



KI-Campus

Die Lernplattform
für Künstliche Intelligenz

SAMMELBAND | DEZEMBER 2022

Anwendungsorientierte Hochschullehre zu Künstlicher Intelligenz

**Impulse aus dem Fellowship-Programm zur
Integration von KI-Campus-Lernangeboten**

Herausgeberinnen

Dana-Kristin Mah & Cordula Torner

Vorwort

Florian Rampelt

Digitale Technologien sind in den letzten Jahren zum oft hilfreichen, vielfach auch herausfordernden Tool für die Umsetzung innovativer Lehre geworden und darüber hinaus auch zum Analysegegenstand einer notwendigen wissenschaftlichen Betrachtung. Gerade die konstruktiv-kritische Auseinandersetzung mit KI-basierten Technologien oder Fragen der Datennutzung und -weitergabe nimmt dabei eine zentrale Rolle ein. Notwendige KI- und Datenkompetenzen gewinnen daher auch in der akademischen Bildung an Bedeutung. Die Lehr-Fellowships des KI-Campus sollen auf Grundlage offener lizenzierter und frei verfügbarer digitaler Lernangebote die didaktisch effektive Umsetzung von entsprechenden Lehr-/Lernszenarien ermöglichen und begleiten.

Der zweite Jahrgang des KI-Campus-Lehr-Fellowships stellt in diesem Sammelband seine Erfahrungen aus der Lehre an Hochschulen in verschiedenen Bundesländern vor. Das diesjährige Programm setzte seinen Schwerpunkt dabei auf die Anwendungsorientierung, um den Aufbau von KI- und Datenkompetenzen zu unterstützen. Die praktische Anwendung im Rahmen von Lehrveranstaltungen, Übungen oder eigenen Projekten scheint in der Auseinandersetzung mit Künstlicher Intelligenz besonders notwendig und gleichzeitig gewinnbringend für Lehrende wie Lernende.

Die Projekte der KI-Campus-Fellows beweisen dies eindrucksvoll. Ob KI-basierte Analysen neuro-psychologischer Daten, kreative Exponate für eine Ausstellung oder in studentischen Teams kollaborativ angepasste Chatbots, die mögliche Vielfalt der anwendungsorientierten KI-Lehre wird durch die ausgewählten Beispiele in der vorliegenden Publikation unmittelbar greifbar. Die in diesem Sammelband vorgestellten Projekte zeigen anschaulich die Möglichkeiten einer Verknüpfung von Theorie und Praxis auf akademischem Niveau und inspirieren zur Nachahmung.

Allen Fellows des zweiten Jahrgangs sei sehr herzlich gedankt für ihr Engagement und ihre Bereitschaft, Vorreiterinnen und Vorreiter einer zukunftsorientierten Lehre an Hochschulen zu sein, die gerade in der Anwendungsorientierung ihre größte Wirkung entfaltet.

Herausgeber:innen- und Autor:innenverzeichnis

Über die Herausgeber:innen

Der KI-Campus (www.ki-campus.org) ist die Lernplattform für Künstliche Intelligenz mit kostenlosen Online-Kursen, Videos und Podcasts zur Stärkung von KI- und Datenkompetenzen. Als Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird der KI-Campus vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Der Stifterverband, das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), das Hasso-Plattner-Institut (HPI), NEOCOSMO und das mmb Institut entwickeln den KI-Campus gemeinsam mit zahlreichen Partnern seit 2019.

Dr. Dana-Kristin Mah ist Bildungswissenschaftlerin und beim Stifterverband im Projekt „KI-Campus – Die Lernplattform für Künstliche Intelligenz“ insbesondere für Begleitforschung und Didaktik zuständig. Ihre Themenschwerpunkte im Hochschulbereich umfassen Bildungstechnologien, Künstliche Intelligenz, Learning Analytics, Digital Badges, Didaktik, Kompetenzentwicklung und Studienerfolg.

E-Mail: dana-kristin.mah@stifterverband.de

Cordula Torner ist als Teamkoordinatorin Community für die Netzwerkarbeit des Projekts „KI-Campus – Die Lernplattform für Künstliche Intelligenz“ beim Stifterverband verantwortlich. Sie konzeptionierte das Fellowship-Programm und begleitete die Fellows während der Laufzeit des Programms. Cordula ist studierte Geisteswissenschaftlerin und hat sich als Kooperationsmanagerin und Strategieberaterin auf die Schnittstelle zwischen Zivilgesellschaft, Öffentliche Hand und Wirtschaft spezialisiert.

E-Mail: cordula.torner@stifterverband.de

Verzeichnis der Autor:innen

Benedikt Adelman ist Informatiker und wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt „Puma.KI-DB“ an der HAW Hamburg im Department Public Management.

E-Mail: benedikt.adelmann@haw-hamburg.de

Robert Brockhoff hat vor Kurzem seine Masterarbeit an der Schnittstelle von Deep Learning und Strömungsmechanik abgeschlossen. Während des Masters implementierte er als Hilfwissenschaftler im Artificial Intelligence Lab DL-Modelle für EEG-bezogene Probleme. In diesem Zusammenhang betreute er Studierende des KI in den Neurowissenschaften. Seit August 2022 ist er Doktorand am Artificial Intelligence Lab.

E-Mail: robert.brockhoff@ovgu.de

Prof. Dr. rer. nat. Björn Gehlsen ist Professor für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik an der HAW Hamburg im Department Public Management.

E-Mail: bjoern.gehlsen@haw-hamburg.de

Prof. Dr. Torsten Harms ist Professor für BWL mit einem Fokus auf Finanzen/Versicherung und Data Analytics an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, Karlsruhe. Der Schwerpunkt seiner Forschung ist die innovative Anwendung von Künstlicher Intelligenz insbesondere bei Versicherern und Finanzdienstleistern.

E-Mail: harms@dhbw-karlsruhe.de

Prof. Dr. Anke Hutzschenreuter ist Professorin für quantitative Methoden der BWL an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, Heidenheim. Der Schwerpunkt ihrer Forschung ist die Lösung komplexer praktischer Unternehmensfragen.

E-Mail: anke.hutzschenreuter@dhbw-heidenheim.de

Corvin Jaedicke hat den Master in Audiotechnologie an der TU Berlin im Jahr 2019 abgeschlossen. Bereits während des Studiums hat Corvin viele Erfahrungen im Bereich Automatisierung und Machine Learning gesammelt. Bis Anfang 2021 hat Corvin seine KI-Expertise in einem Projekt der DB Systel GmbH eingesetzt, um anhand akustischer Daten den Zustand und die erwartete Lebenszeit von mechanischen Anlagen zu überwachen. Seit 2021 ist Corvin als Mitgründer des KI-Startups ailcoustics im Bereich Speech Enhancement tätig.

E-Mail: jaedicke@campus.tu-berlin.de

Prof. Dr. Andreas M. Kist ist ein interdisziplinärer Wissenschaftler, der an der Schnittstelle zwischen Medizin und Technik forscht. Als promovierter Neurowissenschaftler und leidenschaftlicher KI-Entwickler ist er seit April 2021 Inhaber der Juniorprofessur für Artificial Intelligence in Communication Disorders an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

E-Mail: andreas.kist@fau.de

Dagmar Korintenberg ist Lehrbeauftragte für Kommunikation im Raum an der Hochschule Pforzheim und unterrichtet 2022-23 als Gastprofessorin Kommunikationsdesign an der HTWG Konstanz. In Gestaltungsprojekten und in der Lehre beschäftigt sie sich mit den Themen Multiperspektive und interdisziplinäre Vermittlungskonzepte.

E-Mail: dk@raumservice.de

Dr. Dana-Kristin Mah ist Bildungswissenschaftlerin und beim Stifterverband im Projekt „KI-Campus – Die Lernplattform für Künstliche Intelligenz“ insbesondere für Begleitforschung und Didaktik zuständig. Ihre Themenschwerpunkte im Hochschulbereich umfassen Bildungstechnologien, Künstliche Intelligenz, Learning Analytics, Digital Badges, Didaktik, Kompetenzentwicklung und Studienerfolg.

E-Mail: dana-kristin.mah@stifterverband.de

Prof. Dr. Nicola Marsden hat die Forschungsprofessur für Sozioinformatik an der Hochschule Heilbronn. Sie forscht zu Digitalisierung und Gender, unter anderem auf den Gebieten menschenzentrierte Technikgestaltung, Agilität, Führung von Teams, Partizipation, sozialpsychologische und gruppendynamische Prozesse in der Softwareentwicklung und faire KI.

E-Mail: nicola.marsden@hs-heilbronn.de

Dr. Claes Neuefeind ist Postdoc am Cologne Center for eHumanities (CCeH) und dort unter anderem zuständig für die Koordinierungsstelle Digital Humanities der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste. Sein Forschungsinteresse gilt Fragen der Datenmodellierung sowie der Anwendung von KI-Methoden in den Geisteswissenschaften.

E-Mail: c.neuefeind@uni-koeln.de

Prof. Dr. Nicole Ondrusch lehrt an der Hochschule Heilbronn Software Engineering & Digitale Transformation. Sie interessiert sich insbesondere für neue Vermittlungskonzepte im Hochschulkontext – das Projekt „Mirror Machines“ ist eines davon.

E-Mail: nicole.ondrusch@hs-heilbronn.de

Florian Rampelt ist Geschäftsstellenleiter des KI-Campus und Programmleiter für „Digitale Bildung“ beim Stifterverband. Zuvor war er stellvertretender Geschäftsstellenleiter des Hochschulforums Digitalisierung, Director of Education bei dem gemeinnützigen Start-up Kiron Open Higher Education und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Lehrerbildung an der Universität Passau.

E-Mail: florian.rampelt@stifterverband.de

Dr. Kerstin Raudonat ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl „Didaktik der Informatik | Informatik und Gesellschaft“ an der Humboldt-Universität zu Berlin. Sie forscht zu Themen aus dem Spannungsfeld Gender/Diversität/Digitalisierung, unter anderem zu gender- und diversitätssensibler Medienbildung.

E-Mail: kerstin.raudonat@hu-berlin.de

Prof. Dr. Stefan Ruf: Die fundierte Auseinandersetzung mit innovativen Technologien gilt für mich als Dozent wie auch für meine Studierenden gleichermaßen. Praxisorientierte Projekte mit innovativen Technologien wie der KI, fundiert mit den KI-Campus-Lernangeboten, sind dabei absolut zielführend.

E-Mail: rufs@hs-albsig.de

Johannes Schleiss ist Doktorand im Artificial Intelligence Lab der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und forscht im Bereich von KI-Ausbildung sowie dem Einsatz von KI-Technologien in der Bildung. Er ist Mitglied im KI-Campus Expert Lab zu KI in der Hochschullehre, PrüfungHochDrei-Fellow und Teil des Think&Do-Tank des Hochschulforums Digitalisierung.

E-Mail: johannes.schleiss@ovgu.de

Prof. Dr.-Ing. Jörn Schlingensiepen: Als Professor für Ingenieurinformatik, dessen Zielpublikum sich in der Regel dazu entschieden hat, zu studieren, wie man Maschinen, Fahr- und Flugzeuge oder Energiesysteme entwickelt, beschäftigt Jörn schon seit langer Zeit die Frage: Wie kann man Arbeitsmethoden und Wissen aus dem Bereich der Datenverarbeitung und Informatik so vermitteln, dass Lernende aus den anwendenden Disziplinen schnell die grundlegenden Zusammenhänge begreifen, um entsprechende Werkzeuge in ihrer Fachdomäne sinnvoll und zielgerichtet anwenden zu können? Dazu war er in den letzten Jahren unter anderem im Netzwerk Lehr-hoch-n aktiv, ist Gutachter für die Stiftung Innovation in der Hochschullehre, Juror bei Jugend forscht und Fellow des KI-Campus im Jahrgang 21/22.

E-Mail: schlingensiepen@thi.de

Timothée Schmude promoviert im Bereich Erklärbare Künstliche Intelligenz und Interpretierbarkeit an der Fakultät für Informatik der Universität Wien. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit Konsequenzen des Einsatzes algorithmischer Entscheidungssysteme, ihrer gesellschaftlichen Akzeptanz und der Wahrnehmung algorithmischer Fairness.

E-Mail: timothee.schmude@univie.ac.at

Fabian Seipel hat sein Studium der Audiotechnologie im Mai 2018 abgeschlossen. Er hat sich währenddessen und in anschließenden Industrieprojekten auf die Entwicklung und Anwendung von Machine-Learning-Algorithmen für Audiodaten spezialisiert. Seit 2021 ist Fabian als Mitgründer des KI-Startups ailcoustics im Bereich Speech Enhancement tätig.

E-Mail: f.seipel@campus.tu-berlin.de

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Stober ist Professor für Künstliche Intelligenz an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg mit Forschungsschwerpunkten im maschinellen Lernen, Music Information Retrieval und kognitiven Neurowissenschaften.

E-Mail: stober@ovgu.de

Cordula Torner ist als Teamkoordinatorin Community für die Netzwerkarbeit des Projekts „KI-Campus – Die Lernplattform für Künstliche Intelligenz“ beim Stifterverband verantwortlich. Sie konzeptionierte das Fellowship-Programm und begleitete die Fellows während der Laufzeit des Programms. Cordula ist studierte Geisteswissenschaftlerin und hat sich als Kooperationsmanagerin und Strategieberaterin auf die Schnittstelle zwischen Zivilgesellschaft, Öffentliche Hand und Wirtschaft spezialisiert.

E-Mail: cordula.torner@stifterverband.de

Prof. Dr. phil. Christian Warneke ist Professor für Personalpsychologie an der HAW Hamburg im Department Public Management.

E-Mail: christian.warneke@haw-hamburg.de

Prof. Dr. Maximilian Wolf: Als „Brückenbauer“ im Bereich der (digitalen) Transformation von Unternehmen ist es mit wichtig, ständig einen aktiven Beitrag zum Transfer der aktuellen Fragestellungen zwischen angewandter Wissenschaft und Praxis zu leisten. Unser Projekt war dafür bestens geeignet, da ich Studierende, Dozierende und Unternehmen miteinander vernetzen konnte.

E-Mail: maximilian.wolf@hs-albsig.de

Inhalt

EINLEITUNG

- 1. Der zweite Fellowship-Jahrgang des KI-Campus** 1
Cordula Torner und Dana-Kristin Mah
- 2. Abwechslungsreichere Lehrveranstaltungen durch die Integration offener digitaler Lernangebote** 8
Dana-Kristin Mah

PART I INFORMATIK & ENGINEERING

- 3. Nutzer:innenzentrierung und Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess** 14
Nicola Marsden und Kerstin Raudonat
- 4. Projektseminar „Künstliche Intelligenz in den Neurowissenschaften – interdisziplinäre und anwendungsnahe Lehre umsetzen“** 23
Johannes Schleiss, Robert Brockhoff und Sebastian Stober
- 5. Program or be Programmed: Lehre Künstlicher Intelligenz in den Digital Humanities** 32
Timothée Schmude und Claes Neuefeind
- 6. Die Tracking Olympiad – Forschendes Lernen durch kooperative und kompetitive Praxisprojekte** 44
Andreas M. Kist

PART II WIRTSCHAFT & VERWALTUNG

- 7. Problemlösungskompetenz lehren am Beispiel von KI-Algorithmen und deren praktischer Anwendung** 55
Jörn Schlingensiepen
- 8. Künstliche Intelligenz meets Human Resource Management** 66
Stefan Ruf und Maximilian Wolf
- 9. Wie Computer sprechen lernen – Anforderungen an Bildungsformate für Nicht-Informatiker:innen zum Thema Künstliche Intelligenz und Spracherkennung** 74
Torsten Harms und Anke Hutzschenreuter
- 10. How to teach AI in Public Management – Künstliche Intelligenz fachfremd lernen** 86
Christian Warneke, Björn Gehlsen und Benedikt Adelman

PART III KOMMUNIKATION

- 11. Deep Learning for Audio Event Detection** 97
Fabian Seipel und Corvin Jaedicke
- 12. Kooperatives Lernen zwischen Design und IT** 100
Nicole Ondrusch und Dagmar Korintenberg
- Impressum** 115

Kapitel 1

Der zweite Fellowship-Jahrgang des KI-Campus

Cordula Torner und Dana-Kristin Mah

Zusammenfassung

In diesem Sammelband teilt der zweite Fellow-Jahrgang des KI-Campus Erkenntnisse und Erfahrungen zur Integration offener digitaler Lernangebote zum Thema Künstliche Intelligenz (KI) in die Hochschullehre – mit einem besonderen Fokus auf Anwendungsorientierung. Zehn Beiträge zeigen das breite Spektrum an Einsatzmöglichkeiten der KI-Campus-Lernangebote (vor allem Online-Kurse, Videos und Podcasts) in unterschiedlichen Lehrveranstaltungen und Fachbereichen. Sie geben Impulse zur Gestaltung von Praxisprojekten und diskutieren in Form wissenschaftlicher Beiträge und kürzerer Erfahrungsberichte didaktische Konzepte zur Nutzung von Open Educational Resources (OER).

Schlüsselbegriffe

Künstliche Intelligenz • Open Educational Resources • Hochschuldidaktik • Praxisprojekte

Das Fellowship-Programm des KI-Campus

Der KI-Campus ist eine digitale Lernplattform für die Themen Künstliche Intelligenz (KI) und Daten. Er bietet vollständige Online-Kurse (MOOCs) sowie kleineren Micro-Content, wie zum Beispiel Podcasts, Videos, Quiz. Einige Kurse sind bereits als Micro-Degree konzipiert und werden perspektivisch auch in dieser Form absolvierbar sein (Flasdieck et al. 2022). Auf dem KI-Campus gibt es eigens produzierte Lernangebote (sogenannte KI-Campus-Originale) und kuratierte Lernangebote anderer Anbieter:innen. Das Besondere ist, dass die Lernangebote offen lizenziert sind (CC-BY-SA 4.0) und damit als Open Educational Resources (OER) hervorragend in die Lehre integriert werden können. Dies ist deshalb so wichtig, weil der KI-Campus KI-Kompetenzen in der Breite fördern und mehr Menschen für KI begeistern will; vor diesem Hintergrund ist auch das Fellowship-Programm entstanden.

Das Fellowship-Programm wurde 2020 vom KI-Campus initiiert, um die Nutzung der KI-Campus-Lernangebote mit Hochschullehrenden ganz unterschiedlicher Fachbereiche zu erproben. Ausgangsbasis war die Annahme, dass der KI-Campus mit seinen offenen und fachlich geprüften digitalen Lernangeboten zu Künstlicher Intelligenz und Data Science gerade die fachfremden Hochschullehrenden dabei unterstützen kann, diese Zukunftsthemen in ihre Lehre zu integrieren.

Der erste Fellow-Jahrgang konnte dies bestätigen und gab wichtige Impulse für die Weiterentwicklung des KI-Campus. Die Erkenntnisse hierzu wurden bereits publiziert (Mah & Torner 2022) und sind auf dem KI-Campus (<https://ki-campus.org/publications>) abrufbar.

Der zweite Fellow-Jahrgang

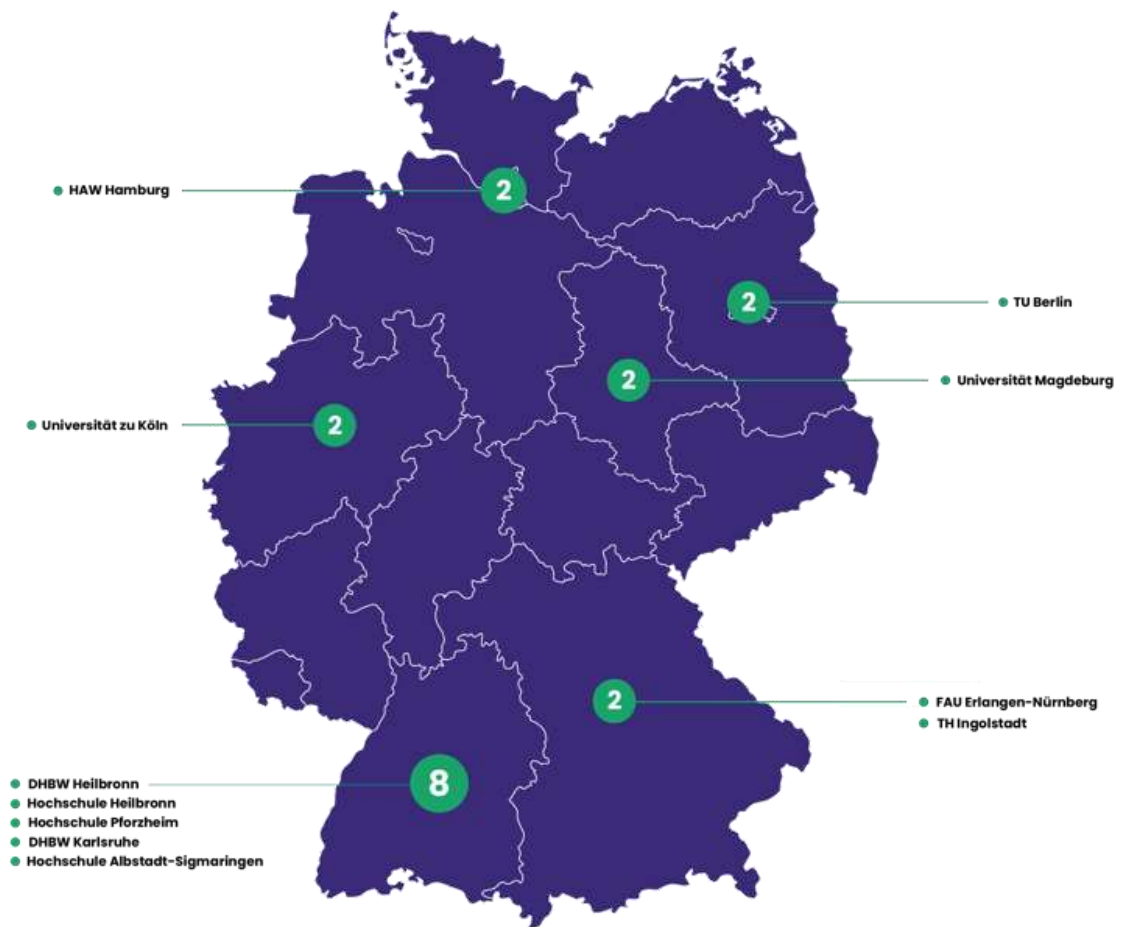
Im Oktober 2021 startete der zweite Jahrgang der KI-Campus-Fellows. Neben Fragen rund um didaktische Möglichkeiten zur Integration der KI-Campus-Lernangebote gab es ein zusätzliches Erkenntnisinteresse: Wie kann KI praxisorientiert vermittelt werden? Aus diesem Grund musste jedes Fellow-Projekt eine projektorientierte Lern-Lehr-Komponente mit klarem Bezug zu KI- und Datenanwendungen aufweisen. Hierunter fielen Programmieraufgaben (zum Beispiel mit Machine Learning Frameworks) und prototypische Anwendungen in „No-Code-Umgebungen“, die für die Umsetzung KI-basierter Szenarien ausgelegt sind, ohne detaillierte Programmierkenntnisse vorauszusetzen (zum Beispiel Teachable Machine). Auch Praxisprojekte, bei denen die Funktionsweise von KI-Methoden oder Datenanwendungen ins Analoge „übersetzt“ werden, waren zugelassen.

Beim zweiten Jahrgang des KI-Campus-Fellowship-Programms haben 18 Hochschullehrende als Fellows teilgenommen. Der Anteil an Professor:innen betrug 56 Prozent – dieser Anteil war im Vergleich zum ersten Fellow-Jahrgang (42 Prozent) verhältnismäßig hoch. Auffallend stark waren in dieser Fellow-Runde mit 61 Prozent Hochschullehrende von Fachhochschulen vertreten. Dies lässt sich durch den geforderten Praxisbezug mit Praxisprojekten begründen. Der Frauenanteil war in der zweiten Runde mit 28 Prozent geringer als beim ersten Jahrgang (42 Prozent). Hinsichtlich der regionalen Verteilung zeigt sich, dass zwar Süden, Norden, Osten und Westen vertreten waren, es allerdings mit acht Fellows aus Baden-Württemberg und zwei Fellows aus Bayern eine deutliche Ballung in Süddeutschland gab. Diese regionale Überrepräsentation ist nicht auf die Juryentscheidung zurückzuführen, sondern kristallisierte sich bereits in der Gesamtheit der Bewerbungseinreichungen heraus.

Es gab acht Fellow-Tandems, bei denen je zwei Fellows ein Lehrprojekt gemeinsam realisierten, sowie zwei Solo-Projekte. Die Fellows wiesen einen unterschiedlichen fachlichen Hintergrund auf. Ein Schwerpunkt zeichnete sich in den Bereichen Management und Verwaltung (sechs Fellows) sowie Informatik und Engineering (fünf Fellows) ab. Insgesamt wurden 20 KI-Campus-Originale von den Fellows in ihre Lehrveranstaltungen integriert.

Abbildung 1

Regionale Verteilung der Fellows



In dem vorliegenden Sammelband werden zehn Fellow-Projekte vorgestellt. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht zur Ausrichtung der jeweiligen Fellow-Projekte.

Tabelle 1

Überblick über die Fellow-Projekte im vorliegenden Sammelband

KAPI-TEL	FELLOW(S)	FACH-BEREICH	LEHRVERAN-STALTUNGSTYP	GENUTZTE KI-CAMPUS-ORIGINALE	ANSATZ FÜR DIE OER-INTEGRATION	PRAXISPROJEKT
3	Nicola Marsden & Kerstin Raudonat	Software-Engineering	Bachelor, 4. Semester	„Mensch-Maschine-Interaktion“ ¹ „Daten- und Algorithmen-ethik“ ²	Selbststudium, Flipped Classroom	Softwareprojekt in Kleingruppen
4	Johannes Schleiss & Sebastian Stober	Neurowissenschaften, Psychologie, Informatik	Projektseminar (Bachelor/Master)	„Launchpad to AI“ ³ „Dr. med. KI Basics“ ⁴ „Dr. med. KI Clinics“ ⁵	Selbststudium, Flipped Classroom	Implementierung von KI-basierten Datenanalysen von EEG-Daten in Kleingruppen
5	Timothée Schmude & Claes Neuefeind	Informationsverarbeitung, Medieninformatik, Medienkulturwissenschaft, Linguistik (sowie weitere Fächer, Seminar offen für Studium Generale)	Master, 1. + 2. Semester; Studium Generale	„Einführung in die KI“ ⁶ „KIÖV – KI in der Öffentlichen Verwaltung“ ⁷ „Daten- und Algorithmenethik“ ² „Dr. med. KI“ ⁸ „Natural Language Processing“ ⁹ „Step by Step zu deinem Chatbot – KI praktisch anwenden!“ ¹⁰ „Robot Learning“ ¹¹ „Foundations of Artificial Intelligence I“ ¹² „KI im Journalismus“ ¹³	Flipped Classroom	Erstellung von Machine-Learning- und Natural-Language-Processing-Modellen
6	Andreas Kist	Informatik, Medizintechnik, AI-Master, Data Science	Vorlesung und Übung mit anschließendem Praxisseminar	Elemente des Kurses „Einführung in die KI“ ⁶ „Behind an accurate prediction – Machine learning in an industrial environment“ ¹⁴ „Mensch-Maschine-Interaktion“ ¹	Selbststudium, Integration in die Vorlesungssitzung	Entwicklung einzelner Tracking-Algorithmen in Kleingruppen in Form eines Wettbewerbs

¹ <https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021>

² <https://ki-campus.org/courses/daethik2020>

³ <https://ki-campus.org/courses/aiquestions2021>

⁴ <https://ki-campus.org/courses/drmedki2020>

⁵ https://ki-campus.org/courses/drmedki_experts

⁶ <https://ki-campus.org/courses/einfuehrungki2020>

⁷ <https://ki-campus.org/courses/kioev-ul2021>

⁸ <https://ki-campus.org/podcasts/drmedki>

⁹ <https://ki-campus.org/courses/nlp-dfki2021>

¹⁰ <https://ki-campus.org/courses/conversational-ai>

¹¹ <https://ki-campus.org/courses/moocrobot-tud2021>

¹² <https://ki-campus.org/courses/foundationsai-dfki2021>

¹³ <https://ki-campus.org/podcasts/ki-im-journalismus>

¹⁴ <https://ki-campus.org/courses/mlindustrial-uol2021>

7	Jörn Schlingensiepen	Maschinenbau	Ingenieurinformatik und Digitalisierung, Entwicklungsprojekte	„AMALEA“¹⁵ „Mensch-Maschine-Interaktion“¹ „Robot Learning“¹⁶	Flipped Classroom, Kuratierte OER je nach Projektentwicklung	Programmieraufgaben anhand expliziter Aufgabenstellungen, Produktentwicklung mit entsprechender Dokumentation
8	Stefan Ruf & Maximilian Wolf	Wirtschaftswissenschaften	Bachelor/Master, 6. Semester (Bachelor), 1./2. Semester (Master)	„KI und Leadership“¹⁷ „Daten- und Algorithmik“² „Natural Language Processing“⁹	Flipped Classroom, Nutzung in Kleingruppen am Praxisprojekt	Implementierung eines KI-Dienstes zur Spracherkennung
9	Anke Hutzschenreuter & Torsten Harms	Wirtschaftswissenschaften, insb. BWL	Workshop, Bachelor, 3. Semester	„Natural Language Processing“⁹ „Einführung in die KI“⁶	Selbststudium	Anpassung eines Chatbots
10	Björn Gehlsen & Christian Warneke	Public Management	Seminar im Bachelor-Studiengang; 4./5. Semester	„KIÖV – KI in öffentlichen Verwaltungen“⁷ „Einführung in die KI“⁶ „Künstliche Intelligenz in 2 Minuten erklärt: Was ist eigentlich KI?“¹⁸	Selbststudium	Identifikation von KI-Use-Cases in der Öffentlichen Verwaltung, Ergebnisdiskussion mit Fachleuten aus der Praxis
11	Corvin Jaedicke & Fabian Seipel	Audiokommunikation und -technologie	Masterseminar 3./4. Semester	„Daten- und Algorithmik“² „Automated Machine Learning“¹⁹ – Chapter 4: Basics of HPO „Erklärbares maschinelles Lernen für Ingenieurwissenschaften“²⁰ „Erklärbares maschinelles Lernen für Ingenieurwissenschaften“²⁰ (Modul 9) „Automated Machine Learning“ ^{Fehler! Textmarke nicht definiert. (...} Chapter 7: Speedup Techniques for HPO „Automated Machine Learning“ ^{Fehler! Textmarke nicht definiert. (...} Chapter 9 & 10: Neural Architecture Search	Selbststudium mit individueller Auswahl für das jeweilige Praxisprojekt	Codeerstellung (Github-Repository)
12	Nicole Ondrusch & Dagmar Korintenberg	Visuelle Kommunikation Software-Engineering	Bachelor 6./7. Semester	„Daten- und Algorithmik“² „Einführung in KI“⁶	Selbststudium, Problem Based Learning	Erstellung von Exponaten für eine KI-Ausstellung (Mirror Machines)

¹⁵ <https://ki-campus.org/amalea>

¹⁶ <https://ki-campus.org/courses/moocrobot-tud2021>

¹⁷ <https://ki-campus.org/courses/kileadership-dfki2022>

¹⁸ <https://ki-campus.org/videos/wasistki>

¹⁹ <https://ki-campus.org/courses/automl-luh2021>

²⁰ <https://ki-campus.org/courses/erklarbareki2020>

Ausblick

Durch den Austausch und die Zusammenarbeit mit den Fellows hat der KI-Campus wichtige Impulse zur Weiterentwicklung erhalten. Die zwei wichtigsten sind (1) die Bedeutung von Micro-Content und (2) die Unterstützung bei der Planung und Umsetzung von Praxisprojekten für die KI-Lehre.

(1) Bedeutung von Micro-Content

Einige Fellows haben komplette Kurse des KI-Campus oder ganze Kurs-Kapitel in ihre Lehrveranstaltung integriert. Dies hat – meist in Form des Flipped-Classroom-Prinzips – sehr gut funktioniert. Da nicht für jeden Fachbereich oder jeden konkreten Anwendungsfall ein KI-Campus-Lernangebot existieren kann, wählten die Fellows jedoch auch gezielt einzelne Elemente aus den KI-Campus-Kursen aus, wie zum Beispiel Erklärvideos, Aufgaben, Quiz etc., zur Erklärung oder Vertiefung von KI-Methoden und/oder Anwendungsfällen. Hierbei fiel auf, dass dies bei Kursen mit einer starken inhärenten Lerndramaturgie nicht ohne Weiteres möglich war. Der KI-Campus begegnet diesem Bedarf, indem er perspektivisch mehr Micro-Content produzieren wird, um die Integration kleinerer Elemente in die Lehre zu vereinfachen.

(2) Unterstützung bei der Planung und Umsetzung von Praxisprojekten

In Lehrveranstaltungen zum Themenbereich Künstliche Intelligenz nehmen praktische Übungen eine wichtige Funktion ein. Sie erlauben Lernenden, etwa durch die Lösung vorgegebener Programmieraufgaben, aber auch durch die Konzeption eigener Lösungen für ein vorgegebenes Problem, Anforderungen und Anwendungsdimensionen Künstlicher Intelligenz kontextuell kennenzulernen und einzusetzen. Um Lehrende bei der Planung und Umsetzung solcher Praxisprojekte zu unterstützen, hat sich im Rahmen des Fellowship-Programms eine Taskforce-Gruppe gebildet, die ein Konzept für eine offene Praxisprojektdatenbank entwickelte. Kernidee ist, dass Lehrende eigene Beschreibungen praxisorientierter KI-Projekte sowie begleitendes Material online erfassen können. Nutzende sollen die erfassten Datensätze gezielt durchsuchen und für die Weiterverwendung herunterladen können. Mit der Umsetzung des Projekt-Archivs soll so die Möglichkeit entstehen, dokumentierte Projekte gezielt zu finden und sie für die eigene Lehre einzusetzen. Auswahl, Qualitätskontrolle und Freigabe von Beiträgen sollen durch das Team des KI-Campus erfolgen. Die Fellow-Taskforce hat einen Prototypen für die Praxisprojektdatenbank entwickelt – mit einem strukturierten Datenblatt als Vorlage für das Eingabeformular, das wesentliche Aspekte zur Darstellung von KI-Praxisprojekten enthält. Der KI-Campus startet nun auf dieser Basis mit der technischen Umsetzung des erforderlichen Content-Management-Systems und hofft, damit bald Unterstützung und Inspiration für Lehrende beim Einsatz von KI-Praxisprojekten bieten zu können.

Zum Sammelband

Der vorliegende Sammelband „Anwendungsorientierte Hochschullehre zu Künstlicher Intelligenz. Impulse aus dem Fellowship-Programm zur Integration von KI-Campus-Lernangeboten“ präsentiert Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem zweiten Jahrgang des Fellowship-Programms. Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung des Projekts KI-Campus, in dessen Rahmen das Fellowship-Programm ermöglicht wurde. Den Lehr-Fellows danken wir für ihre Offenheit und ihr Engagement, die Lernangebote des KI-Campus in die eigene Lehre zu integrieren und in diesem Sammelband als Autor:innen den Wissenstransfer in die Community sowie an Interessierte

zu unterstützen. Der Sammelband umfasst sowohl wissenschaftliche Beiträge, die in einem Peer-Review-Verfahren begutachtet wurden, als auch kürzere Erfahrungsberichte, zum Beispiel in Form von Interviews. Strukturiert sind die jeweiligen Beiträge der Fellows fachspezifisch in drei Blöcken:

1. Informatik und Engineering
2. Wirtschaft und Verwaltung
3. Kommunikation

Die Fellows und der KI-Campus hoffen, dass der Sammelband dazu inspirieren und ermutigen kann, Künstliche Intelligenz anwendungs- und praxisorientiert in die hochschulische Lehre zu bringen. Wir wünschen allen Leser:innen viel Freude bei der Lektüre des Sammelbandes und gute Impulse.

Literaturverzeichnis

Flasdick, J., Mah, D.-K., Bernd, M., & Rampelt, F. (2022). *Micro-Credentials und Micro-Degrees. Aktuelle Entwicklungen und Perspektiven aus der Praxis des KI-Campus.*

Mah, D.-K., & Torner, C. (2022). KI-Campus: Offene Lernangebote zum Thema Künstliche Intelligenz in die Hochschullehre bringen. In fnma (Ed.), *OER-Projekte und -Initiativen an Hochschulen. fnma Magazin 2/2022* (pp. 36–38). <https://www.fnma.at/medien/fnma-magazin>

Kapitel 2

Abwechslungsreichere Lehrveranstaltungen durch die Integration offener digitaler Lernangebote

Dana-Kristin Mah

Zusammenfassung

Offene digitale Lernangebote zum Thema Künstliche Intelligenz werden im Rahmen des Fellowship-Programms des KI-Campus in die Hochschullehre integriert. Dieser Beitrag gibt die Studierendenperspektive zum Einsatz der Open Educational Resources (OER) des KI-Campus wieder. Die Evaluation des zweiten Fellowships-Jahrgangs zeigt, dass die befragten Studierenden zu Beginn des Semesters ($N = 97$) insbesondere abwechslungsreichere Lehrveranstaltungen erwarten und zum Ende des Semesters ($N = 181$) dies auch als besonders positiven Aspekt der Integration bewerten.

Schlüsselbegriffe

Open Educational Resources (OER) • Blended Learning • Künstliche Intelligenz • Digitale Hochschulbildung • Evaluation

1. Integration von digitalen Lernangeboten in die Hochschullehre

Die digitale Hochschullehre in Deutschland hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Im Kontext der Covid-19-Pandemie mussten die Hochschulen innerhalb kurzer Zeit ihre vorwiegend als analoge Präsenzveranstaltungen konzipierten Lehrangebote auf digitale Lehrangebote umstellen. Laut Angaben von Lehrenden wurden im Wintersemester 2019/2020 zunächst zwölf Prozent der Lehrangebote digital offeriert – und dieser Anteil innerhalb von durchschnittlich 30 Tagen dann auf 91 Prozent erhöht (Winde et al. 2020). Im Sommersemester 2022 bieten wieder viele deutsche Hochschulen vorwiegend Präsenzlehre an, obschon die „Rolle rückwärts in die Präsenz“ kritisch diskutiert wird (Matthes 2022). Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Hochschulen, „qualitätsvolle, digital gestützte Lehrformate in den gesamten Studienverlauf ein[z]ubinden. Digitale Lehrformate sollten genutzt werden, um Studierenden eine intensive Lernerfahrung mit verschiedenen Arten des Lernens zu ermöglichen und das selbstbestimmte, individuelle und kollaborative Lernen zu fördern“ (Wissenschaftsrat 2022, S. 69). In einem Diskussionspapier zur Hochschullehre 2025 wird das Zukunftsbild skizziert, dass Lehrende diverse Lehrformate und -methoden entsprechend ihren individuellen Stärken einsetzen, wobei das Angebotsspektrum Lehre in Präsenz, online, blended und hybrid umfassen soll (Bandtel et al. 2022). Studien legen nahe, dass Studierende vor allem die räumliche und zeitliche Flexibilität von Online-Lehre positiv bewerten; zudem plädieren sie für differenzierte Ansätze von Blended Learning anstelle einer reinen Präsenzlehre (Seyfeli et al. 2020; Winde et al. 2020). Auch Befragungen von Hochschulleitungen und Professor:innen zeigen eine grundsätzliche Offenheit gegenüber der Fortführung digitaler Lehre bzw.

kombinierten Lehrformen wie Blended Learning (Berghoff et al. 2021; Lübcke et al. 2022). Beispielsweise geben 44 Prozent der 126 befragten Hochschulen (Präsident:innen und Rektor:innen) an, dass sie die Nutzung von Open-Educational-Resources(OER)-Portalen bereits vor der Pandemie angestoßen haben bzw. weiterhin vorsehen (Lübcke et al. 2022). Wenngleich in der Studie keine spezifischen Ausführungen zu OER-Portalen dargestellt sind, wird die OER-Nutzung auf digitalen Lernplattformen angenommen.

Eine solche digitale Lernplattform mit kostenlosen Online-Kursen, Videos und Podcasts zur Stärkung von KI- und Datenkompetenzen ist der KI-Campus – Die Lernplattform für Künstliche Intelligenz (www.ki-campus.org). Alle Lernangebote sind kostenlos verfügbar, die eigens produzierten Lernangebote (sogenannte „KI-Campus-Originale“) auch mit offener Lizenz (CC BY-SA 4.0). Im Rahmen des Fellowship-Programms des KI-Campus integrieren die Lehr-Fellows die digitalen Lernangebote des KI-Campus erstmals in ihre eigene Hochschullehre. Didaktische Unterstützung bei der Einbettung der OER ist zentraler Bestandteil des Fellowship-Programms. Erste Erkenntnisse und Erfahrungen zum spezifischen Einsatz von digitalen Lernangeboten des KI-Campus in der Hochschullehre präsentieren die Lehr-Fellows des ersten Jahrgangs in einem gemeinsamen Sammelband (Mah & Torner 2022). Zudem werden Ergebnisse der Studierendenevaluation der Lehr-Fellows dargestellt.

Dieser Beitrag präsentiert ausgewählte Ergebnisse der begleitenden Evaluation durch die Studierenden der KI-Campus-Lehr-Fellows des zweiten Jahrgangs. Im Mittelpunkt steht die Perspektive der Studierenden mit Blick auf die Integration der digitalen Lernangebote des KI-Campus in die Hochschullehre.

