

Wrede, Silke E.; Gloerfeld, Christina; Witt, Claudia de; Wang, Xia
Künstliche Intelligenz und forschendes Lernen - ein ideales Paar im Hochschulstudium!?

Schmohl, Tobias [Hrsg.]; Watanabe, Alice [Hrsg.]; Schelling, Kathrin [Hrsg.]: *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Chancen und Grenzen des KI-gestützten Lernens und Lehrens.* Bielefeld : transcript 2023, S. 195-212. - (Hochschulbildung : Lehre und Forschung; 4)



Quellenangabe/ Reference:

Wrede, Silke E.; Gloerfeld, Christina; Witt, Claudia de; Wang, Xia: Künstliche Intelligenz und forschendes Lernen - ein ideales Paar im Hochschulstudium!? - In: Schmohl, Tobias [Hrsg.]; Watanabe, Alice [Hrsg.]; Schelling, Kathrin [Hrsg.]: *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Chancen und Grenzen des KI-gestützten Lernens und Lehrens.* Bielefeld : transcript 2023, S. 195-212 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-278384 - DOI: 10.25656/01:27838

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-278384>

<https://doi.org/10.25656/01:27838>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrags identisch, vergleichbar oder kompatibel sind. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work or its contents in public and alter, transform, or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. New resulting works or contents must be distributed pursuant to this license or an identical or comparable license.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Künstliche Intelligenz und forschendes Lernen – ein ideales Paar im Hochschulstudium!?

Silke E. Wrede, Christina Gloerfeld, Claudia de Witt und Xia Wang

Abstract: *Universitäre Lehre unterliegt gesellschaftlichen und politischen, aber besonders auch technologischen Entwicklungen wie Künstliche Intelligenz (KI), die an die Gestaltung von Lehre neue Anforderungen formuliert. Ebenso stehen Studierende zukünftig durch KI vor Herausforderungen, denen es mit den sogenannten 21. Century Skills (Bellanca & Brandt, 2010) zu begegnen gilt. Zur Ausbildung dieser Skills bietet das forschende Lernen einen adäquaten Erfahrungsraum. Ziele des forschenden Lernens liegen in der Konstruktion von Wissen, dem aktiven Erfahren von Zusammenhängen in Forschungssituationen und dem kritischen Reflektieren innerhalb sozialer Kontexte (vgl. Dewey 1916/2011; Bogdanow & Kauffeld, 2019). Gegenstand dieses Beitrags sind Überlegungen zu Unterstützungsmöglichkeiten von KI im Prozess des forschenden Lernens und das AI.EDU Research Lab des Forschungsschwerpunkts Digitalisierung, Diversität und Lebenslanges Lernen (D²L²)¹ an der FernUniversität in Hagen als konkretes Fallbeispiel. Hier wird das didaktische Konzept forschenden Lernens nach Wildt (2009) in Kombination mit KI so eingesetzt, dass es einen typischen Forschungszyklus mit Kolbs Lernzyklus (Wildt, 2009) verbindet und auf einen Semesterverlauf überträgt. Mit dem Einsatz eines Automatic Assessment-Tools auf Basis des maschinellen Lernens können Studierenden ihren Wissensstand zu Beginn des Semesters ermitteln (Wang et al. 2020) und ein Unterstützungs- bzw. Recommender-System, basierend auf einem wissensbasierten System, begleitet sie in ihren verschiedenen Forschungs- bzw. Lernphasen. Für eine zukunftsorientierte Hochschullehre gilt es herauszufinden, inwieweit Methoden und Anwendungen von KI den Prozess des forschenden Lernens unterstützen und zur Förderung eines selbstbestimmten Lernens eingesetzt werden können.*

University teaching underlies social and political, but especially technological developments such as AI which formulate new requirements for the design of teaching. And students will face challenges in the future due to AI which must be met with the so-called 21st Century Skills (Bellanca & Brandt, 2010). For the training of these skills, inquiry-based learning offers an adequate experiential space. The goals of this approach are the construction of knowledge,

1 Seit August 2022: CATALPA – Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics

the active experience of contexts in research situations, and critical reflection in a social context (cf. Dewey 1916/2011; Bogdanow & Kauffeld, 2019). In this article, we will consider how AI can support the process of inquiry-based learning. As a concrete case study, the AI.EDU Research Lab of the research focus Digitalization, Diversity and Lifelong Learning (D²L²)² at the FernUniversität in Hagen is presented. It uses a didactic concept of inquiry-based learning according to Wildt (2009) together with AI to achieve these goals by combining a typical research cycle with Kolb's learning cycle (Wildt, 2009) and transferring it to a semester course. A recommender system, based on a knowledge-based system, accompanies students in their different research/learning phases; with the use of an auto-assessment tool based on machine learning, they determine their knowledge level at the beginning of the semester (Wang et al., 2020). Ultimately, it is important to find out to what extent methods and applications of AI support the process of inquiry learning and can be used to promote self-directed learning.

Keywords: Künstliche Intelligenz, Recommender-Systeme, forschendes Lernen, Hochschulstudium / Artificial intelligence, recommender systems, inquiry-based learning, higher education.

Künstliche Intelligenz und forschendes Lernen – ein ideales Paar im Hochschulstudium!?

Video: <https://link.transcript-open.de/5769/video/007>

© Silke Wrede, Christina Gloerfeld, Claudia de Witt, Xia Wang



1 Studieren mit Künstlicher Intelligenz

Seit der als Bologna-Prozess bezeichneten Hochschulreform Ende des 20. Jahrhunderts sind Kompetenzen zur Zielkategorie der Studiengänge geworden. Diese Kompetenzorientierung dient insbesondere der Befähigung der Studierenden, in beruflichen Anforderungssituationen professionell zu handeln. Und in den letzten

² Since August 2022: CATALPA – Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics

Jahren haben die digitalen Technologien u.a. Künstliche Intelligenz (KI), die Transformationen in den Hochschulen weiter vorangetrieben. Die Hochschulbildung in der neuen Ära der Datennutzung wird daran gemessen werden, inwieweit sie die sog. »21st Century Skills« (Bellanca & Brandt, 2010) für den Erwerb von Kompetenzen und Wissen für das Partizipieren und Agieren in der zukünftigen Gesellschaft ausbilden kann. Viele der damit adressierten Kompetenzen, beispielsweise Problemlösefähigkeit und kritisches Denken, haben bereits eine lange Tradition im Kontext von Lehren und Lernen; die Umsetzung in den Hochschulen bietet jedoch Raum zur Optimierung (Rotherham & Willingham, 2010). Deshalb wird, neben der Herausstellung der Zielkompetenzen, auch nach didaktischen Umsetzungsmöglichkeiten, curricularen Verankerungsstrategien und erfahrungsgenerierenden Methoden gesucht, die die Ausbildung der 21st Century Skills unterstützen. Dabei sind die Herausforderungen, die sich mit deren Einbindung in die Hochschule (z.B. Seidl, 2020; Dede, 2010) ergeben, zu bewältigen und Lösungen dafür zu finden, wie aktuelle Technologien die Entwicklung von Didaktik, Curriculum und Prüfung unterstützen können. Methoden und Ansätze Künstlicher Intelligenz erfordern also nicht nur 21th Skills, sondern bieten auch Lösungsmöglichkeiten, um den sich verändernden Bedingungen zu begegnen. Mit der Anwendung neuronaler Netze, maschinellem Lernen und Big Data im Hochschulstudium lässt Künstliche Intelligenz Unterstützungsmöglichkeiten erwarten, damit die zukünftig relevanten Skills, in die sich auch Data Literacy einordnen lässt, von den Studierenden individualisiert entwickelt werden können.

Zur Ausbildung dieser Kompetenzen bietet insbesondere das hochschuldidaktische Format des forschenden Lernens für die Studierenden einen adäquaten Erfahrungsraum zur Kompetenzentwicklung, denn Ziele des forschenden Lernens liegen in der Konstruktion von Wissen, dem aktiven Erfahren von Zusammenhängen in Forschungssituationen und dem kritischen Reflektieren innerhalb sozialer Kontexte (vgl. Dewey 1916/2011; Bogdanow & Kauffeld, 2019) und sie bedienen damit die Forderung nach entsprechender didaktischer Rahmung zur Entwicklung der 21th Skills. Eine der zentralen Herausforderungen besteht darin herauszufinden, inwieweit Methoden und Anwendungen von KI den Prozess des forschenden Lernens unterstützen und zur Förderung eines selbstbestimmten Lernens eingesetzt werden können.

In den folgenden Kapiteln ist insbesondere eine bildungswissenschaftliche Perspektive leitend. Zunächst wird ein Überblick zum forschenden Lernen gegeben, um daran anschließend die Möglichkeiten von KI-Systemen zur Unterstützung des didaktischen Ansatzes in einem Hochschulstudium auszuloten. Abschließend wird ein konkretes, sich in der Entwicklung befindendes Umsetzungsbeispiel von KI aus dem AI.EDU Research Lab des Forschungsschwerpunkts D²L² Digitalisierung, Diversität und Lebenslanges Lernen an der FernUniversität in Hagen vorgestellt. Anhand des Beispiels wird gezeigt, wie zur Verwirklichung der Ziele forschenden Ler-

nens entlang des didaktischen Konzepts von Wildt (2009) KI-Anwendungen im Verlauf eines Semesters eingesetzt werden können. Abschließend wird der Einsatz von KI für forschendes Lernen im Hochschulstudium kritisch reflektiert.

2 Forschendes Lernen als Zielkategorie zukunftsfähiger Hochschullehre

Forschendes Lernen ist im Grunde eine jahrhundertealte Lernform. Dem forschenden Lernen eine einzige Bedeutung zuzuschreiben, würde der vielfältigen Auseinandersetzung und den mehrdimensionalen Betrachtungsweisen dieser Lernform nicht gerecht. Forschendes Lernen ist deshalb als Plural zu denken (Straub et al., 2020). Für die Begegnung mit dieser Vielfalt an den Hochschulen lässt sich die Position des forschenden Lernens als Begriff, als Konzept und als Handlungsform fassen (Brinkmann, 2020). Neben der definitorischen Breite schwingt gleichzeitig bei dem Begriff des forschenden Lernens stets ein Ideal mit, welches eine so große Anzahl an Kompetenzen und Erfahrungen umfasst, die in einem Semester oder auch in vielen Bachelorstudiengängen zunächst unerreichbar bleiben (Straub et al., 2020). Aufgrund der Diskrepanzen, die mit dem Anspruch einer einheitlichen Definition und idealisierender Vorstellungen einhergehen, finden andere Begrifflichkeiten Einzug in die Diskussion. So arbeiten Huber und Reinmann (Huber, 2014, S. 38; Huber & Reinmann, 2019) mit dem Begriff des »forschungsnahen Lernens«:

Forschungsnahes Lernen umfasst über forschendes Lernen im engeren Sinne, in dem Studierende einen Forschungsprozess selbst forschend vollständig durchlaufen, hinaus alle diejenigen anderen Formen des Lehrens und Lernens, welche die Studierenden explizit an Forschung als Prozess heranführen, indem sie einen solchen nachvollziehbar vor- und zur Diskussion stellen oder die Studierenden Elemente daraus als Ausschnitte aus einem mitgedachten Forschungszusammenhang üben und erlernen lassen. (Huber & Reinmann, 2019, S. 3)

Unter diesem »Dach« lassen sich Differenzierungen des Begriffs vereinen. Huber (2014) sowie Huber und Reinmann (2019) unterscheiden beispielsweise zwischen forschungsbasiertem, -orientiertem und forschendem Lernen. Während forschungsbasiertes Lernen Grund- und Ausgangsfragen für das Lehren und Lernen fokussiert, kennzeichnet das Adjektiv »forschungsorientiert« einen Prozess, bei dem das Lehren und Lernen auf Forschung ausgerichtet ist. Und zuletzt ist mit dem forschenden Lernen der gesamte Lern- und Forschungszyklus gemeint, den die Studierenden eigenständig durchlaufen.

