pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Fritzsche, Eva S. [Hrsg.]; Krumme, Julia [Hrsg.]; Dieckhoff, Christina [Hrsg.]; Böhm, Charlotte [Hrsg.]; Botzum, Edeltraud [Hrsg.]; Murry, Gabriele M. [Hrsg.]

Zukunftskompetenzen entwickeln. Studierende in der digitalen Transformation begleiten

Münster ; New York : Waxmann 2026, 218 S. - (Medien in der Wissenschaft; 83)

Quellenangabe/ Reference:
Fritzsche, Eva S. [Hrsg.]; Krumme, Julia [Hrsg.]; Dieckhoff, Christina [Hrsg.]; Böhm, Charlotte [Hrsg.]; Botzum, Edeltraud [Hrsg.]; Murry, Gabriele M. [Hrsg.]: Zukunftskompetenzen entwickeln. Studierende in der digitalen Transformation begleiten. Münster ; New York : Waxmann 2026, 218 S. - (Medien in der Wissenschaft; 83) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-366888 - DOI: 10.25656/01:36688; 10.31244/9783818851682

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-366888
https://doi.org/10.25656/01:36688

in Kooperation mit / in cooperation with:

WAXMANN
www.waxmann.com

http://www.waxmann.com

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

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

Kontakt / Contact:

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

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Medien in der Wissenschaft

GMW Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V.



Eva S. Fritzsche, Julia Krumme,
Christina Dieckhoff, Charlotte Böhm,
Edeltraud Botzum, Gabriele M. Murry (Hrsg.)

Zukunftskompetenzen entwickeln

Studierende in der digitalen Transformation begleiten

82

WAXMANN

Eva S. Fritzsche, Julia Krumme,
Christina Dieckhoff, Charlotte Böhm,
Edeltraud Botzum, Gabriele M. Murry (Hrsg.)

Zukunftskompetenzen entwickeln

Studierende in der digitalen Transformation begleiten

Waxmann 2026
Münster • New York

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.dnb.de abrufbar.

Medien in der Wissenschaft, Band 83

ISSN 1434-3436
Print-ISBN 978-3-8188-0168-7
E-Book-ISBN 978-3-8188-5168-2
https://doi.org/10.31244/9783818851682

Waxmann Verlag GmbH, Münster 2026
Steinfurter Straße 555, 48159 Münster

www.waxmann.com
info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Anne Breitenbach, Münster
Umschlagabbildung: @kras99 | adobe.stock
Satz: Roger Stoddart, Münster

Das E-Book steht open access unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-NC-ND 4.0 zur Verfügung.



Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen und für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen.

Inhalt

Christina Dieckhoff
Einleitung 7

Kompetenzen für die Zukunft?
Neue digitale Konzepte für studentisches Lehren und Forschen

Eva S. Fritzsche, Anika Roll, Hendric Rahm, Mike Altieri, Verena Gerner, Alexandra Sept & Romy Hösl
Didaktisches Design eines studentischen Train-the-eTrainer-Programms
Erstellung digitaler Selbstlerneinheiten im Digitalisierungskolleg DigiKom 13

Veronika Ringgold, Luca Abel, Bjoern M. Eskofier & Nicolas Rohleder
Introducing Experimental Research to Students
A Practical Adaptation using the Trier Social Stress Test 31

Petra Fuchs, Madeleine Dörr, Edeltraud Botzum & Gerd Beneken
Interdisziplinäres Lernen in der digitalen Transformation
Erfahrungen aus dem bidt-Digitalisierungskolleg digi.prosa (Digitale Projekte in der Sozialen Arbeit) an der Technischen Hochschule Rosenheim 43

Martin Klausmann, Michael Jawurek, Heike Mempel, Simon Walther & Patrick Noack
Interdisziplinärer Lehransatz im Querschnitt von Indoor-Farming, Agile Development und NIR-Spektroskopie 61

Transfer in die Praxis?
Digitale Kompetenzen für Industrie und Arbeitswelt

Kathrin Auer, Alexander Pflieger, Wolfgang Dorner, Jane Käser & Roland Zink
Challenge-based Learning als Erfolgskonzept zur Stärkung der Lehr- und Forschungslandschaft im ländlichen Raum
Das Digitalisierungskolleg Progressiv-digitale Provinz 79

Rodrigo Q. Albuquerque, Ricardo Büttner, Christian Groth, Holger Ruckdäschel, Bastian Scharnagl & Ilya Yakaviuk
Innovatives Lernen: Praktische Anwendungen digitaler Methoden in der interdisziplinären Bildung 97

Julia Krumme, Linda Wienands & Alexandra Teynor
„Ethics by Process“ in agiler Entwicklung
Die DARE-Methode zur Integration ethischer Deliberation
in die agile Softwareentwicklung.....115

Aleyna Demirtürk, Charlotte Böhm, Helene von Schwichow,
Stefan Wurster & Gudrun Socher
Interdisciplinary AI and Sustainability Education
Fostering 21st-Century Skills through Challenge-Based Learning.....129

Future Skills?
Zukunftskompetenzen für sich wandelnde Arbeitsmärkte

Thomas Linner, Marc Schmailzl, Merve Karamara & Florian Weininger
Digitale Transformation in Bauwesen und Handwerk gestalten
Ausbildung von Digital-Innovator*innen an der OTH Regensburg 145

Ruhul A. Noel, Mariam Dib, Busenur Mavi, Destiny Washington,
Gabriele M. Murry & Mike Altieri
Workforce Skills: A Multi-Industry Analysis
Job Market Trends and Expert Insights 157

Mariya Dzhimova, Benedikt Zönnchen, Helena Held, Tanja Beck &
Gudrun Socher
Staying Relevant in the Age of Generative AI
Skills, Strategies, and Shifting Roles in Artistic and Creative Work.....173

Fabian Bitter, Simon Scharf, Jan Pfitzer, Christina Zitzmann & Martin Ullrich
Disruption in Creativity
Lehren und Lernen im Spannungsfeld von Interdisziplinarität,
Künstlicher Intelligenz und Kreativität 189

Christina Dieckhoff
Danksagung 207

Autorinnen und Autoren.....209

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW e.V.) 219

Christina Dieckhoff

Einleitung

Um den zunehmenden Anforderungen an die Beherrschung digitaler Techniken sowie an die Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit zu begegnen, wurde 2021 in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst am Bayerischen Forschungsinstitut für Digitale Transformation (bidt) das interdisziplinäre Lehrformat Digitalisierungskolleg entwickelt. Das Programm wird vom Bayerischen Forschungsinstitut für Digitale Transformation (bidt) koordiniert. Als Institut der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAdW) trägt das bidt dazu bei, die Entwicklungen und Herausforderungen des digitalen Wandels besser zu verstehen. Damit liefert es Grundlagen, um die digitale Zukunft der Gesellschaft verantwortungsvoll und gemeinwohlorientiert zu gestalten. Mit seinen vielfältigen Forschungsprojekten und Dialogaktivitäten bietet das bidt ein fruchtbares Umfeld mit zahlreichen Kooperationsmöglichkeiten und Vernetzungspartnern für die Teilnehmenden seiner Nachwuchsförderprogramme.

Das Format des Digitalisierungskollegs sind projektartig organisierte Lehrformate mit einer vierjährigen Laufzeit an bayerische Hochschulen und Universitäten. Die Förderung dient als Anschubfinanzierung und endet mit einer Verstetigung im September 2026. Die Ausschreibung war an alle staatlichen Hochschulen in Bayern gerichtet. Voraussetzung für die Einreichung eines Antrags war die Beteiligung mindestens einer Technikwissenschaft bzw. der Informatik. Alle Kollegs wurden als Projekt mit einer Laufzeit von vier Jahren aufgesetzt und werden mit Mitteln des Freistaats Bayern gefördert. Digitale Technologien, KI und der demografische Wandel verändern Wissenschaft und Arbeitswelt in einem erheblichen Umfang und in rasanter Geschwindigkeit. Mit diesem Format wird das in vielen Fachbereichen noch stark ausbaufähige Angebot von Digitalthemen in der Hochschullehre dauerhaft erweitert. Das Ziel ist die breite Vermittlung von Digital Literacy, praxisbezogenem Wissen und das Erlernen interdisziplinärer Zusammenarbeit auch in technikfernen Fächern zur Bildung einer digitalen Community von den Teilnehmenden (Studierende) bis hin zu den Projektleitungen (Professor*innen). Durch die Möglichkeit, externe Stakeholder einzubinden haben die Teilnehmenden vielfältige Anschluss- und Entwicklungsperspektiven in Richtung Wirtschaft, Forschung oder Gründung.

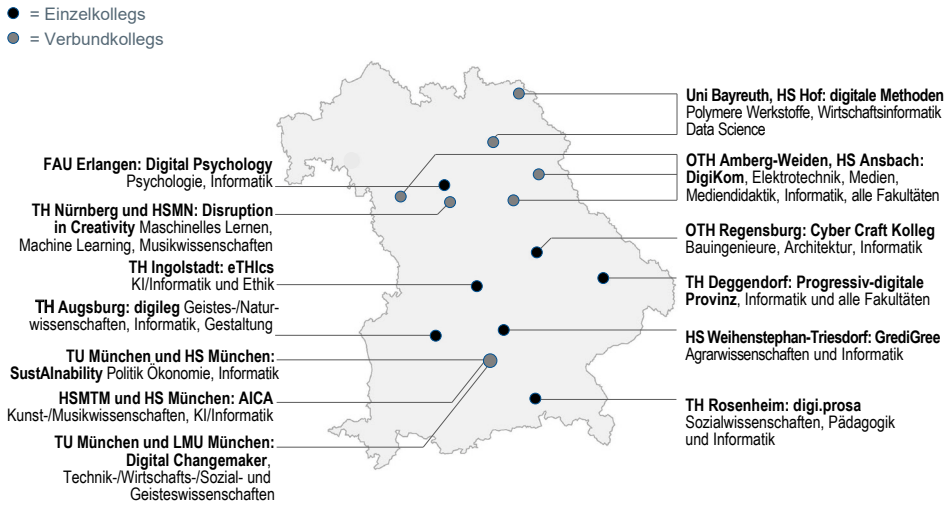
Die 100 %-Förderung umfasst Sach- und Personalmittel von bis zu 1 ½ Stellen und setzt eine Eigenbeteiligung der Hochschulen voraus, die eine Grundausstattung zur Verfügung stellen. Die Kollegs konnten als Einzel- oder Verbundkollegs konzipiert werden. Die Antragsteller konnten die Einbettung in die Lehre bzw. in den Modulplan der Hochschulen selbst gestalten. Ein Digitalisierungskolleg wird von einer oder mehreren Personen geleitet und von einer oder mehreren Coaches aktiv betreut. Die für den Praxisteil zuständigen Coaches benötigen für die Zusammenarbeit mit Ideengebern und Kooperationspartnern aus der Wirtschaft, aus öffentlichen Einrichtungen und aus der Forschung vielfältige Kompetenzen, um die Teilnehmenden zu betreuen. Die Zielgruppen sind Studierende unterschiedlicher Fächer im Master-Studium oder

in den letzten Semestern eines Bachelor-Studiums. Durch die Projektform sind die mit Praxisprojekten kombinierten Lehrangebote für die Teilnehmenden schnell und einfach erreichbar. Es für die verschiedene Angebotsformate zum Wissenserwerb könne ECTS Punkte erworben werden: Vorlesungen, Tutorials, Übungen, Projekte und im Einzelfall auch Ausstellungen. Damit werden unterschiedliche Lerntypen der Teilnehmenden angesprochen. Ein Digitalisierungskolleg kann ein Zusatzstudium oder auch ein Modul innerhalb eines bestehenden Lehrangebots sein. Die Angebote erstrecken sich über ein bis zwei Semester. Anschließend arbeiten die Teilnehmenden in den von Coaches betreuten Projekten inhaltlich und praxisorientiert und erarbeiten Lösungen für vielfältige Fragestellungen. Während einer Zwischenevaluierung 2024 gaben die Studierenden durchwegs sehr positive Rückmeldungen zum Lehrformat, insbesondere zu den praxisnahen Projekten. Durch eine zumeist mehrfachen Überbuchung der angebotenen Kurse zeigt sich ein sehr großes Interesse der Zielgruppe an den Angeboten der Digitalisierungskollegs. In einigen Kollegs verdoppelte sich die Teilnehmerzahl innerhalb eines Jahres.

Durch eine niedrigschwellige Herangehensweise und die Ausschreibung von Lehr-Projekten statt einer Reform oder einer Entwicklung neuer Digitalisierungsstudiengänge kann durch eine schnelle Implementierung der Digitalisierungskollegs auch in technikfernen Studienfächern zeitnah auf den flächendeckend nötigen Erwerb von Digitalisierungskompetenzen reagiert werden. Insgesamt sind 13 sehr unterschiedliche Digitalisierungskollegs entstanden, von denen 11 in diesem Band einen praktischen Einblick in ihre Arbeit geben. Sie bieten eine Vielzahl individueller und kreativer Lehr- und Lernformate. Im Zentrum stehen Angebote, um den Herausforderungen der digitalen Transformation in den Bereichen Future Skills, Workforce Skills, Creative Work und KI zu begegnen. Alle beinhalten die dringend benötigten Qualifikationsmöglichkeiten für zukünftige Herausforderungen in Wissenschaft, Arbeits- und Lebenswelt, beispielsweise in der Kultur- und Kreativwirtschaft, in der digitalen Landwirtschaft, in der sozialen Arbeit oder im Bauingenieurwesen, indem sie digitale Kompetenzen vermitteln.

Auch Studierende aus digitalisierungsfernen Fächern erwerben während ihrer Teilnahme frühzeitig grundlegende IT-Kenntnisse. Alle Teilnehmenden lernen die interdisziplinäre Zusammenarbeit und verbessern damit ihre Karrierechancen innerhalb und außerhalb der Wissenschaft erheblich. Die Digitalisierungskollegs sind zudem ein nachhaltiges Förderformat, denn die Hochschulen haben die Verstetigung des Angebots nach dem Ende der Förderung zugesichert. Mehrere Kollegs dienen als Grundlage für die Einrichtung neuer Studiengänge, beispielsweise das Cyber Craft Kolleg im Bauingenieurswesen an der OTH Regensburg oder das Kolleg GreDiGree in der Digitalen Landwirtschaft an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Diese Entwicklung ist ein großer Erfolg und das Förderziel wird dadurch mehr als erfüllt. Weitere Kollegs dienen als Vorlage für eine grundlegende Erweiterung bestehender Studiengänge. Die Lehrformate wurden bereits im Modulplan aufgenommen und das Angebot wurde hierdurch verstetigt. Einige Kollegs haben außerdem die Stellen für die Coaches verstetigt, um die Methodik und eine Betreuung der Praxisprojekte dauerhaft fortzuführen.

bidt-Digitalisierungskollegs



Der Austausch zwischen den Kollegs wird durch das Bayerische Forschungsinstitut für digitale Transformation (bidt) koordiniert und findet in monatlichen Online-Meetings sowie in vierteljährlichen Treffen an den einzelnen Standorten statt. Dort werden Fachvorträge organisiert, passende Kooperationspartner wie die Virtuelle Hochschule Bayern eingebunden und Anschlussperspektiven für die Zeit nach der Förderung entwickelt. Eine inhaltliche Zusammenarbeit in verschiedenen Arbeitsgruppen ist durch die übergeordneten Querschnittsthemen Digitalisierung, interdisziplinäre Lehre und Praxisbezug durch Einbindung von Stakeholdern für alle Coaches und Projektleitungen sehr gut möglich. Darüber hinaus haben die Studierenden alle zwei Jahre die Möglichkeit, auf einem Demoday ihre Projekte in einem internen Wettbewerb zu präsentieren und durch eine Jury bewerten zu lassen. Durch die gemeinsamen Aktivitäten ist zwischen mehreren Kollegs eine Zusammenarbeit entstanden. Gerade in den Verbundprojekten wird zudem die Zusammenarbeit zwischen Fachhochschulen und Universitäten intensiviert und ausgebaut. Auch innerhalb der Kollegs wird die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Dozent*innen unterschiedlichster Fachrichtungen gestärkt.

Diese Publikation bietet einen vielfältigen Überblick der Digitalisierungskollegs und zeigt anschaulich, wie sich die Lehrformate in dieser Zeit weiterentwickelt haben. Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden, dass die für eine digitale Transformation der Lehr- und Arbeitswelt dringend benötigten Future Skills, wie Interdisziplinarität, Kollaboration, die Fähigkeit zur Lösung komplexer Probleme sowie Kenntnisse im Bereich Digitalisierung und KI, in den Bachelor- und Masterstudierenden in jedem Digitalisierungskolleg auf einfache und praxisorientierte Weise zugänglich gemacht werden. Die nachfolgenden Beiträge bieten einen Einblick in die Lehrange-

bote der Digitalisierungskollegs. Dieser Band beinhaltet eine Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlung, um das Format der Digitalisierungskollegs vorzustellen. Idealerweise dient es als Anregung für eine Erweiterung der Hochschullehre in den Themenfeldern Digitalisierung und Künstlicher Intelligenz zur Ermöglichung eines flächendeckenden Kompetenzerwerbs in allen Fachbereichen außerhalb der Informatik an anderen Hochschulstandorten.

Kompetenzen für die Zukunft?
Neue digitale Konzepte für studentisches Lehren und Forschen

Die Hochschullehre befindet sich im Wandel. Lange Zeit stand die Vermittlung von Fachwissen im Mittelpunkt – Studierende sollten vor allem lernen, *was* in ihrem Fachgebiet wichtig ist. Doch die Herausforderungen unserer Zeit sind komplexer geworden: Klimawandel, digitale Transformation und gesellschaftliche Umbrüche erfordern Menschen, die nicht nur Wissen abrufen, sondern kreativ Probleme lösen, über Fachgrenzen hinweg zusammenarbeiten und sich flexibel auf neue Situationen einstellen können.

Der erste Abschnitt des vorliegenden Sammelbands zeigt an vier konkreten Beispielen, wie Hochschulen auf diese veränderten Anforderungen reagieren. Die vorgestellten Beiträge nähern sich aus unterschiedlichen Perspektiven der Frage, welche Kompetenzen für Studierende zukünftig von zentraler Bedeutung sein werden. Dabei folgen sie alle dennoch einem gemeinsamen Grundprinzip: Studierende lernen am besten, wenn sie selbst aktiv werden, wenn sie mit realen Problemen auseinandersetzen und dabei Verantwortung für ihren Lernprozess übernehmen können (vgl. Fritzsche et al.). Dabei drehen sie die traditionelle Vorlesungslogik um: Die Studierenden werden selbst zu Forschenden, Entwicklerinnen oder sogar Lehrenden. Sie durchlaufen vollständige Arbeitsprozesse – von der Planung über die Umsetzung bis zur Präsentation. In einem interdisziplinären Forschungsseminar etwa planen Studierende eigenständig eine Studie zur Stressreaktion, führen Experimente durch, analysieren die Daten und stellen ihre Erkenntnisse vor (vgl. Ringgold et al.). Sie erleben damit den kompletten wissenschaftlichen Forschungszyklus und arbeiten gleichzeitig mit großen Freiheitsgraden, während die Lehrenden eine neue Rolle einnehmen: Sie sind nicht mehr primär Wissensvermittler*innen, sondern Coaches, die den Lernprozess begleiten, Impulse geben und bei Schwierigkeiten unterstützen. So ist es möglich der zunehmenden Komplexität und der Vielfalt neuer Herausforderungen durch einen integrativen Lehransatz zu begegnen. Das vierte Kapitel veranschaulicht dies eindrucksvoll am Beispiel der Agrartechnik, des Gartenbaus oder der Lebensmitteltechnologie (vgl. Klausmann et al.).

Allen Konzepten ist gemeinsam, dass sie mit realen Fragestellungen arbeiten und bewusst Lernende unterschiedlicher Fachrichtungen zusammenbringen: Studierende der Sozialen Arbeit und der Informatik kollaborieren beispielsweise zusammen, um digitale Lösungen für soziale Einrichtungen zu entwickeln (vgl. Fuchs et al.). Sie zeigen eine Möglichkeit auf, mit welchen Mitteln Hochschullehre heute Studierende auf die Herausforderungen von morgen vorbereiten kann: Fachwissen bleibt die notwendige Grundlage, muss aber ergänzt werden durch Lernerfahrungen, in denen Studierende dieses Wissen anwenden, hinterfragen und in neuen Kontexten nutzen können. Die vorgestellten Lehrformate ermöglichen genau diese innovative Art von Lernen, die zukünftig notwendig ist: aktiv, kooperativ, reflexiv und lösungsorientiert.

Eva S. Fritzsche, Anika Roll, Hendric Rahm, Mike Altieri, Verena Gerner, Alexandra Sept & Romy Hösl

Didaktisches Design eines studentischen Train-the-eTrainer-Programms

Erstellung digitaler Selbstlerneinheiten im Digitalisierungskolleg DigiKom

Abstract

Im interdisziplinären Projekt DigiKom erstellen Bachelorstudierende Selbstlerneinheiten (SLE) zu Themen aus dem Bereich Future Skills (Ehlers, 2022; Stifterverband, 2021). Die Bachelorstudierenden werden bei der Produktion ihrer SLE von Masterstudierenden unterstützt, die im Train-the-eTrainer-Programm als Mentor*innen fungieren. Die Erstellung der SLE ist in verpflichtende Lehrveranstaltungen eingebettet und wird durch Projektmitarbeitende (Coaches) begleitet. Die Produktion der SLE folgt einem Lernen-durch-Lehren-Ansatz, bei dem Studierende ihr Wissen vertiefen, indem sie Lerninhalte für andere aufbereiten (Martin, 2018): Die Bachelorstudierenden setzen sich bei der Produktion der SLE für andere Studierende intensiv mit ihrem Thema auseinander. Der vorliegende Beitrag stellt das zugrundeliegende Lehrkonzept vor, welches in den letzten vier Semestern erprobt und verfeinert wurde, damit dieses bei Interesse auch an anderen Hochschulen eingesetzt werden kann.

1 Digitale Kompetenzen als Voraussetzung für den Arbeitsmarkt der Zukunft

Die rasant fortschreitende Digitalisierung in der Wissenschaft und Arbeitswelt macht die Entwicklung neuer Kompetenzen bei allen Beteiligten unerlässlich. Zahlreiche Studien prognostizieren, dass Digitalisierungskompetenzen in Zukunft von großer Bedeutung sein werden (Bertelsmann Stiftung, 2020; Stifterverband, 2024). EU-Analysen bestätigen diesen Trend: Bereits über 90 % aller Arbeitsplätze erfordern grundlegende digitale Fähigkeiten (Europäischer Rechnungshof, 2021). Auch das Future-Skills-Framework des Stifterverbands benennt die erforderlichen Digitalkompetenzen und macht sie damit gezielt förderbar (Stifterverband, 2021). Resultierende Zertifikatsprogramme wie der Digitalführerschein der Initiative Deutschland sicher im Netz bieten Bürger*innen niedrigschwellige Möglichkeiten zum Erwerb digitaler Kompetenzen (Deutschland sicher im Netz, 2025).