2. Fragestellungen, Stichprobe und Methodik

Folgende Forschungsfragen werden adressiert:

1. Welche Erfahrungen haben Studierende mit der Nutzung digitaler Lernangebote? (a) Wie häufig haben die Studierenden bisher Online-Lernangebote genutzt? (b) Mit welchen digitalen Lerninhalten haben die Studierenden im Rahmen von Lehrveranstaltungen bereits Erfahrungen gesammelt?
2. Was erwarten die Studierenden von der Integration digitaler Lerninhalte des KI-Campus in die Lehrveranstaltung?
3. Welche Punkte haben den Studierenden hinsichtlich der Integration des KI-Campus-Lernangebots in ihre Lehrveranstaltung am besten gefallen?

Die Beantwortung der Fragestellungen erfolgt mittels quantitativer Datenanalyse von Studierenden im Rahmen des Fellowship-Programms des KI-Campus. Die Datengrundlage für die freiwillige Online-Befragung zu Semesterbeginn 2021 umfasst $N = 97$ Personen (53,1 Prozent weiblich, Alter $\bar{x} = 23,5$, $SD = 3,2$), die durchschnittlich im sechsten Semester studieren ($M = 5,8$, $SD = 2,7$). Die Hälfte der Antwortenden studiert Betriebswirtschaftslehre (51,8 Prozent), gefolgt von Public Management (18,8 Prozent) und Informationsverarbeitung (10,6 Prozent). Weitere Hauptfächer der Studierenden sind Linguistik (5,9 Prozent), Energiewirtschaft und Management (4,7 Prozent), Software Engineering (4,7 Prozent), Angewandte Informatik (2,4 Prozent) sowie Digitale Transformation (1,2 Prozent). An der Befragung zu Semesterende 2021/22 beteiligten sich 181 Studierende.

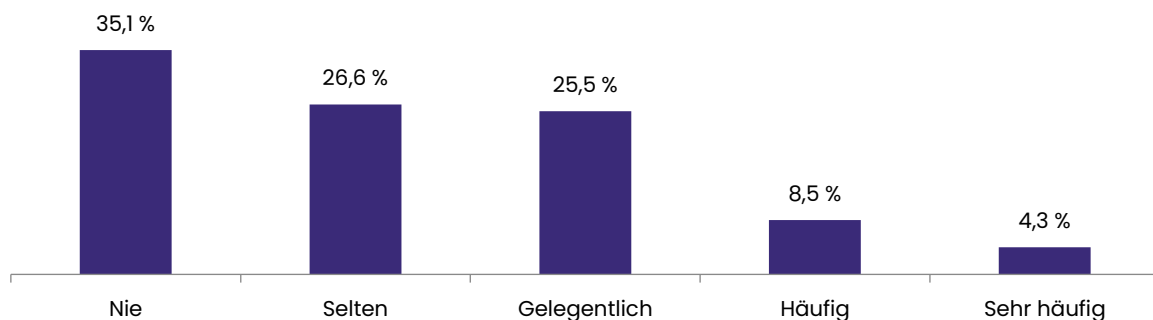
3. Ergebnisse

3.1 Erfahrungen mit der Nutzung digitaler Lernangebote

Die Erfahrungen der Studierenden mit der Nutzung digitaler Lernangebote zeigen ein breites Spektrum (siehe Frage 1a, Abbildung 1). Ein Drittel der befragten Studierenden gibt an, bisher keine Online-Lernangebote auf digitalen Lernplattformen (zum Beispiel Coursera, edX, openHPI) genutzt zu haben. Zu etwa gleichen Anteilen nennen die Befragten die Option „selten“ und „gelegentlich“. Nur eine kleine Gruppe gibt an, bereits häufig oder sehr häufig digitale Lernangebote genutzt zu haben.

Abbildung 1

Bisherige Nutzung von Online-Lernangeboten

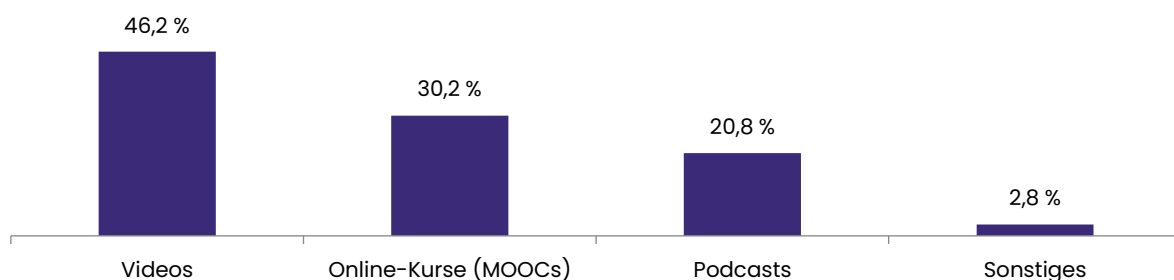


Anmerkung. $N = 94$. Frage: „Wie häufig haben Sie bisher Online-Lernangebote genutzt? (z. B. Online-Kurse auf digitalen Lernplattformen wie Coursera, edX, openHPI)“

57,5 Prozent der befragten Studierenden geben an, dass sie bereits an Lehrveranstaltungen teilgenommen haben, in denen regelmäßig in größerem Umfang externe digitale Lernangebote, zum Beispiel Online-Kurse (MOOC), Videos, Podcasts, eingesetzt wurden. Insbesondere Videos wurden im Rahmen dieser Lehrveranstaltungen genutzt (Filterfrage) (siehe Frage 1b, Abbildung 2).

Abbildung 2

Studierendenerfahrung mit digitalen Lerninhalten nach Formaten



Anmerkung. $N = 54$. Frage: „Mit welchen digitalen Lerninhalten haben Sie im Rahmen von Lehrveranstaltungen bereits Erfahrungen gesammelt?“ (Mehrfachantworten möglich).¹ Darstellung der relativen Häufigkeit.

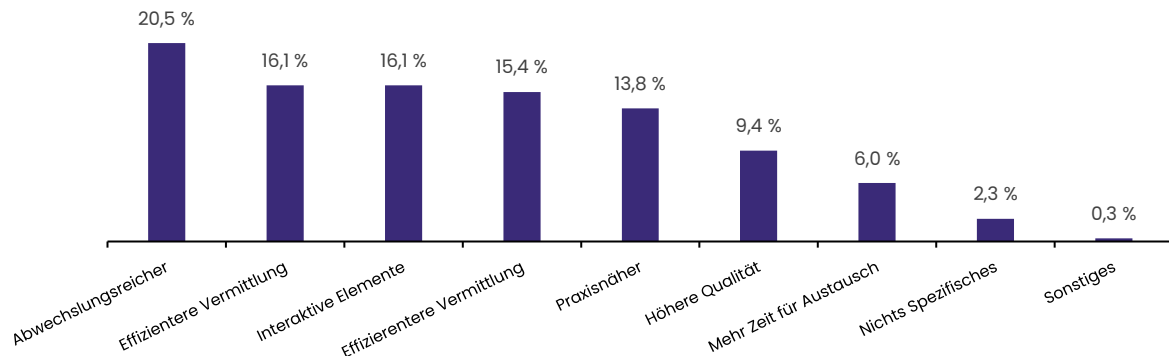
¹ Absolute Häufigkeit bzw. Prozent der Fälle (Mehrfachantworten, insgesamt 106 Nennungen): „Videos“ (90,7 Prozent), „Online-Kurse“ (MOOC) (59,3 Prozent), „Podcasts“ (40,7 Prozent), „Sonstiges“ (5,6 Prozent).

3.2 Erwartungen an die Integration digitaler Lernangebote des KI-Campus in eine Lehrveranstaltung

Abbildung 3 zeigt die Erwartungen der befragten Studierenden der Lehr-Fellows an die Integration digitaler Lernangebote des KI-Campus in die Lehrveranstaltung.

Abbildung 3

Studierendenerwartungen an die Integration von digitalen Lernangeboten des KI-Campus in die Lehre



Anmerkung. $N = 92$. Frage „Was erwarten Sie von der Integration digitaler Lerninhalte des KI-Campus in diese Lehrveranstaltung?“² (Mehrfachantworten möglich). Darstellung der relativen Häufigkeit.

Die befragten Studierenden erwarten – bei Möglichkeit von Mehrfachnennungen – insbesondere eine abwechslungsreichere Veranstaltung, zeitflexibleres Lernen, interaktive Elemente sowie eine effizientere Vermittlung von Inhalten.

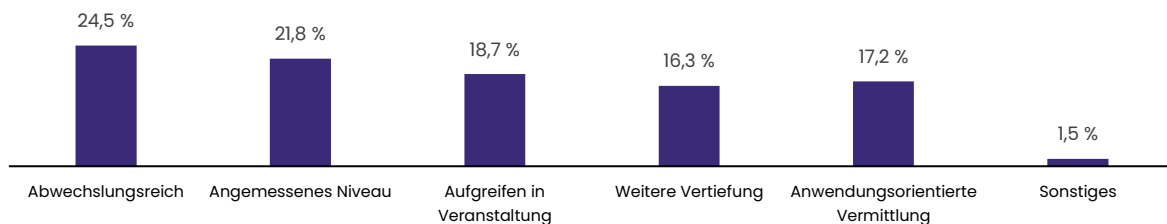
² Vollständige Antwortoptionen und absolute Häufigkeit bzw. Prozent der Fälle (Mehrfachantworten, insgesamt 297 Nennungen): „Ich erwarte eine abwechslungsreichere Lehrveranstaltung“ (66,3 Prozent), „Ich erwarte zeitflexibleres Lernen“ (52,2 Prozent), „Ich erwarte interaktive Elemente (z. B. Selbsttests, praktische Aufgaben)“ (52,2 Prozent), „Ich erwarte eine effizientere Vermittlung von Inhalten“ (50,0 Prozent), „Ich erwarte eine praxisnähere Lehrveranstaltung“ (44,6 Prozent), „Ich erwarte eine höhere Qualität der Inhalte“ (30,4 Prozent), „Ich erwarte mehr Zeit für Austausch/Diskussionen in der Lehrveranstaltung“ (19,6 Prozent), „Ich habe keine spezifischen Erwartungen“ (7,6 Prozent), „Sonstiges, und zwar (Freitext)“ (1,1 Prozent).

3.3 Positive Aspekte der Integration von KI-Campus-Lernangeboten

Die abwechslungsreiche Gestaltung der Lehrveranstaltung durch die Integration digitaler KI-Campus-Lernangebote gefällt den befragten Studierenden am meisten (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4

Positive Aspekte bei der Integration der KI-Campus-Lernangebote



Anmerkung. N = 143. Frage „Welche Punkte haben Ihnen hinsichtlich der Integration des KI-Campus-Lernangebots bzw. der Angebote in Ihre Lehrveranstaltung am besten gefallen?“³ (Mehrfachnennungen möglich). Darstellung der relativen Häufigkeit.

Diskussion und Ausblick

Das Fellowship-Programm des KI-Campus richtet sich an Hochschullehrende aller Fachbereiche, die das Zukunftsthema KI mit der Integration der offenen digitalen KI-Campus-Lernangebote in ihre Lehre erproben wollen. Ein zentrales Ziel des Fellowship-Programms adressiert die didaktische Unterstützung, um Studierenden eine qualitativ hochwertige Lehre mit den KI-Lernangeboten des KI-Campus offerieren zu können. Die Evaluation der Studierenden mit Blick auf die Einbindung der digitalen OER-Lernangebote des KI-Campus ist essenziell für wesentliche Implikationen.

Trotz der pandemiebedingten Umstellung auf vorwiegend digitale Lehre (Winde et al. 2020) geben nur etwas mehr als die Hälfte der befragten Studierenden an, an Lehrveranstaltungen mit regelmäßig größerem Einsatz externer digitaler Lernangebote teilgenommen zu haben. Diese Studierenden präzisieren, dass vorwiegend Videos in der Lehre eingesetzt wurden. Aus Sicht aller befragten Studierenden ist eine abwechslungsreichere Lehrveranstaltung durch die Lernangebote des KI-Campus zu konstatieren. In der Studierendenbefragung im Rahmen des ersten Fellowship-Jahrgangs des KI-Campus wurde Abwechslung bei einer thematischen Clusterung bereits als einer der zentralen positiven Aspekte der OER-Lernangebote des KI-Campus identifiziert (Mah & Torner 2022). Auch der Wissenschaftsrat empfiehlt den Einsatz digitaler Lehrformate, um „die Lehre abwechslungsreicher zu gestalten“ (Wissenschaftsrat 2022, S. 68). Limitationen der Studie liegen insbesondere in der Terminierung der Online-Befragung mit dem Beginn des Fellowship-Programms sowie unterschiedlichen Semesterstartzeiten der Hochschulen und Lehrveranstaltungsformate (zum Beispiel Blockseminare) der Fellows. Hierdurch konnte nur ein geringer Anteil der Studierenden der Lehr-Fellows an der Semesterstartbefragung des KI-Campus teilnehmen. An der Semesterendbefragung haben sich hingegen mehr Studie-

³ Vollständige Antwortoptionen und absolute Häufigkeit bzw. Prozent der Fälle (Mehrfachantworten, insgesamt 412 Nennungen): „Durch die KI-Campus-Inhalte war die Lehrveranstaltung abwechslungsreich“ (70,6 Prozent), „Das Niveau der KI-Campus Lerninhalte war angemessen“ (62,9 Prozent), Die Inhalte des KI-Campus wurden in der Lehrveranstaltung aufgegriffen“ (53,8 Prozent), „Es gab weitere KI-Campus-Inhalte zur eigenständigen Vertiefung“ (46,9 Prozent), „Die Inhalte des KI-Campus wurden anwendungs- und praxisorientiert vermittelt“ (49,7 Prozent), „Sonstiges, und zwar (Freitext)“ (4,2 Prozent).

rende beteiligt als erwartet – zu ihnen liegen keine soziodemografischen Daten vor, da diese aus Gründen der Datensparsamkeit lediglich bei der Semesterstartbefragung berücksichtigt wurden. Folglich wurde bereits eine Modifikation der standardisierten Studierendenbefragung zum Fellowship-Programm initiiert. Neben der zeitlichen Neukonzeption wurden auch inhaltliche Anpassungen der Online-Befragung für den dritten Fellowship-Jahrgang vorgenommen, der im Oktober 2022 gestartet ist. Insgesamt 14 Lehr-Fellows werden in diesem Rahmen die Lernangebote des KI-Campus in ihre Hochschullehre integrieren. Die Studierendenperspektive wird dabei weiterhin von zentraler Bedeutung sein und evaluiert, um zu einer qualitativ hochwertigen Hochschullehre zum Thema Künstliche Intelligenz mit den Lernangeboten des KI-Campus beizutragen.

Literaturverzeichnis

- Bandtel, M., Bergmann, P., Eichenauer, U., England, P., Ewald, L., Fleischmann, A., Hachenberg, S., König, L., Lanwert, D., Matthes, W., Pfaendner, B., Richter, F., Saukel, K., Schleiss, J., Schnieders, B., Schröder, A., Sexauer, A., Sigismund, M., Springhorn, J., ... Ziethen, S. (2022). *Zukunftsbild Hochschullehre 2025. Diskussionspapier Nr. 18.*
- Berghoff, S., Horstmann, N., Hüsch, M. & Müller, K. (2021). *Studium und Lehre in Zeiten der Corona-Pandemie. Die Sicht von Studierenden und Lehrenden.* Centrum für Hochschulentwicklung. <https://www.che.de/download/studium-lehre-corona/?wpdmdl=16864&refresh=6058894fcf3aa1616415055>
- Lübcke, M., Bosse, E., Book, A. & Wannemacher, K. (2022). *Zukunftskonzepte in Sicht? Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die strategische Hochschulentwicklung* (No. 63; Vol. 63).
- Mah, D.-K. & Torner, C. (2022). *Künstliche Intelligenz mit offenen Lernangeboten an Hochschulen lehren. Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Fellowship-Programm des KI-Campus.* KI-Campus. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.6673692>
- Matthes, W. (2022, March 30). *Rolle rückwärts in die Präsenz.* Hochschulforum Digitalisierung. <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/rolle-rueckwaerts-in-die-praesenz>
- Seyfeli, F., Elsner, L. & Wannemacher, K. (2020). *Vom Corona-Shutdown zur Blended University? ExpertInnenbefragung Digitales Sommersemester.* In *Vom Corona-Shutdown zur Blended University?* Tectum. <https://doi.org/10.5771/9783828876484>
- Winde, M., Werner, S. D., Gumbmann, B. & Hieronimus, S. (2020). *Hochschulen, Corona und jetzt?* Stifterverband. <https://www.stifterverband.org/download/file/fid/9313>
- Wissenschaftsrat (2022). *Empfehlungen zur Digitalisierung in Lehre und Studium.* <https://doi.org/10.57674/sg3e-wm53>

Kapitel 3

Nutzer:innenzentrierung und Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess

Nicola Marsden und Kerstin Raudonat

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts „Nutzer:innenzentrierung und Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess“ bauen Studierende Kompetenzen auf, um Fairness und Chancengerechtigkeit in den Fokus zu nehmen und Diskriminierung durch Software zu vermeiden. Unterstützung erhalten sie durch die Integration von KI-Campus-Kursen. Es zeigt sich, dass diese eine wichtige Ergänzung zur Lehrinfrastruktur darstellen können und dass durch die Integration der KI-Campus-Kurse ein breiteres Spektrum an Inhalten innerhalb einer Lehrveranstaltung angeboten werden kann, wodurch Informatikstudierende noch besser auf ihre verantwortungsvolle Tätigkeit in der Gesellschaft vorbereitet werden.

Schlüsselbegriffe

Gesellschaftliche Verantwortung • Lernbühne • Chancengerechtigkeit • Gezielte Überforderung

1. Fachlicher Hintergrund des Projekts

KI-basierte Systeme spielen eine immer wichtigere Rolle für die Gesellschaft. Entsprechend muss die Qualifizierung in Richtung sozialverantwortlicher Technikentwicklung weit über die Vermittlung von fachlicher Kompetenz hinausgehen (Mucha et al. 2022; Mucha et al. 2021). Denn KI-basierte Systeme sind nicht neutral (Buolamwini 2019; Mehrabi et al. 2021), sondern bieten eine Vielzahl von Möglichkeiten der Diskriminierung sowohl in der Entwicklung als auch im Einsatz: Es kann ein Kreislauf der Diskriminierung entstehen, in dem bestehende Ungleichheiten durch Systeme weiter verstärkt werden (Raudonat et al. 2022). Dies wurde beispielsweise bezüglich Geschlechterdiskriminierung durch informatische Artefakte vielfach aufgezeigt und konzeptuell aufgearbeitet, zum Beispiel über den Ansatz des Genderskripts (Oudshoorn 1997; Oudshoorn et al. 2016; Oudshoorn et al. 2004; Rommes et al. 1999) oder das Konzept der posthumanistischen Performativität (Barad 2003). Prozesse und Praktiken in Softwareentwicklungsteams spielen eine wichtige Rolle und können dazu führen, dass Ausschlüsse perpetuiert werden (Holtzblatt & Marsden 2022). In Bezug auf informatische Technikgestaltung betont Bath (Bath 2011) zudem, dass zahlreiche Vergeschlechtlichungsprozesse nicht erst bei der Realisierung konkreter

N. Marsden (✉) • K. Raudonat
nicola.marsden@hs-heilbronn.de
Hochschule Heilbronn, Heilbronn, Deutschland

K. Raudonat
kerstin.raudonat@hu-berlin.de
Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Anwendungstechnologien beginnen, sondern bereits auf der Ebene der Grundlagenforschung angesiedelt sind. Von informatischen Artefakten ausgehende (oder auf diesen basierende) Verzerrungen und Diskriminierungen gegenüber bestimmten – zumeist marginalisierten – Gruppen werden im Kontext von KI-Technologien und deren zunehmender Verbreitung sowohl wissenschaftlich als auch zunehmend öffentlich kritisiert (UNESCO 2021).

Die Expert:innengruppe der Europäischen Kommission zu Künstlicher Intelligenz fordert, dass Entwicklung, Einführung und Nutzung von KI-Systemen Vielfalt, Nichtdiskriminierung und Fairness sowie gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen gewährleisten (Pekka et al. 2019). Verantwortung und Menschzentrierung sollten dementsprechend essenzielle Bestandteile von Forschung und Entwicklung im Feld der Informatik, der Softwareentwicklung und der KI sein. Allerdings zeigen Lehrveranstaltungen in Informatikstudiengängen, die Vorgehensweise in Tech-Unternehmen sowie diskriminierende Algorithmen und Produkte, dass die Praxis diesem Anspruch oft nicht gerecht wird, da mehr auf technische Aspekte von KI fokussiert wird, während gesellschaftliche Strukturen und soziale Prozesse außer Acht gelassen werden (Mainzer 2022).

Es gilt also, Studierende in der Informatik umfassend dahingehend zu qualifizieren, ihrer Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess gerecht zu werden und faire, nutzer:innenzentrierte Produkte zu entwickeln. Im Rahmen der Ko-Produktion von Technik und Gesellschaft haben künftige Softwareentwickler:innen eine wichtige Funktion bei der Ermöglichung von Fairness und Chancengerechtigkeit in der Gesellschaft sowie der Vermeidung von Diskriminierung inne. Dazu bedarf es Sensibilisierung und Kompetenz für den Abbau von sozialer Ungleichheit und die Vermeidung von Diskriminierung: Nur wenn Studierende einerseits ihre Verantwortung verstehen und andererseits die Kompetenzen hinsichtlich der nötigen Praktiken und Methoden für die Gestaltung nicht-diskriminierender Software aufgebaut haben, können sie mögliche Kreisläufe der Diskriminierung durchbrechen (Raudonat et al. 2022) und den Softwareentwicklungsprozess nutzer:innenzentriert sowie verantwortungsvoll gestalten.

2. Ziele und Rahmenbedingungen des Projekts

Im Zuge des Projekts „Nutzer:innenzentrierung und Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess“ sollten Studierende des Bachelorstudiengangs „Software Engineering“ der Hochschule Heilbronn Kompetenzen zur verantwortlichen und menschenzentrierten Entwicklung von Softwareprodukten aufbauen. Ziel war es, die Studierenden zu sensibilisieren und zu befähigen, hochwertige KI-basierte Produkte mit Fokus auf der Mensch-Technik-Schnittstelle zu gestalten. Die Qualität der Produkte ist dabei nicht zuletzt daran erkennbar, dass sie die Chancengleichheit verbessern und das Erleben der Nutzer:innen in der Diversität ihrer Wünsche und Bedürfnisse berücksichtigen. Zugleich sollen ethische Aspekte im Umgang mit Daten und bei der Entwicklung von Algorithmen Beachtung finden.

Für die Umsetzung des Projekts wurde die Lehrveranstaltung „Labor für Softwareprojekte und Project Skills“ ausgewählt, in der Studierende in Teams selbstorganisiert über das Semester hinweg Softwareprodukte zu unterschiedlichen Rahmenthemen entwickeln. Dieses Software-Labor ist mit einem Umfang von acht SWS und zwölf ECTS eine zeit- und arbeitsintensive Lehrveranstaltung. Es handelt sich um eine Pflichtveranstaltung im Rahmen der Studien- und Prüfungsordnung, die im vierten Fachse-

mester stattfindet; im vorangegangenen dritten Fachsemester haben die Studierenden in der Lehrveranstaltung „Projektmanagement und Tools des Software Engineering“ bereits planerische und inhaltliche Vorarbeiten für ihr Softwareprojekt geleistet, das sie dann im vierten Fachsemester in agilen Teams umsetzen. Das Projekt wurde in zwei aufeinanderfolgenden Semestern im Labor für Softwareprojekte und Project Skills realisiert. Hierfür wurden im Wintersemester 2021/22 und im Sommersemester 2022 die KI-Campus-Lernangebote „[Mensch-Maschine-Interaktion](https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021)“¹ sowie „[Daten- und Algorithmenethik](https://ki-campus.org/courses/daethik2020)“² eingebunden.

Die Lehrveranstaltung ist als Capstone Course zu begreifen, in dem die Studierenden Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus vergangenen Lehrveranstaltungen integrieren und sich zugleich weitere, projektspezifisch relevante Inhalte erarbeiten und aneignen. So sollen die Studierenden im Rahmen der Veranstaltung demonstrieren, dass sie über integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen, der praktischen Anwendung eines wissenschaftlichen Fachs sowie eines kritischen Verständnisses über die wichtigsten Theorien und Methoden verfügen. Zudem sollen sie zeigen, dass sie ein breites Spektrum an Methoden zur Bearbeitung komplexer Probleme im Software Engineering beherrschen und dass sie auch bei sich ändernden Anforderungen neue Lösungen erarbeiten und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Maßstäbe beurteilen können. Neben diesen Fach- und Methodenkompetenzen sollen sie personale und soziale Kompetenzen darlegen und weiterentwickeln, zum Beispiel, indem sie in Teams verantwortlich arbeiten, die fachliche Entwicklung anderer anleiten und vorausschauend mit Problemen im Team umgehen, Geschlechtergerechtigkeit im Team und im Produkt im Blick haben, die eigene Verantwortung als Softwareentwickler:innen reflektieren sowie komplexe fachbezogene Probleme und Lösungen gegenüber Fachleuten argumentativ vertreten und mit diesen gemeinsam weiterentwickeln.

3. Unser didaktisches Konzept: die Lernbühne

Entsprechend den genannten Lernzielen ist die Lehrveranstaltung praxisorientiert und basiert auf Projektarbeit. Das von uns entwickelte didaktische Konzept der „Lernbühne“ (Herzberg & Marsden 2005a, 2005b; Marsden et al. 2008) zielt auf nachhaltiges Lernen und beruht auf einer sozialkonstruktivistischen und systemischen Herangehensweise. Überfachliche Kompetenzen werden integrativ vermittelt; die Studierenden bearbeiten wie auf einer Bühne ein Projekt weitestgehend unter Realbedingungen und stehen dabei unter (Selbst-)Beobachtung. Basierend auf dem Konzept der Prozessberatung in der Organisations- und Personalentwicklung werden sie begleitet – die Lehrenden übernehmen dabei nicht die Rolle der Wissensvermittlung, sondern die Rolle der Prozessbegleitung (Marsden 2009, 2011; Marsden et al. 2008; Marsden & Wilpers 2007).

Der Lern- und Entwicklungsprozess der Studierenden wird auf diese Weise angestoßen, kanalisiert und begleitet. Zentral hierbei ist die „Zone der proximalen Entwicklung“, ein Konzept aus der Handlungspsychologie (Rosson 2014; Vygotsky 2012): Die Zone der proximalen Entwicklung beschreibt jenes Potenzial, das Lernende haben, wenn sie angemessene Unterstützung erhalten. Das Labor für Softwareprojekte und Project Skills hat sich zum Ziel gesetzt, die Zone der proximalen Entwicklung der Studierenden auszuloten bzw. zu nutzen: Die Anforderungen, a.) einen menschenzentrierten Softwareentwicklungsprozess

¹ <https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021>

² <https://ki-campus.org/courses/daethik2020>

b.) im Team c.) unter Einsatz neuer Technologien d.) unter Berücksichtigung ethischer Aspekte e.) mit der Vorgehensweise Scrum f.) unter Zeitdruck zu realisieren, können die Studierenden potenziell massiv überfordern. Mit dem richtigen Schwierigkeitsgrad und angemessener Unterstützung kann es jedoch ein geeigneter Rahmen sein, damit die Studierenden die nötigen Kompetenzen im Prozess aufbauen und die Herausforderung bewältigen können. Aus didaktischer Sicht gilt es, die Komplexität der Herausforderungen in den verschiedenen Kompetenzbereichen so anspruchsvoll zu gestalten, dass sie die aktuellen Kompetenzen der Studierenden in angemessenem Maße übersteigen und sie massiv fordern, nicht jedoch überfordern – also in der Zone der proximalen Entwicklung liegen. Wir sprechen hier von einer „gezielten Überforderung“. Lehrende und Mitstudierende begleiten den Lernprozess und unterstützen die Studierenden dabei, den eigenen Kompetenzlevel aktiv selbst zu erhöhen. Im Setting der Lernbühne sind Lehrende Teil des Systems, sie müssen somit auch das eigene Tun beständig reflektieren und durch das eigene Handeln Vorbild für Studierende zum Beispiel im Hinblick auf aktives Einholen von Feedback oder Ambiguitätstoleranz sein.

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Rahmen des didaktischen Konzepts betrifft die Motivation der Studierenden. Diese kann sowohl von Beginn an zwischen den unterschiedlichen Studierenden stark variieren als auch bei den Einzelnen über das Projektsemester hinweg schwanken (zum Beispiel durch Arbeitsbelastung, Teamprozesse, äußere Umstände etc.). Auf Basis des theoretischen Motivationskonzepts der Lernziel- und Performanzzielorientierung und empirischer Erkenntnisse im Rahmen dieser Herangehensweise (Elliott & Dweck 1988; Marsden 2008, 2011; Marsden et al. 2016) wird zur Förderung der Motivation stets darauf geachtet, dass a.) den Studierenden Sinn aufgezeigt, b.) durch Feedback kontinuierliches Monitoring ermöglicht und c.) Entwicklungen spürbar gemacht werden.

Basierend auf einem systemischen Ansatz und im Sinne einer Prozessbegleitung (Campbell et al. 2018; Mai 2020) werden Lernimpulse gesetzt: Eine technisch anspruchsvolle Aufgabe mit einem hohen kommunizierten Anspruch setzt die fachliche Herausforderung und verdeutlicht, dass Erfolg nur durch eine gelungene Zusammenarbeit möglich ist. Eine zufällige Einteilung der Studierenden in Gruppen setzt gruppendynamische Prozesse frei und provoziert neue Teamstrukturen. Es wird ein Rahmen zur Selbstorganisation bereitgestellt, in dem den Studierenden das „Was?“, die Aufgabenstellung, vorgegeben, das „Wie?“ jedoch unter Einsatz des agilen Projektmanagement-Frameworks Scrum der Eigenverantwortung, Selbstorganisation und Selbststeuerung der Studierenden überlassen wird. Im Verlauf des Semesters kommt es immer wieder zu Störungen, zum Beispiel durch sich ändernde Anforderungen oder durch den Wegfall von Teammitgliedern.

Der Lernprozess wird nicht direktiv gesteuert, stattdessen gibt es eine an die vielfältigen Herausforderungen angepasste Unterstützungsinfrastruktur. Hierzu gehört neben drei Lehrenden die Möglichkeit, weitere Expert:innen (zum Beispiel Lehrende anderer Fächer oder Fachleute aus kooperierenden Unternehmen) hinzuzuziehen. Ferner werden Tools wie Jira, Confluence, Bitbucket, Miro etc. zur Verfügung gestellt und betreut sowie über das Semester hinweg unterschiedliche Lehr-/Lernformen integriert, so etwa eine Einführung in den Arbeitsmodus (Agile Softwareentwicklung mit Scrum), Vorlesungssequenzen und Inputs (zum Beispiel zu Programmierframeworks, zur Zusammenarbeit im Team, zum Thema Präsentation, zur Nutzung von Tools), Begleitung von Projektarbeit und Projektmeetings, Coaching-Sessions (individuell und im Team), Theorie-Inputs und Verhaltenstrainings. Zugleich werden nach und

nach Materialien zum Selbststudium eingeführt und anhand von Abgaben oder Präsentationen geprüft. Im Zuge des Projekts „Nutzer:innenzentrierung und Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess“ wurden ausgewählte Kapitel aus den KI-Campus-Kursen „[Mensch-Maschine-Interaktion](https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021)“³ und „[Daten- und Algorithmenethik](https://ki-campus.org/courses/daethik2020)“⁴ eingebunden.

Die Projektaufgaben im Software-Labor wechseln jedes Semester. In der Projektlaufzeit wurden im Wintersemester Web-Anwendungen für die Verwaltung von Projektdaten in öffentlichen Einrichtungen sowie Desktop-Anwendungen für den Bereich Prozesssicherung in der Automobilindustrie entwickelt. Im darauffolgenden Sommersemester wurden Boating Guides für unterschiedliche Segelreviere in Form von mobile-optimierten Web-Anwendungen gestaltet.

4. Auswertung der Lehr-/Lernerfahrungen

In den Lehrveranstaltungen wurden jeweils am Semesterende Befragungen durchgeführt, um ein Meinungsbild der Studierenden zu der Umsetzung des Projekts „Nutzer:innenzentrierung und Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess“ in der Lehrveranstaltung „Labor für Softwareprojekte und Project Skills“ zu erhalten. An den beiden Software-Laboren haben in der Projektlaufzeit 90 Studierende teilgenommen.

Insgesamt haben die Studierenden die Integration der KI-Campus-Kursangebote positiv sowie die dortigen Lernmaterialien als mehrheitlich hilfreich gestaltet wahrgenommen und bewertet. So wurden zum Beispiel Kommentare wie „Vielfältiger Einsatz verschiedener Medien, gut strukturiert“, „Sehr gute Visualisierung der Inhalte, Videos und Quizzes zu den Inhalten waren lehrreich“ oder „Strukturierte Videos mit guter Erklärung zum jeweiligen Thema“ verfasst. Auch das Niveau wurde mehrheitlich als angemessen bewertet, und viele Studierende empfanden die KI-Campus-Inhalte im Hinblick auf Abwechslung und die Option zur eigenständigen Vertiefung als bereichernd für die Lehrveranstaltung.

Ein weniger einheitliches Bild ergab sich bezüglich der Bewertung der Passung der ausgewählten Kursinhalte zu den Projekten. Während einige Studierende bemängelten, der konkrete thematische Zusammenhang sei für sie unklar geblieben, fanden andere die Integration passend. Hierfür können zwei Aspekte eine plausible Erklärung bieten: Zum einen arbeiteten die Studierenden an unterschiedlichen Software-Projekten und hatten dementsprechend verschiedene Aufgabenstellungen, die zudem durch die eigene Verantwortlichkeit im Produktgestaltungsprozess zu unterschiedlichen Schwerpunkten in den Projektteams führten. Zum anderen wurde – etwa anhand der abgegebenen Produkte und Projektdokumentationen – deutlich, dass die Projektteams die Anforderungen, die sich hinsichtlich der Nutzer:innenzentrierung und Datenethik ergaben, im Prozess mit recht unterschiedlichen Prioritäten versehen haben. Während beispielsweise in der einen Gruppe ein besonderer Fokus auf Barrierefreiheit gelegt wurde, stand im anderen Team die richtige Skalierung von Usability-Fragen im Mittelpunkt. Als Learning kann hieraus festgehalten werden, dass es in Zukunft hilfreich sein kann, die Bedeutung der in den Zusatzmaterialien enthaltenen Themen an verschiedenen Stellen im Prozess und stärker auf die einzelnen Software-Projekte und/oder Projektteams bezogen herauszustellen.

³ <https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021>

⁴ <https://ki-campus.org/courses/daethik2020>

Ein weiteres Learning aus den Lehrerfahrungen und den Studierendenbefragungen ist, dass die Terminierung der Abgaben zu den Materialien zum Selbststudium ein wichtiger Punkt ist. Die entsprechenden Termine zu den KI-Campus-Materialien waren über das Semester verteilt, aber insgesamt relativ spät im Halbjahr, um den Studierenden mehr Zeit zu geben, in ihrem jeweils individuellen Tempo die Kapitel nach und nach abzuarbeiten. Zudem sollten diese Zeitpunkte nicht mit anderen wichtigen und vorbereitungsintensiven Terminen wie zum Beispiel Präsentationen für Kund:innen kollidieren, um keine unnötigen Stresssituationen zu provozieren. Es zeigte sich allerdings, dass viele Studierende erst mit Näherücken der Fristen die entsprechenden Themen überhaupt angingen und Inhalte teilweise zu spät in den Softwareentwicklungsprozess integriert wurden. So erscheint es sinnvoll, die entsprechenden Abgaben früher im Semester zu terminieren und zu erproben, wie dann die Häufung von Abgaben zu bestimmten Phasen im Semester von den Studierenden erlebt und rückgemeldet wird.

5. Fazit und Ausblick

Im Zuge des Projekts „Nutzer:innenzentrierung und Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess“ wurden ausgewählte Kapitel aus den KI-Campus-Kursen [„Mensch-Maschine-Interaktion“](https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021)⁵ sowie [„Daten- und Algorithmenethik“](https://ki-campus.org/courses/daethik2020)⁶ in die Lehrveranstaltung „Labor für Softwareprojekte und Project Skills“ integriert. Die Lehrveranstaltung stellt in fachlichen und überfachlichen Kompetenzbereichen hohe Anforderungen an die Studierenden. Didaktisch wird auf gezielte Überforderung gesetzt, das heißt, die Studierenden werden mit Anforderungen konfrontiert, für deren Bewältigung Kompetenzen aufgebaut werden müssen. Im Sinne einer Zone der proximalen Entwicklung erhalten die Studierenden Unterstützung bei der Bewältigung der Aufgaben – und können so neue Kompetenzen aufbauen bzw. ihre bestehenden erweitern.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass die KI-Campus-Kurse eine sinnvolle Ergänzung zu der didaktischen Herangehensweise „Lernbühne“ darstellen. Die Möglichkeit, selbstgesteuert und bedarfsorientiert mithilfe der KI-Campus-Kurse zu lernen, erlaubt den Studierenden, mit den mannigfaltigen Anforderungen der Lehrveranstaltung umzugehen. Der eigenständige Kompetenzaufbau entlang der von den Lehrenden gestellten Anforderungen wird unterstützt, das heißt, die Anforderungen hinsichtlich Nutzer:innenzentrierung und Verantwortung im Softwareentwicklungsprozess konnten erhöht werden, da weitere Bausteine in der zur Verfügung stehenden Unterstützungsinfrastruktur angeboten wurden. Auf diese Weise konnte die Zone der proximalen Entwicklung erweitert werden, und Anforderungen, die ohne entsprechende Unterstützung zu einer Überforderung geführt hätten, konnten so im Sinne der gezielten Überforderung einen weiteren Kompetenzerwerb ermöglichen.

Um künftige Softwareentwickler:innen noch besser auf ihre Verantwortung im Rahmen des Softwareentwicklungsprozesses vorzubereiten, gilt es, ihnen die Kompetenzen mit auf den Weg zu geben, KI-basierte Systeme menschenzentriert zu entwickeln und Diskriminierung vorzubeugen. Hierzu bedarf es eines breiten Spektrums an Qualifizierungsangeboten, das Erkenntnisse und Methoden aus der partizipativen und sozialverantwortlichen Technikentwicklung, der Wissenschafts- und Technikforschung, der Forschung zu Geschlecht und Intersektionalität, der Ethik, der Sozialpsychologie, der Designwissen-

⁵ <https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021>

⁶ <https://ki-campus.org/courses/daethik2020>

schaft sowie anderen Disziplinen aufbereitet. Ein gutes Beispiel für einen entsprechenden Baustein wären hier die Open Educational Resources zur Vermittlung von Gender-Kompetenzen an ein Informatikpublikum der Humboldt-Universität zu Berlin (Spieler & Both 2021).

Nur durch inter- und transdisziplinäre Herangehensweisen kann entlang des gesamten Prozesses der KI-Entwicklung und in den verschiedenen Einsatzgebieten der KI Diskriminierung verhindert und eine Qualifizierung hin zu fairen und chancengerechten Produkten ermöglicht werden. Eine Erweiterung des KI-Campus-Lernangebots in diese Richtung wäre wünschenswert – und ein wichtiger Beitrag für eine KI-Ausbildung, die der bedeutenden Rolle informatischer Systeme für Fairness und Chancengerechtigkeit in unserer Gesellschaft gerecht wird.

Literaturverzeichnis

- Barad, K. (2003). Posthumanist performativity: Toward an understanding of how matter comes to matter. *Signs: Journal of women in culture and society*, 28(3), 801–831.
- Bath, C. (2011). Wie lässt sich die Vergeschlechtlichung informatischer Artefakte theoretisch fassen? Vom Genderskript zur posthumanistischen Performativität. In K. Wiedlack & K. Lasthofer (Eds.), *Körperregime und Geschlecht (Gendered Subjects, Bd. 6, Referat Genderforschung der Universität Wien)*. Studienverlag.
- Buolamwini, J. (2019). Hearing on Artificial Intelligence: Societal and Ethical Implications. Science House. <https://science.house.gov/download/mx-buolamwini-testimony>
- Campbell, D., Coldicott, T., Kinsella, K. & Draper, R. (2018). *Systemic work with organizations: A new model for managers and change agents*. Routledge.
- Ehlers, U.-D. (2022). Future Skills im Vergleich. Next Skills. <https://nextskills.org/fs-metaanalyse/>
- Elliott, E. S. & Dweck, C. S. (1988). Goals: An approach to motivation and achievement. *Journal of personality and social psychology*, 54(1), 5.
- Herzberg, D. & Marsden, N. (2005a). Das Softwarelabor als Lernbühne – Soziale Kompetenzen im Studiengang Software Engineering praxisnah vermitteln. In B. Berendt, H.-P. Voss & J. Wildt (Eds.), *Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten* (pp. G.5.3). Raabe.
- Herzberg, D. & Marsden, N. (2005b). Praxisnahe Förderung von Handlungskompetenz im Software Engineering. In B. Berendt, H.-P. Voss & J. Wildt (Eds.), *Beiträge zum 6. Tag der Lehre* (pp. 99–103). Geschäftsstelle für Hochschuldidaktik Baden-Württemberg.
- Holtzblatt, K. & Marsden, N. (2022). *Retaining Women in Tech – Shifting the Paradigm*. Springer International.
- Mai, V. (2020). Projektcoaching und Leadership-Coaching als integrative Elemente in der Ingenieurausbildung. TH Köln. <https://cos.bibl.th-koeln.de/frontdoor/index/index/docId/926>
- Mainzer, K. (2022). Responsible Artificial Intelligence. Challenges in Research, University, and Society *Evolving Business Ethics* (pp. 117–127). Springer.
- Marsden, N. (2008). Motivation durch Instruktion? Effekte der Induktion von Performanzzielorientierung. *Zeitschrift für E-Learning*, 1(3), 32–44.
- Marsden, N. (2009). Lehr-Muster bei geringer Ausgangsmotivation für überfachliche Qualifizierung. In U. Jaeger & K. Schneider (Eds.), *Software Engineering im Unterricht der Hochschulen* (pp. 101–110). dpunkt.verlag.