Zur Einordnung jedes speziellen Angebotes in den Kanon des forschungsnahen Lernens lassen sich drei Dimensionen zur Systematisierung vertiefend betrachten: Zunächst wird festgestellt, inwieweit der/die einzelne Studierende bereits selbst aktiv im Forschungsprozess agiert, beschreibbar in einem Kontinuum zwischen

rezeptiv und produktiv. Des Weiteren ermöglicht die Charakterisierung die Beschreibung der Nähe bzw. Enge am eigentlichen Forschungsprozess und den Grad der Selbstbestimmung, d.h. den Autonomiegrad der Einzelnen (Huber & Reinmann, 2019). Vor diesem Hintergrund wird in diesem Beitrag in Anlehnung an Dewey (1916/2011)

forschendes Lernen als eine Form des Lernens verstanden, die Theorie und Praxis miteinander verbindet und Eigenaktivität und Selbstverantwortung für individuelle und soziale Lernprozesse stärkt, indem eine Problemstellung entwickelt, ein Erkenntnisinteresse formuliert, eine Forscherperspektive eingenommen, eine Lösung entwickelt und vorzugsweise in einer Gemeinschaft gearbeitet wird, wobei es dazu gehört, Fehler zu machen und diese reflektieren zu können.

Wildt (2009) liefert mit einer Kombination der Phasen des Lernzyklus – Erfahrung, Reflexion, Konzeption und Erprobung – mit den Schritten eines Forschungsprozesses ein Modell, das für die didaktische Planung und Umsetzung nutzbar ist. Zusammengefasst startet der Kreislauf an der eigenen Erfahrung, der Auseinandersetzung mit der Praxis und Literatur oder auch mit einem Problem. Auf dieser Basis findet eine Reflexion zur Themenfindung und Formulierung von Forschungsfragen statt. Diese münden in der systematischen Konzeption einer Untersuchung und einem Forschungsdesign. Schließlich wird dieses umgesetzt (»Erprobung«) (ebd.).

Abbildung 1: Der Learning Cycle im Format des Forschungsprozesses (Wildt, 2009, S. 6).



Die Aufschlüsselung in einzelne Prozesse und deren Verbindung ermöglicht die gezielte Förderung ausgewählter Handlungsschritte und Herausforderungen der Studierenden. Zur Implementation technologischer Systeme in Lehr- und Lern-

szenarien, die dem forschungsnahen Lernen zugerechnet werden können, sind beispielsweise Kerres und de Witt (2002) zu nennen, die aus mediendidaktischer Perspektive für forschendes Lernen in pragmatistischer Tradition die Anschlussfähigkeit an digitale Lehre herausstellen. Hofhues (2016) stellt unterschiedliche Nutzungsweisen von Medien an unterschiedliche Varianten des forschungsnahen Lernens und deren Herausforderungen vor. Kergel und Heidkamp (2016) erörtern, mit Blick auf das forschende Lernen z. B., mitunter die Veränderungen der Forschung und der Lehre durch technologischen Fortschritt. Technologien bieten weiterhin ein rasantes Veränderungs- und Entwicklungspotenzial, mit welchem, neben den Möglichkeiten der digitalen Lehre, die Zielsetzung einer individuelleren Unterstützung verbunden ist. Der Einsatz von Methoden der KI soll hierfür nutzbar gemacht werden. Inwieweit beurteilt werden kann, ob forschendes Lernen und KI ein ideales Paar sind, ist nach den Ausführungen zum forschenden Lernen als nächstes zu eruieren, was unter KI zu verstehen ist.

3 Einsatz Künstlicher Intelligenz zur Unterstützung Studierender

Eine allgemeingültige Definition von KI gestaltet sich aufgrund der Breite des Verständnisses bezogen auf Technologie, Systeme und Anwendungen als schwierig (de Witt et al., 2020, S. 9), weshalb sich eher eine kontextbezogene Beschreibung anbietet. Für den Bildungsbereich identifizieren Zawacki-Richter et al. (2019) beim Einsatz von KI vier Anwendungsfelder: Profilierung und Vorhersage, Beurteilung und Bewertung, adaptive Systeme und intelligente tutorielle Systeme. Die dazugehörigen 17 Subkategorien ermöglichen die Einordnung verschiedener Anwendungen, verweisen zeitgleich auf die Unschärfe der einzelnen Felder. Blickt man auf die angewendeten Methoden und Ansätze, zeigt sich die Bandbreite der Möglichkeiten: beispielsweise wird maschinelles Lernen zur Mustererkennung und Klassifizierung in der Modellierung von Lernenden-Profilen ebenso wie in der Bewertung und dem Feedback von Studierenden eingesetzt (Zawacki-Richter et al., 2019). Zentral bei der Betrachtung von KI in der Bildung ist die Tatsache, dass es sich bei den Anwendungen, die in Hochschulen zum Einsatz kommen, um schwache KI-Systeme handelt, also um solche Systeme, die spezielle und eingegrenzte Probleme lösen.

3.1 Potenziale von KI-Systemen für die Erfassung des Studierendenverhaltens

Die Grundlage des maschinellen Lernens sind Datenmengen; ihre Nutzung und Analyse wird im Bildungsbereich mitunter durch die beiden Felder Learning Analytics (LA) und Educational Data Mining (EDM) flankiert. LA meint »die Messung, Sammlung, Analyse und Auswertung von Daten über Lernende und ihren Kontext

mit dem Ziel, das Lernen und die Lernumgebung zu verstehen und zu optimieren« (Siemens, 2013). Hingegen liegt beim EDM der thematische Fokus eher auf Techniken und Methoden der Datenanalyse (Lemay et al., 2021). Beide Felder konzentrierten sich in den Jahren 2015 bis 2019 nach Lemay et al. (2021) inhaltlich auf die Performanz der Studierenden, die Lernplattformen und die Modellierung von Lernendenverhalten.

Bei der Auseinandersetzung mit Künstlicher Intelligenz ist die Unterscheidung zu treffen, inwieweit im allgemeinen oder eher konkrete Technologien angesprochen sind und implementiert werden (Christen et al., 2020). Insbesondere Letzteres dient der weiteren Auseinandersetzung und dabei soll zunächst die Frage leitend sein, was genau der Unterschied zwischen einem klassisch technologischen und einem KI-System ist. Dieses zeichnet sich zum einen durch eine erhöhte Komplexität aufgrund der Verwendung von maschinellem Lernen und Deep Learning und einer darin begründeten gewachsenen Dynamik aus, die je nach verwendeter Methode im Gegensatz zum statischen System in der Lage ist, eigenständig zu lernen. Im Vergleich zu klassischen Computersystemen mit persistenten Quellcodes ist die Stabilität durch sich autonom anpassenden Algorithmen eher variabel. Zum anderen sind die Ergebnisse eher probabilistischer Natur. Das KI-System kann sich an den Lernfortschritt und den Kontext anpassen, wobei die Autonomie des Systems mitunter so hoch sein kann, dass sie aufgrund des Kontrollgedankens eher reduziert werden muss, statt sie voll zu nutzen (Scheuer, 2020, 21ff.). Auch wenn hier das KI-System durch den ungenauen beschreibenden Detailgrad eher vage bleibt, sind die Unterschiede ersichtlich.

