

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Förderkennzeichen:	16DHB2206
Vorhaben:	Verbundvorhaben Personalisierte Kompetenzentwicklung und hybrides KI-Mentoring (tech4compKI) Teilvorhaben: Zentrale Steuerung, didaktische Modellierung, Wissensmodellierung und Datenanalyse für E-Assessment Teilprojekte: Zentrale Steuerung und didaktische Modellierung (UL AP) Wissensmodellierung und Datenanalyse für E-Assessment (UL DB)
Zuwendungsempfänger:	Universität Leipzig
Ausführende Stellen:	Universität Leipzig, Erziehungswissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Allgemeine Pädagogik, Prof. Dr. Heinz-Werner Wollersheim (UL AP) Universität Leipzig, Abteilung Datenbanken des Instituts für Informatik und Fakultät Digitale Transformation, HTWK Leipzig, Prof. Dr. Andreas Thor (UL DB)
Leitung:	Prof. Dr. Heinz-Werner Wollersheim
Berichtszeitraum:	Teilprojekt UL DB: 01.09.2022 – 30.09.2024 Teilprojekt UL AP: 01.09.2022 – 31.12.2024 Teilvorhaben: 01.09.2022 – 31.12.2024
Autor*innen:	Norbert Pengel, Dr. Anne Martin, Roy Meissner, Prof. Dr. Andreas Thor, Prof. Dr. Heinz-Werner Wollersheim

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	2
1 Einleitung	3
1 Kurzdarstellung des Projekts.....	4
1.1 Aufgabenstellung und Anknüpfung an wissenschaftlichen und technischen Stand..	4
1.2 Ablauf des Vorhabens und Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	6
1.3 Wesentliche Ergebnisse.....	8
2 Eingehende Darstellung	11
2.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen	11
2.1.1 Arbeitspaket 0 Projektkoordination und Management	11
2.1.2 Arbeitspaket 1 Didaktische Modellierung.....	11
2.1.3 Arbeitspaket 2 Domänenmodellierung.....	15
2.1.4 Arbeitspaket 3 Verteilte Datenanalyse.....	17
2.1.5 Arbeitspaket 4 Mentoringwerkzeuge.....	17
2.1.6 Arbeitspaket 5 KI-basierte Adaptivität.....	20
2.1.7 Arbeitspaket 6 Organisationale und techn. Begleitung & Implementierung...	23
2.1.8 Arbeitspaket 8 Testbed	24
2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	26
2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten	26
2.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	26
2.5 Bekannter Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	28
2.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen.....	28
2.6.1 Publikationen	28
2.6.2 Vorträge	31
2.6.3 Interne Workingpaper	32
2.6.4 Workshops und Tagungen.....	32
3 Literaturverzeichnis	33

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CODIP	Center for Open Digital Innovation and Participation
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
EAs.LiT	E-Assessment Literacy Tool
HTWK	HTWK Leipzig
KI	Künstliche Intelligenz
LLM	Large Language Model
LMS	Learning Management System
LRS	Learning Record Store
MWB	Mentoring Workbench
MLU	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
RAG	Retrieval Augmented Generation
RWTH	RWTH Aachen
TUD	Technische Universität Dresden
TUC	Technische Universität Chemnitz
UL	Universität Leipzig
UL AP	Universität Leipzig, Arbeitsbereich Allgemeine Pädagogik
UL DB	Universität Leipzig, Arbeitsbereich Datenbankmanagementsysteme
ZQA/KfBH	Zentrum für Qualitätsanalyse/ Kompetenzzentrum für Bildungs- und Hochschulforschung

1 Einleitung

Das vorliegende Dokument stellt den Abschlussbericht des Teilvorhabens *tech4compKI – Zentrale Steuerung, didaktische Modellierung, Wissensmodellierung und Datenanalyse für E-Assessment* (Förderkennzeichen: 16DHB2206) im BMBF-geförderten Verbundvorhaben *Personalisierte Kompetenzentwicklung und hybrides KI-Mentoring (tech4compKI)* dar.

Dieser Abschlussbericht folgt dabei dem in Anlage 2 zu Nr. 4.1 NABF 2019 gegebenen Muster. Kapitel 1 enthält eine kurze Darstellung des Projektes gemäß Teil I, Kapitel 2 stellt die inhaltlichen Entwicklungen in einer eingehenden Darstellung gemäß Teil II des Musters dar. Teil III (Erfolgskontrollbericht) wird durch ein gesondert abgegebenes Dokument erfüllt.

Die dargestellten Arbeiten umfassen die im Rahmen des Teilvorhabens der Universität Leipzig geleisteten Arbeiten im Verbundvorhaben tech4compKI.

1 Kurzdarstellung des Projekts

1.1 Aufgabenstellung und Anknüpfung an wissenschaftlichen und technischen Stand

Hochschullehrende erwarten von Studierenden, dass diese zur eigenverantwortlichen Gestaltung des Studiums in der Lage sind (Kleß, 2017). Jedoch können Studierende im Rahmen schulischer Sozialisation diese Fähigkeit nicht in ausreichendem Maße ausbilden (McCabe, 2011). Das Problem verstärkt sich durch pandemiebedingte Online-Lehre (Gaaw & Stuetzer, 2020), gleichwohl kann dem mit intelligenten Systemen (Lernende Systeme, 2020) begegnet werden. Als niedrighschwellige technologische Zugangsmöglichkeit für den breiten Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) in der Hochschulbildung gelten hybride Ansätze (Greer et al., 2015), da diese bei Mangel an Daten lernende Verfahren mit regelbasierten Ansätzen kombinieren. Als Beispiel hierfür lässt sich die Ermöglichung gezielter Reflexion durch automatische Rückmeldung zu Lernenden-Texten mit Naive-Bayes-Klassifikatoren in Verbindung mit Domänenwissen anführen (Wang et al., 2020). Das Anregen von Reflexions- und Interaktionsprozessen geht über Vorschläge von Lernpfaden und -inhalten klassischer adaptiver Lernumgebungen hinaus. Im Rahmen von Mentoring können Mentor*innen/Mentees hierbei in Wissensdomänen inhaltlich unterstützen und selbständiges Handeln ermöglichen (Sitzmann & Ely, 2011). Interaktion im Rahmen von Mentoring adressiert die Voraussetzungen selbstgesteuerten Lernens (Kognition, Metakognition, Motivation, Volition, Emotion). Häufige Interaktionen führen zu höherer Zufriedenheit auf beiden Seiten, wenn dabei rückgemeldete Inhalte und Kommunikationsstil hohen Qualitätsanforderungen entsprechen (Hattie & Yates, 2014). Der Forschungsverbund tech4compKI ging der Leitfrage nach: Wie müssen Gestaltungskonzepte aussehen, die die Qualität von digital-gestützten, intelligenten mentoriellen Prozessen studienbegleitend innerhalb eines intelligenten Bildungsnetzwerks skalierbar machen?

Hierzu wurden auf Grundlage der in Förderphase (FPh) 1 bereitgestellten Infrastrukturen und mentoriell¹ unterstützten Lernsettings Gestaltungskonzepte didaktisch und technologisch weiterentwickelt sowie organisational testbed- und semesterübergreifend verstetigt. Die Implementierung der Dienste erfolgte durch agile Softwareentwicklung unter Einbeziehung der Zielgruppen, mit schrittweiser Erweiterung der Funktionen und unter Berücksichtigung des Forschungsdatenmanagements.

Angestrebt wurde unter anderem, Lern- und Prüfungsräume nicht nur als Handlungsfelder für Lernen und Lehren, sondern auch als bildungswissenschaftliche Forschungsräume an Hochschulen zu nutzen. Dazu wurden Modelle, Werkzeuge und weitere Ergebnisse aus FPh1, beispielsweise die Darbietung mentoringrelevanter Informationen und Automatisierung von Mentoringprozessen durch KI-basierte Wissensdienste für den Einsatz in einem intelligenten Bildungsnetzwerk adaptiert. Gemäß der Leitfrage sind die Räume dieses Netzwerks als Bildungsräume und damit bildungswissenschaftlich als erlebbare, nicht-physische Konzeptionsräume zu verstehen. Die Erweiterung der Räume erfordert Anpassungen hinsichtlich didaktischer Gestaltung, technischer und organisationaler Implementierung sowie der Instrumente zur Evaluation. Die Nutzenden- und Organisationsperspektive war für Design und Entwicklung unabdingbar.

Unter Berücksichtigung aktueller Bedarfe und technischer Möglichkeiten wurden bestehende Modelle didaktisch weiterentwickelt, um das Innovationspotential von Bildungstechnologie

¹ Ein oder mehrere Teile von Mentoring betreffend, ohne den Anspruch zu erheben, Mentoring in seiner komplexen Gesamtheit abzubilden.

und KI zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens in Bildungsräumen weiter auszuschröpfen. Hervorzuheben sei an dieser Stelle die einfache Verfügbarkeit generativer KI, die initial mit der Veröffentlichung von ChatGPT im November 2022 breite Aufmerksamkeit erlangte.

Im Fokus der Technologie standen Werkzeuge, die eine verstärkte Auseinandersetzung mit dem eigenen Wissen ermöglichen, in bestehende intelligente Infrastrukturen integriert und durch verteilte Datenanalyse gestützt wurden.

Die Erweiterungen erlauben standardisierte mentorielle Situationen ohne unmittelbare menschliche Intervention. Für eine nachhaltige organisationale Implementierung war Vertrauenswürdigkeit von KI Teil des Design- und Forschungsprozesses. Im Sinne skalierbarer und transferierbarer mentorieller Prozesse wurden Testbeds um anpassbare fachübergreifende, studienbegleitende bzw. beratende Aspekte von Mentoring erweitert.

Übergeordnetes Ziel war der weitere Auf- und Ausbau einer vernetzten Forschungsdateninfrastruktur, die es unter Einsatz innovativer Datenanalyseverfahren ermöglicht, hochschuldidaktische Handlungs- und Forschungsräume für Studierende und Lehrende DSGVO-konform und in öffentlicher Hand nachhaltig bereitzustellen. Die Zielsetzung wurde zum Projektende erreicht.

Diese Infrastruktur wurde und wird benötigt, um Gestaltungskonzepte für skalierbare, lehrveranstaltungsübergreifende und studienbegleitende mentorielle Interventionen zu identifizieren und entsprechende Szenarien zu realisieren. Außerdem wird sie als notwendig erachtet, um Forschung und Lehre in international wettbewerbsfähiger Exzellenz zu ermöglichen und um didaktische, technologische sowie organisationale Gestaltungskonzepte für digital gestützte mentorielle Prozesse bedarfsorientiert und theoriegeleitet zu erarbeiten, zu erproben und iterativ weiterzuentwickeln.

Das Verbundvorhaben tech4compKI besteht aus folgenden Partnern: Universität Leipzig, Allgemeine Pädagogik – UL AP; Universität Leipzig, Datenbankmanagementsysteme – UL DB; Technische Universität Dresden - Center for Open Digital Innovation and Participation – TUD CODIP; Technische Universität Dresden - Zentrum für Qualitätsanalyse – TUD ZQA; Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Berlin – DFKI; Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg – MLU; Technische Universität Chemnitz – TUC; Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig – HTWK; Freie Universität Berlin – FUB; Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – RWTH.

An diesem Teilvorhaben an der Universität Leipzig sind, wie bereits in FPh1, zwei Teilprojekte beteiligt. Diese wurden durch Herrn Prof. Wollersheim (Universität Leipzig)² und durch Herrn Prof. Thor (HTWK Leipzig)³ geleitet. Der Titel des Teilvorhabens lautete: tech4compKI – Zentrale Steuerung, didaktische Modellierung, Wissensmodellierung und Datenanalyse für E-Assessment. Da es sich um ein Teilvorhaben handelt, verfassten die Teilprojekte UL AP und UL DB gemeinsam den Abschlussbericht.

Das Teilprojekt **UL AP** umfasste neben der Verbundkoordination (**AP 0**, Leitung) die iterative didaktisch-konzeptionelle (Weiter-)entwicklung von Kompetenz- sowie datengestützten personalisierten Bildungs- und Mentoring-Prozess-Modellen. Diese wurden für den Einsatz im intelligenten Bildungsnetzwerk adaptiert, insbesondere mit Blick auf studienbegleitende KI-Unterstützung. Dabei kamen sozialwissenschaftliche und designorientierte Methoden zum Einsatz (**AP 1**, fachliche & koordinative Leitung). **AP 1** bildet somit die Grundlage für technische Entwicklungen in **AP 2, 4, 5** (beteiligter Partner), wozu **UL AP** didaktische Konzepte

² Lehrstuhl für Allgemeine Pädagogik (UL AP), Leiter des Teilvorhabens an der Universität Leipzig (UL) und des Verbundvorhabens tech4compKI.

³ Assoziiertes Mitglied der Abteilung Datenbanken des Instituts für Informatik der UL (UL DB).

iterativ und interdisziplinär weiterentwickelte. Die Erprobung und Umsetzung der FuE-Ergebnisse erfolgte im Testbed Bildungswissenschaften (**AP 8**, beteiligter Partner). Mit Blick auf Verstetigung wurden im Projektverlauf Konzepte und Modelle durch neue Erkenntnisse aus der Erprobung KI-gestützter, mentorieller Szenarien (**AP 8**) überarbeitet.

Neben allgemeinen konzeptionellen Grundlagen in **AP 1** entwickelte **UL AP** in **AP 8** das Testbed Lehramt Bildungswissenschaft weiter, indem iterativ digitalgestützte mentorische Unterstützungsangebote für das Selbststudium Studierender in einem bildungswissenschaftlichen Modul entwickelt und erprobt wurden. Diese Angebote orientierten sich konzeptionell an den Ergebnissen von **AP 1** unter Berücksichtigung der Domänenspezifik und der technischen Realisierbarkeit. Für die Auswahl mentorischer Interventionen waren zwei Kriterien ausschlaggebend: zum einen, ob sie auf Basis der Ergebnisse von **AP 1** konzeptionell aus der pädagogischen Maßnahme Mentoring hergeleitet werden können; zum anderen, ob sie technikgestützt einer großen Menge an Studierenden zur Verfügung gestellt werden können (Skalierbarkeit). Wie schon in FPh 1 bildete die konzeptionelle Arbeit im Rahmen von design- und gestaltungsorientierten Forschungsansätzen (Design-Based Research, DBR) die erste Grundlage für die weitere Arbeit.

Das Teilprojekt **UL DB** fokussierte in **AP 2** die Konzeption und Evaluation skalierbarer Verfahren zur Domänen- und Wissensmodellierung. Zentrale Entwicklungen umfassten innovative Tools wie „ItemForge“ zur kompetenzorientierten Aufgabengenerierung sowie die funktionale Ausweitung von „EAs.LiT“ für automatisierte Prüfungskomposition. Die Fachlandkarten erfuhren eine methodische Weiterentwicklung durch semi-automatisierte Textextraktion und ontologische Aufbereitung.

Ursprünglich konzipierte Crowdsourcing-Strategien wichen zugunsten peer-basierter Kompetenzerfassung in Zusammenarbeit mit UL AP und MLU. Die systematische Evaluation der entwickelten Tools erfolgte in verschiedenen Testbeds, insbesondere im Testbed Bildungswissenschaften in Kooperation mit AP 8. Alle Entwicklungen wurden für die spätere Integration in ein intelligentes Bildungsnetzwerk konzipiert.

In **AP 3** entwickelte **UL DB** (semi-)automatische Verfahren zur verteilten Datenanalyse mit strategischem Fokus auf Large Language Models (LLM) für kontextsensitive Kompetenzabschätzung und KI-gestützte mentorische Unterstützung. Hierzu wurde zu einer skalierbaren hybriden Cloud-Umgebung beigetragen, die als technisches Fundament für das intelligente Bildungsnetzwerk dient. Die semantischen Korpusanalyse-Verfahren und LLM-basierte Methodiken wurden in Kooperation mit DFKI, HTWK und RWTH durch Proof-of-Concept-Implementierungen zur Kontextualisierung von Lernressourcen und zur Visualisierungsforschung erweitert.

Aufbauend auf dieser Infrastruktur wurden „EAs.LiT“ und das Fachlandkarten-Tool um LLM-gestützte Funktionen erweitert und digitale Prototypen für die Erkennung von Mentoring-Bedarf entwickelt. In enger Kooperation mit der RWTH und der FUB entstanden Beiträge zu einer Evaluationsplattform sowie das innovative Konzept „Competence“ für personalisierte Kompetenzentwicklung, welches die gewonnenen Erkenntnisse zu einem ganzheitlichen System integriert und zur verbundweiten Analyseplattform beiträgt.

1.2 Ablauf des Vorhabens und Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das innovative Vorgehen im Projekt tech4compKI orientierte sich an aktuellen Design-Standards in der Forschung, wie sie im Rahmen des Design-Based Research (DBR) etabliert sind. Die Bedeutung von DBR als Methode besteht darin, sich nicht nur auf die Entwicklung von theoretischen Erkenntnissen zu beschränken, sondern praktische, erprobte Lösungen durch

iterative Zyklen zu generieren (Reinmann, Herzberg & Brase, 2024). Dies spiegelt sich auch in der Umsetzung des Projekts wider, in der der Gestaltungsprozess, die Prototypenentwicklung sowie die kontinuierliche Optimierung und Anpassung der mentoriellen Unterstützungsangebote im Zentrum stehen.

Im Rahmen des Projekts wurden diese Designzyklen in der wechselseitigen Entwicklung von Prototypen und deren Erprobung in der Bildungspraxis umgesetzt. Dies entspricht den Prinzipien des DBR, bei dem Forschung und Praxis durch frühe Prototypenentwicklung und fortlaufende Erprobung neuer Problemlösungen eng verzahnt sind. Die iterative Vorgehensweise erlaubt es, Rückmeldungen aus der Anwendung im Testbed Bildungswissenschaften direkt in die Optimierung der Mentoring Workbench (MWB) einfließen zu lassen und Innovationen nachhaltig zu implementieren. Diese Praxisorientierung ist ein Kernelement von DBR und zielt explizit darauf ab, sowohl praktische Herausforderungen zu adressieren als auch wissenschaftlich fundierte, anwendungsorientierte Lösungen zu entwickeln (Reinmann, Herzberg & Brase, 2024).