- Marsden, N. (2011). Wie können Studierende der Technik und Informatik zum Aufbau überfachlicher Qualifikationen motiviert werden? In M. Krämer, S. Preiser & K. Brusdeylins (Eds.), *Psychologiedidaktik und Evaluation VIII* (pp. 183–191). Hogrefe.
- Marsden, N., Haag, M., Ebrecht, L. & Drescher, F. (2016). Diversity-Related Differences in Students' Perceptions of an Industrial Engineering Program. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 230–245.
- Marsden, N., Herzberg, D. & Drescher, F. (2008). Zur Didaktik von Software-Engineering-Praktika aus Sicht der Studierenden. In Hochschule Heilbronn (Ed.), *Forschungsbericht 2008* (pp. 123–126). Institut für angewandte Forschung.
- Marsden, N. & Wilpers, S. (2007). Lernbühnen im Studium. In M. Krämer, S. Preiser & K. Brusdeylins (Eds.), *Psychologiedidaktik und Evaluation VI* (pp. 279–288). V&R unipress.
- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K. & Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(6), 1–35.
- Mucha, H., Barros, A., Correia de, Benjamin, J. J., Benzmüller, C., Bischof, A., Buchmüller, S., ... Berger, A. (2022). Collaborative Speculations on Future Themes for Participatory Design in Germany. *i-com*, 21(2). <https://doi.org/10.1515/icom-2021-0030>
- Mucha, H., Maas, F., Draude, C., Stilke, J., Jarke, J., Bischof, A., ... Maaß, S. (2021). Partizipative & sozialverantwortliche Technikentwicklung. *Mensch und Computer*. Gesellschaft für Informatik. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/37337>
- Oudshoorn, N. (1997). Genderscripts in technologie. Noodlot of uitdaging? *Tijdschrift voor Vrouwenstudies*, 4, 350–367 (zitiert nach Rommes, E. (2002). Gender scripts and the Internet: The design and use of Amsterdam's Digital City. University of Twente, Enschede, the Netherlands).
- Oudshoorn, N., Neven, L. & Stienstra, M. (2016). How diversity gets lost: Age and gender in design practices of information and communication technologies. *Journal of Women & Aging*, 28(2), 170–185.
- Oudshoorn, N., Rommes, E. & Stienstra, M. (2004). Configuring the User as Everybody: Gender and Design Cultures in Information and Communication Technologies. *Science, Technology & Human Values*, 29(1), 30–63. <https://doi.org/10.1177/0162243903259190>
- Pekka, A. P., Bauer, W., Bergmann, U., Bieliková, M., Bonefeld-Dahl, C., Bonnet, Y. & Bouarfa, L. (2019). The European Commission's high-level expert group on artificial intelligence: Ethics guidelines for trustworthy AI. *Working Document for stakeholders' consultation*. Brussels. European Commission. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- Raudonat, K., Pröbster, M., Schmieder, K., Martinetz, S. & Marsden, N. (2022). Where bias can creep in – Gendersensibilität beim Einsatz von KI-Technologien im Kontext beruflicher Weiterbildung im Forschungsprojekt KIRA. *INFORMATIK2022 – Informatik und Gesellschaft – Zukunft gestalten*.
- Rommes, E., Oost, E. van & Oudshoorn, N. (1999). Gender in the Design of the Digital City of Amsterdam. *Information, Communication & Society*, 2(4), 476–495.
- Rosson, M. B. (2014). Learning by Design *Innovative Practices in Teaching Information Sciences and Technology* (pp. 75–83). Springer.
- Spieler, B. & Both, G. (2021). Gender & Diversitäts-Aspekte in der Informatik: Beispiele aus der Hochschullehre. In F. Apelt, J. Grabow & L. Suhrcke (Eds.), *Buzzword Digitalisierung: Relevanz von Geschlecht und Vielfalt in digitalen Gesellschaften* (pp. 69–90). Verlag Barbara Budrich.

UNESCO (2021). Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>

Vygotsky, L. S. (2012). *Thought and language*. MIT press.

Kapitel 4

Projektseminar „Künstliche Intelligenz in den Neurowissenschaften – interdisziplinäre und anwendungsnahe Lehre umsetzen“

Johannes Schleiss, Robert Brockhoff und Sebastian Stober

Zusammenfassung

Die Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) in den Neurowissenschaften gewinnt zunehmend an Bedeutung. Gleichzeitig ist die interdisziplinäre Lehre in diesem Bereich noch ausbaufähig. Der Beitrag beschreibt ein Projektseminar, das die Herausforderungen angesichts heterogener Gruppen von Lernenden, komplexer Anwendungsfälle und Integration von Open Educational Resources (OER) adressiert. Neben dem Aufbau des Seminars, didaktischen Methoden und der Integration von OER werden die Lehr- und Lernerfahrungen aus Sicht der Lehrenden und Studierenden ausgewertet und im Kontext möglicher Verbesserungen eingeordnet.

Schlüsselbegriffe

AI Education • Project-based learning • Open Educational Resources • AI in Neuroscience

1. KI im Fachbereich Neurowissenschaften

Neurowissenschaften beschäftigen sich mit dem Aufbau und der Funktionsweise unseres Gehirns. Dabei bleiben noch viele ungelöste Fragen (Adolphs et al. 2015): Wie lernen wir, und wie funktioniert unser Gehirn? Was ist die Funktion von Träumen? Wie trifft das Gehirn Entscheidungen?

Diese herausfordernden Fragestellungen werden oft von interdisziplinären Forschungsteams untersucht.¹ Hierbei ist zu beobachten, dass Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere Algorithmen des Deep Learning (DL), zunehmend zur Charakterisierung und Analyse komplexer neurophysiologischer Daten herangezogen werden (Craik et al. 2019; Roy et al. 2019). Die Daten in diesen Bereichen sind häufig hochkomplex bei gleichzeitig kleiner Datenmenge. Die Herausforderung ist dabei oft, dass spezifisches Domainwissen sowohl in Neurowissenschaften als auch in KI notwendig ist, um pas-

J. Schleiss (✉) • R. Brockhoff • S. Stober
johannes.schleiss@ovgu.de
robert.brockhoff@ovgu.de
stober@ovgu.de
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

¹ Ein positives Beispiel hierfür ist das Human Brain Project, erreichbar unter <https://www.humanbrainproject.eu/en/> [04.08.2022].

sende Modelle zu entwickeln und Daten zu verstehen sowie auszuwerten. Folglich ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit ein wichtiger Baustein auf dem Weg zu KI-generierten Forschungserkenntnissen.

Der Bedarf an interdisziplinärer Zusammenarbeit muss sich deshalb auch in der Lehre widerspiegeln. Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung eines interdisziplinären Projektseminars mit dem Ziel, Kompetenzen von Studierenden im Feld zwischen KI und Neurowissenschaften zu entwickeln und so die Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen zu fördern. Das Seminar soll anwendungsnah gestaltet werden und den gezielten Einsatz von Open Educational Resources in einem projektorientierten Lehrscenario erproben. Open Educational Resources sind offene, kostenlose Lernmedien wie Texte, Bilder oder Videos, die zu einem bestimmten Thema erarbeitet wurden. OER können dabei selbst oder von anderen entwickelt werden und als einzelnes oder kuriiertes Material zur Verfügung stehen. OER bieten dabei die Chance, auf bestehenden Inhalten aufzubauen, alle Studierenden auf ihrem jeweiligen Kenntnisstand abzuholen und so eine Adaptivität in der Lehre zu gewährleisten.

Ähnlich wie in anderen interdisziplinären Lehrscenarien bestehen auch bei der Entwicklung dieser Veranstaltung verschiedene Herausforderungen:

- **Heterogene Gruppe von Lernenden:** Zielgruppe eines solchen interdisziplinären Lehrangebots sind auf der einen Seite Informatikstudierende, die bereits erste Erfahrungen in der Anwendung von KI und Programmierung mitbringen, aber kein grundlegendes Verständnis über den Anwendungsbereich besitzen. Auf der anderen Seite stehen Studierende der Psychologie und Neurowissenschaften, die zwar umfassende Erfahrung mit den Daten und Grundlagenprozessen haben, aber wenig Erfahrung in der Anwendung von KI-Methoden. Die Lehrperson sieht sich daher mit der Herausforderung konfrontiert, beide Gruppen entsprechend ihrem jeweiligen Vorwissen abzuholen, eine gemeinsame Sprache zu finden und in der Anwendung entsprechende Projekte zu entwickeln, in denen sich beide Zielgruppen gut einbringen können.
- **Anspruchsvoller Anwendungsfall:** KI und Neurowissenschaften stellen jeweils komplexe Fachbereiche dar, die auch ein ganzes Studium füllen können. KI verbindet mathematische Modellierung mit Daten und Rechenleistung, während sich Neurowissenschaften mit dem Aufbau und der Funktionsweise des Nervensystems beschäftigen. Trotz der oberflächlichen Unterschiede sind die Fachbereiche eng miteinander verwoben und können viel voneinander lernen. Beispiele hierfür sind Ansätze von KI-Forschung, biologisch plausible Netzwerke zu bilden oder Erkenntnisse von KI-Modellen auf Lernprozesse im Nervensystem zu übertragen (Savage 2019).
- **Auswahl und Integration von OER:** Eine Herausforderung beim Einsatz von OER besteht meist darin, die geeigneten für die gewünschten Lernziele auszuwählen und deren Qualität sicherzustellen. Weiterhin muss die Integration von OER bewusst gestaltet und im Lehrkonzept mitgedacht werden. Während die Integration von OER eine Herausforderung darstellt, können diese im Kontext einer interdisziplinären Gruppe auch als Chance wahrgenommen werden, die Studierenden bei verschiedenen Wissensständen abzuholen.

Der Beitrag geht zunächst auf das didaktische Konzept des Projektseminars ein, wobei neben den Lernzielen, dem Ablauf und didaktischen Überlegungen auch der Einsatz von OER in einem projektorientierten Lehrscenario eingeführt wird. Anschließend wird die Lehr- und Lernerfahrung auf Basis von

Lehrevaluation und qualitativer Evaluation ausgewertet und diskutiert. Abschließend wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick auf mögliche Erweiterungen gegeben.

2. Didaktisches Konzept des Projektseminars

Das Projektseminar verfolgt das Ziel, die Teilnehmenden mit dem nötigen Wissen und Fertigkeiten auszustatten, um an Forschungsfragen im Bereich der Neurowissenschaften arbeiten zu können. Das Projektseminar wird für Studierende aus den Fachbereichen Informatik, Psychologie und Neurowissenschaften angeboten. Als Anwendungsfall wurden Fragen aus dem Bereich der Elektroenzephalographie (EEG) gewählt.

2.1 Lernziele

Auf Basis des Constructive-Alignments-Ansatzes (Biggs, 1996) beschreiben Lernziele eine gewünschte und erwartete Veränderung – im Können, im Verhalten und/oder in den Einstellungen der Lernenden. Lernziele sollen Orientierung für die Unterrichtsplanung geben, die Auswahl der Inhalte und Methoden vereinfachen sowie die Evaluation von Lernenden, aber auch Lehrenden sicherstellen. Die Lernziele des Seminars in ihren verschiedenen Kompetenzstufen sind im Folgenden aufgeführt.

Nach Abschluss der Lehrveranstaltung kennen die Teilnehmenden grundlegende Konzepte von Machine Learning (ML) und Deep Learning (DL) und haben ein Verständnis über die Chancen, Risiken und Limits von KI in der Datenanalyse von neurophysiologischen Daten entwickelt. Darüber hinaus haben die Teilnehmenden auf ML und DL basierende Datenanalysen mit neurophysiologischen Daten selbst durchgeführt und verfügbare Bibliotheken zur Datenvorverarbeitung angewendet. Sie sind in der Lage, verschiedene Modellansätze zu vergleichen und zu unterscheiden sowie darauf basierend Modelle für ihre Anwendungsziele abzuleiten. Darüber hinaus können die Studierenden die Annahmen und Einschränkungen ihres Modells analysieren. Weiterhin können sie die Ergebnisse ihrer Datenanalyse bewerten und einordnen.

2.2 Ablauf

Abbildung 1

Ablauf des Seminars mit Phasen von Vorbereitung, Blockseminar, Projektarbeit und Abschluss-Blockseminar sowie den jeweiligen Lernaktivitäten



Das Seminar ist in vier Phasen unterteilt. Die Einführung erfolgt in einem Flipped-Classroom-Ansatz, wobei sich die Studierenden im Selbststudium sowie gemeinsam in Gruppen die Inhalte erarbeiten und dann in der Präsenzphase in eine vertiefende Diskussion und Anwendung der Inhalte gehen. Nach der initialen Einführungsphase arbeiten die Studierenden in der Projektphase an einer von ihnen ausgewählten Fragestellung, beispielsweise der Klassifizierung von Stimuli in EEG-Signalen. Die möglichen Fragestellungen wurden zuvor durch die Seminarverantwortlichen festgelegt. In einer abschließenden Seminarwoche werden die Ergebnisse der Projektarbeit vorgestellt und im großen Kontext von KI in der medizinischen und neuropsychologischen Forschung reflektiert. Der Ablauf ist in Abbildung 1 dargestellt und wird in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

2.2.1 Vorbereitung im Selbststudium

Zu Beginn der Vorbereitung wird in einem kurzen Kickoff der Ablauf des Seminars vorgestellt und in die Thematik eingeführt. Um die Selbststudium-Phase zu unterstützen, werden darüber hinaus Lern-Tandems gebildet, die sich selbstverantwortlich zu den Inhalten austauschen sollen.

Im Selbststudium wird das KI-Campus-Lernangebot „[Dr. med. KI – Basics](#)“² genutzt, um ein gemeinsames Verständnis für Fragestellungen unter KI-Gesichtspunkten aufzubauen. Darüber hinaus werden ausgewählte Module und Podcastfolgen von „[Dr. med. KI – Experts](#)“³ bzw. „[Dr. med. KI – Podcast](#)“⁴ herangezogen, um die Bedeutung von medizinischen und neurophysiologischen Daten zu verstehen und zu einer Diskussion anzuregen. Neben dem Einsatz von KI-Campus-OER werden hierbei auch Tutorials für die später eingesetzten Tools und ausgewählte Fachliteratur verwendet, die ein übergreifendes Verständnis für die Anwendung von KI in den Neurowissenschaften vermitteln sollen.

2.2.2 Blockseminar 1

Um die Inhalte des Selbststudiums aufzugreifen und den aktuellen Wissensstand der Studierenden einzuordnen, wird zunächst in Gruppen abgefragt, welche Erkenntnisse die Studierenden aus den Materialien gezogen haben und ob offene Fragen bestehen. Diese werden gesammelt und als digitale Posts bereitgestellt. Anschließend werden die so gesammelten Fragen in Themenbereiche geclustert und in Gruppen diskutiert.

Darauf aufbauend wird das Wissen mit einer Kurzeinführung in den Bereich Deep Learning vertieft, und die notwendigen Konzepte für die Projekte werden eingeführt. Weiterhin werden die Projektthemen vorgestellt und Projektteams gebildet. Um eine Grundlage für die Projektarbeit zu schaffen, wird zudem in interaktiver Form mit vorbereiteten, selbst erstellten Anwendungstutorials gearbeitet.

Damit alle von den unterschiedlichen Erfahrungen und Hintergründen der Teilnehmenden profitieren können, sollen die Studierenden in Gruppen Lern-Journals führen. Hierfür werden auf dem Online-Whiteboard⁵ Vorlagen bereitgestellt, um die wichtigsten Erkenntnisse in strukturierter Form festzuhalten

² <https://ki-campus.org/courses/drmedki2020>

³ https://ki-campus.org/courses/drmedki_experts

⁴ <https://ki-campus.org/podcasts/drmedki>

⁵ Verwendete Online-Whiteboard-Lösung Miro – verfügbar unter: <https://miro.com/>

und zu diskutieren. Die Arbeit mit dem Lern-Journal findet fortlaufend an ausgewählten Zeitpunkten im Seminar statt, sodass die Erkenntnisse immer wieder erweitert werden können. Um einen möglichst großen Lerneffekt in der Gruppe zu haben und von den unterschiedlichen Sichtweisen auf die Themen zu profitieren, stellen sich die Gruppen die Lernergebnisse am Ende des ersten Tages gegenseitig vor.

Der Fokus des zweiten Seminartags liegt auf der Vertiefung der Anwendungstutorials und dem Beginn der Projektarbeit. Insbesondere der Start der Projektarbeit am zweiten Tag spielt eine entscheidende Rolle. Da das Seminar online stattfindet, wird so sichergestellt, dass das Projekt in der Gruppe strukturiert wird und die Gruppenmitglieder aktiv zusammengeführt werden.

2.2.3 Praxisprojekte

In den Praxisprojekten soll anhand konkreter Forschungsfragen ein Modell-Prototyp gebaut werden. Das beinhaltet den Aufbau einer Daten- und Trainingspipeline, die Konzeption eines Baseline-Modells sowie Grundlagen der Visualisierung und Evaluation. Das Prototyping erfolgt in Python und mit der Machine-Learning-Bibliothek pytorch (Paszke et al. 2019). Weiterhin kommen die MNE⁶- und Braindecode⁷-Bibliotheken zur Verarbeitung von neurophysiologischen Signalen zum Einsatz.

Der Kompetenzerwerb der Studierenden wird dabei durch regelmäßige offene Sprechstunden sowie kontinuierliche asynchrone Kommunikation und Feedback über eine Austauschplattform⁸ sichergestellt.

Die Projekte sind so strukturiert, dass die Studierenden in der Bearbeitungszeit ein Paper aus einer vorgegebenen Auswahl der Lehrenden nachimplementieren und die so erhaltenen Ergebnisse evaluieren. Auf diese Weise können die Studierenden ein Thema nach Interessenlage und eigenem Kenntnisstand wählen. Die Projekte beschäftigen sich mit KI-Methoden zur Datenanalyse von EEG-Signalen. Beispielprojekte sind die Klassifikation von EEG-Signalen (Schirrmeyer et al. 2017), das Testen von Self-Supervised-Learning-Techniken für EEG-Signale (Banville et al. 2021), Deep-Learning-Ansätze für den Source-Space-Rekonstruktion-Task (Hecker et al. 2021; Michel et al. 2019) und Deep Feature Learning (Stober et al. 2017). Die Studierenden bekommen hierzu Referenzmaterialien und die entsprechenden Daten bereitgestellt. Die Gruppengröße variiert zwischen zwei und vier Personen pro Gruppe.

Zu den Herausforderungen in der Arbeit zählt neben der heterogenen Gruppenzusammensetzung und dem damit verbundenen fachübergreifenden Arbeiten die Bereitstellung der nötigen Hardware-Ressourcen, insbesondere der Grafikkarten, um tiefe Neuronale Netze effizient zu trainieren. Da diese Infrastruktur im Lehrkontext nur begrenzt vorhanden ist, wird im Rahmen des Seminars darauf geachtet, dass die Projekte mit frei verfügbaren Plattformen, wie beispielsweise Google Colab⁹, umsetzbar sind.

⁶ <https://mne.tools/stable/index.html>

⁷ <https://braindecode.org/>

⁸ Eingesetzte Austauschplattform Mattermost – verfügbar unter: <https://mattermost.com/>

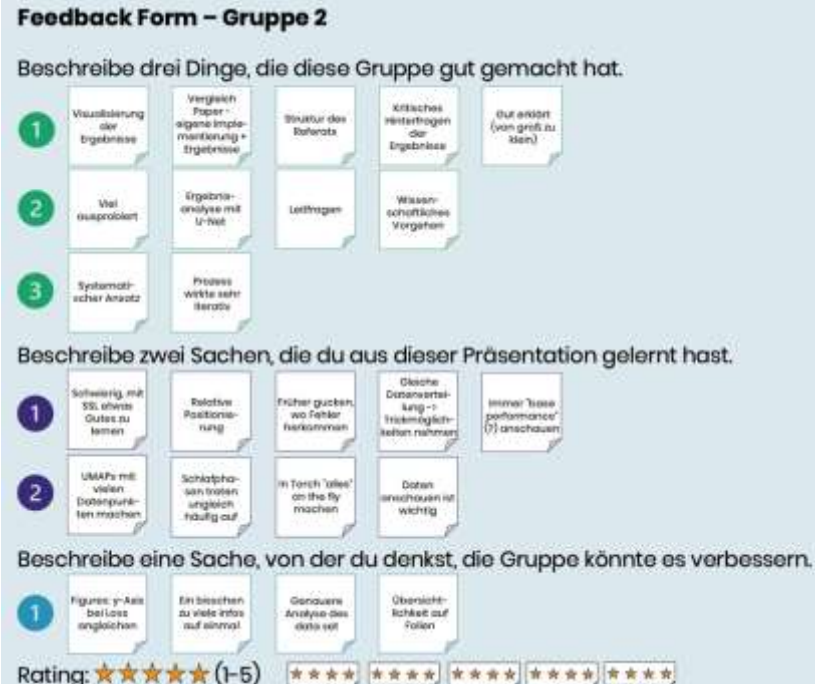
⁹ <https://colab.research.google.com/>

2.2.4 Abschlussseminar

Im zweiten Seminarteil sollen die Erkenntnisse aus dem Projekt in einer Präsentation vorgestellt und diskutiert werden. Das dient zum einen dazu, von den Ergebnissen der anderen Projekte zu lernen. In der Gruppendiskussion der Projektergebnisse wird daher darauf geachtet, dass Studierende kritisches Feedback abgeben und dazu aktiviert werden, Fragen zu stellen sowie ihre Erkenntnisse aus den Projektpräsentationen der anderen Gruppen festzuhalten. Hierzu wurde ein Feedbackbogen entwickelt, den die Studierenden anonym und synchron auf Miro ausfüllen. So konnten die Lehrenden gezielt auf einzelne Stärken, Schwächen und offene Fragen der Studierenden eingehen. Ein ausgefüllter Präsentationsfeedbackbogen ist in Abbildung 2 exemplarisch dargestellt.

Abbildung 2

Darstellung eines beispielhaften Projekt-Feedbackbogens im Online-Whiteboard



Feedback Form – Gruppe 2

Beschreibe drei Dinge, die diese Gruppe gut gemacht hat.

1	Visualisierung der Ergebnisse	Vergleich Paper - eigene Implementierung + Ergebnisse	Struktur des Reports	Kritisches Hinterfragen der Ergebnisse	(gut erklärt (von groß zu klein))
2	Sehr ausprobiert	Ergebnisanalyse mit Urtext	Lehrfragen	Wissenschaftliches Vorgehen	
3	Systematischer Ansatz	Prozess wurde sehr iterativ			

Beschreibe zwei Sachen, die du aus dieser Präsentation gelernt hast.

1	Schwierig, mit SS, etwas Gutes zu lernen	Relative Positionierung	Früher gucken, wo Fehler herkommen	Gleiche Datenverteilung -> Fräse möglichkeiten nahmen	Immer "best performance" (?) anschauen
2	UMAPs mit vielen Datenpunkten machen	Schlafphasen waren unglaublich häufig auf	In Torch "tells" on the fly machen	Daten anschauen ist wichtig	

Beschreibe eine Sache, von der du denkst, die Gruppe könnte es verbessern.

1	Figuren: y-Axis bei 0 los anheben	Ein bisschen zu viele Infos auf einmal	Genaue Analyse des Daten sets	Übersichtlichkeit auf Folien	
---	-----------------------------------	--	-------------------------------	------------------------------	--

Rating: ★★★★★ (1-5) ★★★★★ ★★★★★ ★★★★★ ★★★★★ ★★★★★

Neben den Abschlusspräsentationen der Gruppen soll im zweiten Seminarblock auch eine Diskussion über die ethischen Fragestellungen und Implikationen des Einsatzes von KI in den Neurowissenschaften angeregt werden. Hiermit wird primär das Ziel verfolgt, ein Bewusstsein für die Chancen und Risiken der Technologie im Bereich der Neurowissenschaften zu schaffen und eine strukturierte Auseinandersetzung mit ethischen Themen zu gewährleisten. Hierzu wird eine Case Study zu einem Brain-Computer-Interface (BCI)-System vorgestellt und in drei Schritten analysiert. Zunächst werden die möglichen Anwendungsszenarien sowie anschließend die Risiken und mögliche Lösungsansätze gesammelt. Der Austausch wird in Gruppendiskussionen organisiert, sodass alle Teilnehmenden die Möglichkeit haben, sich einzubringen.

Abschließend wird das Gelernte durch die erneute Auseinandersetzung mit dem Lern-Journal weiter verfestigt. Hier kommen die Studierenden erneut in ihren Gruppen zusammen und ergänzen weitere Erkenntnisse aus den Präsentationen und Diskussionen in dem Lern-Journal. Zuletzt stellt jede Gruppe

eine Zusammenfassung ihres Lern-Journals vor. Diese Übung hilft den Studierenden, ihre Lernerfahrung zu reflektieren, zu vertiefen und von den unterschiedlichen Strukturierungen des Wissens zu lernen.

2.3 Integration von OER in den Projektkontext

Neben dem klassischen Selbststudium im Flipped-Classroom-Ansatz, bei dem bestimmte Materialien vor der Vorlesung bzw. dem Seminar durchgearbeitet werden müssen, erfolgt eine Einbindung von OER hier auch im Projektkontext. Dabei verändert sich das Nutzungsverhalten in Richtung einer „On-demand“-Nutzung (Schleiss et al. 2022) – das heißt, dass eine Auswahl von OER bereitgestellt wird, auf die Lernende bedarfsweise zugreifen können.

3 Auswertung der Lehr- und Lernerfahrung

3.1 Selbstreflexion als Lehrende

Im Umgang mit der heterogenen Lerngruppe wurde auf viel Kommunikation, Offenheit und gegenseitiges Verständnis gesetzt. Beispielsweise wurden die Studierenden zu Beginn auf die unterschiedlichen Hintergründe aufmerksam gemacht und aufgerufen, bewusst in den interdisziplinären Austausch zu gehen. Dadurch ist ein sicherer Raum zum Austausch entstanden, den die Studierenden als durchaus positiv wahrgenommen haben.

KI in den Neurowissenschaften ist ein sehr spezieller Anwendungsfall, der auch von den KI-Campus-Materialien bisher nur bedingt abgedeckt wird. Trotz der Gemeinsamkeiten des Feldes erwies es sich als durchaus herausfordernd, Studierende ohne Hintergrundwissen in einem der beiden Fächer innerhalb der vorgegebenen Zeit auf einen Level zu bringen, um Praxisprojekte realisieren zu können. Gleichzeitig erschien es den Lehrenden, als habe der hohe Praxisanteil des Seminars maßgeblich zum Verständnis und Lernerfolg der Studierenden beigetragen.

Bei der Integration von externen OER war die größte Schwierigkeit das Prüfen und Zusammenstellen von für den Kurs relevanten Inhalten, vor allem für Studierende mit Vorerfahrung im KI-Bereich. Hier wurden ergänzende und vertiefende Materialien zum neurowissenschaftlichen Themenbereich gewünscht. Auch die Rolle als Lehrende verändert sich durch die Integration von externen OER: Bei der Verwendung von Video- oder Audio-Materialien bezieht die Lehrperson eine weitere lehrende Person in den Kurs mit ein. Dadurch verschiebt sich der Fokus stärker auf eine moderierende, coachende Rolle. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass gerade in den Praxisprojekten die Erfahrung der Lehrenden und eingesetzten Tutor:innen hilfreich und nötig war.

3.2 Feedback der Studierenden

Die Studierenden wurden während sowie am Ende des Kurses in Gruppendiskussionen zu ihren Erfahrungen befragt. Darüber hinaus gab es einen kurzen Feedbackbogen. Zur Einordnung der Ergebnisse sei erwähnt, dass etwa die Hälfte der Teilnehmenden ihre Fachkenntnisse in einem oder mehreren Teilbereichen der KI als gut oder sehr gut einschätzte.

Die kurzen Videos und die Möglichkeit, den KI-Campus-Kurs auch als Podcast zu hören, wurden von den Studierenden positiv bewertet. Insbesondere die interaktiven Übungen und Diskussionen von Zwischenfragen wurden als hilfreich erachtet. Zudem wurde die gute Strukturierung der präsentierten Inhalte hervorgehoben. Ebenfalls wurde die Interaktion auf dem Online-Whiteboard positiv hervorgehoben und als produktiv bewertet. Die zur Verfügung gestellten Tutorials wurden durchweg positiv aufgenommen und als Referenz für spätere Programmierungsaufgaben verwendet. Die regelmäßigen Konsultationen wurden ebenfalls als hilfreich bewertet.

Um die Integration externer, digitaler Materialien zu verbessern, wurde vorgeschlagen, dass die Lehrenden kurze Einstufungstests oder Einschätzungen des Materials dahingehend vornehmen, welche Inhalte für welche Vorerfahrungen sinnvoll sind bzw. wo ein guter Einstiegspunkt für bereits erfahrene Lernende ist. Weiterhin wurde der Wunsch nach alternativen und komplexeren Themen für Fortgeschrittene und die Integration von mehr interaktiven Aufgaben und Programmieraufgaben geäußert. Aus technischer Perspektive wurden eine Zwischenstufe der Abspielgeschwindigkeit zwischen 1,5- und 2,0-facher Geschwindigkeit, besserer Support von mobilen Endgeräten und eine Veröffentlichung der Podcasts auf gängigen Podcastplattformen gewünscht. Außerdem wurde das Ressourcenlimit von Google Colab als Schwierigkeit in der Projektphase identifiziert. Abschließend wurde der Kurs als Blockseminar als zu kompakt und intensiv bewertet. In der Umsetzung des Praxisprojekts hatten Studierende Schwierigkeiten, den Umfang zu definieren und zu begrenzen. Weiterhin wurden aufgrund der Komplexität der Datenvorverarbeitung von neurowissenschaftlichen Daten mehr Beispiele und Tutorials in dem Bereich gewünscht. Insgesamt wurde das Praxisprojekt zwar als intensive, aber wertvolle Lernerfahrung wahrgenommen.

4. Ausblick

Das Seminar soll langfristig als festes Lehrangebot jährlich angeboten werden. Dabei sollen die Verbesserungsvorschläge der Studierenden vor allem in Bezug auf ein weiteres Zuschneiden der vorbereitenden Inhalte auf das Seminar und weitere Rechenressourcen in der Projektphase einbezogen werden. Ferner soll die Zielgruppe noch enger definiert und eine Kollaboration mit Lehrenden aus den Neurowissenschaften angestrebt werden. Abschließend soll eine weitere Öffnung der Projekte hin zu Challenge-based Learning geprüft werden, bei dem den Studierenden kein festes Projektziel vorgegeben wird.

Auf Basis der Erfahrungen aus dem Projektseminar lassen sich drei Themen identifizieren, die in der weiteren Entwicklung von interdisziplinärer, praxisnaher KI-Ausbildung und der Integration von OER in die Lehre von Relevanz sind. Zum einen sollte geprüft werden, wie eine Rechnerstruktur ähnlich wie Google Colab als Serviceleistung für Hochschulen geschaffen werden kann; dies ermöglicht einen breiten Zugriff auf Rechenressourcen für die Lehre. Ferner sollten weitere Qualitätsmerkmale, Lernziele und Metadaten für einzelne OER entwickelt und plattformübergreifend eingesetzt werden, um die Identifikation von geeigneten Inhalten weiter zu verbessern, zu modularisieren, eine Einstufung vorzunehmen und mehr Vertrauen in externe Inhalte zu gewinnen. Zuletzt sollte eine Plattform zum Austausch und zur Wiederverwendbarkeit von Projekten geschaffen werden, um praxisorientierte Lehre zu vereinfachen.

Literaturverzeichnis

- Adolphs, R. (2015). The unsolved problems of neuroscience. *Trends in cognitive sciences* 19.4 (pp. 173–175).
- Banville, H., Chehab, O., Hyvärinen, A., Engemann, D. A. & Gramfort, A. (2021). Uncovering the structure of clinical EEG signals with self-supervised learning. *Journal of Neural Engineering*, 18(4), (046020).
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*, 32(3), 347–364.
- Craik, A., He, Y. & Contreras-Vidal, J. L. (2019). Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: a review. *Journal of neural engineering*, 16(3) (031001).
- Hecker, L., Rupprecht, R., Tebartz van Elst, L. & Kornmeier, J. (2021). ConvDip: A convolutional neural network for better EEG Source Imaging. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 569918.
- Michel, C. M. & Brunet, D. (2019). EEG source imaging: a practical review of the analysis steps. *Frontiers in neurology*, 10, 325.
- Paszke, A., Gross, S., Massa, F., Lerer, A., Bradbury, J., Chanan, G., ... & Chintala, S. (2019). Pytorch: An imperative style, high-performance deep learning library. *Advances in neural information processing systems*, 32.
- Roy, Y., Banville, H., Albuquerque, I., Gramfort, A., Falk, T. H. & Faubert, J. (2019). Deep learning-based electroencephalography analysis: a systematic review. *Journal of neural engineering*, 16(5) (051001).
- Savage, N. (2019). How AI and neuroscience drive each other forwards. *Nature*, 571(7766), S15–S15.
- Schleiss, J., Hense, J., Kist, A., Schlingensiepen, J. & Stober, S. (2022). Teaching AI Competencies in Engineering using Projects and Open Educational Resources. *Proceedings of SEFI Annual Conference 2022*.
- Schirrmeister, R. T., Springenberg, J. T., Fiederer, L. D. J., Glasstetter, M., Eggensperger, K., Tangermann, M., ... & Ball, T. (2017). Deep learning with convolutional neural networks for EEG decoding and visualization. *Human brain mapping*, 38(11), 5391–5420.
- Stober, S., Sternin, A., Owen, A. M. & Grahn, J. A. (2015). Deep feature learning for EEG recordings. *arXiv preprint arXiv:1511.04306*.

Kapitel 5

Program or be Programmed: Lehre Künstlicher Intelligenz in den Digital Humanities

Timothée Schmude und Claes Neuefeind

Zusammenfassung

In unserem Beitrag stellen wir einen Ansatz zur Vermittlung von KI-bezogenen Themen in den Digital Humanities (DH) vor. Das Konzept besteht aus einer Parallelführung von theoretischem Seminar und praktischer Übung, die wir im Studienjahr 2021/2022 an der Universität zu Köln realisiert haben. Leitgedanke des Beitrags ist dabei, dass die DH als interdisziplinäres Forschungsfeld an der Schnittstelle zwischen Geisteswissenschaften und digitalen Technologien ein besonders geeignetes Umfeld bieten, um Studierende für die vielseitigen Anforderungen im Bereich der KI auszubilden.

Schlüsselbegriffe

Digital Humanities • Deep Learning • Programmierung

1. Einführung

Es besteht eine bezeichnende Parallele zwischen Künstlicher Intelligenz (KI) und Digital Humanities (DH): Sie beide verwenden einen Schirmbegriff, eine Art „lexical glue“, um eine Vielzahl an Konzepten verschiedenster Disziplinen zu einem großen Ganzen zusammenzufassen. Diese Heterogenität ist gleichzeitig Chance und Herausforderung: Einerseits steht beiden Feldern der Anschluss an viele Wissenschaftsdisziplinen sowie an interdisziplinäre Forschung offen, andererseits steht die Breite der Begrifflichkeiten einem präzisen wissenschaftlichen Diskurs auch im Weg. Crawford (2021, S. 8) etwa beschreibt in Atlas of AI den Bedeutungsumfang des Begriffs „Künstliche Intelligenz“ wie folgt:

„AI is technical and social practices, institutions and infrastructures, politics and culture. Computational reason and embodied work are deeply interlinked: AI systems both reflect and produce social relations and understandings of the world.“

T. Schmude (✉) • C. Neuefeind
timothee.schmude@univie.ac.at
Universität Wien, Wien, Österreich

C. Neuefeind
c.neuefeind@uni-koeln.de
Universität zu Köln, Köln, Deutschland

Das Zitat zeigt nicht nur, dass der Begriff „KI“ weit über eine rein technische Dimension hinausweist, sondern auch, wie problematisch es ist, diese inhaltliche Fülle unter einem Namen zu fassen.

Diese terminologischen Hürden treten erneut auf, wann immer die Theorie Künstlicher Intelligenz in konkrete Praxisprojekte übersetzt wird. Eine generelle KI-Anwendung für Bildverarbeitung beispielsweise existiert nicht. Stattdessen besteht jede solche Anwendung aus einer spezifischen Problemformulierung und einem ebenso spezifischen Datenset, dessen Verarbeitung einer sorgfältigen Planung und einer auf das Problem abgestimmten Methodenauswahl bedarf. Ähnlich verhält es sich im Bereich der DH, die an der Schnittstelle zwischen digitaler Technologie und geisteswissenschaftlicher Forschung verortet sind:¹ So sind zum Beispiel die digitale Archivierung von Kulturgütern ebenso wie die Entwicklung einer Virtual-Reality-Umgebung oder die computerlinguistische Analyse von juristischen Strafurteilen allesamt Projekte der digitalen Geisteswissenschaften, ohne dass sie eine einheitliche Methodik aufweisen.

Diese Parallelen lassen sich am Beispiel der Entwicklung einer bildverarbeitenden Anwendung weiter verdeutlichen. Nehmen wir an, dass diese Anwendung ein Neuronales Netz verwendet und daher nach allgemeiner Auffassung als KI-Anwendung bezeichnet werden könnte. Das Anforderungsprofil für die Entwicklung einer solchen Anwendung umfasst dann die Kenntnis mindestens folgender Komponenten:

- der theoretischen Grundlage (statistische Lerntheorie, Deep Learning)
- des wissenschaftlichen Diskurses (Übersicht aktueller Architekturen)
- der technischen Fähigkeiten zur Programmierung
- der Abschätzung sozio-kultureller Folgen (wenn ein hoher Risikofaktor besteht²)

Diese Pipeline umfasst weder Faktoren wie Datenerzeugung und -analyse noch die Einbettung in bestehende Prozesse, doch die Komplexität der Aufgabe wird bereits deutlich. Gerade aufgrund der Leistungsfähigkeit von KI-Anwendungen ist eine profunde Kenntnis der verschiedenen Facetten unabdingbar. Wir stellen somit den Bedarf nach einer Kompetenz fest, die die DH von Haus aus kultiviert: die Entwicklung fächerübergreifender Lösungen inklusive ihrer technischen Umsetzung und deren kritischer Reflexion.

Unsere These ist, dass die DH als interdisziplinäres Forschungsfeld ein besonders geeignetes Umfeld bieten, um Studierende für die vielseitigen Anforderungen im Bereich der KI auszubilden. Diese Perspektive gewinnt zunehmend an Relevanz. So schreiben etwa Gefen et al. (2021, S. 200):

„One can thus understand the importance of artificial intelligence for the human sciences and that of the human sciences for artificial intelligence: the analysis of Social and Human Sciences data, in all their depth and complexity, is a challenge, perhaps the greatest challenge, for AI methods, while at the same time the need to think about the human consequences of AI technologies must mobilize in an interdisciplinary way all Social and Human Sciences knowledge by offering them not only a field of research but a real challenge to established knowledge.“

¹ „Work at the intersection of digital technology and humanities disciplines“; siehe Drucker (2013, S. 9).

² Siehe Expertenrat der EU: digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai (zuletzt aufgerufen am 22.08.2022).

Teil dieses Beitrags ist die Vorstellung unseres eigenen Ansatzes zur Vermittlung von KI in den DH. Das Konzept, bestehend aus einer Parallelführung von theoretischem Seminar und praktischer Übung mit jeweils eigenem Fokus, wird in Abschnitt 3 ausführlich beschrieben. Zuvor legen wir einige für die DH besonders relevante Aspekte im Bereich der KI dar und erläutern in Kürze die Bedeutung der technischen Fähigkeiten in diesem Studienbereich. Es folgen ein Erfahrungsbericht und eine Auswertung der von den Studierenden gesammelten Rückmeldungen (Abschnitt 4) sowie eine abschließende Betrachtung und weiterführende Gedanken zum Thema in Abschnitt 5.

2. Voraussetzungen der KI-Lehre in den Digital Humanities

Bei der Vermittlung von KI müssen eine Vielzahl von Faktoren abgewogen werden. Sie sind abhängig von der Fachdisziplin, der Vorkenntnis der Studierenden, der Zielsetzung des Kurses und den lehrenden Personen. Die Fülle der möglichen inhaltlichen Schwerpunktsetzungen bedeutet zudem, dass jedes Lehrangebot nur eine Facette des Themas abbilden kann und dabei auf die Gegebenheiten des jeweiligen Feldes angepasst werden muss.

In den DH sollen Schnittstellen zwischen den technischen und den fachwissenschaftlichen Aspekten geisteswissenschaftlicher Themen hergestellt werden: Studierende sollen nicht nur programmieren lernen, sondern auch Haltungen zu geisteswissenschaftlichen Fragestellungen entwickeln können. Das Digital Humanities Manifesto 2.0 erklärt beispielsweise:

„Digital Humanities is not a unified field but an **array of convergent practices** that explore a universe in which [...] digital tools, techniques, and media have altered the production and dissemination of knowledge in the arts, human and social sciences“ ([Schnapp and Presner 2009](#), Hervorhebung im Original).