3.2 KI-Systeme als Werkzeuge zum Lernen

Anhand der eben vorgenommenen Unterscheidung der zentralen Wesenszüge von klassisch technologischem und KI-System, die die Veränderung von technischen Medien skizziert, lässt sich aber auch bereits erahnen, dass sich mit einem entsprechenden Einsatz in Lern-Lehrkontexten ebenfalls mediendidaktische Veränderungen ergeben. Mediendidaktik wird hier verstanden als die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen, in denen der sinnvolle Einsatz von Medien im Vordergrund steht (de Witt & Czerwionka, 2013). Der Medienbegriff erweitert die Träger- und Vermittlungsfunktion von Informationen im Rahmen der Digitalisierungsprozesse und den damit zur Verfügung stehenden Daten um eine Werkzeugfunktion, die sich in den Möglichkeiten der Sammlung, Nutzung und Analyse von Daten zeigt. KI-Systeme können damit mediale Botschaften erzeugen, Inhalte auswählen und zu nutzende Angebote steuern, also Tätigkeiten, die bisher nur vom Menschen ausgeübt werden konnten.

Tulodziecki (2021) verweist darüber hinaus für den Einsatz von technisch autonomen KI-Systemen auf die Bedeutung des Einzelnen im Prozess der Entwicklung

und in der Nutzung hin. Wesentliche Kennzeichen sind Leitkriterien wie sachgerechtes, selbstbestimmtes, kreatives Handeln und soziale Verantwortung. Diese Aspekte sind nicht neu, allerdings werden diese im Rahmen der Entwicklung und Nutzung weitaus zentraler, wenn man bedenkt, dass KI-Systeme anschließend mit Menschen interagieren werden und hierfür das Vertrauen und der Schutz der Individuen eine zentrale Rolle spielen. Aufgabenstellungen für das Lernen und Lehren sollen demnach von Problemen, Entscheidungsfällen, Gestaltungs- und Beurteilungsaufgaben ausgehen und sind damit anschlussfähig an das forschende Lernen.

3.3 Recommender-Systeme als Werkzeuge forschenden Lernens

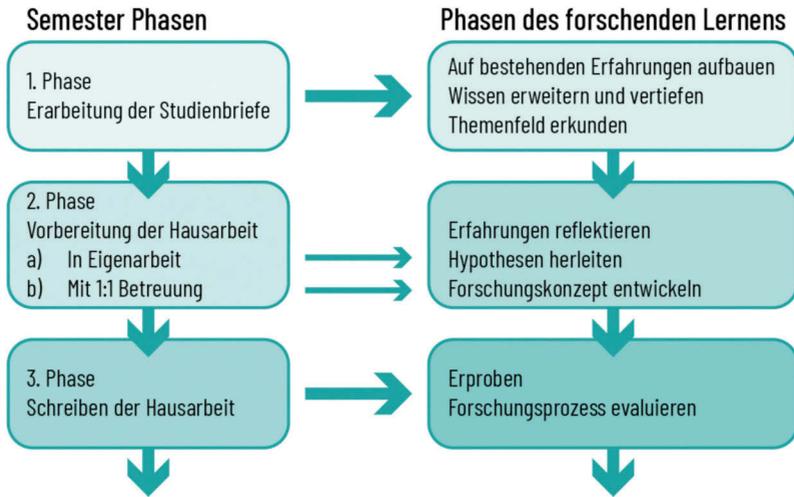
Für die Unterstützung von Lernenden können Recommender-Systeme als Softwaretools und Techniken eingesetzt werden, die auf eine Person zugeschnittene Empfehlungen zu bestimmten Aspekten geben (Ricci et al., 2015). Als Tool helfen sie, menschliches Lernen mit Künstlicher Intelligenz zu fördern. Recommender-Systeme können Lernwege analysieren und optimieren sowie Empfehlungen auf Datenbasis und -analyse auszusprechen. Ausgehend von einer technologischen Systematisierung von Recommender-Systemen beschreiben Kerres und Buntis (2020), wie diese sich in Lern- und Lehrszenarien ausgestalten können bzw. welche Strategien sie dabei verfolgen. Es werden Experten-, Verhaltens-, Profil-, Kriterien- und soziale Empfehlungen unterschieden. Die Ausgestaltung und der Einsatz dieser Empfehlungen orientieren sich dabei an folgender Grundaussage: »Recommenders do not aim at regulating the learning process; they suggest learning paths and leave the decision to the learner: They offer recommendations but they do not enforce a predefined learning path.« (Kerres & Buntis, 2020, S. 103). Dass Recommender-Systeme Lernpfade empfehlen statt erzwingen und damit die Entscheidung dem/der Lernenden überlassen, ermöglicht eine didaktisch begründete Anbindung an das forschende Lernen. Zum einen bietet grundsätzlich die Zusammenarbeit mit einem KI-System in der Funktion als technologisches Unterstützungssystem und damit als Lernbegleitung neue Erfahrungen. Aus dieser Interaktion mit dem KI-System lassen sich Wirkungen auf zukünftige Handlungsdispositionen und -bereitschaft im Sinne der 21th Skills erwarten. Das KI-System wird hier also selbst zum Forschungsobjekt. Andererseits wird durch dessen Erprobung im Prozess des forschenden Lernens z.B. das Ziel eines Moduls wie die Erstellung der Hausarbeit gefördert. Die Studierenden entscheiden dann eigenständig, ob und wie sie den Empfehlungen folgen; es entsteht damit Raum für das erfahrungsorientierte Lernen. Im Folgenden wird die Entwicklung von Recommender-Systemen für diese individuelle Lernunterstützung anhand eines Initialprojekts exemplifiziert.

