

**Christoph Horst¹, Joel Zimmermann², Matthias Breiling³,
Liam Wesemann⁴, Miriam Barnat⁵ & Jost Seibler⁶**

Modernisierung von MINT-Praktika durch GenKI – Zugang zum forschenden Lernen?

Zusammenfassung

Die Arbeit thematisiert generative Künstliche Intelligenz (GenKI) in MINT-Praktika, fokussiert auf die Unterstützung des forschenden Lernens. Dabei wurden mehrere KI-basierte Chatbots entwickelt und evaluiert, um Studierende in ihrem selbst-gesteuerten Lernprozess zu unterstützen. Der Schwerpunkt liegt auf der Vermittlung komplexer wissenschaftlicher Konzepte und der Förderung von Selbstständigkeit. Die letzte, themenspezifischere Generation, des Bots zeigt eine deutliche Verbesserung in der Unterstützung des Lernprozesses. Die Arbeit schlägt einen dreistufigen Prozess vor, wie GenKI gezielt eingesetzt werden kann, um das forschende Lernen in naturwissenschaftlichen Praktika zu unterstützen.

Schlüsselwörter

Forschendes Lernen, generative KI, Naturwissenschaftliche Praktika, ChatGPT, MINT

-
- 1 Corresponding author; FH Aachen; horst@fh-aachen.de, ORCID 0009-0008-2893-0345
 - 2 FH Aachen; j.zimmermann@alumni.fh-aachen.de; ORCID 0009-0004-3190-2880
 - 3 FH Aachen; matthias.breiling@alumni.fh-aachen.de; ORCID 0009-0003-3300-9132
 - 4 FH Aachen; liam.wesemann@alumni.fh-aachen.de; ORCID 0009-0007-4644-7325
 - 5 FH Aachen, barnat@fh-aachen.de; ORCID 0009-0006-0655-847X
 - 6 FH Aachen; seibler@fh-aachen.de; ORCID 0009-0006-7765-5445

Dieser Beitrag wurde unter der Creative-Commons-Lizenz 4.0 Attribution (BY) veröffentlicht.

<https://doi.org/10.21240/zfhe/SH-KI-2/04>

Modernisation of STEM internships through GenAI: Access to research-based learning?

Abstract

This paper explores generative artificial intelligence (GenAI) in STEM internships, focusing on the support of research-based learning. Several AI-based chatbots were developed and evaluated to support students in their self-directed learning process. The focus is on teaching complex scientific concepts and promoting independence. The latest, more topic-specific generation of the bot showed a significant improvement in support during the learning process. The paper proposes a three-stage process for using GenAI to support inquiry-based learning in science internships.

Keywords

research-based learning, generative AI, science internships, ChatGPT, STEM

1 Einleitung

Seit den 2000er-Jahren werden intelligente Tutoring-Systeme in Hochschulen erprobt und angewendet (Leonhardt et al., 2003; Leonhardt & Neisse, 2003; Pietro et al., 2006). Mit ChatGPT3.5 und der breiten Verfügbarkeit generativer KI eröffnen sich neue Möglichkeiten für die Hochschullehre. So erreichte ChatGPT3.5, zur Verfügung gestellt im November 2022, innerhalb von zwei Monaten über 100 Millionen Nutzer:innen (Hu, 2023). Die Veröffentlichung des Large Language Models (LLM) rückt das Thema in das Zentrum der Diskussion über transformative Prozesse in der Hochschullehre, denn GenKI bietet hier verschiedenste Einsatzmöglichkeiten.

Eine zentrale Aufgabe der Hochschulbildung ist die Entwicklung der Kompetenzen, wissenschaftlich zu arbeiten. Wie bei allen digitalen Innovationen werden auch in Bezug auf KI Befürchtungen geäußert, dass Studierende bestimmte Kompetenzen nicht mehr erlernen, weil sie die Erstellungsprozesse von wissenschaftlichen Arbeiten an die Technik delegieren. Einige Hochschulen haben deshalb bereits Maßnahmen ergriffen und beispielsweise schriftliche Abschlussarbeiten durch praktisch orientierte Projekte ersetzt (DER STANDARD, 2023). Auf der anderen Seite bietet GenKI auch neue Möglichkeiten, die Entwicklung dieser Kompetenzen zu unterstützen, z. B. im Rahmen forschenden Lernens (Jenkins et al., 2007). Die für das forschende Lernen kennzeichnende Offenheit (Kergel, 2014) ist für Studierende oft eine Herausforderung. Forschendes Lernen ist angesiedelt am oberen Ende der Lehrzieltaxonomien Blooms (Bloom et al., 1956; Oliver, 2008) und stellt damit auch Ansprüche an die Selbstorganisation (Huber, 2009). Im Rahmen dieser anspruchsvollen Lehr-Lernszenarien stellt sich die Frage, wie die Studierenden gut zu unterstützen sind, ohne ihre Autonomie zu stark einzuschränken. Die Rolle des Lehrenden wird in diesem Kontext oft mit der eines Coaches beschrieben (z. B. Levy et al., 2009). In dieser Funktion kann GenKI als neues Werkzeug unterstützen, weil es individualisierte Unterstützung ermöglicht, gerade auch in Veranstaltungen mit großen Lerngruppen. Im Kontext des forschenden Lernens könnten Studierende GenKI-Modelle nutzen, um neue wissenschaftliche Hypothesen zu diskutieren, experimentelle Daten