Untersuchungen zeigen, dass die Digitalkompetenzen in vielen Bereichen der Gesellschaft ausbaufähig sind. So schätzen nur 38 % der Lehrkräfte in Deutschland ihre eigenen digitalen Fähigkeiten als hoch ein (Vodafone Stiftung Deutschland, 2022). Auch an Hochschulen sind die Rahmenbedingungen für die digitale Lehre nicht flächendeckend etabliert – oft mangelt es an Unterstützung, Zeit und Umsetzung digitaler Strategien (Stifterverband, 2024). In der Gesamtbevölkerung verfügen laut D21-Digital-Index weniger als 50 % über umfassende digitale Basiskompetenzen (Initiative D21, 2025). Auch in der Arbeitswelt sind digitale Fähigkeiten oft noch ungleich ver-

teilt, wobei Betriebe ebenso wie Mitarbeitende Weiterbildungsbedarf erkennen (Europäischer Rechnungshof, 2021).

In der Gesamtschau werden die Herausforderungen bei Weiterbildungsangeboten immer größer. Sie müssen ein zunehmend breiteres Spektrum abdecken und in immer kürzeren Abständen aktualisiert werden (World Economic Forum, 2021), wobei die Halbwertszeit erworbener Fachkompetenzen rapide sinkt und heute nur noch 2,5 bis 5 Jahre beträgt (Boston Consulting Group, 2023). Dazu gesellen sich zunehmende Anforderungen an das didaktische Design: Das Angebot muss aktuelle Entwicklungen wie eine sinkende Aufmerksamkeitsspanne berücksichtigen (Microsoft, 2015). In einer beschleunigten Medien- und Informationsgesellschaft wird es somit immer schwieriger, die Aufmerksamkeit von Lernenden über längere Zeit zu halten (Lorenz-Spreen et al., 2019). Zudem sind in hochwertigen Weiterqualifizierungsangeboten kontinuierlich Ergebnisse laufender Forschungen, beispielsweise aus der Cognitive Load Theory (Sweller et al., 2019) und der Theorie des multimedialen Lernens (Mayer & Fiorella, 2022), einzuarbeiten.

Um den hohen Anforderungen an Weiterqualifizierungsangeboten gerecht zu werden, braucht es folglich Einrichtungen, die in der Lage sind, (1) in kurzer Zeit auf aktuelle Themen zu reagieren, (2) entsprechende Weiterbildungsangebote schnell bereitzustellen, (3) inhaltliche Korrektheit sowie (4) an aktuelle Entwicklungen adaptierte didaktische Qualität sicherzustellen, (5) ein breites Themenspektrum abzudecken, und die (6) dem Spannungsfeld zwischen Produktqualität, Produktlebensdauer und Return on Investment in möglichst geringem Maße ausgesetzt sind.

Das Digitalisierungskolleg DigiKom der OTH Amberg-Weiden und Hochschule Ansbach wurde genau mit dem Ziel gegründet, diese sechs Anforderungen möglichst effektiv zu erfüllen. Im Folgenden werden das didaktische Design und dessen Umsetzung und potenzielle Übertragbarkeit näher beschrieben. Dazu wird in Kapitel 2 das didaktische Design bei der Produktion von Selbstlerneinheiten (SLE) vorgestellt und in Kapitel 3 wird die Übertragbarkeit auf andere Hochschulen diskutiert. Schließlich wird in Kapitel 4 ein Gesamtfazit gezogen.

2 Didaktisches Design bei der Produktion von Selbstlerneinheiten (SLE)

2.1 Ziele des didaktischen Designs

Das Projekt DigiKom wurde mit dem Ziel initiiert, Studierende gezielt auf die Anforderungen einer sich wandelnden, digitalisierten Arbeitswelt vorzubereiten, in der interne und externe Schulungen zunehmend digital und asynchron ablaufen. Im Mittelpunkt des Projekts steht die Entwicklung digitaler SLE, die zukunftsrelevante Themen – sogenannte „Future Skills“ – in didaktisch fundierten und mediengerechten Formaten vermitteln. Die Studierenden schlüpfen im Projekt in die Rolle von eTrainern, denn mit den produzierten SLE können sich weitere Studierende zukünftig zu Future Skills fortbilden.

Die am Projekt teilnehmenden Studierenden benötigen bei der Produktion der SLE nicht nur technische Fertigkeiten, sondern auch didaktische, kollaborative und kommunikative Kompetenzen. Das didaktische Design wurde deshalb kompetenzorientiert und praxisnah gestaltet und agil an die aktuellen Rahmenbedingungen der Lehrveranstaltungen angepasst.

Das Ziel des didaktischen Designs ist, dass Studierende lernen, wie sie zu einem ausgewählten Thema eine SLE erstellen, mit der andere Studierende gut lernen können. Dieses Ziel kann in mehrere Teilziele untergliedert werden, die genauer beschreiben, was die Studierenden im Verlauf des Semesters tun:

- Die Studierenden kennen grundlegende didaktische Prinzipien, wie die Lernzieltaxonomie von Bloom (Krathwohl, 2002), die didaktische Reduktion (Lehner, 2013), die kognitive Theorie des multimedialen Lernens (Mayer & Moreno, 2003) und die darauf aufbauenden Multimediaprinzipien von Mayer (2014).
- Die Studierenden lernen den lernwirksamen Aufbau von SLE kennen (Biggs & Tang, 2007; Groß, 2022).
- Die Studierenden wenden die genannten didaktischen Prinzipien bei der Planung der SLE an.
- Die Studierenden wenden die zur Verfügung gestellte Software an: H5P (2025), Articulate RISE (2025) oder Storyline (2025).

An den Lernzielen wird deutlich, dass die Studierenden nicht nur theoretisches Wissen erwerben, sondern dieses anwenden und vertiefen. Sie übernehmen gruppenweise die Verantwortung für eine eigene SLE und agieren dabei in einer Rolle, die der späteren Berufspraxis sehr nahekommen kann.

Um die beschriebenen Ziele zu erreichen, wird auf ein Train-the-eTrainer-Programm gesetzt, bei dem die Studierenden in der Rolle von eTrainern von den Projektbeteiligten unterstützt werden: Zum einen werden die Studierenden bei der Erstellung neben der Lehrperson durch didaktische und fachliche Coaches unterstützt, die den Studierenden während des gesamten Semesters zur Seite stehen. Die didaktischen Coaches unterstützen insbesondere bei der Strukturierung und der didaktischen Gestaltung der SLE, während die fachlichen Coaches inhaltliches Feedback zu den gewählten Themen geben. Durch diese Begleitung wird sichergestellt, dass die erstellten SLE sowohl inhaltlich fundiert als auch lernwirksam aufbereitet sind.

Zum anderen werden die Studierenden von didaktischen Mentor*innen unterstützt, im vorliegenden Projekt aus den Masterstudiengängen Educational Technology und Digital Learning. Die Studierenden profitieren von der Expertise ihrer Mentor*innen in der Gestaltung digitaler Lerninhalte. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht einen wechselseitigen Lernprozess (Braßler, 2023), bei dem sowohl didaktik- als auch inhaltsbezogene Kompetenzen gefördert werden. Eine besondere Herausforderung bei der interdisziplinären Zusammenarbeit ist im beschriebenen Projekt, dass die Studierenden nicht nur standortübergreifend (Amberg – Weiden), sondern teilweise auch hochschulübergreifend (Ansbach – Amberg oder Weiden) zusammenarbeiten. Die Mentor*innen stehen im engen Austausch mit den didaktischen Coaches.

2.2 Welche Kompetenzen werden gefördert?

Das Projekt DigiKom bietet den Rahmen, verschiedene Kompetenzen weiterzuentwickeln: Auf der inhaltlichen Seite beschäftigen sich die Studierenden mit dem Thema ihrer SLE und mit den didaktischen Grundprinzipien bei deren Gestaltung. Der Einsatz bisher unbekannter eLearning-Autorentools fördert die digitale Medienkompetenz. Die Arbeitsweise in Kleingruppen und die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Mentor*innen und den Coaches erfordert, dass die Studierenden miteinander kommunizieren und die Zusammenarbeit organisieren. Darüber hinaus muss mit Unsicherheiten umgegangen werden, wenn die verschiedenen Projektbeteiligten unterschiedliche oder sich widersprechende Auskünfte geben.

Die geförderten Kompetenzen lassen sich in vier Dimensionen einteilen:

1. Fachkompetenz (Future Skills): Die Studierenden bringen ihre Expertise in zukunftsorientierte Themen ein und setzen sich aktiv mit diesen Inhalten auseinander.
2. Didaktische Kompetenz: Studierende lernen, Lernziele nach Bloom (Krathwohl, 2002) zu formulieren, Lernpfade zu strukturieren und Interaktionen gezielt einzusetzen. Sie planen ihre SLE im Einklang mit den Multimediaprinzipien (Mayer, 2014).
3. Digitale Medienkompetenz: Der Einsatz von eLearning-Autorentools wie H5P, Articulate Rise oder Articulate Storyline erfordert technisches Know-how.
4. Kooperations- und Kommunikationskompetenz (Soziale Kompetenz): Die Arbeit in interdisziplinären Teams stellt hohe Anforderungen an die Kommunikation. Zudem lernen die Studierenden, kollaborative Tools (z. B. Miro, Microsoft Teams, Zoom, BigBlueButton, etc.) effektiv einzusetzen.

Diese Kompetenzen greifen ineinander und fördern eine umfassende Weiterentwicklung der Studierenden – mit hoher Relevanz für vielfältige berufliche Kontexte wie Bildung, Weiterbildung, Beratung oder Personalentwicklung.

2.3 Semesterplan des Train-the-eTrainer-Programms

Das Train-the-eTrainer-Programm ist in sechs Phasen gegliedert:

1. Einführungsphase: Vorstellung des Projekts, Einführung in die grundlegenden didaktischen Prinzipien und erste inhaltliche Auseinandersetzung mit dem ausgewählten Thema aus dem Bereich Future Skills
2. Themenrecherche und Gruppenbildung: Literaturrecherche, Formierung interdisziplinärer Teams
3. Konzeptionsphase: Formulierung von Lernzielen für die SLE und Planung passender Lernaktivitäten, Unterstützung durch Coaching und begleitende Materialien
4. Erstellungsphase: Umsetzung der SLE mit den eLearning-Autorentools und fortlaufendes Feedback durch Coaches sowie Peer-Feedback

5. Evaluations- und Überarbeitungsphase: Reflexion der Inhalte, Optimierung der SLE und abschließende Qualitätssicherung
6. Präsentation und Abschluss: Vorstellung der finalen SLE und Reflexion

Um die Qualität der Lehrveranstaltung kontinuierlich zu verbessern, wird eine formative und eine summative Evaluation durchgeführt (siehe Kapitel 2.6). Die gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt in die Weiterentwicklung des Train-the-eTrainer-Programms ein.

2.4 Varianten des didaktischen Designs

Während der Projektlaufzeit wurden im Projekt DigiKom ausgehend von der Grundidee des Train-the eTrainer-Programms verschiedene Varianten erprobt, um sich agil an die Rahmenbedingungen der beteiligten Lehrveranstaltungen anzupassen und so möglichst effektiv, praxisnah und realitätsbezogen SLE produzieren zu können. Diese Varianten unterscheiden sich insbesondere in der Zusammensetzung der Teams, der Betreuung durch Coaches und der Verteilung von Aufgaben wie Recherche, Didaktik und Umsetzung. Jede Variante bringt spezifische Vor- und Nachteile mit sich, die im Folgenden beschrieben werden.

2.4.1 Grundidee des Train-the-eTrainer-Programms: Bachelorstudierende arbeiten mit didaktischen Mentor*innen zusammen und werden durch Coaches und die Lehrperson unterstützt

Im Projekt erstellen Bachelorstudierende ohne didaktisches Vorwissen eine SLE zu einem Future-Skills-Thema (vgl. Lernen durch Lehren, Martin, 2018). Die Grundidee des projektspezifischen Train-the-eTrainer-Programms ist, dass die Studierenden mit Mentor*innen aus einem Masterstudiengang mit didaktischem Hintergrund interdisziplinär in Gruppen zusammenarbeiten: Zu Beginn erhalten sie von den Mentor*innen Input zu didaktischen Grundlagen, dem Aufbau von SLE und werden in das zu nutzende eLearning-Autorentool eingeführt (z. B. H5P, Articulate Rise und Articulate Storyline). Dadurch folgen auch die Mentor*innen einem Lernen durch Lehren-Konzept.

Die didaktischen Coaches stehen in wöchentlichem Austausch mit den Mentor*innen, um die Qualität des Mentorings sicherzustellen. Außerdem werden die Bachelorstudierenden durch die fachlichen Coaches an wissenschaftliches Arbeiten herangeführt. Zur Planung der SLE sowie deren didaktischer und gestalterischer Umsetzung erhalten die Gruppen regelmäßig Feedback durch die Coaches und die Lehrperson.

Vorteile:

- Förderung selbstständiger Arbeitsweise sowohl bei Studierenden als auch Mentor*innen mit unterstützendem Backup

- Starker Fokus auf die Entwicklung didaktischer Kompetenz
- Effektive Ressourcennutzung durch punktuelle Betreuung

Nachteile:
- Hoher Personalaufwand durch Mentor*innen, Coaches und Lehrperson
- Höhere Komplexität in Kommunikation und Feedbackprozessen aufgrund der Vielzahl an Beteiligten

2.4.2 Variante 1: Bachelorstudierende werden durch Coaches und die Lehrperson unterstützt

Variante 1 wird eingesetzt, wenn keine Mentor*innen zur Verfügung stehen. Das war in diesem Projekt in den Wintersemestern der Fall.

Diese Variante ähnelt sehr der Grundidee: hier werden der Input zu didaktischen Grundlagen, zum Aufbau von SLE und die Einführung in die eLearning-Autorentools von den Coaches gegeben. Die fachlichen Coaches bieten die fachliche Expertise und vermitteln das Vorgehen des wissenschaftlichen Arbeitens. Wie auch in der Grundidee liegt die Verantwortung für die Recherche, die Formulierung von Lernzielen und die didaktische sowie gestalterische Umsetzung der SLE bei den Studierendengruppen. Zur Planung der SLE sowie deren didaktischer und gestalterischer Umsetzung erhalten die Gruppen auch hier regelmäßig Feedback durch die Coaches und die Lehrperson.

Vorteile:
- Klarere Rollenaufteilung und Zuständigkeiten durch weniger Beteiligte im Lehrendenteam
- Keine Betreuung von Mentor*innen notwendig
- Direktere Kommunikation für die Studierenden durch fehlende Mentor*innen

Nachteile:
- Keine interdisziplinäre Zusammenarbeit bei den Studierenden
- Hoher Betreuungsaufwand der Studierenden auf Seiten der Coaches und der Lehrperson

2.4.3 Variante 2: Masterstudierende mit didaktischem Vorwissen werden durch fachlichen Coach unterstützt

Variante 2 kann verwendet werden, wenn Masterstudierende mit didaktischem Vorwissen noch nicht für die Rolle der Mentor*innen geeignet sind, aber Erfahrungen mit der Produktion von SLE sammeln sollen.

In Variante 2 arbeiten Masterstudierende an der Produktion einer SLE. Aufgrund ihres Vorwissens ist weniger Input zu didaktischen Grundlagen notwendig. Die Stu-

dierenden erhalten eine grundlegende inhaltliche Einweisung durch die fachlichen Coaches, recherchieren ein Thema aus dem Bereich Future Skills und setzen die SLE eigenständig in der Gruppe um.

Vorteile:
- Sehr eigenständige Arbeitsweise der Masterstudierenden
- Effizienter Einsatz der Lehrressourcen
- Effektive Nutzung der Projektzeit durch geringeren Schulungsbedarf zu Beginn

Nachteile:
- Keine interdisziplinäre Zusammenarbeit
- Teilweise einseitige Fokussierung auf didaktische Ästhetik statt passender Auswahl und Gewichtung von Fachinhalten durch die hohe Expertise im Bereich Gestaltung und Didaktik

2.4.4 Fazit zu den Varianten des didaktischen Designs

Die verschiedenen Varianten des didaktischen Designs zeigen, dass je nach Zielgruppe, Vorerfahrung und vorhandenen Rahmenbedingungen unterschiedliche Settings und Hilfestellungen in technischer sowie didaktischer Hinsicht sinnvoll sein können. Gerade bei technisch unerfahrenen Studierenden muss das softwarebezogene Denken geschult (Hsu et al., 2018) und die kognitive Entlastung (Kerres, 2018, S. 174) berücksichtigt werden. Aktuell wird zur Verstetigung des Projekts an beiden Hochschulstandorten die Zusammenarbeit mit Promovierenden erprobt. Varianten mit vielen Beteiligten im Lehrendenteam bieten ein interdisziplinäres Lernfeld, erfordern aber auch, dass die Studierenden mit widersprüchlichen Aussagen zurechtkommen müssen. Dagegen bieten kleinere Lehrendenteams klare Ansprechpartner, aber einen höheren Aufwand auf Seiten der Lehrenden. Die agile Anpassung dieser Varianten ist ein wesentlicher Bestandteil des didaktischen Designs und trägt zur stetigen Weiterentwicklung des Projekts bei.

2.5 Qualitätssicherung der Selbstlerneinheiten nach der Abgabe

Die SLE werden schon während des Erstellungsprozesses durch die Unterstützung der Coaches und durch Feedbackschleifen während des Semesters optimiert. Nach ihrer Fertigstellung durchlaufen die SLE einen mehrstufigen Qualitätssicherungsprozess. Bei der Bewertung der SLE als Prüfungsleistung erfolgt eine Dokumentation inhaltlicher Schwächen und eine didaktische Bewertung durch die betreuende Lehrperson und die Coaches. Dabei wird auf folgende Kriterien des projektübergreifenden Qualitätsleitfadens geachtet:

- Format und Umfang (Dauer von ca. 45 Minuten, Dateigröße unter 100 MB, damit die SLE auch in anderen Learning Management Systemen (LMS) eingebunden werden können)
- Zielgruppenorientierung und Lernziele
- Verständlichkeit und Korrektheit der Inhalte
- Struktur (Gestaltung von Einstieg und Ausstieg, roter Faden in der SLE)
- Didaktischer Multimediaeinsatz und Wissensvermittlung, Interaktivität
- (Visuelle) Gestaltung
- Technik (Funktionsfähigkeit aller Buttons und Verlinkungen)

Um die SLE später zur weiteren Nutzung gesammelt in einen Moodle-Kurs zum Thema „Future Skills" überführen zu können, werden diese für die Nachnutzung über die Lehrveranstaltung hinaus für weitere Studierende aufbereitet. Dabei werden kleine Fehler wie z. B. technische Bugs ausgebessert, die trotz prozessbegleitender Qualitätssicherung nicht behoben wurden. Je nach abgegebener Qualität der studentischen Arbeiten unterscheidet sich die Intensität an Überarbeitung, die für die Aufbereitung notwendig ist. Nach der Überarbeitung der SLE durch die Coaches arbeitet ein Test-User die SLE durch und kreuzt in einem Fragebogen an, ob das Arbeiten mit der SLE motivierend gestaltet war und an welchen Stellen es noch Optimierungsbedarf gibt.

2.6 Qualitätssteigerung des didaktischen Designs: Evaluationsergebnisse

Die Qualität zeigt sich nicht nur in den fertigen SLE, sondern auch in der Gestaltung der Lehrveranstaltung, in der sie entstehen. Um die mit dem DigiKom verknüpfte Lehre kontinuierlich zu verbessern, begleitet das Projektteam diese durch eine formative und eine summative Evaluation. Dabei läuft die formative Evaluation überwiegend informell ab: die Studierenden werden im persönlichen Gespräch, in kurzen Umfragen oder Abstimmungen gebeten kundzutun, welche Aspekte der Lehre sie schätzen und welche sie gerne ändern würden. Die summative Evaluation am Ende des Semesters wird als Online-Umfrage mit einem standardisierten Fragebogen erhoben. Dieser Fragebogen beinhaltet eine globale Bewertung, Einschätzungen zur Zusammenarbeit mit den Coaches sowie Mentor*innen und die Möglichkeit, in einem offenen Antwortformat spezifisches Lob oder Kritik zu formulieren. Die Ergebnisse der Evaluationen werden jeweils bei der Planung des darauffolgenden Semesters genutzt, um die Lehre besser an die Bedürfnisse der Studierenden anzupassen. Im ersten Durchlauf wurde beispielsweise bemängelt, dass es sehr viele Personen im Lehrendenteam gäbe, die unterschiedliche Auskünfte geben würden. Daraufhin wurden im Folgesemester regelmäßige Absprachen im Lehrendenteam durchgeführt, die einerseits zur Planung der Lehre dienten, aber auch den Austausch im Lehrendenteam erleichterten und Absprachen ermöglichten.

Betrachtet man die Evaluationsergebnisse von insgesamt 166 Studierenden über vier Semester hinweg (siehe Abbildung 1), zeigt sich Folgendes:

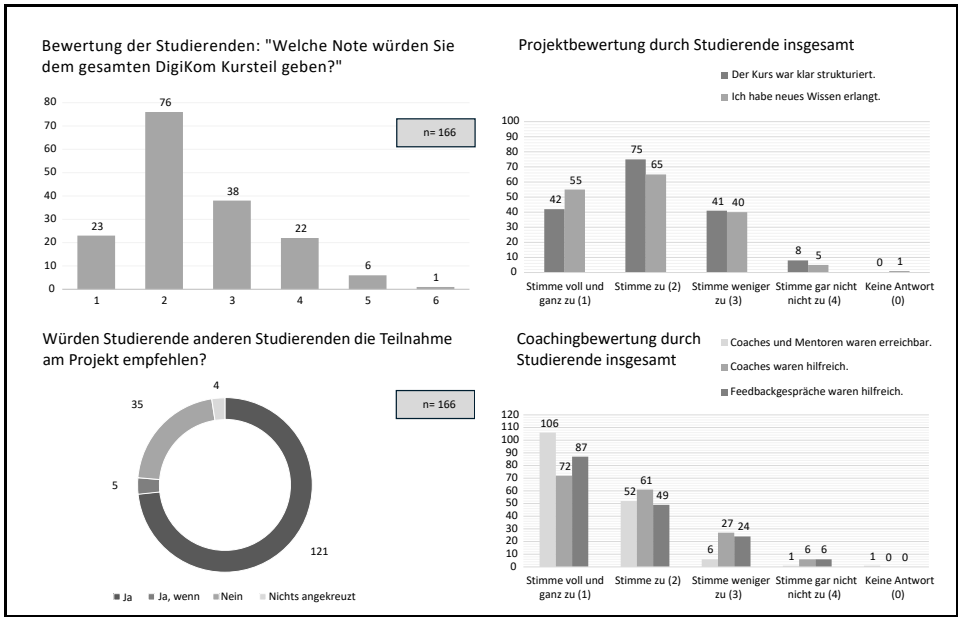


Abbildung 1: Evaluationsergebnisse über die Projektlaufzeit von Sommersemester 2023 bis Wintersemester 2024–25

Die Studierenden bewerten das DigiKom insgesamt mit der Durchschnittsnote 2,49. Ein Kritikpunkt bei der Erstellung der SLE ist der damit verbundene Arbeitsaufwand, der für eine 45-minütige SLE aufgebracht werden muss: „Den Umfang etwas reduzieren, was die Projektarbeit angeht (lieber 20 oder 30min anstelle von 40).“ (Zitat aus dem Sommersemester 2024) Nach Einschätzung des Projektteams entspricht der Workload im Projekt 5 ECTS (150 Stunden). Zudem wirkt der Aufwand im Vergleich mit anderen Lehrveranstaltungen, die die Arbeitsstunden nicht ausschöpfen, aufwändiger. Um die Studierenden enger zu begleiten, hat das Projektteam inzwischen einen kleinschrittigen Zeitplan für die Produktion der SLE entwickelt. Positiv wird hervorgehoben, dass durch die vielen Mitwirkenden im Lehrendenteam die Studierenden gut unterstützt werden können: „Ich fand den strukturellen Aufbau gut, man hat sich nie alleine mit der Aufgabe gefühlt und hatte immer Unterstützung durch Mentoren/Dozenten.“ (Zitat aus dem Sommersemester 2024) Positive Aspekte, wie die hier genannten, hat das Projektteam in den folgenden Semestern soweit wie möglich beibehalten.