4 Forschendes Lernen mit KI im AI.EDU Research Lab

An der FernUniversität in Hagen ist ein semesterbegleitendes Pflichtmodul eines bildungswissenschaftlichen Bachelorstudiengangs auf das forschende Lernen ausgerichtet; hier ist die Verbindung von Lernen und Forschen für das didaktische Konzept leitend. Dieses Modul ist Forschungsgegenstand des AI.EDU Research Labs, das im Forschungsschwerpunkt D²L² der FernUniversität verortet ist und im Jahr 2018 als Initialprojekt zwischen dem DFKI und der FernUniversität startete. Von Beginn an verfolgen die Projektpartner insgesamt drei Szenarien: Im ersten Szenario steht das personalisierte Lernen über ein wissensbasiertes System in Kombination mit maschinellem Lernen und die Ausgestaltung eines Recommender-Systems im Zentrum. Das zweite Szenario betrachtet den gesamten Studienverlauf, untersucht mit Academic Analytics, Learning Analytics und maschinellem Lernen Muster für Studienerfolg und -misserfolg und zielt theoriegeleitet auf ein individuelles Unterstützungssystem zur Selbstregulation. Den Rahmen für das Initialprojekt bildet das dritte Szenario, indem bestehende ethische Rahmenrichtlinien gemeinsam mit den Studierenden beurteilt und für den eigenen Kontext angepasst werden, so dass ein Bewusstsein für dahinterliegende Prozesse und Methoden geschaffen wird.

Insbesondere das erste Szenario widmet sich den Möglichkeiten von KI für das forschende Lernen. In Anlehnung an Wildt (2009) findet im Semesterverlauf des genannten Pflichtmoduls eine Zusammenführung eines typischen Forschungszyklus mit Kolbs »Lernzyklus« statt, indem eine Einteilung des Semesters in drei Phasen mit entsprechender Zuordnung zum Lern- und Forschungsprozess erfolgt (s. Abb. 2).

Abbildung 2: Semesterphasen in Relation zu den Phasen des forschenden Lernens.



In der ersten Phase wird an den vorhandenen Erfahrungen angeknüpft, das Wissen erweitert und vertieft bzw. das Themenfeld erkundet, indem Studienbriefe, die im Rahmen des Fernstudiums der FernUniversität in Hagen die zentralen Studieninhalte darstellen, im Selbststudium aufzubereiten sind. Eine Betreuung findet über das Lernmanagementsystem Moodle statt. In der zweiten Phase erarbeiten die Studierenden eigenständig ein Konzept für ihre Hausarbeit (Benennung des Themas, Fragestellung, vorläufige Gliederung). Die Aufgabe geht mit einer 1:1-Betreuung in Moodle durch die Lehrenden einher, die die dritte Phase, das Schreiben der Hausarbeit, begleiten, so dass durch diese Kombination der individuelle Erfolg der Studierenden ermöglicht wird.

Die Unterstützung der Studierenden an der FernUniversität erhält über die Bedingungen des Fernstudiums eine besondere Bedeutung. 78 % der Studierenden im Bachelorstudium sind berufstätig, damit einher gehen zeitliche Einschränkungen und variierende Studienzeiten. Mit dem Altersschwerpunkt zwischen 29 und 35 Jahren kommen darüber hinaus diverse Lern- und Berufsbiografien zusammen, die unterschiedliche Unterstützungsbedarfe nach sich ziehen. Ein hohes Maß an Selbstregulation mit angemessenen Lernstrategien sind für ein erfolgreiches Abschließen des Studiums unabdingbar. Der Einsatz eines Recommender-Systems setzt an dieser Stelle an und stellt neben der Lehrperson eine weitere Unterstützungsmöglichkeit der Studierende dar (siehe Kap. 3.3). Gleichzeitig ist damit die Erwartung auf Seiten der Lehrenden verbunden, durch die technologische Unterstützung der Studierenden mehr Zeit für einen intensiveren inhaltlichen Austausch zu bekommen.

Für die folgende Darstellung der KI-Anwendungen, die in dem Modul und damit innerhalb des ersten Szenarios zum Einsatz kommen, wird eine Systematisierung zugrunde gelegt, die bei KI-gestützten Bildungstechnologien zwischen der Repräsentationsform, dem Ziel des Systemeinsatzes und der Form von Künstlicher Intelligenz unterscheidet (Pinkwart & Beudt, 2020). Umrahmt ist diese Systematisierung jeweils mit einer kurzen Beschreibung der Anwendung und einer Darlegung des aktuellen Fortschritts mit einem Ausblick.

4.1 Automatic Assessment Tool – AAT

Zu Beginn des Semesters in der letzten Studienphase analysiert ein AAT, ein automatisches Assessment Tool, das Vorwissen der Studierenden anhand von Fragen für Freitextantworten. Der inhaltliche Schwerpunkt ist an ein inhaltlich anknüpfendes Modul der ersten Studienphase angelehnt und dient der Feststellung relevanter Vorkenntnisse des bevorstehenden Semesters. Das System bewertet die Antworten der Studierenden, markiert zentrale Aussagen im Text, verweist auf ähnliche Antworten anderer Studierenden und empfiehlt relevante Konzepte und Textstellen, die entweder zur Reflexion der Antwort dienen oder weiterführende Inhalte behandeln. Das AAT wurde als Standalone Web-Applikation mit dem Flask Framework in Python entwickelt und wird nun als Moodle-Plugin in das laufende Lernmanagementsystem integriert.

Aus Perspektive des forschenden Lernens dient das Vorwissen der Auseinandersetzung mit dem thematischen Feld. Nur durch eine gute Übersicht über das Fachgebiet und entsprechende Kenntnis ist es Studierenden möglich, einer eigenen Forschungsfrage nachgehen zu können. Aus Systemsicht sind die Testfragen ein erster Kontakt zu den Lernenden, indem zunächst der Wissensstand überprüft, hiervon ausgehend Empfehlungen zum weiteren Lernen gegeben werden können und die Fragen mit den Inhalten der Studienbriefe in Verbindung stehen. Diese Informationen werden dann auch für die Erweiterung des Lernendenmodells im wissensbasierten System genutzt, das dem Empfehlungssystem zugrunde liegt.