Die Struktur des Projekts, insbesondere die Phasen von Analyse, Konzeption, Implementierung und Evaluation sowie die interdisziplinäre Bearbeitung der Arbeitspakete durch verschiedene Verbundpartner, entsprechen exakt diesem forschungsbasierten Ansatz. Das Projekt ist nicht nur an aktuellen Design- und Forschungsstandards orientiert, sondern stellt auch ein Modell dar, das der iterativen Verbesserung und nachhaltigen Implementierung didaktischer Innovationen dient (Reinmann, Herzberg & Brase, 2024). Von besonderer Bedeutung waren in diesem Zusammenhang der Gestaltungsprozess selbst und die frühzeitige Prototypenentwicklung. Zudem erfolgte eine enge Verzahnung der Entwicklung mit der Erprobung innovativer Problemlösungen, um diese speziell vor dem Hintergrund der Herausforderungen des Testbeds Bildungswissenschaften früh als geeignet zu identifizieren und Innovationen nachhaltig implementieren zu können (Reeves et al., 2005).

Im Rahmen des Projekts wurde das iterative Vorgehen des DBR konsequent angewendet, um die Entwicklung des intelligenten Bildungsnetzwerks und der lernunterstützenden Werkzeuge der Mentoring Workbench (MWB)⁴ zu steuern. Der in der ersten Förderphase (FPh1) erarbeitete Meilenstein zur Konzeption & Modellierung (Monat 47 FPh1) bildete die Grundlage für die darauf aufbauenden Entwicklungen. Gemäß dem DBR-Ansatz, der auf die schrittweise Optimierung von praktischen Lösungen abzielt, folgten in der zweiten Förderphase (FPh2) mehrere Iterationszyklen.

Die erste Iteration im Teilprojekt **UL AP** (M1, Monat 7) fokussierte die praktische Umsetzung der Werkzeuge und Testbeds, um frühzeitig Feedback aus der Anwendung in die weitere Entwicklung einfließen zu lassen. Dies entspricht dem DBR-Prinzip, durch frühe Prototypen konkrete Rückmeldungen aus der Praxis zu sammeln. Die zweite Iteration (M2, Monat 16) ermöglichte es, die initialen Designs zu optimieren und an die spezifischen Anforderungen der Lernumgebung anzupassen. Schließlich wurde in der dritten Iteration (M3, Monat 22) die finale Überarbeitung und Implementierung der vernetzten Forschungsdateninfrastruktur abgeschlossen. Dies beinhaltete die Schaffung hochschuldidaktischer Handlungs- und Forschungsräume, die den Ansprüchen einer nachhaltigen und zukunftsorientierten Lernumgebung gerecht werden.

Aus dem Teilprojekt **UL DB** flossen in M1 (Monat 7) erste technische Konzepte und Untersuchungsergebnisse zur Domänenmodellierung, zu temporalen Graphen und zur Integration von Crowdsourcing-Daten in Fachlandkarten ein. Bereits zum Zeitpunkt M2 (Monat 16) lagen

⁴ Weboberfläche, die verschiedene digitale Werkzeuge und Dienste zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens bereitstellt, die über ein Kubernetes Cluster miteinander vernetzt sind.

funktionale Prototypen für individualisierbare Fachlandkarten und LLM-basierte Aufgabenanalyse vor, die in den Testbeds zu ersten Erkenntnissen führten. In Zusammenarbeit mit Partnern wie RWTH, TUD, HTWK und DFKI wurden Prototypen iterativ ausgebaut, wobei auch intensiver Austausch zu LLM-Entwicklungen stattfand. In M3 (Monat 22) kamen verstetigte Anwendungen zur Aufgabenanalyse sowie der Analyse eines Prototyps zur kompetenzorientierten individuellen Aufgabengenerierung zum Einsatz. Es lagen überarbeitete Konzepte und finale Studienergebnisse zur Aufgabengenerierung, Augmentierung von Fachlandkarten und kontextuellen Verortung vor, die projektweit bereitgestellt und veröffentlicht wurden.

Das iterative Vorgehen, die Meilensteine sowie die regelmäßigen Evaluationsschritte sind eng mit den Prinzipien von DBR verknüpft. Der fortlaufende Prozess der Optimierung und Implementierung stellt sicher, dass die entwickelten Lösungen sowohl wissenschaftlich fundiert als auch praktisch wirksam sind.

Die Umsetzung des Vorhabens erfolgte von verschiedenen Verbundpartnern und damit interdisziplinär in inhaltlichen Schwerpunktarbeitspaketen, die in der Regel in die Phasen Analyse, Konzeption, Implementierung und Evaluation aufgeteilt waren: **AP 0** Projektkoordination und Management, **AP 1** Didaktische Modellierung, **AP 2** Domänenmodellierung, **AP 3** Verteilte Datenanalyse, **AP 4** Mentoringwerkzeuge, **AP 5** KI-basierte Adaptivität, **AP 6** Organisationale & technische Begleitung und Implementierung, **AP 7** Wirksamkeit und **AP 8** Testbed.

1.3 Wesentliche Ergebnisse

In **AP 1** wurden durch **UL AP** hochschuldidaktische, datengestützte und personalisierte Bildungsmodelle iterativ konzipiert und weiterentwickelt. Damit wurde die allgemeine didaktische Grundlage für KI-Unterstützung (Tools und Anwendungsszenarien) in hybriden Lehr-/Lernszenarien an Hochschulen geschaffen, vor allem im Rahmen der Dienste der Mentoring Workbench (MWB) für KI-gestützte mentorielle Begleitung (AP 4 & 5).

In **AP 2 (UL AP)** wurden didaktische Visualisierungskonzepte und neue Zugänge zur Nutzung domänenspezifischer Materialien unter Verwendung generativer KI bzw. Large Language Models (LLM) für KI-gestützte mentorielle Angebote erschlossen, nutzbar gemacht und erprobt (AP 8). Hierfür wurden Lernmaterialien (z.B. Präsentationsfolien), Lernziele und organisatorische Informationen für die Nutzung durch (generative) KI-basierte Dienste aufbereitet, bereitgestellt und eingesetzt. Auch für die Weiterentwicklung des sprachlichen Feedbacks zu Schreibaufgaben können diese Verfahren auf Grundlage des Ansatzes computerlinguistischer Textanalyse (T-MITOCAR) eingesetzt werden.

In **AP 2 (UL DB)** wurden Verfahren zur semi- und vollautomatisierten Generierung von Domänen- und Wissensmodellen entwickelt, die eine systematische und skalierbare Modellierung komplexer Fachdomänen ermöglichen. Zentrale Entwicklungen umfassten die iterative Weiterentwicklung des Fachlandkarten-Tools für manuelle und algorithmische Erstellung domänenspezifischer Modelle sowie Algorithmen zur systematischen Analyse von E-Assessment-Items. Die praktische Umsetzung erfolgte primär in „EAs.LiT“ (Version 2) und dem Aufgabengenerator „ItemForge“, ergänzt durch peer-basierte Kompetenzerfassung in Kooperation mit UL AP und MLU. Sämtliche Verfahren durchliefen eine systematische Evaluation in Testbeds, insbesondere im Testbed Bildungswissenschaften in Kooperation mit AP 8, und sind für die Integration in ein intelligentes Bildungsnetzwerk ausgelegt.

In **AP 3 (UL DB)** wurden die Voraussetzungen für den breiten Einsatz der entwickelten Domänenmodelle und digitalen Artefakte geschaffen, wobei die semantische Aufbereitung von „EAs.LiT“ und dem Fachlandkarten-Tool durch Semantic-Web Technologien und standardisierte Schnittstellen erfolgte. Parallel dazu ermöglichen neu konzipierte Analyseverfahren zur

Kompetenzprofilermittlung aus E-Prüfungsdaten aussagekräftige Rückschlüsse auf Lernstände und Assessment-Qualität. Diese Erkenntnisse fließen in eine verbundweite Analyseplattform ein, die Daten von AP 1, 2 & 4 im Rahmen eines intelligenten Bildungsnetzwerks integriert und durch LLM-basierte Klassifikations- und Generierungsverfahren in der Cloud-Umgebung erweitert wird. Durch erfolgreiche Kooperationen mit HTWK und DFKI konnte ein automatisierter „Kompetenzschätzer“ entwickelt werden, während universitäre Partner wichtige Beiträge zur Item-Kategorisierung leisteten. Diese systematischen Entwicklungen bilden gemeinsam die wissenschaftlich-technische Grundlage für innovative Mentoring-Dienste im Bildungsbereich.

In **AP 4 (UL AP)** wurden auf Basis von AP 1 die didaktischen Grundlagen sowie die entsprechenden Funktionen und Schnittstellen der webbasierten, mobilfähigen und modularen Mentoring Workbench (MWB) und der darin verfügbaren Dienste weiterentwickelt. Diese wurden in Zusammenarbeit mit der TU Dresden sowohl für die weitere Nutzung nach Projektende als auch für den Transfer und damit für eine potenzielle Weiterentwicklung (Open Source) in den Testbeds (AP 8) der Uni Leipzig und TU Dresden implementiert und erprobt. Zum Berichtszeitpunkt steht Anwender*innen die konfigurier- und erweiterbare MWB als modular-vernetzter Web-Service zur Verfügung. Ein großes Potenzial liegt dabei in der Vernetzung digitaler und KI-gestützter Werkzeuge. Diese nutzen die Potenziale des Zusammenspiels von LLM mit Systemprompts in Kombination mit konkreten Zielen und Inhalten von Lehr-/Lernsettings (Retrieval Augmented Generation (RAG)-Ansatz), um Inhalte jederzeit niedrigschwellig zugänglich zu machen. Die didaktische Einbindung von KI ermöglicht personalisierte Unterstützung für Studierende, während Datenvisualisierung Einblicke in Bearbeitungsfortschritte und Transparenz über die Interaktion bietet.

Die Weboberfläche MWB stellt verschiedene digitale Werkzeuge und Dienste zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens bereit, die über ein Kubernetes Cluster miteinander vernetzt sind. Zum Projektende enthält sie folgende Kernfunktionen⁵: ein Chatbot als Experte und Lernbegleiter, der mittels LLM-basierter Verfahren (RAG-Ansatz) spezifische inhaltliche und organisatorische Fragen basierend auf Modulmaterialien beantwortet und zusätzlich individuelles Lernmaterial generiert, zum Beispiel zur Prüfungsvorbereitung und zur Selbstüberprüfung; KI-gestütztes Feedback zu Schreibaufgaben, das adaptiv und personalisiert basierend auf Modulmaterial und Lernzielen erfolgt; ein integrierter Zeitplaner, der eine strukturierte Planung und Reflexion des individuellen Lernprozesses ermöglicht sowie ein Dashboard, das den Bearbeitungsfortschritt von Materialien und Aufgaben visualisiert.

In **AP 5 (UL AP)** wurden die Entwicklung und Erprobung KI-basierter Wissensdienste zur Automatisierung mentorieller Prozesse realisiert. Schwerpunkte waren die didaktische Konzeption und Formalisierung der Modelle aus AP 1 sowie deren Umsetzung in hybride KI-Verfahren, die regelbasierte Ansätze mit maschinellen Lernverfahren verbinden: eine modulspezifische Suchmaschine, ein kontextsensitiver LLM-basierter Chatbot (Arbeitstitel „BiWi-AI-Tutor“) als Experte und Lernbegleiter zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens und die Anpassung und Erprobung eines adaptiven, personalisierten KI-Feedbacksystems für Texte von Studierenden. Dabei wurden auch sensorbasierte Ansätze zur Identifikation affektiver Lernzustände im Rahmen der Beteiligung an einer Sensorstudie und der Konzeption einer Sensor-App erprobt.

In **AP 6 (UL AP)** erfolgte neben der Begleitung mit Blick auf Forschungsdatenmanagement die nachhaltige, datenschutzkonforme Integration der entwickelten Dienste und Werkzeuge in

⁵ Während der Projektlaufzeit wurden auch weitere Dienste (prototypisch/Proof-of-Concept) konzipiert und getestet, siehe Teil 2.

die Hochschulstrukturen, unter anderem an der Universität Leipzig. Entsprechend dem Verbundziel liegt zum Laufzeitende eine vernetzte Forschungsdateninfrastruktur vor, die es ermöglicht, hochschuldidaktische Handlungs- und Forschungsräume für Studierende und Lehrende DSGVO-konform und in öffentlicher Hand nachhaltig bereitzustellen. Dadurch ist es möglich, dass im Rahmen ausgewählter Szenarien Informationen über den Lernprozess im Dashboard der MWB in Echtzeit angezeigt (AP 4 & 8) und Daten für Studien genutzt werden können. Das ermöglicht sowohl eine kurz- als auch längerfristige Optimierung der Lernszenarien.

In **AP 8 (UL AP)** wurden die in AP1 grundlegend didaktisch konzipierten und in AP 2, 4 & 5 entwickelten, zum überwiegenden Teil KI-gestützten Dienste und Werkzeuge im Rahmen von Lehr-/Lernszenarien in den Testbeds der Universität Leipzig und TU Dresden testbedspezifisch implementiert, erprobt und evaluiert. Ein entscheidender Aspekt der KI-Entwicklungen ist neben der Domänenspezifität die Schaffung einer vertrauensvollen (Kommunikations-)Basis zwischen Lernenden und den KI-Diensten, unter anderem realisiert durch die Gestaltung des Agenten als Begleitung selbstgesteuerten Lernens ((Online-)Beratungs-Persona) und durch die Transparenz der Quellen des Outputs.

Ziel der Evaluation der MWB war die Beurteilung der Nützlichkeit, Zufriedenheit und Akzeptanz der Plattform sowie der einzelnen Werkzeuge. Zudem wurde untersucht, wie gut die MWB die Studiengestaltung der Nutzer*innen unterstützt und welche Verbesserungspotenziale bestehen. Die Ergebnisse zeigen eine insgesamt positive Entwicklung der Nutzer*innenwahrnehmung im Laufe der untersuchten Semester.

2 Eingehende Darstellung

2.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen

2.1.1 Arbeitspaket 0 | Projektkoordination und Management

Die Projektkoordination umfasste neben der Vernetzung mit relevanten Einrichtungen der Universität Leipzig (Universitätsrechenzentrum, E-Learning-Service, Medienredaktion) zur Erhöhung der Sichtbarkeit sowie Anknüpfung an Ressourcen und Know-how auch die Einrichtung und Begleitung bedarfsbezogener Querschnittsarbeitsgruppen. Zudem erstreckten sich die Aufgaben der Projektkoordination auch auf die Administration und Pflege der Verbundinfrastruktur zur Herstellung von Transparenz über forschungsbezogene Aktivitäten im Verbund, vor allem anhand folgender Komponenten: Nextcloud und Rocket.Chat, Projekt-Website⁶, Datenschutz, Verfahrensverzeichnisse, Wiki und Arbeit an Dokumentation und (DSGVO-konformem und nutzer*innenfreundlichem) Einsatz von Learning Layers (OpenID Connect) bzw. Login in die Infrastruktur via Single-Sign-On (SSO). Ebenso wurde ein regelmäßiger verbundinterner Austausch über laufende Forschungsarbeiten, Arbeitsstände in den Testbeds und Abstimmung mit Entwickler*innen zu Bedarfen und Anforderungen an Dienste und Werkzeuge, Forschungs-(Daten-)Infrastruktur in Form von regelmäßigen Arbeitstreffen sowie monatlichen Verbundtreffen (online) organisiert und moderiert.

Es wurde an einer internen Forschungsdatenverwaltung (Abstimmung und Aufbereitung von Dokumenten, u.a. zur Datenerhebung, Verfahrensverzeichnisse, Mitarbeit an Verbunddatenschutzlösung) und der automatisierten Datenerhebung gearbeitet, ebenso wurden Maßnahmen zur Gewährleistung der Interoperabilität durch Schnittstellenanpassung koordiniert und beauftragt. Darüber hinaus wurden das Forschungsdatenmanagement und die entsprechende Infrastruktur (LRS) verbessert (Pseudonymisierung von personenbezogenen Daten & DSGVO-konforme Datenspeicherung, Widerruf & Datenlöschung in der MWB).

Insbesondere in Zusammenarbeit mit AP 6 & 4 und der TU Dresden wurde mit Blick auf die Bedeutung zur Erreichung des Verbundziels das Verwertungs- und Transferkonzept koordiniert. In diesem Zusammenhang hervorzuheben ist neben der Koordination des Herausgeberbandes im Springer-Verlag im Rahmen der Reihe „Lecture Notes in Educational Technology“ mit dem Arbeitstitel „Scalable Mentoring in Higher Education. Technological approaches, teaching patterns and AI techniques“ die Koordination der nachhaltigen Bereitstellung der konfigurier- und erweiterbaren Mentoring Workbench (MWB) als modular-vernetzter Web-Service inklusive einer vernetzten Forschungsdateninfrastruktur.

Die Verbundkoordination war zuständig für die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung folgender Verbundtreffen in Präsenz: Kick-off-Meeting, Uni Leipzig, September 2022 und Klausurtagung Verbund, IBS Laubusch, Juni 2023.

2.1.2 Arbeitspaket 1 | Didaktische Modellierung

In **AP 1** wurden durch **UL AP** hochschuldidaktische, datengestützte und personalisierte Bildungsmodelle in einem iterativen Prozess konzipiert und weiterentwickelt. Dadurch wurde die didaktische Grundlage für den Einsatz von KI-Unterstützung (Tools und Anwendungsszenarien) in hybriden Lehr-/Lernszenarien an Hochschulen gelegt – insbesondere für die im Rahmen MWB zu entwickelnden Angebote KI-gestützter mentorieller Unterstützung (AP 4 & 5). Die iterative Entwicklung erfolgte in drei Phasen: Analyse, Modellierung und Evaluation. Ergebnis ist ein didaktisches Basismodell (Iteration 1), das in nachgelagerten APs in Werkzeuge

⁶ <https://tech4comp.de>

(AP 4) und KI-Dienste (AP 5) überführt wurde. Die Modelle wurden vor allem auch hinsichtlich ihrer Skalierbarkeit und Passung evaluiert und kontinuierlich angepasst. Konzepte für KI-Tools konnten in Lehr-/Lernszenarien integriert werden, um personalisierte Unterstützung zu bieten und das selbstgesteuerte Lernen der Studierenden zu fördern. Insgesamt wurden die Grundlagen für und die Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Weiterentwicklung der Unterstützungsangebote in Publikationen und Repositorien dokumentiert, um sowohl Potenziale von KI zur Verbesserung der Studierendenunterstützung als auch Herausforderungen und ethische Fragestellungen aufzuzeigen.