zu analysieren und um wissenschaftliche Abhandlungen zu schreiben. Es kann demnach als wertvolles Werkzeug eingesetzt werden, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass es bewusst und kritisch genutzt wird, um die wissenschaftliche Integrität zu wahren (Gimpel, 2023). Es stellt damit auch neue Anforderungen, einerseits was die effektive Nutzung angeht, das sogenannte *prompten*, andererseits was die Beurteilung der Antworten betrifft (Gimpel, 2023). Die konkreten Erfahrungen im Umgang mit GenKI für das Erlernen wissenschaftlichen Arbeitens sind aufgrund der Neuigkeit der Entwicklung noch begrenzt. Der folgende Entwicklungsbeitrag berichtet von dem Einsatz von individualisierten Chatbots in einem MINT Praktikum, liefert erste datenbasierte Hinweise auf die Nutzungsweisen und dessen Erfolg. Außerdem gibt er Einblick in die iterative Weiterentwicklung des Praktikums und der genutzten Bots. Er diskutiert die gewonnenen Erkenntnisse, kondensiert sie in ein Modell und konkrete Hypothesen, die eine Grundlage für weitere Forschung bieten.

1.1 Darstellung des Falls

Im Biochemie-Praktikum der Bachelorstudiengänge Biotechnologie bzw. Angewandte Chemie steht das forschende Lernen im Mittelpunkt. Die Studierenden (WS23/24: $n = 54$, SoSe24: $n = 99$) wählen selbstständig aus vier Themengebieten und entwickeln darin eine eigene (neuartige) Forschungsfrage. Unterstützt wird dies durch digitale Hilfestellungen wie Videos, Lernmodule und interaktive Anleitungen. Nach einer ersten Konzeptentwicklung präsentieren die Studierenden ihre Projekte in einer kurzen Projektbörse, indem sie Feedback von Lehrpersonal erhalten. Anschließend überarbeiten sie ihre Forschungsfrage und erstellen in einem Seminar einen detaillierten Projektplan, der in einem vier- bis achttägigen Laborpraktikum individuell und experimentell umgesetzt wird. Abschließend dokumentieren sie ihre Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Abhandlung.

Generative KI wird in diesem Praktikum in verschiedenen Funktionen und Generationen eingesetzt:

1. Als genereller Tutor, zur Unterstützung der Lernorganisation im Labor.
2. Als Unterstützung für die Generierung und Diskussion von Forschungsfragen
3. Als Unterstützung bei der Anwendung einer besonders anspruchsvollen biotechnologischen Labormethode.

Generative KI bedeutet in diesem Zusammenhang, dass eigene Chatbots für die Veranstaltung entwickelt wurden. Dazu wurde beim Bot der Generation (Gen) 1 und 2 auf den kommerziellen Betreiber Botpress und bei der 3. Gen auf den Betreiber OpenAI, mit seiner Möglichkeit eigene GPTs zu konstruieren, zurückgegriffen. Ein wesentlicher Mehrwert dieser individuell entwickelten Chatbots besteht darin, dass sie die Unterlagen der Lehrveranstaltung nutzen und somit gezielt auf die spezifischen Inhalte und Anforderungen des Praktikums abgestimmt sind.

Der Einsatz eines KI-basierten Chatbots zur Unterstützung von Studierenden im Laborumfeld fand in zwei Semestern statt (WiSe 23/24 und SoSe 2024). Im WiSe23/24 wurde der kommerzielle Botpress-basierte Chatbot der 1. Generation im Praktikum eingeführt. Im Anschluss an die Teaching Analysis Poll (TAP, Durchführung am Ende des WiSe23/24) wurde der ebenfalls Botpress-basierte Chatbot der Gen 2 speziell für das Erarbeiten und Diskutieren von Forschungsfragen aufgebaut, um ihn im SoSe2024 in einem Seminar zur Vorbereitung auf das Praktikum einzusetzen. Die Chatbots der 1. und 2. Generation erhielten als Knowledge Base Zugriff auf alle methodischen Anleitungen (n = 55) des Praktikums. Die Knowledge Base dient GenKI als Datenbank mit gesammeltem Wissen, auf welches die KI zurückgreifen kann, um Fragen zu beantworten. Dieser Prozess wird durch Retrieval Augmented Generation (RAG) unterstützt, einen Ansatz, bei dem relevante Informationen aus Datenquellen abgerufen und direkt in die generierten Antworten eines KI-Modells eingebaut werden (Li et al., 2024). Beide Chatbots waren im Lernmanagementsystem per Direktlink ohne weitere Identifikation frei verfügbar. Beim Chatbot der 3. Gen wurde eine ChatGPT4.o-basierte Hilfestellung zu einer spezifischen, aufwendigen Labormethode aufgebaut. Dieser war nur im Labor an einem iPad unter vorheriger Einweisung verfügbar.

Es wurden jeder Praktikumsgruppe eine kurze Einführung (30 min) im Seminar zum Projektplan zur jeweiligen GenKI und allgemeine Regeln zum Prompten vorgestellt.

