

KI in den Fachwissenschaften – Implikationen für Lehren und Lernen

Ausgangslage

Mit Einführung von *ChatGPT* im November 2022 ist Künstliche Intelligenz (KI) als Zukunftstechnologie in den Vordergrund des gesellschaftlichen Diskurses gerückt. In diesem stehen neben Fragen zu möglichen ethischen Risiken und der daraus abgeleiteten Notwendigkeit einer Regulierung (bspw. EU AI act, 2024) auch die stark gewachsene Relevanz von KI für zahlreiche Anwendungsbereiche in Wirtschaft, Gesellschaft und Forschung im Fokus (z. B. Bajwa et al., 2021; Bitkom e.V., 2025; OECD, 2023). Insbesondere in der naturwissenschaftlichen Forschung und Anwendung ist KI ein inzwischen unverzichtbares Werkzeug (vgl. Berber et al., 2025), was durch die Vergabe der Nobelpreise an Arbeiten zu KI in Physik und Chemie 2024 (The Royal Swedish Academy of Sciences, 2024b, 2024a). Auch in den schulischen Diskurs hat KI inzwischen Eingang gefunden – diskutiert wird sie hier als a) *Werkzeug* zur Unterstützung des Lehrens und Lernens; z. B. bei der Gestaltung von Unterricht oder Begleitung von Lernenden, oder als b) *generalisierter Lerngegenstand*, wobei Chancen und Risiken des KI-Einsatzes, die technische Funktionsweise sowie die kritisch-reflektierte Verwendung (generativer) KI-Systeme im Fokus stehen (vgl. Kultusministerkonferenz, 2024). Auffällig an der schulischen Betrachtung von KI als *Lerngegenstand* ist die bisher fehlende fachliche Ausdifferenzierung - konkret die Beleuchtung naturwissenschaftsspezifischer Aspekte der KI-Nutzung. Mit Blick auf die Relevanz von KI für den Bereich der Naturwissenschaften und die damit zusammenhängenden disruptiven Veränderungen in Gegenwart und Zukunft der Schülerinnen und Schüler (SuS) sowie im Bereich von Nature of Science, ergibt sich der Bedarf über diese Technik zu lernen auch in den Fächern Biologie, Chemie und Physik.

Ziel dieses Forschungsprojekts ist daher darzustellen, in welchen Bereichen der chemischen und chemienahen Forschung KI eine Rolle spielt und für welche Zwecke sie dort genutzt wird. Ausgehend von diesen Erkenntnissen wird untersucht, wie ebendiese Rolle von KI im naturwissenschaftlichen Unterricht aufgegriffen werden kann. Die zur Untersuchung dieser Fragen durchgeführten Studien werden im Folgenden vorgestellt.

Studiendesign und Erkenntnisse – Studie 1 (Berber et al., 2025)

Zur Aufklärung der Rolle von KI in der naturwissenschaftlichen Forschung wurde ein Meta-Analyse (Review) durchgeführt, in welche wissenschaftliche Forschungsartikel aus den Jahren 2022-23 aufgenommen wurden deren Journals im *Web of Science* gelistet sind und unter die Top 100 Q1-Journals fallen. Die finalen analysierten $n = 98$ Artikel stammen aus 17 Fachbereichen, wobei Pharmakologie, Biochemie und Materialwissenschaften die drei größten Bereiche darstellen. Weiter wurde untersucht, inwiefern sich die dargestellten KI-Nutzungsszenarien in verschiedene Anwendungsbereiche unterteilen lassen: In 64 % der analysierten Artikel wird KI genutzt, um Vorhersagen über bspw. Proteinstrukturen, Reaktionsausbeuten und Stoffeigenschaften zu machen. Weitere wichtige Anwendungsbereiche sind das KI-gestützte *de-novo* Design von Molekülen (15 % der Artikel)

und die Erkennung von Mustern insbesondere in Bilddaten (z. B. histologische Aufnahmen, NMR-Daten; 10 % der Artikel). Zu kleinen Teilen sind naturwissenschaftlich genutzte KI-Systeme selbst Forschungsgegenstand (5 % der Artikel) und/oder werden zur Optimierung verschiedener Prozesse genutzt (4 % der Artikel).