Die Grundlage für die im Rahmen des Projekts konzipierten Szenarien basieren didaktisch auf den zentralen Merkmalen von Mentoring, Beratung und selbstgesteuertes Lernen.

Framework: Mentorielle KI-Unterstützung selbstgesteuerten Lernens

Vor dem Hintergrund derzeitiger hochschul- und bildungspolitischer Wandlungsprozesse ist die folgende Leitfrage des Verbundvorhabens nach wie vor von immenser Bedeutung, um den Herausforderungen der digitalen Transformation im Hochschulkontext zu begegnen: Wie müssen Gestaltungskonzepte aussehen, die die Qualität von digital-gestützten, intelligenten mentoriellen Prozessen studienbegleitend innerhalb eines intelligenten Bildungsnetzwerks skalierbar machen? Die didaktischen Gestaltungskonzepte liegen in Form von Prinzipien der Gestaltung von Unterstützungsangeboten auf Basis von theoretischen Überlegungen einerseits und empirischen Untersuchungen andererseits vor. Entsprechend der iterativen Vorgehensweise stellt die zum Berichtszeitpunkt verfügbare Version der MWB einen vorläufig finalen Stand der Umsetzung der konzipierten, evaluierten und skalierbar eingestuften Gestaltungsprinzipien dar.

Mentoring gilt als effektive Maßnahme zur Unterstützung von Lernprozessen (Eby & Dolan, 2015; Nora & Crisp, 2007; Ziegler, 2009), wobei Studierende unter anderem bei einer Problemlösung beratend unterstützt werden können (Schwarzer & Buchwald, 2009). Selbstgesteuertes Lernen kann betrachtet werden als „zielgerichtete[r], mehrdimensionale[r] Vorgang, bei dem Lernende objektiv vorhandene didaktische Entscheidungs-, Gestaltungs- und Handlungsspielräume hinsichtlich der Ziele, Inhalte, Quellen, Methodik, Einschätzung, Partner, des Weges, der Zeit und des Ortes ihres Lernens subjektiv erkennen, beherrschen und nutzen. Je stärker die Nutzung dieser Spielräume, desto stärker selbstgesteuert ist der Lernprozess“ (Dyrna et al. 2021, 249).

Die Perspektive auf das Konzept Mentoring⁷ zur Unterstützung Studierender erfordert eine Vielzahl spezifischer Bedingungen, um erfolgreich zu sein. Eine wesentliche Voraussetzung für die Testbeds sind ausgeprägte schriftsprachliche Fähigkeiten, da die Kommunikation zwischen den Akteur*innen, den Chatbot eingeschlossen, hauptsächlich schriftbasiert erfolgt. Personen mit Schwierigkeiten beim schriftlichen Ausdruck profitieren weniger von E-Mentoring, da sie ihre Gedanken und Argumente nicht effektiv darlegen können (Segall, 2000, zit. nach Stöger, 2009, 231).

In Bezug auf den Einsatz von Chatbots als Mentor*innen-Instanz mit Blick auf die Beziehung zwischen Mentee und Mentor*in legt Gosha (2013, zit. nach Mendez et al., 2019) nahe, dass der wesentliche Unterschied zwischen menschlichen Mentor*innen und Chatbots in der psychosozialen Unterstützung liegt, wobei menschliche Mentor*innen höher bewertet werden.

⁷ In der Literatur auch synonym als „E-Mentoring“ bezeichnet, im Folgenden zusammengefasst als „digital gestütztes Mentoring“ oder „mentorielle Unterstützungsangebote“.

Entscheidend für den Erfolg von Chatbotbeziehungen ist demnach die Fähigkeit, eine vertrauensvolle und nützliche emotionale Bindung zu schaffen. Dies verbessert die Benutzer*inneninteraktionen, fördert das Lernen und inspiriert positive Einstellungen sowie Verhaltensänderungen (Beale & Creed, 2009; Berry et al., 2005; Bickmore et al., 2005; de Carolis et al., 2006; Lee & Choi, 2017, zit. nach Mendez et al., 2019).

Vertrauen in die Effektivität des digitalen Mentors ist eine weitere Grundvoraussetzung für die Zufriedenheit der Mentees. Es erfordert ausreichend Zeit, um dieses Vertrauen zu entwickeln (Bickmore et al., 2005; Mendez et al. 2019). Ein weiterer Schlüsselfaktor ist die Förderung der Vertrautheit. Beziehungen, in denen Mentor*innen bereit sind, persönliche Erfahrungen und Fachwissen online zu teilen, werden als erfolgreicher bewertet (Bierema & Merriam, 2002).

Digital gestütztes Mentoring bietet mehrere Vorteile gegenüber traditionellem Mentoring. Beispielsweise trägt das Online-Mentoring von Lehramtsstudierenden zur Kompetenzsteigerung im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien bei, was ihnen später im Unterricht zugutekommt (Dorner & Kumar, 2016). Obwohl nonverbales Feedback wie Mimik fehlt, ermöglicht digital gestütztes Mentoring ehrliches Feedback (Black, 2017).

Zeitliche Flexibilität und Zeitersparnis zählen zu den zentralen Vorteilen digital unterstützten Mentorings (Stöger, 2009). Darüber hinaus erleichtert es die Überwindung kultureller, hierarchischer und demografischer Unterschiede, was zu gleichberechtigter Kommunikation führen kann (Schuler, 1996, zit. nach Stöger, 2009). Das Fehlen visueller Hinweise trägt zur Angleichung der Wettbewerbsbedingungen bei, da vorgefasste Meinungen aufgrund von Demografie verringert werden (Janasz et al., 2008; zit. nach Ensher, 2013). Digital gestütztes Mentoring ermöglicht also maximale Flexibilität ohne Einschränkungen durch physische Nähe oder Zeit (Ensher et al., 2003; Ensher, 2013). Es bietet auch Personengruppen wie Frauen und Menschen mit Migrationshintergrund die Möglichkeit, Mentor*innen zu finden und somit in Berufen Fuß zu fassen, in denen sie unterrepräsentiert sind (Single et al., 2005; zit. nach Ensher, 2013). Blended Mentoring, das E-Mail, Telefonate und persönliche Treffen kombiniert, erhöht die allgemeine Zufriedenheit der Mentoringbeziehungen zusätzlich (Murphy, 2011; Ensher, 2013).

Darüber hinaus bietet digital gestütztes Mentoring einen sicheren Kontext für den Beziehungsaufbau zwischen verschiedenen Parteien und hat das Potenzial, traditionelle Machtdynamiken in Mentoringbeziehungen zu reduzieren. Dies kann Frauen und Personen mit Migrationshintergrund ermutigen, nicht-traditionelle Berufe zu erkunden, indem es Zugang zu Vorbildern und Fürsprecher*innen bietet (Bierema & Merriam, 2002).

Mit dem Fokus auf selbstgesteuertem Lernen in Kombination mit generativer KI wurde nicht zuletzt die Bedeutung anwendungsfeldspezifischer Informations- und Unterstützungsangebote deutlich. Dies umfasst sowohl die Begleitung individueller Lernpfade als auch die Bereitstellung von Feedback zur Förderung der Selbstregulation. Ziel davon ist es, die Studierenden bei der Erreichung ihrer Lernziele zu begleiten. Das Angebot zielt darauf ab, Studierenden Informationen und Strategien zur Verfügung zu stellen, um ihren Kompetenzerwerb im Rahmen selbstgesteuerten Lernens zu unterstützen. Es ermöglicht ihnen, sich eigenständig in der Lernumgebung zu orientieren und ihren Lernprozess auf metakognitiver Ebene zu planen und zu reflektieren. Studierende können ihren Lernfortschritt sowie das Erreichen von Zielsetzungen überprüfen und bewerten. Zudem haben sie die Möglichkeit, Lerninhalte und Lernwege entsprechend ihren individuellen Zielsetzungen auszuwählen. Das Angebot stellt die Lerninhalte und Aufgaben so bereit, dass Studierende in einem hohen Maß selbstgesteuert handeln können.

Im Bereich Kompetenzerwerb und -entwicklung unterstützt das Angebot die Studierenden dabei, den Prozess gemäß dem Moderatormodell des Kompetenzerwerbs (Wollersheim, 2023)

zu durchlaufen. Es bietet fachspezifische Aufgaben, die weder unter- noch überfordern. Studierenden stehen externe und individualisierte Ressourcen zur Verfügung, um sie beim Lösen der Aufgaben und im allgemeinen Kompetenzerwerbsprozess zu unterstützen. Des Weiteren werden Informationen und Strategien bereitgestellt, um interne Ressourcen zu aktivieren und die Studierenden bei den einzelnen Schritten der Aufgabenbearbeitung zu unterstützen. Zudem erhalten sie Strategien, um Neues in ihr Vorwissen zu integrieren und für weiteren Kompetenzerwerb zu nutzen.

Im Theoriebereich Mentoring und Beratung ermöglicht das Angebot Studierenden Interaktions- und Kommunikationsgelegenheiten, die professionellen Mentoring- und Beratungssettings entsprechen. Es erfüllt die Voraussetzungen, die einen Beziehungsaufbau zwischen Studierenden und der mentoriellen Instanz ermöglichen. Dies schließt eine niedrigschwellige Kontaktaufnahme, die Abbildung natürlicher Sprache und die Variabilität der Kommunikationselemente ein. Zudem stellt das Angebot sicher, dass die Anliegen der Studierenden gegenüber der mentoriellen Instanz transparent gemacht werden. Studierende können unterschiedliche Anliegen formulieren, auf die das Angebot eingehen und mögliche Lösungswege aufzeigen kann.

Auf Grundlage dieser grundsätzlichen didaktischen Prinzipien (Bildungs-/Mentoringprozessmodell) wurden Szenarien mit KI-gestützten mentoriellen Diensten, Werkzeugen und Prozessen (AP 4 & 5) entwickelt und erprobt (AP 8), die domänenspezifische Gestaltungskonzepte enthalten.

Framework: Beratungsverständnis und Berater-Persona

Im Rahmen der Fokussierung auf Aspekte von Mentoring spielt Beratung eine wesentliche Rolle. Das Beratungsverständnis beruht darauf, digitale Lernunterstützungsangebote mit KI-Integration so zu gestalten, dass effektive und personalisierte Interventionen für eine große Anzahl von Studierenden ermöglicht werden können. Dabei wird angestrebt, bewährte Beratungsprinzipien in den Chatbot zu integrieren, um eine unterstützende, an die individuellen Bedürfnisse angepasste und empathische Interaktion zu gewährleisten.

Die KI in Form des Chatbots fungiert hier als Berater*in und hilft Studierenden, eine auf ihr Problem zugeschnittene Lösungsstrategie zu finden (Martin & Pengel, 2024). Dazu stellt sie sich vor und strebt zunächst einen „Beziehungsaufbau“ an, indem sie zuerst nach dem vorliegenden Problem, dem Auftrag und der Erwartungshaltung fragt. Im Gesprächsverlauf fragt sie zurück, ob das Problem richtig verstanden wurde und welche emotionalen Zustände beschrieben wurden, ermittelt vorhandene Ressourcen, aktiviert diese und behält den anfangs genannten Auftrag im Blick. Basierend auf diesen Informationen schlägt die KI mögliche Lösungswege für das beschriebene Problem vor und erklärt deren Auswahl in Adaption an die ratsuchende Person, ihr Problem und ihre Ressourcen. Sie bietet auch an, gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen und gibt weitere Impulse zur Zielerreichung. Außerdem reflektiert die KI in Form des Chatbots, inwiefern die erteilten Impulse und Vorschläge als hilfreich empfunden wurden.

Die Vorteile des Einsatzes von Chatbots in der Hochschulbildung liegen in deren Anpassungsfähigkeit und intuitiver Benutzer*innenfreundlichkeit (Pengel et al., 2020). Generative KI kann die Leistungsfähigkeit von Chatbots durch menschenähnliche Interaktionen verbessern. Trotz dieser grundsätzlich vorhandenen Vorteile besteht Bedarf an einem Gesprächsdesign auf der Angebotsseite und spezifischen Kompetenzen im Umgang mit KI auf der Nutzenseite.

Eine persönliche Beziehung zwischen Studierenden und Lehrpersonen spielt bei der Unterstützung von Lernprozessen eine bedeutende Rolle. Die Integration von Beratungsprinzipien

kann eine personalisierte Betreuung ermöglichen, die fachliche und emotionale Unterstützung bietet. Zudem kann der Einsatz von KI in der Beratung komplexe Situationen strukturiert angehen, stößt aber auf Limitationen in der Darstellung von Emotionen und menschlicher Interaktion.

Für ein Chatbot-gestütztes Unterstützungsangebot wie der Mentoring Workbench (MWB) sind empathische Kommunikation, gezielte Fragetechniken und strukturierte Prozessführung notwendig. Ethische Gesichtspunkte und die Evaluation des Chatbots ermöglichen kontinuierliche Verbesserungen.

Die Entwicklung einer Berater-Persona für LLM-gestützte Chatbots zeigt, dass Beratung mit generativer KI bestimmte Rahmenbedingungen nur teilweise abbilden kann. Der Chatbot kann die Beratungsperson nicht ersetzen, da empathische Kommunikationskomponenten fehlen und die Beratung traditionell in zwischenmenschlichen Settings stattfindet (Engelhardt, 2023).

2.1.3 Arbeitspaket 2 | Domänenmodellierung

In **AP 2 (UL AP)** wurden didaktische Visualisierungskonzepte und neue Zugänge zur Nutzung domänenspezifischer Materialien unter Verwendung generativer KI beziehungsweise Large Language Models (LLM) für KI-gestützte mentorielle Angebote erschlossen, für verschiedene (KI-)Dienste aufbereitet, nutzbar gemacht und erprobt. Damit wurden neben anwendungsbereiten Diensten und Prototypen auch wesentliche Gestaltungskonzepte identifiziert, um domänenspezifisches Wissen und Informationen sowie Lernziele für KI-gestützte Lernbegleitung skalierbar nutzbar zu machen.

Der Schwerpunkt lag auf der Aufbereitung und Bereitstellung von Lernzielen, Lernmaterialien (beispielsweise Präsentationsfolien) sowie organisatorischen Informationen für den Einsatz in generativen KI-basierten Diensten (Pengel et al., 2024, 2025). Der Prozess der Materialaufbereitung umfasste verschiedene Iterationen. Dabei wurden unter anderem vorhandene Texte (zum Beispiel Vorlesungsverzeichnis) aus tabellarischer Form in Fließtext umgewandelt, um eine nutzbare Struktur für den zu diesem Zeitpunkt eingesetzten Chatbot (LLM, GPT-3.5-turbo, Stand: Januar 2024) zu schaffen. Dieser Arbeitsschritt ist zum Zeitpunkt des Berichts unter Einsatz von GPT-4-o-mini und anderen Erweiterungen des Chatbot-Dienstes⁸ nicht mehr notwendig. Zum Abschluss des Projekts und als Beitrag zur Verwertung und organisationalen Implementierung (AP 6) können Nutzer*innen darüber hinaus selbstständig Material in der MWB hochladen und für die Nutzung durch den Chatbot auswählen.

Hierzu wurden auch einführende Schulungsmaterialien erzeugt. Aufgrund der hohen Dynamik im Feld der KI unterlagen diese Materialien einem hohen Aktualisierungsdruck. Um dieser hohen Dynamik Rechnung tragen zu können und die Kompetenzen der Zielgruppen zu berücksichtigen und entwickeln zu können, wurde daher auch das Format der Hands-on-Schulungen einbezogen.

Der beschriebene Ansatz kam neben der Weiterentwicklung des Chatbots auch bei der Weiterentwicklung (schrift-)sprachlichen Feedbacks auf studentische Texte zum Einsatz (AP 8) (Pengel et al., 2024, 2025). Darüber hinaus wurden mit dem DFKI (AP 5) Lernmaterialien des Testbeds UL indexiert und eine entsprechende Suchmaschine für indexierte Materialien erstellt (ebd.).

In der Auseinandersetzung mit technisch angereicherten und ästhetisierten Lernraumin szenierungen, einschließlich Mixed-Reality-Agenten, wurde deutlich, dass diese neue Zugänge

⁸ <https://gitlab.com/tech4comp/llm-chatbot-service>

zur Wissensaneignung eröffnen und den digitalen Wissenserwerb wirksam unterstützen können (Hensen et al., 2022; Schiffeler et al., 2020). Obwohl MR-Anwendungen, etwa in Form von Escape-Room-Szenarien, positive Effekte auf Motivation und soziale Kompetenzen zeigen, besteht oft zu Beginn eine erhöhte kognitive Belastung für die Lernenden, die durch umfassende Übungsphasen adressiert werden sollte (Schiffeler et al., 2020; Kockord, 2023). Bisherige Studien liefern hinsichtlich der Effektivität solcher Technologien für den Lernerfolg jedoch uneinheitliche Ergebnisse. Aus diesem Grund bleibt eine kritische und weiterführende Untersuchung notwendig (Hensen & Bekhter, 2023; Pernice, 2024) und wurde auf den unmittelbaren Einsatz im Feld (Testbeds) verzichtet. Gleichwohl wurden bestehende Kooperationen mit Partnern gepflegt, die bereits verwandte MR-Lösungen entwickeln, um Passfähigkeit der entwickelten Dienste mit dieser Technologie zu ermöglichen sowie redundanten Entwicklungsaufwand zu vermeiden und vorhandene Ressourcen effizient zu nutzen.