Im Sommersemester 2024 wurde im Rahmen einer Masterarbeit (Hertel, 2025) zusätzlich zum standardisierten Fragebogen auch der selbsteingeschätzte Kompetenzerwerb von 72 Studierenden hinsichtlich verschiedener Future Skills erfasst. Der Fokus lag auf der Erfassung digitaler Kompetenzen. Dazu wurden Fragen basierend auf dem Digital Readiness for Academic Engagement Questionnaire (Hong & Kim, 2018) formuliert, zum Beispiel „Ich habe meine Kompetenzen zur Nutzung digitaler Anwendungen im Projekt erweitert. Dies beinhaltet beispielsweise die Nutzung grundlegender Funktionen von Software bei der Erstellung von Präsentationen oder von Texten.“.

Die Erfassung digitaler Kompetenzen wurde ergänzt mit Fragen zur Erfassung der Future Skills Lösungsfähigkeit, Kreativitätskompetenz, Fähigkeit zur Resilienz, Kollaborations- und Kommunikationskompetenz. Die Daten der Studierenden wurden durch Interviewdaten mit Coaches und Mentor*innen ergänzt. Ziel der Experteninterviews war ebenfalls, den Kompetenzzuwachs der Studierenden zu erfassen. Eine Beispielfrage lautete „Die Studierenden, die du begleitet hast, bringen unterschiedliche Kenntnisse im Umgang mit digitalen Medien mit. Kannst du mir erklären, wo deiner Meinung nach der größte Kompetenzzuwachs liegt?".

Dabei ergab sich, dass der Großteil der Studierenden einschätzte, dass sich ihre digitalen Kompetenzen und die erfassten Future Skills über das Semester hinweg verbessert hätten. Die Studierenden kreuzten bei allen abgefragten Kompetenzen am häufigsten die Kategorie „ich stimme zu" an (vgl. Abbildung 2).

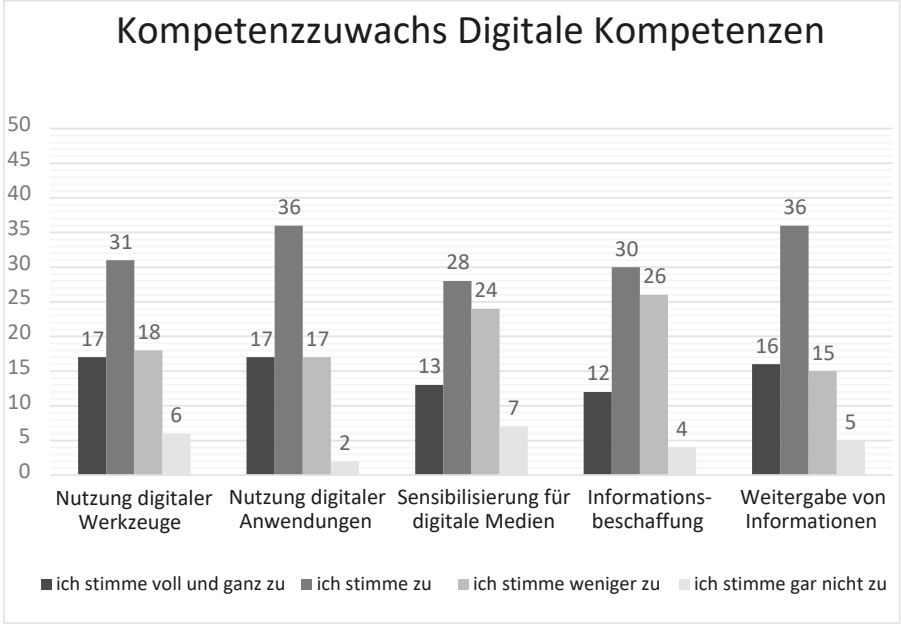
Als ausschlaggebend für die Verbesserung der Kompetenzen wurde das Feedback der Coaches und Mentor*innen genannt, gefolgt von den exemplarischen SLE und der Unterstützung durch die Coaches. Die Auswertung der Experteninterviews ergab, dass die Studierenden digitale Kompetenzen erwerben, indem sie eLearning-Autorentools und webbasierte Tools einsetzen, um die SLE zu gestalten (vgl. Hertel, 2025). Außerdem wurde eine Sensibilisierung für digitale Medienrechte und eine Erweiterung der Kommunikations- und Kollaborationskompetenz im Setting der Gruppenarbeit beobachtet. Die Expert*innen führen den Kompetenzerwerb der Studierenden auf das individuelle Feedback durch die Coaches, den Einsatz von Mentor*innen und das Setting als Gruppenarbeit zurück (Hertel, 2025). Auch wenn es sich bei den Befragungsdaten der Studierenden um rückblickende Selbsteinschätzungen handelt, sprechen die Einschätzungen aus den Experteninterviews dafür, dass tatsächlich ein Kompetenzzuwachs stattgefunden hat. Bei einer erneuten Erhebung sollten die digitalen Kompetenzen und die Future Skills an zwei Messzeitpunkten (vor und nach der Produktion der SLE) erhoben werden.

2.7 Learnings in Bezug auf das didaktische Design

Im Laufe der Projektzeit konnten durch das Projektteam auf Grundlage der formativen und der summativen Evaluationen verschiedene Erfolgsfaktoren identifiziert werden, die zur Weiterentwicklung des Projekts beigetragen haben. Bei internen Teamreflexionen hat es sich als besonders hilfreich herausgestellt, eine klare Rollenverteilung sowie eine gute Kommunikation innerhalb des Projektteams zu pflegen. Auch die regelmäßige Anpassung des didaktischen Designs an die spezifischen Rahmenbedingungen erweist sich als zentraler Faktor für das Gelingen. Diese Aspekte wurden insbesondere durch wiederkehrende Rückmeldungen der Studierenden in Feedbackgesprächen mit den Coaches und durch die Auswertungen der Fragebögen bestätigt.

Für die Betreuung und Unterstützung der Studierenden bewähren sich folgende Maßnahmen:

- Vorgabe eines Zeitplans mit klar definierten Meilensteinen zur Strukturierung des Arbeitsprozesses und zur Vermeidung von Überforderung.



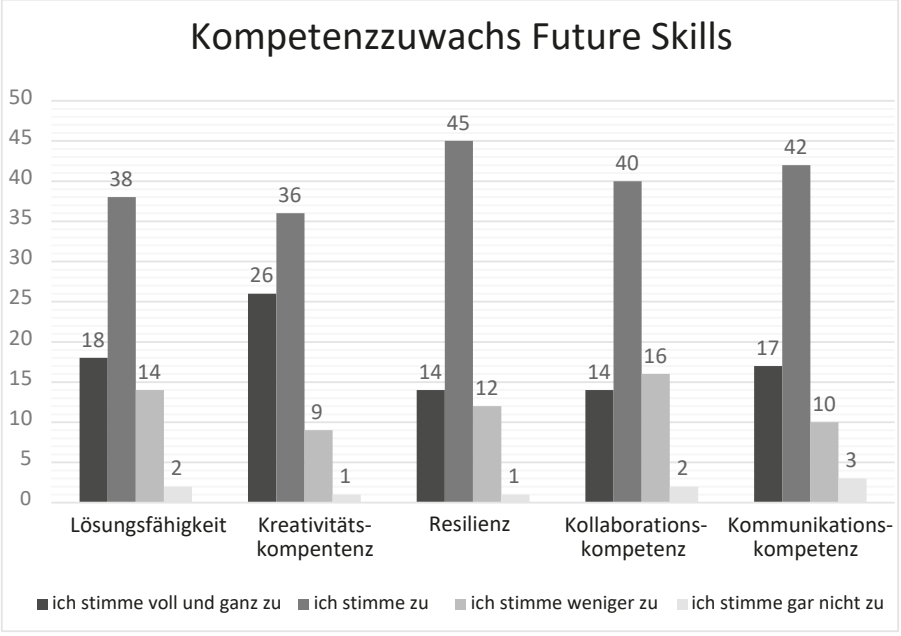


Abbildung 2: Selbsteingeschätzter Kompetenzzuwachs im Sommersemester 2024 von 72 Studierenden

- Einführung eines verbindlichen Styleguides (Farben, Schriften, Design), der die gestalterische Arbeit erleichtert und die Einheitlichkeit sichert.
- Bereitstellung von unterstützenden Materialien wie Workbook, Cheatsheets, Checklisten und Vorlagen zur Orientierung.
- Regelmäßige Feedback-Termine mit den Coaches, die sowohl inhaltliche als auch didaktische Hinweise zu den SLE geben.

Diese Maßnahmen wurden im Verlauf der einzelnen Semester seit Projektbeginn 2022 schrittweise aus den qualitativen Rückmeldungen der Studierenden, den Beobachtungen der Coaches sowie den Ergebnissen der quantitativen Evaluationen abgeleitet und kontinuierlich weiterentwickelt.

Herausfordernd ist insbesondere zu Beginn die Rollenklarheit in einem interdisziplinären, heterogenen Team. Das betrifft sowohl die Rollenverteilung zwischen den Lehrenden, Coaches und Mentor*innen, als auch innerhalb der studentischen Gruppen. Es ist daher ratsam, die jeweiligen Rollen zu Beginn des Projekts klar zu benennen, transparent zu kommunizieren und auch den Studierendengruppen ausreichend Zeit für eine interne Rollenklärung einzuräumen. Dieses Learning resultiert vor allem aus den Erfahrungen der ersten Projektdurchläufe, in denen Studierende und Coaches in den Abschlussgesprächen wiederholt auf unklare Verantwortlichkeiten hingewiesen wurden. Unterstützt wird dies durch das Workbook, in dem wichtige Absprachen verbindlich dokumentiert werden sollen.

Ein weiteres zentrales Learning betrifft den Umfang der zu entwickelnden SLE. Viele Studierende unterschätzen den Arbeitsaufwand, da sie in der Regel zum ersten Mal eine SLE erstellen. Dies führt häufig zu Zeitdruck und Frustration in der Endphase. Die Reaktion darauf kann die Einführung eines verbindlichen Zeitplans mit realistischen Etappenzielen sowie eine intensivere Begleitung durch das Lehrendenteam sein. Diese Anpassungen wurden auf Basis der Rückmeldungen in den Abschlussbefragungen vorgenommen, in denen Studierende wiederholt den zeitlichen Umfang als herausfordernd beschrieben.

Erfolgreiche didaktische Elemente:
Im Projektverlauf wurden zahlreiche Aspekte identifiziert, die über alle Semester hinweg zu einem effektiven Lehrangebot und zur positiven Wahrnehmung des Projekts beitragen. Die folgenden Erkenntnisse basieren auf einer Kombination aus den Ergebnissen der quantitativen Befragungen, den qualitativen Freitextantworten sowie den Rückmeldungen aus den Coach- und Teamgesprächen:

- Die interdisziplinäre Zusammenarbeit wird von den meisten Teilnehmenden als inhaltlich bereichernd und persönlich entwicklungsfördernd erlebt
- Das Arbeiten an Future Skills mit einer klaren Zielgruppe steigert die Motivation und Identifikation mit dem Projekt
- Die Einführungsphase schafft grundlegende Kenntnisse und Klarheit über Erwartungen für die Prüfungsleistung
- Die Kombination aus festen Rahmenvorgaben und kreativen Freiräumen führt zu hoher Eigenverantwortung und innovativen Lösungen

- Mehrstufige Feedbackprozesse inklusive Peer-Feedback zwischen den Projektgruppen verbessern die Qualität der SLE
- Die didaktische Begleitung durch erfahrene Coaches fördert die didaktische Qualität und erleichtert die Projektorganisation
- Die entstandenen SLE werden tatsächlich in anderen Lehrveranstaltungen eingesetzt, was den Anspruch und die Motivation steigert
- Regelmäßige, strukturierte Reflexionsphasen ermöglichen eine kritische Auseinandersetzung mit dem eigenen Lernprozess

Herausforderungen und passende Lösungswege:
Trotz der genannten positiven Aspekte gab es auch Herausforderungen, die sich als wiederkehrende Stolpersteine erweisen. Diese wurden vor allem in den offenen Rückmeldungen der Studierenden sowie in den Auswertungsgesprächen des Projektteams thematisiert:

- Zu theorielastige Einführungsphasen ohne greifbaren Praxisbezug führen zu Motivationsverlust
- Überambitionierte Designs (z. B. mit vielen Interaktionen oder komplexen Storylines) sind oftmals im gegebenen Zeitrahmen nicht umsetzbar
- Inhalte werden teilweise nur „übersetzt" statt didaktisch reduziert oder zielgruppenorientiert aufbereitet
- Viele Gruppen beginnen direkt in der Software zu arbeiten, ohne ein fundiertes Drehbuch – was zu chaotischen Strukturen führen kann
- Unklare Rollenverteilungen oder passive Gruppenmitglieder in den Studierendenteams erschweren die Zusammenarbeit
- Feedback wird stellenweise nicht oder nur unzureichend umgesetzt

Die im Projektverlauf erkannten Herausforderungen führten zu gezielten Anpassungen. So wird beispielsweise die Einführungsphase stärker praxisorientiert gestaltet. Um Motivation und Praxisbezug zu stärken, werden theoretische Inhalte anhand konkreter Beispiele aus bestehenden SLE vermittelt. Didaktischer Input wird mit Beispielen verknüpft und durch interaktive Übungen ergänzt, um die Übertragung auf eigene Projekte zu erleichtern. Eine Zielgruppenanalyse mit Persona-Erstellung wurde in die Konzeptionsphase integriert, was das Bewusstsein für die zielgruppengerechte Gestaltung verstärkt. Aufgrund der begrenzten Zeit eines Semesters wird auf ein ausführliches Drehbuch zur Planung der SLE verzichtet, stattdessen ist die Erstellung eines Grobkonzeptes gefordert, welches auch mit den Coaches besprochen wird. Durch Vorlagen und begleitendes Feedback können chaotische Strukturen in SLE vermieden werden. Der Umfang der SLE wird klarer definiert und mit Beispielen unterlegt, um Überforderung zu vermeiden.

Diese kontinuierlichen Anpassungen entstanden im engen Austausch zwischen allen Beteiligten und wurden jeweils auf Basis der erhobenen Rückmeldungen aus den laufenden und abgeschlossenen Semestern beschlossen. Das semesterweise Vorgehen ermöglicht eine agile Weiterentwicklung des didaktischen Designs.

Die kontinuierliche Weiterentwicklung des didaktischen Designs, die enge Begleitung der Studierenden und die flexible Anpassung an wechselnde Rahmenbedingungen hat dazu geführt, dass sich das Projekt DigiKom zu einem praxisnahen, innovativen Lehrprojekt entwickelt hat, das nicht nur digitale Kompetenzen stärkt, sondern auch nachhaltige Impulse für die hochschulübergreifende Zusammenarbeit setzt.

Nachdem das didaktische Design des Train-the-eTrainer-Programms dargestellt wurde, folgt in Kapitel 3 eine Diskussion zur Übertragbarkeit auf andere Hochschulen.

3 Übertragbarkeit auf andere Hochschulen

Das im Rahmen des DigiKom-Projekts entwickelte Konzept zur Erstellung digitaler SLE zu Future-Skills-Themen basiert auf einem modularen, adaptiven didaktischen Design, das in unterschiedlichen hochschulischen Kontexten Anwendung finden kann. Die damit verbundenen Prozesse lassen sich mit wenigen Anpassungen in eine Vielzahl von curricularen, organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen übertragen. Eine erfolgreiche Übertragung setzt nicht zwingend identische Strukturen voraus, sondern die Bereitschaft, bestimmte didaktische Prinzipien zu übernehmen und an eigene Gegebenheiten und die vorhandene Technik anzupassen. Dabei hat sich gezeigt, dass insbesondere folgende Bedingungen die Implementierung erleichtern:

Curriculare Einbindung: Die Erstellung von SLE lässt sich flexibel in verschiedene Formate der Hochschullehre integrieren – sowohl in Pflicht- als auch in Wahlpflichtmodule. Wichtig ist hierbei, dass die Produktion der SLE als prüfungsrelevante Leistung verankert wird, um ein hohes Maß an Engagement und Verbindlichkeit bei den Studierenden zu gewährleisten. Eine klare Festlegung von Umfang (z. B. 15–30 Minuten Lernzeit) und Bewertungskriterien unterstützt die Vergleichbarkeit und Qualität.

Rollenverteilung und Betreuung: Das Konzept sieht verschiedene Rollen vor – wie fachliche und didaktische Coaches, Mentor*innen sowie Lehrende. Die tatsächliche Ausgestaltung kann je nach institutionellen Ressourcen variieren. So können z. B. fortgeschrittene Studierende gezielt ausgebildet werden, um andere als Mentor*innen bei der SLE-Erstellung zu begleiten. Alternativ kann die Lehrperson auch mehrere Rollen übernehmen, sofern entsprechende Expertise vorhanden ist. Entscheidend sind eine klare Kommunikation und eine Abgrenzung der Zuständigkeiten.

Didaktische und technische Qualifizierung: Die Vermittlung grundlegender didaktischer Prinzipien und der Umgang mit eLearning-Autorentools sollte integraler Bestandteil der Lehrveranstaltung sein. Hier bieten sich verschiedene Unterstützungsformen an – etwa über hochschuldidaktische Einrichtungen, projektbezogene Workshops oder kollaborative Formate mit medienpädagogischen Studiengängen. Eine gute Hilfestellung für die Konzeption dieser Kurse bieten die Methoden nach Modlinger (2020). Auch bestehende Materialien (z. B. Workbook, Checklisten, Styleguides) können nachgenutzt oder angepasst werden. Wichtig ist jedoch, dass die didaktische und techni-

sche Qualifizierung immer an den Wissensstand der Studierenden angepasst wird, um einen möglichst hohen Lernerfolg zu erhalten.

Technische Infrastruktur: Damit die erstellten Selbstlerneinheiten Anwendung finden, ist es wichtig, bereits im Vorfeld zu planen, welches LMS genutzt werden kann. Die Verwendung etablierter, plattformunabhängiger Tools wie H5P oder Moodle senkt die technischen Einstiegshürden und schafft zugleich Möglichkeiten zur nachhaltigen Weiternutzung der erstellten Inhalte. Bei der Verwendung von anderen eLearning-Autorentools können SCORM-Pakete eingebunden werden, hierbei muss auf die korrekten Einstellungen bei der Übergabe der Bepunktung geachtet werden. Eine eingehende Prüfung der vorhandenen Infrastruktur erleichtert die Wahl der Tools und ermöglicht zudem eine Standardisierung, die die Betreuung erleichtert und die Skalierbarkeit fördert.

Nachhaltigkeit und Sichtbarkeit: Die erstellten SLE können über die ursprüngliche Lehrveranstaltung hinaus genutzt und hochschulintern oder -übergreifend bereitgestellt werden. Damit tragen sie nicht nur zur Kompetenzentwicklung der beteiligten Studierenden bei, sondern auch zum Aufbau digitaler Lernressourcen an der jeweiligen Einrichtung. Im Sinne einer Open-Education-Praxis können solche Lernmaterialien auch externen Zielgruppen zur Verfügung gestellt werden. Hierbei sollten jedoch die juristischen Punkte des Urheberrechts und Lizenzrechts betrachtet werden. Gerade bei Bildern, Videos und Audioinhalten sind diese besonders zu überprüfen.

Auch wenn die vollständige Umsetzung des DigiKom-Modells in seiner ursprünglichen Komplexität nicht überall realisierbar ist, bietet es in seiner modularen Struktur zahlreiche Ansatzpunkte für eine partielle Adaption. So lassen sich beispielsweise einzelne Komponenten wie die Erstellung einer SLE als Prüfungsform, die Integration didaktischer Grundlagen oder die Nutzung von eLearning-Autorentools in bestehende Lehrveranstaltungen integrieren.

Insgesamt zeigt das DigiKom ein hohes Maß an Übertragbarkeit – nicht nur in Bezug auf technische und organisatorische Aspekte, sondern hinsichtlich der didaktischen Zielsetzung, Studierende aktiv in die Gestaltung von Lernprozessen einzubeziehen.

4 Gesamtfazit

Im Projektzeitraum von vier Semestern wurden 54 SLE zu aktuellen Future Skills-Themen erstellt und 395 Studierende konnten ihre digitalen Kompetenzen und ihre Future Skills begleitet von vier Coaches weiterentwickeln. Darüber hinaus wurden umfangreiche Daten und Erfahrungswerte zum Lehrgeschehen generiert. Die Erfahrungen verdeutlichen, dass die erfolgreiche Erstellung digitaler SLE durch Studierende nur dann gelingt, wenn didaktisches Design, technische Infrastruktur und eine verlässliche Prozessbegleitung sorgfältig aufeinander abgestimmt sind. Zentrale Erfolgsfaktoren liegen in einer klaren Rollenverteilung, transparenten Kommunikationswegen und strukturierten Arbeitsphasen, die durch Meilensteine, Vorlagen und regelmäßige Feedbackschleifen unterstützt werden. Gleichzeitig zeigen die wiederkeh-

renden Herausforderungen – etwa überfordernde Anfangsphasen, unklare Zuständigkeiten, heterogene technische Vorkenntnisse oder zu ambitionierte Designs – wie wichtig eine kontinuierliche Reflexion und Anpassung der Lehrgestaltung ist. Die Berücksichtigung sich ändernder Rahmenbedingungen erfordert nicht nur Anpassungen durch das Lehrendenteam, sondern ermöglicht auch die Erprobung verschiedener Varianten eines didaktischen Designs. Dadurch werden Stärken deutlich und der Umgang mit neuen Herausforderungen fordert die Kreativität des Lehrendenteams.

Die im Projektverlauf eingeführten Maßnahmen wie praxisnahe Einführungsformate, verbindliche Styleguides oder modifizierte zielgruppenspezifische Konzeptionsanforderungen tragen wesentlich dazu bei, die Studierenden zu entlasten und qualitativ konsistente Ergebnisse zu ermöglichen. Die Entscheidung zur technischen Standardisierung auf H5P schafft zudem eine nachhaltige Grundlage für Skalierbarkeit und Wiederverwendbarkeit der SLE. Besonders positiv erwies sich der Lernen-durch-Lehren-Ansatz: Studierende eignen sich Future-Skills-Themen nicht nur an, sondern materialisieren ihr Wissen in Form nutzbarer Lernangebote. Dadurch entstehen digitale Ressourcen, die hochschulübergreifend einsetzbar sind und zugleich didaktische wie digitale Kompetenzen der Studierenden fördern. Erste Rückmeldungen zum Einsatz der SLE in Lehrveranstaltungen fallen aktuell positiv aus und sprechen ebenfalls für den Erfolg des Projekts DigiKom.