Die Stärke der DH liegt demnach vor allem in der Neuinterpretation klassisch geisteswissenschaftlicher Werte und Methoden sowie ihrer Überführung in die digitale Sphäre. Voraussetzungen für die Lehre in den DH sind demnach die Kenntnis der geisteswissenschaftlichen Erkenntnisziele und -methoden, die Kenntnis der technischen Möglichkeiten sowie die Verbindung dieser beiden Komponenten zu etwas Neuem. So erfordert zum Beispiel eine Datenbank für altindische Texte³ eine strukturelle und bestenfalls auch inhaltliche Kenntnis des Forschungsgegenstandes, mindestens jedoch Zugang zu jemandem mit diesen Kenntnissen und zudem die Fähigkeit, eine Datenbank und Weboberfläche zu entwickeln.⁴

Doch dieser Prozess ist mehr als die Summe seiner Teile. Der „Service-Charakter“ solcher Anwendungen wurde in den DH längst durch ein wissenschaftliches Interesse ersetzt, das die Umformung von analogen in digitale Objekte und die mediale Übersetzung in den Vordergrund rückt. Presner (2010, S. 6) beschreibt in Digital Humanities 2.0: A Report on Knowledge:

³ S. VedaWeb, Projekt der Universität zu Köln: <https://vedaweb.uni-koeln.de/>

⁴ Siehe dazu auch: „[It takes a village: Co-developing VedaWeb, a Digital Research Platform for Old Indo-Aryan Texts](#)“, Kiss et al. 2019.

„While the first wave of Digital Humanities tended to focus, perhaps somewhat narrowly, on text analysis [...] within established disciplines, Digital Humanities 2.0 introduces entirely new disciplinary paradigms, convergent fields, hybrid methodologies, and even new publication models that are often not derived from or limited to print culture.“

Berry (2012, S. 3) ergänzt in der Einführung von Understanding Humanities: „That is, computational technology has become the very condition of possibility required in order to think about many of the questions raised in the humanities today.“

2.1 Vorteile fachlicher Vielfalt

Was bedeutet diese starke Interdisziplinarität nun für die Vermittlung von KI in der DH-Lehre? Einerseits öffnet sie den Raum für Projekte mit verschiedensten Fächern, die ohne die DH nicht ohne Weiteres zur Informatik gefunden hätten. Andererseits betont sie die fachliche Heterogenität der Studierenden, die womöglich aus der Kunstgeschichte, der Linguistik, der Archäologie, der Literaturwissenschaft und anderen Fächern kommen und auf einen gemeinsamen Kenntnisstand gebracht werden müssen. Auch technische Fähigkeiten sind nicht immer gleichmäßig in der Gruppe verteilt: Erfahrungen mit Methoden der Sprachverarbeitung führen etwa zu anderen Vorkenntnissen als solche mit der Webentwicklung oder der Datenanalyse. Diese verschiedenen Wissensstände in Einklang zu bringen und effektiv auf das Thema der KI zu richten, ist eine der zentralen Herausforderungen für eine effiziente Lehre.

Da es in den DH kein standardisiertes Curriculum gibt, das hochschulübergreifend dieselben Grundlagen vermittelt,⁵ ist jeder Kurs über KI notwendigerweise ein Zuschnitt auf die lokalen Gegebenheiten. Lehrende müssen hierbei vor allem berücksichtigen, auf welchem Fach der Fokus ihrer Studierenden bislang lag und in welchem Umfang bereits Grundlagen der Informatik und des Programmierens gelehrt wurden. Im Falle des DH-Studiengangs „Informationsverarbeitung“ an der Universität zu Köln besitzen die meisten Studierenden beispielsweise eine Grundausbildung im Programmieren, entweder mit Java oder Python, und kennen die fundamentalen Theorien der Informatik. Allerdings können die geisteswissenschaftlichen Kenntnisstände dieser Studierenden stark variieren, je nachdem, welches (Neben-)Fach im bisherigen Studienverlauf belegt wurde. Anders verhält es sich bei Studierenden der Linguistik, die ebenfalls häufig Kurse der DH besuchen: Sie haben ein homogen fortgeschrittenes Wissen in den Sprachwissenschaften, doch oft wenig oder keine Programmiererfahrung.

Während verschiedene fachliche Hintergründe in aller Regel eine Bereicherung darstellen, indem sie den fachübergreifenden Transfer von ähnlichen Problemstellungen in den verschiedenen geisteswissenschaftlichen Fächern stimulieren, sollten Unterschiede in den technischen Vorkenntnissen zunächst gezielt ermittelt werden, damit sie in der Lehre direkt adressiert und ausgeglichen werden können. Ein pragmatischer Ansatz für die Ermittlung des technischen Wissensstandes der Teilnehmenden ist beispielsweise eine Umfrage oder ein unbenotetes Quiz zu Beginn des Kurses. Dieses kann aus einer

⁵ Tatsächlich gibt es hier noch nicht einmal eine einheitliche Benennung; zum Beispiel ist der Studiengang in Köln seit seiner Einführung in den frühen 1990er Jahren als „Informationsverarbeitung“ benannt, wird jedoch mittlerweile vom Institut für Digital Humanities getragen. Der Kölner Studiengang ist dabei im Sinne einer geisteswissenschaftlichen Fachinformatik angelegt und umfasst neben einem computerlinguistischen Zweig („Sprachliche Informationsverarbeitung“) auch die „Historisch-Kulturwissenschaftliche Informationsverarbeitung“, deren Schwerpunkt auf nicht-textuellen Daten in den digitalen Geisteswissenschaften liegt.

Selbsteinschätzung, einigen Wissensabfragen oder einer Pseudocode-Aufgabe bestehen. Als Alternative oder Ergänzung eignet sich ein offenes Gespräch über die Vorkenntnisse der Studierenden in der ersten Sitzung, um gezielt Nachfragen zu stellen. Die Lehrmaterialien können nach dieser Datenerhebung besser auf die Anforderungen der Studierenden ausgerichtet werden, da sich so besser einschätzen lässt, inwieweit bestimmte Inhalte zu hoch- oder niederschwellig für den Kurs sein könnten und gegebenenfalls auf den entsprechenden Bedarf angepasst werden müssen. Führt man eine solche Befragung jedes Semester durch, erhält man zudem eine gute Datengrundlage, um Kenntnisse und Fähigkeiten der Studierenden über einen größeren Zeitraum einschätzen und für zukünftige Kurse planen zu können.

2.2 Programmieren in den Digital Humanities

Die Fähigkeit, Software zu entwickeln und zu modifizieren, Datenbanken zu verwalten und flexibel mit Dateiformaten umzugehen, sehen wir als essenziellen Bestandteil des DH-Skillsets. Man kann den Stellenwert der Programmierausbildung für das Verständnis der disziplinären Grundlagen der DH kaum hoch genug ansetzen. In seinem Buch *Program or be Programmed* findet Rushkoff (2010, S. 7) drastische Worte, um diesen Punkt zu unterstreichen: „Program or be programmed. Choose the former, and you gain access to the control panel of civilization. Choose the latter, and it could be the last real choice you get to make.“ In jedem Fall lässt sich feststellen, dass Kompetenz in digitalen Technologien eine Teilhabe an aktuellen Entwicklungen ermöglicht – dies gilt für DH und KI gleichermaßen: Moderne Sprachmodelle (sogenannte *language models* zur Verarbeitung natürlichsprachlicher Texte) etwa werden zwar durch Forschungseinrichtungen und Unternehmen öffentlich zur Verfügung gestellt, doch anwendbar und wertvoll werden sie erst durch die nötige Programmierkenntnis.

Noch deutlicher wird dieser Punkt bei KI-Systemen, die unter Ausschluss der Öffentlichkeit entwickelt werden und deren Einsatz ein hohes Risiko für die Gesellschaft mit sich bringt. KI wird so zu einem Werkzeug der Machtausübung, wie Crawford (2021, S. 8) in *Atlas of AI* erklärt:

„[D]ue to the capital required to build AI at scale and the ways of seeing that it optimizes AI systems are ultimately designed to serve existing dominant interests. In this sense, artificial intelligence is a registry of power.“

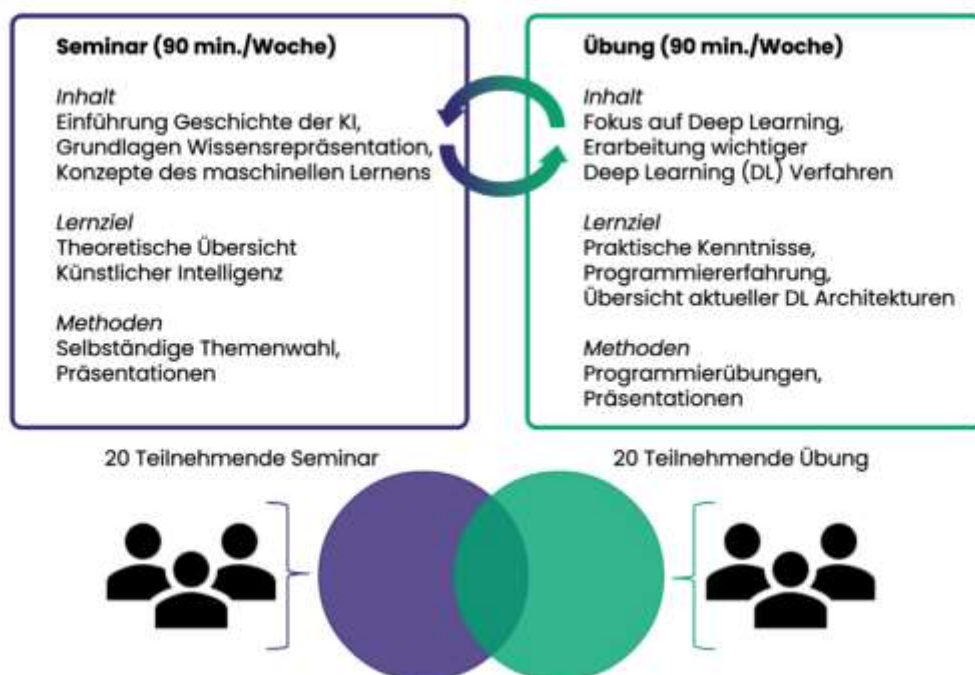
Fest steht, dass die Kapazitäten von KI Möglichkeiten eröffnen, die sich zunächst für jeden beliebigen Zweck einsetzen lassen. Programmierkenntnis und die damit verbundenen Kompetenzen stellen Wege dar, diese Entscheidungsprozesse nachzuverfolgen und zu hinterfragen und so zu jedem Zeitpunkt die technische Umsetzung einer Idee mit den zugrunde liegenden Werten abgleichen zu können. Insbesondere für Studierende der DH, die in den Geisteswissenschaften geschult sind, sind Programmierkenntnisse damit unerlässlich für ein umfassendes Verständnis der Entwicklung und des Einsatzes von KI.

3. Paralleler Wissensaufbau: Theorie und Praxis

Für das Modul „Künstliche Intelligenz“, das an der Universität zu Köln in den Masterstudiengängen „Informationsverarbeitung“, „Medieninformatik“ und „Linguistik“ angeboten wird, wurde eine Kombination aus zwei Lehrveranstaltungen von jeweils 90 Minuten pro Woche eingerichtet: ein Seminar für die Vermittlung der übergreifenden Theorie sowie eine praktische Übung mit einem Fokus auf Deep Learning für die gezielte Vermittlung von praktischen Kenntnissen durch Projekte mit den Studierenden (siehe Abbildung 1). Die Gruppen beider Veranstaltungen umfassten jeweils etwa 20 Studierende, von denen der Großteil beide Kurse parallel belegte. Die Inhalte der beiden Veranstaltungen wurden so abgestimmt, dass die Materialien einander ergänzen konnten. Nachfolgend werden beide Lehrveranstaltungen kurz beschrieben, ergänzt durch einen Erfahrungsbericht über deren Umsetzung, wobei der Schwerpunkt gemäß der thematischen Ausrichtung dieses Bandes auf der praktischen Übung sowie der Integration der Materialien des KI-Campus liegt.

Abbildung 1

Darstellung des Kursaufbaus und der Interaktion zwischen Seminar und Übung



Das Seminar zielt darauf ab, zunächst eine gemeinsame Grundlage zu schaffen, die die Kernbereiche der KI umfasst, um dann spezifische Themenbereiche über eine Schwerpunktsetzung durch die Teilnehmenden je nach fachlichem Hintergrund, Affinität und Interessenlage in den Blick zu nehmen. Damit verbunden ist eine weniger technische als vielmehr theoretisch motivierte Ausrichtung des Seminars; so werden auch spezifisch geisteswissenschaftlich geprägte Perspektiven einbezogen, wie etwa die epistemologischen Implikationen und die gesellschaftlichen Auswirkungen von KI-Systemen. Die Berücksichtigung der unterschiedlichen fachlichen Vorkenntnisse nimmt dabei eine zentrale Rolle ein. So ist das Modul zwar im Studiengang „Informationsverarbeitung“ (und damit in den DH) verankert, als Ergänzungsmodul ist es jedoch gleichzeitig offen für Studierende aus anderen Fächern der Philosophi-

schen Fakultät und des Studium Generale. Neben Studierenden der Linguistik, der Medienwissenschaften und der Medieninformatik finden sich dadurch unter den Teilnehmenden beispielsweise auch Studierende der Philosophie, der Physik und der Rechtswissenschaften.

Die aktuellen Lehrinhalte des Seminars basieren im ersten, einführenden Teil überwiegend auf dem KI-Lehrbuch von Stuart Russell und Peter Norvig („Artificial Intelligence: A Modern Approach“, 2022). Der erste Teil des Seminars beinhaltet eine Einführung in den Gegenstand und die Geschichte der KI, vermittelt Grundlagen der Wissensrepräsentation und -verarbeitung sowie grundlegende Konzepte des maschinellen Lernens und der damit verbundenen Algorithmen. Hiermit wird zunächst eine stabile gemeinsame Grundlage für den zweiten Teil des Seminars geschaffen, in dem die Schwerpunkte durch die Studierenden selbst in Form von Themensitzungen mitgestaltet werden. Der zweite Teil des Seminars ist bewusst offen angelegt, damit fortlaufend auch aktuelle Themen integriert werden können. Die Inhalte reichen von konkreten Anwendungen aus dem Bereich der DH und der Medieninformatik über so verschiedene Themenbereiche wie Neurocomputing, Artificial Life, Schwarmintelligenz, Robotik, Smart Homes, philosophische und gesellschaftliche Implikationen von algorithmischen Entscheidungen bis hin zu ethischen und rechtlichen Fragen.

Die Übung soll die Studierenden indes zu einem praktischen Einsatz der in der Theorie gewonnenen Einsichten befähigen. Um das übergreifende Thema der KI anschaulicher und konkreter zu gestalten, sind die Inhalte der Übung auf die Technologie der Neuronalen Netze bzw. des Deep Learning fokussiert – eine der leistungsstärksten und am weitesten verbreiteten Methoden des Machine Learning. Neuronale Netze spielen in zahlreichen Bereichen eine wesentliche Rolle; Sprach- und Bildverarbeitung sind dabei zwei Themenfelder, die besonders anschaulich sind. Die Studierenden lernen im Laufe der Übung Ursprünge, Entwicklung und fundamentale Architekturen Neuronaler Netze kennen. Als Überbau fungiert die chronologische Entwicklung der Technologie, vom McCulloch-Pitts-Neuron über den Rosenblatt-Perzeptron, Rekurrente Neuronale Netze, Long-Short-Term-Memory-Netze, Convolutional Neural Networks und Transformer bis hin zu den aktuellen Architekturen. Die letzten Sitzungen gelten einem Exkurs in die Interpretierbarkeit und die KI-Ethik. Zusätzlich werden Sitzungen über die Verwendung von Python und Jupyter Notebook abgehalten sowie drei Gastvorträge mit Expert:innen aus Industrie und Wissenschaft eingeplant, um ein besseres Bild über die Verwendung von Neuronalen Netzen in der Praxis zu vermitteln.

Während die technischen Vorkenntnisse der Studierenden für das theoretisch ausgerichtete Seminar von untergeordneter Bedeutung sind, stellen die zum Teil sehr unterschiedlichen Kenntnisstände für die Gestaltung der praktischen Übung eine große Herausforderung dar. Um die Wissensstände anzugleichen und die Vermittlung von technischen Details an alle Kursteilnehmenden zu ermöglichen, kamen im Rahmen der Übung verschiedene Mittel zum Einsatz:

- Allgemeine Sitzung zu Python, TensorFlow und Jupyter Notebooks, bei der die Studierenden nach einer Anleitung durch den Dozenten selbstständig Aufgaben bearbeitet haben. Unserer Erfahrung nach hätte dieser Einstieg auch zwei bis drei Sitzungstermine einnehmen können – besonders für Studierende ohne technische Vorkenntnis ist die Einarbeitung in die verschiedenen Technologien

eine große Hürde, die nur durch Zeit und Übung überwunden werden kann. Diese müssen die Studierenden natürlich selbst investieren, doch die Heranführung und die initialen Anweisungen spielen dabei eine essenzielle Rolle.

- Einteilung der Gruppen, sodass in jeder Gruppe wenigstens ein Studierender oder eine Studierende mit technischen Vorkenntnissen anwesend ist. Dies ermöglicht Austausch und eine Aufteilung der Aufgaben.
- Bereitstellung fertiger Jupyter Notebooks zur eigenständigen Erkundung durch die Studierenden. Für eigene Programmierung fehlten in den Sitzungen oft Zeit und Konzentration, doch Ausführung und Nachverfolgung sowie Vervollständigung von Code sind Aufgaben, die auch in diesem engen Zeitrahmen zu bewältigen sind.

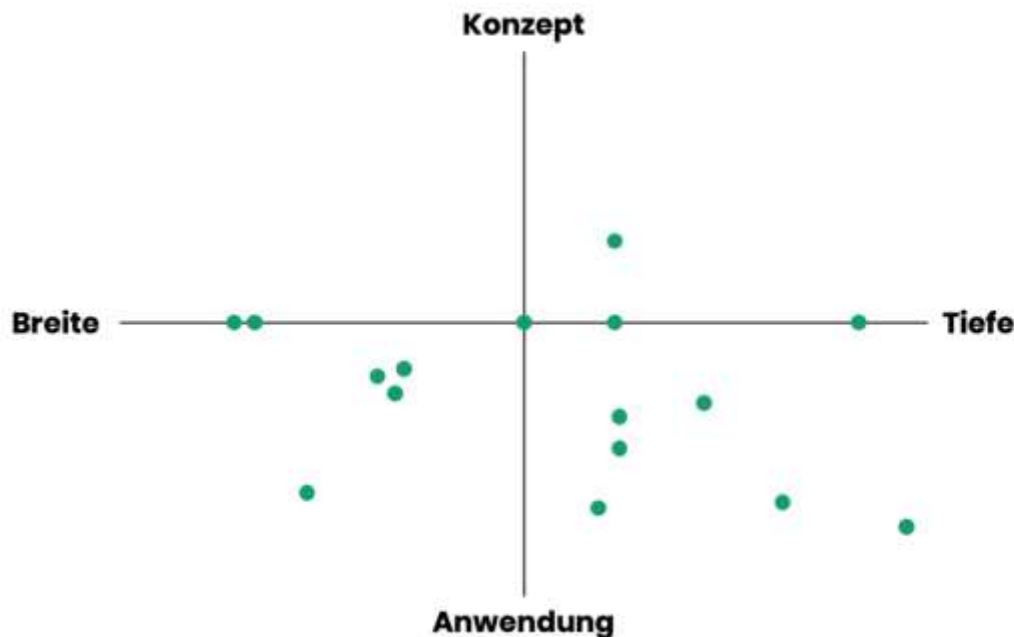
Für die Vor- und Nachbereitung der Sitzungen erwiesen sich zudem die Open Educational Resources (OER) des KI-Campus als sehr wertvoll, da diese besonders Studierenden ohne technische Vorkenntnisse ein verständliches und umfassendes Bild der Themen vermitteln konnten. Angebote mit Programmier-Tutorials auf der Lernplattform wurden zudem mehrfach gelobt – für diese Form der Materialien besteht offenkundig ein großer Bedarf unter Studierenden. Massive Open Online Courses (sogenannte MOOC) sind im Bereich Programmierung schon längst Standard für den eigenständigen Wissenserwerb, das umfassende Online-Lernangebot kann jedoch überfordernd wirken. Auch in diesem Sinne bietet der KI-Campus einen Vorteil: Die Kollektion von Lehrmaterialien ist übersichtlich sowie themenspezifisch in abgeschlossene Einheiten eingeteilt und eignet sich damit für gezieltes Lernen.

4. Erfahrungsbericht und Evaluation

Um die Erwartungen an die Inhalte der Übung abzufragen, wurde eine simple zweidimensionale Skala entworfen, die in der y-Achse die Pole „Konzept“ und „Anwendung“ und in der x-Achse die Pole „Breite“ und „Tiefe“ abbildet (siehe Abbildung 2). Studierende konnten sich in der ersten Sitzung auf dieser Skala verorten und ihre allgemeinen Präferenzen mitteilen. Durch dieses einfache Mittel konnte ein schneller Überblick über die Erwartungen gewonnen werden, und punktuell ließen sich weiterführende Gespräche über den Aufbau und die Themen der nächsten Sitzungen anschließen. Erwartungsgemäß waren die meisten Studierenden am meisten an einer Fokussierung auf die Anwendung interessiert, was in einer abschließenden Feedbacksitzung auch nochmals betont wurde.

Abbildung 2

Zweidimensionale Skala zur allgemeinen Abfrage von Erwartungen



Die einzelnen Sitzungen der Übung folgten weitgehend demselben Aufbau: Eingeleitet wurden sie mit einem kurzen Quiz bestehend aus drei Fragen zur jeweils letzten Sitzung, wobei der Schwierigkeitsgrad variierte. Nachfolgend gab es einen Vortrag durch den Dozenten zum Sitzungsthema, der etwa 30 bis 40 Minuten in Anspruch nahm, und anschließend eine Studierendenpräsentation, die das Thema konkretisierte und zudem einen Programmierteil enthielt. Diese Präsentation sollte sowohl die theoretische als auch die praktische Auseinandersetzung mit dem Thema ermöglichen, sodass die Studierendengruppen selbstständig entsprechend ihren Vorkenntnissen über die Gewichtung entscheiden konnten. Beispielsweise hätten die Studierenden für das Thema bildverarbeitender Netzwerke etwa eine stärkere Gewichtung auf die Theorie der Filter- und Pooling-Schichten oder auf eine praktische Veranschaulichung der Theorie durch ein Jupyter Notebook legen können, je nach Wissensstand und Interessenlage. Den Studierenden sollte so bewusst die Entscheidung über die konkrete Ausgestaltung freigestellt werden.

Insgesamt führte dies aber zu einem größeren Fokus auf den konzeptionellen Teil der Themen, sodass für die praktische Umsetzung in den Sitzungen teils zu wenig Zeit blieb. Bei einer Wiederholung der Übung sollte die Gewichtung aus diesem Grund deutlich stärker auf der Programmierung liegen und jede Gruppe dazu angehalten werden, ihr Thema anhand des Codes zu präsentieren, da die recht raumgreifende Vorstellung eines Jupyter Notebooks andernfalls nicht immer vollständig realisiert werden kann. Die Präsentationen sollten zudem stets praktische Aufgaben beinhalten, die die Studierenden in der Sitzung bearbeiten müssen – die Praxis zeigte jedoch, dass der Vortrag und die Erklärung der Aufgaben oft kaum Zeit für deren Bearbeitung ließen. Hier wäre aus unserer Sicht eine stärkere Beschränkung der Präsentationszeiten angemessen: Eine Gliederung in Form eines 15-minütigen Vortrags durch den/die Dozierenden und weiterer zehn Minuten Vortrag durch die Studierenden, gefolgt von einer praktischen Aufgabe, scheinen für den zeitlichen Rahmen angemessener zu sein.

Die KI-Campus-Materialien wurden insgesamt sehr gut aufgenommen und bildeten eine wertvolle Ergänzung zu den eingesetzten Primärquellen. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die in der Übung genutzten Materialien des KI-Campus. Einzelne Abschnitte aus den Online-Kursen herauszulösen, stellte sich allerdings als schwierig heraus, da diese oft auf Vorwissen aufbauten, das zuvor im selben Kurs vermittelt wurde. Besonders der auf KI-Campus gelistete Kurs „[Dive into Deep Learning](#)“⁶ stellt einen umfassenden und detailreichen Einstieg in das Thema Neuronaler Netze dar. Für audiovisuelles Material sowie Quiz und Programmier-Tutorials war jedoch das Angebot des KI-Campus besser geeignet. Die Kombination aus fachlicher Primärquelle und niedrigschwelliger Sekundärquelle erwies sich in dieser Hinsicht für die meisten Studierenden als sehr praktisch.

Tabelle 1

Liste der in der Übung verwendeten KI-Campus-Materialien je Sitzungsthema

SITZUNGSTHEMA	KI-CAMPUS KURS
Grundlagen Neuronaler Netze	„ Behind an accurate prediction – Machine learning in an industrial environment “ ⁷ Modul 1: Machine Learning in AI Part 1–4
Long Short-Term Memory	„ Natural Language Processing “ ⁸ Kapitel 9 „Keyphrase Extraction“: 7 & 8
Convolutional Neural Network	„ AMALEA – Angewandte Machine-Learning-Algorithmen “ ⁹ Woche 5: 2.1, 3.1 und 4.1
BERT	„ Dive into Deep Learning “ ¹⁰ Kapitel 14 „NLP: Pretraining“: 14.8–14.10 und Kapitel 15 „NLP: Applications“: 15.6 & 15.7
Interpretierbarkeit: Einführung	„ Erklärbares Maschinelles Lernen für Ingenieurwissenschaften “ ¹¹ Modul 2: 1–3
Interpretierbarkeit: Black Boxe	„ Erklärbares Maschinelles Lernen für Ingenieurwissenschaften “ Modul 6: 1–3, 4 optional
Interpretierbarkeit: Algorith. Fairness	„ Daten- und Algorithmenethik “ ¹² Episode 4

Auch für das Seminar waren die digitalen Lernangebote des KI-Campus eine wertvolle Ergänzung, insbesondere für den zweiten Teil, dessen inhaltliche Schwerpunkte durch die Studierenden selbst mitgestaltet wurden. Für die Vorbereitung der selbst gewählten Themen sollten die Studierenden zunächst die zu ihrem Thema auf KI-Campus verfügbaren Lernmaterialien auswerten und nach Möglichkeit ausgewählte Inhalte für die Ausarbeitung und Durchführung einer eigenen Themensitzung einsetzen. Entsprechend wurde das Angebot des KI-Campus im Zuge einer als qualitatives Interview angelegten Evaluation von den Studierenden überwiegend als hilfreich und bereichernd bewertet. Gelobt wurden unter anderem das abwechslungsreiche Angebot, die Möglichkeit zur selbstständigen Vertiefung (insbesondere bei Themen, die nicht in eigenen Sitzungen angesprochen wurden) und die ständige Ver-

⁶ <https://ki-campus.org/courses/d2l>

⁷ <https://ki-campus.org/courses/mlindustrial-uol2021>

⁸ <https://ki-campus.org/courses/nlp-dfki2021>

⁹ <https://ki-campus.org/amalea>

¹⁰ <https://ki-campus.org/courses/d2l>

¹¹ <https://ki-campus.org/courses/erklarbareki2020>

¹² <https://ki-campus.org/courses/daethik2020>

fügbare. Auch die Kombination von OER und selbstständig recherchiertem Material für die Ausarbeitung von Themensitzungen wurde grundsätzlich als positiv empfunden, jedoch konnten nur in Einzelfällen tatsächlich auch Materialien des KI-Campus eingesetzt werden. In einigen Fällen gelang die Integration nicht, da keine passenden Inhalte vorlagen, um gezielter in spezielle Themenbereiche einzusteigen – hierzu zählten zum Beispiel die Themen „Computerspiele/Gaming“, „KI in den Rechtswissenschaften“, „KI in Kunst und Literatur“ sowie der Themenbereich „Interpretierbarkeit und Erklärbarkeit von KI-Anwendungen“. Eine größere thematische Abdeckung wurde dementsprechend auch mehrfach als Verbesserungsvorschlag geäußert. Daneben wurde zum einen angeregt, das Material auch in kleineren Einheiten anzubieten (statt nur in Form ganzer Kurse), um diese zielgerichtet nutzen zu können. Zum anderen wünschten sich die Studierenden eine verbesserte Suchfunktion, sodass auch innerhalb von Kursen gesucht werden kann.

5. Fazit

Die Zusammenführung von geisteswissenschaftlichen und informatischen Perspektiven wird mit voranschreitender Digitalisierung zunehmend an Relevanz gewinnen – nicht zuletzt angesichts der vielfältigen Herausforderungen, vor die uns eine vernetzte Gesellschaft und der zunehmende Einsatz von KI-Techniken stellen. Denn im Kern dieser Entwicklungen steht die Frage, in welchem Ausmaß, von wem und zu welchen Zwecken die wachsenden Kapazitäten von Computern verwendet werden. Auch wenn schon seit dem ersten Auftreten von KI-Anwendungen Antworten auf diese Fragen gesucht wurden, verleihen die zunehmenden Rechenressourcen und die sich eröffnenden Einsatzfelder für computer-gestützte Analysen der Beantwortung dieser Fragen neue Dringlichkeit. Nie zuvor konnten Menschen bzw. menschliches Verhalten in derart effizienter Form analysiert und klassifiziert werden, und wenige Technologien waren so gut geeignet, in so hohem Maße Einfluss und Kontrolle auszuüben. Es ist dieses Potenzial, das gleichzeitig auch das Risiko von Künstlicher Intelligenz darstellt und somit ein Korrektiv verlangt, das in der Lage ist, sowohl die technischen Aspekte als auch die gesellschaftlichen Konsequenzen einer Anwendung einzuschätzen und gegebenenfalls zu verändern.

Die DH bieten ein ideales Umfeld, um Studierende darin auszubilden, diese Rolle zu übernehmen. Während die kritische Reflexion von Technologie kein typischer Bestandteil von Curricula in der Informatik ist, ist sie in den digitalen Geisteswissenschaften essenziell. Studierende werden nicht nur dazu ausgebildet, Probleme ihrer Fachbereiche mit digitalen Mitteln zu lösen, sondern sie lernen auch, diese Mittel von Fall zu Fall neu zu bewerten sowie unter anderem gesellschaftliche und ethische Folgen einzuschätzen. Aus diesem Grund halten wir die Lehre von KI-bezogenen Themen in dieser Wissenschaftsdisziplin für unabdingbar, ebenso wie die Ausbildung im technischen Handwerk, dem Programmieren.

In diesem Beitrag haben wir unseren Ansatz für die Organisation zweier Lehrveranstaltungen vorgestellt, die die theoretischen und praktischen Dimensionen von KI parallel vermitteln und dabei heterogene Kenntnisstände der Studierenden berücksichtigen. Neben dem Einsatz angeleiteter Programmierübungen erachten wir auch die Einteilung des Themas in ein allgemeines Seminar und eine auf Deep Learning fokussierte Übung als erfolgreiches Vorgehen. Die Studierenden bestätigten durch ihre Rückmeldung den Erfolg dieser Kombination und unterstrichen auch die Vorteile der Einbindung von OER in das Lehrangebot als Quelle flexibler Materialien zur eigenen Fortbildung.

Die oben skizzierten Herausforderungen des Einsatzes von KI setzen sich auch in der Lehre fort. Zukünftig werden mehr kreative Konzepte für die offene und transparente Bildung über KI vonnöten sein, je stärker die verschiedensten Aspekte dieser Technologie die Gesellschaft betreffen. Wenn auch drastisch, so ist die Aussage „Program or be programmed“ doch ein angemessenes Leitmotiv für Lehrende im Bereich KI, die ihre Studierenden auf die umfassenden Anforderungen dieses Feldes vorbereiten wollen.

Literaturverzeichnis

- Berry, D. (2012). *Introduction: Understanding Digital Humanities*. Palgrave Macmillan.
- Crawford, K. (2021). *The Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. Yale University Press.
- Drucker, J. (2013). *Introduction to Digital Humanities: Concepts, Methods, and Tutorials for Students and Instructors*. UCLA Center for Digital Humanities.
- Europäische Kommission (2021). Regulatory framework proposal on artificial intelligence. European Commission. <https://www.digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
- Gefen, A., Saint-Raymond, L. & Venturini, T. (2021). AI for Digital Humanities and Computational Social Sciences. In B. Braunschweig & M. Ghallab (eds), *Reflections on Artificial Intelligence for Humanity*. Springer.
- Kiss, B., Kölligan, D., Mondaca, F., Neufeind, C., Reinöhl, U. & Sahle, P. (2019). It Takes a Village: Co-developing VedaWeb, a Digital Research Platform for Old Indo-Aryan Texts. In S. Krauwer & D. Fišer (eds.), *TwinTalks at DHN 2019 – Understanding Collaboration in Digital Humanities*. CEUR Workshop Proceedings. <https://www.ceur-ws.org/Vol-2365/>
- Presner, T. (2010). Digital Humanities 2.0: A Report on Knowledge. In M. Bailar (ed.), *Emerging Disciplines: Shaping New Fields of Scholarly Inquiry in and beyond the Humanities*. Bitly. <https://www.bit.ly/3CnUa5w>
- Rushkoff, D. (2010). *Program or Be Programmed: Ten Commandments for a Digital Age*. OR Books.
- Russell, S. & Norvig, P. (2022). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4. Auflage). Pearson Education.
- Schnapp, J., Presner, T., Lunenfeld, P. & Drucker, J. (2015). Digital Humanities Manifesto 2.0. Humanities Blast. https://www.humanitiesblast.com/manifesto/Manifesto_V2.pdf
- Stephen, R. (2012). 9. Programming with Humanists: Reflections on Raising an Army of Hacker-Scholars in the Digital Humanities. In B. Hirsch (ed.), *Digital Humanities Pedagogy: Practices, Principles and Politics*. Open Book Publishers.

Kapitel 6

Die Tracking Olympiad – Forschendes Lernen durch kooperative und kompetitive Praxisprojekte

Andreas M. Kist

Zusammenfassung

Dieses Fellow-Projekt des KI-Campus basiert auf der Kombination zweier Veranstaltungen, den Data Science Survival Skills und der anschließenden Tracking Olympiad. Die Kombination aus Grundlagenvermittlung und Praxisprojekt durch diese beiden Module ist elementar für eine erfolgreiche Lehre im Bereich des Forschenden Lernens. Speziell durch die Tracking Olympiad werden Studierende ganzheitlich – individuell und in Teams – gefordert: von der Datengenerierung über die Auswahl der Methodik bis hin zu der Ergebnisvorstellung. Durch diese Praxisprojektgestaltung gewährleisten wir kompetitive und kooperative Komponenten.

Schlüsselbegriffe

Künstliche Intelligenz • Bildanalyse • Tracking • Wettbewerb

1. Anwendung von Künstlicher Intelligenz

1.1 Ausgangslage

Die Erforschung und Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) wird von verschiedenen staatlichen und privaten Stakeholdern massiv gefördert. Vor allem mit dem Durchbruch der Deep-Learning-Methoden vor einigen Jahren konnten vorher schwer oder nicht lösbare Probleme angegangen werden. Höhepunkte, wie Gewinnen im kompetitiven Go (Silver et al. 2016), das Falten von Proteinen (Jumper et al. 2021) sowie das Generieren von hochqualitativen Bildern basierend auf einer Textzeile (Ramesh et al. 2022), zeigen das Potenzial dieser Hochtechnologie auf. Mit KI können Forschungsgebiete, die auf unstrukturierten oder hochdimensionalen Daten basieren, erst erschlossen werden, da die manuelle Sichtung und Interpretation je nach Thematik weder möglich noch ökonomisch ist. Veranstaltungen, die den Studierenden geeignete Werkzeuge an die Hand geben, sind deswegen stark gefordert.

A. M. Kist (✉)
andreas.kist@fau.de
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Deutschland

1.2 Zielgruppe

Die Hauptzielgruppe sind Studierende der Masterprogramme Informatik, Artificial Intelligence, Medizintechnik, Data Science und Life Science Engineering der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg. Insgesamt sprechen wir mehrere Hundert Studierende an. Die Studierenden verfügen über ein Grundverständnis in den Fächern Mathematik, Informatik und Ingenieurwesen.

2. Didaktisches Konzept

Das Fellowship-Programm des KI-Campus fördert die Erprobung innovativer Lehrkonzepte zur anwendungsorientierten Vermittlung von KI- und Datenkompetenzen. Das vorgestellte Projekt greift diese Kernelemente auf und zielt auf die Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) durch Forschendes Lernen ab. Anhand zweier konsekutiver Module (siehe Abbildung 1) – Data Science Survival Skills (DSSS) im Wintersemester 2021/2022 und Tracking Olympiad (TO) im anschließenden Sommersemester –, die im Rahmen der Internationalisierung auf Englisch unterrichtet werden, erlauben wir Studierenden, sich in der Künstlichen Intelligenz und benachbarten Gebieten zurechtzufinden (DSSS, rezeptiv und aktiv) und ihr erworbenes Wissen in Einzel- sowie Teamarbeit anzuwenden (TO, aktiv). Die Kurse sind so angelegt, dass beide erfolgreich absolviert werden können, ohne den jeweils anderen zwingend belegen zu müssen. Auf diese Weise kann die Anzahl erreichbarer Studierender maximiert werden, solange die individuellen Voraussetzungen gegeben sind. Ziel ist es, die Studierenden zusätzlich zu inhaltsorientierten Lehrangeboten an der FAU, beispielsweise Lehrveranstaltungen im Bereich Deep Learning, Künstliche Intelligenz und Mustererkennung, anwendungsorientiert auszubilden. Dieses ganzheitliche Konzept erlaubt den Studierenden einen erfolgreichen Einstieg in die an- und abschließende Masterarbeit sowie eine bessere Vorbereitung auf das Berufsleben im KI-Umfeld.

2.1 Grundlagen schaffen durch Data Science Survival Skills

Das DSSS-Modul ist als Vorlesung mit vorlesungsspezifischer Übung konzipiert. Dies erlaubt die Einführung konzeptioneller Ideen sowie deren direkte Anwendung. Die Studierenden erhalten somit nicht nur Einblicke in verschiedene Themen, sondern vertiefen auch deren Praxis in passend ausgestalteten Übungen. Sie erwerben beispielsweise Kompetenzen zur korrekten Versionierung von Programmcode, zur richtigen Aufbereitung und Verwendung von Daten sowie zur Visualisierung von Ergebnissen. Die Übungen bieten den Studierenden passende Praxisbeispiele, die zu Hause oder vor Ort bearbeitet werden können. Eine schriftliche Prüfung stellt den Kompetenzerwerb sicher.

Jede thematische Einheit wird in drei Teilen behandelt: Vorlesung, KI-Campus-gestütztes E-Learning und dazugehörige Übung. Bei den E-Learning-Elementen fokussieren wir uns auf Open Educational Resources (OERs) wie passende Blogeinträge sowie Videoangebote, die vorbereitend auf die Übung und begleitend zur Vorlesung empfohlen werden. Dazu gehören beispielsweise Beiträge auf Medium.com sowie YouTube-Materialien von 3Blue1Brown, die ebenfalls über den KI-Campus erhältlich sind. In DSSS haben wir ebenfalls KI-Campus-Originale wie beispielsweise „[Was ist eigentlich KI?](#)“¹ eingesetzt sowie Elemente des Kurses „[Einführung in die KI](#)“² von UnternehmerTUM entnommen und für unsere Zwecke

¹ <https://ki-campus.org/videos/wasistki>

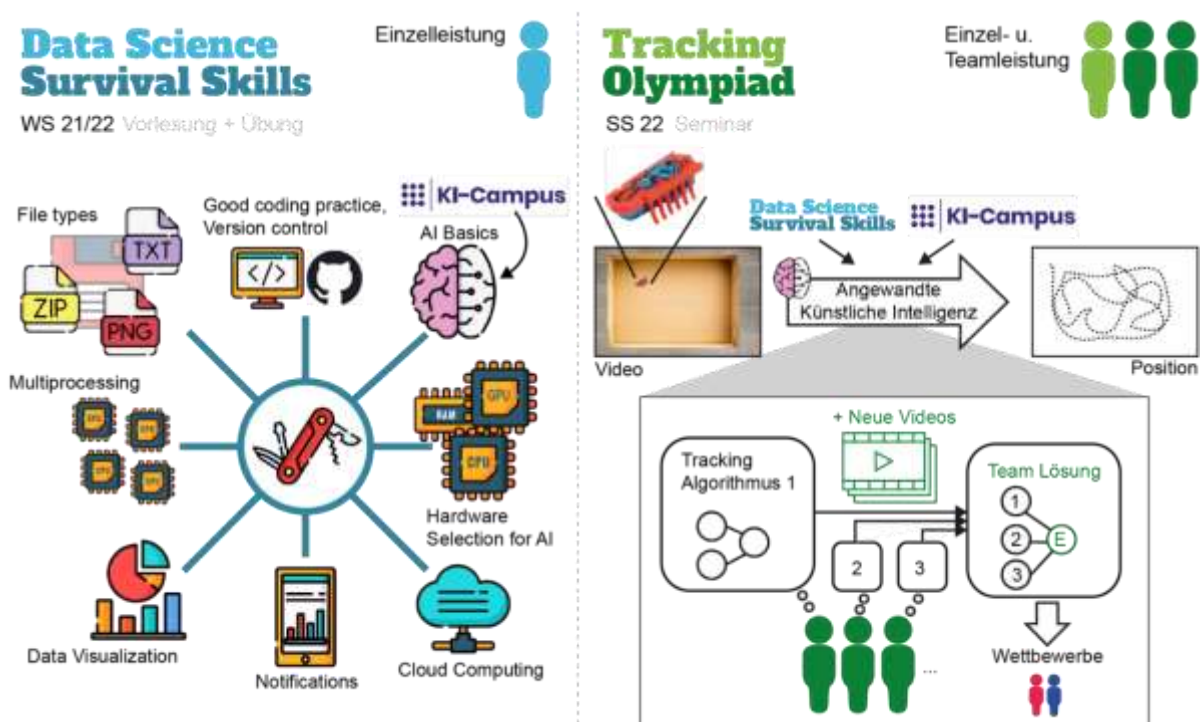
² <https://ki-campus.org/courses/einfuehrungki2020>

angepasst, um generelle Konzepte zu erklären. Der Kurs „[Behind an accurate prediction – Machine learning in an industrial environment](#)“³ wurde für die Vorbereitung des Lehrstoffes verwendet, da sich viele Elemente mit den Lernzielen des DSSS-Kurses decken. Im Speziellen wurden die Kursmodule 1 (How Machine Learning works), 2 (Cloud Computing), 3 (Core Concepts), 4 (API) mit Fokus auf Webscraping und REST API sowie Modul 5 (Data Training preparation) verwendet.