Die Visualisierung von Daten, insbesondere durch Learning-Analytics-Dashboards, spielt eine zentrale Rolle im Lernprozess, da diese eine übersichtliche Darstellung komplexer Daten für unterschiedliche Zielgruppen ermöglichen. Eine systematische Entwicklung der Visualisierungen, basierend auf bildungswissenschaftlichen und Theorien der Mensch-Computer-Interaktion, fördert deren Akzeptanz maßgeblich (Chatti et al., 2020). Human-Centered Design (HCD) und Frameworks wie das „That-Why-How Visualization Framework“ von Munzner (2014) sowie der CLEAR(I)-Leitfaden bieten hierfür effektive methodische Grundlagen (Dimitriadis et al., 2021; Jacobs & Hensel-Börner, 2020). Ein erster Prototyp eines Dashboards mit deskriptiver Learning Analytics wurde konzipiert und implementiert. So wurde den Studierenden in Kombination mit dem Zeitplaner im Rahmen der MWB die Möglichkeit eines Überblicks über den Bearbeitungsfortschritt der Lernmaterialien gegeben. Die Darstellung der Fortschritte soll sowohl Lehrenden als auch Lernenden Orientierung bieten, sodass Bildungsprozesse transparenter gestaltet und individuelle Bedarfe besser adressiert werden können. Fortschrittsanzeigen und Visualisierungen für Aufgabenbearbeitungen sollen dazu beitragen, die Effektivität der Lernmaterialien zu optimieren.

Zusammen mit UL DB wurden das Fachlandkarten-Tool zur interaktiven Darstellung von Wissensnetzen sowie „EAs.LiT“ zur Erstellung von E-Assessments konzeptionell erweitert sowie didaktisch die Entwicklung eines LLM-basierten Aufgabengenerators („ItemForge“) für geschlossene Aufgaben begleitet. Grundlage dafür waren die E-Assessment-Standards des Arbeitsbereichs Allgemeine Pädagogik (Modulverantwortung Testbed Bildungswissenschaften Universität Leipzig), die auch Teil des Selbstlernmoduls TASKtrain⁹ sind und für den Prototyp anwendungsspezifisch sowie im Hinblick auf das Prompting angepasst wurden. Damit wurde die Grundlage gelegt, um datengesteuerte, personalisierte und modalitätsübergreifende Lernräume weiter auszubauen und nachhaltig in der Hochschullehre zu verankern.

Im **AP 2 (UL DB)** wurde das Fachlandkarten-Tool funktional erweitert und unterstützt nun einen vierstufigen Prozess zur (teil-)automatisierten Generierung und Annotation von Domänenmodellen mit automatischer Erweiterung und Aggregation. Die RDF-basierten Fachlandkarten ermöglichen flexiblen Austausch in Turtle- oder JSON-LD-Formaten, SPARQL-Dekonstruktion für Drittanwendungen sowie kontinuierliche Augmentierung durch (Meta-)Daten aus Learning Management Systemen (LMS) und „EAs.LiT“. Eine erweiterte Ontologie ermöglicht präzise Modellierung didaktischer Konzepte, insbesondere von intended Learning Outcomes und deren semantischer Verknüpfung mit E-Assessment-Items (in Abstimmung mit AP 3).

⁹ <https://moodle2.uni-leipzig.de/course/view.php?id=7125>. Das Projekt TASKtrain wurde gefördert vom Sächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK) (01.08.2013 bis 31.12.2014).

„EAs.LiT“ wurde als zentrales Werkzeug zur kompetenzorientierten Item-Generierung etabliert, wobei die automatisierte Prüfungserstellung für große Kohorten durch semantische Textanalyse-Verfahren, Machine-Learning-Methoden und Large Language Models (GPT-3.5, GPT-4) vorangetrieben wurden (in Kooperation mit DFKI, HTWK, UL AP). Das Proof of Concept „ItemForge“ nutzt taxonomiebasierte intended Learning Outcomes zur gezielten Ableitung prüfungsrelevanter Inhalte. Intelligente Vorschlagssysteme realisieren automatische Anforderungsstufen-Ableitung und Antwortoptionen-Generierung, während die Anschlussfähigkeit zu Mentoringwerkzeugen (AP 4) sichergestellt wurde.

Das „Computence“-Konzept integriert Fachlandkarten mit Assessmentmodellen und Lehr-Lern-Ressourcen zur Visualisierung von Lernpfaden und personalisierten Kompetenzentwicklung. Ergänzt wurde dies durch peer-basierte Kompetenzerfassung, Reflexion individueller Prüfungsergebnisse über Kohortenbenchmarks und kontextabhängige Visualisierung in Kooperation mit der RWTH Aachen und UL AP. Die systematische Evaluation erfolgte in verschiedenen Testbeds, insbesondere im Testbed Bildungswissenschaften (AP 8).

2.1.4 Arbeitspaket 3 | Verteilte Datenanalyse

UL DB trug in **AP 3** zu einer skalierbaren hybriden Cloud-Umgebung zur Sammlung und Analyse von Personenmerkmalen, Kompetenzabschätzungen und Kontextinformationen aus verteilten Datenquellen bei (mit RWTH). Die semantische Aufbereitung von „EAs.LiT“ und vom Fachlandkarten-Tool wurde durch RDF-basierte Technologien und standardisierte Schnittstellen vorangetrieben, ergänzt durch intensive Auseinandersetzung mit proprietären (OpenAI¹⁰) und Open-Source-LLMs (Llama, Mistral) für kontextsensitive Bildungsanwendungen.

Fortgeschrittene Klassifikationsalgorithmen wurden durch den systematischen Aufbau von Trainings- und Testdatensammlungen optimiert, Klassifikationsverfahren für E-Assessment-Aufgaben auf LLMs übertragen und durch Experimente mit Embeddings und Vektordatenbanken erweitert. In Zusammenarbeit mit der HTWK Leipzig und dem DFKI entstanden Prototypen zur automatisierten Kompetenzerfassung, deren Erkenntnisse in eine verbundweite Analyseplattform für AP 1, 2 & 4 einfließen.

Zur Mentoringbedarfserkennung wurde ein digitaler Prototyp entwickelt, der Selbstnominierung mit automatisierter Kompetenzdiagnostik verbindet. Der „EAs.LiT2-Prüfungsgenerierungsalgorithmus“ wurde als hybrides Vektor-Hyperspace-Verfahren systematisiert, ergänzt durch adaptive Aufgabenerstellung und verschiedene Fachlandkarten-Darstellungsmodi. Partnerbeiträge umfassten Item-Kategorisierung mit LLMs (FUB), Peer-Assessments (TUC, UL AP) und Crowdsourcing-Effekte bei temporalen Graphen. Die Integration in die Mentoring Workbench (AP 4) und Beiträge zu einer Evaluationsplattform (AP 2 & 4) bildeten die Grundlagen für innovative Mentoring-Dienste im Hochschulbereich.

2.1.5 Arbeitspaket 4 | Mentoringwerkzeuge

Im **AP 4 (UL AP)** wurden auf Basis der Grundlagen aus AP 1 die didaktischen Konzepte sowie deren Passfähigkeit zu technischen Funktionen und Schnittstellen der webbasierten, modularen und mobilfähigen Mentoring Workbench (MWB) weiterentwickelt. Diese Arbeiten erfolgten in enger Zusammenarbeit mit der TU Dresden und wurden sowohl für die nachhaltige Nutzung

¹⁰ <https://www.openai.com/>

nach Projektende als auch im Hinblick auf einen Transfer und die potenzielle Weiterentwicklung als Open-Source-Lösung in Testbeds der Universität Leipzig und der TU Dresden implementiert und getestet.

Die MWB stellt als modular-vernetzter Web-Service zum Projektende verschiedene digitale Werkzeuge und Dienste bereit, die iterativ entwickelt wurden, um selbstgesteuerte Lernprozesse von Studierenden zeit- und ortsunabhängig zu unterstützen (Sander, 2018; Dyrna et al., 2021). Technologisch basiert die MWB auf einem Kubernetes Cluster (Klamma et al., 2020) und kombiniert ein in Angular entwickeltes Frontend mit einem Java-basierten Backend, welches die Kommunikation der Komponenten und das Tracking in Datenbanken, insbesondere im Learning Record Store (LRS), sicherstellt. Somit können die Komponenten bei Bedarf direkt interagieren und Informationen über Aktionen ausgetauscht werden (Pengel et al, 2024, 2025, in press).¹¹

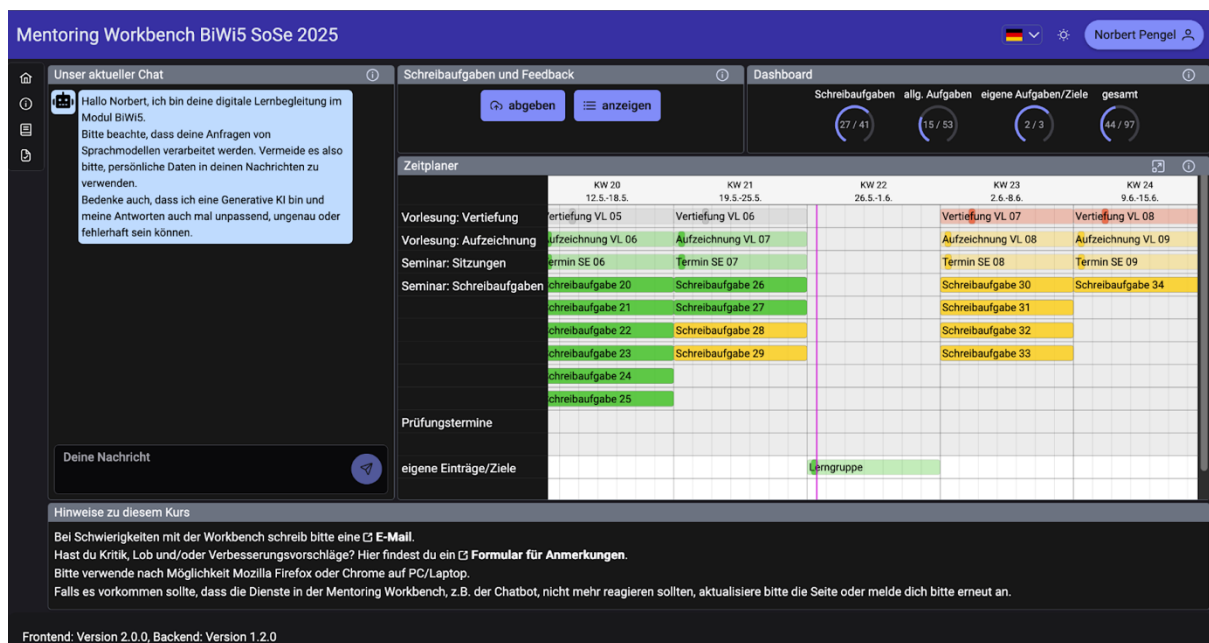


Abb. 1: Screenshot Mentoring Workbench Testbed Bildungswissenschaften Uni Leipzig

Die MWB ist eine modulare, webbasierte Arbeitsumgebung (Abb. 1), die verschiedene KI-gestützte Dienste und Werkzeuge für Studierende und Lehrende zusammenführt und miteinander vernetzt. Sie ist in LMS integrierbar und enthält zum Projektende folgende Funktionen: ein Chatbot (LLM-basiert) als Experte und Lernbegleiter, der sowohl modulspezifische inhaltliche als auch organisatorische Fragen beantwortet sowie zusätzlich individuelles Lernmaterial generiert (mit DFKI, AP 5), KI-gestütztes Feedback zu studentischen Texten (Schreibaufgaben) (mit TUD, AP 5), ein Zeitplaner mit einem Gantt-Chart und ein Dashboard zur Visualisierung des Bearbeitungsfortschritts, um die Lernprozessplanung und -reflexion zu unterstützen (mit TUD). Die Kursverwaltungsfunktionen ermöglichen Lehrenden die domänenspezifische Konfiguration von Kursen und Inhalten (mit TUD) (Pengel et al, 2024, 2025, in press). Im Projektverlauf wurden auch weitere Dienste, Prototypen und Proof-of-Concepts konzipiert und erprobt. Mit Blick auf die Skalierbarkeit und die verfügbaren Ressourcen sind, zumindest temporär, nicht alle Dienste in der nach Projektende nutzbaren MWB verfügbar. Sie wurden aber

¹¹ <https://gitlab.com/Tech4Comp/documentation>

wissenschaftlich verwertet (siehe Publikationen¹²) und dokumentiert¹³. Dazu zählen die Suchmaschine (AP 5), das Fachlandkarten-Tool inklusive interaktiver Wissensnetze sowie der Aufgabengenerator „ItemForge“ als KI-Erweiterung des E-Assessment-Tools „EAs.LiT“, der automatisiert geschlossene Klausuraufgaben generiert, um Lehrkräfte bei der effizienten Erstellung von elektronischen Prüfungen zu unterstützen (mit UL DB, AP 2).

Die Entwicklung MWB erfolgte in mehreren Iterationen. Zu Beginn wurde die Grundstruktur als webbasierte und modulare Arbeitsumgebung konzipiert. Dies erfolgte mit dem Ziel, verschiedene digitale Werkzeuge und Dienste für Studierende und Lehrende zu integrieren und den individuellen Lernprozess optimal zu unterstützen. Im weiteren Verlauf wurden zentrale, interaktive Funktionen wie ein LLM-basierter Chatbot, ein KI-gestütztes Feedbacksystem, ein Zeitplaner für die Lernprozesssteuerung sowie ein Dashboard zur Visualisierung des Lernfortschritts realisiert und in Testbeds (AP 8) erprobt. Die Oberfläche der MWB wurde dabei unter anderem auch auf Basis von Nutzer*innenfeedback semesterweise überarbeitet. So erfolgte beispielsweise die Umstellung von einer Kachel- auf eine übersichtlichere Gesamtansicht, die die verschiedenen Komponenten besser verknüpft und so die Benutzer*innenfreundlichkeit erhöht. Parallel dazu wurde die technische Infrastruktur ausgebaut und modernisiert: Der ursprünglich genutzte Chatbot auf Basis von Rocket.Chat wurde durch die TU Dresden durch eine eigene REST-API-Lösung ersetzt, die besseren Datenschutz gewährleistet sowie eine flexiblere und bedarfsgerechtere Einbindung ermöglicht. In weiteren Entwicklungsschritten wurde ein intent-basierter Chatbot mit Anbindung an LLM integriert. Lehrende haben nun die Möglichkeit, eigene Kursmaterialien hochzuladen und den Chatbot kursindividuell zu konfigurieren. Nutzer*innen können die Antworten des Chatbots im Chat-Interface mit „Daumen hoch“ für Zustimmung und „Daumen runter“ für Ablehnung bewerten und haben auch die Möglichkeit, einen kurzen Kommentar zu hinterlassen.

Während der gesamten Entwicklung fanden regelmäßige Usertests und Evaluationen statt, deren Ergebnisse in die weitere Optimierung der MWB einfließen. Alle technisch und funktional relevanten Komponenten wurden zudem als Open Source veröffentlicht¹⁴, um eine nachhaltige Nutzung und Weiterentwicklung zu ermöglichen.

Wichtig war auch die datenschutzkonforme Gestaltung der MWB, die einfache Konfigurierbarkeit für Lehrende ohne tiefgreifende technische Vorkenntnisse sowie die möglichst nahtlose Integration in bestehende hochschulbezogene Prozesse und LMS. Für unterschiedliche Zielgruppen wurden verschiedene Supportangebote wie Info-Boxen, Hands-on-Schulungen und FAQs bereitgestellt. Darüber hinaus kann der LLM-basierte Chatbot bei der Nutzung der MWB begleiten, da er über MWB-spezifische Informationen verfügt (RAG-Ansatz). Die MWB wurde im für Lehramtsstudierende verpflichtenden Modul „Medienbildung“ an der TU Dresden curricular verankert. An der Universität Leipzig ist die MWB fester Bestandteil des didaktischen Konzepts des Lehramtsmoduls „05-BWI-05“.

Während der gesamten Projektlaufzeit war die didaktische Modellierung der MWB geprägt von einer starken Praxisorientierung, einer kontinuierlichen Anpassung an neue technologische und organisationale Rahmenbedingungen sowie nach Möglichkeit einer konsequenten Einbindung von Nutzer*innenfeedback. Insbesondere die Berücksichtigung der DSGVO, die nutzer*innenfreundliche Gestaltung sowie die Open-Source-Bereitstellung der Komponenten stellen zentrale Erfolgsfaktoren für die nachhaltige Implementierung und Weiterentwicklung

¹² <https://tech4comp.de>

¹³ <https://gitlab.com/tech4comp/documentation>

¹⁴ <https://gitlab.com/tech4comp>

der Mentoring Workbench (MWB) dar (AP 6). Abschließend wurden zudem erste Vorgaben für Barrierefreiheit digitaler Angebote berücksichtigt¹⁵.

Zur Evaluation der Benutzer*innenfreundlichkeit (Usability) der MWB wurde eine umfassende User-Experience-Studie durchgeführt. Mittels Cognitive Walkthroughs mit Erstnutzenden wurden systematisch Herausforderungen und Optimierungspotenziale identifiziert. Die Ergebnisse zeigten insgesamt eine funktionale Benutzer*innenführung, deckten jedoch Schwächen in der intuitiven Nutzung des Zeitplaners sowie Optimierungsbedarf in der Darstellung und Navigation der Wissensnetze auf. Insbesondere bei kleineren Bildschirmauflösungen wurde die Auffindbarkeit des Zeitplaners bemängelt. Empfehlungen umfassen eine prominente Platzierung, verbesserte visuelle Hinweise zur Interaktion mit Zeitplaner-Elementen sowie eine dynamische Anpassung der Wissensnetz-Darstellungen zur Steigerung der Übersichtlichkeit und Nutzer*innenfreundlichkeit (Pengel et al., in press).

Die MWB veranschaulicht eine sinnvolle Integration technologischer Innovationen wie KI und Datenvisualisierung in Bildungsprozesse. Die Ergebnisse betonen die Notwendigkeit kontinuierlicher Anpassung und Evaluation, um sowohl die Bedürfnisse der Lernenden als auch die Anforderungen der Lehrenden bestmöglich zu adressieren. Die enge Zusammenarbeit von Bildungswissenschaft und Technologieentwicklung bleibt dabei essenziell, um die MWB als zukunftsweisendes Instrument weiter auszubauen.

2.1.6 Arbeitspaket 5 | KI-basierte Adaptivität

In **AP 5 (UL AP)** wurde die didaktische Fundierung und Formalisierung der Modelle aus AP 1 für die Entwicklung hybrider KI-basierter Wissensdienste zur Automatisierung von mentoriellen Prozessen konzipiert und erprobt. Ein besonderer Fokus lag dabei auf der Entwicklung und Implementierung einer erweiterten Suchfunktion, eines LLM-basierten Chatbots sowie der Durchführung einer Sensorstudie und Entwicklung einer Sensor-App.