Die KI-Anwendung

- bewertet die studentischen Antworten: Antworten werden durch automatische Klassifizierung der Studierendenantworten mit maschinellen Lernmodellen ausgewertet.
- hebt die Antworten der Studierenden hervor: Die Hervorhebungen geben spezifische positive und negative Rückmeldungen und reflektieren direkt den aktuellen Wissensstand bzw. das erreichte Wissensniveau.
- gibt Empfehlungen auf der Basis ähnlicher Studierendenantworten: Besonders gelungene Antworten von Studierenden mit ähnlichen Studierendenprofilen

(beispielsweise Teilzeitstudierende mit ähnlichem Studienplan) werden als Empfehlung angezeigt.

- kann verschiedene Empfehlungsrichtungen einschlagen: Empfehlungen werden auf der Basis des identifizierten fehlenden Wissens gegeben und verweisen dann entweder auf nachzuholende Inhalte oder auf weiterführende Lerninhalte im Anschluss an das bestehende Wissen. Das KI-System agiert auf der Grundlage der selbstentwickelten Domänen-, Lernenden und Didaktikmodellen, die vollständig miteinander verbunden sind. Für die Domäne als auch für das Lernenden-Modell sind Ontologien verfügbar. Zentral ist die Anbindung an die Domäne des Moduls, so dass anschließend weiterführende und erläuternde Empfehlungen gegeben werden können und so die inhaltliche Ausrichtung des Moduls angeeignet wird.

Die zweite Version des AAT-Prototypen liegt vor, das Moodle Plug-In ist entwickelt und im Laufe des kommenden Wintersemesters wird eine erste Testung mit Studierenden erfolgen. Das AAT wird unter Gesichtspunkten der KI-Akzeptanz, motivationaler Aspekte, der Systemfunktionen, der Lernleistung Studierender und der User Experience (UX) evaluiert. Die Benutzeroberfläche ist für Studierende fertiggestellt; ein Konzept für die Lehrenden-Benutzeroberfläche ist in der Entwicklung.

4.2 Intelligent Feedback for Student Exercises – IFSE

Die Anwendung des Intelligent Feedback for Student Exercises, IFSE, besteht aus einer Unterstützung von Studierenden und Lehrenden. Studierenden werden Quizze für eine Wissensstandserhebung angeboten. Anschließend erhalten sie ein korrekatives Feedback. Basierend auf dem Domänenwissen, das in den erstellten Ontologien repräsentiert ist, wird darüber hinaus ein personalisiertes Feedback generiert. Damit sind sowohl Empfehlungen für weitere Lernschritte als auch die Anbindung der Textstellen zu den einzelnen Konzepten möglich. Zu falschen Antworten werden die relevanten Textstellen der Studienbriefe angeboten, zu richtigen Antworten werden weiterführende Inhalte aus der Ontologie mit direktem Bezug zu den Konzepten der zugehörigen Frage empfohlen. Für die Lehrenden wird es eine eigens generierte Ansicht geben, um kontinuierlich neue Quizze zu erstellen und gleichzeitig die Anbindung an das Wissensbasierte System durch die Nennung von Konzepten der Ontologie zu gewährleisten. Das IFSE ist eine KI-basierte Quiz-Web-Applikation, die direkt als Moodle Plugin für das Lernmanagementsystem entwickelt wurde. Es enthält je eine Ansicht für die Studierenden und die Lehrenden.

Ebenso wie das AAT bezieht diese Anwendung die erste Phase des Semesters – die eigenständige Erarbeitung der Inhalte der Studienbriefe mit ein. Das IFSE dient der Reflexion der Studierenden über ihren aktuellen Wissensstand. Mit der anhal-

tenden Interaktion mit dem KI-System werden darüber hinaus Kompetenzen im Umgang mit KI-gestützten Empfehlungen erworben. Die Bearbeitung der Quizze sowohl über das AAT als auch das IFSE bieten die Möglichkeit, den Wissensstand der Studierenden zu erheben und in das Studierendenmodell zu übernehmen und zu visualisieren. Die KI-Anwendung

- trennt Fragen und Antwortoptionen: Die Quizfragen sind von den Antwortoptionen getrennt in zwei Pools gespeichert. Darüber hinaus ist jede Frage und jede Antwortoption mit einem Konzept oder Lernobjekt verbunden (dies ist über einen Wissensgraph definiert, der gerade getestet wird).
- wählt Quiz-Fragen aus: Der KI-Quiz-Algorithmus generiert verschiedene Sets von Quizzen für die Studierenden, abhängig von ihrer Leistung in vorhergehenden Quiz-Antworten. Nachfolgende Fragen werden dynamisch und intelligent in ihrem Schwierigkeitsgrad angepasst und auf das Wissensniveau der Studierenden bezogen.
- gibt Quiz-Rückmeldungen: Direkte individuelle Rückmeldungen und Empfehlungen zu den Quizzen werden automatisch generiert und angezeigt.

Aktuell befinden sich die KI-Anwendungen in der ersten von drei Phasen, in welcher der Algorithmus auf den wissensbasierten semantischen Regeln basiert und auch weitere innovative Ansätze einbezieht. Sobald die Anwendung im Einsatz ist und von Studierenden genutzt wird – das ist die zweite Phase –, werden verschiedene Arten von Lehr- und Lerndaten gesammelt, so dass in der dritten Phase sich der Algorithmus von einem regelbasierten auf einen datenzentrierten Ansatz verlagert und Machine Learning-Modelle und Neuronale Netze in den realen Lernkontexten angewendet werden. Das IFSE ist aktuell in der Entwicklung; eine erste Version für den Testeinsatz ist für das kommende Wintersemester geplant.

4.3 Structural Assistant for Term Paper – SAT

Unterstützt durch die Systeme AAT und IFSE verfügen die Studierenden über eine adäquate Wissensbasis und ein grundlegendes Verständnis der Kursinhalte. Daher wird in der nächsten Studienphase die Erarbeitung der Hausarbeit begonnen. Der SAT unterstützt die Erstellung der Gliederung der Hausarbeit, das spätere Schreiben und die mit einer Hausarbeit verbundenen strukturellen bzw. organisatorischen Planung. Der SAT ist als KI-basierter Chatbot geplant, der personalisiert die Arbeit der Studierenden an ihren Hausarbeiten unterstützend begleitet.