Für Studierende mit besonderem Bedarf (beispielsweise für diejenigen mit wenig KI-Erfahrung oder fachfremden Studiengängen) haben wir die Absolvierung von KI-Campus-Kursen empfohlen, zusätzlich zu den fakultativen OER. Das Angebot wurde von 7,4 Prozent der Studierenden (7 von 95) angenommen. Laut persönlicher Rückmeldung der Studierenden haben die Kurse signifikant zu ihrem Lernerfolg beigetragen.

Abbildung 1

Übersicht über Data Science Survival Skills (links) und die Tracking Olympiad (rechts). Die Data-Science-Survival-Skills-Veranstaltung schafft die Grundlage für das anschließende Praxisprojekt in der Tracking Olympiad.



2.2 Die Tracking Olympiad als Praxisprojekt

Die Verfolgung oder das „Tracking“ relevanter Elemente wie sich bewegender Autos oder Tiere ist von höchster Relevanz in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen – von Verkehrsüberwachung über industrielle Prozesse bis hin zur Nachverfolgung von Verhalten biologischer Systeme (von Ziegler et al. 2021). In der Tracking Olympiad (siehe Abbildung, rechts) verfolgen wir ein sich wahllos bewegendes Objekt, einen HexBug, der gewöhnlich im Gesellschaftsspiel „Kakerlakak“ Anwendung findet. Ziel ist es, dass alle Studierenden mithilfe von KI-Methoden einen Algorithmus entwickeln, der den HexBug über

³ <https://ki-campus.org/courses/mlindustrial-uol2021>

die Zeit in einem Video nachverfolgen kann – ganz im Sinne von Forschendem Lernen. Den Studierenden wird die Entwicklungsumgebung wie Scikit-Learn, OpenCV, TensorFlow/Keras und/oder PyTorch freigestellt; für die Vergleichbarkeit sowie eine leichte Integration und Reproduktion des Codes haben wir die Programmiersprache Python festgelegt.

Die Seminarleitung stellt die Daten zur Verfügung, die die Videos mit entsprechenden Positionsinformationen beinhalten (siehe Abbildung 1, rechts). Durch die Anwendung von Methoden des überwachten Lernens können Studierende auf verschiedene Konzepte zurückgreifen, wie beispielsweise Objekterkennung mithilfe von Single-Shot-Detectors oder YOLO-Architekturen (Redmon & Farhadi 2018) oder Pose-abschätzenden Netzen, wie PoseNet oder DeepLabCut (Mathis et al. 2018). Das Wissen aus dem DSSS-Modul soll hier direkt angewendet werden: die Entwicklung von hochqualitativem Code, die Verwendung von geeigneten Werkzeugen zur Dokumentation sowie die adäquate Aufbereitung der zur Verfügung gestellten Daten. Die bereitgestellten Daten bringen Herausforderungen mit sich, unter anderem Menge und Größe der Videos. Ziel ist es, die euklidische Distanz zwischen Vorhersage und annotierten Daten zu minimieren. Dies ist ebenfalls das Bewertungskriterium im Leaderboard, einer einsehbaren Bestenliste.

Darüber hinaus werden die Studierenden in Teams eingeteilt, um die individuellen Ergebnisse zu kombinieren und eine gemeinsame Teamvorhersage für die Position der HexBugs zu erzeugen. Die Teamleistung erfordert verschiedene Persönlichkeitskompetenzen, zum Beispiel Konfliktlösung, Leadership, Integration, Arbeitsteilung und Wissenstransfer zwischen Studierenden. Durch diese gezwungene Interaktion gehen wir auch auf Probleme ein, die wir während der Coronapandemie an unserer Universität beobachten konnten: Studierende haben minimalen Kontakt zu Kommiliton:innen und wünschen sich eine stärkere Interaktion. Vor allem Bildungsmigrierende haben Schwierigkeiten, sich zurechtzufinden und Kontakte zu knüpfen.

Im Team werden zu den zur Verfügung gestellten Trainingsdaten weitere Daten erzeugt. Die Erzeugung von Primärdaten sowie deren Annotation sind wichtige Bestandteile im forschenden Lernen. Studierende sollen mit Lichtverhältnissen, Umgebungen und verschiedenen technischen Lösungen (Smartphone versus Spiegelreflexkamera) experimentieren und den Datenbestand erweitern; die Einbindung der neuen Daten in den Algorithmus ist ausdrücklich erwünscht. Dieser zusätzliche Teamdatensatz wird ebenfalls verwendet, um Interteam-Wettbewerbe zu bestreiten: Welches Team kann auf welchem Datensatz die besten Ergebnisse liefern?

Der entscheidende Wettbewerb betrifft allerdings das Leaderboard. Zurückgehaltene Videos der Seminarleitung werden herangezogen, um die Algorithmen der Teams zu testen. Das Leaderboard ist eine ewige Bestenliste; die zurückgehaltenen Videos bleiben konstant und sind nicht allgemein verfügbar, sodass eine unabhängige Wertung erfolgen kann. Zunächst wird das Leaderboard universitätsintern gebildet. Langfristiges Ziel ist es, mit der kostenfreien Lizenzierung des Konzepts ein nationales und internationales Leaderboard zu schaffen.

Das Konzept des Wettbewerbes, der Einzelleistung und der Teamleistung ist so gewählt, um die Studierenden ganzheitlich zu fordern und zu fördern und damit kooperative sowie kompetitive Elemente in das Projekt zu integrieren. Ein Wettbewerb steigert Ehrgeiz und Motivation, eine Einzelleistung bedingt

die eigenständige Beschäftigung mit dem Themenkomplex sowie das Erfolgsgefühl, dass der eigene Algorithmus das Problem mit einer gewissen Genauigkeit lösen kann. Die Teamleistung, die die einzelnen Algorithmen kombinieren muss, um eine einzige Vorhersage zu treffen, ist Voraussetzung für die Teilnahme am Wettbewerb und erfordert eine offene Kommunikation. Letzteres ist uns besonders wichtig, da das Studium generell eine Einzelleistung ist – und zwar in Form schriftlicher und mündlicher Prüfungen, Bachelor- und Masterarbeiten – und selten Aufgaben im Team gelöst werden, wobei diese Fähigkeit im späteren Berufsleben wahrscheinlich gefordert sein wird.

Für die Benotung einer Seminarleistung sind gewisse Rahmenbedingungen vorgegeben. Wir haben uns entschieden, alle Seminarteilnehmenden einen individuellen Vortrag über eine Trackingmethode halten (50 Prozent der Note) sowie einen Bericht über das Seminar verfassen zu lassen (50 Prozent der Note). Letzterer sollte die Problemstellung, die Methode, die Ergebnisse sowie ein Fazit und einen Ausblick umfassen. Der anvisierte Umfang lag bei etwa zehn Seiten inklusive Referenzen.

3. Die Umsetzung der Tracking Olympiad

Als Vorbereitung wurde ein Datensatz intern erzeugt, der 120 Videos à 100 Bilder enthielt. In jedem Video war mindestens ein HexBug zu sehen, der sich über Zeit und Szene bewegte. Durch ein selbst geschriebenes Interface wurden alle HexBugs individuell an der Kopfspitze markiert. 100 Videos wurden den Studierenden mit Markierungen, fünf ohne Markierungen und 15 gar nicht zur Verfügung gestellt. Die fünf ohne Markierungen galten als Testdaten, um die Güte des Algorithmus auf unbekannten Daten zu bestimmen und eine Zwischenwertung zu erreichen. Die restlichen 15 wurden dazu genutzt, um den finalen Score für das Leaderboard zu bestimmen. Die Projektwebsite wurde ebenfalls entworfen und online zur Verfügung gestellt.

Das Seminar beruht auf wenig, aber notwendigem zu beschaffendem Material. Wir haben von einem Großlieferanten etwa 100 HexBugs bezogen. Zur Motivation wurden individuelle Pokale für das Gewinnerteam (ein Pokal pro Person) bestellt. Weiterhin wurde ein professionelles Fotostativ erstanden, das es erlaubt, senkrechte Aufnahmen mit Kameras und Smartphones zu erzeugen. Die Gesamtkosten beliefen sich für die Sachmittel auf rund 500 Euro.

Eingangs wurden alle Seminarteilnehmenden per Zufallsprinzip in Teams à je drei Personen eingeteilt. Ziel war es, die Teams zu durchmischen und den Teilnehmenden das Kennenlernen weiterer Studierender zu ermöglichen, da das Knüpfen von Kontakten aufgrund der Pandemie sehr stark vernachlässigt worden war.

Für die nächsten Termine schlug die Seminarleitung Vortragsthemen vor, die von den Studierenden selbst ausgewählt wurden. Der Gedanke war, dass durch den Seminarcharakter Vorträge eine gute Möglichkeit sein könnten, um Tracking-Algorithmen zu erklären, vorzustellen und gegebenenfalls zu adaptieren.

Die erste Woche nach der Einführungsveranstaltung wurde in Freiarbeit gestaltet, sodass sich die Studierenden mit den Daten und Gegebenheiten auseinandersetzen konnten. Da sich leider für die an-

schließenden zwei Wochen keine Studierenden bereit erklärten, Vorträge zu halten, wurden Grundkonzepte der Bildverarbeitung und des Trackings von der Seminarleitung selbst erklärt. Dies erwies sich letztlich als sehr hilfreich für die Studierenden, sodass dieses Vorgehen in den nächsten Seminariterationen bewusst beibehalten wird.

Die weiteren elf Wochen waren in zwei Wochentermine für Vorträge mit Diskussion und Freiarbeit eingeteilt; die Freiarbeit („open workspace“) wurde unterschiedlich angenommen (siehe Evaluation 4.1.1).

In der letzten Woche wurden individuelle Termine mit den einzelnen Teams vergeben, sodass die Algorithmen mit den vorenthaltenen 15 Videos getestet werden konnten. Am letzten Tag des Semesters wurden die Ergebnisse auf dem Leaderboard mitgeteilt. Jedes Mitglied des Gewinnerteams erhielt einen Pokal, der an die Tracking Olympiad im Sommersemester 2022 erinnert. Das Ende des Seminars wurde mit kostenlosem Kaffee und Brezeln gestaltet und das Gewinnerteam auf Twitter bekannt gegeben.

4. Evaluation des Praxisprojekts

Die hier beschriebene Evaluation wurde nach Beendigung des Praxisprojekts vorgenommen. Von den insgesamt 24 Teilnehmenden haben 17 das Praxisprojekt erfolgreich abgeschlossen. Für den Fragebogen gab es 14 Rückläufer (58,3 Prozent der Gesamtteilnehmenden und 82,3 Prozent der erfolgreich Abgeschlossenen).

4.1 Aus Sicht der Lernenden

Das Seminar wurde in der Gesamtheit mit 4,64 von 5 möglichen Punkten sehr gut bewertet (1 = sehr schlecht, 5 = sehr gut). Es gab keine Wertung unter 4 Punkten. Nachfolgend wird die eingangs erwähnte Skala (1 = trifft nicht zu bis 5 = trifft voll zu oder 1 = sehr schlecht bis 5 = sehr gut) einheitlich verwendet, sofern nicht anders angegeben.

4.1.1 Organisation

Die Organisation wurde insgesamt mit 4,43 von 5, die Kommunikation mit der Seminarleitung mit 4,86 von 5 möglichen Punkten bewertet. Die Interaktion mit der Seminarleitung wurde als überaus zufriedenstellend (4,5 von 5) beurteilt. 85,7 Prozent der Befragten gaben an, dass die Betreuung während des Seminars ausreichend war; nur 14,3 Prozent hätten sich eine intensivere Betreuung gewünscht. Letztere Gruppe gab aber auch an, nicht aktiv nach einer intensiveren Betreuung gefragt zu haben. Die für freie Arbeit genutzten „open workspaces“ wurden sehr unterschiedlich angenommen: Für das gesamte Semester mit 13 möglichen Terminen wurde der „open workspace“ von 38,5 Prozent der Befragten nur einmal, von 46,2 Prozent zweimal und von 15,4 Prozent dreimal wahrgenommen. Öfters wurde das Angebot von keinem Team/Individuum genutzt.

4.1.2 Individuelle Aufgabe

Die individuelle Aufgabe wurde allgemein sehr gut verstanden (92,9 Prozent); nur eine Person (7,1 Prozent) gab an, die Aufgabe nicht komplett verstanden zu haben. In Box 1 wird ein Auszug an Beschreibungen dargestellt, wie Studierende ihre eigene, individuelle Aufgabe verstanden haben. Die Gelegenheit wurde ebenfalls genutzt, um Feedback zu geben.

Die Schwierigkeit wurde auf einer Skala von 1 bis 5 (1 = sehr einfach, 5 = sehr schwer) mit durchschnittlich 3,5 angegeben, was für eine ausgewogene Schwierigkeit spricht – mit einer Tendenz zum höheren Schwierigkeitsgrad. Dies entspricht unserem Erwartungsbereich. Die gezielte leichte Überforderung ist in der Lage, zu motivieren und den Studierenden die Grenzen ihres Wissens aufzuzeigen, sodass sich der Lernerfolg erhöht.

Die Präsentationen der Kommiliton:innen wurden mit durchschnittlich 3,57 von 5 Punkten (1 = sehr schlecht, 5 = sehr gut) bewertet. Die mittelmäßige Präsentationsqualität hatte ebenfalls Einfluss auf den Lernerfolg: Nur 64,3 Prozent der Studierenden gaben an, dass die Präsentationen ihr Wissen über zeitgemäße Trackingverfahren erweitert haben.

4.1.3 Teamaufgabe

Die Teamaufgabe wurde ebenfalls sehr gut verstanden (4,43 von 5). Eines der Hauptziele der Seminarleitung – durch Teams Kooperationen zu etablieren und den Studierenden die Möglichkeit zu geben, Kommiliton:innen kennenzulernen – wurde erreicht. 92,9 Prozent der Befragten gaben an, neue Kommiliton:innen kennengelernt zu haben. Die Interaktion in den Teams war sehr ausgeprägt: 71,4 Prozent der Teilnehmenden haben sich mehr als viermal während des Semesters getroffen. Jeweils 14,3 Prozent haben sich drei- oder viermal, kein Team hat sich weniger als dreimal getroffen. Ebenso gaben 71,4 Prozent der Befragten an, vollständig in das Team integriert worden zu sein, wobei 21,4 Prozent angaben, eher losgelöst gearbeitet zu haben. Interessant ist die Einschätzung zur Arbeitsverteilung im Team: 42,9 Prozent gaben an, etwa 20 bis 40 Prozent der angefallenen Arbeit erledigt zu haben. 28,6 Prozent haben der Befragung zufolge rund 40 bis 60 Prozent und weitere 28,6 Prozent 60 bis 80 Prozent der angefallenen Arbeit erledigt. Im Schnitt will jedes Mitglied eines Dreierteams etwa 47,1 Prozent der gesamten Teamaufgabe bearbeitet haben. Dieses Phänomen tritt ebenso bei Ko-Autoren von wissenschaftlichen Publikationen auf, ist ein klassischer Bias in der Teamarbeit und spricht für die Überschätzung der eigenen Leistung (Herz et al. 2020).

Für uns ebenfalls sehr interessant war die Wahrnehmung der Studierenden bei der Frage, wie schwer es war, sich auf ein Vorgehen für die Kombination der individuellen Trackingalgorithmen zu einigen. Bei einer Bewertung von 1 (sehr einfach) bis 5 (sehr schwierig) wurde fast das komplette Spektrum ausgenutzt. Im Mittel war die Einigung eher einfach (2,36 von 5).

4.1.4 Open Educational Resources

Die meisten Studierenden nutzten wissentlich OER (85,7 Prozent). Dazu gehörten YouTube-Videos, Medium.com-Artikel sowie Erklärungen/Code, die mit den wissenschaftlichen Arbeiten veröffentlicht wurden. KI-Campus-Material wurde ebenfalls verwendet. Besonders erwähnenswert aus Sicht der Studierenden sind die Videos von 3Blue1Brown sowie der Kurs „[Mensch-Maschine-Interaktion](https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021)“⁴, der vom Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz der Ludwig-Maximilians-Universität München und dem Saarland Informatics Campus angeboten wird. Zusätzlich wurde der Kurs „[KI und Leadership](https://ki-campus.org/ki-leadership-mikrokurs)“⁵ von einigen Studierenden absolviert.

4.1.5 Anregungen

Vor allem die Präsentationsqualität der Studierenden wurde kritisiert. Es wurde empfohlen, Anleitungen zu geben, wie man Schlüsselpunkte aus einer wissenschaftlichen Publikation extrahiert und diese präzise und leicht verständlich wiedergibt.

Die Freiheiten, die wir den Studierenden gegeben hatten, wurden ebenfalls negativ gesehen. Durch den geringen Zeiteinsatz während des Semesters (vgl. 4.1.1) haben einige die Aufgabe deutlich unterschätzt. So wurde angeregt, durch regelmäßige Zwischenstandsberichte den Fortschritt zu forcieren.

Box 1

Eigenwahrnehmung der Studierenden über ihre individuelle Aufgabe. Auswahl von Antworten auf die Aufgabe „Describe with your own words the INDIVIDUAL task“. Typografische Unstimmigkeiten wurden angepasst.

Searching for an object tracking related paper to analyze it and make a presentation for the other students.

It was a clear task. And we had a great team and a lot of fun.

It was little bit hard for me as I am from Electrical background. Didn't have too much knowledge about AI but because of teamwork, it was quite good. It's helpful too.

Presentation, Implementation of a/your own tracking algorithm, written report.

I have benefited so much from the seminar personally. I don't know how was it so much fun and at the same time very beneficial. I have learned how to read a scientific paper and analyze it and that was a hard thing for me to do. I learned a lot from Listening to other colleges presentations and discussions. Thank you :)

Interesting and extremely useful.

With no pre knowledge sometimes difficult to get these algorithms running.

⁴ <https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021>

⁵ <https://ki-campus.org/ki-leadership-mikrokurs>

4.2 Aus Sicht der Lehrenden

Am Ende haben es vier Gruppen geschafft, in der vorgegebenen Zeit ein Team-Ergebnis zu präsentieren und einen Score auf den zurückgehaltenen 15 Videos zu errechnen. Die qualitative Analyse hat gezeigt, dass es alle Lösungen im Prinzip schaffen, HexBugs zu tracken. Je nach Lösung waren unterschiedliche Probleme zu finden, beispielsweise zu wenige oder zu viele HexBugs. Die Genauigkeit der Ortung war in der Regel sehr akzeptabel. Durch die Interaktion mit den Teilnehmenden und den Teams wurde deutlich, dass die Aufgabe durchaus anspruchsvoll und fordernd ist (wie geplant) – und nicht überfordernd oder gar unmöglich. Dies hat uns gezeigt, dass das generelle Lernziel, einen HexBug zu tracken, erfolgreich war.

Ebenfalls konnten wir erkennen, dass in den meisten Fällen richtige Teams entstanden sind. Da wir die Teams zufällig ausgelost haben und sich die Teilnehmenden auf Nachfrage in der Regel nicht vorher kannten, war es sehr schön, zu sehen, dass diese gemeinsam, produktiv und zielgerichtet an dem Projekt arbeiten konnten.

Die Vorträge waren im Schnitt leider nur von mittlerer Qualität (von den Studierenden mit 4,07 von 5 bewertet), da manche Algorithmen den Studierenden (Vortragende sowie Publikum) nicht zugänglich und deshalb die Vorträge eher verwirrend waren. In Zukunft werden wir Basisalgorithmen auswählen, die vorgestellt und getestet werden sollen. Dazu können die Algorithmen selbst implementiert oder auf bereits etablierte Implementierungen zurückgegriffen werden. Dies sollte dann den Nutzen für die Studierenden – Vortragende und Publikum – erhöhen.

Die Verwendung von OER wurde empfohlen und auf geeignete Materialien, wie den KI-Campus, hingewiesen. Die Studierenden haben sich selbstständig passende OER erschlossen. Bei Bedarf konnten wir die Studierenden auf geeignete Materialien und Kurse hinweisen. Aus unserer Sicht hat die Kombination aus Live-Programmierung, OER und Teamarbeit dazu geführt, dass sich die Mehrheit der Studierenden eine adäquate Lösung erarbeiten konnte.

5. Rückblick und Ausblick

Nach der Vorbereitung und Umsetzung von DSSS und TO sind wir insgesamt sehr zufrieden mit unserem Konzept. Dank der Beteiligung von engagierten Doktorand:innen und Hilfskräften konnten wir die Arbeitslast aufteilen und die adäquate Betreuung der doch hohen Studierendenzahlen (190 registrierte Teilnehmende in DSSS sowie volle Belegung von 24 Plätzen in TO) sicherstellen. Durch das konstruktive Feedback der Studierenden sowie unsere interne Feedbackrunde können wir mit Blick auf die nächsten Semester beide Module qualitativ verbessern.

5.1 Restrukturierung von DSSS

Die erste Ausführung des Moduls und das dazugehörige Feedback haben uns dazu veranlasst, das komplette Modul zu restrukturieren. Wir werden einen stärkeren Fokus auf „data mining“ mitsamt der entsprechenden Visualisierung legen, No-code-Umgebungen mit in das Curriculum aufnehmen sowie Übungsinhalte trennen und in eine aktive Übung in Präsenz und eine Hausaufgabe unterteilen. Dazu geben wir mit an, welche Kursvoraussetzungen explizit erwartet werden, und werden diese anhand von Beispielaufgaben illustrieren. Bewährte Elemente aus dem KI-Campus werden wir weiterhin beibehalten.

5.2 Zwischenergebnisse in TO

Zentral war das Einbringen der Studierenden über das Semester. Klassischerweise wurden von vielen Studierenden die Aufgaben Richtung Semesterende geschoben, sodass dieses umfangreiche und komplexe Projekt kaum zur Zufriedenheit gelöst werden konnte. Dies hatte zur Folge, dass sehr spät im Semester Studierende aus dem Seminar ausgestiegen sind. Ebenfalls wurde der Open Workspace nur sehr wenig genutzt. In der Wiederauflage des Praxisprojekts werden wir uns vor allem darauf konzentrieren, durch Zwischenstandsberichte und -präsentationen den aktuellen Projektstand aufzuzeigen. Dadurch erwarten wir uns auch eine höhere Zufriedenheitsquote bei den Studierenden – diese Quote lag bei 4,2 von 5 möglichen Punkten und könnte unseres Erachtens weiter gesteigert werden.

5.3 Wünsche in Bezug auf KI-Campus-Material

Für die Vorbereitung des Lehrmaterials sowie die Begleitung im Semester wären vor allem individuell abgeschlossene Videos und Übungen sehr hilfreich, die man sich im Mix&Match-Verfahren zusammenstellen kann. Da die meisten Materialien Teil von Kurskonzepten sind, muss explizites Vorwissen, das im Kurs erworben wird, entweder ebenfalls vorher vermittelt oder die Inhalte entsprechend angepasst werden, sodass die Kursmaterialien für die eigene Lehre sinnvoll eingesetzt werden können.

Beide Module bedienen verschiedene Elemente des Wissenserwerbs: Übersicht, Konzept, konkrete Methode und deren Anwendung. Als konkretes Beispiel können wir in unserem Fall die Bildverarbeitung anführen. OER, die (1) zeigen, wie digitale Daten vorliegen und welche Dateiformate es gibt, (2) was digitale Bilder konkret sind und wie diese entstehen, (3) eine Methode zur Kantenerkennung in Bildern durch lineare Filter, (4) die Anwendung durch eine konkrete Übung dazu, die in einer gängigen Programmiersprache wie Python sowie gängigen Bibliotheken aufgebaut ist, sodass nicht Spezialwissen und -technologie verwendet werden muss.

Dieser Aufbau hätte den Vorteil, dass man unkompliziert und flexibel neue Kurse und Praxisseminare etablieren kann, da durch Mix&Match unabhängig konstruierte Elemente kombiniert werden können. Redundanzen sind dadurch vorhanden, aber auch erwünscht, weil diese leicht übersprungen werden können oder dabei helfen, vorhandenes Wissen zu wiederholen und zu intensivieren.

Literaturverzeichnis

- Herz, N., Dan, O., Censor, N. & Bar-Haim, Y. (2020). Authors overestimate their contribution to scientific work, demonstrating a strong bias. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6282–6285. <https://doi.org/10.1073/pnas.2003500117>
- Jumper, J., Evans, R., Pritzel, A., Green, T., Figurnov, M., Ronneberger, O., Tunyasuvunakool, K., Bates, R., Žídek, A., Potapenko, A., Bridgland, A., Meyer, C., Kohl, S. A. A., Ballard, A. J., Cowie, A., Romera-Paredes, B., Nikolov, S., Jain, R., Adler, J., ... Hassabis, D. (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature*, 596(7873), 583–589. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03819-2>
- Mathis, A., Mamidanna, P., Cury, K. M., Abe, T., Murthy, V. N., Mathis, M. W. & Bethge, M. (2018). DeepLabCut: Markerless pose estimation of user-defined body parts with deep learning. *Nature neuroscience*, 21(9), 1281–1289.
- Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C. & Chen, M. (2022). *Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents* (arXiv:2204.06125). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.06125>
- Redmon, J. & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. *arXiv:1804.02767 [cs]*. <http://arxiv.org/abs/1804.02767>
- Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., Guez, A., Sifre, L., van den Driessche, G., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Panneershelvam, V., Lanctot, M., Dieleman, S., Grewe, D., Nham, J., Kalchbrenner, N., Sutskever, I., Lillicrap, T., Leach, M., Kavukcuoglu, K., Graepel, T. & Hassabis, D. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*, 529(7587), 484–489. <https://doi.org/10.1038/nature16961>
- von Ziegler, L., Sturman, O. & Bohacek, J. (2021). Big behavior: Challenges and opportunities in a new era of deep behavior profiling. *Neuropsychopharmacology*, 46(1), 33–44. <https://doi.org/10.1038/s41386-020-0751-7>

Kapitel 7

Problemlösungskompetenz lehren am Beispiel von KI-Algorithmen und deren praktischer Anwendung

Jörn Schlingensiepen

Zusammenfassung

Der Einsatz von KI erfolgt heute oft primär nach dem Motto: „Wer heilt, hat recht.“ Dies gilt insbesondere im technischen Bereich. Produktentwicklerinnen und -entwickler sind es gewohnt, komplexe Systeme im Zweifel durch vereinfachte Modelle zu ersetzen oder Annahmen zu Teilsystemen zu treffen, die man noch nicht wirklich verstanden hat. So wird zum Beispiel die Lebensdauer eines Wälzlagers oder eines Kondensators in der Regel mittels Näherungsformeln bestimmt, was für die tatsächliche Anwendung durchaus ausreichend ist. Die gute Verfügbarkeit und die unbestreitbaren Erfolge von KI-Systemen machen diese zu einem Werkzeug, das angehende Ingenieurinnen und Ingenieure kennen müssen. In diesem Beitrag wird dargestellt, wie Studierende durch den Einsatz von KI-Werkzeugen Problemlösungskompetenzen im Rahmen von Produktentwicklungsprojekten erwerben können.

Schlüsselbegriffe

Projektstudium • Hochschuldidaktik • Online Education Resources • Rolle der Lehrperson • Anwendungsorientierung in der Lehre • Künstliche Intelligenz • Machine Learning • Neuronale Netze

1. Allgemeine Ausgangslage

Es vergeht kein Tag, an dem nicht neue Erkenntnisse die KI-Community oder die Öffentlichkeit in Aufregung versetzen, weil sie bisherigen Gewissheiten widersprechen. Oft werden diese dann auch wenige Wochen später wieder „abgeräumt“. Als Beispiel sei hier der viel beachtete und kontrovers diskutierte Essay „Deep Learning Is Hitting a Wall“ von Gary Marcus (Marcus 2022) erwähnt, der am 10. März 2022 postulierte, dass KI- (Sprach-) Modelle durch weitere Skalierung nicht mehr verbessert werden könnten. Keine vier Wochen später, am 4. April 2022, veröffentlichte Google mit dem Pathways Language Model (PaLM) ein Sprachmodell mit einem neuen Höchststand von 540 Milliarden Parametern und neuen, verbesserten Fähigkeiten (Narang & Chowdhery 2022). Das nennt man wohl die normative Kraft des Faktischen – vielleicht war aber auch die von Marcus postulierte Grenze einfach noch nicht erreicht.

In diesem schnelllebigem Umfeld fällt es schwer, einen verbindlichen Kanon für die Lehre festzulegen. Aufgrund des enormen Umfangs und der theoretischen Tiefe kann das Thema Künstliche Intelligenz jedoch ohnehin im Rahmen eines Ingenieurstudiums nicht durchdrungen werden. Es liegt also nahe, im Rahmen von praxisorientierten Lehrveranstaltungen entsprechende Werkzeuge analog zu mechanischen Bauelementen als mögliche Teillösungen zu begreifen und durch deren Einbezug den möglichen Lösungsraum zu erweitern. Das Gesamtziel, die Problemlösungskompetenz zu schulen, wird also um entsprechende Aspekte erweitert.

2. Lerneinheit „Unumstößliche Wahrheiten“

Grundsätzlich gilt für alle Anwendungen der Data Science:

(A) Eine Vorhersage ist nur dann sinnvoll möglich, wenn sich die Zukunft nicht stark von der Vergangenheit unterscheidet. Da heute viele Ansätze im Wesentlichen so funktionieren, dass man eine Zielfunktion erstellt, die auf Daten aus der Vergangenheit optimiert wird, mag dies kaum verwundern. Die Lernenden sollten diesen Sachverhalt verinnerlichen, der sich gut anhand heutiger KI-Lösungen illustrieren lässt: Katzen, Hunde, Boote und Autos werden in Zukunft vermutlich ähnlich aussehen wie bisher, weshalb Bilderkennungssysteme aller Voraussicht nach auch weiterhin gut funktionieren werden (wenngleich wir nicht immer genau wissen, warum das so ist, und manches Auto im Hafen immer noch als Schiff erkannt wird). Auch die bereits erwähnten Sprachmodelle funktionieren recht gut, weil sich zukünftige Texte nicht fundamental von den heutigen, die als Lerngrundlage verwendet wurden, unterscheiden werden. Was indes nicht so gut funktioniert, ist zum Beispiel das Aufspüren von Fehlerzuständen oder Verschleiß in industriellen Anlagen, denn hier unterscheidet sich die Vergangenheit mit einem größtenteils reibungsfreien Betrieb von einer uns unbekannten Zukunft. Ein wichtiges Anwendungsgebiet für diese Art von Ansätzen ist die sogenannte Predictive Maintenance, also die bedarfsgerechte Wartung aufgrund von Vorhersagen. Da die Anlagen in der Vergangenheit in der Regel nicht bis zum Versagen gefahren wurden, sondern vorsorgliche Wartungen durchgeführt wurden, sind meist keine Versagensdaten zum Lernen vorhanden. Es wird also etwas Neues gesucht, die entsprechenden Algorithmen werden oft unter dem Begriff Novelty and Outlier Detection zusammengefasst.

(B) Einfach nur Daten zu erfassen, ohne deren Bedeutung zu berücksichtigen, ist oft nicht ausreichend; daher ist die Aufbereitung entscheidend. Oft werden Daten so erfasst, dass der Einfluss der berücksichtigten Größen auf das Problem nicht abgebildet wird. Diesem Problem kann man mit Featureization begegnen, das heißt, die Daten werden für die Problemstellung aufbereitet. Ein verbreitetes Missverständnis unter Studierenden aus den anwendungsbezogenen Fächern ist, dass dieser Prozess nicht notwendig sei, weil automatisierte MachineLearningWerkzeuge (zum Beispiel AutoKeras) passende Modelle erzeugen, die derartige Umrechnungen von selbst berücksichtigen. Diese Gewissheit lässt sich jedoch anhand zweier sehr einfacher Beispiele ins Wanken bringen:

1. Nehmen wir an, wir haben mehrere Eiswagen, die im Stadtgebiet umherfahren und Speiseeis verkaufen. Der Umsatz wird von vielen Faktoren abhängen, zum Beispiel der Außentemperatur, der Tageszeit und dem Ort, an dem die Eiswagen anhalten. Verbaut man einen GPS-Tracker und koppelt diesen mit der Kasse, erhält man einen Datensatz, mit dem man Voraussagen über die Ausfallwahrscheinlichkeit und den Bedarf nach zusätzlichen Wagen treffen können müsste. Die Datei

enthält nun also Längen- und Breitengerade, die im Datensatz jeweils mit Umsatz oder Gewinn verknüpft sind. Die Wahrscheinlichkeit, dass die reinen Zahlenwerte in irgendeiner Form korrelieren, ist offensichtlich sehr gering. Die Lebenserfahrung sagt uns aber, dass der Umsatz sehr wohl von dem Verkaufsort abhängt. Als erste Thesen könnte man formulieren, dass der Umsatz mittags um eins vor einer Schule sicher besser ist als an einem Friedhof, es also Hotspots für den Eisverkauf gibt. Und dass in wohlhabenden Gegenden die Bereitschaft zum Verzehr von Speiseeis größer ist. Wandelt man also Längen- und Breitengrad in Medianeinkommen des Wohnblocks und Abstand zu verschiedenen Hotspottypen um, dann dürfte dies in ein sehr viel besseres Modell resultieren. Das automatische Generieren dieser Features würde also nur gelingen, wenn die entsprechende Technik den Datensatz selbstständig mit anderen Daten verknüpft. Es gibt Forschungen im Bereich der sogenannten Semantic Data Science, aber momentan sind solche Systeme noch nicht im produktiven Einsatz.

2. Nehmen wir an, die beschriebene Flotte von Eiswagen soll dahingehend optimiert werden, dass der Spritverbrauch minimiert wird. Dazu erfassen wir zusätzlich den Momentanverbrauch des Fahrzeugs. Offensichtliche Einflussfaktoren sind die Steigung, der Rollwiderstand als Funktion der Geschwindigkeit und die Beschleunigung. Das sind also die Höhe des Ortes, die Änderung des Ortes (Geschwindigkeit) und die Änderung dieser Änderung (Beschleunigung). Wobei unter der Annahme von Rundkursen (Startpunkt der Tour gleich Endpunkt der Tour) Ersteres sicher vernachlässigt werden kann. Fasst man die Datensätze, so wie im ersten Beispiel, einzeln als Momentaufnahmen auf, können wir auch hier kein vernünftiges Ergebnis erwarten. Erst wenn man die Datei als Zeitreihe (time series) auffasst oder zumindest Momentangeschwindigkeit und Momentanbeschleunigung approximiert, kann man auf sinnvolle Ergebnisse hoffen, denn der Verbrauch dürfte in erster Linie von der Beschleunigung und nicht vom Ort selbst abhängen.

Unabhängig davon sind die automatisierten Machine-Learning-Methoden, bei denen die Hyperparameter und gegebenenfalls sogar die Algorithmen automatisch bestimmt werden, natürlich trotzdem tolle Werkzeuge für die oder den ML-Anwendenden – wenn man versteht, welche Dinge sie (nicht) auflösen können.

(C) Modelle passen zur Beobachtung, nicht unbedingt zu den zugrunde liegenden Prinzipien: Daraus folgt, dass die Modelle nur in vordefinierten Bereichen angewendet werden dürfen. Da bei der Erstellung von Modellen die Abweichung zu den Daten minimiert wird, bilden sie auch exakt diese Beobachtungen ab – es kann also maximal ein Modell erstellt werden, das im Beobachtungsbereich sinnvolle Vorhersagen trifft. Technische Systeme basieren auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. In der Physik überlagern sich regelmäßig mehrere Effekte in einem System, weshalb wir immer nur einen kleinen Ausschnitt der möglichen Zustände des Systems beobachten können. In der Physik hat das für die Erde rund 1.000 Jahre ganz gut funktioniert, aber spätestens, wenn man zum Mond fliegen will, sollte man die Grundsätze anwenden können – denn dann verlässt man den Bereich, in dem Gravitation und Luftreibung das grundlegende Verhalten von Massen überlagern. Dies soll im Folgenden an Beispielen von Steven Brunton et al., die deren verschiedenen Beiträgen zum sogenannten Discrepancy Modeling entnommen sind (de Silva et al. 2020; Kaheman et al. 2019), dargestellt werden:

Das geozentrische Weltbild nach Ptolemäus war lange Zeit deutlich besser in der Lage, die Planetenbahnen vorauszuberechnen, als das heliozentrische Weltbild nach Kepler. Das heute akzeptierte Modell von Kepler beschreibt zwar die richtigen Grundsätze, die für alle Planeten gelten; die ersten Modelle des Sonnensystems bleiben aber aufgrund des Nicht-Kennens einzelner Planeten sehr ungenau. Die Planetenbahnen nach Ptolemäus sind individuell auf eine große Zahl von Beobachtungen angepasst und liefern daher bessere Prognosen zu den Ständen der einzelnen Planeten. Unsere heutigen KI-Ansätze machen genau das Gleiche: Das sogenannte Fitting – der eigentliche „Lernvorgang“ – ist nichts anderes als das Anpassen eines Modells auf eine Vielzahl von Beobachtungen.

Brunton und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter konnten zeigen, dass die Auswertung der Beobachtung fallender Bälle auf der Erde nicht zu Galileos Schluss führt, demzufolge die Gravitation eine Ortskraft ist und Trägheit von der Masse abhängt (de Silva et al. 2020) – dies ist aber die heute akzeptierte Vorstellung von Massenträgheit und Gravitation. Das Ergebnis der Auswertung deckt sich mit der inzwischen verworfenen antiken Vorstellung von Aristoteles, dass die Beschleunigung während des freien Falls oder eines Wurfs von der Masse abhängt. Grund für diesen Fehlschluss ist der Umstand, dass auf der Erde die Luftreibung einen großen Einfluss hat und diese nicht nur abhängig von der Geschwindigkeit ist, sondern in verschiedenen Geschwindigkeitsbereichen komplett verschieden ist (stationäre Strömung, laminare Strömung, turbulente Strömung). Das antike Prinzip der Abhängigkeit von der Masse passte einfach besser zu den Beobachtungen.

Das Verlassen des Beobachtungsbereichs (Erde, moderate Geschwindigkeiten, moderate Massen) führt zu einem Totalversagen des Modells. Aber viele der durch Machine Learning erstellten Modelle sind nach genau diesem Prinzip konstruiert, der Fehler wird anhand der im Beobachtungsbereich erfassten Daten minimiert. Wichtig ist also, dass Lernende verinnerlichen: Die Modelle sollten, wenn sie zur Steuerung technischer Systeme verwendet werden, wirklich nur im selben Bereich eingesetzt werden, aus dem die Daten stammen. Das ist der Grund, warum technische Systeme immer einen sogenannten Safe Operating Envelope benötigen. Dieser aus der Luftfahrt stammende, heute aber auch zum Beispiel in der Chemieindustrie gebräuchliche Begriff beschreibt die Betriebsparameter, innerhalb derer eine Anlage sicher betrieben werden kann. Verlässt die Anlage diesen Bereich, müssen Sicherheitsmechanismen greifen und/oder ein manueller Eingriff angefordert werden. Benutzt man ML-Modelle zur Steuerung des Systems, dann bilden dessen Grenzen, also die Grenzen der Datenerhebung der zum Training verwendeten Daten, automatisch die maximalen Grenzen des sicheren Betriebs.

3. Produktentwicklung in der Lehre, Einsatzmöglichkeiten von KI

Die Einsatzbereiche von KI in der Produktentwicklung sind folgende:

- Anwendung in der Produktion
- Anwendung im Produkt
- Anwendung in der Produktgestaltung

Entsprechend dieser Systematik können KI-Anwendungen also an verschiedenen Stellen als (Teil-)Lösungen im Produktlebenszyklus eingesetzt werden. Im Rahmen eines Ingenieurstudiums werden Methoden zur Anforderungsentwicklung und Funktionsanalyse erlernt. Produktentwicklung ist nun die Kunst, für die identifizierten Funktionen passende Lösungen auszuwählen, dabei Energieflüsse, Kraftflüsse, physikalische Eigenschaften und Kosten zu beachten und alles zu einer optimalen Lösung zusammenzuführen.

Genau das passiert heute üblicherweise schon in studentischen Entwicklungsprojekten (Boos & Schlingensiepen 2022). Die Studierenden bearbeiten dabei ein vorgegebenes Problem, konkretisieren und analysieren die Aufgabenstellung und entwickeln eine Lösung. In den meisten Ingenieurstudiengängen finden sich heute derartige Projektstudieninhalte, meist in einem Gesamtumfang von zehn bis zwölf ECTS-Credits, oft auch zwei derartige Projekte mit je fünf bis sechs ECTS-Credits. Diese Lehrform hat sich bewährt, um Studierenden aufbauend auf bereits erlernten Fachkompetenzen und Fähigkeiten Problemlösungskompetenz zu vermitteln. Oft müssen sich die Teilnehmenden im Rahmen der Erarbeitung von Teillösungen intensiver mit fachlichen Fragestellungen auseinandersetzen als in den wissensvermittelnden Lehrveranstaltungen.