Für eine modulinterne Suchmaschine wurde Material gesichtet, aufbereitet und zur Indexierung (DFKI) bereitgestellt. Neben Präsentationsfolien sind auch Vorlesungsaufzeichnungen (Video und Audio) durchsuchbar. Die stichwortbasierte Suche nach relevanten akademischen Ressourcen wurde realisiert durch das DFKI unter Einsatz von Elasticsearch¹⁶ (Pengel et al., in press). Damit steht den Studierenden eine flexibel nutzbare und gesicherte Informationsbasis zur Verfügung, die erfolgreich erprobt wurde.

Ein Schwerpunkt lag auf der didaktischen Konzeption eines LLM-basierten Chatbots (Arbeitstitel „BiWi-AI-Tutor“) im Rahmen der iterativen Entwicklung (DFKI) und Erprobung (Testbed, AP 8). Dieser soll als Experte und Lernbegleiter zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens fungieren, steht durch die Integration des RAG-Ansatzes als virtueller Tutor rund um die Uhr zur Verfügung (Dibitonto et al., 2018) und ist in der Lage, den für die Antworten relevanten inhaltlichen Kontext aus dem Modulmaterial sowie den Stil der Interaktion (Persona) zu nutzen. Aktuell agiert der Chatbot orientiert an den Merkmalen von Onlineberatung sowie unter Verwendung des Materials ausgewählter Module der Universität Leipzig und der TU Dresden.

¹⁵ Grundlage sind insbesondere die Richtlinie (EU) 2016/2102 über den barrierefreien Zugang zu den Websites und mobilen Anwendungen öffentlicher Stellen, das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) und die Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV) 2.0. Die MWB ist teilweise mit den Anforderungen der BITV 2.0 vereinbar. Selbstbewertung erfolgte mit unterstützenden automatisierten Prüfwerkzeugen. Die vollständige Barrierefreiheit wird angestrebt und kontinuierlich verbessert (Stand: Juni 2025).

¹⁶ <https://www.elastic.co/de/elasticsearch>

Beide Kontexte können fach- beziehungsweise inhaltspezifisch und dem didaktischen Setting entsprechend durch Nutzer*innen angepasst werden, was diesen Dienst skalierbar macht.

Die Entwicklung des Chatbots durchlief mehrere Stufen: Zunächst wurden regelbasierte Antworten auf Basis des Social Bot Frameworks (SBF) und RASA genutzt (Neumann et al., 2021; Pengel et al., 2020). Diese ermöglichten die Beantwortung vordefinierter Fragen, zum Beispiel zu organisatorischen Aspekten oder Standardinhalten aus Lehrveranstaltungen. Die Antworten basierten auf fest hinterlegten Regeln, was jedoch nur eine begrenzte Flexibilität erlaubte und keine tiefgehende Kontextualisierung ermöglichte. Die Erkennung der Benutzer*innenanfragen erfolgte mittels Natural Language Understanding (NLU) durch RASA. Nach der Erkennung der Absicht der Nutzenden (Intent) wurden daraufhin die Antworten aus dem Chatbotmodell regelbasiert abgeleitet. Dieser Ansatz erwies sich zunächst als effektiv, geriet jedoch mit zunehmender inhaltlicher Komplexität und wachsender Informationsdichte an seine Grenzen. Die Qualität des Outputs (Chatbotantworten) nahm ab, da die Anzahl der zu verwaltenen Regeln und potenziellen Interaktionsverläufe stetig zunahm.

Mit der Veröffentlichung von ChatGPT im November 2022 wurde deutlich, dass regelbasierte Systeme den Anforderungen an den Chatbot im Testbed hinsichtlich Flexibilität, Kontextsensitivität und Antwortqualität nicht mehr gerecht werden konnten. Vor diesem Hintergrund stellte der Ansatz daher keine tragfähige Option mehr dar. Gleichzeitig ermöglichte die Verfügbarkeit sprachbasierter Modelle basierend auf LLMs die Generierung flexibler und kontextbezogener Antworten mit einem wesentlich geringeren Aufwand als es der bisherige Ansatz verlangt hätte, wenngleich damit auch andere Herausforderungen verbunden waren.

Durch Nutzung der Langchain-Bibliothek¹⁷ und Implementierung eines Retrieval-Augmented Generation (RAG)-Ansatzes konnte der Chatbot semantisch relevante Inhalte aus Lehrmaterialien wie Vorlesungsfolien und Seminarzusammenfassungen abrufen, analysieren und für präzise Antworten verwenden. Die verwendeten Quellen wurden transparent gemacht (Soliman et al., 2024). Die Integration des RAG-Ansatzes ermöglicht es dem Chatbot, den relevanten Kontext für eine gegebene Nutzer*innenanfrage zu suchen und zu finden und dann basierend auf diesem Kontext eine Antwort zu generieren. Realisiert wurde der LLM-basierte Chatbot mit der LangChain-Bibliothek und nutzte zunächst GPT-3.5-turbo von OpenAI zur Analyse und Beantwortung von Anfragen, sodass eine flexible und kontextuelle Interaktion gewährleistet werden konnte. Die Transparenz im Antwortprozess wird durch Mechanismen gewährleistet, die es dem Bot ermöglichen, relevante PDF-Abschnitte in die Antworten einzu beziehen. Der Chatbot funktioniert als ReAct-Agent, der situationsabhängig entscheidet, Lehrmaterialien einzusetzen und bei Bedarf komplexe Anfragen zu unterteilen (Yao et al., 2022). Dieser proaktive Ansatz ermöglicht eine tiefgehende und kontextbezogene Interaktion mit den Studierenden, indem der Bot direkt auf die spezifischen Bedürfnisse und Anfragen reagiert. Durch diese technologischen Fortschritte bietet der Chatbot eine präzise und zeitnahe Unterstützung und trägt zu mehr Effizienz des Selbststudiums bei (Soliman et al., 2024).

Die Qualität der vom Chatbot generierten Antworten (Output) wurde evaluiert. In einer Untersuchung konnte eine korrekte Antwortrate von bis zu 87 % erzielt werden (Soliman et al., 2025). Die Antworten wurden sowohl durch menschliche Fachexpert*innen als auch durch GPT-4 validiert, wobei eine hohe Übereinstimmung festgestellt wurde (Soliman et al., 2024). Die Nutzung des LLM-Chatbots zeichnet sich durch die zunehmende Qualität des LLM-basierten Outputs (Soliman et al., 2024, 2025), die Transparenz der Antworten durch die Angabe

¹⁷ <https://www.langchain.com/>

der genutzten Quellen, Nutzungshinweise hinsichtlich möglicher Halluzinationen und der Möglichkeit des Uploads spezifischen Materials durch Nutzende aus. Diese Merkmale legitimieren die Nutzung des LLM-Chatbots auch für Zwecke, für die ursprünglich die Suchmaschine konzipiert wurde. Jedoch ist dadurch aktuell nicht der gesamte Material- und Funktionsumfang (zum Beispiel die Suche in Videoaufzeichnungen) gegeben.

Zuletzt wurde der LLM-basierte Chatbot mit Diensten der Microsoft-Azure-Cloud betrieben. Dabei kamen verschiedene LLMs über den Azure-OpenAI-Service zum Einsatz. Diese Infrastruktur ermöglichte eine sichere, skalierbare und datenschutzkonforme Nutzung der benötigten Modelle zur Generierung kontextbezogener Antworten auf Basis der integrierten Kursmaterialien.¹⁸

Neben den oben skizzierten Werkzeugen aus den AP 2, 4 & 5 wurde zuletzt auch ein adaptives, personalisiertes KI-Feedbacksystem, angepasst an die didaktischen Rahmenbedingungen des Testbeds, im Rahmen der MWB erprobt. Die Studierenden erhalten dabei Rückmeldungen zu eingereichten Texten auf Basis des Modulmaterials und der Lernziele beziehungsweise intended Learning Outcomes, unter anderem mit Informationen zur Zielerreichung und Verbesserungsvorschlägen. Dieses Feedback folgte auf ein Angebot an Schreibaufgaben und Rückmeldungen in Form von Wissensnetzen zur Auseinandersetzung mit dem eigenen Wissen (Köbis et al., 2021). Es basiert auf dem Modell der parallelen Ziel- und Contentvalidität (Schott & Azizi Ghanbari, 2008), welches eine Kompetenz- und outputorientierte Validierung didaktischer Anwendungen und Lernmaterialien ermöglicht. Dazu wurden die curricularen Lernziele in übergeordnete Gesamt- und präzise Teilziele differenziert und mit dem Netto-Lehrstoff verknüpft. Mithilfe der Anwendung T-MITOCAR (Pirnay-Dummer, 2015a, 2015b) konnten relevante Kompetenzmerkmale extrahiert werden, die als Grundlage für das KI-gestützte, formative Feedback dienen. Dieses wird automatisiert generiert, indem Studierendentexte mit Lernzielen abgeglichen und die Inhalte inhaltlich validiert werden (Toorchi Roodsari & Azizi Ghanbari, 2024). Das Feedback folgt formativen Prinzipien und ist dementsprechend lernzielorientiert, handlungsleitend, lernendenzentriert und unterstützend (Black & Wiliam, 2009) konzipiert. Die Informationen zur Zielerreichung sowie konkrete Vorschläge für die Verbesserung der Texte bieten die Möglichkeit, die Erreichung der Lernziele bzw. intendierten Learning Outcomes zu reflektieren (Toorchi Roodsari & Köhler, 2024). Technisch basiert das System auf einem regelgesteuerten Ansatz mit Amazon AWS Natural Language Services zur Inhaltsanalyse. Für eine sprachlich präzise und kontextualisierte Rückmeldung wurde GPT-4o von OpenAI integriert (Toorchi Roodsari & Köhler, 2024). Studienergebnisse zeigen den positiven Einfluss auf die Erreichung der Lernziele beziehungsweise intended Learning Outcomes (Toorchi Roodsari & Azizi Ghanbari, 2024).

Zuletzt wurde der Betrieb mit VAGO solutions/Llama-3.1-SauerkrautLM-70b-Instruct¹⁹ (Open Source) realisiert. In ersten Vergleichen zeigte sich strukturell und inhaltlich eine große Ähnlichkeit. Dennoch sind unterschiedliche Ausprägungen von grundsätzlich im Dienst, unabhängig vom LLM, hinterlegten Funktionen erwähnenswert. Es kann festgehalten werden, dass das Feedback bei der Verwendung von Llama/SauerkrautLM gegenüber GPT-4o eine direktere und lockerere Ansprache aufweist. Darüber hinaus bietet es inhaltlich ein breiteres als auch detaillierteres und noch stärker entwicklungsorientiertes Feedback. Besonders hervorzuheben sind konkrete methodische Empfehlungen, spezifische Literaturhinweise sowie Handlungsempfehlungen, die die studentische Autonomie unterstützen (Ryan & Deci, 2000)

¹⁸ <https://gitlab.com/Tech4Comp/llm-chatbot-service>

¹⁹ <https://huggingface.co/VAGO solutions/Llama-3.1-SauerkrautLM-70b-Instruct>

und die Selbstregulation fördern (Zimmerman, 2002). Darüber hinaus ist bekannt, dass Lernende eine lockere Sprache als unterstützend und motivierend empfinden, da sie weniger formale Distanz schafft (Ryan & Deci, 2000). Sie reduziert in freundlicher Form negative Emotionen (zum Beispiel Angst vor Fehlern) und erhöht die Wahrscheinlichkeit der Annahme des Feedbacks (Edmondson, 1999). Zudem erzeugt eine freundliche, informelle Sprache Nähe zwischen Feedback-Geber*in und Empfänger*in, was Vertrauen fördert (Wisniewski et al., 2018).

Für die Sensorstudie (mit DFKI) wurde der didaktische Rahmen mit Fokus auf Relevanzwahrnehmung erarbeitet und in Form eines Micro-Testbeds umgesetzt. Ziel dieser Studien war es, sensorbasierte Indikatoren für affektive Lernzustände zu entwickeln und zu validieren. Die Studie konzentrierte sich auf die Wahrnehmung der Relevanz bei Lektüreaufgaben. Es konnten dabei Indikatoren für physiologische Aktivierung identifiziert werden, wobei deren Aussagekraft bezüglich spezifischer emotionaler Zustände begrenzt ist.

Im Rahmen der Beteiligung an der Konzeption der Sensor-App (mit DFKI) wurden ein Gruppeninterview mit Studierenden der Universität Leipzig durchgeführt und Entwicklungsbedarfe identifiziert. Auffallend war, dass die Invasivität der Emotionsfeststellung durch Sensoren von den Teilnehmenden grundsätzlich als weniger problematisch empfunden wurde als erwartet, sofern der Datenschutz gewährleistet ist. Das Potenzial des Einsatzes im Bereich von Forschung und Lehre sollte vor allem vor dem Hintergrund des EU AI Acts und in entsprechender Abwägung ethischer Aspekte und pädagogischem Nutzen weiter diskutiert werden.

2.1.7 Arbeitspaket 6 | Organisationale und technische Begleitung & Implementierung

Im Rahmen von **AP 6 (UL AP)** wurde die nachhaltige und datenschutzkonforme Integration der entwickelten Dienste, Werkzeuge und Konzepte in bestehende Hochschulstrukturen vorbereitet und umgesetzt. Der Fokus lag dabei auf der technischen und organisationalen Begleitung der Implementierung einer Infrastruktur (intelligentes Bildungsnetzwerk), das sich an den Prinzipien von Datenschutz, Transparenz und Nachnutzbarkeit orientiert. Ziel war die rechtssichere Einbettung der neu entwickelten Forschungsdateninfrastruktur in das erweiterte Netzwerk sächsischer Hochschulen und darüber hinaus. Zentral war die Koordination des Forschungsdatenmanagements, die neben der Aufbereitung und Dokumentation der Daten auch die Entwicklung von Maßnahmen zur Sicherstellung der Zugänglichkeit und Nachnutzung gemäß den FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) umfasste. Hierzu wurden bedarfs- und akteursorientierte Anforderungen erfasst und entsprechend berücksichtigt.

Mit Blick auf die Verwertung und nachhaltige Nachnutzung wurde zusammen mit der TU Dresden insbesondere darauf geachtet, die entwickelten technischen Workflows in bestehenden Hochschulkontexten langfristig anschlussfähig zu gestalten. Die entstandene Infrastruktur erlaubt es, personenbezogene Verläufe datenschutzkonform zu analysieren und gleichzeitig hochschuldidaktisch relevante Rückmeldungen zu generieren. So können in der MWB Lernfortschritte in Echtzeit sichtbar gemacht und für evidenzbasierte didaktische Interventionen genutzt werden – ein Ergebnis, das insbesondere durch die enge Verzahnung mit den Arbeitspaketen AP 4 & 8 erreicht wurde.

Im Sinne der Transferstrategie des Verbundvorhabens tech4compKI wurde die Verstetigung durch zahlreiche Maßnahmen unterstützt. Dazu gehören die Publikation von Ergebnissen sowie die Kooperation mit hochschulübergreifenden Netzwerken wie der sächsischen E-Learning-Initiative „Bildungsportal Sachsen“ und dem Arbeitskreis E-Learning der Landesrektorenkonferenz Sachsen. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, das im Projekt entwickelte Wissen

und die technischen Komponenten über das Ende der Projektlaufzeit hinaus in der Breite der Hochschullandschaft verfügbar zu halten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in AP 6 nicht nur die organisationalen und technischen Voraussetzungen für eine nachhaltige Nutzung der entwickelten Forschungsdateninfrastruktur geschaffen wurden. Vielmehr wurde durch gezielte Einbindung der relevanten Stakeholder auch die Anerkennung, Akzeptanz und Nutzung in der Praxis gefördert. Damit leistet AP 6 einen wesentlichen Beitrag zur Verstetigung der Projektziele und zur Skalierung KI-gestützter mentorieller Prozesse innerhalb wie außerhalb der Universität Leipzig.

2.1.8 Arbeitspaket 8 | Testbed

In Anbetracht hoher Studierendenzahlen in Lehrveranstaltungen ist die Realisierung einer dyadischen Beziehung zwischen Mentor*in und Mentee (Ziegler, 2009) nicht möglich. Vor dem Hintergrund begrenzter Ressourcen stellt sich die Frage, inwiefern dieses etablierte Konzept skalierbar ist (Klamma et al., 2020). Zur Beantwortung der Fragestellung wurde die Mentoring Workbench (MWB) entwickelt (Riedel et al., 2020, Jalilov et al., 2024). Die dort implementierten Dienste und Werkzeuge fungieren unter anderem als Kommunikations- und Interaktionselemente, welche als ergänzende Lernquellen dienen (Dyrna et al., 2018).

In **AP 8 (UL AP)** wurden die in AP 1 grundlegend didaktisch konzipierten und in AP 2, 4 & 5 entwickelten, zum überwiegenden Teil KI-gestützten Dienste und Werkzeuge im Rahmen von Lehr-/ Lernszenarien im Testbed der Universität Leipzig (Modul 05-BWI-05, Lehramtsstudiengänge Grundschule, Oberschule, Sonderpädagogik, Gymnasium) implementiert, erprobt und evaluiert. Die Umsetzung erfolgte vor allem im Rahmen der webbasierten Lernumgebung Mentoring Workbench (MWB), die speziell für die Unterstützung selbstgesteuerten Lernens entwickelt wurde (Pengel et al., 2024, 2025, in press). Die Kombination der Dienste innerhalb der MWB orientierte sich an bildungswissenschaftlich fundierten Überlegungen. Didaktik (Lernziele beziehungsweise intendierte Learning Outcomes, Curriculum, Lernmaterial) und KI-Funktionen wurden systematisch miteinander verzahnt, um eine kompetenzorientierte Lernunterstützung zu gewährleisten.