Jedes Semester kommen die Studierenden mit denselben Fragen auf die Lehrenden zu; deren Beantwortung soll nun mit einer entsprechenden KI-Anwendung die Lehrenden entlasten und damit mehr Zeit für die intensive 1:1 Betreuung als auch für weiterführende Lehrangebote bereit stellen. Darüber hinaus ist auch in der letzten

Bachelorphase das Schreiben einer Hausarbeit mit der Erarbeitung einer eigenen Forschungsfrage eine Herausforderung und bedarf weiterer Erprobung des wissenschaftlichen Schreibens. Hier bietet die Anwendung Unterstützung in Form von Informationen, Anbahnung kooperativen Austauschs und Hinleitung zu Übungsräumen an. Die KI-Anwendung

- wird durch einen KI-basierten Konversations-Chatbot als eine Art persönlicher Assistent repräsentiert,
- betreut Studierende bei der Strukturierung ihrer Hausarbeit und
- kommuniziert mit den Studierenden über Themen für die Hausarbeiten, gibt Hilfestellung für die Quellensammlung und die inhaltliche Tiefe der Ausarbeitung usw.

Ausgehend von den Anforderungen zum wissenschaftlichen Schreiben und den Tätigkeiten, die für die Erstellung einer Hausarbeit in dem Modul zentral sind, ist eine Ontologie »Hausarbeit schreiben« entstanden. Diese dient im nächsten Schritt gemeinsam mit einer Analyse der Fragen der Studierenden aus zwei Semestern als Grundlage für die Entwicklung der Use Cases und im Folgenden dann für den Prototypen.

Die Beschreibung der Anwendungen demonstriert die umfangreichen Arbeiten, die für den Einsatz von KI-basierten Empfehlungssystemen für forschendes Lernen in den universitären Regelbetrieb auf der Ebene des Semesterverlaufs notwendig sind. Gemeinsam ist ihnen eine personalisierte Lernunterstützung, die als Bestandteil eines umfassenden didaktischen Gesamtkonzepts zu verstehen ist, die Handlungsautonomie der Studierenden in Interaktion mit intelligenten Technologien fördern und ein Lernen ermöglichen will, das dem Eigeninteresse der Studierenden im Sinne des forschenden Lernens Rechnung trägt.

Dabei sind jedoch die Bedenken mit zu berücksichtigen, dass, je nachdem wie personalisierte Lerntechnologien entworfen, implementiert und bewertet werden, Empfehlungen eher für »Durchschnittsstudierende« zugeschnitten werden statt auf die individuellen Bedürfnisse der Lernenden eingegangen wird. Das Spannende werden daher die dauerhaften Einsätze sein. Dann wird sich zeigen, ob und wie Studierende mit personalisiertem Lernen beispielsweise ihre wissenschaftliche Qualifikation, aber auch ihre eigenen Bildungsziele erreichen.

5 Fazit: Künstliche Intelligenz und forschendes Lernen – eine passende Kombination unter bestimmten Bedingungen

Künstliche Intelligenz bietet für die Begleitung des forschenden Lernens im Hochschulstudium neue didaktische Interaktionsformen. Sie ermöglicht eine individua-

lisiertere Betreuung, bei gleichzeitiger Entlastung der Lehrenden von sich wiederholenden Aufgaben. Damit wird die Position der Lehrenden als Lernbegleitung für einen intensiven inhaltlichen Austausch gestärkt. Forschendes Lernen bietet einen Ansatz, der die Reflexions- und Urteilsfähigkeit der Studierenden bei der Interaktion mit dem Recommender-System und der Entwicklung einer Forschungsfrage trainiert. Forschendes Lernen beschreibt einen Lernprozess, der so weit wie möglich selbstbestimmt und selbstständig durchgeführt werden soll. Eine Begleitung und Unterstützung durch KI-Technologien, in ihren vielfältigen Formen, unterliegt damit aber der gleichen Kritik wie durch eine Lehrperson hinsichtlich des Spannungsfelds zwischen Selbst- und Fremdbestimmung. Eine Automatisierung von Rückmelde-, Bewertungs- oder Vermittlungsprozessen über KI-Anwendungen allein löst die Problematik nicht auf, sondern verschärft sie mitunter, wenn die Fremdbestimmung nicht hinreichend transparent ist.

Zawacki-Richter et al. (2019) zeigen auf, dass der Einsatz von KI in Bildungskontexten kaum von Bildungswissenschaftler:innen begleitet wird. Genau auf diesen Aspekt blickend, ist es zentral, die Anschlussfähigkeit von KI-Anwendungen an bestehende didaktische Konzepte wie das forschende Lehren zu prüfen. Aus bildungswissenschaftlicher Perspektive wird anhand der beschriebenen Anwendungen (AAT, IFSE und SAT) offenbar, dass für einen Einsatz von KI-Technologien Lernprozesse digital nachvollziehbar und abbildbar sein müssen; lediglich auf diese Weise werden Daten generiert und anschließend für personalisierte Angebote nutzbar. Eine wichtige Voraussetzung bei der Einführung und Implementation ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit, die den Einsatz von KI-Technologien in einem bildungswissenschaftlichen Modul erst ermöglichen. Nur so ist ein sinnvoller und funktionierender Einsatz gewährleistet, der auch nach Beendigung des Forschungsprojekts die Übertragung in das Regelsystem der Hochschulen ermöglicht. Übertragung meint hier ebenfalls die Nutzung in anderen Modulen, so dass entsprechende Angebote für Hochschulen weiterhin nutzbar sind.

Neben den didaktischen und technologischen Aspekten sind im Laufe des Initialprojektes Rahmenbedingungen zu schaffen, die einer Langzeitaufgabe gleichen. Datenschutzrechtliche und ethische Grundlagen zum Schutz der Individuen sowie Akzeptanz und Bedarfe der Studierenden aus dem Lernkontext heraus sind zu berücksichtigen und zu untersuchen. Die Beschreibung der Rahmenbedingungen und der impliziten Forderungen an entsprechende Forschungsprojekte zeigt die Breite der Herausforderungen und zukünftige Aufgaben, für die im AI.EDU Research Projekt durch die drei Szenarien Lösungen erarbeitet werden.