Somit bietet DigiKom ein übertragbares Modell für Hochschulen, die innovative und kollaborative Lehrformate etablieren möchten.

Literatur

Articulate RISE (Version) [Software]. (2025). Articulate Global, LLC. https://articulate.com/360/rise

Articulate Storyline. (Build 3.101.34880.0) [Software]. (2025). Articulate Global, LLC https://www.articulate.com/360/storyline/

Bertelsmann Stiftung. (2020). *Digitalization in the German labor market: Analyzing demand for digital skills in job vacancies*. https://doi.org/10.11586/2019073

Biggs, J. & Tang C. (2007). *Teaching for quality learning at university* (3. Aufl.). Maidenhead: Open University Press.

Boston Consulting Group. (2023). *Reskilling for a rapidly changing world.* https://www.bcg.com/publications/2023/reskilling-workforce-for-future#:~:text=Key%20Takeaways

Braßler, M. (2023). Interdisziplinäres Lehren und Lernen. Eine Betrachtung aus konstruktivistischer, bildungstheoretischer und konstruktionistischer Perspektive. In M. Braßler, S. Brandstädter & S. Lerch (Hrsg.), *Interdisziplinarität in der Hochschullehre*. Bielefeld: wbv, S. 31–44; https://doi.org/10.25656/01:31267

Deutschland sicher im Netz. (2025). *DsiN-Digitalführerschein (DiFü).* https://difue.de/digitalfuehrerschein/

Ehlers, U. D. (2022). *Future Skills im Vergleich*. https://nextskills.org/wp-content/uploads/2022/05/2022-01-Future-Skills-Bildungsforschung_Vs_final.pdf

Europäischer Rechnungshof. (2021). *Maßnahmen der EU für mehr digitale Kompetenz*. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/RW21_02/RW_Digital_skills_DE.pdf

Groß, H. (2022). *Lernwirksame Seminare entwickeln und durchführen*. Gabal: Offenbach.

Hertel, D. (2025). *Evaluation zur Förderung digitaler Kompetenzen und Future Skills im Projekt „DigiKom“* (unveröffentlichte Masterarbeit, Hochschule Ansbach).

H5P (1.27) [Software]. (2025). H5P Group. https://h5p.org/

Hong, A. J., & Kim, H. J. (2018). College Students' Digital Readiness for Academic Engagement (DRAE) Scale: Scale Development and Validation. *The Asia-Pacific Education Researcher*, *27*, 303–312. https://doi.org/10.1007/s40299-018-0387-0

Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to Learn and Teach Computational Thinking: Suggestions Based on a Review of the Literature. *Computers & Education*, *126*, 296–310. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004

Initiative D21. (2025). *D21-Digital-Index 2024/2025 – Jährliches Lagebild zur digitalen Gesellschaft*. https://initiative21.de/uploads/03_Studien-Publikationen/D21-Digital-Index/2024-25/D21_Digital_Index_2024_2025_final.pdf

Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. De Gruyter Oldenbourg. https://doi.org/10.1515/9783110456837

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom`s Taxonomy: An Overview, *Theory into Practice*, *41*(4), 212–218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2

Lehner, M. (2013). *Viel Stoff – wenig Zeit: Wege aus der Vollständigkeitsfalle*. Bern: Haupt.

Lorenz-Spreen, P., Mønsted, B. M., Hövel, P., & Lehmann, S. (2019). Accelerating dynamics of collective attention. *Nature Communications*, *10*(1), 1759. https://doi.org/10.1038/s41467-019-09311-w

Martin, J. (2018) Lernen durch Lehren: Konzeptualisierung als Glücksquelle. In O. Burow & S. Bornemann (Hrsg.), *Das große Handbuch Unterricht & Erziehung in der Schule*. Carl Link Verlag. S. 345–360.

Mayer, R. E. (2014). Introduction to Multimedia Learning. In R. E. Mayer, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, S. 1–24. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.002

Mayer, R., & Fiorella, L. (Hrsg.). (2022). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108894333

Mayer R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist, 38*(1), 43–52.

Microsoft. (2015). *Attention Spans – Consumer insights*. Microsoft Canada. https://sherpapg.com/wp-content/uploads/2017/12/MAS.pdf

Modlinger, D. (2020). *ELearning und Mobile Learning – Konzept und Drehbuch: Handbuch Für Medienautoren und Projektleiter* (3. Aufl.). Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

Stifterverband. (2021). *Future Skills 2021: 21 Kompetenzen für eine Welt im Wandel*. https://www.stifterverband.org/medien/future-skills-2021

Stifterverband. (2024). *Studie zur Digitalisierung an Hochschulen: Große Potenziale bleiben ungenutzt*. https://www.stifterverband.org/pressemitteilungen/2024_11_04_ monitor_digitalisierung_360_grad

Sweller, J., van Merriënboer, J. J., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, *31*, 261–292. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5

Vodafone Stiftung Deutschland. (2022). *Zwischen Vision und Realität – Digitalität und Zukunftskompetenzen an Schulen im europäischen Vergleich.* https://www.vodafone-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/11/Digitale-Bildung-zwischen-Vision-und-Realitaet_IPSOS-Studie_2022_der-Vodafone-Stiftung-Deutschland.pdf

World Economic Forum. (2021). *From Amazon to Zoom: This is what happens on the internet every minute.* https://www.weforum.org/stories/2021/11/amazon-youtube-zoom-internet-minute-2021/#:~:text=,effectively%20doubles%20every%20two%20years

Veronika Ringgold, Luca Abel*, Bjoern M. Eskofier & Nicolas Rohleder*

Introducing Experimental Research to Students
A Practical Adaptation using the Trier Social Stress Test

Abstract
We present an innovative teaching approach that guides students through the entire research cycle – planning and conducting a study, as well as analyzing and presenting data – within a seminar setting. In the context of research on the physiological and psychological stress response, students use a simplified version of the Trier Social Stress Test and its friendly control condition, to gain hands-on experience in a controlled experiment. Working in interdisciplinary groups, they learn not only from tutors but also from peers with diverse academic and cultural backgrounds. The course familiarizes them with research tools such as sensors, programming environments, and data analysis software, while encouraging learning through both successes and mistakes. By combining practical experimentation with peer-teaching sessions and input from tutors on topics such as research data management and data analysis, we offer insights into the benefits and challenges of incorporating authentic research experiences into teaching.

1 Introduction

In many academic programs, students are not exposed to hands-on scientific research until they begin their bachelor's or master's thesis. At that point, they are often expected to independently plan a study, collect data using appropriate tools, apply statistical analyses correctly, and present their findings in a coherent and professional manner. However, depending on the discipline, not all of these skills are systematically covered in the curriculum – some students lack formal training in statistics, while others have had no prior experience with data collection using sensors or digital tools. The course Digital Health Psychology addresses this gap by offering students an opportunity to engage in the full research process in a supportive seminar environment. Through peer teaching, collaborative data collection, and the production of a final report modeled on academic research papers, students gain practical experience and learn from both their peers and tutors.

1.1 The concept of Digital Health Psychology

The interdisciplinary course Digital Health Psychology is designed for students from psychology, medical engineering, and related fields. Working in groups, students explore current topics in digital health and stress research. The course is research-oriented and aims to foster collaboration across disciplines, enabling students to leverage

* Veronika Ringgold and Luca Abel contributed equally to this work and thus share first authorship.

their diverse backgrounds and create meaningful synergy. Throughout the semester, interdisciplinary teams apply their respective expertise to jointly develop and investigate a research question. The course combines theoretical instruction with practical application. Teaching units include topics such as the biological foundations of stress, hypothesis-driven experimental design, inferential statistics, physiological signal acquisition and processing, and data analysis using Python. Additionally, students are introduced to essential aspects of scientific work, including research data management.

A key component of the course is peer teaching, which encourages knowledge exchange among students from different academic backgrounds. This collaborative learning environment enhances interdisciplinary understanding and supports the development of a shared research skill set.

In this contribution, we present the integration of a real-world experimental framework based on the Trier Social Stress Test (TSST; Kirschbaum et al., 1993) and its friendly control condition (f-TSST; Wiemers et al., 2013), adapted into a simplified format for student replication. This hands-on approach provided students with valuable experience conducting research in a controlled environment. By engaging with tools such as physiological sensors, new programming environments, and data analysis software, students deepened their understanding of empirical methods while learning from both successes and challenges. Our aim is to encourage educators to incorporate real-life research experiences into their teaching and to illustrate how such projects can be effectively adapted for interdisciplinary education.

2 Methods

In the following sections, we outline the structure and content of the seminar as well as the challenges we encountered and how we addressed them through continuous improvement. We emphasize the importance of ongoing adaptation – guided by student feedback and responsive to external factors such as fluctuating enrollment and varying levels of prior knowledge within student groups.

2.1 Seminar set-up and contents

The seminar is designed for a group of approximately 12 to 15 psychology students and 12 to 15 medical engineering students. This size allows for effective collaboration while ensuring that each participant can contribute meaningfully. Although students are encouraged to work in interdisciplinary teams, collaboration varies depending on the cohort and group dynamics.

The seminar begins with an introductory session focused on building group cohesion and presenting the structure and learning objectives of the course. During this session, the overall concept of the seminar is introduced, including the project-based format, the skills students will acquire, and the benefits of participation for their ac-

ademic and potential research careers. To promote a sense of community, students engage in informal interactions such as sharing a personal "fun fact" and discussing what they hope to learn during the semester. These activities have proven helpful in fostering connections not only among students but also between students and tutors, creating a more engaged and open learning environment.

Over several iterations of the course, we have developed a structure in which students work in three core groups, each representing a phase of the research process. The first group is responsible for the preparatory phase of the project. Their tasks include designing the experimental protocol, preparing study materials such as questionnaires, and recruiting participants. The second group carries out the data collection. This includes familiarizing themselves with the procedures, ensuring that sensors and technical equipment are ready for use, conducting the study sessions, and managing the secure upload of data. They are also tasked with documenting the procedure and creating detailed codebooks to facilitate subsequent data analysis. The third group focuses on data analysis using Python. To support this, students have access to a set of instructional videos on statistical methods and Python coding, and one session is dedicated to walking through actual data analysis scripts from the tutors' research projects. Importantly, these three groups are not intended to operate in isolation. Continuous coordination is essential for the project's success. If, for example, the data collection group is not adequately informed by the preparatory group, they may lack the knowledge or tools necessary to implement the study effectively. Similarly, if the data analysis group is not engaged early in the process, they may not receive the information or variables needed to test the hypotheses.

To encourage ongoing collaboration across all groups, two additional structures are implemented. First, we recommend the use of a digital communication platform, such as Slack, to facilitate seamless communication both within and across groups. Second, each student is also assigned to one of three overarching roles beyond their core group. These roles contribute to the broader seminar structure and foster interdisciplinary exchange. One group is tasked with creating a scientific exposé, which includes a literature review and the development of hypotheses. This supports our emphasis on hypothesis-driven research and highlights the value of pre-registration, even though the seminar does not include formal pre-registration. Another group prepares a peer-teaching session. These students give short presentations on domain-specific topics that may be unfamiliar to their peers from other disciplines, such as the basics of statistics or questionnaire design for psychology students, and time-series data or Python programming for engineering students. A third group is responsible for the final presentation, in which the project findings are presented in a format modeled after a scientific conference. This includes an overview of the theoretical background, a description of the study design, the presentation of results, and a critical discussion of the findings. All students are expected to present, which helps them develop valuable communication skills relevant far beyond the scope of the seminar.

These role-based contributions also feed into the final written report, which is submitted jointly by all participants. The students who prepared the study design are typically responsible for the introduction section, as they are most familiar with the rel-

evant literature. Those involved in data collection contribute the methods section and often draw on their peer-teaching presentations to explain the tools and procedures. The students who performed the data analysis write the results and discussion sections, incorporating their statistical findings and interpretations.

In addition to the collaborative sessions and presentations, two sessions are specifically dedicated to foundational instruction. In one, we present examples from our own research, providing insights into how real-world studies are designed and analyzed. In another, we focus on research data management, emphasizing reproducibility, documentation, and ethical data handling. Aside from these six structured sessions – introduction, exposé presentation and discussion, peer-teaching, data management, practical data analysis walkthrough, and final presentation – the remaining seminar sessions are flexibly adapted to the specific needs and progress of the student groups. This responsive design allows us to continuously improve the course, addressing challenges and incorporating student feedback to enhance learning outcomes each semester.

Figure 1 presents a graphical overview of the course conceptualization and set-up.

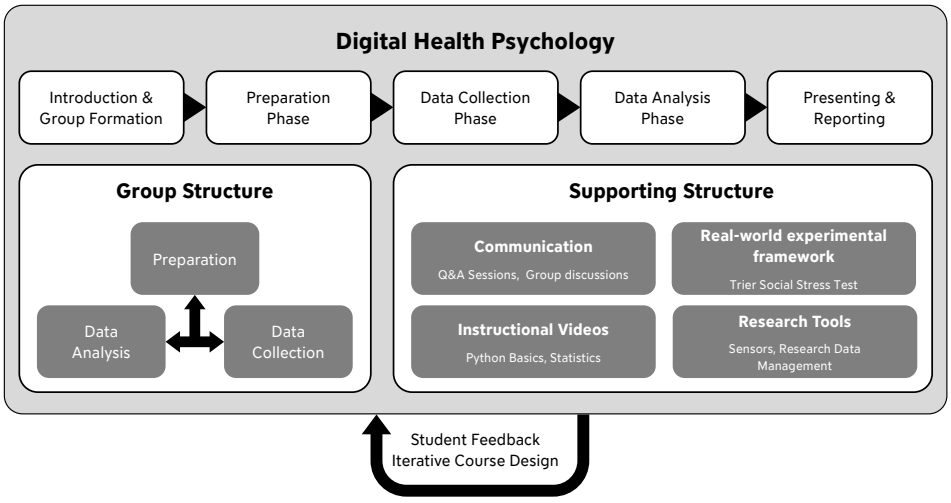


Figure 1: Graphical Abstract Depicting the Course Concept

2.2 A practical example using the framework of the Trier Social Stress Test

This section provides an illustrative example of the experimental project conducted during one semester of the seminar, offering a practical perspective on how the structural elements described above were implemented. The chosen experimental paradigm was a modified version of the Trier Social Stress Test (TSST; Kirschbaum et al., 1993), a well-established protocol for inducing acute stress in a laboratory setting. The TSST typically involves a simulated job interview conducted in front of a panel of neutral judges, who wear white lab coats and refrain from giving feedback or emotional re-

sponses. Participants are asked to answer a set of predetermined questions and complete a difficult mental arithmetic task, all while receiving minimal social engagement from the panel. This setup reliably triggers physiological, psychological, and behavioral stress responses, mediated primarily by the autonomic nervous system (ANS) and the hypothalamus-pituitary-adrenal (HPA) axis. These systems can be assessed through markers such as heart rate (HR) and salivary alpha-amylase (sAA) for the ANS, and cortisol levels in saliva for the HPA axis. Psychological responses are typically captured using validated questionnaires like the Positive and Negative Affect Schedule (PANAS; Watson et al., 1988) or the Short Stress State Questionnaire (SSSQ; Helton & Näswall, 2015; SSSQ-G; Ringgold et al., 2024). In recent years, behavioral components of the stress response, such as body movement and facial expression, have also been included as additional outcome measures (e.g., Blasberg et al., 2023; Richer et al., 2024).

Given the limited duration of a university semester, conducting a fully randomized and controlled experiment with TSST stress induction was not feasible. Nevertheless, our aim was to provide students with the experience of engaging in a real research project. To achieve this, we implemented a simplified version of the TSST and its friendly control condition, the f-TSST (Wiemers et al., 2013). Instead of replicating the full protocol, the task was shortened and adapted for feasibility. Participants in the stress condition were asked to speak for ten minutes about their choice of academic field and their future career plans. The panel remained non-reactive and neutral throughout the session. If a participant stopped speaking, the panel would wait silently for twenty seconds before prompting them to continue. In contrast, the control condition featured a more interactive and supportive environment, where the panel engaged with the participant in a friendly manner and asked questions. In neither condition did the panel wear lab coats or adhere to gender-matching requirements, which are typically part of the original protocol.

Throughout both conditions, students collected saliva samples, recorded electrocardiogram (ECG) data using wearable sensors, and video-recorded participants in order to extract movement data. The preparatory phase of the study was led by the pre-data collection group. This group was provided with the basic study design, introductory literature, training on the sensor technology, instructions for saliva collection, and access to required materials such as consent forms and *Salivettes*. We also assisted them in setting up online questionnaires. Once familiar with the protocol, the group began recruiting participants, supported by our guidance on relevant inclusion criteria and scheduling procedures. This process introduced students to the broad range of competencies required in study preparation, including organizational skills, time management, knowledge of study variables, and an understanding of participant eligibility.

Once the experimental setup was completed, the data collection group assumed responsibility for running the study. Their initial task, after getting training on the sensor technology and other necessary skills, was to test the protocol by role-playing as participants. Any difficulties encountered during this phase were addressed collaboratively with instructor support. After successfully testing the procedure, the group moved on to collecting data from real participants. While some data, such as ECG re-

cordings, were immediately available for analysis, others – such as the saliva samples – required submission to a laboratory for further processing. Interested students were offered the opportunity to visit the laboratory and observe the analysis process firsthand. This optional component was designed to offer additional learning for those interested, without creating barriers for others who preferred to focus on the core requirements. Through this phase, students learned the importance of preparation, flexibility, and clear procedural understanding when conducting real-life experiments, as well as how to troubleshoot issues in a live research setting.

Due to the semester's time constraints, the data analysis group began their work as soon as minimal data were available – specifically, one data set from the stress condition and one from the control condition. They began by familiarizing themselves with the variables, learning preprocessing techniques, and selecting appropriate statistical methods to address the research hypotheses. This phase allowed students to develop essential analytical skills, including data preprocessing, statistical reasoning, and critical evaluation of hypotheses – all within the framework of real, messy, and incomplete data typical of applied research.

Weekly Q&A sessions were held to allow each group to present updates, discuss challenges, and receive feedback and guidance. Although each group had a primary time frame in which their main responsibilities were concentrated, continuous collaboration was necessary throughout the seminar. Questions often emerged that required input from other groups, creating a dynamic in which students remained involved across phases of the project. This structure fostered not only task-specific expertise but also a broader understanding of the interconnectedness of each step in the research process, while still maintaining a clear focus on individual learning goals.

3 Results and discussion

This section outlines the outcomes of the seminar – not in terms of the specific results of the experimental study conducted, but rather with a focus on the experiences and learnings gained by the students and instructors alike. Drawing from multiple iterations of the course as well as the specific seminar centered on the adapted TSST, we reflect on the pedagogical challenges encountered and the improvements implemented over time.

To systematically evaluate the seminar, we also collected anonymous written feedback at the end of each semester. Students were asked to reflect on elements they found particularly helpful or in need of change, and to comment on the effectiveness of collaboration and interdisciplinary learning. They were also prompted to assess what skills or knowledge they gained – or had expected but did not acquire – especially in light of future academic or research projects. An open-ended feedback category was included to give students the opportunity to provide comments beyond the structured questions.

3.1 What the students learned

Students in this cohort particularly appreciated the group structure implemented during the seminar, which we therefore highlight as a key success of this iteration. In earlier versions of the course, each small group developed and carried out a separate research project. While this initially appeared to promote autonomy and creativity, it led to several challenges, including insufficient participant numbers, uneven workload distribution, and unbalanced contributions within groups. These issues often caused frustration, especially as the success of each project depended heavily on the commitment of all group members. While a degree of mutual reliance remains essential in the current format, the revised structure accommodates a wider range of skill levels and learning goals. Students can now choose a group that aligns with their existing competencies or select one that allows them to challenge themselves and acquire new skills. Feedback from this cohort indicated that this flexibility enhanced both their engagement and their perceived balance between contributing and learning.

Students also emphasized the value of interdisciplinary collaboration. Although no psychology student mastered Python programming in a single semester, many reported a significant reduction in their initial apprehension toward technical tools such as sensors and complex data. Likewise, engineering students gained insight into scientific research methods and theoretical frameworks. This cross-disciplinary exchange broadened perspectives and increased mutual appreciation of each discipline's methodologies and challenges.

Another noteworthy insight from this cohort was the preference for in-person over online sessions. Students reported that working together in a physical space significantly improved productivity and engagement. Face-to-face interactions allowed for immediate clarification of questions, efficient communication across groups, and more dynamic feedback from instructors. The informal and spontaneous nature of in-person collaboration appeared to foster a more cohesive and responsive learning environment compared to scheduled virtual meetings.

The seminar also offered students the opportunity to refine their group work skills, especially in the context of complex, multi-stage projects. While many students had prior experience with smaller collaborative tasks, such as preparing group presentations, the demands of designing and conducting a research study introduced new levels of complexity. A major challenge reported was the organization and coordination of communication – both within individual groups and across different working groups. Students came to understand the necessity of effective communication structures that could accommodate various levels of interaction and information-sharing. One of the key takeaways was the importance of appointing a group coordinator – someone specifically tasked with maintaining communication across teams and ensuring alignment throughout the project.

Beyond interpersonal and organizational challenges, students also gained a more realistic understanding of the complexities involved in executing a research study. Despite their limited scope within a single working group, many expressed their surprise at how many detailed steps were required to implement even a relatively small exper-

imental design, and how easily complications could arise. In terms of their own future projects, students reported gaining critical insights into the often underestimated preparatory stages of research. Many had previously assumed that data analysis would represent the bulk of their effort during a thesis, but came to recognize that tasks such as recruiting participants and managing and documenting the testing process could be significantly more time-consuming.

Finally, the seminar contributed to students' confidence in working outside their primary disciplinary comfort zones. Psychology students reported feeling more at ease with technical devices and open to experimenting with unfamiliar equipment, while students from engineering backgrounds acknowledged the value of solid theoretical grounding, well-formulated hypotheses, and methodological rigor prior to engaging with data analysis. These reflections highlight not only the knowledge and skills gained, but also the growth in self-awareness and appreciation for collaborative, interdisciplinary research.

Table 1 presents selected student quotes that illustrate their reflections on the seminar and highlight key aspects of their learning experience.

Table 1: Direct Quotes from Students' Feedback

Keep the presentations and the flexible format of the class	Splitting the process into three groups resulted in good group sizes	The group structure and peer talks and flexibility of the seminar were nice
Good communication between groups is key	A good refresher of how to formulate and test hypotheses	It was difficult sometimes to speak with other groups
How to use ECG, more confidence in technical side	Documentation of the whole process is really important	Recruiting is hard and costs a lot of time

Note. Quotes were corrected for typos, while grammatical errors were retained to preserve the authenticity of students' feedback.