4. Der Lehrveranstaltungstyp Entwicklungsprojekt

In den Studiengängen der Fakultäten Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen an der TH Ingolstadt sind in verschiedenen Semestern zwei Studierendenprojekte vorgesehen, die jeweils einen Umfang von fünf ECTS-Credits haben und in Teams aus zehn Studierenden bearbeitet werden. Die Aufgabenstellungen werden den Studierenden im Vorfeld bekannt gegeben, diese melden sich dann zu den konkreten Projekten bzw. Aufgabenstellungen an. Bei Überbuchung entscheidet das Los. Die Projekte im vierten Semester sind für Studierende die erste Möglichkeit, die erlernten Grundlagen anzuwenden. Den meisten Studierenden bereitet dies große Freude – die Projekte sind also auch ein Mittel zur Studienmotivation.

Inhalte zu Machine Learning oder Künstlicher Intelligenz finden sich momentan nur in sehr geringem Umfang im Wahlbereich. Alle Studierenden haben das Fach Ingenieurinformatik, das auch einen Kurs zur Einführung in die Programmierung enthält, absolviert.

In den vergangenen Jahren wurden in diesem Rahmen mehrere Projekte angeboten, bei denen eine Lösung mittels Machine Learning nahelag. Da sich die Studierenden aus dem Aufgabenangebot für diese Aufgabenstellungen entschieden haben, war die jeweilige Motivation, sich mit KI-Anwendungen als Lösungsbaustein zu beschäftigen, erfreulich hoch.

Im Einzelnen wurden folgende Projekte mit KI-Schwerpunkt realisiert:

- **Lego automatisch sortieren (LegoLAS) – Mechatronische Legosortiermaschine:** Es wurde eine Maschine zum Sortieren von Klemmbausteinen nach Form und Farbe entwickelt und gebaut (1), die Erkennung der Steine erfolgte mittels Bildverarbeitung und KI. Eine im Rahmen von Bachelorarbeiten verbesserte Version (LegoLAS 2.0) wurde auch auf der Landesgartenschau ausgestellt (2,3).
 1. <https://www.youtube.com/watch?v=dJLI3fBxQIQ>
 2. <https://github.com/LegoAS>
 3. <https://www.youtube.com/watch?v=nvIKVkn6aeg>
- **Erstellen eines selbstständigen Spielers für ein 3D-Spiel – Studentenprojekt SS 2021:** Es wurden KI-Modelle, die Game-Klassiker wie FlappyBird, Snake und The-Dino-Game spielen, sowie ein Fahrer für den Fahrsimulator CarLa implementiert.
 1. <https://github.com/schlingensiepen/AutoPlayer3D>
 2. <https://www.youtube.com/watch?v=qmr5ONcXWgQ>
- **SimpleBot – A simple Bot for Rocket League und IntegrationBot – A Bot for Rocket League:** In diesen Projekten wurde jeweils ein Bot implementiert, der das 3D-Spiel Rocket League spielen kann. Der Bot selbst besteht aus einem Neuronalen Netz, das über die API den Spielstand ermittelt und Steuerbefehle an die Game Engine sendet.

5. Didaktisches Konzept

Das grundlegende Konzept des Studierendenprojekts sieht vor, dass sich eine Gruppe eigenverantwortlich organisiert sowie selbstständig ein gegebenes Problem analysiert und löst. Dabei sollen organisatorische Fähigkeiten geübt und Problemlösungskompetenzen erworben werden. Daneben bietet der jeweils zu erstellende Report die Möglichkeit, vor der Abschlussarbeit technisch-wissenschaftliche Texte zu produzieren, für die es ein qualifiziertes Feedback und eine Teilnote gibt. Ein dritter wichtiger Aspekt ist die Anwendung erlernten Wissens auf konkrete Aufgabenstellungen. Dabei wird das bereits erworbene Wissen verstetigt und die Übertragung theoretischer Modelle auf konkrete Problemstellungen erlernt.

Aus der offenen Aufgabenstellung und dem individuellen Charakter jeder Projektgruppe ergibt sich, dass die Lehrveranstaltung inhaltlich nicht komplett im Vorhinein geplant werden kann. Die Lehrperson muss sich auf diese Unsicherheit einlassen, denn wenn sich die Studierenden wirklich selbstständig Problemlösungskompetenz erarbeiten sollen, dann dürfen in der Aufgabenstellung keine (Teil-)Lösungen vorgegeben sein. In welche fachliche Richtung sich das Projekt entwickelt und welche Technik für die Lösung ausgewählt wird, ist damit offen. Wie in Schleiss et al. (2022) vorgeschlagen, verfolgen wir den Ansatz, dies durch den Einsatz von Online Education Resources (OER) zu kompensieren, das heißt, bei Bedarf werden Wissenslücken bei den Studierenden durch externe Lehrformate ausgefüllt.

Die Studierendenprojekte an der THI sind als Produktentwicklungsprojekte angelegt, das heißt, die Studierenden sollen die Problemstellung anhand der erlernten Produktentwicklungsmethoden bearbeiten. Die Bearbeitung erfolgt dabei in den folgenden Schritten:

- Klären der Aufgabenstellung
- Ableiten der Anforderungen
- Definition der Funktionen
- Aufspannen des Lösungsraums
- Auswahl der Teillösungen
- Detailierung/Implementierung
- Integration der Gesamtlösung

Damit in dem Projekt die gewünschten Lernergebnisse erzielt werden, ist es wichtig, dass Lehrende die Rolle eines Coachs einnehmen. Griffen sie zu stark in die Entwicklung ein, würde das Ziel der selbstständigen Bearbeitung verfehlt; ließen sie das Projekt einfach laufen, bestünde die Gefahr, dass das Projektziel nicht erreicht wird. Die Rolle eines Coachs besteht nicht darin, die Aufgabe selbst zu erledigen oder gar vorzuturnen, sondern darin, Hinweise zu geben und gegebenenfalls korrigierend einzugreifen, ohne die Lernenden dabei zu bevormunden.

Eine weitere Herausforderung ist, dass durch das bewusste Offenlassen des Lösungsweges im Vorfeld nicht klar ist, welche Technik zum Einsatz kommt, sodass eine umfassende Vorbereitung der Lerninhalte nicht möglich ist. Hier wurde der praktikable Ansatz gewählt, den Studierenden erst während der Lösungsfindungen Hinweise zu passenden wissenschaftlichen Publikationen und Online Education Resources zu geben, sodass die fachliche Einarbeitung im Selbststudium erfolgen kann.

Im konkreten Fall ergibt sich noch die Herausforderung, dass Studierende im Ingenieurwesen nur sehr rudimentäre oder gar keine Vorbildung im Bereich der Programmierung oder gar der Data Science haben. Die übliche Schnittstelle zu ML-Anwendungsbibliotheken sind meist Skriptsprachen, sodass hier zum eigentlichen Erlernen der ML-Algorithmen und deren Parameter noch die Gewöhnung an die Arbeit mit der Skriptsprache als Herausforderung hinzukommt.

6. Vorbereitung und Technik

Aus dieser Ausgangslage ergeben sich daher noch zusätzliche Arbeitsabschnitte in den Entwicklungsprojekten, die vorbereitet werden müssen. In den bisherigen Projekten haben sich folgende Vorbereitungsschritte und Techniken bewährt:

- **Python-Ramp-Up-Block:** Hier geht es zunächst darum, den Studierenden die Grundlagen der Programmiersprache Python zu vermitteln. Da alle das vom gleichen Dozenten angebotene Grundlagenfach absolviert haben, lässt sich dies durch einen spezifischen 90-Minuten-Block, der exakt die bestehenden Lücken abdeckt, abhandeln. Nach diesem Block sind die Studierenden in der Lage, Beispiele zu den Algorithmen zu verstehen und nachzuvollziehen, sodass sie erste Anwendungen produzieren können. Das tiefere Verständnis und das Automatisieren von Arbeitsschritten erfolgt dann im Laufe der Arbeiten während des Semesters. Als Basistechnologie kommen dabei Notebooks zum Einsatz. Diese Art der Aufbereitung von Programmiercode hat sich in den vergangenen Jahren zum De-facto-Standard im Bereich Data Science entwickelt. Notebooks laufen im Web-Browser oder einer integrierten Entwicklungsumgebung (IDE) und können verschiedene Informationen in sogenannten Zellen enthalten. Als Zellentypen stehen in der Regel (a) Hypertext zur Dokumentation, (b) Quellcode, der im Notebook ausgeführt werden kann, und (c) die Ausgabe dieser

Ausführungen zur Verfügung. So können Datenbeschaffung, -aufbereitung und -analyse, Dokumentation sowie die Ergebnisse zusammen in einem Dokument abgespeichert werden. Da die Ausführungsergebnisse auch grafische Auswertungen enthalten können, haben Notebooks auch im Bereich der Batchjobs, das heißt bei der regelmäßigen, automatischen Ausführung von Auswertungen, die klassische Ausführung von Skripten mit Log-Files abgelöst. Alle großen Cloud-Anbieter und Entwicklerplattformen bieten heute Job-Systeme an, bei denen ein Notebook komplett ausgeführt und eine Kopie des Ergebnisses als Log abgespeichert wird. Für diese Technik spricht auch, dass annähernd alle Bibliotheken und Referenzimplementierungen im Bereich Data Science diese Infrastruktur unterstützen.

- **Basics:** Die im Abschnitt „Unumstößliche Wahrheiten“ beschriebenen Grundlagen sollten von den Studierenden vor Beginn der Bearbeitungsphase verinnerlicht werden. Dafür hat es sich bewährt, diese gemeinsam mit den Teilnehmenden zu erarbeiten. Konkret wird dieses Thema zusammen mit der Klärung der Aufgabenstellung während des ersten Gruppentermins bearbeitet. Die Klärung der Aufgabenstellung umfasst die Definition des Produktnutzens und möglicher Anwendergruppen. Dazu kommen in der Regel Kreativtechniken in einem Workshop-Setup zum Einsatz. Im Rahmen dieses Workshops werden außerdem die Erwartungen der Teilnehmenden an das Projekt formuliert. Dabei findet sich schnell ein Übergang zu den Erwartungen an KI-Systeme, die einen einfachen Einstieg in die Betrachtung der Grenzen und grundsätzlichen Möglichkeiten dieser Systeme bieten. Da dieser Einführungsworkshop für die Teamfindung ausschlaggebend ist und unter Umständen das komplette Semester prägt, bietet es sich an, diesen außerhalb der Einschränkungen des Stundenplans als Open-End-Veranstaltung zu planen und dies den Teilnehmenden im Vorfeld klar zu kommunizieren. Zur Abrundung und damit die Studierenden das Thema noch einmal von einer abstrakteren Ebene aus nachvollziehen können, empfiehlt es sich, sie im Nachgang den Kurs KI-Campus-Original „[Einführung in die KI](https://ki-campus.org/courses/einfuehrungki2020)“¹ absolvieren zu lassen.
- **Praktische ML-Anwendungsentwicklung:** Nach einer Einführung in die Nutzung der Notebooks mit Python muss die Erstellung konkreter Modelle erlernt werden. Dazu bietet sich der Kurs KI-Campus-Original – „[AMALEA – Angewandte Machine-Learning-Algorithmen](https://ki-campus.org/amalea)“² an, da dieser eine große Anzahl konkreter Beispiele zu verschiedenen Algorithmen in Form von Notebooks zur Verfügung stellt. Allerdings hat sich die Lernkurve dieses Kurses für Studierende der Ingenieurwissenschaften als sehr steil herausgestellt, da er sich ursprünglich an Studierende der Informatik richtet. Die Studierenden sollten daher begleitet werden, weil der Kurs sie ansonsten überfordern und frustrieren könnte. Abhängig von der Aufgabenstellung sollten konkrete Abschnitte bzw. Beispiele ausgewählt werden.

¹ <https://ki-campus.org/courses/einfuehrungki2020>

² <https://ki-campus.org/amalea>

Abhängig von der Aufgabenstellung bietet der KI-Campus einige Kurse an, die zur Problemlösung beitragen können:

- **Partnerangebot – Praktische Einführung in Deep Learning für Computer Vision:** Bietet einen kompakten Einstieg in das Thema Bildverarbeitung und Objekterkennung. Damit lassen sich zum Beispiel Aufgaben aus dem Bereich Qualitätssicherung oder Teil-Funktionen, die als Eingang für Steuerungsfunktionen verwendet werden, lösen. Alternativ lassen sich Standardlösungen für die Funktionen Schrift- und Formerkennung, Zählen und Bewegungsverfolgung mit den Toolboxes von National Instruments LabView oder MathWorks MatLab realisieren. Je nachdem, ob diese Tools in anderen Veranstaltungen bereits eingeführt wurden, kann dies den Einstiegsaufwand verringern. In diesem Fall muss aber auf die Lehrmaterialien der Hersteller zurückgegriffen werden.
- **KI-Campus-Original – „Mensch-Maschine-Interaktion“:**³ Produkte, mit denen Anwenderinnen und Anwender direkt arbeiten sollen, unterliegen besonderen Gestaltungsrichtlinien, die sich neben der Sicherheit auch mit dem Design von Interaktionsszenarien befassen. Der Kurs behandelt weiterhin auch UI/UX-Designaspekte, die zur Nutzbarkeit des fertigen Systems beitragen.
- **AI Campus Original – „Robot Learning“:**⁴ Liegt die Aufgabenstellung im Bereich der Produktion, dann beinhaltet der Lösungsraum oft die Automatisierung von Standardaufgaben. Als Einstieg in die Robotik vermittelt der Kurs einige Grundlagen zur Automatisierung und berücksichtigt dabei die wichtigen Aspekte der Verwendung von Teach-In⁵ sowie adaptiven Methoden, ohne die die heute notwendige Flexibilität in der Fertigung kaum zu erreichen ist.

7. Erfahrungen

Da die Zahl der Studierenden in den betrachteten Semestern nicht ausreicht, um eine quantitative Auswertung der jeweiligen Rückmeldungen zu erstellen, soll an dieser Stelle eine qualitative Bewertung erfolgen. Neben den beschriebenen Projekten wurde dafür auch das Wahlfach „Einführung in das Machine Learning“ miteinbezogen. Dieses Fach wird für die gleiche Zielgruppe als sogenannte Praktische Lehrveranstaltung (PLV) in Form eines Blockkurses im Umfang von zwei ECTS-Credits für jeweils zehn Studierende angeboten und fand bisher dreimal mit eigenen Unterlagen sowie zweimal auf Basis des Kurses KI-Campus-Original – „AMALEA – Angewandte Machine-Learning-Algorithmen“⁶ statt. Für die Evaluation des Feedbacks wurden jeweils Fragebogen zur Lehrveranstaltung ausgegeben und ausgewertet sowie Einzel- und Gruppengespräche geführt.

Ein grundsätzliches Problem bei der Realisierung beider Veranstaltungen ist, dass die Denk- und Arbeitsweisen der Softwareentwicklung, die zum großen Teil auch für Data Science genutzt werden, weder in der Schule noch im grundständigen Studium vermittelt werden. Dies ist umso beklagenswerter, da der Standort Deutschland in diesen Bereichen ohnehin schon weit abgeschlagen ist und momentan vonseiten der Politik auch keinerlei Bereitschaft erkennbar ist, diesen Rückstand anzugehen (Schlingensiefen & Boos 2022) – obwohl durch die Initiative Future Skills des Stifterverbandes für die Deutsche

³ <https://ki-campus.org/courses/menschmaschine-dfki2021>

⁴ <https://ki-campus.org/courses/moocrobot-tud2021>

⁵ Teach-In bezeichnet eine Art der Programmierung von Robotern und Handhabungsgeräten, bei der eine Bedienerin oder ein Bediener das Gerät von Hand steuert und diese Abläufe als Grundlage für die automatischen Abläufe während der eigentlichen Produktion/Anwendung abgespeichert werden.

⁶ <https://ki-campus.org/amalea>

Wissenschaft sowohl Problemanalysen als auch Lösungsvorschläge seit 2018 vorliegen und stetig weiterentwickelt werden (Klier et al. 2018; Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. 2022).

Im Rahmen einer Kurzeinführung wie dem Python-Ramp-Up-Block kann man naturgemäß nur einen schnellen Einstieg realisieren. Der Kurs „[AMALEA – Angewandte Machine-Learning-Algorithmen](https://ki-campus.org/amalea)“⁷ richtet sich an Studierende der Informatik; die Lernkurve ist entsprechend steil, sodass einige Studierende zunächst frustriert werden und individuell betreut werden müssen.

Hier zeigt sich der größte Schwachpunkt des Ansatzes, mit externem (digitalem) Lehrmaterial Lehrveranstaltungen zu bestreiten. In Schleiss et al. (2022) und Schlingensiepen & Boos (2022) haben wir postuliert, dass durch externe Lehrmaterialien individuellere Lehrangebote bereitgestellt werden können, da die Lehrperson durch das Kuratieren sicherstellt, dass das benötigte Wissen schnell erworben werden kann. Im Prinzip funktioniert das – die Schwachstelle liegt im Vorwissen der/des Einzelnen. Überschätzt man die Vorkenntnisse, werden die Lernenden überfordert und frustriert; unterschätzt man sie, sind sie schnell gelangweilt und steigen aus.

Grundsätzlich war das Feedback der Teilnehmenden zum Inhalt und zur Kursgestaltung sehr gut, wobei man berücksichtigen muss, dass die Studierenden das Thema selbst gewählt hatten, sodass von einem Grundinteresse auszugehen ist.

Die Rolle der Lehrperson als Coach wirkt sich sehr positiv aus: Die Studierenden können so viel individueller betreut werden und fühlen sich entsprechend besser betreut, während der Aufwand für die Durchführung der Lehrveranstaltung gleichbleibt. Insbesondere im Bereich der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW), in dem ein Lehrdeputat von 18 SWS üblich ist und der sich traditionell durch eine enge Betreuung der Studierenden auszeichnet, kann so trotz immer schnellerer fachlicher Veränderungen eine gute Betreuung gewährleistet werden. Im Vergleich zu den klassischen Inhalten des Ingenieurstudiums, wie Mathematik, Höhere Mechanik, Strömungslehre und Werkstoffkunde, sind die Inhalte im Bereich der Ingenieurinformatik sowie insbesondere des angewandten Machine Learning kontinuierlicher, teilweise rasanter Fortentwicklung unterworfen. Aufgrund dessen können nicht die üblichen langfristigen Strukturen zum Repetitorium etabliert werden. Wenn die HAW ihrer spezifischen Rolle als Ort, an dem Lücken in der Vorbildung gegebenenfalls ausgeglichen werden können, gerecht werden wollen (Schlingensiepen & Boos 2022), müssen die Studierenden in diesem Bereich eng begleitet und mit passgenauen Lernmitteln versorgt werden.

8. Ausblick

Es ist geplant, die Lehrveranstaltungen auch in Zukunft mit den hier vorgestellten didaktischen Mitteln durchzuführen. Dazu soll zur Erfassung des individuellen Vorwissens ein Fragebogen zur Selbsteinschätzung entwickelt werden, sodass die Versorgung mit passendem Material zum Selbststudium direkter und mit weniger Frustrationspotenzial bei Studierenden erfolgen kann. Als nächste Schritte sollen KI-Anwendungen in den Grundlagenfächern „Ingenieurinformatik“ sowie „Software-Engineering und KI“

⁷ <https://ki-campus.org/amalea>

behandelt werden. Eine Herausforderung dürften auch in diesem Zusammenhang die fehlenden digitalen Kompetenzen der meisten Studienanfängerinnen und Studienanfänger sein. Die hier vorgestellten Ansätze sollen auch dort Anwendung finden.

Literaturverzeichnis

- Boos, F.-X. & Schlingensiepen, J. (2022). Verzahnung der betrieblichen Praxis mit der wissenschaftlichen Lehre. *Duales Studium – Deutsche Universitätszeitung Verlag*.
- de Silva, B. M., Higdon, D. M., Brunton, S. L. & Kutz, J. N. (2020). *Discovery of Physics From Data: Universal Laws and Discrepancies*. Frontiers:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2020.00025/full>
- Kaheman, K., Kaiser, E., Strom, B., Kutz, J. N. & Brunton, S. L. (2019). Learning Discrepancy Models From Experimental Data. *Conference on Decision and Control*. arXiv:1909.08574.
- Klier, J., Kirchherr, J., Lehmann-Brauns, C. & Winde, M. (2018, 09). Future Skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen. Essen, NRW, Deutschland.
- Marcus, G. (2022). *Deep Learning Is Hitting a Wall*. Nautilus. <https://nautil.us/deep-learning-is-hitting-a-wall-14467/>
- Narang, S. & Chowdhery, A. (2022). *Pathways Language Model (PaLM): Scaling to 540 Billion Parameters for Breakthrough Performance*. AI – Google Blog: <https://ai.googleblog.com/2022/04/pathways-language-model-palm-scaling-to.html>
- Schleiss, J., Hense, J., Kist, A. M., Schlingensiepen, J. & Stober, S. (2022). Teaching AI competencies in Engineering using projects and open educational resources. *European Society for Engineering Education (SEFI) 2022 Annual Conference*. European Society for Engineering Education.
- Schlingensiepen, J. & Boos, F.-X. (2022). Aufstieg durch Bildung – Rolle und Aufgabe der HAW. In *Festschrift zum 50-jährigen Jubiläum der Bundesvereinigung des Hochschullehrerbundes (hlb)* (pp. 33-45). Bonn: Hochschullehrerbund hlb – Bundesvereinigung e. V.
- Schlingensiepen, J. & Boos, F.-X. (2022). Ist die Digitalisierung abgeschlossen? *Die Neue Hochschule*, 18-21.
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. (2022). *FUTURE SKILLS*. <https://www.future-skills.net/>

Kapitel 8

Künstliche Intelligenz meets Human Resource Management

Stefan Ruf und Maximilian Wolf

Zusammenfassung

Im Projekt „Künstliche Intelligenz meets Human Resource Management“ haben Studierende der Hochschule Albstadt-Sigmaringen Pionierarbeit geleistet und einen Dienst entwickelt, der auf der Basis Künstlicher Intelligenz (KI) Arbeitszeugnisse beurteilt. So soll auch fachlichen Laien auf dem Gebiet des Personalwesens ermöglicht werden, typische Formulierungen in Arbeitszeugnissen zu übersetzen oder gar zu enttarnen – denn häufig klingen diese besser, als sie tatsächlich gemeint sind. Dieses Rätselraten hat nun ein Ende, denn die KI übersetzt die Formulierungen in Schulnoten.

Schlüsselbegriffe

Algorithmenethik • Arbeitszeugnisse • Human Resource Management • Machine Learning • Text Mining

Interview

Das Interview mit Maximilian Wolf und Stefan Ruf führte der KI-Campus.

Was war das Ziel des KI-Projekts in eurem Fachbereich?

Maximilian Wolf:

Viele kennen im Zusammenhang mit Arbeitszeugnissen den Ausdruck: „Sie hat sich stets bemüht.“ Das klingt zwar gut, ist es aber nicht. Erfahrene Personaler:innen wissen das und können die Arbeitszeugnisse ihrer Bewerber:innen routiniert in Schulnoten übersetzen. Anders sieht es aber häufig bei den Arbeitnehmenden selbst aus – sie können nicht unbedingt erkennen, ob ihnen ein sehr gutes oder vielleicht doch eher ein mittelmäßiges Zeugnis ausgestellt wurde. In unserem Projekt haben Studierende der Fakultät Business Science and Management eine KI entwickelt, die Arbeitszeugnisse beurteilt. Damit kann im Prinzip jeder entschlüsseln, wie gut oder schlecht eine Bewertung tatsächlich ausgefallen ist. Technologische Basis für den KI-Dienst war die Cloud-Lösung von IBM und der darauf aufbauende Watson-Service. Interessierten zeigen wir gerne auf Nachfrage den Zugang zu dem KI-Service und dessen Funktionalität.

Wie funktioniert die KI?

Stefan Ruf:

Der von den Studierenden implementierte KI-Service identifiziert durch geeignete Verfahren wie Text Mining einschlägige Formulierungen in Arbeitszeugnissen und klassifiziert diese. Typische Ausdrücke sind beispielsweise „zur vollsten Zufriedenheit“, „Trennung in gegenseitigem Einvernehmen“, „geselliger Mitarbeiter“ oder „arbeitete nach Anweisung korrekt und pünktlich“. Die KI erlernt dabei sukzessive die Qualität der Beurteilungsaussagen in Arbeitszeugnissen und übersetzt diese in eine Schulnote. Darüber hinaus ist der KI-Dienst in der Lage, Arbeitszeugnisse mit bereits klassifizierten Zeugnissen zu vergleichen und in einem Ranking abzubilden.

Wie ist das Projekt entstanden?

Maximilian Wolf:

Stefan Ruf und ich kommen aus unterschiedlichen Ecken der BWL – aber wir verstehen uns gut und wollten ein gemeinsames Projekt machen. Also haben wir unsere sehr unterschiedlichen Kompetenzen in einen Topf geworfen und daraus gewissermaßen eine Idee „gekocht“. Ich bringe auf der betriebswirtschaftlichen Seite Managementkompetenzen auf dem Gebiet der Human Resources mit, und Stefan Ruf kennt sich auf dem Gebiet der Digitalisierung bestens mit dem Einsatz moderner, Cloud-basierter IT-Tools aus. Mit der automatisierten und KI-gesteuerten Analyse von Arbeitszeugnissen haben wir uns zuerst ein gemeinsames Anwendungsgebiet erschlossen und anschließend mit Erfolg auch zwei sehr unterschiedliche Gruppen von Studierenden dafür begeistert.

Wie habt ihr das Projekt didaktisch umgesetzt?

Stefan Ruf:

Nicht nur wir, auch unsere Studierenden brachten unterschiedliche Kompetenzen in das Projekt ein. Im Masterkurs „Personalführung“ von Maximilian Wolf lernten die Studierenden zunächst, wie man Arbeitszeugnisse richtig schreibt, und formulierten insgesamt rund 100 erfundene Zeugnisse. In einem zweiten Schritt bauten meine Bachelorstudierenden mithilfe dieser Zeugnisse eine Künstliche Intelligenz auf, indem sie eine entsprechende Software mit gängigen Formulierungen fütterten und ihnen über Verfahren des maschinellen Lernens „beibrachten“, wie diese in Schulnoten zu bewerten sind.

Maximilian Wolf:

Erfolgsfaktoren waren für uns die projektorientierte Umsetzung des Anwendungsfalls mit klaren Lernzielen, Zielstellungen, Meilensteinen, Zwischenpräsentation und Peer-Feedback. Für uns als Dozierende und auch für alle Studierenden war der Rückgriff auf die Lernangebote des KI-Campus wie „KI und Leadership“¹ ein Schlüssel zum Erfolg. Dies hat die notwendigen didaktischen sowie methodischen Vorbereitungen für uns Dozierende maßgeblich vereinfacht.

Eine detaillierte Übersicht zu den Lernzielen und zum didaktischen Aufbau des Projekts kann hier eingesehen werden: [Dokument mit Bonusmaterial](#).

¹ <https://ki-campus.org/courses/kileadership-dfki2022>

Wie waren die Lehr- und Lernerfahrungen für euch und die Studierenden?

Stefan Ruf:

Für die Studierenden waren das Projekt und auch die digitalen Lernangebote des KI-Campus eine absolute Bereicherung des Studienangebots. Besonders gut hat ihnen der hohe Praxisbezug des Projekts gefallen. Spannend für uns alle war der abschließende Abgleich zwischen menschlicher und Künstlicher Intelligenz: Die Ergebnisse der Klassifikation und der Priorisierung der Arbeitszeugnisse korrelierten stark positiv mit den manuellen Beurteilungen der Studierenden und des HR-Dozenten.

Was sind die Key Learnings aus dem Projekt?

Stefan Ruf:

KI-Campus-Inhalte sind auch für Studierende KI-fernerer Disziplinen (zum Beispiel der Wirtschaftswissenschaften) semesterübergreifend im Bachelor- und Masterbereich geeignet. Durch Customizing und Parametrisierung von Cloud-basierten IT-Services können komplexe KI-Services auch durch diese Studierenden genutzt werden und im betriebswirtschaftlichen Kontext neue Anwendungsgebiete erschlossen werden.

Maximilian Wolf:

Zunächst haben wir den Studierenden die theoretischen Grundlagen vermittelt, wie rechtssichere Arbeitszeugnisse erstellt werden. Auf dieser Basis konnten sie selbst Arbeitszeugnisse entwerfen und beurteilen. Auch für den späteren Berufsweg hat sich dies als sehr erkenntnisreich und zielführend im Sinne einer hohen Lernkurve für Studierende erwiesen.

Ergänzungsmaterial

Lernziele im Bereich Human Resource Management (Bloomsche Taxonomie)

- Die Studierenden kennen wichtige rechtliche und unternehmerische Rahmenbedingungen von Arbeitszeugnissen.
 - Sie können die relevanten Inhalte und typischen Formulierungen in Arbeitszeugnissen kritisch diskutieren.
 - Die Studierenden können eigenständig fiktive Arbeitnehmer:innen und deren Verhalten mit Schulnoten bewerten und dieses mithilfe der im Human Resource Management typischen Formulierungen in einem qualifizierten Arbeitszeugnis darstellen.
 - Die Studierenden sollen lernen, ihre Anforderungen an die Funktionalitäten eines KI-Dienstes zur Beurteilung eines Arbeitszeugnisses so verständlich zu formulieren, dass die Studierenden aus dem Modul „Digital Business“ diese im KI-Dienst adäquat abbilden können.

Lernziele im Bereich Digitalisierung (Bloomsche Taxonomie)

- Die Studierenden lernen und beherrschen einen sicheren und differenzierten Umgang mit dem relevanten Begriffs- und Definitionsapparat der KI (Künstliche Intelligenz, Artificial Intelligence, Algorithmus, Machine Learning, Data Engineering, Data Science, Data und Text Mining ...).
 - Die Studierenden erlernen die Grundlagen und damit die Funktionsweise der KI und des maschinellen Lernens.
 - Sie verstehen die Grundlagen der Algorithmik und lernen dabei spezifische Aspekte der Daten- und Algorithmenethik kennen, insbesondere bei der Verarbeitung personenbezogener Daten.
 - Die Studierenden erlernen die Funktionsweise, die Implementierung und den Einsatz von Machine Learning in einer betriebswirtschaftlich und managementorientierten Domäne (Human Resource Management) unter Verwendung spezifischer Tools wie zum Beispiel Teachable Machines.
 - Sie erlernen die konstruktiv-kritische Beurteilung der KI-Ergebnisse unter Einsatz spezifischer Methoden sowie die Ableitung von funktionalen und prozessualen Optimierungspotenzialen. Der Lernzyklus für die Studierenden schließt mit der Eignungsbeurteilung des prototypischen KI-Service für die Verwendung im industriell-wirtschaftlichen Umfeld.

Tabelle 1

Didaktischer Aufbau im Bereich Human Resource Management 1/2

	VERAN- STALTUNG 1	SELBST- LERNPHASE	VERAN- STALTUNG 2	SELBST- LERNPHASE	VERAN- STALTUNG 3	SELBST- LERNPHASE
Lehrform	Gemeinsamer Kick-off mit beiden Modulen	Selbststudium	Vorlesung	Selbststudium	Vorlesung mit Gruppenarbeiten	Abstimmung der Gruppen aus beiden Modulen
Geplante Inhalte	Erklärung von KI und ihrer Bedeutung Vorstellung des Projekts „KI meets Human Resource Management“ Aufzeigen der Lernziele und Einbettung in die Module Festlegung des Zeitplans und der Verantwortlichkeiten der beiden Modulgruppen Klären von Fragen	Was ist KI? Warum ist es wichtig, sich mit dem Thema zu befassen? Welchen Einfluss hat KI auf unsere Zukunft? Wie können wir uns vorbereiten?	Besprechung der key insights aus dem Selbststudium Rechtliche und unternehmerische Rahmenbedingungen von Arbeitszeugnissen Erklärung typischer Formulierungen zur Beurteilung von Arbeitnehmer:innen	Neue Ansätze in der Führung Umgang mit neuen Technologien	Besprechung der key insights aus dem Selbststudium Erstellung von Arbeitszeugnissen	Austausch zu den gelernten Inhalten Übergabe und Erklärung der Arbeitszeugnisse an die Gruppe „Digital Business“
Bezug zu Lernangeboten des KI-Campus			„KI und Leadership“¹	„KI und Leadership“²		„KI und Leadership“³

¹ <https://ki-campus.org/courses/kileadership-dfki2022>

² <https://ki-campus.org/courses/kileadership-dfki2022>

³ <https://ki-campus.org/courses/kileadership-dfki2022>

Tabelle 2

Didaktischer Aufbau im Bereich Human Resource Management 2/2

	VERANSTALTUNG 4	SELBSTLERNPHASE	VERANSTALTUNG 5	IM NACHGANG ZUM PROJEKT
Lehrform	Vorlesung	Ggf. Selbststudium	Gemeinsamer Abschluss mit beiden Modulen	Peer-Coaching
Geplante Inhalte	Besprechung der key insights aus dem Selbst-studium und aus dem Austausch mit der Gruppe Reflexion und Analyse des eigenen Führungsstils	Noch offene Inhalte aus dem KI-Kurs	Vorstellung des KI-Dienstes durch die Gruppe „Digital Business“ Testen der Funktionalitäten mithilfe von Beispielergebnissen Überprüfung der Ergebnisse durch die Gruppe „Personalführung“	Testen der Qualität des KI-Dienstes anhand der eigenen (ggf. anonymisierten) Zeugnisse; Überprüfung des Ergebnisses
Bezug zu Lernangeboten des KI-Campus	„KI und Leadership“ ⁴	„KI und Leadership“ ⁵		

⁴ <https://ki-campus.org/courses/kileadership-dfki2022>

⁵ <https://ki-campus.org/courses/kileadership-dfki2022>

Tabelle 3

Didaktischer Aufbau im Bereich Digitalisierung 1/2

	VERAN-STALTUNG 1	SELBST-LERNPHASE	VERAN-STALTUNG 2	SELBST-LERNPHASE	VERAN-STALTUNG 3	SELBST-LERNPHASE
Lehrform	Gemeinsamer Kick-off mit beiden Modulen	Selbststudium	Vorlesung Algorithmen	Selbststudium	Vorlesung KI und maschinelles Lernen	Abstimmung der Gruppen aus beiden Modulen
Geplante Inhalte	Erklärung von KI und ihrer Bedeutung Vorstellung des Projekts „KI meets Human Resource Management“ Aufzeigen der Lernziele und Einbettung in die Module Festlegung des Zeitplans und der Verantwortlichkeiten der beiden Modulgruppen Klären von Fragen	Was ist KI? Warum ist es wichtig, sich mit dem Thema zu befassen? Welchen Einfluss hat KI auf unsere Zukunft? Wie können wir uns vorbereiten? Begriffsapparat und relevante Definitionen der KI	Besprechung der key insights aus dem Selbststudium Grundlagen der Algorithmik Spezifische Aspekte der Daten- und Ethikalgorithmik	Recherche relevanter Algorithmen Recherche von Methoden zur kritischen Beurteilung von Funktion und Eignung von Algorithmen (in der Domäne Human-Resources)	Kennenlernen der Funktionalität von KI-Tools und Methoden, z. B. Teachable Machines Erste prototypische Implementierungen von Funktionen in Teachable Machines und Ergebnisevaluierung in Kleingruppen mit Coaching durch Lehrkraft	Austausch zu den gelernten Inhalten Übergabe und Erklärung der Arbeitszeugnisse an die Gruppe „Digital Business“
Bezug zu Lernangeboten des KI-Campus			„Daten- und Algorithmenethik“ ⁶	„KI und Leadership“ ⁷		

⁶ <https://ki-campus.org/courses/daethik2020?locale=de>

⁷ <https://ki-campus.org/courses/kileadership-dfki2022>

Tabelle 4

Didaktischer Aufbau im Bereich Digitalisierung 2/2

	VERANSTALTUNG 4	VERANSTALTUNG 5, GGF. 6 JE NACH ZEITBEDARF	IM NACHGANG ZUM PRO- JEKT (ANALOG ZUM MODUL PERSONALFÜHRUNG)
Lehrform	Prototypenbau im KI-Labor	Prototypenbau im KI-Labor	Peer-Coaching
Geplante Inhalte	Konzeption des KI-Service mit Formulierung von funktionalen, technischen und datenschutzrechtlichen Anforderungen Auswahl und Eignungsbeurteilung relevanter Tools, z. B. der Teachable Machines mit Text Analytics und Text Mining Coaching und Anleitung durch Dozierende	Implementierung des prototypischen KI-Service Start des Lernprozesses durch Bereitstellung und Verarbeitung von Inputdokumenten (Arbeitszeugnisse) Beurteilung und Abgleich mit menschlicher Beurteilungseinschätzung in Kleingruppen mit den Masterstudierenden des Moduls „Personalmanagement“ Coaching und Anleitung durch Dozierende	Testen der Qualität des KI-Dienstes anhand der eigenen (ggf. anonymisierten) Zeugnisse; Überprüfung des Ergebnisses
Bezug zu Lernangeboten des KI-Campus	Natural Language Processing ⁸		

⁸ <https://ki-campus.org/courses/nlp-dfki2021>

Kapitel 9

Wie Computer sprechen lernen – Anforderungen an Bildungsformate für Nicht-Informatiker:innen zum Thema Künstliche Intelligenz und Spracherkennung

Torsten Harms und Anke Hutzschenreuter

Zusammenfassung

Künstliche Intelligenz wird zunehmend in vielfältigen Bereichen der Wirtschaft eingesetzt. Dies erfordert verstärkt auch Wissen und Handlungskompetenzen bei Nicht-Informatiker:innen, die auf Management- oder Anwendungsebene mit diesen Konzepten in Berührung kommen. Aufbauend auf einer Analyse der vorhandenen Kenntnisse von Studierenden im Bereich Wirtschaft wurden die Anforderungen an Bildungsformate für diese Zielgruppe konkretisiert und Lücken in der bestehenden Angebotsstruktur identifiziert. Ein Lösungsvorschlag ist das Angebot von vertieften, anwendungsorientierten Workshops – hierbei wird ein Einblick in die konkrete Umsetzung und Rezeption eines eintägigen Workshops zum Thema „Spracherkennung und Chatroboter“ gegeben.

Schlüsselbegriffe

Künstliche Intelligenz • Spracherkennung • Workshop • Interdisziplinarität • Lehrerfolg

1. Handlungsbedarf an Wissensvermittlung für Nicht-Informatiker:innen

Die Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) hat in der Vergangenheit stark zugenommen, sowohl im wirtschaftlichen Kontext (Furman & Seamans 2019) als auch im sozialen (Lindgren & Holmström 2020) und politischen Bereich (Kane 2019). Die KI nimmt dabei in vielen Branchen eine Schlüsselrolle ein: Von der automatischen Qualitätsprüfung durch Bilderkennung in der Produktion bis hin zum Abschätzen der Dauer einer Berufsunfähigkeit anhand von Krankenakten gibt es aktuell kaum einen Bereich, in dem das Potenzial der Künstlichen Intelligenz nicht gesehen wird (Seufert et al. 2021). In der praktischen Anwendung ist dabei der Einsatz von KI kein reines „Informatik-Problem“; vielmehr müssen interdisziplinär Kompetenzen aus verschiedenen Fachbereichen verknüpft werden, um praxistaugliche Lösungen zu generieren. Gerade für fachfremde Anwender:innen und Manager:innen ist es daher wichtig, die grundlegende Vorgehensweise von KI-Verfahren zu verstehen, um so optimale Ergebnisse zu

T. Harms (✉) • A. Hutzschenreuter
torsten.harms@dhbw-karlsruhe.de
anke.hutzschenreuter@heilbronn.dhbw.de
Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland

erzielen oder Fehlentscheidungen zu verhindern (vgl. z. B. Hähnchen et al. 2020 zum Thema KI in der Rechtsprechung).

Auch im Hochschulbildungsbereich außerhalb der (Wirtschafts-)Informatik – konkret in den Bachelorstudiengängen im Bereich BWL, in denen die Autor:innen tätig sind – werden Kenntnisse zum Thema KI vielfach nur unsystematisch vermittelt; zumeist sind es einzelne Lehrende, die das Thema KI im Zuge der Konkretisierung der Lehrinhalte selbstständig aufgreifen. In der gesamten Modulbeschreibung des BWL-Studiengangs taucht der Begriff „Künstliche Intelligenz“ nur einmal als optionaler Inhalt in einem Seminar auf; andere Begriffe, wie zum Beispiel „Machine Learning“, sind dort gar nicht zu finden.¹ Ganz anders verhält es sich im Studiengang „Wirtschaftsinformatik“: Dort kommt in der Modulbeschreibung der Begriff „Künstliche Intelligenz“ an zehn Stellen und „Machine Learning“ sogar ganze 37 Mal (allerdings teilweise auch in den Literaturangaben) vor.²

Entsprechend ist es nicht verwunderlich, dass sich viele Studierende außerhalb der (Wirtschafts-)Informatik allenfalls erste Grundkenntnisse zum Thema KI zuschreiben. Eine Kurzbefragung von 21 Bachelorstudierenden im vierten Semester im Fachbereich BWL der Autor:innen ergab folgenden Kenntnisstand zum Thema „Methoden und Kenntnisse der KI“ (siehe Tabelle 1); hier ordnet sich lediglich eine Person fundierte Kenntnisse in Teilbereichen zu – also ein Niveau, das ein „Mitreden“ bei der Konzeption und Anwendung von KI ermöglichen würde.

Tabelle 1

Selbsteinschätzung von BWL-Bachelorstudierenden zu den Kenntnissen der KI (N = 21); genaue Fragestellung: „Wie schätzen Sie Ihr Wissen zu Methoden und Technologien der KI aktuell ein? Bitte wählen Sie eine Option aus, der Sie sich am ehesten zuordnen können“ (eigene Auswertung).