1.2. Evaluation des Einsatzes der Chatbots

1.2.1. Evaluationsfragen und -methoden

Für die Evaluation und Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung ergaben sich folgende Fragen:

1. Wie schätzen die Studierenden ihre Kompetenzen im Umgang mit den Chatbots ein?
2. Wie nutzen die Studierenden die Chatbots? Sind die Chatbots geeignet, die Studierenden bei der Erreichung der beschriebenen Lernziele zu unterstützen?
3. Wie bewerten die Studierenden den Chatbot in Bezug auf die Unterstützung des Lernprozesses?

Die spezifische Ausrichtung und der Einsatzbereich der einzelnen Chatbot-Generationen erforderten jeweils angepasste Evaluationsmethoden, um die unterschiedlichen Anwendungskontexte und Zielsetzungen adäquat zu berücksichtigen.

Zur Beantwortung der Evaluationsfragen wurden ein Gruppeninterview im Rahmen eines Teaching Analysis Polls, die Analyse der von Studierenden an die Chatbots gesendeten Eingaben (Prompts) und leitfadengestützte Einzelinterviews herangezogen. Die moderierte Gruppendiskussion unter Studierenden wurde von Mitarbeiter:innen des Zentrum für Hochschulentwicklung und Qualitätsmanagement (ZHQ) organisiert und durchgeführt. Die Teilnahme am TAP ist für die teilnehmenden Studierenden freiwillig und die Aussagen werden anonymisiert an die Lehrperson weitergegeben (Frank et al., 2011). Die Fragen des TAPs thematisierten das Praktikum im Allgemeinen, der Chatbot wurde aber gesondert angesprochen.

Um die studentischen Interaktionen mit den Chatbots zu analysieren, wurden die Prompts der Nutzer:innen und die Antworten der GenKI ausgewertet. Hierfür wurden die Prompts eingesehen, gespeichert und zusammengefasst. In Gen 1 wurden die Anfragen kategorisiert, in allen Generationen wurde der Verlauf des gesamten Chats bewertet. Die thematische Einteilung der Prompts erfolgte mithilfe eines induktiv entwickelten, themenbasierten Kategorienleitfadens. Die Bewertung, ob die initiale Anfrage (Prompt) beantwortet wurde, erfolgte anhand eines deduktiv abgeleiteten Leitfadens. Die Bewertung des Erfolgs einer Anfrage erfolgte anhand der Erreichung des definierten Lernziels des jeweiligen Chatbots (Abb. 1) durch Lehrende. Dabei wurde untersucht, inwieweit die Ausgabe des Bots sowie der darauffolgende Gesprächsverlauf zur Erreichung dieses Ziels beigetragen haben. Die Analyse wurde unter der Annahme der Perspektive der Studierenden durchgeführt, um nachvollziehen zu können, ob die Interaktionen mit dem Bot eine effektive Unterstützung im Lernprozess darstellten.

Die Befragung für die Nutzung von Gen 3 wurde in Form eines semistrukturierten, leitfadengesteuerten Interviews mit allen Nutzenden durchgeführt (n = 7). Die Interviews wurden transkribiert und in Bezug auf die Forschungsfragen analysiert.

Ein Überblick über die verschiedenen Bots und die genutzten Auswertungsmethoden gibt die folgende Grafik:

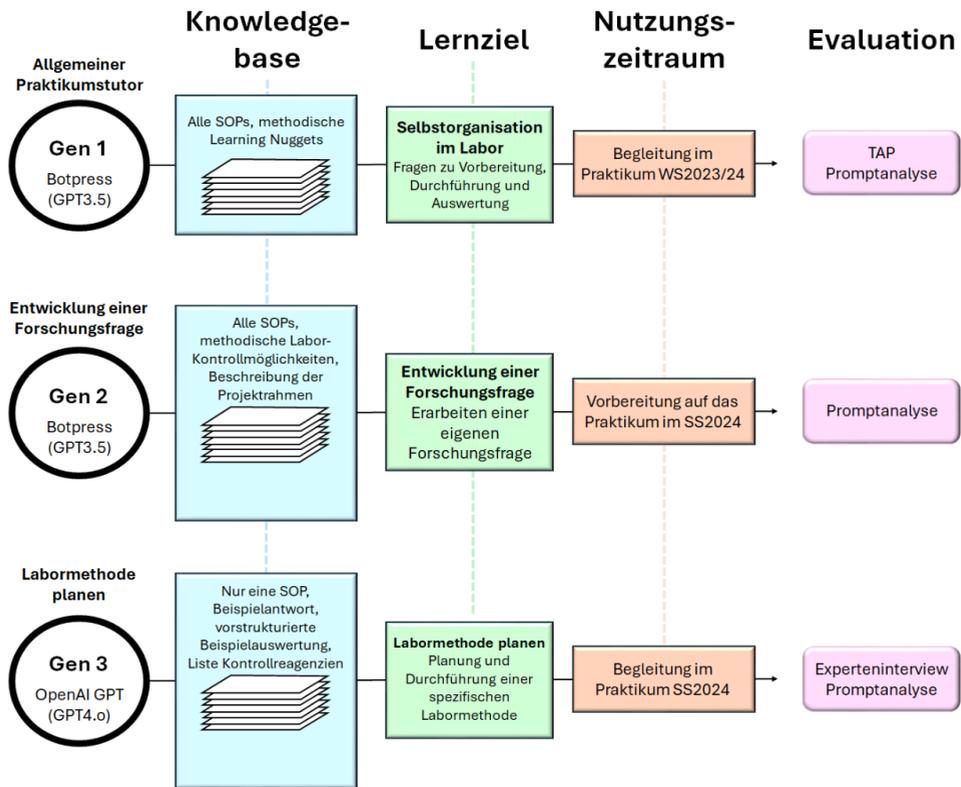


Abbildung 1 veranschaulicht die zentralen Merkmale der drei Chatbot-Generationen im biochemischen Praktikum in chronologischer Reihenfolge. Die Generationen (Gen) 1 und 2 wurden in Botpress entwickelt, während die 3. Generation im GPT-Editor von OpenAI erstellt wurde. Alle Generationen nutzen eine spezifisch angepasste Knowledge Base (SOPs: Standard Operation Procedures) mit Abfragen über Retrieval Augmented Generation (RAG), das relevante Informationen aus der Datenbank in die KI-Antworten integriert. Zur Evaluation der Chatbots wurden je nach Einsatzbereich drei unterschiedliche Methoden angewandt, darunter der Teaching Analysis Poll (TAP).

2 Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Arbeit umfassen die TAP-Analyse (Gen 1), die Auswertung der Chatverläufe der Chatbots (Gen 1–3) sowie die Inhaltsanalyse der Interviews (Gen 3). Sie beziehen sich auf die zu Beginn formulierten Evaluationsfragen.

1. Wie schätzen die Studierenden ihre Kompetenzen im Umgang mit den Chatbots ein?

Die leitfadengestützten Interviews zeigen in Bezug auf die Vorerfahrung mit Chatbots ein sehr heterogenes Bild: Während vier Befragte angeben, noch nie mit generativer KI gearbeitet zu haben, geben drei an, dass sie GenKI regelmäßig zur Erstellung von Präsentationen und Texten und zum Lernen nutzen. Trotz dieser unterschiedlichen Vorkenntnisse beschrieben alle Befragten den Umgang mit dem Chatbot als problemlos. In der Gruppendiskussion wurde allerdings kommuniziert, dass ihnen das Wissen fehle, um zu prompten.

2. Wie nutzen die Studierenden die Chatbots? Sind die Chatbots geeignet, die Studierenden bei der Erreichung der beschriebenen Lernziele zu unterstützen?

In Bezug auf die Nutzung müssen die drei verschiedenen Bots (Gen 1–3) unterschieden werden.

Die Studierenden nutzten den Chatbot 1. Gen im Praktikum im WiSe23/24. Wie die Promptanalyse zeigt, wurden überwiegend Anfragen ($n = 106$, mit Anfragen ist jeweils ein einzelner Prompt eines Nutzers gemeint; jede neue Eingabe, die eine Antwort der KI hervorruft, zählt als eigenständige Anfrage) methodischer Natur, wie Fragen zur Durchführung oder Vorbereitung eines Experiments, gestellt (Abb. 2). Weiterhin wurden Fragen gestellt, die sich auf konkrete Ergebnisse oder den erwarteten Ausgang eines Experiments beziehen. Hier griff die KI meistens auf eine von der Knowledge Base unabhängige Antwort zurück. Die meisten Anfragen führten nicht unmittelbar zu einer zufriedenstellenden Antwort, was die Studierenden dazu veranlasste, ihre Anfragen häufig umzuformulieren. Selbst nach diesen Anpassun-

gen konnten die Antworten des Chatbots in vielen Fällen nicht zielführend dazu beitragen, die angestrebten Lernziele zu erreichen. Diese Bewertung stützt sich auf die Einschätzungen der Lehrenden, die feststellten, dass die generierten Antworten häufig nicht ausreichten, um die methodischen Anforderungen und Lernziele des Praktikums effektiv zu unterstützen.

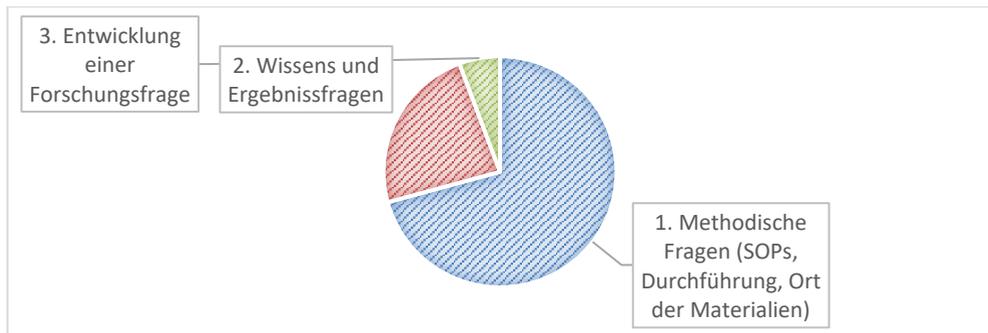


Abb. 2: Aufteilung der studentischen Anfragen an den Chatbot 1. Gen nach thematischem Schwerpunkt. Eingeteilt wird in die Kategorien Methodik, Wissen und Entwicklung einer Forschungsfrage. n = 106 Anfragen

Der zweite Chatbot (Gen 2) wurde so konzipiert, dass die Studierenden bei der Formulierung der Forschungsfrage unterstützt werden sollten. Er wurde zur freiwilligen Nutzung angeboten. Die Promptanalyse zeigt, dass der Bot während des Semesters insbesondere vor, während und nach den Projektbörsen und den Seminaren zur individuellen Projektplanung genutzt wurde (n = 214 Sessions). Die Projektbörse ermöglicht den Studierenden nach einer Einführungsveranstaltung eine individuelle Projektidee zu entwickeln, diese in der Gruppe vorzustellen und potenzielle Projektpartner:innen zu finden. Im anschließenden Seminar wird die Idee weiter verfeinert, insbesondere durch die Formulierung einer Forschungsfrage mit realistischem Durchführungspotenzial. Der 2. Chatbot unterstützte dieses Ziel nur unzureichend.

