - Trans-national STEM teacher education focussing on transversal competence and sustainability education*“ unterstützt, das von der Europäischen Union finanziert wurde. Wir möchten der Europäischen Union für ihre finanzielle Unterstützung danken. Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.

Literatur

- acaSTEMy. (2025). Trans-national STEM teacher education focusing on transversal competence and sustainability education. Zugriff Juli 2025, <https://www.acastemy.eu/>
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967
- Cukurova, M. & Miao, F. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO Publishing
- Kieferle, S., Devetak, I., Essex, J., Hayes, S., Stojanovska, M., Mamlok-Naaman, R. & Markic, S. (2024). A rising tide lifts all boats? The model of differentiation as a tool for diversity in science toward social inclusion. *J. Chem. Ed.*, 101(3), 789-797
- Mayring, P. & Fenzl, T. (2019). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Springer
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W. & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Su, J., Ng, R. C. W. & Chu, S. K. W. (2023). Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Educational technology research and development*, 71(1), 137-161
- Ng, D. T. K., Wu, W., Leung, J. K. L., Chiu, T. K. F. & Chu, S. K. W. (2024). Design and validation of the AI literacy questionnaire: The affective, behavioural, cognitive and ethical approach. *British Journal of Educational Technology*, 55(3), 1082-1104
- OECD. (2023). *Equity and inclusion in education: Finding strength through diversity*. Paris: OECD Publishing
- Rose, D. (2000). Universal design for learning. *Journal of Special Education Technology*, 15(4), 47-51
- Sliwka, A. (2010). From homogeneity to diversity in German education of the chapter. In *Educating Teachers for Diversity: Meeting the Challenge*. OECD Publishing
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T. & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252 124167