3.2 What we learned

One of the first things we learned as mentors is that flexibility inevitably brings complexity. We adopted a flexible approach to teaching, regularly asking students each semester whether they preferred more or fewer in-person sessions, what content they found most relevant, and allowing them to influence many aspects of the seminar design. This flexibility, however, came at the cost of increased preparation time, as weekly sessions often required significant adjustments to our materials. Still, the benefits for students were evident: they appreciated having a say in shaping the seminar and valued that it was tailored to their specific needs.

Another key insight was the importance of demonstration over explanation. Simply telling students what to do was often insufficient; they needed to be shown exactly how to proceed, and in some cases, they even required our assistance in setting

things up. This presented a delicate balance: while we aimed to encourage autonomy and allow students to learn from mistakes, we also wanted to ensure a positive and supportive learning experience. For example, when we recommended Slack for group communication and students opted for WhatsApp instead, we let them explore the consequences of their choice. In contrast, in situations where one group's experience risked undermining another's – such as during the data analysis phase – we stepped in to provide additional guidance.

The seminar also proved valuable for our own development as researchers. Explaining complex concepts to individuals outside our specific subfields – or to peers without practical research experience – challenged us to refine how we communicate. It pushed us to reconsider what we assumed was "common knowledge" and to break down explanations in more accessible ways.

Finally, we came to understand that mistakes are not just inevitable in a learning environment – they are essential. These were not limited to students; we too made misjudgments, such as assuming we had provided sufficient instruction when we had not. In other cases, we deliberately allowed students to make mistakes, believing that this would deepen their understanding and spark meaningful discussions – especially when they had to justify their decisions to other groups. These experiences highlighted the importance of fostering a healthy culture around mistakes, where both students and mentors feel comfortable acknowledging challenges and adapting as needed.

3.3 Future directions and recommendations

Building on the learning experiences of both students and ourselves as mentors, we have identified specific goals and future directions to further enhance the seminar for the next cohort. First, we intend to maintain the flexible structure of the seminar while increasing the number of in-person sessions. Striking the right balance will be important, as previous feedback indicated that students did not value in-person sessions that consisted solely of group work without formal instruction. However, this critique often came from students who were less engaged in their group activities, suggesting that perceptions of value may be linked to levels of participation.

Second, we plan to define clearer expectations for each of the three groups – pre-data collection, data collection, and data analysis. In earlier iterations, we found that offering too much autonomy sometimes led to confusion or suboptimal results due to a lack of clarity around deliverables. For instance, while we had previously instructed students to recruit participants, this led to inconsistent efforts. Going forward, we will provide concrete targets, such as: "Each member of the data collection group must recruit three participants and attend at least three testing sessions."

To improve collaboration within groups, we will also offer more structured guidance. This includes recommending specific communication tools and encouraging each group to appoint a coordinator. This person will take responsibility for organizing group efforts and will receive a reduced workload in other areas to compensate for this additional responsibility.

Finally, we aim to continue updating the seminar content to reflect the needs of each new cohort. This includes expanding the use of peer-teaching formats while reducing less meaningful administrative tasks for students – for example, by directly providing finalized consent forms rather than asking students to work from templates. These adjustments are intended to maximize students' learning experiences while preserving the seminar's collaborative and research-oriented spirit.

For those interested in implementing a seminar that enables students to gain first-hand experience in planning and conducting a study, we recommend starting small. For example, an initial project might involve designing and distributing a questionnaire. From there, more complex studies can be introduced incrementally in subsequent iterations. This approach allows instructors to gradually adapt the seminar to their specific institutional context and available resources.

Additionally, it is essential to communicate clear expectations to students from the outset – both in terms of what they are required to deliver to successfully complete the course, and, where applicable, the criteria for achieving specific grades.

Finally, we strongly emphasize the importance of flexibility. The seminar should remain adaptable throughout its duration, and revisions based on student feedback should be incorporated after each iteration. While no version of the seminar will ever be entirely "perfect," each cohort's input can help refine and improve the experience. This continuous process of adjustment is key to creating a dynamic and effective learning environment.

4 Conclusion

The seminar *Digital Health Psychology* represents our effort to give students a real-life, hands-on research experience during their studies – offering something that goes beyond traditional lecture-based learning. Our goal was to create a space where students could try out real research tasks and learn by doing. Feedback from students has been positive, especially regarding the interdisciplinary focus and the chance to explore new skills, like basic programming or working with digital sensors, in a supportive environment.

We are convinced that university learning should go beyond school-like structures. Students benefit from having some choice in what and how they learn, as long as there's a clear framework and support in place. With the right mix of guidance and freedom, they can take responsibility for their own learning and gain confidence in the process.

This seminar aims to provide exactly that balance. While its implementation will inevitably differ across institutions and disciplines, we hope that sharing our experience gives other educators some useful ideas for developing similar practice-oriented teaching formats.

References

Blasberg, J. U., Gallistl, M., Degering, M., Baierlein, F., & Engert, V. (2023). You look stressed: A pilot study on facial action unit activity in the context of psychosocial stress. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology*, *15*, 100187. https://doi.org/10.1016/j.cpnec.2023.100187

Helton, W. S., & Näswall, K. (2015). Short Stress State Questionnaire. *European Journal of Psychological Assessment: Official Organ of the European Association of Psychological Assessment*, *31*(1), 20–30. https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000200

Kirschbaum, C., Pirke, K. M., & Hellhammer, D. H. (1993). The 'Trier Social Stress Test' – a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, *28*(1–2), 76–81.

Richer, R., Koch, V., Abel, L., Hauck, F., Kurz, M., Ringgold, V., Müller, V., Küderle, A., Schindler-Gmelch, L., Eskofier, B. M., & Rohleder, N. (2024). Machine learning-based detection of acute psychosocial stress from body posture and movements. *Scientific Reports*, *14*(1), 8251. https://doi.org/10.1038/s41598-024-59043-1

Ringgold, V., Shields, G. S., Hauck, F., Kurz, M., Schindler-Gmelch, L., Abel, L., Richer, R., Eskofier, B. M., & Rohleder, N. (2024). The Short Stress State Questionnaire in German (SSSQ-G). A multi-study validation. *European Journal of Health Psychology*, *31*(4), 189–200. https://doi.org/10.1027/2512-8442/a000160

Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*(6), 1063–1070. https://doi.org/10.1037//0022-3514.54.6.1063

Wiemers, U. S., Schoofs, D., & Wolf, O. T. (2013). A friendly version of the trier social stress test does not activate the HPA axis in healthy men and women. *Stress*, *16*(2), 254–260. https://doi.org/10.3109/10253890.2012.714427

Petra Fuchs, Madeleine Dörr, Edeltraud Botzum & Gerd Beneken

Interdisziplinäres Lernen in der digitalen Transformation

Erfahrungen aus dem bidt-Digitalisierungskolleg digi.prosa (Digitale Projekte in der Sozialen Arbeit) an der Technischen Hochschule Rosenheim

Abstract
Der Beitrag analysiert das interdisziplinäre Kolleg digi.prosa an der Technischen Hochschule Rosenheim, in dem Studierende der Sozialen Arbeit und Informatik gemeinsam digitale Lösungen für soziale Einrichtungen entwickeln. Durch die Kombination von Design Thinking, projektbasiertem Lernen und Praxisbezug fördert digi.prosa fachübergreifende Kompetenzen wie Teamarbeit, Problemlösefähigkeit und digitale Handlungskompetenzen. Der Artikel zeigt, dass interdisziplinäres Lernen zentrale Potenziale zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen im digitalen Wandel bietet und konkrete Impulse für die Hochschullehre setzt.

1 Interdisziplinarität im Kontext digitaler Transformation

1.1 Interdisziplinäres Lernen und Hochschullehre

Die Digitalisierung und die damit einhergehenden digitalen Transformationsprozesse prägen zunehmend alle Lebensbereiche. Sowohl im privaten und beruflichen als auch im institutionellen Kontext zeigt sich eine Durchdringung mit digitalen Technologien, die Veränderungen auf kultureller, identitärer und gesellschaftlich-struktureller Ebene bewirken. Diese Entwicklungen eröffnen neue Möglichkeiten im Bereich der Kommunikation, Beratung, Bildung und sozialer Interaktion, bringen jedoch auch neue Herausforderungen mit sich (Neumaier & Sagebiel, 2022, S. 316–317), deren Bewältigung eine Zusammenarbeit über disziplinäre Grenzen hinweg erfordert.

Gerade in der Hochschullehre gewinnt Interdisziplinarität vor dem Hintergrund der digitalen Transformation an Bedeutung. Die Komplexität der damit verbundenen Herausforderungen zeigt, dass diese nicht innerhalb einer einzelnen Fachdisziplin adäquat bearbeitet werden können. Vielmehr erfordert die Auseinandersetzung eine multiperspektivische Annäherung, bei der fachliche Grenzen überschritten (Kriza, 2023, S. 45) und wissenschaftliche Erkenntnisse, Methoden sowie Perspektiven verschiedener Disziplinen zusammengeführt werden müssen (Braßler, 2020b, S. 12). Der Wissenschaftsrat (2020, S. 15) definiert Interdisziplinarität als „Interaktion mehrerer Disziplinen, die eine gemeinsame Frage- oder Problemstellung in einer vertieften Auseinandersetzung mit Erkenntnissen, Methoden und Forschungsperspektiven der jeweils beteiligten Fächer bearbeiten wollen und eine Synthese ihrer Ergebnisse anstreben“. Dabei entsteht kooperatives wissenschaftliches Handeln mit dem Ziel einer gemeinsamen Problemlösung (Balsiger, 2005, S. 173; Scorna et al., 2025).

Interdisziplinäres Lernen spielt hierbei eine zentrale Rolle, um Studierende frühzeitig mit den notwendigen Kompetenzen auszustatten[1]. Die Hochschullehre vermittelt theoretisches Wissen und bereitet auf aktuelle berufliche Entwicklungen vor – insbesondere im Umgang mit gesellschaftlichen Kernproblemen, die interdisziplinäre Perspektiven erfordern (Braßler, 2020a, S. 577). Das interdisziplinäre Lernen unterstützt die Zusammenarbeit von Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen, etwa Soziale Arbeit und Informatik, und ermöglicht eine Annäherung an unterschiedliche Denk- und Handlungsmuster. Studierende digitalisierungsferner Studiengänge können grundlegende IT-Kenntnisse und eine digitale Denkweise entwickeln, was sie auf zukünftige Herausforderungen vorbereitet. Gleichzeitig erhalten technikorientierte Studierende Einblicke in soziale Einrichtungen sowie deren Zielgruppen, die im Zuge der digitalen Transformation zunehmend an Bedeutung gewinnen. Diese Perspektivwechsel schaffen ein tieferes Verständnis für spezifische Bedarfe und Anforderungen. Darüber hinaus kann die Einbindung der Praxis als zusätzliche Akteurin helfen, Probleme zu bewältigen, die weder Wissenschaft noch Praxis allein lösen können. So lassen sich nachhaltige und transparente Lösungen insbesondere im Sinne der Zielgruppe entwickeln (Scorna et al., 2025; Laitko, 2011).

Insgesamt wird deutlich: Interdisziplinarität ist im Zeitalter der digitalen Transformation nicht nur ein theoretisches Konzept, sondern eine notwendige Strategie, um gesellschaftlich relevante Probleme fundiert und nachhaltig zu bearbeiten.

1.2 Herausforderungen und Chancen des interdisziplinären Lernens

Interdisziplinäres Lernen als Bestandteil der Ausbildung Studierender eröffnet zahlreiche Möglichkeiten – gleichzeitig gehen mit dessen Umsetzung Herausforderungen einher, die im Folgenden näher beleuchtet werden.

Fächerübergreifende Lehrformate bieten Studierenden vielfältige Chancen. Durch die Verknüpfung unterschiedlicher Disziplinen lassen sich komplexe Probleme aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten und kreative, innovative Lösungswege entwickeln. Es eröffnen sich neue Sicht- und Herangehensweisen, die bislang unberücksichtigt blieben. Darüber hinaus werden interdisziplinäre Kompetenzen gefördert, wie das interdisziplinäre Denken, die als Schlüsselqualifikationen in der Berufswelt gelten. Interdisziplinäre Zusammenarbeit wirkt sich somit positiv auf künftige berufliche Perspektiven aus (Brandstädter, 2023, S. 60). Studierende lernen frühzeitig, mit unterschiedlichen Fachleuten zusammenzuarbeiten und werden gezielt auf berufliche Herausforderungen vorbereitet.

Gleichzeitig ist interdisziplinäres Lernen mit vielfältigen Herausforderungen verbunden. Jede Disziplin ist von einer eigenen fachlichen Sozialisierung geprägt – mit spezifischen Werten, Normen und Praktiken. Diese Unterschiede erschweren die Ent-

1 Interdisziplinäres Lernen wird als Teil von Interdisziplinarität verstanden. Lernende setzen sich dabei mit unterschiedlichen Denk- und Handlungslogiken mindestens zweier Disziplinen auseinander, um Probleme zu lösen und Produkte zu entwickeln, die eine einzelne Disziplin allein nicht ermöglichen könnte (Boix Mansilla, 2010, S. 289).

wicklung einer gemeinsamen Sprache, die jedoch notwendig ist, um Teamarbeit zu ermöglichen und Missverständnisse zu vermeiden. Sprache und transparente Kommunikation schaffen ein Gefühl von Zusammengehörigkeit und bilden die Grundlage für eine reibungslose Zusammenarbeit über disziplinäre Grenzen hinweg. Daher gilt es, fachsprachliche und kommunikative Differenzen zu überwinden und ein gemeinsames Problemverständnis zu entwickeln. Dabei können jedoch Missverständnisse entstehen – etwa durch unterschiedliche Einschätzungen der Relevanz eines Themas sowie durch divergierende Vorgehensweisen. Hinzu kommen individuelle Wünsche und Erwartungen, die durch persönliche Motive, Werte und Überzeugungen beeinflusst werden. Auch stereotype Annahmen und Vorurteile gegenüber anderen Fachbereichen sowie die Annahme, die eigene Disziplin sei überlegen, können die interdisziplinäre Zusammenarbeit behindern. Dies erschwert es, Grenzen disziplinärer Logiken zu überwinden (Brandstädter, 2023, S. 61–63; Bolte & Lerch, 2023, S. 18–20). Hinzu kommt ein Mangel an zeitlichen Ressourcen, was eine intensive Auseinandersetzung mit anderen Disziplinen verhindert. Dennoch ist wichtig, sich grundlegende Kenntnisse des jeweils anderen Fachbereichs anzueignen – etwa, um die Verständigung zu erleichtern (Hokema & Jaeger, 2024, S. 103).

Damit interdisziplinäre Zusammenarbeit gelingt, benötigt es ausreichend Zeit für die Planung und Vorbereitung. Besonders die Anfangsphase ist entscheidend: Der Fokus sollte auf Kennenlernen und Teambuilding liegen, um eine stabile Basis für die Zusammenarbeit zu schaffen. Dazu gehört sowohl die persönliche Annäherung als auch die vertiefte Auseinandersetzung mit der jeweils anderen Disziplin. Im weiteren Verlauf sind die Entwicklung eines gemeinsamen Ziels und einer klaren Vorgehensweise zentral. Regelmäßige Treffen, eine transparente Aufgaben- und Rollenverteilung sowie das Arbeiten mit Meilensteinen können unterstützend wirken. Gelegenheiten für Austausch und fachübergreifende Inputs – sowohl inhaltlich als auch methodisch – sind ebenso zentral. So erhalten Studierende Einblick in unterschiedliche Denk- und Arbeitsweisen. Zusätzlich benötigen sie Raum für die Entwicklung kreativer Ideen sowie die Möglichkeit, sich bei Bedarf beraten zu lassen (Klein-Wiele et al., 2023, S. 130).

Abschließend ist eine kontinuierliche Reflexion förderlich, in der Perspektiven, Werte, Lernprozesse und die Teamarbeit thematisiert werden. Dabei bietet die Begleitung durch Personen mit interdisziplinärer Erfahrung eine wertvolle Unterstützung (Braßler, 2023, S. 42; Hokema & Jaeger, 2024, S. 103–104).

1.3 Relevanz interdisziplinärer Bildungsansätze im digitalen Wandel

Um Studierende auf eine komplexe, dynamische und zunehmend vernetzte Lebens- und Arbeitswelt sowie auf die gesellschaftlichen Herausforderungen der digitalen Transformation vorzubereiten, sind interdisziplinäre Bildungsansätze in der Hochschullehre unerlässlich. Disziplinspezifische Zugänge reichen nicht aus, um diesen Anforderungen angemessen zu begegnen (Braßler, 2020b, S. 14). Digitale Technologien sind stets in gesellschaftliche, politische und kulturelle Kontexte eingebettet, so-

dass technische, sozialwissenschaftliche, ökonomische und ethische Perspektiven verknüpft werden müssen. Interdisziplinäre Bildungsformate fördern fachübergreifendes Denken und Schlüsselkompetenzen wie Problemlösefähigkeit, kritisches Denken, Kommunikation und Teamarbeit. Diese Fähigkeiten gelten zugleich als Voraussetzung für gelingende interdisziplinäre Zusammenarbeit (Brandstädter, 2023, S. 66–67) und sind bedeutend, um sich in der digitalen Welt reflektiert und handlungssicher zu bewegen. Darüber hinaus lernen Studierende, unterschiedliche methodische Zugänge zu kombinieren, Perspektivwechsel vorzunehmen und gemeinsam innovative Lösungen für reale Problemstellungen zu entwickeln (Braßler, 2020b, S. 11–12).

Deutlich wird: Hochschulen tragen die Verantwortung, Räume für disziplinübergreifendes Denken und Handeln zu schaffen, um Studierende auf die Herausforderungen einer zunehmend digitalisierten Welt vorzubereiten (Braßler, 2020b, S. 14; Wissenschaftsrat, 2020, S. 10). Dabei eröffnen digitale Technologien selbst neue Potenziale für interdisziplinäres Lernen: Virtuelle Lernräume und kollaborative Plattformen ermöglichen eine Zusammenarbeit über Disziplingrenzen und räumliche Barrieren hinweg – und fördern neue Lernkulturen, die von Partizipation, Offenheit und Vernetzung geprägt sind.

Wie Interdisziplinarität im Rahmen des bidt-Digitalisierungskollegs digi.prosa umgesetzt und welche Herausforderungen sowie Erkenntnisse damit einhergehen, wird folgend aufgezeigt.

2 Das bidt-Digitalisierungskolleg digi.prosa: Ein Beispiel für interdisziplinäres Lernen

2.1 Zielsetzung und Struktur

Das bidt-Digitalisierungskolleg digi.prosa (Digitale Projekte in der Sozialen Arbeit) entwickelt in enger Zusammenarbeit mit sozialen Organisationen innovative Projekte, in denen digitale Technologien zum Einsatz kommen. Diese werden von Studierenden der Sozialen Arbeit und Informatik gemeinsam konzipiert, umgesetzt und evaluiert (Technische Hochschule Rosenheim, o. D.).

Durch die enge Zusammenarbeit erwerben die Studierenden Kompetenzen, die über die Grenzen der eigenen Disziplin hinausgehen. In der Sozialen Arbeit liegt der Fokus auf Reflexion und Gestaltung digitaler Teilhabe sowie auf medienpädagogischen Ansätzen. Die Informatik konzentriert sich auf die Entwicklung technischer Lösungen für gesellschaftliche Fragestellungen und deren Umsetzung in sozialen Kontexten.

Übergeordnete Lernziele umfassen fachliche, methodische, soziale und transformative Kompetenzen – mit besonderem Fokus auf selbstbestimmter Nutzung, partizipativer Gestaltung und kritischer Reflexion. Darüber hinaus werden zentrale Soft Skills vermittelt, wie die Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit, Teamfähigkeit, Projektmanagement sowie die Kompetenzbereiche Koordination und Kommunikation. In diesem Zusammenhang werden auch Präsentations- und Moderationstechniken für Meetings und Workshops trainiert. Die Zusammenarbeit mit sozialen

Einrichtungen und Studierenden anderer Disziplinen fördert zudem Empathie für unterschiedliche Lebenslagen sowie Toleranz gegenüber Diversität.

Die Struktur des Kollegs verbindet theoretische Grundlagen mit praxisorientierten Anteilen. Thematisch begleitende Seminare vermitteln Wissen zu Digitalisierung, ethischen und kommunikativen Aspekten sowie aktuellen Forschungserkenntnissen zur Medialisierung der Gesellschaft. Aufbauend darauf beschäftigen sich die Studierenden in interdisziplinären Teams mit realen Problemstellungen sozialer Träger.

Begleitet von erfahrenen Coaches erarbeiten die Studierenden eigenverantwortlich digitale Projektideen, die in einem iterativen Prozess weiterentwickelt und hinsichtlich ihrer praktischen Relevanz erprobt werden. Diese praxisnahe Herangehensweise gewährleistet, dass die entstehenden Konzepte nicht nur innovativ und technisch umsetzbar, sondern auch nachhaltig und auf die spezifischen Bedürfnisse der Zielgruppen zugeschnitten sind. Ein besonderer Fokus liegt auf der Erzeugung synergetischer Effekte durch interdisziplinäre Zusammenarbeit, was insbesondere in der Zusammensetzung der Projektteams deutlich wird: Im Kolleg bearbeiten interdisziplinäre Teams aus drei bis fünf Studierenden der Sozialen Arbeit und Informatik über ein Semester hinweg gemeinsam ein praxisorientiertes Projekt. Die Teams verbleiben während der gesamten Projektlaufzeit in ihrer Konstellation und organisieren ihre Zusammenarbeit eigenverantwortlich. Die Projektstruktur und Umsetzung orientieren sich am Design Thinking-Prozess (siehe Kapitel 2.2). Die Projektthemen entstehen in enger Kooperation mit sozialen Einrichtungen, die sich über gezielte Ausschreibungen bewerben. Voraussetzung für die Zusammenarbeit ist das Bereitstellen einer festen Ansprechperson seitens der Einrichtung, die idealerweise ein bis zwei Stunden pro Woche für Austausch, Informationsweitergabe und Unterstützung zur Verfügung steht.

Um die Zusammenarbeit verbindlich zu gestalten, werden vertragliche Vereinbarungen geschlossen, in denen Aspekte wie Geheimhaltung, Rechteübertragung und Haftung geregelt sind. Auch mit den Studierenden erfolgen entsprechende rechtliche Regelungen – etwa durch eine Creative-Commons-Lizenz und eine Geheimhaltungserklärung. Dadurch wird eine rechtssichere Nutzung der entwickelten Projektergebnisse durch die Einrichtungen gewährleistet.

2.2 Ablauf und Ergebnisse des interdisziplinären Projektprozesses

2.2.1 Design Thinking in der Hochschullehre

Design Thinking (DT)[2] ist ein projektbasierter, transdisziplinärer und menschenzentrierter Problemlösungsansatz, der sich insbesondere für die Entwicklung zielgruppenorientierter Innovationen eignet (Wippermann & Schmidberger, 2022, S. 62). In der Hochschullehre unterstützt DT Studierende dabei, komplexe Sachverhalte zu analysieren und praxisnahe Lösungen für reale Problemstellungen zu entwickeln. Somit ermöglicht DT konkrete Antworten auf gesellschaftliche Herausforderungen

2 Das beschriebene Vorgehen beruft sich auf die Ausarbeitungen in der Dissertation von Fuchs (2026; in Vorbereitung).

(McLaughlin et al., 2023, S. 2; Lake et al., 2024, S. 2). Die Nähe zum zuvor beschriebenen interdisziplinären Arbeiten wird deutlich. Daher eignet sich DT, um interdisziplinär digitale Lösungen für soziale Einrichtungen im Rahmen von digi.prosa zu entwickeln.