Die Projektideen der Studierenden waren teils fachlich sehr weitreichend und überstiegen die verfügbaren Ressourcen des Praktikumlabor. Die Antworten des Chatbots dazu basierten meistens nicht auf den gegebenen Informationen und damit den verfügbaren (Labor-)Ressourcen. Bei diesen Anfragen wurden viele Chatverläufe schnell abgebrochen. Im Schnitt stellte jede:r zweite:r Nutzer:in nur eine Rückfrage nach dem initialen Prompt. Die Analyse führt die Lehrenden zu der Einschätzung, dass die Studierenden ihre Lernziele bezüglich der Entwicklung einer umsetzbaren Forschungsfrage nicht erreicht haben und die Unterstützung des Chatbots in diesem Kontext nur begrenzt zielführend war. Zielführend sind allerdings die Chatverläufe, die methodische Fragen thematisierten, die direkt aus der Knowledge Base beantwortet werden können. Hier führte die Interaktion mit dem Bot meist zur Beantwortung der initial gestellten Frage.

Der Chatbot der 3. Gen wurde speziell zur Planung, Unterstützung und Auswertung einer zentralen Labormethode, der Natriumdodecylsulfat-Polyacrylamidgelelektrophorese (SDS-PAGE), spezifiziert. Gen 3 wurde im Rahmen des iterativen Prozesses zum Ende des SoSe24 eingeführt und von sieben Nutzer:innen mit insgesamt 18 Anfragen genutzt. Die Evaluation erfolgte im Rahmen einer Vollerhebung mittels Einzelinterviews. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Entwicklung dieses Chatbots war die Entscheidung, ChatGPT4.o in einem „GPT“ von OpenAI zu verwenden. Diese Wahl wurde getroffen, weil GPT4.o nicht nur Fragen beantwortet, die auf der Knowledge Base beruhen, sondern auch in der Lage ist, ein breites Spektrum an kreativen Anfragen im Sinne des Lehrkontexts zu beantworten. Dies ist besonders relevant für die Erarbeitung einer Forschungsfrage und für die Erstellung eines Projektplans, da die Studierenden oft sehr unterschiedliche und komplexe Projektanfragen stellen, die nicht alle in einer vorgegebenen Wissensdatenbank abgedeckt werden können. Studierende suchten biochemische Hintergründe, spezifische Details und methodische Kontrollen, die über die Knowledge Base hinausgingen, und benötigten diese für die individuelle Planung ihrer Experimente. Der Chatbot reagierte auf die Anfragen meist mit detaillierten Vorschlägen und Anweisungen, die den Studierenden halfen, ihre Experimente erfolgreich zu planen. Der Chatbot wurde so auf-

gebaut, dass er auf die Notwendigkeit einer klaren Forschungsfrage bzgl. dieses Versuchsteils hinwies, bevor er detaillierte Planungshinweise gab bzw. die Studierenden dabei unterstützte. Es zeigt sich auch, dass Studierende gelegentlich Schwierigkeiten hatten, ihre Anfragen präzise zu formulieren, was den Bot gezielt zu Rückfragen veranlasste, um die Anliegen besser zu verstehen und entsprechende Antworten zu generieren (alle Chatbots wurden so konfiguriert, der Chatbot der dritten Generation hat dies dann erstmals zufriedenstellend umgesetzt). Ein weiteres Problem bestand aber auch für diesen Chatbot in der Relevanz und Verfügbarkeit von Laborressourcen. Der Chatbot hat teilweise Alternativen vorgeschlagen, die über die vorhandenen Materialien im Labor hinausgingen.

3. Wie bewerten die Studierenden den Chatbot in Bezug auf die Unterstützung des Lernprozesses?

Die Studierenden kritisierten in den Gruppeninterviews (TAP), dass der Bot (Gen 1) teilweise falsche Antworten geben würde. Zudem sagten Studierende aus, dass ihnen das Einsatzgebiet des Chatbots zu Beginn des Praktikums teilweise nicht klar war. Gleichzeitig kommunizierten die Teilnehmenden konkrete Verbesserungsvorschläge, wie das direkte Verlinken relevanter Vorlesungsinhalte, ein FAQ mit den häufig gestellten Prompts und Informationen über das Einsatzgebiet und den Umfang des Chatbots.

In den Einzelinterviews (Experteninterviews) gaben die Studierenden zudem eine Einschätzung darüber ab, wie sie den Bot (Gen 3) nutzen. Alle Studierenden beschrieben, dass sie bei wichtigen, komplizierten Fragen bzw. Fragen zur Motorik immer das Laborpersonal bevorzugen würden. Dem Chatbot geben sie bei kleinen Fragen bezüglich der Lagerorte oder bei speziellen Fragen (z. B. zu Proteingrößen) den Vorzug. Gefragt nach den Kompetenzen, die im Studium in Bezug auf die Nutzung von KI zu vermitteln sind, verweisen fast alle Befragten auf das Prompten, einige weisen auf die Beurteilungskompetenz in Bezug auf die Antworten hin.