Ausgehend von diesen Erkenntnissen und mit Blick auf die Notwendigkeit, die naturwissenschaftliche KI-Nutzung in der Schule zu thematisieren, wurde ein Workshop für Naturwissenschaftslehrkräfte entwickelt; Ziel dieser Veranstaltung war es, in einem konstruktiven Prozess mit den teilnehmenden Lehrkräften erste Hinweise auf die ggf. nötige Ausrichtung zukünftiger, ausführlicherer Fortbildungskonzepte sowie die möglichen Inhalte konkreter Unterrichtsmaterialien zum Thema zu erhalten. Begleitet durch eine Prä- und Postbefragung, konnten die am Workshop teilnehmenden Lehrkräfte vier repräsentative Anwendungsfelder von KI in der naturwissenschaftlichen Forschung kennenlernen – KI zur Planung von Syntheserouten, Vorhersage von Proteinstrukturen, dem autonomen Betreiben von Laboren sowie zur Verarbeitung von Bildern. Im Zuge der Befragung zeigte sich u. a., dass den teilnehmenden Chemielehrkräften ($n = 18$) die Nutzung von KI in der Fachwissenschaft vorab annähernd unbekannt ist, ihr Wille, das Thema zukünftig im Unterricht anzusprechen, nach dem Workshop jedoch deutlich gestiegen ist. Zudem gaben sie an, dass die Nutzung von KI in der Syntheseplanung, gefolgt von ihrer Rolle bei der Autonomisierung von Laboren im Chemieunterricht, besonders relevant zu thematisieren ist. Weniger relevant ist den Lehrkräften zufolge ein Einblick in die KI-gestützte Proteinstrukturaufklärung – am irrelevantesten die KI-gestützte Verarbeitung von naturwissenschaftlichen Bilddaten. Basierend auf dem Kompetenzrahmen DiKoLAN (Thyssen et al., 2025) sollten die Lehrkräfte außerdem angeben, welche Kompetenzen sie annehmen zu brauchen, um die jeweiligen KI-Anwendungsbeispiele unterrichten zu können. Es zeigte sich, dass insbesondere TCK-Kompetenzen aus fachspezifischeren Kompetenzbereichen als notwendig erachtet werden (s. Berber et al. (2025) für Details der Studie).

Studiendesign und Erkenntnisse – Studie 2

Aufbauend auf den Befunden der ersten Studie wird eine weitere Studie durchgeführt, um konkretes Unterrichtsmaterial zur Thematik zu entwickeln und dessen Nutzen zu untersuchen. Das Material wurde nach den Prinzipien der partizipativen Aktionsforschung (Eilks & Ralle, 2002) in Kooperation mit Fachleitern eines Studienseminars und mithilfe des im Zuge von Fortbildungen gegebenen Feedbacks von Naturwissenschaftslehrkräften in zwei Zyklen entworfen, überarbeitet und mit Lernenden der gymnasialen Oberstufe erprobt. Lernziele der Unterrichtsstunde sind, dass die SuS:

- Verschiedene Anwendungsbeispiele von KI in den Naturwissenschaften benennen können.
- Grundlegende Funktionsprinzipien der kennenzulernenden KI-Systeme anhand dieser Anwendungsbeispiele beschreiben können.
- Potentiale und Risiken der naturwissenschaftlichen KI-Nutzung diskutieren können.

In der entwickelten Unterrichtsstunde setzen sich die SuS daher zunächst mit den vier didaktisch aufbereiteten Anwendungsbeispielen naturwissenschaftlicher KI-Nutzung auseinander, die bereits Teil des Workshops (s. Studie 1) waren. Die hierbei kennengelernten Potentiale der KI-Nutzung werden in der zweiten Unterrichtsphase durch die Sammlung

möglicher Risiken der behandelten KI-Nutzung kontrastiert und abschließend in einer von der Lehrkraft moderierten Plenumsdiskussion gegeneinander abgewogen. Mit einer die Stunde begleitenden quantitativen Erhebung wurden KI-bezogene Kompetenzen der SuS sowie ihr „Bild“ von naturwissenschaftlicher KI-Nutzung erhoben (s. Tab. 1): ausgehend von einem einigermaßen hohen grundlegenden Interesse (Skala adaptiert nach Wilde et al., 2009) am Thema und der Einschätzung von KI als einigermaßen relevant für die Naturwissenschaften, konnten beide Aspekte durch die Stunde signifikant gesteigert werden. Die Einstellung der SuS gegenüber der Nutzung von KI in den Naturwissenschaften (NW) (Skala adaptiert nach Stein et al., 2024) ist vorab relativ positiv, und verändert sich nicht signifikant durch die Stunde.

Tabelle 1: "Bild" der Lernenden von KI in den Naturwissenschaften.