Lake et al. (2024, S. 1) betonen: DT „disrupts dominant modes of knowledge production and encourages students to explore alternatives to current realities". Dies unterstreicht, dass DT über seine Ursprungsdisziplinen – wie Design, Architektur und Ingenieurswesen – hinaus zunehmend an Bedeutung in der Hochschullehre gewinnt (Lake et al., 2024, S. 1–2).

Hervorhebenswert ist beim Einsatz in der Lehre nicht nur das Potenzial zur innovativen Lösungsentwicklung, sondern ebenso, dass DT als „kreativitätsfördernde Methode im Lern- und Lehr-Prozess [bezeichnet werden kann, gerade da,] durch das eigene Erleben der Studierenden in moderierten DT-Praxisprojekten sowohl eine vertiefte Kompetenz für das Veranstaltungs-Format als auch die Methodenkompetenz selbst erzielt werden" (Spott de Barrera, 2025, S. 131).

Spott de Barrera (2025, S. 131–132) zeigt zudem, dass die durch DT erworbenen Methoden- und Managementkompetenzen wie flexibles und kritisches Denken, Problemlösefähigkeit, Selbstmanagement und Resilienz die Chancen auf dem Arbeitsmarkt erhöhen. Somit lässt sich der Einsatz im Kolleg doppelt begründen: DT dient somit als methodischer Problemlösungsansatz, sowie als innovativer didaktischer Lehr- und Lernansatz. Die zunehmende curriculare Integration von DT in zahlreichen Fakultäten bestätigt dessen Relevanz (Spott de Barrera, 2025, S. 134).

Das methodische Vorgehen im DT folgt einem klar definierten Prozess, bei dem die Problemlösungsentwicklung iterativ in mehreren Phasen verläuft: Verstehen – Beobachten – Problemdefinition – Ideenfindung – Prototyping – Testing (McLaughlin et al., 2023, S. 2; Lake et al., 2024, S. 2; Härer & Herzwurm, 2022, S. 272). Im Kolleg wird der DT-Prozess in den Lehrveranstaltungen didaktisch wie folgt umgesetzt:

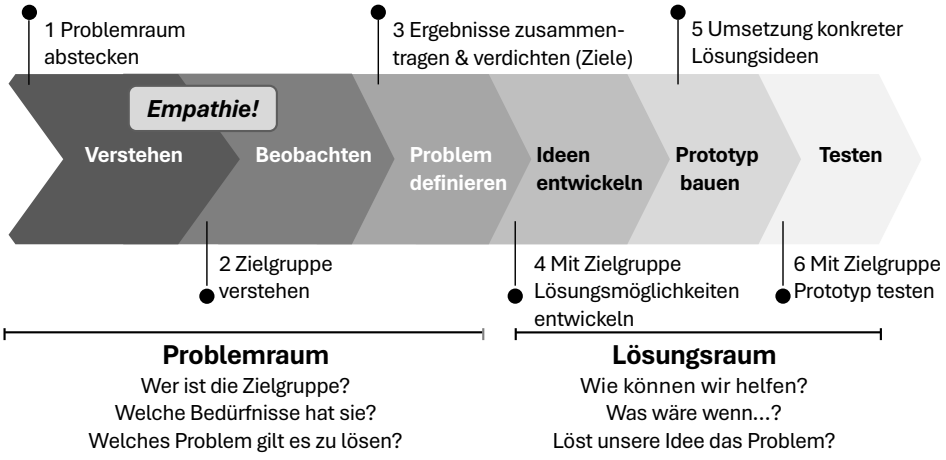


Abbildung 1: Design Thinking-Prozess (eigene Grafik, angelehnt an Härer & Herzwurm, 2022)

2.2.2 Projektakquise und Auftakt

Der Projektzyklus startet im Oktober mit einem öffentlichen Aufruf an soziale Einrichtungen zur Einreichung von Projektideen. Diese werden bis Dezember gesichtet und konkretisiert. Mit Semesterbeginn im März erfolgt die Projektvergabe an interdisziplinäre Teams, unter Berücksichtigung ihrer Präferenzen.

In der zweiten Semesterwoche beginnt die erste Phase des Design Thinking-Prozesses „Verstehen" mit einem gemeinsamen Kick-Off-Workshop in Präsenz. Die interdisziplinären Teams lernen sich kennen, klären Rollen, entwickeln ein gemeinsames Teamverständnis und starten mit der Projektplanung. Ebenso findet der erste Austausch mit Ansprechpersonen der sozialen Einrichtung statt, um Erwartungen, Projektziele und weitere Schritte – wie den Einrichtungsbesuch – abzustimmen.



Abbildung 2: Kick-Off-Veranstaltung 2025 – Teams stimmen sich mit den sozialen Einrichtungen ab

2.2.3 Projektarbeit entlang des Design Thinking-Prozesses

Es folgt die Phase „Beobachten": Die Projektteams besuchen die Einrichtungen, führen Gespräche mit Fachkräften sowie Zielgruppen und dokumentieren ihre Eindrücke systematisch. Der Fokus liegt auf den Bedürfnissen der Zielgruppen – deren Erkennen und Verstehen ist zentral für die Entwicklung passgenauer, nutzungszentrierter Lösungen.

Begleitet wird der Prozess im Studiengang Soziale Arbeit durch wöchentliche Lehrveranstaltungen im Pflichtmodul Medien und Kultur (4 SWS, 5 ECTS) und im Studiengang Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik im fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodul Medieninformatik (4 SWS, 5 ECTS).

Jede Lehrveranstaltung behandelt relevante medial-kulturelle Inhalte und die aktuelle Phase des Design Thinking-Prozesses. Der Zusammenhang zwischen Lehrveranstaltungen, Projektstruktur und den DT-Phasen wird in der folgenden Abbildung dargestellt:

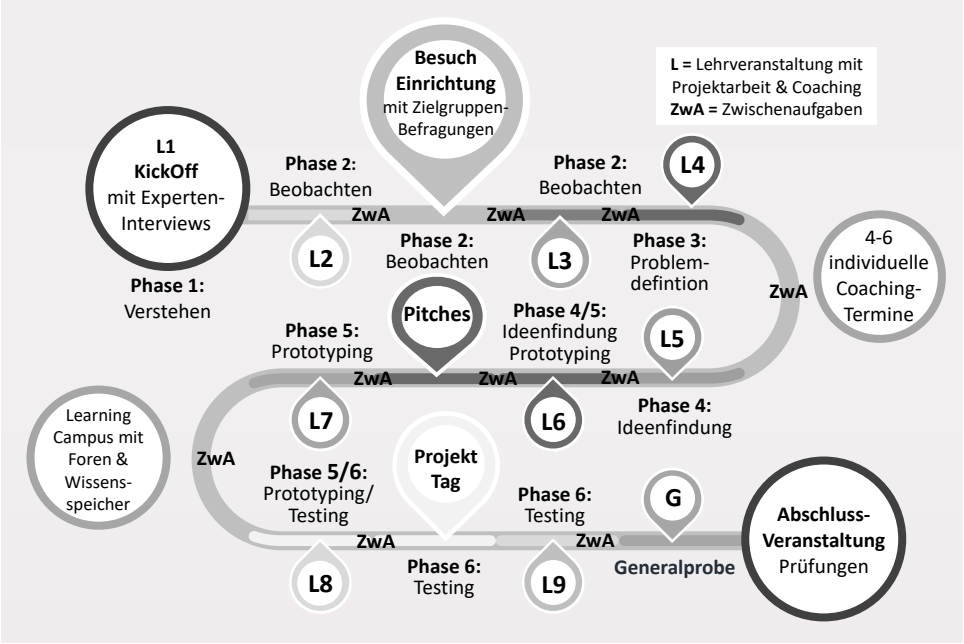


Abbildung 3: Struktur und Ablauf von digi.prosa mit Design Thinking (eigene Grafik)

Die Lehrveranstaltungen sind interaktiv und methodenvielfältig gestaltet und schließen je mit einer Projektarbeitsphase in den Teams ab. Die Projektarbeit wird neben den Veranstaltungen durch kontinuierliches Coaching begleitet. Die Coaches geben methodische Impulse, unterstützen die Reflexion und helfen bei der Bewältigung von Herausforderungen im Arbeitsprozess.

Ergänzend nutzen die Studierenden das Moodle-basierte LMS der Hochschule (Learning Campus), das eine umfangreiche Wissensdatenbank mit Anwendungsvideos, Toolbeschreibungen und Materialien bereitstellt. Zudem stehen bei Bedarf technische Ausstattung sowie Kontakt zu Fachexpert*innen zur Verfügung.

Die didaktische Gestaltung der Lehrveranstaltungen ist mit Gamification-Elementen angereichert: Storytelling, Quests, Badges und Leaderboards fördern durch spielerische Herausforderungen Motivation und Engagement der Studierenden (Sailer-Frank & Annen, 2024, S. 56–57). Studien belegen den didaktischen Mehrwert dieser Methoden (Becker & Metz, 2024, S. 1–2; Körner et al., 2024, S. 24–29). Zudem sind Übungen in der Veranstaltung agil und mit DT-Techniken ausgestaltet, sodass die Studierenden diese erproben und bei der eigenen Projektgestaltung einsetzen können.

Eine zentrale Rolle spielen die strukturierenden Zwischenaufgaben (siehe Tabelle 1), die die Projektarbeit begleiten, über den Learning Campus eingereicht und von den Coaches individuell kommentiert werden. Diese Aufgaben gliedern den Entwicklungsprozess sowohl methodisch als auch inhaltlich, bieten den Studierenden eine klare Orientierung im Projektverlauf und fördern Reflexion. Die Aufgabenstruktur folgt konsequent dem Design Thinking-Zyklus und ermöglicht eine kontinuierliche, zielgerichtete Projektentwicklung.

Zur Semesterhalbzeit findet eine Zwischenpräsentation statt. In fünfminütigen Pitches stellen die Teams ihre bisherigen Erkenntnisse und Konzeptideen vor. Dies dient der Selbstreflexion und dem Austausch mit anderen Teams, Lehrenden und Einrichtungen.

In den Phasen „Ideenfindung", „Prototyping" und „Testing" werden konkrete Lösungsideen entwickelt, visualisiert oder erste Prototypen programmiert und mit den Zielgruppen getestet. Die Ergebnisse reichen von Apps, Videoclips, Schulungskonzepten bis zu Social-Media-Strategien oder analogen Materialien (z. B. visuelle WhatsApp-Anleitung für Menschen mit kognitiver Beeinträchtigung, Discord-Nutzungskonzept für die Jugendhilfe). Die iterative Rückkopplung mit Zielgruppen und Einrichtungen stellt sicher, dass die Lösungen bedarfsorientiert und praxisrelevant sind.

Die folgende Übersicht zeigt, wie der Design Thinking-Prozess im Kolleg durch strukturierende Zwischenaufgaben didaktisch begleitet wird. Die Aufgaben unterstützen die methodische Orientierung im Projektverlauf und führen zu konkreten Arbeitsergebnissen, die den Fortschritt dokumentieren und die iterative Entwicklung zielgerichtet fördern.

Tabelle 1: Zwischenaufgaben entlang des Design Thinking-Prozesses (eigene Darstellung)

Phasen	**Aufgabenstellung**
Phase 1 Verstehen	– Recherche zu Zielgruppen und Einrichtung – Entwicklung eines Leitfadens für Expert*innen-Interviews
Phase 2 Beobachten	– Auswertung der Expert*innen-Interviews – Erstellung eines Leitfadens für Zielgruppen-Interviews/ Beobachtungen – Besuch der Einrichtung und Durchführung der Interviews/ Beobachtungen – Auswertung der Zielgruppen-Interviews/ Beobachtungen – Erstellung von Persona-Modellen, Nutzungskontexten, Zieldefinitionen und Projektvisionen
Phase 3 Problemdefinition	– Definition und Präsentation des Problems – Erstellung von Erklärvideos zur Problemdefinition
Phase 4 Ideenfindung	– Sammlung von Prototyp-Ideen und Abgleich mit definierten Zielen und Zielgruppen – Durchführung von Pitches mit Zwischenstand des Projektes
Phase 5 Prototyping	– Entwicklung und Erstellung von Prototypen
Phase 6 Testing	– Mehrfach: Testungen mit Zielgruppen – Anpassung und Weiterentwicklung des Prototypen – Durchführung einer Abschlusspräsentation

2.2.4 Abschluss und Ergebnisdokumentation

Das Projekt endet mit einer öffentlichen Abschlussmesse, auf der die Teams ihre Ergebnisse in fünfminütigen Pitches und an Messeständen präsentieren. Den Abschluss

bildet ein Übergabegespräch mit der jeweiligen Einrichtung. Darüber hinaus verfassen die Teams einen Projektbericht, der – je nach gewählter Prüfungsform – Grundlage für die Benotung ist. Der Bericht dokumentiert neben den finalen Lösungen den gesamten Projektverlauf einschließlich Herausforderungen, methodischer Schritte und Zwischenaufgaben.



Abbildung 4: Abschlussveranstaltung 2023 – Ausstellung der Ergebnisse und Diskussion

Der interdisziplinäre Projektprozess im Kolleg zeigt exemplarisch, wie Design Thinking als didaktisch-methodischer Ansatz praxisnahe Problemlösungen und nachhaltige Kompetenzentwicklung gleichermaßen ermöglicht. Eine vertiefende Reflexion der Ergebnisse sowie eine abschließende Bewertung erfolgen im nächsten Kapitel.

2.3 Projektbasierte Lehre: Ergebnisse ausgewählter Projekte

digi.prosa bietet eine innovative Form projektbasierter Lehre, bei der die Studierenden gemeinsam praxisorientierte Entwicklungsprozesse gestalten. Ziel ist die Konzeption digitaler Lösungen, die einen Mehrwert für die Soziale Arbeit bieten und an den jeweiligen Bedürfnissen der Zielgruppen ausgerichtet sind. Die enge Kooperation mit sozialen Einrichtungen schafft eine Plattform, auf der reale gesellschaftliche Herausforderungen interdisziplinär bearbeitet werden.

In der ersten Umsetzungsphase im Sommersemester 2023 wurden in Kooperation mit sieben sozialen Einrichtungen der Sozialen Arbeit insgesamt zwölf Projektideen realisiert. Die Projektergebnisse reichten von Imagefilmen bis hin zu App-Anwendungen. Exemplarisch ist ein animierter Comic-Kurzclip für einen sozialpsychiatrischen Dienst zu nennen oder ein medienpädagogisches Workshop-Konzept zur Selbstdarstellung im Netz. Ein nachhaltiges Projekt war die Entwicklung eines elektronischen Einkaufszettels in Form einer „Einkaufs-App“ zur unterstützenden Kommunikation. Das interdisziplinäre Team analysierte zunächst die Bedarfe der Zielgruppe, entwickelte Persona-Modelle und erstellte darauf aufbauend einen Papierprototyp. Dieser wurde mit der Zielgruppe getestet, systematisch ausgewertet und iterativ weiterentwickelt. Im Folgesemester wurde die App von Informatikstudierenden technisch umgesetzt und erneut mit der Zielgruppe erprobt[3].

3 https://www.rfo.de/mediathek/video/soziale-studentenmesse-an-der-th-rosenheim-2/

Auch im Sommersemester 2024 wurden zwölf Projekte in Zusammenarbeit mit elf sozialen Einrichtungen verwirklicht. Die Themen umfassten u. a. die Entwicklung einer inklusiven Webplattform für Menschen mit Förderbedarf, eine interaktive und altersgerechte Darstellung von Kinderrechten oder einen KI-Workshop für Grundschulkinder, der das Ziel verfolgt, Medienkompetenz durch einen niedrigschwelligen Zugang zu KI-Anwendungen zu fördern. Der Workshop umfasste vier Stationen: Musik mit KI (Suno[4]), kreatives Zeichnen von Monstern mit Kamerabild-Übertragung (Scroobly[5]), Erkennen von Deepfakes (Whichface[6]) und eine Einführung in das Thema Computer Vision mittels Quickdraw[7]. Der Workshop wurde pilotiert, evaluiert und auf Grundlage des Feedbacks der Grundschulkinder optimiert.



Abbildung 5: Abschlussveranstaltung 2024 – Demonstration des KI Workshop für Grundschulkinder

Im Sommersemester 2025 entstanden weitere zwölf kreative, praxisorientierte Projekte, wie z. B. die Entwicklung einer Willkommensplattform für junge Menschen in stationären und ambulanten Hilfen oder die Konzeption einer Rückfallprophylaxe-App als Nachsorgeelement im Kontext Suchthilfe[8].

2.4 Erkenntnisse aus der Projektarbeit: Reflexion und Transfer

Die gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass interdisziplinäres, projektbasiertes Lernen hohes Potenzial zur Kompetenzentwicklung birgt – sowohl im Hinblick auf digitale Fähigkeiten als auch auf kooperatives Arbeiten. Studierende erhalten Einblicke in reale Projektabläufe, entwickeln praxisrelevante Lösungen und stärken ihre sozialen, me-

4 https://suno.com/
5 https://www.scroobly.com/
6 https://www.whichfaceisreal.com/
7 https://quickdraw.withgoogle.com/
8 Weitere Informationen: https://www.th-rosenheim.de/die-hochschule/labore/interdisziplinaeres-lern-und-studienlabor-fuer-digitalisierung-und-soziale-arbeit-digiprosalab

thodischen sowie kommunikativen Kompetenzen. Diese Einschätzung wird durch das Abschlussfeedback der Studierenden gestützt, in dem insbesondere der Praxisbezug und die sinnstiftende Projektarbeit mehrfach positiv hervorgehoben werden.

Besondere Bedeutung kommt dabei der Zusammenarbeit mit sozialen Einrichtungen zu. Diese bildet die Grundlage für problemorientiertes Lernen und ermöglicht den Transfer theoretischer Inhalte in die Praxis. Die Studierenden bewerteten den Austausch mit den Einrichtungen überwiegend positiv, weisen jedoch darauf hin, dass klare Strukturen und abgestimmte Erwartungen noch stärker zu Beginn des Semesters kommuniziert werden sollten und damit wesentliche Voraussetzungen für eine gelingende Zusammenarbeit sind.

Auch Teambuilding erweist sich als zentraler Erfolgsfaktor. Regelmäßige Treffen, eine klare Rollenverteilung und gemeinsame Zielorientierung unterstützen gegenseitiges Verständnis und die Motivation innerhalb der Gruppen. Es wird sichtbar, dass die Qualität der Zusammenarbeit innerhalb der Teams sehr unterschiedlich erlebt wurde; Gruppen mit klaren Rollen und moderierten Abstimmungen berichten von deutlich weniger Belastung.

Hervorzuheben ist die erforderliche Ergebnisoffenheit. Projektideen verändern sich mitunter im Verlauf – im Sinne bedarfsorientierter Entwicklung ist dies erwünscht. Ein Teil der Studierenden beschreibt diese Offenheit jedoch als herausfordernd, da sie mit Unsicherheiten im Planungsverlauf einhergeht. Die Studierenden müssen sich zudem auf eine steile Lernkurve einlassen. Insbesondere im Umgang mit digitalen Anwendungen berichteten Studierende, vor allem der Sozialen Arbeit, von Überforderungstendenzen, da Vorkenntnisse nicht vorausgesetzt werden können. Dies verweist auf die Notwendigkeit klarerer Einstiegs- und Unterstützungsangebote.

Ein weiterer Aspekt betrifft die zeitliche Strukturierung. Mehrere Rückmeldungen thematisieren den hohen Arbeitsaufwand und eine teilweise als überfordernd wahrgenommene Verdichtung der Projektschritte, insbesondere im Hinblick auf Testphasen und Erprobung digitaler Prototypen.

Insgesamt zeigt die Projektarbeit, dass interdisziplinäres Lernen realisierbar ist, wenn unterstützende Rahmenbedingungen wie klare Strukturierung, transparente Erwartungsformulierung und zeitliche Entlastung gewährleistet sind.

3 Implikationen für die Hochschullehre in der digitalen Transformation

3.1 Didaktische Perspektiven: Interdisziplinäres Lernen als Schlüsselkompetenz für den digitalen Wandel

Die digitale Transformation verändert die Gesellschaft in fundamentaler Weise – und mit ihr Handlungsbedingungen, Anforderungen und Selbstverständnisse der Sozialen Arbeit. Für Profession und Disziplin ergeben sich daraus Implikationen, die sowohl die Ausrichtung sozialer Dienstleistungen als auch die Ausbildung zukünftiger Fachkräfte betreffen. Hochschulen sind daher aufgefordert, Studierende darauf vor-

zubereiten – nicht nur im Sinne technischer Anpassung, sondern als aktive Mitgestaltung gesellschaftlicher Entwicklungen. Im Kontext interdisziplinärer Lehrformate wie digi.prosa wird deutlich, dass digitale Lösungen nicht einfach auf soziale Kontexte übertragbar sind. Die Studierenden heben hervor, dass das Verständnis für Zielgruppen, Organisationslogiken und Beziehungsarbeit im Zentrum der Entwicklungsprozesse stehen muss. Studierende müssen daher lernen, digitale Technologien kritisch zu reflektieren, verantwortungsvoll zu bewerten und partizipativ in soziale Prozesse zu integrieren. Gleichzeitig eröffnet die Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen neue didaktische und professionelle Potenziale. Dieser interdisziplinäre Zugang ermöglicht nicht nur eine praxisnahe Projektentwicklung, sondern auch einen Perspektivwechsel, der nachhaltige Lerneffekte erzeugt. Die Studierenden der Sozialen Arbeit profitieren vom technologischen Wissen der Informatik, während umgekehrt soziale, kommunikative und partizipative Kompetenzen für Informatiker*innen zugänglich werden und ein vertieftes Verständnis für gesellschaftliche Bedarfe und ethische Rahmenbedingungen gefördert wird. Es wird ein empathischer Austausch mit Menschen trainiert, die beispielsweise kognitive Einschränkungen haben. Eine gelungene Kommunikation bildet die Grundlage für eine menschzentrierte Entwicklung neuer Technologien. Darüber hinaus werden methodische Kompetenzen ausgebaut: beispielsweise die Durchführung von teilnehmenden Beobachtungen und qualitativen Interviews (qualitative Forschungsmethoden im User Research). Diese wechselseitige Befähigung stärkt die Dialogfähigkeit der Sozialen Arbeit und Informatik in interdisziplinären Entwicklungsprozessen, wie sie zunehmend in der Praxis (z. B. bei Software-Implementierungen oder KI-Einsatz im sozialen Feld) gefordert sind. So werden nicht nur innovative Projekte ermöglicht, sondern zugleich Lernprozesse gefördert, die zur Entwicklung reflexiver und digital kompetenter Fachkräfte beitragen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Zusammenführung technischer und sozialpädagogischer Expertise ermöglichen die Sensibilisierung beider Disziplinen für ethische Fragestellungen, Datenschutz und soziale Gerechtigkeit und unterstützen damit eine fachlich fundierte, empathische und zugleich zielgruppengerechte Technologieentwicklung. Gleichzeitig zeigt digi.prosa exemplarisch, wie interdisziplinäre Lehre – über den Einzelfall hinaus – gestaltet werden kann. Der Ansatz ist erweiterbar auf andere Fachbereiche, etwa Architektur, Gesundheitswissenschaften oder Wirtschaft, sofern ein gemeinsamer Bezug zu sozialen Herausforderungen und digitalen Transformationen besteht. Die methodisch fundierte, praxisnahe und teamorientierte Ausgestaltung macht das Format anschlussfähig für vielfältige hochschulische Kontexte und kann als Modell für andere interdisziplinäre Bildungsformate dienen.