Die Lehrenden bewerteten die Unterstützung durch diesen Chatbot insgesamt als deutlich effektiver, insbesondere weil der Bot gezielt lernfördernde Rückfragen stellte und den Studierenden half, ihre Anfragen zu präzisieren. Diese verbesserte

Interaktion trug dazu bei, dass die Studierenden ihre Lernziele in Bezug auf die Methodenanwendung besser erreichen konnten. Dennoch blieb die Relevanz der vorgeschlagenen Laborressourcen eine Einschränkung, die sich auf die praktische Umsetzung auswirkte.

3 Diskussion

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Studierenden den Chatbot effektiver nutzen konnten, wenn der Einsatzbereich der GenKI stärker eingegrenzt und für den spezifischen Einsatz für eine Methode verbessert wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass die eingesetzten Chatbots für jeweils ihre Kontexte und Ziele unterschiedlich effektiv waren:

1. Der Bot der 1. Gen war zu allgemein gehalten und überforderte Studierende mit diesem Angebot. Er bot jedoch bei Fragen zu Labormethoden hilfreiche Antworten.
2. Das Einsatzgebiet des Bots der 2. Gen wurde stärker eingegrenzt und unterstützte Studierende bei der Erarbeitung einer Forschungsfrage. Viele stellten jedoch nach der ersten Antwort keine Rückfragen, was vermutlich an zu allgemeinen Antworten lag.
3. Der Bot der 3. Gen, der speziell zur Unterstützung bei der Planung und Durchführung einer aufwendigen Labormethode entwickelt wurde, erreichte eine höhere Akzeptanz im Vergleich zu seinen Vorgängergenerationen. Dies zeigt sich anhand einer gesteigerten Anzahl an Rückfragen auf die initiale Chatbot-Antwort. Er konnte effektiver zum Erreichen des Lernziels genutzt werden, indem systematisch der Output der Chatbot-Unterhaltung mit der Praktikumsbetreuung reflektiert wurde.

Die Ergebnisse der Evaluation der drei Generationen zeigen, dass Studierende die Unterstützung am effektivsten nutzen können, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind: Das Hilfsmittel sollte gezielt auf die Bedürfnisse und Aufgabenstellungen

der Studierenden abgestimmt werden, indem es lernzielspezifische und praxisorientierte Antworten liefert. Das bestätigt die Ergebnisse anderer Forschung zu digitalen Hilfsmitteln (Zimmermann, im Erscheinen). Als besonders weiterführend hat es sich erwiesen, das Einsatzgebiet des Chatbots den Studierenden anhand praxisnaher Beispiele zu erläutern. Die Beobachtung des Nutzungsverhaltens zeigt zudem, dass der Chatbot außerdem lernfördernde Rückfragen stellen sollte, um die Reflexion des Forschungsprojekts oder spezifischer Aspekte des Projekts zu fördern. Studien zeigen, dass es für den studentischen Lernerfolg wichtig ist, ein niedrigschwelliges Unterstützungsangebot bereitzustellen, wobei sie jedoch zunächst selbstständig mit diesem Hilfsmittel arbeiten sollten (Sonntag & Rueß, 2018). Gleichzeitig sind frühzeitige und niedrigschwellige Unterstützungsangebote sowie der Austausch über die erhaltenen KI-Antworten von besonderer Bedeutung, um einen gleichwertigen Lernerfolg zu gewährleisten, da die Studierenden sehr unterschiedliche Vorkenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit GenKI mitbringen (Garrel et al., 2023). Dieser Sachverhalt wurde auch in den Interviews verdeutlicht.

Für das forschende Lernen mit GenKI ergeben sich, die Literatur bestätigend, zwei grundlegende Kompetenzen, die künftig im Rahmen des Praktikums gezielt thematisiert werden müssen:

1. **Prompting-Kompetenz:** Es ist erforderlich, den Studierenden spezifische Fähigkeiten im Umgang mit generativer KI, insbesondere im effektiven Prompting, zu vermitteln. Ein besonderes Augenmerk sollte hierbei auf die Kontextualisierung der Prompts gelegt werden, da die Studierenden lernen müssen, den Kontext ihrer Fragen klar und präzise in den Prompts zu formulieren, um optimale Ergebnisse von der KI zu erhalten (Gimpel, 2023).
2. **Beurteilungskompetenz:** Obwohl die Mehrheit der Studierenden die Antworten der GenKI als hilfreich empfand, gab es auch Kritik an der Genauigkeit und Relevanz einiger Antworten. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die Studierenden gezielt im kritischen Umgang mit den erhaltenen Antworten zu schulen (Gimpel, 2023), insbesondere vor dem Hintergrund, dass selbst die besten und aktuellsten GenKIs eine Faktentreue von weit unter 50 % besitzen (Wei et al., 2024).

3.1 Implikationen für die Lehre

Es ist die Aufgabe von Hochschulbildung, Studierende dabei zu unterstützen, wissenschaftliches Arbeiten zu lernen. Dies gilt auch unter der Bedingung, dass ihnen generative KI zur Verfügung steht. Eine Möglichkeit ist die Integration entsprechender Lerngelegenheiten in bestehende Lehrveranstaltungen in einem iterativen, dreistufigen Verfahren (Abb. 3). Es empfiehlt sich, zum Kompetenzaufbau in kleinen Gruppen gemeinsam einige Prompts und die von der GenKI generierten Antworten auszuwerten und zu diskutieren. Erst danach sollten die Studierenden selbstständig ihre eigenen Fragestellungen mithilfe einer KI bearbeiten, um die erhaltenen Antworten anschließend mit dem Laborpersonal zu diskutieren.