Besondere Aufmerksamkeit galt dabei der didaktisch sinnvollen Einbindung von KI in mentorielle Prozesse und der Förderung selbstgesteuerten Lernens. Die getesteten Lösungen zeigten, dass KI-gestützte mentorielle Unterstützung fachlich fundierte, skalierbare und adaptive Unterstützung leisten kann, wenngleich die emotionale Qualität menschlicher Interaktion bislang nicht vollständig erreicht wurde. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass technologische Implementierung und medienpädagogische Reflexion untrennbar miteinander verbunden sind. Das Design des entwickelten Angebots orientiert sich an zentralen Gelingensbedingungen erfolgreichen Mentorings. Es soll die regelmäßige Interaktion fördern (Cornelius et al., 2016) und begleitet Studierende über mindestens ein Semester hinweg (Stöger & Ziegler, 2012). Die Einbettung in bestehende Lernaktivitäten stärkt die inhaltliche Verbindung zum Modul (Höher, 2014). Die Nutzung ist freiwillig, vertraulich und transparent gestaltet inklusive klarer Informationen zu Datennutzung und -löschung (Wolf & Bertke 2017). Die Erwartungskklärung erfolgt zu Beginn, ebenso wie die Kommunikation der konkreten Zielsetzung (Allen et al., 2004, DuBois et al., 2022, zit. nach Stöger & Ziegler, 2012). Das Angebot orientiert sich an den individuellen Bedürfnissen der Studierenden, soll die Formulierung persönlicher Lernziele fördern und dazu motivieren, diese aktiv zu verfolgen (Sloane & Fuge, 2012; Garvey et al. 2003, zit. nach Pflaum, 2017).

Die MWB umfasst verschiedene miteinander vernetzte KI-basierte Dienste und Interaktionselemente, die eine individuelle Lernbegleitung ermöglichen sollen. Ein entscheidender Aspekt

der KI-Entwicklungen ist neben der Domänenspezifität die verantwortungsvolle Schaffung einer vertrauensvollen und transparenten Kommunikation zwischen den Lernenden und KI-Diensten. Dazu zählen insbesondere der LLM-basierte Chatbot für inhaltliche und organisatorische Anfragen und das KI-basierte Feedback zu studentischen Texten (Schreibaufgaben) sowie eine Suchmaschine, ein Zeitplaner und ein Dashboard für metakognitive Planungs- und Steuerungsprozesse (Pengel et al., 2024). Ein Learning Record Store (LRS) erlaubt die systematische, DSGVO-konforme Erfassung und Verarbeitung von Nutzungsdaten, wodurch individualisierte Lernunterstützung bereitgestellt werden kann (Pengel et al., 2024). Die Integration metakognitiver Prompts sowie die Visualisierung individueller Lernfortschritte in der MWB sollen die Studierenden zudem dabei unterstützen, ihren Lernprozess nicht nur inhaltlich, sondern auch strategisch zu planen, zu überwachen und zu reflektieren.

Die aus traditionellen Mentoringprozessen bekannten Aspekte konnten unter Berücksichtigung testbedspezifischer curricularer Rahmenbedingungen (AP 8), vor allem Lernziele, didaktisches Design und Lernmaterial, durch den Einsatz von KI skaliert werden (AP 5). Unter Berücksichtigung ethisch, datenschutzrechtlich und technisch als vertretbar angesehener Möglichkeiten dient die KI als zusätzliche Unterstützungs- und Reflexionsinstanz.

Konkret erfolgte die Umsetzung durch die Entwicklung KI-gestützter mentorieller Szenarien, insbesondere im Rahmen der Arbeitspakete AP 4 & 5 und schließlich deren Erprobung und Evaluation in AP 8. Dabei wurde KI in Form des Chatbots und des Feedbacks gezielt als 24/7 verfügbare, skalierbare Reflexions- und Unterstützungsinstanz didaktisch integriert.

Die Integration von KI-gestützten Lernformaten eröffnet zahlreiche Potenziale. Lernangebote können stärker individualisiert, orts- und zeitunabhängig gestaltet und an die Bedürfnisse von Studierenden angepasst werden. Besonders die Motivation der Lernenden wird durch spielerische Elemente wie Fortschrittsbalken oder Levelstrukturen gefördert.

Das Forschungsverbundvorhaben tech4comKI konzipierte, erprobte und untersuchte ein mentorielles Unterstützungsangebot mit Fokus auf dem Einsatz von KI und begleitete und analysierte dessen Konzeption und Aufbau aus bildungswissenschaftlicher Sicht. Hierbei orientierte sich das Projekt an Erfolgskriterien klassischer Mentoringprogramme (siehe oben). Das Angebot verfolgte darüber hinaus das Ziel, die Selbststeuerung zu unterstützen und den Kompetenzerwerb der Studierenden zu begleiten und zu fördern. Die genannten Ziele wurden durch die didaktische Gestaltung des Angebots unterstützt, die es den Studierenden ermöglichte, sich in ihrer Lernumgebung selbstständig zu orientieren, ihren Lernprozess zu planen und zu reflektieren (siehe dazu AP 2, 3, 4) sowie ihren Lernfortschritt zu überprüfen und zu bewerten. Die didaktischen Ziele wurden in AP 8 evaluiert.

Mit der Mentoring Workbench (AP 4) konnte gezeigt werden, dass Prozesse traditionellen Mentorings zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens durch den Einsatz verschiedener, zum großen Teil KI-basierter, vernetzter Dienste umgesetzt werden können. Dabei ist die Bedeutung der Vernetzung der Dienste und des Chatbots hervorzuheben, die permanente, flexible und individuelle Interaktionen ermöglichen, was wiederum eine Gelingensbedingung für Mentoring ist (Cornelius et al., 2016). Das Angebot von Kommunikations- und Interaktionselementen als zusätzliche Lernquellen, beispielsweise in Form von Chatwerkzeugen zur Interaktion mit Expert*innen oder Lernbegleiter*innen (Dyrna et al., 2021), gilt zugleich als wichtiges Element der Unterstützung selbstgesteuerten Lernens. In diesem Zusammenhang werden Nutzer*innen nicht nur bei Fragen oder Problemen sowie mit Feedback zu Texten bedarfsgerecht unterstützt, sondern auch bei der Nutzung der MWB begleitet. Die Dienste und deren Vernetzung sind so gestaltet, dass sie in den Phasen selbstgesteuerten Lernens (Lernvorbereitung, Lernphase, Bewertung Lernergebnisse) (Hasselhorn & Gold, 2022) unterstützen. Zur Förderung selbstgesteuerten Lernens bedarf es auch der Möglichkeit für Studierende, den

eigenen Lernprozess zeitlich zu steuern, auf metakognitiver Ebene zu planen und zu überwachen sowie das Erreichen von individuellen Zielsetzungen zu überprüfen (Sander, 2018). Damit konnte gezeigt werden, dass eine vernetzte KI-Architektur klassische Mentoringprinzipien nicht nur technisch abbilden, sondern bestehende hybride Szenarien durch adaptive, datengestützte Funktionen erweitern kann – vorausgesetzt, didaktische Steuerung, ethische Leitplanken und menschliche Begleitung bleiben integraler Bestandteil des Designs. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit den Testbeds wurden die von UL DB entwickelten Anwendungen („EAs.LiT“, Fachlandkarten-Tool, „ItemForge“) vermehrt in der Praxis angewandt. Entstandenes Feedback ist in die Weiterentwicklung der Anwendungen eingeflossen, mit dem Resultat der Anpassung an die spezifischen Herausforderungen der Testbeds, aber auch der Generalisierung im bildungswissenschaftlichen Kontext. Dies mündete letztlich in Datenquellen und Verfahren, die für die verbundweite Analyseplattform von Bedeutung sind und darüber wieder für die Testbeds nutzbar wurden.

2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

0812 Beschäftigte E12-E15: 733.870,14 €

0822 Beschäftigungsentgelte (Hilfskräfte): 67.538,69 €

0835 Vergabe von Aufträgen: 49.389,24 €

0843 Verbrauchsmittel: 49.823,20 €

0846 Reisekosten 5.239,19 €

0850 Gegenstände und Inventar > 410 €: 24.668,70 €

Detaillierte Informationen zur Verausgabung der einzelnen Positionen sind dem zahlenmäßigen Verwendungsnachweis zu entnehmen.

2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die geleistete Arbeit entsprach den in der Vorhabenbeschreibung dargestellten Vorhaben. Zur Erreichung der Projektziele war das Projekt, einschließlich der kostenneutralen Verlängerung, in vollem Umfang erforderlich. Die Ergebnisse hätten ohne die projektbezogene Förderung nicht erzielt werden können.

2.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse (Fortschreibung des Verwertungsplans)

Die entwickelten Konzepte, Dienste und Werkzeuge – darunter insbesondere die Mentoring Workbench (MWB) – leisten einen nachhaltigen Beitrag zur Weiterentwicklung digital- und KI-gestützter Hochschullehre. Die im Projekt erzielten Ergebnisse wurden bereits während der Laufzeit mit Blick auf ihre Verstetigung und nachhaltige Nachnutzung systematisch vorbereitet und entsprechend den ursprünglichen Planungen im Verwertungsplan umgesetzt. Deren wissenschaftliche Verwertung erfolgte durch verschiedene Publikationen und Präsentationen. Aktuell wird an einem Herausgeberband gearbeitet, der beim Verlag Springer in der renommierten Reihe „Lecture Notes in Educational Technology“ (LNET) erscheinen soll. Der Band

dokumentiert zentrale Ergebnisse des Verbundprojekts tech4compKI und widmet sich insbesondere den didaktischen, technologischen und organisationalen Herausforderungen sowie praxisorientierten Lösungsansätzen im Kontext KI-gestützter Lernbegleitung. Auch nach Projektende bleibt die Website des Verbundvorhabens²⁰ online.

Ein zentraler Punkt der Verwertung ist die institutionelle Nachnutzung der MWB. In Zusammenarbeit mit mehreren beteiligten Hochschulen, insbesondere der TU Dresden (AP 4 & 6), wurden frühzeitig Maßnahmen zur strukturellen Integration der MWB in bestehende Systeme und Infrastrukturen initiiert. Dies umfasste unter anderem die Analyse von Potenzialen und Herausforderungen institutioneller Prozesse, die Klärung langfristiger Zuständigkeiten sowie die gezielte Auswahl technischer Komponenten, deren Weiterbetrieb nach Projektende mit vertretbarem Aufwand möglich ist. Die resultierende Version der MWB mit ausgewählten Diensten und Werkzeugen ist technisch wartbar, datenschutzkonform und didaktisch anschlussfähig und erlaubt eine Fortsetzung des Einsatzes in hochschulischen Lehr- und Lernkontexten auch über das Projektende hinaus.

Der direkte Transfer in die akademische Aus- und Weiterbildung erfolgt im bildungswissenschaftlichen Teil des Lehramtsstudiums an der Universität Leipzig (Testbed). Durch die Einbindung von Lehramtsstudierenden (jährlich rund 1.500) werden Multiplikator*innen für eine zukunftsfähige digital- und KI-gestützte Bildung an Schulen erreicht. Gleichzeitig wird der schulische Bildungsbereich als zentraler Akteur für den Technologietransfer gezielt adressiert. Die Ergebnisse wurden in der Hochschule²¹ und in hochschulübergreifenden Netzwerken, unter anderem der E-Learning-Initiative „Bildungsportal Sachsen“ und dem Arbeitskreis E-Learning der Landesrektorenkonferenz Sachsen, kommuniziert. Diese Maßnahmen dienen nicht nur der wissenschaftlichen Dissemination, sondern tragen auch zur gesellschaftlichen Bewusstseinsbildung für Potenziale KI-gestützter Bildung bei.

Ergänzend wurden Dienste und Werkzeuge, darunter auch die Bestandteile der MWB, dokumentiert und zur Nachnutzung zur Verfügung gestellt²². Die im Projekt erhobenen, qualitätsgesicherten Forschungsdaten – soweit rechtlich zulässig – sind unter Einhaltung der FAIR-Prinzipien zur Nachnutzung verfügbar. Die Nutzung offener Lizenzmodelle (Open Source) sichern zusammen mit den Publikationen die langfristige Zugänglichkeit und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse.

Der Herausforderung, Ergebnisse nachhaltig nutzbar zu machen und wirksam zu transferieren, kann durch eine KI-Strategie auf Seiten der beteiligten Hochschulen, idealerweise ergänzt durch eigene technische Infrastruktur, begegnet werden. Auf einer solchen Grundlage lassen sich zukunftsfähige Lernszenarien deutlich nachhaltiger planen und umsetzen.

Gerade im Hochschulkontext erweisen sich Open-Source-Lösungen häufig als geeigneter als lizenzpflichtige Dienste, da sie flexibler anpassbar und langfristig verfügbar sind. Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz neuer Werkzeuge und Szenarien ist neben der Bereitstellung und Wartung, die einen reibungslosen Ablauf ermöglichen sollen, insbesondere die Akzeptanz der Nutzer*innen. Diese kann durch begleitende Unterstützungsangebote wie Schulungen, technischen Support sowie durch die curriculare Verankerung maßgeblich gefördert werden.

Entsprechend dem Verbundziel liegt eine vernetzte Forschungsdateninfrastruktur vor, die es ermöglicht, hochschuldidaktische Handlungs- und Forschungsräume für Studierende und

²⁰ <https://tech4comp.de>

²¹ z.B. Universitätsmagazin Universität Leipzig: <https://magazin.uni-leipzig.de/das-leipziger-universitaetsmagazin/artikel/ki-tutor-gibt-lehramtsstudierenden-orientierung-und-feedback-2025-06-06-1>

²² <https://gitlab.com/tech4comp/documentation>

Lehrende DSGVO-konform und in öffentlicher Hand nachhaltig bereitzustellen. Dadurch ist es möglich, dass im Rahmen ausgewählter Szenarien Informationen über den Lernprozess im Dashboard der Mentoring Workbench in Echtzeit angezeigt (AP 4 & 8) und Daten für Studien genutzt werden können. Das ermöglicht sowohl eine kurz- als auch längerfristige Optimierung von Lernszenarien.

Eine wirtschaftliche Ausgründung auf Basis der Verbundprojektergebnisse wird weiterhin eruiert. Vor dem Hintergrund der Entwicklungen des weltweiten KI-Sektors bestehen für dieses Vorhaben nach Projektende durchaus Potenziale. Gleichzeitig erfordern die weltweiten dynamischen Entwicklungen eine deutlich genauere Prüfung, als zu Projektbeginn erwartet.

Die im Projekt erzielten Ergebnisse sind in hohem Maße verwertbar. Sie zeichnen sich durch eine hohe Anwendbarkeit aus und bilden eine tragfähige Basis für den Einsatz in unterschiedlichen hochschulischen Kontexten sowie für die institutionelle Verstetigung technologiegestützter Lernbegleitung. Die Resultate des Projekts bieten darüber hinaus wertvolle Ansatzpunkte für weiterführende Forschung und Transferaktivitäten, die auch über das Projektende hinauswirken. Aufbauend auf den erarbeiteten Konzepten und Strukturen wurden bereits Bestrebungen unternommen, die identifizierten Innovationspotenziale durch Anschlussprojekte gezielt weiterzuentwickeln.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Projekt wesentliche Voraussetzungen für die nachhaltige Verwertung seiner Ergebnisse geschaffen hat – sowohl durch die Implementierung tragfähiger technischer Lösungen als auch durch die Verankerung der entwickelten Konzepte in wissenschaftlichen, hochschuldidaktischen und institutionellen Zusammenhängen. Damit wird ein zentraler Beitrag zur Stärkung datengestützter, personalisierter Lern- und Unterstützungsangebote in der Hochschullehre geleistet, der über das Projekt hinaus anschlussfähig ist.

2.5 Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Ab November 2022 fand durch die Einführung von ChatGPT ein Fokus der Forschungscommunity auf Large Language Models (LLMs) und entsprechend Chatbots statt. Da auch tech4compKI KI-Technologien nutzt und unter anderem Chatbots entwickelt hat, haben wir als Projekt zeitnah begonnen, derartige LLMs zu evaluieren und in unsere Entwicklungen und Testszenarien aufzunehmen.

2.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

2.6.1 Publikationen

Buschhüter, D. & Pengel, N. (2025). Sensor-based learning analytics for mentoring in higher education: An example in the context of the AI Act. In: *Companion Proceedings of the 15th International Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK'25)*. *International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK-2025), Expanding the Horizons of Learning Analytics, located at LAK-2025*, March 3-7, Dublin, Ireland, 162-164, ISBN 979-8-4007-0701-8, ACM, New York, 3/2025. https://www.solaresearch.org/wp-content/uploads/2025/02/LAK25_CompanionProceedings-Final.pdf

Buschhüter, D., Pengel, N., Haag, M., Fortenbacher, A. & Wollersheim, H.-W. (in press). Investigating the criterion validity of standard EDA metrics during a writing assignment for indicating low perceived value. In: H.-W. Wollersheim, T. Köhler, N. Pinkwart (Eds.).