3.2 Strukturelle Perspektiven: Hochschulen als Gestalterinnen einer sozial verantwortlichen digitalen Gesellschaft

Damit diese Potenziale wirksam werden können, braucht es strukturelle Veränderungen in der Hochschullehre. Dazu zählen eine stärkere curriculare Öffnung gegenüber anderen Disziplinen, die verbindliche Integration digitaler und forschungsmethodi-

scher Kompetenzen sowie die Verankerung praxisnaher Formate in die Regelstrukturen der Studiengänge. Beispielhaft zu nennen sind Ansätze wie Design Thinking, User Research und Design-Based Research, die nicht nur projektorientiertes und reflexives Arbeiten fördern, sondern eine methodisch fundierte Bearbeitung komplexer Praxisprobleme ermöglichen. Die curriculare Integration kann dazu beitragen, nachhaltige Lernprozesse zu etablieren, die über Einzelprojekte hinausgehen und langfristig zur Entwicklung digitaler Handlungskompetenz beitragen.

Nicht zuletzt verweist digi.prosa auf eine weiterführende Dimension: Die digitale Transformation sollte in der Sozialen Arbeit nicht nur als technischer Anpassungsdruck, sondern als Anlass zur aktiven Mitgestaltung verstanden werden. Als Profession bringt die Soziale Arbeit spezifische Ressourcen in digitale Entwicklungsprozesse ein – etwa ihre adressat*innenbezogene Perspektive, den Umgang mit komplexen Lebenslagen sowie die Kompetenz zum Aufbau tragfähiger sozialer Beziehungen. Eine systematische Einbindung der Sozialen Arbeit in interdisziplinäre Digitalisierungsprojekte kann somit nicht nur zur Professionalisierung beitragen, sondern auch einen substanziellen Beitrag zur sozial verantwortlichen Ausrichtung digitaler Gesellschaften leisten.

4 Fazit und Ausblick

Wie anhand der theoretischen Ausführungen und der Einblicke in das bidt-Digitalisierungskolleg digi.prosa deutlich wurde, ist interdisziplinäres Lernen ein zentraler Bestandteil der Hochschulausbildung. Es ermöglicht die Entwicklung fachübergreifender Kompetenzen, die im Hinblick auf die digitale Transformation zunehmend an Relevanz gewinnen (Kapitel 2.1–2.4). Komplexe Herausforderungen, wie sie durch Digitalisierung und gesellschaftlichen Wandel entstehen, lassen sich nur durch eine Zusammenarbeit über disziplinäre Grenzen hinweg fundiert bearbeiten. Studierende beider Fachrichtungen profitieren von neuen Perspektiven und einem realitätsnahen, praxisorientierten Lernumfeld.

Die strukturierte Projektarbeit – begleitet durch erfahrene Coaches und verankert im Design-Thinking-Ansatz – erweist sich als wirkungsvoller Zugang zur Förderung interdisziplinärer und digitaler Handlungskompetenzen (Kapitel 2.4). Dieser Ansatz unterstützt die Studierenden dabei, technologische und soziale Herausforderungen holistisch zu betrachten und so nachhaltige, innovative Lösungen zu entwickeln.

Um diese Potenziale langfristig zu sichern, wurden gezielte Maßnahmen zur institutionellen Verstetigung des Kollegs getroffen. Neben der curricularen Verankerung in die Struktur der Studiengänge Soziale Arbeit und Informatik wurde das Modul „Digitaler Wandel im Gesundheits- und Sozialwesen“ (4 SWS/ 5 ECTS) konzipiert und in den studiengangsübergreifenden Katalog der Allgemeinen Wahlfächer (Schwerpunkt Unternehmertum) aufgenommen[9]. Darüber hinaus wurde ein eigenständiges Zertifi-

9 https://www.th-rosenheim.de/studium-und-weiterbildung/im-studium/kurs-programm-und-zusatzangebote/allgemeine-wahlpflichtmodule-aw-awpm/allgemeine-wahlpflichtmodule-aw-wpm?

katsprogramm „digi.prosa+ Soziale Arbeit im digitalen Wandel“ entwickelt, das Studierende auszeichnet, die sich vertieft mit der digitalen Transformation in der Sozialen Arbeit auseinandersetzen. Voraussetzung sind neben der aktiven Teilnahme an einem digi.prosa-Projekt das Verfassen einer Abschlussarbeit mit Digitalisierungsbezug sowie die Mitwirkung an einem Konferenzbeitrag[10].

Aus den bisherigen Projektrunden 2023–2025 ist ein Netzwerk mit etwa 25 Organisationen der Sozialen Arbeit entstanden, mit denen ein regelmäßiger Austausch stattfindet. Diese Kooperationen bieten Zugang zu realen Problemstellungen sowie Impulse für eine Diskussion zur inhaltlichen Ausgestaltung und methodisch-didaktischen Umsetzung, welche den Theorie-Praxis-Transfer fördert und eine hohe Passung der Projektentwicklung an aktuelle Herausforderungen im Rahmen der digitalen Transformation gewährleistet.

Zur zusätzlichen Unterstützung werden über die Virtuelle Hochschule Bayern (vhb) Open Educational Resources (OER) entwickelt, die Studierenden einen praxisnahen und wissenschaftlich fundierten Zugang zu digitalen Themenfeldern bieten[11]. Die jeweils ca. 45-minütigen Lerneinheiten behandeln Inhalte wie kritisch-reflexive Perspektiven zur digitalen Transformation und deren Auswirkungen auf die Disziplin, Profession und Adressat*innen der Sozialen Arbeit, Medienpädagogik, digitale Teilhabe oder Plattformlogiken. Ziel ist, theoretisches Wissen mit praktischen Erfahrungen zu verknüpfen und interdisziplinäre Herangehensweisen zu stärken, um Studierende auf zukünftige Anforderungen im beruflichen Feld vorzubereiten.

Insgesamt ist digi.prosa ein zukunftsweisendes Lehr-Lernformat, das exemplarisch veranschaulicht, wie interdisziplinäres und praxisorientiertes Lernen zur Entwicklung digitaler und sozialer Kompetenzen beitragen kann. Der strukturierte Aufbau, die disziplinübergreifende Kooperation und die enge Verzahnung mit der Praxis machen das Kolleg zu einem übertragbaren Modell für Hochschulen, die sich aktiv mit Herausforderungen und Potenzialen der digitalen Transformation auseinandersetzen wollen.

Literatur

Balsiger, P. (2005). *Transdisziplinarität*. Wilhelm Fink.

Becker, W., & Metz, M. (2024). Einleitung. In W. Becker & M. Metz (Hrsg.), *Serious Games und Gamification in der schulischen Bildung* (S. 1–9). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-44317-7

Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher, 13*(6), 4–16.

Boix Mansilla, V. (2010). Learning to synthesize: The development of interdisciplinary understanding. In R. Frodeman, T. J. Klein, C. Mitcham & J. B. Holbtook (Hrsg.), *The Oxford handbook of interdisciplinarity* (S. 288–306). Oxford University Press.

10 https://www.th-rosenheim.de/studium-und-weiterbildung/im-studium/kurs-programm-und-zusatzangebote/allgemeine-wahlpflichtmodule-aw-awpm/erwirb-ein-zertifikat-der-th-rosenheim/digiprosa

11 https://www.vhb.org/fileadmin/download/presse/7_MV_2025_Broschuere_SJ2324.pdf

Bolte, S., & Lerch, S. (2023). Interdisziplinarität. Eine theoretische Annäherung an einen viel besprochenen Begriff. In M. Braßler, S. Brandstädter & S. Lerch (Hrsg.), *Interdisziplinarität in der Hochschullehre* (S. 15–30). wbv Publikation.

Brandstädter, S. (2023). Interdisziplinäre Handlungskompetenz. In M. Braßler, S. Brandstädter & S. Lerch (Hrsg.), *Interdisziplinarität in der Hochschullehre* (S. 59–71). wbv Publikation.

Braßler, M. (2020a). Interdisziplinäres Lernen als Antwort auf den Bildungsauftrag – Theorie, Forschungsergebnisse und praktische Implikationen. *die hochschullehre*, Jahrgang 6/2020. https://doi.org/10.3278/HSL2048W

Braßler, M. (2020b). *Praxishandbuch interdisziplinäres Lehren und Lernen. 50 Methoden für die Hochschullehre*. Beltz Juventa.

Braßler, M. (2023). Interdisziplinäres Lehren und Lernen – Eine Betrachtung auf konstruktivistischer, bildungstheoretischer und konstruktionistischer Perspektive. In M. Braßler, S. Brandstädter & S. Lerch (Hrsg.), *Interdisziplinarität in der Hochschullehre* (S. 31–44). wbv Publikation.

Fuchs, P. (2026; in Vorbereitung). *Spielerische Wissensvermittlung in der Lehre der Sozialen Arbeit. Spielentwicklung und Evaluation eines lernerfahrungsbasierten Serious Games mit dem Forschungsansatz Design-Based Research*. Beltz Juventa.

Härer, F., & Herzwurm, G. (2022). Design Thinking als agiler Ansatz zur Entstehung von innovativen Lernumgebungen. *die hochschullehre*, *8*(19), 268–283. https://doi.org/10.3278/HSL2219W

Hokema, A., & Jaeger, P. (2024). Interdisziplinarität in der deutschen Sozialpolitik. In T. Heilmann, A. Hokema, P. Jager, P. Langer, R. Schrader & N. Vetter (Hrsg.), *Sozialpolitik und Sozialpolitikforschung in Deutschland. Herausforderungen, Interdisziplinarität, Wissenstransfer* (S. 89–130). Campus.

Klein-Wiele, J., Kuhn, M., & Mandel, H. (2023). Mit interdisziplinären Studierendenteams Fragestellungen zur nachhaltigen Mobilität bearbeiten – Praxisbericht zur interdisziplinären Lehre. In M. Braßler, S. Brandstädter & S. Lerch (Hrsg.), *Interdisziplinarität in der Hochschullehre* (S. 117–133). wbv Publikation.

Körner, S., Bonn, B., & Staller, M. S. (2024). *Gamification in der Hochschullehre. Ein praktischer Leitfaden für Dozent*innen*. Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-45130-1

Kriza, T. (2023). Ethische Fragen der Digitalisierung und ihre Thematisierung in Forschung und Lehre an Hochschulen: Dimensionen von Transdisziplinarität. In M. Braßler, S. Brandstädter & S. Lerch (Hrsg.), *Interdisziplinarität in der Hochschullehre* (S. 45–58). wbv Publikation.

Kulig, W., & Selbig, S. (2022). *Theorie und Praxis der Heilerziehungspflege*. Lambertus.

Laitko, H. (2011). *Interdisziplinarität als Thema der Wissenschaftsforschung*. LIFIS ONLINE. https://leibniz-in stitut.de/archiv/laitko_26_10_11.pdf

Lake, D., Guo, W., Chen, E., & McLaughlin, J. (2024). Design Thinking in Higher Education: Opportunities and Challenges for Decolonized Learning. *Teaching & Learning Inquiry, 12*. https://doi.org/10.20343/teachlearninqu.12.4

McLaughlin, J. E., Lake, D., Chen, E., Guo, W., Knock, M., & Knotek, S. (2023). Faculty Experiences and Motivation in Design Thinking Teaching and Learning. *Frontiers in Education, 8*. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1172814

Neumaier, S., & Sagebiel, J. (2022). Sozialer Wandel durch digitale Transformationsprozesse – Herausforderungen an Disziplin und Profession. In F. Baier, S. Borrmann, J. Hefel & B. Thiessen (Hrsg.), *Europäische Gesellschaften zwischen Kohäsion und Spaltung – Rolle, Herausforderungen und Perspektiven Sozialer Arbeit* (S. 316–329). Babara Budrich.

Sailer-Frank, S., & Annen, S. (2024). Gamifizierte kollaborative Kurselemente zur Förderung der Partizipation. In: N. Vöing, N. Jenert, I. Neiske, J. Osthushenrich, U. Trier, T. Weber & K. Altroggen (Hrsg.), *Hochschullehre postdigital. Lehren und Lernen neu gestalten* (S. 55–69). wbv Publikation.

Scorna, U., Domine, I., Schäfer, J., Voß, G., & Hajji, R. (2025). Multidisziplinarität, Interdisziplinarität und Transdisziplinarität. *die hochschullehre*, *11*. https://doi.org/10.3278/HSL2455W

Spott de Barrera, D. (2025). Design Thinking in Praxisprojekten: Eine Lehr-Methode mit Zukunft? – Rückblick auf ein digitales Innovations- und Lern-Experiment. In I. Thilo & G. Gehrke (Hrsg.), *Grundlagen Veranstaltungsmanagement: Themen, Theorien, Methoden* (S. 129–155). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-658-46342-7_7

Technische Hochschule Rosenheim. (o. J.). *digi.prosa: Digitale Projekte in der Sozialen Arbeit*. https://projekte.th-rosenheim.de/forschungsprojekt/978-digi-prosa

Wippermann, S., & Schmidberger, I. (2022). Design Thinking im Innovationsprozess. In: I. Schmidberger, S. Wippermannn, T. Stricker & M. Müller (Hrsg.), *Design Thinking im Bildngsmanagement. Innovationen in Bildungskontexten erfolgreich entwickeln und umsetzen* (S. 53–76). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36951-4

Wissenschaftsrat. (2020). *Wissenschaft im Spannungsfeld von Disziplinarität und Interdisziplinarität.* Positionspapier. Wissenschaftsrat. https://www.wissenschaftsrat.de/download/2020/8694-20.pdf?__blob=publicationFile&v=5

Martin Klausmann, Michael Jawurek, Heike Mempel, Simon Walther & Patrick Noack

Interdisziplinärer Lehransatz im Querschnitt von Indoor-Farming, Agile Development und NIR-Spektroskopie

Abstract

Im Rahmen des Digitalisierungskollegs Green Digital Degree „GreDigree" an der Hochschule Weihenstephan–Triesdorf wurden drei Kollegformate aus den gesellschaftlich relevanten Themengebieten Technologie, Ökonomie sowie der Ökologie für Studierende aus unterschiedlichen Fachrichtungen aufbereitet und implementiert. Dabei wurden neue Lehrmodule in bestehenden und neuen Studiengängen eingeführt. Die Themenfelder Nahinfrarotspektroskopie (NIRS), Agile Softwareentwicklung und Vertical Farming bilden die Grundlage der Kollegs. Den Studierenden wurde das Modul „Einführung in angewandte Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)" am Campus Triesdorf sowie das Modul „Agile Entwicklungsprozesse im Smart Indoor Vertical Farming" am Campus Freising angeboten.

In diesem Artikel stellen wir einen einzigartigen Ansatz vor, bei dem Studierende mit gärtnerisch/landwirtschaftlichem und bioinfomatischem Hintergrund gemeinsam ein digitales Werkzeug entwickelt haben, dass die Früherkennung von Stickstoffmangel bei Sonnenblumen im Gewächshaus automatisiert. Ziel des Kollegs ist es, die in den Vorlesungen erlernten Techniken direkt in einem agilen Umfeld in digitale Lösungen umzusetzen.

1 Interdisziplinäre Lehre für eine praxisorientierte Ausbildung

GreDigree: Interdisziplinäre Entwicklung digitaler Kompetenzen in den Lebenswissenschaften

Die zunehmende Komplexität in der Erzeugung von Lebensmitteln und biogenen Rohstoffen ist die Folge multipler Herausforderungen: des Klimawandels, wachsender Anforderungen an Umwelt- und Ressourcenschutz sowie eines strukturellen Fachkräftemangels. Digitale Technologien und datenbasierte Methoden bieten hier sowohl Chancen als auch Risiken – sie können Prozesse vereinfachen, aber auch zusätzliche Komplexität erzeugen. Entscheidend ist daher der kompetente und kontextgerechte Einsatz durch entsprechend qualifiziertes Fachpersonal.

Das Projekt GreDigree adressiert diese Herausforderung durch einen integrativen Lehransatz, der Studierenden in Studiengängen der angewandten Lebenswissenschaften – etwa in der Landwirtschaft, Agrartechnik, im Gartenbau oder in der Lebensmitteltechnologie – fundierte digitale Kompetenzen vermittelt. Im Zentrum stehen drei thematische Schwerpunkte:

- Vertical Indoor Farming
- Agile Entwicklungsmethoden
- Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)

Digitale Transformation und Qualifikationsbedarf

Die digitale Transformation in den Lebenswissenschaften erfordert Fachkräfte mit interdisziplinärem Wissen. Klassisch agronomische Kompetenzen reichen nicht mehr aus, um die Produktion von Lebensmitteln und natürlichen Rohstoffen zukunftsfähig zu gestalten. Vielmehr sind Kenntnisse in den Bereichen Digitalisierung, Automatisierung und nachhaltige Produktionssysteme erforderlich.

Ein exemplarischer Anwendungsfall ist die teilflächenspezifische Düngung: Die Anbauplanung erfolgt heute häufig auf Basis von Geoinformationssystemen (GIS), die Fruchtfolgen, Bodeneigenschaften und Klimadaten integrieren. Die daraus abgeleiteten Düngestrategien werden mit präziser Applikationstechnik umgesetzt. Der Ressourceneinsatz kann so dokumentiert, analysiert und optimiert werden. Diese technologisch und fachlich anspruchsvollen Prozesse erfordern eine kontinuierliche Weiterentwicklung der akademischen Ausbildung.

Didaktische Ansätze für interdisziplinäre Lehre

Zur Förderung interdisziplinärer Kompetenzen verfolgt GreDigree folgende didaktische Strategien:

- Modularisierung von Studiengängen: Integration von Lehrinhalten aus Agrarwissenschaften, Gartenbau, Informatik und Ingenieurwissenschaften.
- Projektbasiertes Lernen: Bearbeitung realer Problemstellungen aus der Agrar- und Umweltpraxis unter Einbezug mehrerer Disziplinen.
- Kooperation mit der Industrie: Zusammenarbeit mit Unternehmen, die digitale Technologien – insbesondere NIRS – entwickeln oder anwenden, um praxisnahe Lernumgebungen zu schaffen.

Anwendungsfall: Vertical Indoor Farming

Im Rahmen des Projekts wurde ein interdisziplinärer Anwendungsfall entwickelt, der die drei Themenbereiche *Vertical Farming, IT-Infrastruktur* und *Nahinfrarotspektroskopie* miteinander verknüpft. Ziel war es, mithilfe agiler Entwicklungsmethoden und kostengünstiger NIR-Sensorik Prozesse in der Produktion von Arznei- und Nahrungsmitteln zu automatisieren und zu optimieren.

Fakultätsübergreifende Zusammenarbeit

Im Sommersemester 2024 arbeiteten Studierende aus drei Fakultäten gemeinsam an diesem Projekt:

- Fakultät für Bioingenieurwissenschaften
- Fakultät für Nachhaltige Landwirtschaft und Energiesysteme
- Fakultät für Gartenbau und Lebensmitteltechnologie

Beteiligt waren Studierende aus drei Bachelorstudiengängen:

- Bioinformatik (8 Studierende)
- Agribusiness (1 Studierender)
- Gartenbau (4 Studierende)

In interdisziplinären Teams entwickelten sie Konzepte zur Optimierung der Nährstoffversorgung mithilfe von Low-Cost-NIR-Sensoren – ein exemplarisches Beispiel für forschungsnahe, praxisorientierte Lehre an der Schnittstelle zwischen Technologie und Agrarwissenschaften sowie den Gartenbauwissenschaften

Im Projekt GreDigree werden drei Themen miteinander verbunden, um in einem interdisziplinären Ansatz einen Anwendungsfall mit Methoden und Technologien zu verknüpfen. Anhand des Anwendungsfalls Vertical Indoor Farming werden auf Basis von agilen Methoden NIR-Sensoren integriert, um Prozesse bei der Produktion von Arznei- und Nahrungsmitteln zu automatisieren und zu optimieren.

Insgesamt 8 Studierende arbeiteten im Sommersemester 2024 in einem Kurs zusammen, um Nährstoffversorgung von Pflanzen mittels Low-Cost Sensoren zu optimieren.

1.1 Indoor-Vertical-Farming

Geschützte und kontrollierte Produktionssysteme – im Englischen Controlled Environment Agriculture (CEA) – werden im Pflanzenbau bereits seit Langem eingesetzt, um eine größere Unabhängigkeit von Bodenbeschaffenheit und äußeren Klimabedingungen zu erreichen. Gleichzeitig ermöglichen sie eine präzise Steuerung aller relevanten Kulturführungsparameter – von der Klimaregelung über Bewässerung bis hin zur Düngung. Während der Anbau in Gewächshäusern trotz technischer Unterstützung weiterhin in erheblichem Maße von den äußeren Umweltbedingungen abhängig ist, verfolgt das vertikale Indoor-Farming einen anderen Ansatz: Es strebt eine vollständig standortunabhängige Pflanzenproduktion an. Eine zentrale Rolle spielen dabei künstliche Beleuchtungssysteme. Diese ermöglichen eine ganzjährige, gezielte Steuerung der Wachstumsbedingungen, bringen jedoch auch einen hohen Energiebedarf mit sich. In solchen vollständig kontrollierten Anbausystemen kommt der Digitalisierung eine entscheidende Bedeutung zu. Zum einen, weil sie eine weitgehend automatisierte Kulturführung erlaubt, zum anderen, weil sie die datengestützte Optimierung aller Prozesse – durch Monitoring- und Steuerungssysteme – ermöglicht.

van Delden et al. (van Delden, 2021) beschreiben den aktuellen Stand und die zukünftigen Herausforderungen für eine erfolgreiche Umsetzung und Skalierung von Vertical-Farming-Systemen. Wesentliche Herausforderungen sind die Wirtschaftlichkeit, die Energieeffizienz, die technologische Weiterentwicklung aber auch die gesellschaftliche Akzeptanz und die politischen Rahmenbedingungen.

Für eine erfolgreiche Umsetzung sind interdisziplinäre Ansätze erforderlich, bei denen Agrar- und Gartenbauwissenschaften, die Ingenieurwissenschaften und Informatik zusammenwirken. In Landwirtschaft und Gartenbau steht der Pflanzenbau mit den Bereichen Ökologie, Physiologie und Biologie der Nutzpflanze im Mittelpunkt, die Ingenieurwissenschaften steuern die Technik – von den Sensoren bis hin zum Anlagenbau – und die Informatik stellt die Verknüpfungsebene dar und bildet die Steuer- und Regelalgorithmen.