Konstrukt/Frage	n	Skala	Prä (M)	Post (M)	p	r
Einstellung gegenüber der Nutzung von KI in den NW	115	negativ (1) – positiv (5)	3.72	3.71	.79	
Geschätzte Relevanz von KI in den NW	117	niedrig (1) – hoch (5)	3.87	4.25	<.001	.42
Interesse etwas über KI in den NW zu lernen	115	niedrig (0) – hoch (4)	2.75	2.92	.03	.2

Hinsichtlich der Kompetenzen der Lernenden ist u. a. zu beobachten, dass diese nach der Stunde ein deutlich differenzierteres Bild von möglichen Risiken und Potentialen der naturwissenschaftlichen KI-Nutzung haben, als es zuvor der Fall war. Analog zu den Erkenntnissen des Workshops gaben auch die Lehrkräfte, die die Stunde durchführten ($n = 12$), an, dass ihnen KI als Werkzeug der Naturwissenschaften vor der Studie größtenteils ($n = 11$) nicht oder nur oberflächlich bekannt war, sie die Thematisierung jedoch (einstimmig) für hoch relevant halten. Gründe für die gesehene Relevanz sind, laut den Lehrkräften, die Notwendigkeit SuS aufzuzeigen, dass:

- Generative KI-Systeme und deren Anwendungen nur einen Teil des Spektrums „KI“ ausmachen und es weitere wichtige Anwendungsmöglichkeiten von KI gibt ($n = 10$).
- KI-Nutzung im naturwissenschaftlichen Bereich durch verschiedenste Lebensweltbezüge Alltag und (ggf. berufliche) Zukunft der SuS beeinflusst ($n = 12$).
- Die naturwissenschaftliche Nutzung von KI mit verschiedenen Potentialen, aber auch Risiken einhergeht ($n = 11$).

Fazit Das im Zuge von Studie 1 durchgeführte Literaturreview bestätigt KI als hoch relevantes Werkzeug naturwissenschaftlicher Forschung und Anwendung und gibt dabei ein differenzierteres Bild auf die KI-Nutzung in der chemischen und chemienahen Forschung. Die Durchführung und Beforschung des hierauf aufbauenden Workshops konnte zudem Hinweise liefern, welche inhaltlichen Fokuspunkte weiterführende Professionalisierungsangebote sowie Unterrichtsmaterialien haben sollten, um Naturwissenschaftslehrkräfte zu befähigen die Thematik im Naturwissenschafts- und spezifisch im Chemieunterricht adressieren zu können. Unterrichtsmaterial das u. a. die Nutzung von KI in der Synthesepaltung und bei der Autonomisierung von Laboren thematisiert, scheint es zu ermöglichen, Lernenden KI-

Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Kontext und die Relevanz dieser Technologie zu vermitteln sowie sie für das Lernen darüber zu interessieren.

Literatur

- Bajwa, J., Munir, U., Nori, A. & Williams, B. (2021). Artificial intelligence in healthcare: Transforming the practice of medicine. *Future Healthcare Journal*, 8(2), e188–e194. <https://doi.org/10.7861/fhj.2021-0095>
- Berber, S., Brückner, M., Maurer, N. & Huwer, J. (2025). Artificial intelligence in chemistry research—implications for teaching and learning. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01033>
- Bitkom e.V. (2025). Industrie 4.0: 42 Prozent der Unternehmen Prozent setzen KI in der Produktion ein | Presseinformation | Bitkom e. V. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Industrie-4.0-Unternehmen-KI-Produktion>
- Eilks, I. & Ralle, B. (2002). Partizipative Fachdidaktische Aktionsforschung. Ein Modell für eine begründete und praxisnahe curriculare Entwicklungsforschung in der Chemiedidaktik. *CHEMKON*, 9(1), 13–18. [https://doi.org/10.1002/1521-3730\(200201\)9:1%3C13::AID-CKON13%3E3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/1521-3730(200201)9:1%3C13::AID-CKON13%3E3.0.CO;2-5)
- EU AI act, 32024R1689 (2024). <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>
- Kultusministerkonferenz. (2024). *Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen*. Sekretariat der Kultusministerkonferenz. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_10_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf
- OECD (2023). Generative artificial intelligence in finance (OECD Artificial Intelligence Papers No. 9; OECD Artificial Intelligence Papers). OECD. <https://doi.org/10.1787/ac7149cc-en>
- Stein, J.-P., Messingschlager, T., Gnams, T., Hutmacher, F. & Appel, M. (2024). Attitudes towards AI: Measurement and associations with personality. *Scientific Reports*, 14(1), 2909. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53335-2>
- The Royal Swedish Academy of Sciences. (2024a). *The Nobel Prize in Chemistry 2024*.
- The Royal Swedish Academy of Sciences. (2024b). *The Nobel Prize in Physics 2024*.
- Thyssen, C., Meier, M., Becker-Genschow, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Thoms, L.-J. & von Kotzebue, L. (Hrsg.). (2025). *Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften—DiKoLAN PLUS*. Joachim Herz Stiftung. <https://doi.org/10.60530/opus-3489>
- Wilde, M., Bätz, K., Kovaleva, A. & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 31–45. <https://doi.org/10.25656/01:31663>