- Scalable mentoring in higher education: Technological approaches, teaching patterns and AI techniques* (Lecture Notes in Educational Technology). Springer.
- Köbis, L., Ruhland, C. & Piontkowitz, V. (2022). Chancen und Herausforderungen beim Einsatz von Matching-Tools im Hochschulbereich. Ergebnisse einer explorativen Studie eines Mentoringprogramms der Universität Leipzig. In: *die hochschullehre*, 8/2022. 16–29. DOI: 10.3278/HSL2202W.
- Köbis, L. (2023). Künstliche Intelligenz in der DaF/DaZ-Lehre: Theoretischer Überblick und praktischer Einsatz. In: *German as a foreign language*, 2/2023, 31–53.
- Köbis, L., Heßdörfer, F. & Moser, E. (2023). Nutzer:innenerfahrung und didaktisches Design: Entwicklungsfragen in der digitalen Lernkultur. In: L. Mrohs et al. (Hrsg.). *Digitalisierung in der Hochschullehre – Perspektiven und Gestaltungsoptionen*. University of Bamberg Press (UBP).
- Martin, A. (2023). Impulse für den Einsatz von KI in der Hochschullehre: Potentiale und Perspektiven. In: *Forum Neue Medien in der Lehre Austria*, 3, 48-49. <https://fnma.at/medien/fnma-magazin>
- Martin, A., Pengel, N., Haag, M., Wollersheim, H. (2024). Learning in the Context of (Digital) University Teaching: Flexibilisation and Individualisation. In: *Higher Education Research*, 9(2), 31-37. <http://www.herjournal.net/article/10.11648/j.her.20240902.11>
- Martin, A. & Pengel, N. (2024a). Beratung via Chatbot? Möglichkeiten und Anforderungen an den Einsatz generativer KI in einem bildungswissenschaftlichen Modul. In: *e-beratungsjournal*.
- Martin, A. & Pengel, N. (2024b). Die kreative Nutzung von KI zur Personalisierung des Lernens an Hochschulen. In: *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik – LBzM*, 24, S. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.21240/lbzm/24/03>
- Meissner, R. (2023). Poster auf dem Workshop on E-Learning zu “Sprachmodelle zur Generierung und Klassifizierung von mathematischen Aufgaben”
- Meissner, R., Pögelt, A., Ihsberner, K., Grützmüller, M., Tornack, S., Thor, A., Pengel, N., Wollersheim, H.-W. & Hardt, W. (2024). LLM-generated competence-based e-assessment items for higher education mathematics: methodology and evaluation. In: *Frontiers in Education*, 9. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1427502>
- Moser, E., Shegupta, U. U., Ihsberner, K., Jalilov, O., Schmidt, R. & Hardt, W. (2022). Designing Digital Self-Assessment and Feedback Tools as Mentoring Interventions in Higher Education. In: *Gemeinschaften in Neuen Medien 2022 Dresden*, 363-367. TUDpress, Dresden.
- Pengel, N., Soliman, H., Neumann, A., Kravčik, M., Yin, Y., Bez, M., Stechert, L., Haag, M., Martin, A. Köbis, L., Zawidzki, J., Jalilov, O., Meissner, R., Pögelt, A., Köhler, T. & Wollersheim, H.-W. (2023). Generative KI in der Hochschulbildung: Konzeption und Implementierung eines LLM-gestützten Chatbots. *Poster auf der Jahrestagung der GMW und CampusSource, Jena, November 2023*.
- Pengel, N., Soliman, H., Neumann, A., Kravčik, M., Yin, Y., Bez, M., Stechert, L., Haag, M., Martin, A. Köbis, L., Zawidzki, J., Jalilov, O., Meissner, R., Pögelt, A., Köhler, T. & Wollersheim, H.-W. (i.E.). Generative KI in der Hochschulbildung: Konzeption und Implementierung eines LLM-gestützten Chatbots. *Tagungsband der Jahrestagung der GMW und CampusSource, Jena, November 2023*.
- Pengel, N., Martin, A., Haag, M., van Schwarzenberg, E., Köbis, L., Neumann, A., Yin, Y., Kravčik, M., Soliman, H., Zawidzki, J., Jalilov, O., Bez, M., Roodsari, S. T., Azizi Ghanbari, S., Köhler, T. & Wollersheim, H.-W. (2024). KI-gestütztes Mentoring in der Hochschulbildung: Didaktische und bildungstechnologische Aspekte einer digitalen Unterstützung im

- Lehramtsstudium am Praxisbeispiel der Mentoring Workbench (MWB). In: T. Köhler (Hrsg.). *Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis - Strategien, Instrumente, Fallstudien*. Deutscher Wirtschaftsdienst. 110. Erg.-Lfg. Oktober 2024, Kap. 4.97.
- Pengel, N., Martin, A., Haag, M., van Schwartzberg, E., Köbis, L., Neumann, A., Yin, Y., Kravčik, M., Soliman, H., Zawidzki, J., Jalilov, O., Bez, M., Roodsari, S. T., Azizi Ghanbari, S., Köhler, T. & Wollersheim, H.-W. (2025). Selbststudium mit Generativer KI: Die Mentoring Workbench zur Unterstützung des bildungswissenschaftlichen Lehramtsstudiums mit Schwerpunkt auf LLM-basierten Diensten. In: T. Köhler, E. Schoop, R. Sonntag (Hrsg.). *Gemeinschaften in Neuen Medien. Vertrauen in der Krise: Kommunikationsmodelle in digitalen Gemeinschaften, Proceedings 27. Workshop GeNeMe'24*, Dresden, TUDpress, 191-196. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-976174>
- Soliman, H., Kravčik, M., Neumann, A., Yin, Y., Pengel, N., Haag, M., Wollersheim, H.-W. (2024). Generative KI zur Lernbegleitung in den Bildungswissenschaften: Implementierung eines LLM-basierten Chatbots im Lehramtsstudium. In: *Proceedings of DELFI 2024*. Gesellschaft für Informatik e.V., 171-177. DOI: 10.18420/delfi2024_15.
- Soliman, H., Kravčik, M., Neumann, A. T., Yin, Y., Pengel, N., & Haag, M. (2024). Scalable Mentoring Support with a Large Language Model Chatbot. In: R. F. Mello, N. Rummel, I. Jivet, G. Pishtari, J. A. Ruipérez Valiente (Hrsg.). *Technology Enhanced Learning for Inclusive and Equitable Quality Education. European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL-2024), 19th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2024, September 16-20, Krems, Austria, Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 15160, 260-266. Springer, Cham.
- Soliman, H., Kotte, H., Kravčik, M., Pengel, N. & Duong-Trung, N. (2025). Retrieval-Augmented Chatbots for Scalable Educational Support in Higher Education. In: *Proceedings of the Second International Workshop on Generative AI for Learning Analytics, located at the 15th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK25), CEUR Workshop Proceedings, Aachen*. https://www.researchgate.net/publication/389582355_Retrieval-Augmented_Chatbots_for_Scalable_Educational_Support_in_Higher_Education
- Pengel, N., Kravčik, M., Neumann, A., Haag, M., Soliman, H., Martin, A., Köbis, L., van Schwartzberg, E. & Wollersheim, H.-W. (in press a). Large language model-based chatbots to support self-directed learning - A case study on AI in a teacher education program. In: H.-W. Wollersheim, T. Köhler, N. Pinkwart (Eds.). *Scalable mentoring in higher education: Technological approaches, teaching patterns and AI techniques* (Lecture Notes in Educational Technology). Springer.
- Pengel, N., Martin, A., Haag, M., Köbis, L., van Schwartzberg, E. & Wollersheim, H.-W. (in press b). Supporting competence development through self-study - Didactic and educational technology aspects of a digital learning environment in teacher education. In: H.-W. Wollersheim, T. Köhler, N. Pinkwart (Eds.). *Scalable mentoring in higher education: Technological approaches, teaching patterns and AI techniques* (Lecture Notes in Educational Technology). Springer.
- Martin, A. & Pengel, N. (in press). Chatbot-Based Councelling in Higher Education: Evaluating Generative AI in an Educational Science Module for Teacher Education. In: H.-W. Wollersheim, T. Köhler, N. Pinkwart (Eds.). *Scalable mentoring in higher education: Technological approaches, teaching patterns and AI techniques* (Lecture Notes in Educational Technology). Springer.
- Stützer, C. M., Gaaw, S., Herbst, S. & Pengel, N. (2023). Ménage à trois. Zur Beziehung von Künstlicher Intelligenz, Hochschulbildung und Digitalität. In: T. Schmoihl & A. Watanabe

(Hrsg.). *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung, Chancen und Grenzen des KI-gestützten Lernens und Lehrens*. Transcript.

Wollersheim, H.-W. (2023). Bildung durch Künstliche Intelligenz ermöglichen. Ein Beitrag aus bildungstheoretischer Perspektive. In: C. de Witt, C. Gloerfeld & S. Wrede (Hrsg.). *Künstliche Intelligenz in der Bildung*. Berlin, Springer VS.

Wollersheim, H.-W. (2025). Künstliche Intelligenz in der Begabungs und Begabtenförderung. In: *BeTa – Zeitschrift für Begabungsforschung und Talententwicklung*, 2(1), 39-63, Waxmann. <https://doi.org/10.31244/beta.2025.01.03>

2.6.2 Vorträge

Köbis, L. (2022, September). *Der Einsatz von digitalen Tools in Mentoring-Projekten* [Virtueller Vortrag]. Rahmen des csp-Forums, Career Service Netzwerk Deutschland e.V.

Köbis, L. (2022, Oktober). Nutzer:innenerfahrung und didaktisches Design: Entwicklungsfragen in der digitalen Lernkultur [Vortrag]. DiKuLe-Symposium, Universität Bamberg.

Köbis, L. (2022, Oktober). *Künstliche Intelligenz im DaF-Anfängerunterricht: Chatbots und Empfehlungssysteme* [Vortrag] Workshop-Reihe des DAAD Research Hub for German Studies. Magdalene College, University of Cambridge.

Köbis, L. (2023, Januar). *Matching-Tools for mentoring in higher education* [Vortrag]. IN4IN Konferenz 2023: Use of digital tools for entrepreneurship, coaching and teaching, Universität Leipzig.

Köbis, L. (2023, Januar). *Learning through chatbots* [Workshop]. IN4IN Konferenz 2023. Use of digital tools for entrepreneurship, coaching and teaching. Universität Leipzig.

Köbis, L. (2023, Juni). *Wie verändert KI/ChatGPT die Prüfungskultur?* [Podiumsdiskussion]. 9. Tag der Lehre, Universität Leipzig.

Köbis, L. (2023, Januar). *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung*. Intelligence For Innovation (iN4iN) Conference on Digital Tools for Entrepreneurship Coaching and Teaching. Universität Leipzig.

Köbis, L. (2023, Mai). *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung* [Plenarvortrag]. DAAD-Jahrestreffens, Cumberland Lodge, London.

Köbis, L. (2024, April). *Why you can no longer afford to ignore AI as a language teacher* [Keynote]. 25. Jahreskonferenz der Association of University Language Communities' (AULC), University of Exeter.

Meissner, R. (2023, September). Sprachmodelle zur Generierung und Klassifizierung von mathematischen Aufgaben. Workshop on E-Learning, HTWK, Leipzig.

Meissner, R. (2023, Juni). *Vorstellung von EAs.LiT* [Online]. Arbeitskreis E-Assessment (AK E-Assessment).

Meissner, R. (2024, März). *LLM-basierte Aufgabengenerierung und -klassifikation* [Online-Vortrag]. KI-Lunch, Bund-Länder-Initiative KI in der Hochschulbildung und des Förderschwerpunktes Digitale Hochschulbildung.

Meissner, R. (2023, Juni). *LLM-basierte Item-Klassifikation* [Vortrag]. Klausurtagung tech4comp 2023.

Meissner, R. & Pengel, N. (2024, September). *LLM-basierte Aufgabengenerierung mit ItemForge* [Online-Vortrag]. Future E-Assessment Day, Universität Leipzig. <https://youtu.be/GV9FroTQoso?t=3828>

Pengel, N. (2023, April). *Nur kein Wissen weitergeben – Eine Anleitung zur Transfervermeidung* [Workshopbeitrag]. University: Future Festival.

- Pengel, N., Soliman, H., Neumann, A., Kravčik, M., Yin, Y., Bez, M., Stechert, L., Haag, M., Martin, A. Köbis, L., Zawidzki, J., Jalilov, O., Meissner, R., Pögelt, A., Köhler, T. & Wollersheim, H.-W. (2023, November). *Generative KI in der Hochschulbildung: Konzeption und Implementierung eines LLM-gestützten Chatbots* [Posterpräsentation]. Jahrestagung der GMW und CampusSource, Jena.
- Pengel, N. (2024, März). Generative KI in der Hochschulbildung: Beispiele und Erfahrungen bei der Arbeit mit Large Language Models im Verbundprojekt tech4compKI [Online-Vortrag]. KI-Lunch, Bund-Länder-Initiative KI in der Hochschulbildung und des Förderschwerpunktes Digitale Hochschulbildung.
- Pengel, N. (2024, Juni). *Wohin damit? Die Zukunft der Projektergebnisse* [Workshopbeitrag]. University: Future Festival.
- Pengel, N. (2024, September). KI in der Hochschulbildung: Beispiele für Lernunterstützung aus dem Verbundvorhaben tech4compKI [Vortrag]. Future E-Assessment Day, Universität Leipzig. <https://youtu.be/GV9FroTQoso?t=258>
- Pengel, N. (2024, September). Selbststudium mit Generativer KI: Die Mentoring Workbench zur Unterstützung des bildungswissenschaftlichen Lehramtsstudiums mit Schwerpunkt auf LLM-basierten Diensten [Konferenzvortrag]. Gemeinschaften in Neuen Medien. Vertrauen in der Krise: Kommunikationsmodelle in digitalen Gemeinschaften (GeNeMe'24), Dresden.
- Pengel, N. (2025, Juni). *tech4compKI: Lernunterstützung mit vernetzten LLM-basierten Diensten. Beispiele aus dem Verbundvorhaben* [Workshopbeitrag]. University: Future Festival, Lightning Talks: KI-Tools in der Hochschule. <https://vimeo.com/1084321349>
- Wollersheim, H.-W. & Pengel, N. (2023, Januar). *Das Verbundvorhaben tech4compKI* [Vortrag]. Klausurtagung des Arbeitskreises E-Learning der Landesrektorenkonferenz Sachsen, IBS Laubusch, Lautau.
- Wollersheim, H.-W. (2023, Oktober). *Digitale Unterstützung von Hochschulprüfungen*. Digitalisierungsdialog 2023, Universität Leipzig.
- Wollersheim, H.-W. & Pengel, N. (2024, Februar). *Generative KI in der Hochschulbildung: Erfahrungen und Beispiele aus dem Verbund tech4compKI* [Workshop]. KI-Barcamp, IBS Laubusch. Lautau.
- Wollersheim, H.-W. (2024, Januar). *AI, Learning, Education – Opportunities, Challenges, Limitations* [Symposiumsvortrag]. Life@Lab – Horizons of AI Research in Higher Education. Dresden.

2.6.3 Interne Workingpaper

- Meissner, R. (2023). Trainingskorpora für GPT-Modelle auf Basis der Kursdaten von UL AP.
- Meissner, R. (2023). Manual zur Aufgabenklassifikation.
- Meissner, R. (2023). Screencast zu LLM-Prototypen.
- Meissner, R. (2023). EAs.LiT-Examensgenerierung als Hybrid Tensor-Hyperspace Path Planning Approach.
- Meissner, R. et al. (2023). Empfehlungen zum Umgang mit KI-Tools in der Lehre – Diskussionspapier für Lehrende an der HTWK Leipzig.
- Ruhland, C., Schnuecker, A., Shegupta, U. U., Seegerer, S. & Meissner, R. (2023, Preprint). Learning Analytics für Lehrkräfte.

2.6.4 Workshops und Tagungen

- September 2022: Kick Off-Veranstaltung Förderphase 2 tech4compKI (Universität Leipzig)
- Februar 2023: Online-Workshop zum Thema Chatbot-Design (organisiert von DFKI, RWTH)

Juni 2023: Verbundtreffen (IBS Laubusch/Lauta)

Juni 2023: Meissner, R. Workshop zu Domänenübersicht und Fachlandkarten auf der Klausurtagung tech4compKI 2023 (IBS Laubusch/Lauta)

September 2023: Workshop on E-Learning (HTWK Leipzig)

Dezember 2023: Arbeits- und Vernetzungstreffen „Empfehlungssysteme“ mit Prof. Azizi Ghanbari und Sam Toorchi Roodsari (TU Dresden) zur Auslotung möglicher Kooperation und Verstärkung (Universität Leipzig)

3 Literaturverzeichnis

- Allen, T. D., Eby, L. T., Poteet, M. L., Lentz, E./Lima, L. (2004). Career benefits associated with mentoring for protégés: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 89, 1, 127-136.
- Beale, R. & Creed, C. (2009). Affective interaction: How emotional agents affect users. In: *International Journal of Human-Computer Studies*, 67, 755-776.
- Berry, D. C., Butler, L. T. & de Rosis, F. (2005). Evaluating a realistic agent in an advice-giving task. In: *International Journal of Human-Computer Studies*, 63, 304-327.
- Bierema, L.L. & Merriam, S.B (2002). E-mentoring: Using Computer Mediated Communication to Enhance the Mentoring Process. In: *Innovative Higher Education*, 26, 211-222. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1017921023103>
- Bickmore, T. W., Caruso, L., Clough-Gorr, K. & Heeren, T. (2005). 'It's just like you talk to a friend' relational agents for older adults. In: *Interacting with Computers*, 17, 711-735.
- Black, R. (2017). E-Mentoring the Online Doctoral Student from the Dissertation Prospectus through Dissertation Completion. In: *Journal of Learning in Higher Education*, 13(1), 1-8.
- Black, P. & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. In: *Educational Assessment Evaluation and Accountability*, 21, 5-31. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Chatti, M. A., Muslim, A., Guesmi, M., Richtscheid, F., Nasimi, D., Shahin, A., Damera, R. (2020). How to Design Effective Learning Analytics Indicators? A Human-Centered Design Approach. In: C. Alario-Hoyos, M. J. Rodríguez-Triana, M. Scheffel, I. Arnedillo-Sánchez & S. M. Dennerlein (Hrsg.). *Addressing Global Challenges and Quality Education, Lecture Notes in Computer Science, Bd. 12315*. Springer, 303-317.
- Cornelius, V., Wood, L. & Lai, J. (2016). Implementation and evaluation of a formal academic-peer-mentoring programme in higher education. In: *Active Learning in Higher Education*, 17(3), 193-205. DOI: <https://doi.org/10.1177/1469787416654796>
- de Carolis, B., Pizzutilo, S., Cozzolongo, G., Drozda, P. & Muci, F. (2006). Supporting students with a personal advisor. In: *Educational Technology & Society*, 9(4), 27-41.
- Dibitonto, M., Leszczynska, K., Tazzi, F. & Medaglia, C. M. (2018). Chatbot in a Campus Environment: Design of LiSA, a Virtual Assistant to Help Students in Their University Life. In: M. Kurosu (Hrsg.). *Human-Computer Interaction. Interaction Technologies. Bd. 10903, Lecture Notes in Computer Science*, Springer International Publishing, Cham, 103-116. ISBN: 978-3-319-91249-3
- Dimitriadis, Y., Martínez-Maldonado, R. & Wiley, K. (2021). Human-Centered Design Principles for Actionable Learning Analytics. In: T. Tsiatsos, S. Demetriadis, A. Mikropoulos und V. Dagdilelis (Hrsg.). *Research on E-Learning and ICT in Education*. Cham, Springer International Publishing, 277-296.