KENNTNISSE	ANZAHL
Ich habe noch kein Wissen zu KI.	6
Ich habe erste Grundkenntnisse zum Thema KI.	14
Ich habe fundierte Kenntnisse in einigen Teilbereichen der KI.	1

Es ist daher wichtig, Inhalte zum Thema KI für „fachfremde“ Teilnehmende (= Nicht-Informatiker:innen) und speziell für Studierende der Nicht-Informatikstudiengänge anzubieten und gegebenenfalls weiterzuentwickeln.

Die meisten bisherigen Angebote fallen dabei in zwei Gruppen:

- **Einfach gehaltene Einführungen** „ohne Code und Formeln“, die sich eher anekdotisch dem Thema der Künstlichen Intelligenz nähern und ein erstes Kennenlernen versprechen, ohne aber den Anspruch zu haben, Handlungskompetenz für eine konkrete, professionelle Anwendung zu vermitteln.

¹ Siehe Modulbeschreibung unter: https://www.karlsruhe.dhbw.de/fileadmin/user_upload/documents/content-de/Studiengaenge-Wirtschaft/BWL-Versicherung/Modulbeschreibungen-BWL-VS.pdf

² Siehe Modulbeschreibung unter: https://www.dhbw.de/fileadmin/user/public/SP/KA/Wirtschaftsinformatik/Data_Science.pdf

- **Fachangebote für Personen mit Informatik-Bezug**, die häufig ausgesprochen umfangreiche Kenntnisse zu konkreten Themen vermitteln, aber auch fundierte Kenntnisse im Bereich Datenstrukturen, Algorithmen, Programmiersprachen, lineare Algebra etc. voraussetzen. Ziel dieser Angebote ist häufig ein akademisches Durchdringen des aktuellen Forschungsstandes.

Keines dieser Angebote erfüllt optimal die Zielsetzung für (angehende) Führungskräfte oder Anwender:innen aus Wirtschaft, Politik oder anderen fachfremden Bereichen: Zwar ist es für diesen Personenkreis nicht notwendig, die Algorithmen selbst programmieren oder gar optimieren zu können, aber es reicht eben auch nicht aus, nur eine oberflächliche, anekdotische Kenntnis zu möglichen Anwendungen zu haben. Betrachtet man die Lerntaxonomie von Bloom (1956) bzw. die später angepasste Version von Anderson & Krathwohl (2001), so besteht eine Angebotslücke im mittleren Kompetenzbereich des konkreten fachlichen Übertragens und der Abschätzung der Auswirkungen (bei Anderson & Krathwohl bezeichnet als „Apply“ und „Analyze“) – die eben genau der Funktionsbeschreibung einer Führungskraft entspricht (siehe Abbildung 1):

Abbildung 1

Angebotslücke für Nicht-Informatiker:innen bei KI-Wissensvermittlung (eigene Darstellung)



Nur wenn diese Angebotslücke geschlossen wird, kann das Potenzial der Künstlichen Intelligenz als potenzieller Schlüsseltechnologie voll ausgeschöpft werden, etwa:

- **Wirtschaftlich:** Führungskräfte und Manager:innen können die positiven Potenziale der KI identifizieren und die fachlich richtige Implementierung sicherstellen.
 - **Sozial/Ethisch:** Die sozialen Implikationen der Anwendung von KI, beispielsweise durch eine eventuelle Diskriminierung, können verstanden und verhindert werden.
 - **Rechtlich:** Die rechtlichen Grenzen, etwa hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit der Algorithmen, werden verstanden und können gemäß der Rechtslage berücksichtigt werden.
 - **Politisch:** Durch ein vertieftes Verständnis der KI kann die Politik als Gesetzgeber sinnvolle Einschränkungen formulieren oder die Exekutive eine sinnvolle Nutzung forcieren.
 - **Privat:** Private Nutzer:innen und Konsument:innen verstehen die Handlungsweise einer KI und können, unter Abwägung der Vor- und Nachteile, bestehende Angebote optimal nutzen.

2. Entwicklung eines zielgerichteten Bildungsformats für Nicht-Informatiker:innen

2.1 Grundsätzliche Konzeption der Workshop-Reihe

Vor dem Hintergrund der zuvor genannten Herausforderungen und Ziele wurde von den Autor:innen ein Bildungsformat entwickelt, das gemäß Barr & Tagg (1995) nicht nur Lehranweisungen geben, sondern einen Lernerfolg durch eigene Lernerfahrungen sicherstellen sollte. Entsprechend ergaben sich folgende Eckpunkte:

- Tagesworkshops in modularer Bauweise zu abgeschlossenen Themen (Spracherkennung, Klassifikation ...) zur Schaffung einer aktiven Handlungskompetenz zu einem beschränkten Thema der KI.
 - Mischung aus Hands-on-Erfahrung und Theorie im attraktiven Wechsel mit einer Vielzahl von interaktiven Formaten (nicht nur am PC) zur Aktivierung aller Teilnehmenden sowie zur Unterstützung des erforderlichen Theorie-Praxis-Transfers.
 - Keine Anforderungen hinsichtlich der Vorkenntnisse, mit Ausnahme elementarer Kenntnisse am PC (Dateien öffnen, speichern, Programme starten ...).
 - Forcierung zur konkreten Auseinandersetzung mit den Algorithmen durch eigene Erprobung und Weiterentwicklung der Programme.
 - Teilnehmendenzahl zwischen sechs und 20 Personen, Alter zwischen 16 und 50 Jahren; insbesondere Studierende aus den Fachrichtungen Wirtschaft und Soziales sowie mittlere Führungskräfte, die mit der Anwendung von KI im Unternehmen auf Managementebene betraut sind.

Erklärtes Ziel dieses Bildungsformats war es, Handlungskompetenz auf den mittleren Erkenntnisstufen nach Anderson & Krathwohl (2001) zu erreichen, also insbesondere bezüglich der konkreten Anwendung im eigenen Fachbereich („Apply“) sowie der Abschätzung bzw. Interpretation der Folgen („Analyze“). Dies kann nach Meinung der Autor:innen nur durch eigenes detailliertes „Durchspielen“ erzielt werden, da hierbei Theorie und Praxis zusammenkommen müssen (Beispiel Abbildung 2):

Abbildung 2

Illustration der angestrebten Handlungskompetenzen am Beispiel des Verstehens des word2vec-Algorithmus³
(eigene Darstellung)



Durch das konkrete „Experimentieren“ und die eigenen Fehler wurde zudem das Gelernte gefestigt. Hierbei ist es jedoch wichtig, dass ein sogenanntes Corrective-Feedback gemäß Metcalfe (2017) erfolgt. Dies ist bei der Umsetzung von Programmcode automatisch der Fall, da das Programm ansonsten das falsche bzw. nicht erwartete Ergebnis liefert oder im schlimmsten Fall gar nicht läuft.

2.2 Umsetzung

Als erstes Bildungsformat wurde ein Workshop mit dem Ziel „Wie Computer sprechen lernen – eine praktische Einführung in die Künstliche Intelligenz mittels Chatbots“ konzipiert. Motiviert wurde diese Themenwahl vor allem dadurch, dass auch Laien die Performance eines Chatbots sehr leicht und intuitiv beurteilen können. Dies gilt sowohl für das Sprachverständnis im Sinne des Verstehens und der Klassifikation der Eingabe als auch für die Antwortfähigkeit im Sinne der Formulierung der Antwort.⁴

Insbesondere bei der Erläuterung der zugrunde liegenden Theorie konnte auf eine Vielzahl von Unterlagen des KI-Campus zurückgegriffen werden, etwa auf den Kurs „Natural Language Processing“⁵. Häufig mussten dabei allerdings die dargestellten Inhalte deutlich vereinfacht und auf den geänderten Adressatenkreis „Nicht-Informatiker:innen“ angepasst werden.

Ebenso erleichterte das KI-Fellowship der beiden Autor:innen den Zugang zu anderen KI-Fellows; insbesondere konnte so ein Kontakt zum „Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)“ und dort speziell zur „Speech and Language Technology (SLT)“-Forschungsgruppe hergestellt werden.

³ Zur Erläuterung des word2vec Algorithmus siehe Mikolov et al. (2013).

⁴ Ein anfangs favorisierter Workshop zum Thema „Machine Learning – wie Maschinen das Wetter und noch mehr vorhersagen können“ wurde entsprechend verworfen: Trotz der vielfältigen Möglichkeiten bei der Anwendung bleibt die Performance relativ abstrakt und nur mathematisch (Tabelle der Fehlklassifikation, ROC-Kurven ...) greifbar.

⁵ <https://ki-campus.org/courses/nlp-dfki2021>

In Abstimmung mit den dortigen Expert:innen⁶ konnte zum Beispiel aus der Vielzahl der möglichen Algorithmen (bag-of-words, word2vec, BERT ...) eine sinnvolle didaktische Auswahl getroffen werden.

Als problematisch und zeitaufwendig bei der Erstellung entpuppte sich die Software-technische Begleitung des Workshops. Aufgrund der Zielsetzung, das Gelernte auch tatsächlich selbst anzuwenden, zu interpretieren und auch aus Fehlern zu lernen, war es elementar, dass die Workshop-Teilnehmenden selbst einen Chatbot zumindest weiterentwickeln sollten. Trotz intensiver Sichtung konnten allerdings keine bestehenden Angebote identifiziert werden, die übernommen werden konnten:

- Bestehende anwendungsbezogene Kurse zum Thema Spracherkennung, etwa die KI-Campus-Kurse „[Natural Language Processing](#)“⁷ oder „[Step by Step zu deinem Chatbot](#)“⁸, sind mit dem Umfang einer einsemestrigen Hochschulvorlesung (30 bis 40 Lehrstunden) oftmals deutlich umfangreicher und richten sich an versierte Informatikstudierende mit Erfahrung in der Programmierung (zum Beispiel in Python) sowie der Installation und dem Management der zusätzlichen Pakete (zum Beispiel RASA für Python). Dies allein würde das Format eines Tagesworkshops sprengen.
 - Umgekehrt gibt es deutschsprachige didaktische Angebote zum Thema Spracherkennung mit der Möglichkeit zum eigenen „Programmieren“, die meist auf Schüler:innen der unteren Jahrgangsstufen ausgelegt und für den Hochschulkontext deutlich zu einfach gestaltet sind; etwa das sehr gelungene Schülerprogramm der TU-Dresden, das mit Scratch aber nur ein Matching von exakt gleichen Wörtern bzw. Wortteilen anbietet.⁹
 - Die meisten komplexeren Anwendungsbeispiele auf Hochschulebene waren zudem auf das Programmieren von englischsprachigen Chatbots ausgelegt; hier gibt es regelmäßig eine deutliche Verzögerung bei der Übertragung in die deutsche Sprache.
 - Fertige Angebote (insbesondere Google Assistant, aber auch Azure) wurden anfangs präferiert und boten auch ein gutes Verhältnis aus Performance („echtes Sprachgefühl“) und eigenen Möglichkeiten zur Steuerung. Leider sind diese Angebote häufig weder zeitlich stabil (Funktionen, Interface ...) noch kostenlos skalierbar.

Im Ergebnis wurde unter dem Namen **DAISY – DHBW AI SYSTEM** ein eigener, einfacher Chatbot in Python programmiert. Hierbei wurde auf eine sehr explizite Programmierung und viele Kommentare Wert gelegt. Dieser Code wurde auf der kostenlosen Plattform Kaggle¹⁰ gehostet und kann dort von den Teilnehmenden von jedem onlinefähigen Gerät geladen, gestartet und (in eigener Kopie) modifiziert werden. Die Teilnehmenden können hierbei besonders gekennzeichnete Programmteile selbst editieren und ergänzen. Eine Übersicht über die Funktionalitäten von DAISY findet sich in Abbildung 3:

⁶ Die beiden Autor:innen möchten an dieser Stelle besonders Dr. Stefan Hillmann vom DFKI für die fachliche Beratung danken.

⁷ <https://ki-campus.org/courses/nlp-dfki2021>

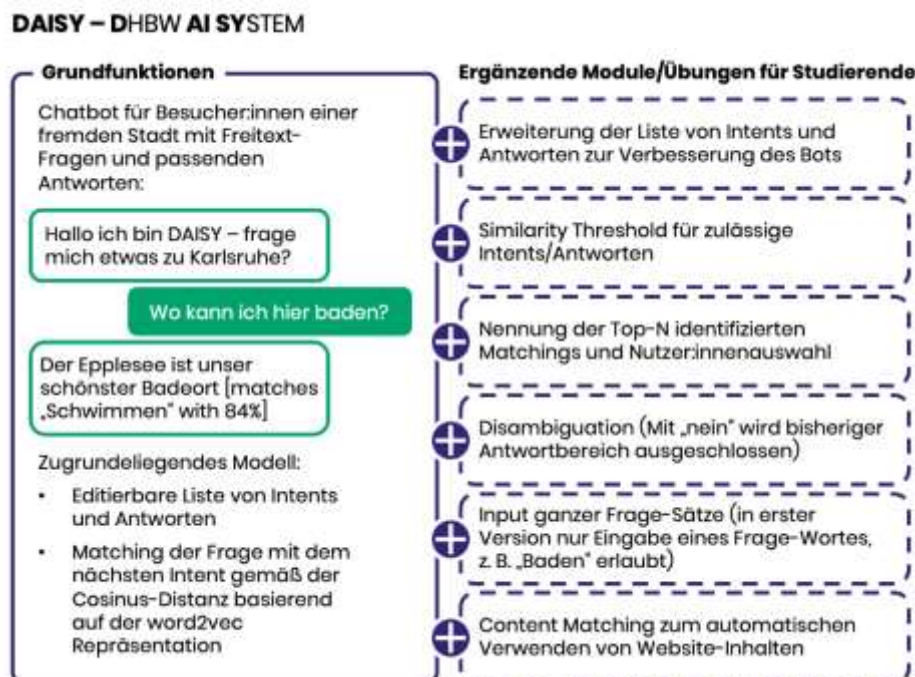
⁸ <https://ki-campus.org/courses/conversational-ai>

⁹ https://tu-dresden.de/ing/informatik/smt/ddi/schulinformatik/eduinf-education_in_informatics/lehr-lern-material

¹⁰ <https://kaggle.com>

Abbildung 3

DAISY Chatbot-Funktionalitäten (eigene Darstellung)



Insgesamt dauerte die Erstellung des Workshops rund 20 Personentage bzw. 160 Personenstunden, wobei der weitaus größte Teil (geschätzt 75 Prozent) auf die Konzeption und grundsätzliche Entscheidungen (Thema, Software, Algorithmen ...) inklusive des Verfolgens von letztlich verworfenen Alternativen verwandt wurde. Der daraus resultierende Tagesworkshop ist in Tabelle 2 dargestellt:

Tabelle 2

Outline-Tagesworkshop „Wie Computer sprechen lernen – eine praktische Einführung in die Künstliche Intelligenz mittels Chatbots“ (eigene Darstellung)

WIE COMPUTER SPRECHEN LERNEN – EINE PRAKTIISCHE EINFÜHRUNG IN DIE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ MITTELS CHATBOTS		
ZEILENSATZ	THEMA	LERNZIELE
45 Min.	Einführung in Chatbot	Generelle Probleme bei Spracherkennung; historische Entwicklung und Beispiele (ELIZA ...)
90 Min.	Grundlagen der Spracherkennung mit Natural Language Processing	Word-Embeddings als kritischer Entwicklungsschritt für moderne Spracherkennung; Abhängigkeiten vom Corpus erfahren; Word2vec als moderner Algorithmus zur Ermittlung der Word-Embeddings
45 Min.	Aufbau des ersten Chatbots	Funktionalität eines einfachsten Chatbot-Programms unter Nutzung von Word-Embeddings; Modifikationsmöglichkeiten erkennen und nutzen
90 Min.	Weiterentwicklung von Chatbots	Änderung der Parameter der Algorithmen; neue Algorithmen (doc2vec ...) kennenlernen und erproben
90 Min.	Diskussion und Abschluss	Grenzen der Anwendung von KI verstehen; eigene Anwendungsbereiche skizzieren (Präsentation)

3. Erfahrungen aus der ersten Anwendung des Workshops

3.1 Erfahrungen aus Sicht der Lehrenden

Insgesamt wurde der Workshop innerhalb von drei Monaten bereits dreimal an verschiedenen Standorten und Fachbereichen der Hochschule gehalten. Ebenso gab es internationale Anfragen zum Angebot auf Englisch an einer Partnerhochschule eines Autors in Portugal.

Bei der konkreten Umsetzung stellte sich heraus, dass insbesondere die Vorstellung der theoretischen Inhalte relativ viel Zeit in Anspruch nimmt. Insbesondere fehlt es den „fachfremden“ Studierenden häufig an elementaren Kenntnissen (etwa, dass ein Algorithmus nur ein starres Programm durchläuft); entsprechend häufig mussten die Lehrenden theoretische Konzepte im Vortrag relativ kleinteilig mit Beispielen oder Analogien didaktisch erläutern.¹¹

Die praktischen Anwendungen, inklusive der Anpassung und Erweiterung eines Programms für einen eigenen Chatbot in Python, liefen organisatorisch und auch hinsichtlich des Zeitmanagements deutlich glatter ab. Überraschend für die Lehrenden waren insbesondere die guten IT-Kenntnisse der Teilnehmenden im Umgang mit der unbekannten (englischen) Programmierumgebung „Kaggle“ sowie den Quellcodes in Python. Selbst antizipierte Fehler, wie etwa Syntaxfehler bei der Änderung und Erweiterung des Quellcodes in Python, traten relativ selten auf und wurden von den Teilnehmenden sofort verstanden. Wiederholt versuchten sogar einige Teilnehmende, den Chatbot über die eigentlichen Arbeitsaufträge hinaus zu optimieren, beispielsweise bezüglich des Umgangs mit Groß- und Kleinschreibung.

3.2 Teilnehmerfeedback und Lehrevaluation

Insgesamt wurden drei Workshops *„Wie Computer sprechen lernen – eine praktische Einführung in die Künstliche Intelligenz mittels Chatbots“* evaluiert. Gemäß dem Lehrkonzept der Dualen Hochschule Baden-Württembergs findet die Lehre grundsätzlich in Kleingruppen statt, sodass insgesamt 51 Personen an den Workshops teilnahmen. Zu jedem Workshop wurde eine Ex-ante- und eine Ex-post-Evaluation durchgeführt. Aufgrund der Freiwilligkeit bei der Teilnahme (und der Tatsache, dass der Evaluationstext während der Evaluation leider durch einen externen Partner geändert wurde) gab es insgesamt 22 valide Ex-ante- und 28 valide Ex-post-Beantwortungen, was einer Teilnahmequote von 43 bzw. 55 Prozent entspricht.

Insgesamt konnten vier unterschiedliche Erkenntnisse aus der Evaluation gezogen werden:

- **Steigerung des Kenntnisstandes zum Thema „Künstliche Intelligenz“:** Erwartungsgemäß konnten durch die Teilnahme an einem Workshop die Kenntnisse zum Thema KI verbessert werden – zumindest, was die Selbsteinschätzung der Teilnehmenden betraf. Als besonders positiv ist aus

¹¹ Etwa zur Tatsache, dass ein Programm alle potenziell möglichen Fälle berücksichtigen muss, durch das Beispiel: „Sie bitten einen Roboter, Milch aus dem Kühlschrank zu holen; Sie müssen dann berücksichtigen, dass eventuell keine Milch im Kühlschrank ist, und dem Roboter hierfür eine explizite Verhaltensanweisung geben.“

Sicht der Autor:innen vor allem die Steigerung um den Faktor 5 des Anteils jener Teilnehmenden zu bewerten, die sich „fundiertes Wissen in Teilbereichen der KI“ zuschrieben (siehe Tabelle 3):

Tabelle 3

Selbsteinschätzung von BWL-Bachelorstudierenden zu den Kenntnissen der KI vor ($N = 21$) und nach dem Workshop ($N = 24$); genaue Fragestellung: „Wie schätzen Sie Ihr Wissen zu KI-Methoden und KI-Technologien jetzt nach der Lehrveranstaltung ein? Bitte wählen Sie eine Option aus, der Sie sich am ehesten zuordnen können“ (eigene Auswertung).

KENNTNISSE	EX ANTE	EX POST
Ich habe noch kein Wissen zu KI.	29 % (n = 6)	13 % (n = 3)
Ich habe erste Grundkenntnisse zum Thema KI.	67 % (n = 14)	63 % (n = 15)
Ich habe fundierte Kenntnisse in einigen Teilbereichen der KI.	5 % (n = 1)	25 % (n = 6)

- Digitale Lehrinhalte dienen primär der Abwechslung und erst mittelbar der Erhöhung des Lernerfolgs:** Vor den Workshops wurden die Teilnehmenden auch auf den KI-Campus hingewiesen und befragt, welchen Mehrwert sie denn von digitalen Lehrinhalten (Videos ...) erwarten. Überraschenderweise wurde hier eine „abwechslungsreiche Lehrveranstaltung“ noch vor effizienterer Lehre oder gar höherer Qualität genannt (siehe Tabelle 4). Offensichtlich scheint das Ziel des Einsatzes (digitaler) Medien aus Sicht der studentischen Teilnehmenden vor allem primär in einer kurzweiligeren Lehrveranstaltung zu liegen und erst sekundär in einer höheren Qualität der Lehre:

Tabelle 4

Erwartung an den Einsatz digitaler Lehrinhalte (vor Durchführung des Workshops) ($N = 44$); genaue Fragestellung: „Was erwarten Sie von der Integration digitaler Lerninhalte in diese Lehrveranstaltung? Bitte wählen Sie aus! Mehrfachantworten sind möglich!“ (eigene Auswertung).

ERWARTUNG	NENNUNGEN
Ich erwarte eine abwechslungsreichere Lehrveranstaltung.	19
Ich erwarte eine praxisnähere Lehrveranstaltung.	11
Ich erwarte eine effizientere Vermittlung von Inhalten.	10
Ich erwarte eine höhere Qualität der Inhalte.	4
Ich erwarte eine verbesserte Betreuung.	0

- Erste Wissensvermittlung führt zu weiterem Wissenserwerb:** Sehr positiv aus Sicht der Autor:innen ist die Tatsache, dass ein großer Teil der Workshop-Teilnehmenden (75 Prozent) im Nachgang des Workshops freiwillig (und ohne Möglichkeit der Notenverbesserung) Inhalte des KI-Campus im Selbststudium absolviert hat. Mit Abstand am häufigsten (16 von 21 Nennungen) wurde hierbei der KI-Campus-Kurs „[Einführung in die KI](https://ki-campus.org/courses/einfuehrungki2020)“¹² gewählt – ein Kurs mit einem Umfang von immerhin 40

¹² <https://ki-campus.org/courses/einfuehrungki2020>

Unterrichtsstunden. Zwar hat vermutlich ein größerer Teil der Teilnehmenden diesen Kurs nicht vollumfänglich absolviert, aber es zeigt sich, dass bereits mit einem eintägigen Impulsworkshop die Scheu vor neuen Inhalten verringert und die Neugier am Thema KI geweckt werden kann.

- **Interaktive Anwendungsaufgaben werden besonders positiv bewertet:** Im Zuge der Ex-post-Evaluation wurden die Teilnehmenden auch dazu befragt, welche didaktischen Elemente als besonders positiv wahrgenommen wurden. Den Ergebnissen in Tabelle 5 ist zu entnehmen, dass interaktive Elemente und Simulation gemeinsam mit (ebenfalls naturgemäß interaktiven) Programmieraufgaben am häufigsten genannt wurden. Zwar bezieht sich diese Bewertung auf die KI-Campus-Kurse, die die Teilnehmenden im Nachgang betrachtet haben (zumeist also „Einführung in die KI“, siehe vorigen Punkt); nichtsdestotrotz bestätigt dies auch den Ansatz der Autor:innen, bei dem eigenen Workshop „Wie Computer sprechen lernen“ stark auf ein interaktives Vorgehen, inklusive Programmierung eines eigenen Chatbots, als didaktisches Konzept zu setzen.

Tabelle 5

Positive Ex-post-Bewertung didaktischer Elemente (N = 16); genaue Frage: „Welche Kurselemente haben Sie als besonders hilfreich für Ihren Lernprozess empfunden? Bitte kreuzen Sie an! Mehrfachnennungen möglich! Hinweise: Die Liste ist eine Übersicht aller möglichen Kurselemente. Gegebenenfalls kommen nicht alle Typen in diesem Kurs vor!“ (eigene Auswertung).

ELEMENT (SORTIERT)	NENNUNGEN
Interaktive Elemente und Simulationen	3
Programmieraufgaben	3
Texte	2
Abschlusstests	2
Diskussionsforum	2
Videos	1
Grafiken	1
Audio-Elemente	1
Quiz und Selbsttests	1
Peer Assessment	0
Infoboxen	0
Materialien zum Download	0

Neben der formalen Evaluation wurden die Teilnehmenden auch gebeten, am Ende der Veranstaltung anonym ein Feedback zu den drei Kategorien „Ich habe gelernt ...“, „Mir hat gefallen ...“ und „Ich wünsche mir ...“ abzugeben. Gemäß einer Inhaltsanalyse nach Mayring & Frenzl (2014) wurde dieses Freitext-Feedback in übergreifende Themen klassifiziert, wobei sich folgende Themenfelder ergaben:

- Theorie (zum Beispiel „Chatbots funktionieren über Wortnähe“)
 - Anwendung (zum Beispiel „Wo können Chatbots nicht gut eingesetzt werden?“)
 - Organisation (zum Beispiel „Ich wünsche mir mehr kürzere Pausen“)

Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 6 dargestellt:

Tabelle 6

Abschlussbefragung von zwei Workshops (insgesamt 31 studentische Teilnehmende), Mehrfachnennungen möglich (eigene Auswertung)

	„ICH HABE GELERNT ...“	„MIR HAT GEFALLEN ...“	„ICH WÜRDTE MIR WÜNSCHEN ...“
THEORIE	14	1	8
ANWENDUNG	19	16	4
ORGANISATION	0	4	5
GESAMT	33	21	17

Auffällig ist das ausgewogene Lernverhältnis zwischen Theorie und Praxis: Die Teilnehmenden haben im Feedback 14 besonders hervorhebungswürdige Lernerfahrungen aus der Theorie und 19 Anwendungserfahrungen benannt. Dies entspricht der Zielsetzung des Workshops, eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis zu schaffen. Bei der Bewertung der besonders positiven Erfahrungen („Mir hat gefallen ...“) überwiegen deutlich die positiven Erfahrungen in der eigenen Anwendung (zum Beispiel: „Es hat Spaß gemacht, den Chatbot zu verbessern“). Zur Theorie gibt es vonseiten der Teilnehmenden indes nur eine feedbackwürdige positive Erinnerung. In Verbindung mit den Wünschen der Teilnehmenden („Ich würde mir wünschen ...“) mit einem höheren Gewicht auf theoretischen Themen legt dies die Vermutung nahe, dass bei den Teilnehmenden der Wunsch nach einem vertieften fachlich-theoretischen Unterbau geweckt wurde. Typisch hierfür war die Frage: „Wie kann man einen noch besseren Chatbot bauen, welcher komplexere Sachverhalte erfasst?“ Fairerweise sei hier der Hinweis erlaubt, dass dieses Ziel im Rahmen eines eintägigen Workshops nicht sinnvoll erreicht werden kann.

4. Ausblick

Aufgrund der positiven Resonanz auf den ersten Workshop *„Wie Computer sprechen lernen – eine praktische Einführung in die Künstliche Intelligenz mittels Chatbots“* sind mehrere Schritte geplant:

Das Workshop-Angebot wird in den kommenden Semestern an mehreren Standorten der Dualen Hochschule Baden-Württemberg fortgeführt. Einzelne Studiengänge haben diesen Workshop als Einführung des Themenbereichs „Künstliche Intelligenz“ für Seminare und Veranstaltungen fest in das Curriculum aufgenommen. Ebenso gibt es bereits eine Anfrage einer ausländischen Partnerhochschule – hier wird der Workshop in Kürze auf Englisch durch einen der Autor:innen angeboten.

In Abstimmung mit dem KI-Campus wird zudem eine Aufbereitung des Workshops als KI-Campus-Kurs zum Selbststudium diskutiert. In der bisherigen Konzeption und im Austausch mit anderen KI-Campus-Fellows ergab sich ein relativ großer Bedarf an Einführungsveranstaltungen mit geringem Umfang. Ergänzend zum Angebot des Workshops als KI-Campus-Kurs ist ebenfalls eine Aufbereitung des Lehrmaterials (Präsentationsfolien, didaktische Hinweise ...) für die Durchführung des Workshops in Präsenz durch andere Lehrende angedacht.

Längerfristig soll das erfolgreiche Workshop-Format auch auf weitere Themenbereiche über „Spracherkennung/Chatbots“ hinaus übertragen werden. Hier bieten sich beispielsweise die Themen „Machine Learning/Klassifikation“ oder auch „Computer Vision and Decision Making“ an.

Literaturverzeichnis

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Hrsg.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Barr, R. B. & Tagg, J. (1995). From teaching to learning – A new paradigm for undergraduate education. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 27(6), 13–25. <https://doi.org/10.1080/00091383.1995.10544672>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives. Book 1 Cognitive Domain*. Longman.
- Furman, J. & Seamans, R. (2019). AI and the Economy. *Innovation Policy and the Economy*, 19, 161–191.
- Hähnchen, S., Schrader, P., Weiler, F. & Wischmeyer, T. (2020). Legal Tech: Rechtsanwendung durch Menschen als Auslaufmodell? *Juristische Schulung (JuS)*, 625–635.
- Kane, T. B. (2019). Artificial Intelligence in Politics: Establishing Ethics. *IEEE Technology and Society Magazine*, 38(1), 72–80. <https://doi.org/10.1109/MTS.2019.2894474>.
- Lindgren, S. & Holmström, J. (2020). A Social Science Perspective on Artificial Intelligence: Building Blocks for a Research Agenda. *Journal of Digital Social Research*, 2(3), 1–15.
- Mayring, P. & Fenzl, T. (2014). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer.
- Metcalfe, J. (2017). Learning from Errors. *Annual Review of Psychology*, 68:1, 465–489.
- Mikolov, T., Corrado, G., Chen, K. & Dean, J. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. *Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR 2013)*, 1–12. <https://doi.org/10.1162/153244303322533223>
- Seufert, S., Guggemos, J. & Ifenthaler, D. (2021). Zukunft der Arbeit mit intelligenten Maschinen: Implikationen der Künstlichen Intelligenz für die Berufsbildung. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Beiheft 31*, 9–27.

Kapitel 10

How to teach AI in Public Management – Künstliche Intelligenz fachfremd lernen

Christian Warneke, Björn Gehlsen und Benedikt Adelman

Zusammenfassung

Einsatzmöglichkeiten von KI-Technologien in der Öffentlichen Verwaltung sollten Public-Management-Absolvent:innen trotz lediglich geringer informatischer Studieninhalte erkennen und mit Fachleuten diskutieren können. Relevanz, Rahmenbedingungen und Möglichkeiten, im Public-Management-Studium „fachfremd KI zu lernen“, werden unter besonderer Berücksichtigung der Interdisziplinarität der Lehre sowie der Nutzung von Open Educational Resources diskutiert. Mit der Website www.embeddings.de wird ein niedrigschwelliges didaktisches Element für diesen Zweck vorgestellt.

Schlüsselbegriffe

Künstliche Intelligenz • Public Management • Chancengerechtigkeit • Öffentliche Verwaltung • Embedding • Interdisziplinarität

1. Ausgangssituation

Im Studiengang Public Management (PuMa) an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW) werden Studierende für den administrativen Teil der Exekutive, die Öffentliche Verwaltung, ausgebildet. Sie haben nach ihrem Studium die Aufgabe, politische Beschlüsse der Legislative auszuarbeiten und umzusetzen. Angesichts des demografischen Wandels und vor dem Hintergrund eines allgemeinen Fachkräftemangels wird KI-Technologien in der Öffentlichen Verwaltung großes Potenzial zugeschrieben (Wangler & Botthof 2019). Deren Anwendung bedeutet gerade im Kontext der Öffentlichen Verwaltung eine hohe Verantwortung, für die es zu sensibilisieren gilt.

Das KI-Einsatzfeld Öffentliche Verwaltung ist schon unter dem Gesichtspunkt der technischen Möglichkeiten sehr speziell (vgl. Prechel et al. 2022). Die vielfältigen Datenbestände in der Öffentlichen Verwaltung bieten für KI-Methoden ein besonderes Potenzial zum effektiveren Einsatz des Personals durch die Automatisierung von Routinetätigkeiten. Allerdings werden die Daten oft mehrfach erhoben und nicht zentral abgelegt,^[1] und es gilt, die Monopolstellung des Staates zu berücksichtigen: Von entwickelten

C. Warneke (✉) • B. Gehlsen • B. Adelman
christian.warneke@haw-hamburg.de
bjoern.gehlsen@haw-hamburg.de
benedikt.adelman@haw-hamburg.de
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Hamburg, Deutschland

bzw. eingesetzten technischen Anwendungen sind potenziell alle Bürger:innen betroffen, und es gibt kaum eine Institution, die mehr Daten über einzelne Personen zur Verfügung hat. Daher sind Defizite, zum Beispiel in den Bereichen Datenhoheit, Datensicherheit, Rechtssicherheit oder Ethik, von Entscheidungen unbedingt zu vermeiden, um der besonderen Verantwortung des Staates für die Gesellschaft gerecht zu werden. Schon Marcus Tullius Cicero (106–43 v. Chr., römischer Redner und Staatsmann, o. S.) wusste: „Der Staatsdienst muss zum Nutzen derer geführt werden, die ihm anvertraut sind, nicht zum Nutzen derer, denen er anvertraut ist.“

Tabelle 1

Ausgewählte Daten in der Öffentlichen Verwaltung

Bürger:innen	Adressen Melderegister Standesamt Führungszeugnisse Gesundheitsdaten
Unternehmen	Finanzdaten Beschäftigtendaten Fahrzeuge Sicherheitsvorfälle
Liegenschaften	Flächennutzungs- und Bebauungspläne Grundbücher Mietspiegel Bodenrichtwerte
Umwelt- und Verkehrsdaten	Luftverschmutzung Wasserqualität Verkehrszählungen Wetterdaten

2. IT-Service-Management

Im Zuge der anstehenden Digitalisierung von Verwaltungsdienstleistungen – ursprünglich geplant bis 2022 (vgl. Onlinezugangsgesetz 2017) – kommt aus dem Bereich des IT-Managements das Konzept der Service-Orientierung, das ein Zusammenwirken von Anwendenden (Dienstnutzenden, service consumer) und IT-Spezialist:innen (Dienststerbringenden, service provider) vorsieht. Damit einher geht sinnvollerweise eine Arbeitsteilung, die es den Mitarbeiter:innen der Verwaltung erlaubt, sich auf die Fachlichkeit sowie die Anwendung von Verfahren zu konzentrieren und diese zu optimieren. Erst mit oder nach der Optimierung übernehmen die technisch spezialisierten IT-Fachleute die Implementierung und damit die Automatisierung der vorher definierten Prozesse. Andernfalls würden verbesserungswürdige Abläufe automatisiert, was einen schlechten Status quo zementieren und negative Auswirkungen mit sich bringen würde.

Genau an der Schnittstelle zwischen Dienstnutzenden und Dienststerbringenden kommt den PuMa-Absolvent:innen als Repräsentant:innen der Öffentlichen Verwaltung eine Schlüsselfunktion zu. Ein Ziel ihres Studiums ist es, Diskussionsfähigkeit „auf Augenhöhe“ mit Informatiker:innen zu erreichen, die als IT-Dienstleistende auch bei der Integration von KI-Projekten (mit-)arbeiten werden. Zu berücksichtigen ist dabei allerdings, dass PuMa-Studierende aktuell kaum bis gar keine informatischen Studieninhalte absolvieren.

3. Rahmenbedingungen und Zielgruppe

Die Möglichkeit zur Teilnahme an Lehrveranstaltungen zum Thema Künstliche Intelligenz bietet sich den PuMa-Studierenden erst seit dem Wintersemester 2020/21. Im Wahlpflichtbereich war es möglich, diese Inhalte ohne Reform des Curriculums in jedem Semester als aktuelles Seminarthema anzubieten. Schon die zweite Auflage im Sommersemester 2021 fokussierte – auch inspiriert durch ein eingeworbenes Forschungsprojekt – die KI in der Öffentlichen Verwaltung.

Ziel der Lehrveranstaltung „KI in der Öffentlichen Verwaltung“ ist es daher, die anwendungsbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten der PuMa-Studierenden im Bereich der Künstlichen Intelligenz nachhaltig zu verbessern sowie KI- und Datenkompetenzen durch praxisnahe Projektarbeiten zu vermitteln und zu fördern. Das Lehrangebot richtet sich an Studierende des dualen Bachelorstudiengangs Public Management mit rechts- oder wirtschaftswissenschaftlichem Studienschwerpunkt im vierten oder fünften Semester, von denen die meisten nach erfolgreichem Abschluss ihres Studiums in der Öffentlichen Verwaltung, vornehmlich in der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH), arbeiten.

Da die Lehrveranstaltung im Wahlpflichtbereich des Studiengangs angesiedelt ist, ergeben sich folgende organisatorische Schwierigkeiten: Zum einen steht erst kurz vor Semesterbeginn fest, wie viele Studierende diese Lehrveranstaltung gewählt haben. Zu rechnen ist mit Teilnehmendenzahlen zwischen acht und 25 Personen; bei unter sieben Teilnehmenden würde die Veranstaltung ausfallen, bei 20 oder mehr Anmeldungen wird versucht, einzelne Studierende in anderen Veranstaltungen unterzubringen. Zum anderen muss für die Studierenden die Möglichkeit bestehen, im Rahmen der Veranstaltung eine Prüfungsleistung zu erbringen. Diese kann jedoch auch in anderen Wahlveranstaltungen geleistet werden, sodass die Anzahl der Studierenden, die beispielsweise ein Referat als Prüfungsleistung einbringen, erst einige Wochen nach Semesterbeginn definitiv feststeht. Eine Seminarplanung vor dem Semester muss entsprechend flexibel an diese Gegebenheiten angepasst werden.

4. Lehrende, Lehrinhalte und didaktische Konzeption

Auf KI-Technologien im Staatseinsatz gibt es vielfältige Perspektiven unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen. Das Dozententeam ist daher bewusst interdisziplinär besetzt, was innovativen Entwicklungen in der Hochschullehre entspricht (vgl. van Waes et al. 2015; Kauffeld 2016; Kauffeld et al. 2019). Es setzt sich aus Lehrenden der Fachgebiete Informatik, Rechtswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Ethik und Psychologie zusammen (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1

Interdisziplinäre Lehre für das Themengebiet „KI in Public Management“



Mit Blick auf die Rolle der Lehrenden haben Prechel et al. (2022, S. 80) bereits darauf hingewiesen, dass sich diese von der „Quelle des Wissens“ in Richtung „coachende Lernbegleitung“ entwickelt. Kauffeld et al. (2019, S. 3) beschreiben diese Entwicklung im Kontext der Digitalisierung der Hochschullehre differenzierter:

„Die Digitalisierung in der Lehre führt insbesondere zu einer Veränderung im Lernprozess von Studierenden. Neue digitale Medien und Lernmöglichkeiten erfordern mehr Eigenverantwortung der Studierenden für ihren eigenen Lernprozess und -erfolg. Lehrende sind nicht mehr in der Rolle des Wissensvermittlers, da die Vermittlung von Wissen oft durch verschiedene (digitale) Kanäle erfolgt. Vielmehr ist der Lehrende ein Prozessbegleiter, der den Lernprozess der Studierenden vorstrukturiert und auf geeignete Medien und Materialien bedarfsgerecht hinweist und diese zur Verfügung stellt. Durch diese Veränderungen löst sich die klassische Rolle des Lehrenden auf und wird ergänzt durch weitere Personen, die für die Gestaltung einer digitalisierten Lehre nötig sind.“

Zu der hier angesprochenen Vorstrukturierung des Lernprozesses sowie dem bedarfsgerechten Hinweis auf geeignetes Lernmaterial gehört die Nutzung von Open Educational Resources (OER) in der Lehrveranstaltung. OER sind dabei definiert als „digitalized materials offered freely and openly for educators, students and self-learners to use and reuse for teaching, learning and research“ und werden beschrieben als „[...] accumulated assets that can be enjoyed without restricting the possibilities of others to enjoy them. This means that they should be non-rival (public goods), or that the value of the resource should be enlarged when used (open fountain of goods). Furthermore, to be ‘open’ means that the resources either provide non-discriminatory access to the resource or can also be contributed to and shared by anyone“ (OECD 2007, S. 38). Im deutschsprachigen Raum wird oft pragmatisch von „frei verwendbare[n] Lern- und Lehrmaterialien“ (Mruck et al. 2011, S. 246) gesprochen.

In der Literatur werden bezüglich der Einbindung von OER in die Lehre unter anderem folgende Vorteile diskutiert (vgl. Kılıçkaya & Kic-Drgas 2021; Hilton 2016):

- geringe oder gar keine Kosten
 - leichter Zugang
 - vergleichbare Lehr-/Lernergebnisse wie mit herkömmlichen Lehrmethoden
 - positive Resonanz von Lehrenden und Studierenden

Im Kontext der beschriebenen Lehrveranstaltung sind auch andere Vorteile ersichtlich. So ist es durch die Nutzung von OER aus dem Angebot des KI-Campus möglich, die eigene Lehrveranstaltung bzw. die Expertise des Lehrteams gezielt durch spezifische KI-Lernangebote zu ergänzen sowie den Studierenden punktuell ein Selbststudium durch E-Learning-Kurse und dadurch methodisch-didaktische Abwechslung zu ermöglichen.