Silke E. Wrede: FernUniversität in Hagen, CATALPA – Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics; silke.wrede@fernuni-hagen.de
Christina Gloerfeld: Dr., Universität Bremen; c.gloerfeld@uni-bremen.de

Claudia de Witt: FernUniversität in Hagen, Professor für Bildungstheorie und Medienpädagogik; claudia.dewitt@fernuni-hagen.de

Xia Wang: Dr., Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI); xia.wang@dfki.de

Literatur

- Bellanca, J. A., & Brandt, R. (2010). *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn*. Solution Tree Press.
- Bogdanow, P., & Kauffeld, S. (2019). Forschendes Lernen. In S. Kauffeld & J. Othmer (Hg.), *Handbuch Innovative Lehre* (S. 143–149). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Brinkmann, M. (Hg.). (2020). *Forschendes Lernen: Pädagogische Studien zur Konjunktur eines hochschuldidaktischen Konzepts. Phänomenologische Erziehungswissenschaft*, 10. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Christen, M., Mader, C., Čas, J., Abou-Chadi, T., Bernstein, A., Braun Binder, N., Dell'Aglio, D., Fábíán, L., George, D., Gohdes, A., Hilty, L., Kneer, M., Krieger-Lamina, J., Licht, H., Scherer, A., Som, C., Sutter, P. & Thouvenin, F. (2020). *Wenn Algorithmen für uns entscheiden: Chancen und Risiken der künstlichen Intelligenz* (1. Aufl.). vdf Hochschulverlag AG, ETH Zürich.
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellanca, & R. Brandt (Eds.), *21st century skills: Rethinking how students learn* (S. 51–76). Bloomington: Solution Tree Press.
- Dewey, J. (1916/2011). *Democracy and Education/Demokratie und Erziehung*. New York/Weinheim Basel: Beltz.
- de Witt, C. & Czerwionka, T. (2013). *Mediendidaktik* (2. Aufl.). Studentexte für Erwachsenenbildung. Bielefeld: Bertelsmann.
- Ehlers, U.-D. (2019). Future Skills und Hochschulbildung »Future Skill Readiness«. In J. Hafer, M. Mauch & M. Schumann (Hg.), *Teilhabe in der digitalen Bildungswelt* (S. 37–48). Münster/New York: Waxmann Verlag.
- FernUniversität in Hagen. (2021, 15. Juli). Diversität. <https://www.fernuni-hagen.de/diversitaet/>.
- Hofhues, S. (2016). Forschendes Lernen mit digitalen Medien. In J. Lehmann & H. A. Mieg (Hg.), *Forschendes Lernen: Wie die Lehre in Universität und Fachhochschule erneuert werden kann* (S. 410–418). Frankfurt: Campus Verlag.
- Huber, L. (2014). Forschungsbasiertes, Forschungsorientiertes, Forschendes Lernen: Alles dasselbe? *Das Hochschulwesen*, 62(1/2), S. 32–39. <http://www.hochschulwesen.info/inhalte/hsw-1-2-2014.pdf>.

- Huber, L. & Reinmann, G. (2019). Vom forschungsnahen zum forschenden Lernen an Hochschulen. Wege der Bildung durch Wissenschaft. Wiesbaden: Springer VS.
- Kergel, D. & Heidkamp, B. (Hg.) (2016). *Forschendes Lernen 2.0*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Kerres, M. & de Witt, C. (2002). Quo vadis Mediendidaktik? Zur theoretischen Fundierung von Mediendidaktik. *MedienPädagogik. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, Heft 6, S. 1–22.
- Kerres, M. & Buntins, K. (2020). Recommender in AI-enhanced Learning: An Assessment from the Perspective of Instructional Design. *Open Education Studies*, 2(1), S. 101–111.
- Lemay, D. J., Baek, C. & Doleck, T. (2021). Comparison of learning analytics and educational data mining: A topic modeling approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100016.
- Pinkwart, N. & Beudt, S. (2020). Künstliche Intelligenz als unterstützende Lerntechnologie. Fraunhofer IAO, Stuttgart. <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-624584.html>.
- Ricci, F., Rokach, L. & Shapira, B. (2015). Recommender Systems: Introduction and Challenges. In F. Ricci, L. Rokach & B. Shapira (Eds.), *Recommender Systems Handbook* (S. 1–34). Springer US.
- Rotherham, A. J. & Willingham, D. T. (2010). »21st-Century« skills. Not new, but a worthy challenge. *American Educator*, 17–20. <https://www.aft.org/sites/default/files/periodicals/RotherhamWillingham.pdf>.
- Scheuer, D. (2020). Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz: Grundlagen intelligenter KI-Assistenten und deren vertrauensvolle Nutzung. Wiesbaden: Springer.
- Schmoelz, A., Swertz, C., Forstner, A. & Barberi, A. (2014). Does Artificial Tutoring foster Inquiry Based Learning? *Science Education International*, 25(1), S. 123–129.
- Seidl, T. (2020). Hochschul(aus)bildung im Zeitalter der Digitalisierung – Ziele und Kompetenzanforderungen. In M. Friedrichsen & W. Wersig (Hg.), *Synapsen Im Digitalen Informations- und Kommunikationsnetzwerk Ser. Digitale Kompetenz: Herausforderungen für Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik* (S. 135–141). Springer Gabler.
- Siemens, G. (2013). Learning Analytics. *American Behavioral Scientist*, 57(10), S. 1380–1400.
- Straub, J., Ruppel, P. S., Plontke, S. & Frey, B. (2020). *Forschendes Lernen an Universitäten: Prinzipien, Methoden, Best-Practices an der Ruhr-Universität Bochum (Research)*. Wiesbaden: Springer VS.
- Tulodziecki, G. (2021). Mediendidaktik angesichts künstlicher Intelligenz unter der Perspektive humanen Handelns. *Medienimpulse*, Bd. 59, Nr. 2. <https://journals.univie.ac.at/index.php/mp/article/view/6218/6116>.

- Wang, X. Gülenman, T., Pinkwart, N., de Witt, C., Gloerfeld, C. & Wrede, S. (2020). Automatic Assessment of Student Homework and Personalized Recommendation. 2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Tartu, Estonia, 2020, pp. 150–154.
- Wannemacher, K. & Bodmann, L. (2021). Künstliche Intelligenz an den Hochschulen: Potenziale und Herausforderungen in Forschung, Studium und Lehre sowie Curriculumentwicklung (Nr. 59). Hochschulforum Digitalisierung. https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_59_Kuenstliche_Intelligenz_Hochschulen_HIS-HE.pdf.
- Wildt, J. (2009). Forschendes Lernen: Lernen im ›Format‹ der Forschung. *Journal Hochschuldidaktik* 20(2), S. 4–7.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—Where are the educators. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 16, 39(2019).