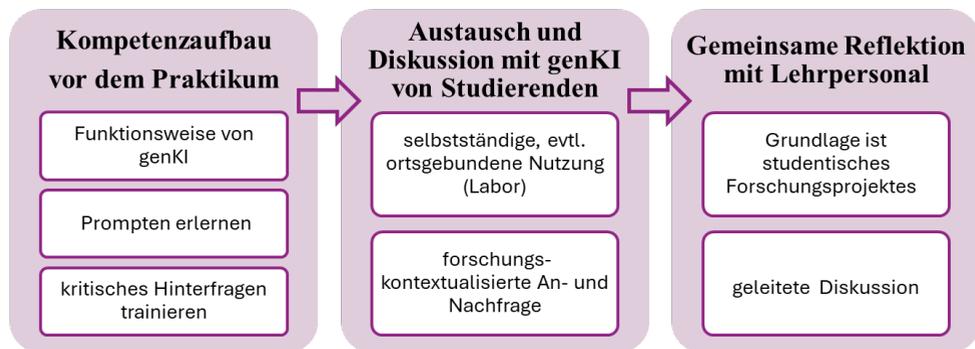


Abb. 3: Das dreistufige Verfahren bei forschendem Lernen zum Einsatz von generativer Künstlicher Intelligenz (GenKI) im Praktikum fördert die Entwicklung essenzieller Kompetenzen durch integrierte Lerneinheiten.

Zur Implementierung solcher neuartiger Lehrinnovationen empfiehlt sich eine schrittweise Einführung über themenspezifische Chatbots. Dieser iterative Ansatz bei der Integration neuer Technologien in die Lehre ermöglicht eine kontinuierliche Verbesserung basierend auf Feedback und Erfahrungen.

3.2 Forschendes Lernen mit GenKI

Im Kontext des forschenden Lernens, das darauf abzielt, Studierende unter anderem zu mehr Selbstständigkeit und kritischem Denken zu befähigen (Spronken-Smith & Walker, 2010), bietet die Integration von GenKI interessantes Potenzial. Genau in Bezug auf die Autonomie stellen sich hier aber neue Fragen: Wie verhält sich der Anteil dessen, was die Studierenden selbst einbringen, zu dem, was sie von der KI mitnehmen? Das dargestellte Lehr-Lernszenario zeigt, dass die Studierenden in der gewählten Konstellation weiterhin selbstständige Lernprozesse durchführen. Gleichzeitig ergeben sich neue Anforderungen, insbesondere die Notwendigkeit, den Umgang mit Chatbots (z. B. effektive Fragestellung, kritische Bewertung der Antworten, Anpassung und Optimierung der Anfragen) zu erlernen. Die genaue Einordnung des Potenzials und der Risiken von Chatbots ist für Lehrende sichtbar, wird aber noch nicht von allen Studierenden berücksichtigt.

Die Erfahrungen machen deutlich, dass für die effektive Unterstützung des Lernprozesses eine recht hohe Spezifität der Chatbots notwendig ist. Je weniger angepasst die Antworten an den konkreten Kontext, die Rahmenbedingungen und die Lernergebnisse, desto weniger hilfreich ist die Unterstützung des Lernprozesses. Da die Einrichtung der spezifischen Chatbots auch ohne Programmierungkenntnisse möglich ist, wird es denkbar, dass Lehrende zukünftig in der Breite Lernassistenzsysteme erstellen können, die für ihre konkreten Kontexte weiterführend sind. Eine KI, die in der Lage ist, den Kontext einer Frage zu verarbeiten und lernfördernde Rückfragen zu stellen, hat gute Aussichten darauf, den Lernerfolg zu steigern. Die Gestaltung des Chatbots erfordert, dass Lehrende nicht nur Inhalte digitalisieren, sondern diese auch durch didaktische Konzepte und Elemente ergänzen, um eine effektive Lernunterstützung zu gewährleisten. Die im forschenden Lernen so wichtige Rolle des Lehrenden als Lernbegleiter muss hier in die Technik integriert werden. Eine wesentliche Frage für die Zukunft wird damit, wie sich Lehrperson und KI die Coachingrolle teilen.

Der vorgeschlagene Prozess zur Unterstützung der Kompetenzentwicklung von KI-integrierten wissenschaftlichen Arbeiten bietet eine gute Grundlage, die weiterer

Evaluation und Anpassung bedarf. Gerade auch in Bezug auf die technischen Fortschritte der generativen KI bleibt genau zu analysieren und zu beobachten, wie sich die Kompetenzen der Studierenden entwickeln und an welcher Stelle welche Hilfestellung weiterführend, innerhalb der Lehrveranstaltung wie auch im Studienverlauf, einzusetzen sind.

4. Ausblick

Die Integration von GenKI in naturwissenschaftliche Praktika birgt großes Potenzial, den Lernprozess der Studierenden zu unterstützen und das forschende Lernen zu fördern. Die bisherigen Erkenntnisse zeigen jedoch, dass Studierende noch nicht durchgängig über die notwendigen Kompetenzen verfügen, um GenKI effektiv und gewinnbringend einzusetzen. Daher ist es unerlässlich, gezielte Schulungen zum effektiven Prompting und zum kritischen Umgang mit KI-generierten Antworten in den Lehrplan zu integrieren.