Die Lehrveranstaltung „KI in der Öffentlichen Verwaltung“ war im Sommersemester 2022 erstmals in Themenblöcke aufgeteilt, um über mehrere Termine hinweg kontinuierlich Inhalte vermitteln und vertiefen zu können.

Tabelle 2

Themenblöcke als Strukturelemente der Lehrveranstaltung

Informatik	• Historischer Überblick und Einordnung in den informatischen Kontext • Baukastensystem von KI-Methoden • Anwendungsmöglichkeiten von KI-Methoden • Kritische Betrachtung der Notwendigkeit von KI-Methoden in ausgewählten Fällen
Rechtswissenschaften	• KI und Betriebsverfassungsrecht – Rechte der Arbeitnehmer:innen und Pflichten der Personalverantwortlichen beim Einsatz von KI • EU-Verordnung für KI • Rechtliche Regelungen im Spannungsfeld von KI und Datenschutz
Wirtschaftswissenschaften und Ethik	• Effizienz- und Effektivitätssteigerungen durch KI • Ethische KI-Richtlinien und KI-Verständnis im internationalen Vergleich
Psychologie	• Perspektive der Psychologie auf KI • Anwendungsfelder und Potenziale von KI im Öffentlichen Sektor • Identifikation von KI-Anwendungsmöglichkeiten • Ausarbeitung und Vorstellung von Praxisprojekten vor KI-Fachleuten aus der Praxis

Bei der Erstellung eines didaktischen Gerüsts waren die oben beschriebenen organisatorischen Randbedingungen zu berücksichtigen. In der Pandemiezeit wurden alle Seminarveranstaltungen als „Präsenztermine“ per synchrone Videokonferenz angeboten. Hier wurden die in Tabelle 1 aufgeführten thematischen Blöcke im Wesentlichen durch die folgenden Lehrelemente abgehandelt:

- Inputs aus Theorie und Praxis durch interne und externe Lehrende zu KI-Inhalten
 - Initiierung und Betreuung der studentischen Kleingruppenarbeit zu Praxisprojekten
 - Präsentation der Ergebnisse vor externen Fachleuten
 - Abnahme von Prüfungsleistungen (studentische Vorträge mit schriftlicher Ausarbeitung)
 - Begleitung des Selbststudiums

Im Rahmen eines begleiteten Selbststudiums wurde zu Semesterbeginn verpflichtend das KI-Campus-Original „[KI in öffentlichen Verwaltungen](https://ki-campus.org/courses/kioev-ul2021)“¹ vorgesehen. Alle Studierenden konnten ihre Teilnahme mit

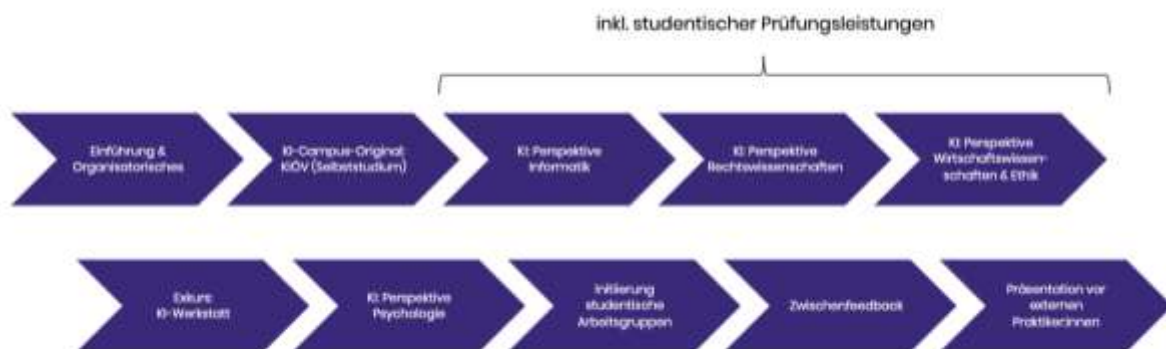
¹ <https://ki-campus.org/courses/kioev-ul2021>

dem vom KI-Campus ausgestellten Zertifikat belegen. Ergänzend zum individuellen Selbststudium gab es die Aufforderung, weitere Angebote des KI-Campus zu nutzen. Im Semesterverlauf fand ein Seminartermin als Exkurs bei der fakultätsweiten „KI-Werkstatt“ statt. Die PuMa-Lehrenden gestalteten in diesem „KI-Werkstattstermin“ den Lehrinput. Didaktisches Ziel für die „mitgebrachten“ PuMa-Studierenden bestand im „Erstkontakt zu Externen“ sowie im Kennenlernen und Einüben von fachlichen Diskussionen außerhalb der bekannten Studiengruppe – in diesem Fall mit Lehrenden und Studierenden der Fakultät Wirtschaft & Soziales der HAW Hamburg. Die PuMa-Lehrenden stellten hier unter anderem das Teilprojekt „Embeddings“ aus dem Projekt PuMa.KI-DB vor (vgl. Exkurs „Word Embeddings“).

Im Rahmen des Themenblocks „Perspektive Psychologie“ erfolgte dann zum Semesterende hin eine Initiierung von studentischen Arbeitsgruppen mit dem Übungsziel, KI-Anwendungsmöglichkeiten in der Öffentlichen Verwaltung zu identifizieren. Zu den so in einem ersten Arbeitsschritt von den studentischen Gruppen ausgearbeiteten Vorschlägen gaben die internen KI-Fachleute aus dem Lehrenden-Team vor dem folgenden Seminartermin gezielte Rückmeldungen, sodass die studentischen Arbeitsgruppen „wie im echten Leben“ kritische Fachresonanz auf ihre ersten Ideen erhielten. Nach Überarbeitung und Berücksichtigung des Feedbacks wurden in diesen Gruppen Kurzvorträge ausgearbeitet, die wiederum in der Abschlussveranstaltung fünf externen Fachleuten aus der Praxis (vom IT-Dienstleister dataport, aus der Hansestadt und der HAW Hamburg) vorgestellt und gemeinsam diskutiert wurden.

Abbildung 2

Phasen der Lehrveranstaltung im Sommersemester 2022



Exkurs: Word Embeddings

Word Embeddings (von engl. *to embed*, „einbetten“) sind ein datengetriebenes Verfahren, um Wörter numerisch zu repräsentieren. Sie sind „unsichtbarer“ Bestandteil vieler moderner Systeme der Sprachverarbeitung. Bestimmte Wortbeziehungen, die sie repräsentieren, lassen sich aber auch direkt ermitteln – das sind insbesondere Ähnlichkeiten und Analogien.

Viele Eigenschaften von Wörtern lassen sich am Wort selbst nicht erkennen. Das ist eine Herausforderung für Systeme, die automatisiert mit Sprache umgehen sollen. Wörter können etwa völlig unterschiedlich aussehen, obwohl sie sich in ihrer Bedeutung sehr ähnlich sind. Beispielsweise haben

die Wörter „Hund“ und „Katze“ oberflächlich betrachtet wenig gemeinsam – nicht einmal einen einzigen Buchstaben. Dabei bestehen inhaltlich große Übereinstimmungen, etwa dass sowohl Hunde als auch Katzen fleischfressende Säugetiere sind oder gern als Haustiere gehalten werden. Zugleich gibt es aber auch Unterschiede, etwa dass Hunde bellen, während Katzen miauen. Aus den Wörtern „Hund“ und „Katze“ allein geht das nicht hervor.

Ähnlichkeiten und Unterschiede wie die zwischen Hund und Katze schlagen sich aber darin nieder, welche anderen Wörter in Texten häufig in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft stehen. Sowohl Hund als auch Katze werden häufig mit Wörtern wie „klein“, „groß“, „süß“, „streunend“, „läuft“ oder „frisst“ kombiniert sein, die Katze aber nicht unbedingt mit „bellt“, ein Hund nicht mit „schnurrt“ – und eher keins von beiden mit „atomgetrieben“ oder „unterseeisch“. Word-Embedding-Verfahren sammeln solche Muster gemeinsamen Auftretens in (sehr) großen Textmengen und reduzieren sie auf Vektoren fester Dimension (zum Beispiel 100), deren geometrische Lage diese Muster möglichst gut repräsentieren soll. Die Wörter werden in einen hochdimensionalen Raum „eingebettet“.

So kann man die Ähnlichkeit zweier gegebener Wörter – wie Hund und Katze – auf die geometrische Ähnlichkeit ihrer Vektoren zurückführen und so zum Beispiel zu einem gegebenen Wort die dazu ähnlichsten Wörter auflisten. Die Ergebnisse sind verschieden, je nachdem, auf welcher Textsammlung das Embedding trainiert wurde, und spiegeln mitunter implizite Vorurteile oder Stereotype wider. Ähnlich kann man zu zwei gegebenen Wörtern, die in einer bestimmten Beziehung zueinander stehen, und einem dritten Wort ein viertes finden, das zum dritten – hoffentlich – in derselben Beziehung steht (Beispiel: Mann verhält sich zu Frau wie König sich zu Königin). Man nennt dies „Analogien“.

Im Projekt PuMa.KI-DB wurde an der HAW Hamburg ein webbasiertes Übungssystem entwickelt, in dem interaktiv verschiedene Embeddings, die mit dem Word2Vec-Verfahren (Mikolov 2013) auf unterschiedlichen Textsammlungen vortrainiert wurden, nach Wortähnlichkeiten und Analogien durchsucht werden können. So lassen sich Word Embeddings auf niedrigschwellige sowie spielerische Art und Weise kennenlernen, und man kann ein Gefühl für ihren Nutzen, ihre Vor- und Nachteile entwickeln. Da die Interaktion mit der Website keinerlei informatische Vorkenntnisse voraussetzt, ist das System auch für die Lehre in Studiengängen mit geringem Informatikanteil geeignet.

Erste Einsätze der Website in Public-Management-Lehrveranstaltungen haben gezeigt, dass Studierende das „Black-Box-Phänomen“ von KI so kennen und verstehen lernen. Dies manifestiert sich beispielsweise im Bereich der Wortanalogien, bei denen Studierende unter Anleitung sowohl intendiert-korrekte als auch ungewollt-überraschende (aber sinnlogisch korrekte) sowie unsinnig-inkorrekte Ergebnisse produzieren konnten. Als positiv wurden von den Studierenden vor allem der niedrigschwellige Zugang sowie der Spaß am Ausprobieren zurückgemeldet. Das System ist unter <https://www.embeddings.de> verfügbar und wird während der Projektlaufzeit kontinuierlich weiterentwickelt. Exkurs: Word Embeddings

Word Embeddings (von engl. *to embed*, „einbetten“) sind ein datengetriebenes Verfahren, um Wörter numerisch zu repräsentieren. Sie sind „unsichtbarer“ Bestandteil vieler moderner Systeme der

Sprachverarbeitung. Bestimmte Wortbeziehungen, die sie repräsentieren, lassen sich aber auch direkt ermitteln – das sind insbesondere Ähnlichkeiten und Analogien.

Viele Eigenschaften von Wörtern lassen sich am Wort selbst nicht erkennen. Das ist eine Herausforderung für Systeme, die automatisiert mit Sprache umgehen sollen. Wörter können etwa völlig unterschiedlich aussehen, obwohl sie sich in ihrer Bedeutung sehr ähnlich sind. Beispielsweise haben die Wörter „Hund“ und „Katze“ oberflächlich betrachtet wenig gemeinsam – nicht einmal einen einzigen Buchstaben. Dabei bestehen inhaltlich große Übereinstimmungen, etwa dass sowohl Hunde als auch Katzen fleischfressende Säugetiere sind oder gern als Haustiere gehalten werden. Zugleich gibt es aber auch Unterschiede, etwa dass Hunde bellen, während Katzen miauen. Aus den Wörtern „Hund“ und „Katze“ allein geht das nicht hervor.

Ähnlichkeiten und Unterschiede wie die zwischen Hund und Katze schlagen sich aber darin nieder, welche anderen Wörter in Texten häufig in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft stehen. Sowohl Hund als auch Katze werden häufig mit Wörtern wie „klein“, „groß“, „süß“, „streunend“, „läuft“ oder „frisst“ kombiniert sein, die Katze aber nicht unbedingt mit „bellt“, ein Hund nicht mit „schnurrt“ – und eher keins von beiden mit „atomgetrieben“ oder „unterseeisch“. Word-Embedding-Verfahren sammeln solche Muster gemeinsamen Auftretens in (sehr) großen Textmengen und reduzieren sie auf Vektoren fester Dimension (zum Beispiel 100), deren geometrische Lage diese Muster möglichst gut repräsentieren soll. Die Wörter werden in einen hochdimensionalen Raum „eingebettet“.

So kann man die Ähnlichkeit zweier gegebener Wörter – wie Hund und Katze – auf die geometrische Ähnlichkeit ihrer Vektoren zurückführen und so zum Beispiel zu einem gegebenen Wort die dazu ähnlichsten Wörter auflisten. Die Ergebnisse sind verschieden, je nachdem, auf welcher Textsammlung das Embedding trainiert wurde, und spiegeln mitunter implizite Vorurteile oder Stereotype wider. Ähnlich kann man zu zwei gegebenen Wörtern, die in einer bestimmten Beziehung zueinander stehen, und einem dritten Wort ein viertes finden, das zum dritten – hoffentlich – in derselben Beziehung steht (Beispiel: Mann verhält sich zu Frau wie König sich zu Königin). Man nennt dies „Analogien“.

Im Projekt PuMa.KI-DB wurde an der HAW Hamburg ein webbasiertes Übungssystem entwickelt, in dem interaktiv verschiedene Embeddings, die mit dem Word2Vec-Verfahren (Mikolov 2013) auf unterschiedlichen Textsammlungen vortrainiert wurden, nach Wortähnlichkeiten und Analogien durchsucht werden können. So lassen sich Word Embeddings auf niedrigschwellige sowie spielerische Art und Weise kennenlernen, und man kann ein Gefühl für ihren Nutzen, ihre Vor- und Nachteile entwickeln. Da die Interaktion mit der Website keinerlei informatische Vorkenntnisse voraussetzt, ist das System auch für die Lehre in Studiengängen mit geringem Informatikanteil geeignet.

Erste Einsätze der Website in Public-Management-Lehrveranstaltungen haben gezeigt, dass Studierende das „Black-Box-Phänomen“ von KI so kennen und verstehen lernen. Dies manifestiert sich beispielsweise im Bereich der Wortanalogien, bei denen Studierende unter Anleitung sowohl intendiert-korrekte als auch ungewollt-überraschende (aber sinnlogisch korrekte) sowie unsinnig-inkorrekte Ergebnisse produzieren konnten. Als positiv wurden von den Studierenden vor allem der niedrigschwellige Zugang sowie der Spaß am Ausprobieren zurückgemeldet. Das System ist unter

<https://www.embeddings.de> verfügbar und wird während der Projektlaufzeit kontinuierlich weiterentwickelt.

5. Fazit und Ausblick

Bei allem Streben nach Perfektion setzt jeder Studiengang eigene Schwerpunkte und kann daher nie ein fachübergreifend vollständig allgemeines und zugleich fachnotwendig tiefgründig intensives Wissen vermitteln. Selbst umfangreichen theoretischen Grundlagen würde immer noch die erforderliche Praxisnähe fehlen; auch Erfahrungswissen lässt sich nicht auswendig lernen. Wünschenswert wären daher mehrsemestrige, dezidierte KI-Lehrveranstaltungen, die aber nicht zusätzlich in das Curriculum integriert werden können. Die Reform des Bachelorstudiengangs PuMa sieht für die Zukunft im zweiten Studienabschnitt die Vertiefung in verschiedenen Profilen vor, in denen sich eine intensivere Behandlung von KI-Ansätzen anbietet. Über das Gelingen und vor allem die hoffentlich positiven Auswirkungen auf die Praxis werden allerdings erst im Laufe der nächsten Jahrgänge gesicherte Aussagen erfolgen können.

Gleichwohl gibt es recht positive Resonanz auf das beschriebene Lehrkonzept. Insbesondere Interdisziplinarität, Praxisbezug sowie didaktische Abwechslung werden als positiv erlebt. Außerdem zeigt sich: Die Seminarveranstaltungen bieten für motivierte Studierende den Einstieg in ein Thema, das im Rahmen von Abschlussarbeiten weiter vertieft werden kann. Eine Reihe von bearbeiteten Bachelorthesen wurden bereits in Prechel et al. (2022) gelistet.

Bisher fanden die beschriebenen Veranstaltungen ausschließlich über Videokonferenz-Tools statt; im Wintersemester 2022/23 wird das Seminar erstmals als Präsenzveranstaltung angeboten. Da OER natürlich auch in dieser Form zum Einsatz kommen sollen, müssen diese sinnvoll in die seminaristischen Lehrveranstaltungen eingebunden werden. Denkbar ist etwa die Nutzung der OER im Rahmen eines Flipped-Classroom-Konzepts, aber auch kürzere Formate bieten eine sinnvolle Grundlage für die Beschäftigung in Kleingruppen sowie die Möglichkeit einer anschließenden Präsentationsübung.

Die Auswahl passender OER-Module wird mit der positiven Entwicklung allerdings auch immer schwieriger: Die Verfügbarkeit immer weiterer OER-Module macht deren Dokumentation mit Metadaten und das Unterstützen einer gezielten Suche nötig, um das volle Potenzial an Einsatzmöglichkeiten in der Lehre und damit auch vorbereitend in der Forschung nutzen zu können. Es bedarf einer Dokumentationsrichtlinie für bestehende Suchmaschinen oder einer eigenen Systematik zum Auffinden von für eine Lehrsituation geeigneten OER-Elementen.

Alles in allem bleibt die Herausforderung, dass PuMa-Studierende ganzheitlich und umfassend, das heißt unter Berücksichtigung von technischen, rechtlichen, ethischen und weiteren Aspekten, über Möglichkeiten und Grenzen staatlicher KI-Einsatzmöglichkeiten aufgeklärt werden müssen, ohne dass sie zuvor wesentliche informatische Inhalte erlernen konnten. Anders formuliert: Die Lehrveranstaltung muss innerhalb eines Semesters zum wenig trennscharfen Themengebiet „Künstliche Intelligenz“ disziplinübergreifend eine studentische Zielgruppe ohne einschlägiges Vorwissen adressieren.

Verständlicherweise kann man aufgrund der im Studiengang begrenzten Umfänge der einzelnen Fachdisziplinen nur versuchen, sich dieser Zielstellung möglichst gut anzunähern. Insofern sind auch die an der HAW Hamburg stattfindenden Seminare zu diesem Thema ein Versuch, sich von Semester zu Semester iterativ zu verbessern. Ziel und Bedeutung des Lehrkonzepts sind jedoch klar und wichtig. Denn: „Der Einsatz von KI in einer repräsentativen, auf freiheitlichen Menschen- und Bürgerrechten und Gewaltenteilung basierenden Demokratie sieht hoffentlich anders aus als die KI-Instrumente eines autokratischen, totalitären oder faschistischen Regimes“, schreibt Krüger (2021, S. IX) und unterstreicht damit die Verantwortung staatlichen Handelns bei der Nutzung von KI-Technologien und -Methoden. Es wäre jedoch inadäquat, aus Angst vor falscher Anwendung von KI-Methoden nicht dazu zu forschen und damit auf deren Potenzial zu verzichten. Ziel muss der „richtige“ Einsatz von Künstlicher Intelligenz sein, was voraussetzt, dass man weiß oder lernt und erforscht, was das bedeutet.

Literaturverzeichnis

- Hilton, J. (2016). Open educational resources and college textbook choices: a review of research on efficacy and perceptions. *Education Tech Research Dev* 64, 573–590. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9434-9>
- Kauffeld, S. (2016). Nachhaltige Personalentwicklung und Weiterbildung. Springer.
- Kauffeld, S., Stasewitsch, E., de Wall, K. & Othmer, J. (2019). Innovationen in der Hochschullehre – das Beispiel Technische Universität Braunschweig. In S. Kauffeld & J. Othmer (Hrsg.), *Handbuch Innovative Lehre* (pp. 1–42). Springer.
- Kılıçkaya, F. & Kic-Drgas, J. (2021). Issues of context and design in OER (open educational resources). *Education Tech Research Dev*, 69, 401–405. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09852-8>
- Krüger, S. (2021). Die KI-Entscheidung – Künstliche Intelligenz und was wir daraus machen. Springer Fachmedien.
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G. & Dean, J. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. In *Workshop Proceedings, International Conference on Learning Representations*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1301.3781>
- Mruck, K., Mey, G., Purgathofer, P., Schön, S. & Apostolopoulos, N. (2011). Offener Zugang. Open Access, Open Educational Resources und Urheberrecht. In M. Ebner & S. Schön (Hrsg.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (pp. 243–248). epubli.
- OECD (2007). *Giving Knowledge for Free – The Emergence of Open Educational Resources*. OECDpublishing.
- Onlinezugangsgesetz (2017). Gesetz zur Verbesserung des Onlinezugangs zu Verwaltungsleistungen. <https://www.onlinezugangsgesetz.de/Webs/OZG/DE/grundlagen/info-ozg/info-ozg-node.html>
- Prechel, K., Warneke, C. & Gehlsen, B. (2022). Vermittlung von Elementen Künstlicher Intelligenz im Public-Management-Studium – Erfahrungen mit dem Einsatz von Open Educational Resources. In D.-K. Mah & C. Torner (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz mit offenen Lernangeboten an Hochschulen lehren – Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Fellowship-Programm des KI-Campus* (pp. 73–82).
- van Waes, S., van Den Bossche, P., Moolenaar, N. M., De Mayer, S. & van Petegem, P. (2015). Know-Who? Linking faculty's networks to stages of instructional development. *Higher Education*, 70 (5), 807–826.

Wangler, L. & Botthof, A. (2019). E-Governance: Digitalisierung und KI in der öffentlichen Verwaltung. In V. Wittpahl (Hrsg.), Künstliche Intelligenz – Technologie | Anwendung | Gesellschaft (pp. 122–141).

Kapitel 11

Deep Learning for Audio Event Detection

Fabian Seipel und Corvin Jaedicke

Zusammenfassung

Die Veranstaltung Deep Learning for Audio Event Detection vermittelt praktisches Wissen über Machine(ML)- und Deep-Learning-Methoden für Audiodaten. Die Inhalte des Kurses werden durch Live-Coding-Sessions in Python-Notebooks unter Verwendung von ML-Bibliotheken wie Scikit-Learn oder Tensorflow bereitgestellt.

Neben einer kurzen Einführung in die grundlegenden Konzepte des maschinellen Lernens führt der Kurs durch die üblichen Komponenten einer ML-Pipeline für Audiodaten: Datenexploration, Vorverarbeitung, Augmentation, Merkmalsextraktion, ML-Modelle und -Architekturen, Training, Evaluation und Metriken, Modellexport und Inferenz von neuen Daten. Der Schwerpunkt des Seminars liegt auf dem Audiobereich, da der Kurs für Studierende des Masterstudiengangs Audiokommunikation und -technologie konzipiert ist. Der Kurs steht jedoch auch Studierenden anderer Studiengänge offen, wobei die maximale Teilnehmendenzahl auf 32 Personen begrenzt ist.

Schlüsselbegriffe

Deep Learning • Audio • Music Information Retrieval • Signal Processing • Audio Event Detection

Interview

Das Interview mit Fabian Seipel und Corvin Jaedicke führte der KI-Campus.

Warum ist KI-Lehre im Fachgebiet Audiokommunikation und -technologie interessant für die Studierenden?

Fabian Seipel:

Am Fachgebiet Audiokommunikation und -technologie wird maschinelles Lernen für verschiedene Arten von Audioinhalten, insbesondere für Sprache, Musik sowie akustische Events und Szenen, verwendet. Forschungsschwerpunkte sind die virtuelle Akustik und deren Einsatz im Kontext von musikwissenschaftlichen und medienpsychologischen Fragestellungen. Zunehmend wird auch dort maschinelles Lernen als Werkzeug eingesetzt.

F. Seipel (✉) • C. Jaedicke
f.seipel@campus.tu-berlin.de
jaedicke@campus.tu-berlin.de
Technische Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Corvin Jaedicke:

Ich würde dem noch hinzufügen, dass die statistische Auswertung von auditiven Inhalten am Fachgebiet eine lange Tradition hat. Der Forschungsbereich Music Information Retrieval (MIR) wurde bereits lange vor dem KI-Hype begründet und beschäftigt sich mit der quantitativen Beschreibung von Audiosignalen. Machine Learning ist eine sinnvolle Ergänzung.

Wie ist die didaktische Struktur eurer Veranstaltung?**Corvin Jaedicke:**

Grundsätzlich teilt sich die Veranstaltung in drei Phasen. Im ersten Teil geht es um den Wissenserwerb in einer Mischung aus Online-Lehrveranstaltung, Selbststudium mit KI-Campus-Vorlesungen und praktischer Umsetzung in Jupiter Notebooks – ergänzt durch Coding-Challenges, wie etwa ein Modell zu trainieren, das Bach-Choräle generiert.

Der zweite Teil der Veranstaltung ist dann projektbasiert. Die Studierenden können selbst gewählte oder von uns vorgeschlagene Projekte bearbeiten, in Gruppen von drei bis vier Personen.

Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können Studierende ihr Projekt unter Anleitung weiterverfolgen und zum Thema einer Masterarbeit oder Publikation entwickeln.

Fabian Seipel:

Die Abgabe des Projekts beinhaltet sowohl den Code als auch eine Präsentation sowie die Beschreibung des Projekts in einem kurzen Bericht, der die Struktur eines wissenschaftlichen Papers verwendet. So wird bereits das Handwerkszeug vermittelt für wissenschaftliche Arbeiten im Audio- und Machine-Learning-Bereich.

Inhaltlich werden alle Aspekte des Machine-Learning-Life-Cycle vermittelt: das Preprocessing, das Training der Modelle und die Evaluation mit anschließender Einordnung der Ergebnisse in den Problemkontext. Die Studierenden sind am Ende in der Lage, Machine-Learning-Projekte und Probleme selbstständig zu bearbeiten.

Wie waren die Lehr- und Lernerfahrungen für euch und die Studierenden?**Corvin Jaedicke:**

Die Veranstaltung selbst und auch die Verwendung von KI-Campus-Angeboten war von sehr viel gegenseitigem Lehren und Lernen geprägt. Da die Konzeption der Lehrveranstaltung noch sehr frisch ist, sind wir besonders interessiert an dem Feedback der Studierenden. Ein Aspekt ist der Austausch mit den Projektgruppen, wo bereits durch die Arbeitsweise zu erkennen ist, welche Inhalte der Veranstaltung angekommen sind und welche nicht. Darüber hinaus haben wir regelmäßig über Polls in Zoom-Calls versucht, ein Feedback zu konkreten Fragen zu bekommen – zum Beispiel, ob KI-Campus-Inhalte aktiv genutzt werden.

Fabian Seipel:

Positives Feedback gab es vor allem zu der Mischung aus Theorie und Praxis und auch der Vermittlung der Theorie durch Notebooks, also Hands-on-Coding in den Vorlesungen, in denen die Studierenden die Code-Aufgaben simultan am eigenen Rechner mitverfolgen und bearbeiten konnten.

Auch die Praxisprojekte finden viel Zuspruch, und es gibt nur wenige Projektabbrüche. Viele der Projekte haben tatsächlich praxisnahe Probleme zum Thema, die den Studierenden in anderen Vorlesungen begegnen.

Was sind die Key-Learnings aus dem KI-Campus-Fellow-Projekt?**Corvin Jaedicke:**

Das Angebot weiterer externer Lernmittel wurde sehr positiv aufgenommen von den Studierenden – jedoch mit der Einschränkung, dass viele hierin eher den Aufbau eines persönlichen Nachschlagewerks sehen, als dass alle Inhalte zum Zeitpunkt der Veranstaltung durchgearbeitet werden. Ich denke, das Ziel, einen möglichst reichhaltigen Pfad durch das Themengebiet KI aufzuzeigen, kann damit erfolgreich sein. Als Lehrender empfinde ich es als entlastend, bei bestimmten Aspekten auf Material von Menschen zu verweisen, die das jeweilige Thema in größerer Tiefe behandelt haben.

Fabian Seipel:

Vor allem auch der Austausch mit den anderen teilnehmenden Fellows und Fellow-Projekten war sehr spannend. Das Thema KI wird je nach Fachgebiet sehr unterschiedlich wahrgenommen; gerade bei praxisnahen Projekten ist Machine Learning in erster Linie ein Werkzeug zum Lösen eines Problems und nicht das eigentliche Forschungsthema. Weiterhin war auch der Austausch zu didaktischen Fragen in der Lehre sehr wertvoll für uns.

Kapitel 12

Kooperatives Lernen zwischen Design und IT

Nicole Ondrusch und Dagmar Korintenberg

Zusammenfassung

Das Thema Künstliche Intelligenz rückt seit Jahren immer stärker in den Fokus der Öffentlichkeit und wirft dabei auch einige interessante Fragestellungen auf. Einer dieser Fragestellungen nähert sich auch die Ausstellung „mirror machines“, eine Kooperation der Hochschulen Pforzheim (HSPF) und Heilbronn (HHN), initiiert und begleitet von Dagmar Korintenberg (HSPF) und Nicole Ondrusch (HHN). Studierende aus den Studiengängen „Visuelle Kommunikation“ (HSPF) und „Software Engineering Bachelor/Master“ (HHN) haben hierbei gemeinsam eine Ausstellung zum Thema „KI als Spiegel der Gesellschaft“ kreiert.

Zur Realisierung der Ausstellung haben sich interdisziplinäre Teams aus Designer:innen und Informatiker:innen zusammengefunden und Exponate geschaffen, die einerseits einen künstlerischen Zugang zu Künstlicher Intelligenz erlauben und sich andererseits damit beschäftigen, inwieweit KI ein Spiegel der menschlichen Gesellschaft ist. Diese Exponate wurden dann in der gemeinsamen Ausstellung „mirror machines“ von 17. bis 19. Februar in der Maschinenfabrik in Heilbronn ausgestellt und einem Fachpublikum sowie der interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Anschließend wurde die gesamte Ausstellung nach Pforzheim gebracht, wo sie seitdem im Zentrum für Präzisionstechnik zu sehen ist.

Kernpunkt der interdisziplinären Zusammenarbeit war es, verschiedene Sichtweisen und Expertisen zu bündeln, um so einen besseren Zugang zum Thema KI zu ermöglichen. So steuerten Designer:innen Fachwissen zu Interaktions- und Kommunikationskonzepten sowie die Ideen und Designs der einzelnen Exponate bei, während die Informatiker:innen Know-how zu Künstlicher Intelligenz sowie Möglichkeiten zur technischen Realisierung der einzelnen Exponate bereitstellten. Diese Zusammenarbeit ermöglichte beiden Seiten jeweils einen neuen Blickwinkel vom Standpunkt verschiedenster Ideen zu innovativen Konzepten bzw. aus der Perspektive des technisch Machbaren.

Die gemeinsam erstellten Exponate sind damit Ausdruck dieser interdisziplinären Zusammenarbeit und bieten auf verschiedene Arten Zugang zum Themenkomplex KI und zu der Frage, inwieweit KI ein Spiegel der Gesellschaft ist. Beispielsweise repliziert das Exponat „FA!R?“ ein sehr menschliches Verhalten, indem es Besuchende anhand ihres Aussehens in „Schubladen“ steckt. So regt das Exponat die Besuchenden zu einer Auseinandersetzung mit dem Einsatz von KI in verschiedenen Bereichen an, in

N. Ondrusch (✉) • D. Korintenberg
nicole.ondrusch@hs-heilbronn.de
Hochschule Heilbronn, Heilbronn, Deutschland

D. Korintenberg
dk@raumservice.de
Hochschule Pforzheim, Pforzheim, Deutschland

denen KI teilweise schwerwiegende Entscheidungen für Menschen trifft, die oftmals nur schwer nachzuvollziehen sind. Die Exponate „You talk, I void setup()“ und „Send me postcards from AI“ wählen dagegen einen anderen Weg, indem sie eine sprachliche bzw. textuelle Schnittstelle zu KI anbieten und Besuchenden danach ihre Interpretation des Gesprochenen bzw. Geschriebenen zeigen. Dadurch können Besuchende ohne hohe Eintrittshürden mit KI interagieren, und unbegründete Ängste werden abgebaut, um die Grundlage für eine sachliche Diskussion über Künstliche Intelligenz zu schaffen. Andere Exponate der Ausstellung erlauben es darüber hinaus, mit KI physisch zu interagieren („On the other side of“) oder KI-gesteuerte Roboter in ihrer eigenen kleinen Welt zu beobachten („Hello Vector“).

Den ausführlichen Beitrag gibt es in Form eines [Videos](#).

Das Komplexe sichtbar machen

Das Exponat „Das Komplexe sichtbar machen“ zeigt, wie Künstliche Intelligenz genutzt werden kann, um einen positiven Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels zu leisten.

Bild 1

Zu sehen ist eine visuelle Metapher für den Trainingsprozess eines neuronalen Netzwerks. Hierbei werden zuerst einzelne (Daten-)Punkte zu einem Netzwerk verknüpft und anschließend gewichtet, um so schließlich Vorhersagen treffen zu können.



Bild 2

Zu sehen ist ein weiterer Ausschnitt aus dem Film, der im Exponat „Das Komplexe sichtbar machen“ mittels Projection Mapping auf eine Matrix aus verschiedenen Polygonen projiziert wird. Der gezeigte Film fasst ein Projekt zusammen, in dem Satellitendaten genutzt wurden, um menschengemachte Rodungen im Regenwald zu erkennen und vorherzusagen.



I'm not a robot

Das Exponat „I'm not a robot“ stellt die Frage, was Menschlichkeit ausmacht, und erlaubt es den Besuchenden, den Grenzbereich zwischen Mensch und Maschine zu erfahren und zu erkunden.

Bild 3

Das Bild zeigt einen Ausschnitt aus dem Aufbau des Exponats. Gut zu sehen ist der markante Aufbau mit den mittigen Kunststoffrohren, in die Besuchende sprichwörtlich schauen können.



Bild 4

Zu sehen ist eine Besucherin bei der Interaktion mit dem Exponat. Hierzu wird zuerst ein Video der nutzenden Person aufgezeichnet, das dann mittels eines Deep-Fakes so manipuliert wird, als hätte die Person „I'm not a robot“ gesagt. Dieses Video wird dann mit einem manipulierbaren Ton an die nutzende Person ausgegeben.



Bild 5

Auf dem Bild ist die Rückwand des Exponats zu sehen, auf dem die zentrale Frage des Exponats gestellt wird: „Bis wohin reicht Menschlichkeit?“



Bild 6

Gezeigt wird das Exponat während des Aufbaus. Der Monitor, der im fertigen Exponat das manipulierte Video anzeigt, würde normalerweise am vorderen Ende der Röhre stehen, wurde aber noch nicht eingebaut.



FA!R?

Das Exponat „FA!R?“ ermöglicht die Erfahrung, von einer Künstlichen Intelligenz kategorisiert bzw. in eine Schublade gesteckt zu werden und regt die Besuchenden an, darüber zu reflektieren.

Bild 7

Auf dem Bild ist das Exponat während des Aufbaus zu sehen. Gut sichtbar ist hier die Tapete, auf der Teile der KI-generierten Gesichter abgebildet sind, die für das Training der Exponats-KI verwendet wurden.



Bild 8 und 9

Zu sehen ist eine Besucherin bei der Nutzung des Exponats. Auf der Aufnahme wird ein Bild der Besucherin erstellt, das dann von der KI verwendet wird, um Merkmale wie Name, Alter und Herkunft, aber auch intimere Merkmale wie Gesundheitszustand oder Einkommen vorherzusagen.



KI to Go

Das Exponat „KI to Go“ zeigt mitunter sehr tiefgründige Ausschnitte aus einem Gespräch zweier KIs, die von Besuchenden mitgenommen oder durch eigene Gedanken ergänzt werden können.

Bild 10

Auf dem Bild sind Ausschnitte aus dem Gespräch zweier KIs als Sticker sowie eigene Gedanken der Besucher:innen zu sehen.



Bild 11

Das Bild zeigt eine seitliche Ansicht des Exponats mit seinen ikonischen Stickerrollen, auf denen Sticker mit Ausschnitten des KI-Gesprächs aufgebracht sind.



Mirror machines

Das Exponat „mirror machines“ erstellt anhand verschiedener Fragen zur Einstellung der Besuchenden zum Thema KI ein personalisiertes Ausstellungsplakat, das die Einstellung der Besuchenden visuell reflektiert und eine Auseinandersetzung mit der eigenen Einstellung erlaubt.

Bild 12

Zu sehen ist eine Gesamtübersicht des Exponats mit dem interaktiven Plakatgenerator und bereits generierten Plakaten, die mitgenommen werden konnten und auch zur Bewerbung der Ausstellung genutzt wurden.



Bild 13

Das Bild zeigt eine Auswahl verschiedener Plakate, die mithilfe des Exponats generiert wurden. Gut zu erkennen ist, wie durch verschiedene Farben, Formen, Positionen und Linienstärken verschiedene Persönlichkeiten dargestellt werden.



Bild 14

Auf diesem Bild ist eines der generierten Plakate zu sehen. Gut zu erkennen sind die einzelnen Elemente des Plakats, etwa die Umrisse einer Person, verschiedene Linienelemente oder das gepunktete Element.



Berühmte Roboter:innen

Das Exponat „Berühmte Roboter:innen“ zeigt, ganz in der Manier von Plakaten zu berühmten Wissenschaftler:innen, deren maschinelle Pendants. Dadurch wird die Prominenz unter den KIs und Robotern sichtbar.

Bild 15

Abgebildet ist eine Auswahl verschiedener Plakate, die in Form von Steckbriefen berühmte Roboter:innen und deren Fähigkeiten zeigen.



You talk, I void setup()

Das Exponat „You talk, I void setup()“ bietet eine sprachliche Schnittstelle zwischen Mensch und KI an. Besuchende können zum Exponat sprechen, und das Exponat generiert darauf aufbauend seine bildliche Interpretation.

Bild 16

Zu sehen sind Besucher:innen bei der sprachlichen Interaktion mit dem Exponat. Durch Sprechen in das aufgestellte Mikrofon wird das Gesprochene von einer ersten KI in Worte übersetzt, die danach von einer zweiten KI in einem Bild interpretiert werden.



Send me postcards from AI

Das Exponat „Send me postcards from AI“ bietet eine Schnittstelle zwischen Mensch und KI. Besuchende können dem Exponat ihre eigene Vorstellung vom „Planet KI“ mitteilen, und das Exponat generiert daraus eine Postkarte mit seiner eigenen Interpretation dieses „Planeten“.

Bild 17

Das Bild zeigt eine Übersicht des Exponats. Gut zu sehen sind der Laptop, auf dem der informatische Teil des Exponats untergebracht ist, sowie die umgebenden Plexiglaswände, auf denen bereits erstellte Postkarten ausgestellt sind.



Bild 18

Das Bild wirft einen genaueren Blick auf den informatischen Teil des Exponats. Auf dem gezeigten Laptop werden Besuchende aufgefordert, den Satz „On AI it is very ...“ mit ihrer eigenen Vorstellung vom „Planeten“ KI zu vervollständigen. Diese Eingabe wird dann genutzt, um das Motiv der Postkarte zu generieren.



On the other side of

Das Exponat „On the other side of“ ermöglicht es Besuchenden, mithilfe ihres physischen Körpers mit einer virtuellen KI zu interagieren.

Bild 19

Abgebildet ist eine Besucherin bei der Interaktion mit dem Exponat. Die abgebildeten Punktwolken reagieren dabei auf die Bewegung des eigenen Körpers und erlauben somit eine physische Interaktion mit dem Exponat.



Hallo Vector

Das Exponat „Hallo Vector“ bietet einen anderen Blickwinkel auf eine Gruppe Vector-Roboter in ihrem „Robotarium“ und deren mitunter sehr menschliches Verhalten.

Bild 20

Zu sehen sind Besucher:innen beim Betrachten der Vector-Roboter in ihrem eigenen Mikrokosmos.



Bild 21

Das Bild zeigt einen der Roboter in Nahaufnahme.



Allgemein

Bild 22

Das Bild gibt eine Gesamtübersicht über die Ausstellung wieder. Im Vordergrund ist die Rückseite des Exponats „I'm not a robot“ sichtbar. Im Hintergrund ist das Exponat „You talk, I void setup()“ zu sehen.



Bild 22 und 23

Gezeigt werden Dagmar Korintenberg und Nicole Ondrusch bei der Eröffnung der Ausstellung





Impressum

Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz: CC BY-SA 4.0](#). Von dieser Lizenz ausgenommen sind Organisationslogos sowie – falls gekennzeichnet – einzelne Bilder und Visualisierungen.

Zitierhinweis

Mah, D.-K., & Torner, C. (Hrsg.) (2022): **Anwendungsorientierte Hochschullehre zu Künstlicher Intelligenz. Impulse aus dem Fellowship-Programm zur Integration von KI-Campus-Lernangeboten**. Berlin: KI-Campus. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7319832>

Publikationsreihe des

KI-Campus | Stifterverband
Tempelhofer Ufer 11 | 10963 Berlin
info@ki-campus.org

Der KI-Campus ist ein vom [Bundesministerium für Bildung und Forschung](#) (BMBF) gefördertes F&E-Projekt (FKZ 16DHBQP007-16DHBQP011). Im Zentrum steht der prototypische Aufbau einer auf das Thema KI spezialisierten digitalen Lernplattform.

www.ki-campus.org

KONTAKT

KI-Campus | Stifterverband
Tempelhofer Ufer 11
10963 Berlin

 info@ki-campus.org
www.ki-campus.org

    
@KICampus | #KICampus