- Dorner, H. & Kumar, S. (2016). Online Collaborative Mentoring for Technology Integration in Pre-Service Teacher Education. In: *TechTrends*, 60, 48-55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11528-015-0016-1>
- DuBois, D. L., Holloway, B. E., Valentine, J. C., Harris, C. (2002). Effectiveness of mentoring programs for youth: A meta-analytic review. *American Journal of Community Psychology*, 30, 2, 157-197.
- Dyrna, J., Riedel, J. & Schulze-Achatz, S. (2018). Wann ist Lernen mit digitalen Medien (wirklich) selbstgesteuert? Ansätze zur Ermöglichung und Förderung von Selbststeuerung in technologieunterstützten Lernprozessen. In: *Workshop Gemeinschaften in Neuen Medien (GeNeMe) 2018*. TUDpress, Dresden, 155-166.
- Dyrna, Jonathan (2021). Mit digitalen Medien selbstgesteuert Lernen? Ansätze zur Ermöglichung und Förderung von Selbststeuerung in technologieunterstützten Lernprozessen. In: Jonathan Dyrna, Jana Riedel, Sylvia Schulze-Achatz, Thomas Köhler (Hrsg.): *Selbstgesteuertes Lernen in der beruflichen Weiterbildung. Ein Handbuch für Theorie und Praxis*. Waxmann.
- Eby, L. T. & Dolan, E. L. (2015). Mentoring in postsecondary education and organizational settings. In: P. J. Hartung; M. L. Savickas; W. B. Walsh & M. Savicka (Hrsg.). *APA handbook of career intervention. APA handbooks in psychology*, American Psychological Association, Washington, D.C, 383-395. ISBN: 1-4338-1756-X
- Edmondson, A. (1999). Psychological Safety and Learning Behavior. In: *Administrative Science Quarterly*, 44(2), 350-383. DOI: <https://doi.org/10.2307/2666999>
- Engelhard, E. M. (2023). Beraten (lernen) mit ChatGPT – Wo stehen wir? In: *DER DREH. Online. Beratung. Digital*. <https://www.der-dreh.net/2023/05/26/beraten-lernen-mit-chat-gpt-wo-stehen-wir/>
- Ensher, E. A., Heun, C. & Blanchard, A. (2003). Online mentoring and computer-mediated communication: New directions in research. In: *Journal of Vocational Behavior*, 63(2), 264-288. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0001-8791\(03\)00044-7](https://doi.org/10.1016/S0001-8791(03)00044-7)
- Ensher, E. A. (2013). E-mentoring as a Critical E-learning Approach: The Impact of Social Presence on E-mentoring. *Communications and Network*, 75 (3), 1-3. <https://doi.org/10.4236/cn.2013.53B1001>
- Gaaw, S. & Stuetzer, C. M. (2020). A proactive perspective on the future of Learning Analytics: A systematic literature review. In: *Proceedings of 10th International Conference on Learning Analytics & Knowledge LAK20*, 74-76.
- Garvey, B., & Alred, G. (2003). An Introduction to the Symposium on Mentoring: Issues and Prospects. *British Journal of Guidance & Counselling*, 31(1), 3–9.
- Gosha, K. (2013). The application of embodied conversational agents for mentoring African American STEM doctoral students (Doctoral dissertation). *All Dissertations*, 1099.
- Greer, J. E., Frost, S., & Banow, R. (2015). The Student Advice Recommender Agent: SARA. Posters, Demos, Late-breaking Results & Workshop Proceed. of UMAP'15.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2022). *Pädagogische Psychologie*, 5. Aufl., W. Kohlhammer. DOI: <https://doi.org/10.17433/978-3-17-039783-5>
- Hattie, J. & Yates, G. C. R. (2014). *Visible Learning and the Science of How We Learn*. London, Routledge.
- Hensen, B., Bekhter, D., Blehm, D., Meinberger, S. & Klamma, R. (2022). Mixed reality agents for automated mentoring processes. In: L. T. De Paolis, P. Arpaia & M. Sacco (Hrsg.). *Extended Reality: First International Conference, XR Salento 2022*, Springer Nature Switzerland, 3-16.

- Hensen, B. & Bekhter, D. (2023). Mixed Reality Agents as Language Learning Tutors. In: C. Frasson, P. Mylonas & T. Troussas (Hrsg.), *Augmented Intelligence and Intelligent Tutoring Systems: 19th International Conference, ITS 2023*, Springer Nature Switzerland, 565-575.
- Höher, F. (2014). *Vernetztes Lernen im Mentoring. Eine Studie zur nachhaltigen Wirkung und Evaluation von Mentoring*, Wiesbaden, Springer Nature. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-05150-1>
- Jacobs, L. & Hensel-Börner, S. (2020). Die Kraft effektiver Daten-Visualisierung – CLEAR(I): Ein Leitfaden zur wirkungsvollen Dashboard-Gestaltung. In: S. Boßow-Thies, C. Hofmann-Stölting und H. Jochims (Hrsg.). *Data-driven Marketing*. Wiesbaden, Springer Fachmedien, 43-75.
- Jalilov, O., Zawidzki, J., Bez, M. (2024). Towards scalable Mentoring: Exploring interactions in hybrid AI Systems, ICERI2024 Proceedings, pp. 9678-9686.
- Janasz, S. C. de, Ensher E. A. & Heun, C. (2008). Virtual Relationships and Real Benefits: Using E-mentoring to Connect Business Students with Practicing Managers. In: *Mentoring and Tutoring: Partnerships in Learning*, 16(4), 394-411. DOI: 10.1080/13611260802433775
- Klamma, R., de Lange, P., Neumann, A. T., Hensen, B., Kravčik, M., Wang, X. & Kuzilek, J. (2020). Scaling mentoring support with distributed artificial intelligence. In: *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. Springer, 38-44.
- Kockord, R. (2023). Empirische Untersuchung des Einstiegs in Mixed Reality mit Head-Mounted Displays in der Hochschullehre [Dissertation]. Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig.
- Kleß, E. (2017). Einstellung von Lehrenden zum Selbststudium. In: die hochschullehre. Interdisziplinäre Zeitschrift für Studium und Lehre, 3/2017.
- Köbis, L., Heßdörfer, F., Moser, E., Mehner, C. & Wollersheim, H.-W. (2021). LinkingKnowledge – ein didaktisches Gestaltungskonzept zur Integration computerlinguistisch generierter Wissensnetze. In: A. Kienle, et al. (Hrsg.). *Die 19. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI), Lecture Notes in Informatics (LNI)*, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn 2021, 277-282. ISBN: 978-3-88579-710-4
- Lee, S. Y. & Choi, J. (2017). Enhancing user experience with conversational agent for movie recommendation: Effects of self-disclosure and reciprocity. In: *International Journal of Human-Computer Studies*, 103, 95-105.
- Lernende Systeme (2020). Zukunftsfähigkeit mit KI sichern: Ansätze für mehr Resilienz und digitale Souveränität. Positionspapier LK Plattform Lernende Systeme.
- Martin, A. & Pengel, N. (2024). Beratung via Chatbot? Möglichkeiten und Anforderungen an den Einsatz generativer KI in einem bildungswissenschaftlichen Modul. In: *e-beratungsjournal*, 20(1). DOI: <https://doi.org/10.48341/rfbq-t940>
- McCabe, J. (2011). Metacognitive awareness of learning strategies in undergraduates. In: *Memory & cognition*, 39(3), 462-476.
- Mendez, S. L., Conley, V. M., Johanson, K., Gosha, K., Mack, N. A., Haynes, C. L. & Gerhardt, R. A. (2019). The Use of Chatbots in Future Faculty Mentoring: A Case of the Engineering Professoriate, In: *2019 ASEE Annual Conference & Exposition*, Tampa, Florida. DOI: 10.18260/1-2--33434
- Munzner, T. (2014). *Visualization Analysis and Design*. New York, A K Peters/CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/b17511>
- Murphy, W. M. (2011). From E-Mentoring to Blended Mentoring: Increasing Students' Developmental Initiation and Mentors' Satisfaction. In: *Academy of Management Learning & Education*, 10(4), 606-622.

- Neumann, A. T., Arndt, T., Köbis, L., Meissner, R., Martin, A., de Lange, P., Pengel, N., Klamma, R. & Wollersheim, H.-W. (2021). Chatbots as a Tool to Scale Mentoring Processes: Individually Supporting Self-Study in Higher Education. In: *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 64-71.
- Nora, A. & Crisp, G. (2007). Mentoring Students: Conceptualizing and Validating the Multi-Dimensions of a Support System. In: *Journal of College Student Retention: Research, Theory, and Practice*, 9(3), 337-356. DOI: <https://doi.org/10.2190/CS.9.3.e>
- Pengel, N., Martin, A., Meissner, R., Arndt, T., Neumann, A. T., de Lange, P. & Wollersheim, H.-W. (2020). TecCoBot: technology-aided support for self-regulated learning. Automatic feedback on writing tasks via Chatbot. In: *Joint Proceedings of Workshops IMHE 2020 and WELL4SD 2020*, 1-8.
- Pengel, N., Martin, A., Haag, M., van Schwartzberg, E., Köbis, L., Neumann, A., Yin, Y., Kravčik, M., Soliman, H., Zawidzki, J., Jalilov, O., Bez, M., Roodsari, S. T., Azizi Ghanbari, S., Köhler, T. & Wollersheim, H.-W. (2024). KI-gestütztes Mentoring in der Hochschulbildung: Didaktische und bildungstechnologische Aspekte einer digitalen Unterstützung im Lehramtsstudium am Praxisbeispiel der Mentoring Workbench (MWB). In: T. Köhler (Hrsg.). *Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis - Strategien, Instrumente, Fallstudien*. Deutscher Wirtschaftsdienst. 110. Erg.-Lfg. Oktober 2024, Kap. 4.97.
- Pengel, N., Martin, A., Haag, M., van Schwartzberg, E., Köbis, L., Neumann, A., Yin, Y., Kravčik, M., Soliman, H., Zawidzki, J., Jalilov, O., Bez, M., Roodsari, S. T., Azizi Ghanbari, S., Köhler, T. & Wollersheim, H.-W. (2025). Selbststudium mit Generativer KI: Die Mentoring Workbench zur Unterstützung des bildungswissenschaftlichen Lehramtsstudiums mit Schwerpunkt auf LLM-basierten Diensten. In: T. Köhler, E. Schoop, R. Sonntag (Hrsg.). *Gemeinschaften in Neuen Medien. Vertrauen in der Krise: Kommunikationsmodelle in digitalen Gemeinschaften, Proceedings 27. Workshop GeNeMe'24*, Dresden, TUDpress, 191-196.
- Pengel, N., Martin, A., Haag, M., Köbis, L., van Schwartzberg, E. & Wollersheim, H.-W. (in press). Supporting competence development through self-study - Didactic and educational technology aspects of a digital learning environment in teacher education. In: H.-W. Wollersheim, T. Köhler, N. Pinkwart (Eds.). *Scalable mentoring in higher education: Technological approaches, teaching patterns and AI techniques, Lecture Notes in Educational Technology*. Springer.
- Pflaum, S. (2017). Mentoring beim Übergang vom Studium in den Beruf: Eine empirische Studie zu Erfolgsfaktoren und wahrgenommenem Nutzen. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-15644-2>
- Pernice, W. (2024). Studieren in der Mixed Reality – Neue Optionen (nicht nur) für die Physik-Lehre? In: *Forum Marsilius-Kolleg*, 24(1), 145-148.
- Pirnay-Dummer, P. (2015a). Knowledge Elicitation. In: J. M. Spector (Hrsg.). *The SAGE Encyclopedia of Educational Technology*, 438-442. Thousand Oaks, CA, SAGE.
- Pirnay-Dummer, P. (2015b). Linguistic analysis tools. In: C. A. MacArthur, S. Graham & J. Fitzgerald (Hrsg.). *Handbook of Writing Research*, 427-442. Guilford, Guilford Publications.
- Reeves, T., Harrington, J. & Oliver, R. (2005). Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. In: *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 97-116.
- Reinmann, G., Herzberg, D., & Brase, A. (2024). Forschendes Entwerfen: Design-Based Research in der Hochschuldidaktik, 7, Transcript.

- Riedel, J., Adelberg, B., Zawidzki, J. & Schulze-Achatz, S. (2020). Creating an Infrastructure to Integrate Specialized Services to Proprietary LMS. In: L. Gómez Chova; A. López Martínez & I. Candel Torres (Hrsg.). *ICERI2020 Proceedings, IATED*, 1846-1854. DOI: 10.21125/iceri.2020.0464
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. In: *American Psychologist*, 55(1), 68-78. DOI: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Sander, E. (2018). Selbstgesteuertes Lernen und Neue Medien. In: P. Arnold, L. Kilian, A. Thillosen, G. Zimmer (Hrsg.). *Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis – Strategien, Instrumente, Fallstudien*. Deutscher Wirtschaftsdienst, 72. Erg.-Lfg. Februar 2018, 9.6., 1-9. ISBN: 978-3-87156-298-3
- Schiffeler, N., Borowski, E. & Isenhardt, I. (2020). Gamification und Mixed-Reality-Training für Lehrende - mehr als nur spielen. In: U. Wilkesmann, M. Schmoor, I. Isenhardt, M. Petermann & A. Erman Tekkaya (Hrsg.). *Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften: innovativ – digital – international*, wbv Media, 253-266.
- Single, Peg Boyle; Single, Richard M. (2005). E-mentoring for social equity: review of research to inform program development. In: *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning* 13 (2), 301–320.
- Schott, F. & Azizi Ghanbari, S. (2008). Kompetenzdiagnostik, Kompetenzmodelle, kompetenzorientierter Unterricht. Zur Theorie und Praxis überprüfbarer Bildungsstandards; Com-Trans – ein theoriegeleiteter Ansatz zum Kompetenztransfer als Diskussionsvorlage. Münster, Waxmann.
- Schuler, D. (1996). *New community networks: Wired for change*. New York: ACM Press.
- Schwarzer, C. & Buchwald, P. (2009). Beratung in der pädagogischen Psychologie. In: P. Warschburger (Hrsg.). *Beratungspsychologie*, Springer Nature, 129-151.
- Segall, R. (2000). Online shrinks: The inside story. *Psychology Today*, 32 (3), 38-43.
- Single, Peg Boyle; Single, Richard M. (2005). E-mentoring for social equity: review of research to inform program development. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning* 13 (2), 301–320.
- Sitzmann, T. & Ely, K. (2011). A meta-analysis of self-regulated learning in work-related training and educational attainment: What we know and where we need to go. In: *Psychological bulletin*, 137(3), 421-442.
- Sloane, P. F. E. & Fuge, J. (2012). Mentoring an Universitäten. Eine hochschuldidaktische Rekonstruktion. In: *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 7, 96-109.
- Soliman, H., Kravčík, M., Neumann, A. T., Yin, Y., Pengel, N., & Haag, M. (2024). Scalable Mentoring Support with a Large Language Model Chatbot. In: R. F. Mello, N. Rummel, I. Jivet, G. Pishtari, J. A. Ruipérez Valiente (Hrsg.). *Technology Enhanced Learning for Inclusive and Equitable Quality Education. European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL-2024), 19th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2024, September 16-20, Krems, Austria, Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 15160, 260-266. Springer, Cham.
- Soliman, H., Kotte, H., Kravčík, M., Pengel, N. & Duong-Trung, N. (2025). Retrieval-Augmented Chatbots for Scalable Educational Support in Higher Education. In: *Proceedings of the Second International Workshop on Generative AI for Learning Analytics, located at the 15th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK25), CEUR Workshop Proceedings, Aachen*. https://www.researchgate.net/publication/389582355_Retrieval-Augmented_Chatbots_for_Scalable_Educational_Support_in_Higher_Education

- Stöger, H. (2009). E-Mentoring: eine spezielle Form des Mentorings. In: H. Stöger, A. Ziegler, D. Schimke (Hrsg.). *Mentoring: Theoretische Hintergründe, empirische Befunde und praktische Anwendungen*, 227-243.
- Stöger, H. & Ziegler, A. (2012). Wie effektiv ist Mentoring? Ergebnisse von Einzelfall- und Meta-Analysen. In: *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung / Discourse Journal of Childhood and Adolescence Research*, 7(2), 131-146.
- Toorchi Roodsari, S. & Azizi Ghanbari, S. (2024). Instructional Design and AI in Learning Environments: Developing Competency-Validated Adaptive Feedback for Higher Education. In: *LICE | WCSNE, London International Conference on Education (LICE-2024)*, 118.
- Toorchi Roodsari, S. & Köhler, T. (2024). Artificial Intelligence-based Learning Objective-Oriented Formative Feedback for Students in Higher Education Based on the Instructional Design. In: M. E. Auer, T. Rützmann (Hrsg.). *Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility. Proceedings of the 27th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2024), Lecture Notes in Networks and Systems*. 504-513.
- Wang, X., Gülenman, T., Pinkwart, N., de Witt, C., Gloerfeld, C. & Wrede, S. (2020). Automatic Assessment of Student Homework and Personalized Recommendation. In: *Proceedings of 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 150-154.
- Wisniewski, B., Zierer, K. & Hattie, J. (2018). *Visible Feedback. Ein Leitfaden für erfolgreiches Unterrichtsfeedback*, 2. erw. Aufl., Baltmannsweiler, Schneider Verlag Hohengehren.
- Yao, S., Zhao, J., Yu, D., Du Na, Shafran, I., Narasimhan, K. & Cao, Y. (2022). *ReAct: Synergizing Reasoning and Acting in Language Models*. <https://research.google/blog/react-synergizing-reasoning-and-acting-in-language-models/>
- Ziegler, A. (2009). Mentoring: Konzeptuelle Grundlagen und Wirksamkeitsanalyse. In: H. Stöger, A. Ziegler, D. Schimke (Hrsg.). *Mentoring: Theoretische Hintergründe, empirische Befunde und praktische Anwendungen*, 7-29.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. In: *Theory into Practice*, 41(2), 64-70. DOI: 10.1207/s15430421tip4102_2
- Wolf, H. & Bertke, E. (2017). Qualitätsstandards für Mentoring-Programme in der Wissenschaft. In R. Petersen, M. Budde, P. S. Brocke, G. Doebert, H. Rudack und H. Wolf (Hrsg.). *Praxishandbuch Mentoring in der Wissenschaft*. Springer Fachmedien, 175-195. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-14268-1>
- Wollersheim, H.-W. (2023). Bildung durch Künstliche Intelligenz ermöglichen. Ein Beitrag aus bildungstheoretischer Perspektive. In: C. de Witt, C. Gloerfeld & S. Wrede (Hrsg.). *Künstliche Intelligenz in der Bildung*. Berlin, Springer VS.