Zukünftige Entwicklungen sollten sich darauf konzentrieren, die GenKI-Tools weiter zu spezifizieren und auf die Bedürfnisse der Studierenden abzustimmen. Eine KI, die in der Lage ist, den Kontext einer Frage zu verstehen und lernfördernde Rückfragen zu stellen, könnte den Lernerfolg steigern. Weiterhin ist es wichtig, die Erfahrungen der Studierenden kontinuierlich zu evaluieren und die Tools auf Basis dieses Feedbacks iterativ weiterzuentwickeln.

Die Integration von GenKI könnte Lehrende stärker in Mentorenrollen versetzen, in denen sie Studierende individueller unterstützen. Dabei bleibt es eine zentrale Aufgabe, die Balance zwischen KI-gestütztem Lernen und direkter menschlicher Interaktion aufrechtzuerhalten, um ein optimales Lernumfeld zu gewährleisten.

Literaturverzeichnis

- Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. Longmans, Green and Co LTD.
- Frank, A., Fröhlich, M., & Lahm, S. (2011). Zwischenauswertung im Semester: Lehrveranstaltungen gemeinsam verändern. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 6(3+4), Article 25. <https://doi.org/10.3217/zfhe-6-03/25>
- Gimpel, H. (2023). Unlocking the power of generative AI models and systems such as GPT-4 and ChatGPT for higher education: A guide for students and lecturers. *Hohenheim Discussion Papers in Business, Economics and Social Sciences* (No. 02-2023). <https://nbn-resolving.org/html/urn:nbn:de:bsz:100-opus-21463>
- Hu, K. (2023, February 2). ChatGPT sets record for fastest-growing user base -: analyst note. *Reuters Media*. <https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01/>
- Huber, L. (2009). Warum Forschendes lernen nötig und möglich ist. *Forschendes Lernen im Studium*, 9–35.
- Jenkins, A., Healey, M., & Zetter, R. (2007). *Linking Teaching and Research in Departments*. The Higher Education Academy.
- Kergel, D. (Hrsg.) (2014). *Waxmann-E-Books Erwachsenenbildung: Band 2. Forschendes Lernen 2.0 – lerntheoretische Fundierung und Good Practice: Teaching Trends 2014, Offen für neue Wege: Digitale Medien in der Hochschule*. Waxmann. <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.31244/9783830981701>
- Leonhardt, M. D., Castro, D. D. de, Dutra, R. L. D. S., & Tarouco, L. M. R. (2003). ELEKTRA: Um Chatterbot para Uso em Ambiente Educacional. *RENOTE*, 1(2). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14336>
- Leonhardt, M. D., & Neisse, R. (2003). *MEARA: Um Chatterbot Temático para Uso em Ambiente Educacional*. https://www.researchgate.net/publication/255636455_MEARA_Um_Chatterbot_Tematico_para_Uso_em_Ambiente_Educacional

- Levy, P., Aiyegbayo, O., & Little, S. (2009). Designing for inquiry-based learning with the Learning Activity Management System. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(3), 238–251. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2008.00309.x>
- Li, J., Yuan, Y., & Zhang, Z. (2024). Enhancing LLM Factual Accuracy with RAG to Counter Hallucinations: A Case Study on Domain-Specific Queries in Private Knowledge-Bases. Pre-Print. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.10446>
- Oliver, R. (2008). Engaging first year students using a Web-supported inquiry-based learning setting. *Higher Education*, 55(3), 285–301. <https://doi.org/10.1007/s10734-007-9055-7>
- Pietro, O. de, Piu, C., Rose, M. de, & Frontera, G. (2006). An Intelligent Agent and an Adaptive Search Engine to support tutoring activities on-line. Advance online publication. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 2(1). <https://doi.org/10.20368/1971-8829/704>
- Sonntag, M., & Rueß, J. (2018). Wie können Studierende zum eigenständigen Forschen motiviert werden? Erfahrungen aus den Q-Tutorien an der Humboldt-Universität zu Berlin. In J. Lehmann & H. A. Mieg (Hrsg.), *Forschendes Lernen – Ein Praxisbuch* (S. 20–36). Verlag der Fachhochschule Potsdam.
- Spronken-Smith, R., & Walker, R. (2010). Can inquiry-based learning strengthen the links between teaching and disciplinary research? *Studies in Higher Education*, 35(6), 723–740. <https://doi.org/10.1080/03075070903315502>
- DER STANDARD (2023, December 3). Prager Uni schafft angesichts von ChatGPT Bachelorarbeiten ab. *DER STANDARD*. <https://www.derstandard.de/story/3000000197992/prager-uni-schafft-angesichts-von-chatgpt-bachelorarbeiten-ab>
- Wei, J., Karina, N., Chung, H. W., Jiao, Y. J., Papay, S., Glaese, A. et al. (2024). Measuring short-form factuality in large language models. Pre-Print <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.04368>
- Zimmermann, J. (im Erscheinen). Entwicklungsanalyse wissenschaftlicher Schreibkompetenz im Rahmen curricularer Lehre, 2023. In *Proceedings der Turn Konferenz*. Sammelband .