Vertical-Farming-Systeme können ein Baustein sein, welcher einen Beitrag zur Ernährungssicherheit leisten kann. Durch die zielgerichtete, zu jedem Zeitpunkt an dem Bedarf der Pflanze ausgerichtete, ganzjährigen Kulturführung sind kürzere Kulturzeiten und höhere Ernteerträge auf kleiner Fläche erzielbar. Zudem wird der Raum effizient genutzt, indem Pflanzen in mehreren Schichten übereinander kultiviert werden. Das bedeutet: mehr Ertrag auf weniger Fläche. Das ist besonders in urbanen Gebieten von Vorteil. Vertical Farming Systeme können zudem auf bestehenden Freiflächen integriert werden, so dass keine neue Flächenversiegelung entsteht. Die Optimierung der Ressourcennutzung ist ein wesentlicher Aspekt. Vertical Farming Systeme sind in Bezug auf den Wasserverbrauch das Benchmark System. Es kommen geschlossene Bewässerungskreisläufe zum Einsatz und auch die Feuchtigkeit, welche die Pflanzen über die Transpiration an die Umgebungsluft abgeben, kann nahezu vollständig zurückgewonnen und wieder dem Bewässerungskreislauf zugeführt werden. Weitere Vorteile sind kurze Transportwege und die Möglichkeit, Indoor-Farmen direkt in Städten oder in der Nähe der Verbraucher zu betreiben. Da die Pflanzen in kontrollierten Umgebungen wachsen, sind sie weniger anfällig für Wetterextreme, Schädlingsbefall oder Krankheiten. Das minimiert Ernteverluste. Durch den geringeren Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln wird zudem die Umwelt geschont, was langfristig die Stabilität der Nahrungsmittelproduktion unterstützt. Allerdings darf der Energieeinsatz für Belichtung und Kühlung nicht unterschätzt werden. Bei der Energie müssen innovative Konzepte mit regenerativen Energieträgern gefunden werden. z. B. Nutzung des Stroms eines Windrads immer dann, wenn keine anderen Nutzer vorhanden sind.

1.2 Agile Entwicklungsmethoden: Scrum und Design Thinking

Um bestehende Herausforderungen zu überwinden und fortschrittliche Anbaumethoden breiter einzuführen, ist kontinuierliche Innovation entscheidend. Digitale Technologien wie künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen, das Internet der Dinge und Robotik sind die wichtigsten Triebkräfte in diesem Transformationsprozess (Kabir, 2023). Wichtige Schritte in Richtung Automatisierung und Digitalisierung einer vertikalen Indoor-Farm sind beispielsweise die Pflanzenüberwachung mittels automatischer Bilderkennung, bei der Algorithmen des maschinellen Lernens Nährstoffmängel analysieren, sowie die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) zur zerstörungsfreien Bewertung der Pflanzenqualität. Agile Projektentwicklung ist ein dynamischer und flexibler Ansatz, der den Schwerpunkt auf iterativen Fortschritt, Zusammenarbeit und Reaktionsfähigkeit auf Veränderungen legt. In Kombination mit agilen Methoden wie Scrum und Design Thinking wird sie zu einem leistungsstarken Rahmen für die Förderung von Innovationen.

Design Thinking ist in diesem Zusammenhang eine nutzerzentrierte Innovationsmethodik, die den Schwerpunkt auf das Verständnis der Nutzerbedürfnisse, andere Blickwinkel auf Probleme und dadurch die Schaffung innovativer Lösungen legt. Scrum wiederum ist eine agile Methode in der Softwareentwicklung, die sich auf die Lieferung kleiner, überschaubarer Funktionseinheiten in iterativen Zyklen, den so ge-

nannten Sprints, konzentriert. Design Thinking eignet sich hervorragend, um herauszufinden, was entwickelt werden muss, während Scrum den Rahmen für die Umsetzung und Entwicklung bietet (Vetterli, 2013). Der zunehmende Einsatz agiler Methoden in Unternehmen hat zu einer immer stärkeren Integration in die Lehre in den Bereichen Ingenieurwesen und Informatik geführt (Neumann, 2021). Die Anwendung agiler Methoden in der Hochschulbildung führte zu positiven Ergebnissen, indem das Engagement der Studierenden erhöht und die Qualität der Ergebnisse verbessert wurde (Krehbiel, 2017).

1.3 NIR-Sensortechnologie

Potenziale und Herausforderungen der Nahinfrarotspektroskopie (NIR) in Wissenschaft und Praxis

In einer Welt, in der Präzision und Effizienz in Wissenschaft und Industrie zunehmend an Bedeutung gewinnen, nimmt die Nahinfrarotspektroskopie (NIR) eine zentrale Rolle ein. Diese innovative Technologie basiert auf der Messung elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren und nahinfraroten Spektralbereich – typischerweise zwischen 700 und 2500 Nanometern, teilweise werden jedoch auch parallel die Wellenlängen des sichtbaren Bereichs des Lichts erfasst. Durch die Analyse der Reflexion und Transmission spezifischer Wellenlängen lassen sich vielfältige Informationen über Materialien, Substanzen und Prozesse gewinnen – zerstörungsfrei, berührungslos und in Echtzeit.

Die Einsatzmöglichkeiten der NIR-Technologie sind breit gefächert: In der Landwirtschaft und im Gartenbau dient sie zur Überwachung der Pflanzenqualität und zur Bestandsbewertung und zur Qualitätsbewertung in der Nachernte. In der Lebensmittelindustrie ermöglicht sie die schnelle Bestimmung von Parametern wie Zuckergehalt oder Feuchtegehalt. Auch in der Medizin findet sie Anwendung, etwa in der nicht-invasiven Diagnostik. Ihre Fähigkeit, präzise und effizient Daten zu erfassen, macht sie zu einem unverzichtbaren Werkzeug in modernen Analyse- und Steuerungssystemen.

Eine der größten Herausforderungen beim Einsatz der NIR-Spektroskopie in der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Praxis liegt in der Entwicklung robuster und übertragbarer Kalibriermodelle. Diese Modelle müssen häufig an veränderte Ausgangsmaterialien angepasst werden, um zuverlässige Ergebnisse zu liefern. Hier bieten digitale Methoden – insbesondere maschinelles Lernen und datengetriebene Modellierung – ein großes Potenzial zur Verbesserung der Modellstabilität und -anpassungsfähigkeit.

Das Angebot an NIR-Sensoren ist vielfältig: Neben hochauflösenden Spektrometern, die den gesamten Bereich von 400 bis 2500 nm abdecken, existieren auch sogenannte Low-Cost-Sensoren, die beispielsweise im Bereich von 400 bis etwa 1000 nm messen. Für viele Anwendungen – insbesondere in der Landwirtschaft und Lebensmitteltechnologie – kann dieser reduzierte Spektralbereich ausreichend sein. Voraussetzung für eine zuverlässige qualitative und quantitative Auswertung ist jedoch eine

sorgfältige Kalibrierung der Sensorsysteme. An dieser Herausforderung wird derzeit auf verschiedenen Ebenen intensiv geforscht.

Ein weit verbreitetes und erfolgreiches Anwendungsbeispiel ist der *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)*. Dieser Index dient der quantitativen Erfassung der Biomasse landwirtschaftlicher Kulturen und wird zur Bewertung des Pflanzenwachstums vom Reihenschluss (vollständige Bodenbedeckung durch Blattmasse) bis zum Beginn der Abreife (Verfärbung der Pflanzen in Gelb- und Brauntöne) eingesetzt.

Wie viele andere Spektralindizes werden bei der Berechnung die Reflektionen in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen miteinander verrechnet. In diesem Fall wird die Differenz der Reflektionen im Bereich des nahinfraroten Lichts und des roten Lichts gebildet und durch die Summe der Reflektionen der beiden Wellenlängen geteilt. Das Ziel ist dabei eine beleuchtungsunabhängige Normalisierung. Die Berechnung von Indizes ist somit eine Möglichkeit auf Basis mathematischer Modellierung auf Zielgrößen zu schließen, während das maschinelle Lernen in der Regel darauf abzielt, ohne jegliche Selektion bestimmter Wellenlängen Muster in den Reflektionen aller Wellenlängen zu identifizieren. Es können jedoch auch Indizes als Eingangsgrößen beim Training von KI-Modellen genutzt werden.

Die hier dargestellten Hintergründe dienen als Erläuterung dafür, dass eine fundierte Kenntnis der Technologie und der Datenverarbeitung erforderlich ist, um die Eignung von NIRS für bestimmte Prozesse zu beurteilen und neue NIRS-Anwendungen zu entwickeln.

2 Integration in die Lehre

Den Rahmen für die interdisziplinären Lehrveranstaltungen gibt das Indoor Vertical Farming vor. Hier verbinden sich Gartenbau, Steuerungstechnik und Sensorik auf kleinstem Raum und es lassen sich vielfältige Fragestellungen für die Lehre ableiten. Im ersten interdisziplinären Projekt wurde das Monitoring der Nährstoffversorgung einer Kulturpflanze thematisiert.

2.1 Agile Entwicklungsprozesse Pflanzenbau

Im Rahmen des Projekts wurden zwei agile Methoden ausgewählt: *Design Thinking* und *Scrum*.

Design Thinking steht oft am Anfang von Entwicklungsprozessen und konzentriert sich auf die präzise Problemdefinition sowie die Entwicklung innovativer Lösungsansätze. Scrum ist eine agile Entwicklungsmethode, die auf den im Design-Thinking-Prozess erarbeiteten Ergebnissen aufbauen kann und diese in iterativen Zyklen bis zur Fertigstellung eines Produkts weiterentwickelt.

In einer Welt, die sich zunehmend schneller verändert, sind flexible, effiziente und teamorientierte Entwicklungsmethoden von zentraler Bedeutung. Studierende sollen

daher frühzeitig mit Werkzeugen vertraut gemacht werden, die ihnen helfen, komplexe Herausforderungen strukturiert und kreativ zu bewältigen.

Agile Prozesse unterscheiden sich grundlegend von klassischen, linear geplanten Entwicklungsmodellen. Sie brechen mit starren Abläufen und fördern stattdessen interdisziplinäre Zusammenarbeit, iterative Entwicklung und kontinuierliche Reflexion. Unterschiedliche Perspektiven im Team werden aktiv einbezogen, um fundierte Entscheidungen und tragfähige Lösungen zu erarbeiten.

Im *Agile Development Codex* sind zwölf Prinzipien formuliert, die das gewünschte Verhalten agiler Teams beschreiben. Diese Prinzipien bilden das Fundament agiler Arbeitsweisen und definieren den Handlungsrahmen, innerhalb dessen sich Teams eigenverantwortlich bewegen. Flache Hierarchien ermöglichen dabei große Entscheidungsspielräume, die von den Teammitgliedern aktiv genutzt werden sollen.

In den geplanten Lehreinheiten werden diese Methoden praxisnah vermittelt. Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, in Übungen verschiedene Rollen innerhalb agiler Teams zu übernehmen und so ein tiefes Verständnis für die Dynamik und Struktur agiler Prozesse zu entwickeln.

Design Thinking ist eine kreative Problemlösungsmethode, die auf Empathie, Beobachtung und iterative Entwicklung setzt. Teams analysieren gemeinsam mit den „Nutzern" den Problemraum, bevor sie systematisch Lösungsansätze entwickeln. Ziel ist die Entwicklung eines Prototyps, der den Kern der Lösung greifbar macht und als Grundlage für die weitere Umsetzung dient.

Scrum ist eine agile Entwicklungsmethode, welche ursprünglich aus der Softwareentwicklung stammt, aber heute in vielen Bereichen Anwendung findet. Scrum basiert auf der empirischen Prozesskontrolle. Das bedeutet, Wissen wird durch Erfahrung und ständige Beobachtung gewonnen, Entscheidungen werden regelmäßig anhand realer Ergebnisse und realen Feedbacks überprüft und angepasst. Die drei Kernelemente der empirischen Prozesskontrolle sind Transparenz, Überprüfung und Anpassung – sie sind das methodische Fundament von Scrum.

Studierende lernen, wie Scrum-Teams eigenverantwortlich Entwicklungszyklen definieren, umsetzen und regelmäßig reflektieren. Der Fokus liegt dabei nicht nur auf der technischen Umsetzung, sondern auch auf der Kundenorientierung und der kontinuierlichen Verbesserung des Produkts.

In den Übungen wird besonderer Wert auf Perspektivwechsel gelegt: Die Studierenden übernehmen im Verlauf der Veranstaltung unterschiedliche Rollen innerhalb des Scrum-Teams, um die Prozesse aus verschiedenen Blickwinkeln zu erleben und zu verstehen.

Auch im Bereich des Vertical Indoor Farming finden agile Methoden Anwendung. Hier werden Sensorik und Aktorik eingesetzt, um optimale Wachstumsbedingungen für Pflanzen zu schaffen. Die schnelle Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen erfordert flexible, datengetriebene Entscheidungsprozesse – ein ideales Einsatzfeld für agile Entwicklungsansätze.

2.2 Nahinfrarot Spektroskopie (NIRS)

2.2.1 Einsatz und Bedeutung der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) in der Agrarwirtschaft

Die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) nutzt die Reflexion von Licht im sichtbaren und nahinfraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Anhand der Zusammensetzung des reflektierten Lichts – der Spektren – lassen sich charakteristische chemische Stoffgruppen identifizieren. Da diese Methode zerstörungsfrei, schnell und berührungslos arbeitet, eignet sie sich für den Einsatz im lebenden Pflanzenbestand. Darüber hinaus findet sie breite Anwendung in der Qualitätskontrolle und Analytik, etwa in der Lebensmittelindustrie oder der Umweltüberwachung. Damit ist die NIR-Technologie besonders prädestiniert für den Einsatz in der Agrarwirtschaft und den verwandten Lebenswissenschaften.

Eine zentrale Herausforderung besteht in der zuverlässigen Übersetzung der Spektraldaten in verwertbare Informationen. Werden Kalibriermodelle auf Basis unzureichender oder schlecht kuratierter Datensätze erstellt, kann dies zu erheblichen Fehlinterpretationen führen. Daher ist die kontinuierliche und sorgfältige Kalibrierung der Sensoren essenziell. Neben der regelmäßigen Rekalibrierung der Sensoren müssen auch die Kalibrationsmodelle selbst in definierten Intervallen aktualisiert werden. Veraltete Kalibrierungen beeinträchtigen die Aussagekraft der Messergebnisse und führen zu fehlerhaften Schlussfolgerungen.

Diese Modelle sind in der Regel nicht universell einsetzbar, sondern müssen an regionale Gegebenheiten angepasst werden. Für Studierende ist es daher besonders wichtig zu verstehen, welche Einflussfaktoren die Messgenauigkeit bestimmen und wie diese gezielt justiert werden können, um eine zuverlässige Anwendung in der Praxis zu gewährleisten. Die Studierenden sollen das große Potenzial der Technologie aber auch die Herausforderungen und Risiken bei fehlerhafter Anwendung kennenlernen. Die NIRS-Technologie findet bereits heute vielfältige Anwendung:

- In der Erntebewertung, z. B. zur Bestimmung von Feuchte- und Inhaltsstoffen bei Silomais oder Getreide.
- In der Obst- und Gemüseproduktion, zur Qualitätskontrolle.
- Zur Nachverfolgung von Nährstoffkreisläufen, etwa zur Dokumentation von Stoffflüssen in der Landwirtschaft.
- Im Bereich des Trinkwasserschutzes, wo sie potenziell zur kontinuierlichen Überwachung der Nitratbelastung beitragen kann.
- Im Vertical Indoor Farming, wo schnelle, präzise Analytik erforderlich ist, um in Echtzeit auf Veränderungen im kontrollierten Umfeld reagieren zu können, ist der Einsatz Gegenstand der Forschung.

Die zunehmende Verfügbarkeit praxistauglicher Sensoren unterstreicht die Relevanz dieser Technologie. Gleichzeitig ist ein fundiertes Verständnis der Funktionsweise und Einsatzbedingungen von NIR-Sensoren eine wesentliche Voraussetzung für deren korrekte Anwendung – weshalb dieses Thema gezielt in die Lehre integriert wurde.

Lehrkonzept zur Nahinfrarotspektroskopie

Im Rahmen der Hochschullehre wurden zwei aufeinander aufbauende Lehrveranstaltungen zur NIR-Spektroskopie entwickelt:

1. Einführung in die Nahinfrarotspektroskopie: Ziel dieser Veranstaltung ist es, Studierenden erste Berührungspunkte mit der Technologie zu ermöglichen. Im Fokus steht ein Überblick über die physikalischen Grundlagen, die eingesetzte Sensorik sowie die praktische Anwendung von Low-Cost-Sensoren in studentischen Projekten.
2. Anwendung der NIR-Technologie in Agrar- und Umwelttechnologien: Diese weiterführende Veranstaltung vermittelt vertiefte Kenntnisse über die Einsatzfelder der NIR-Spektroskopie in der landwirtschaftlichen und umwelttechnischen Praxis. Dabei werden auch Herausforderungen wie Kalibrierung, Dateninterpretation und Modelltransfer thematisiert.

2.2.2 Modul zur Einführung in die Nahinfrarot Spektroskopie

Die Einführungsveranstaltung gliedert sich in zwei zentrale Bestandteile: einen theoretischen und einen praktischen Teil.

Im theoretischen Abschnitt werden zunächst die physikalischen Grundlagen wiederholt, die für das Verständnis der Nahinfrarotspektroskopie relevant sind. Darauf aufbauend wird die Funktionsweise eines Spektrometers bzw. eines Lichtsensors erläutert. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Verarbeitung und statistischen Auswertung der erhobenen Messdaten mithilfe einer Data-Mining-Software. Anhand ausgewählter Anwendungsbeispiele wird das breite Spektrum möglicher Einsatzgebiete dieser Sensortechnologie veranschaulicht und diskutiert.

Im praktischen Teil führen die Studierenden eigenständig Messungen mit NIR-Sensoren durch. Dabei erzeugen sie eigene Datensätze, die anschließend mit den im theoretischen Teil erlernten Methoden ausgewertet werden. Den Abschluss der Veranstaltung bildet eine Projektarbeit, in der die Studierenden eine konkrete Fragestellung bearbeiten. Ziel ist es, das erworbene Wissen praxisnah anzuwenden und zu demonstrieren, dass die Inhalte der Lehrveranstaltung auf reale Problemstellungen übertragen werden können.

2.2.3 Vorlesung zur Fernerkundung und NIRS-Anwendungen in den Agrar- und Umweltwissenschaften

Im Rahmen einer Masterveranstaltung werden verschiedene Anwendungsfelder in den Agrar- und Umweltwissenschaften vertieft behandelt. Thematische Schwerpunkte liegen unter anderem im Bereich des Klima- und Umweltmonitorings sowie in der Analyse der Bestandsentwicklung landwirtschaftlicher Kulturen.

Ein besonderer Fokus liegt auf der räumlichen und zeitlichen Auflösung von Satellitendaten sowie deren Auswertung. Die Studierenden lernen, welche Einflussfaktoren

die Messergebnisse beeinflussen können und wie diese bei der Analyse berücksichtigt werden müssen. Dabei werden sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Anwendungen vermittelt. Zur Datenverarbeitung und -visualisierung kommen Geoinformationssysteme (GIS) zum Einsatz.

Ergänzend erlernen die Studierenden den Umgang mit einer Open-Source-Statistiksoftware, insbesondere zur Analyse und Berechnung von Vegetationsindizes wie dem NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Am Ende der Veranstaltung verfügen die Studierenden über fundierte Kenntnisse in der Nutzung satellitengestützter Fernerkundungstechnologien sowie in der Analyse und Interpretation der damit gewonnenen Daten. Sie sind in der Lage, diese Technologien gezielt in agrar- und umweltwissenschaftlichen Kontexten anzuwenden.

2.2.4 NIRS-Werkstatt

Im Zentrum der Lehraktivitäten im Bereich der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) steht die praktische Anwendung der Sensortechnologie. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Projekts GreDigree eine NIRS-Werkstatt am Kompetenzzentrum für Digitale Agrarwirtschaft (KoDA) eingerichtet. Diese dient zwei zentralen Zwecken:

1. Lernort für Studierende: Die Werkstatt bietet optimale Bedingungen für praxisnahe NIR-Messungen im Rahmen von Lehrveranstaltungen, Projekt- und Abschlussarbeiten.
2. Forschungswerkstatt: Forschende können die Einrichtungen in der NIRS-Werkstatt nutzen und unter Einbindung von Studierenden neue Sensorsysteme validieren oder Zusammenhänge zwischen Reflektion und Probeneigenschaften untersuchen

Die Werkstatt ist so konzipiert, dass Versuche unter standardisierten Bedingungen (*ceteris paribus*) durchgeführt werden können. Dazu zählen:

- *Klimatisierung* zur Regelung der Raumtemperatur,
- *Verdunkelungsmöglichkeiten*, um Fremdlicht auszuschließen und reproduzierbare Messbedingungen zu gewährleisten.

Darüber hinaus steht eine breite Auswahl an NIR-Sensoren zur Verfügung. Diese stammen von verschiedenen Herstellern und decken unterschiedliche Spektralbereiche ab (350 nm bis 2500 nm). Dadurch können vielfältige Substanzen und Anwendungsszenarien untersucht werden, etwa in der Pflanzenanalyse, Lebensmittelkontrolle oder Umweltüberwachung.

3 Das interdisziplinäre Projekt

3.1 Aufbau und Ablauf des Projekts

Studierende aus den drei verschiedenen Fakultäten wurde die Aufgabe gestellt, mittels agilen Entwicklungsmethoden einen Prototyp zur frühzeitigen Erkennung eines Nährstoffmangels zu entwickeln. Als Versuchsmaterial wurde die Topfsonnenblume gewählt, da diese einen gleichmäßigen Wuchs hat, und man Unterschiede mit optischen Methoden relativ gut erfassen kann. Die Versuchspflanzen wurden im Vorfeld unterschiedlich mit Nährstoff versorgt. Das Ziel war die unterschiedliche Versorgung in einem sehr frühen Stadium mittels entsprechender Monitoringsysteme zu erkennen. Dafür wurden den Studierenden verschiedene NIR-Sensoren, mehrere Kameras und Raspberry Pi-Einplatinencomputer zur Verfügung gestellt.

Die Kursteilnehmer entwickelten zunächst verschiedene Ideen zur Bewältigung digitaler Herausforderungen im Bereich des vertikalen Indoor-Farmings. In einer Design Thinking Sitzung entwickelten die Teilnehmer dann verschiedene Prototypen, beispielsweise ein motorisiertes digitales Werkzeug, das den Stickstoffgehalt von Sonnenblumenblättern durch eine Reflektionsmessung bestimmen kann. Die Umsetzung der vielversprechendsten Lösungsfindung wurde im Anschluss mit der agilen Entwicklungsmethode Scrum durchgeführt.

Alle Studenten eines Scrum-Teams tauschten dabei die Rollen und waren während des Kurses sowohl Product Owner als auch Entwickler, während der Dozent die Rolle des Scrum Masters übernahm. Als Product Owner waren die Studierenden für die Definition und Priorisierung der Anforderungen verantwortlich und vertraten die Anforderungen des Kunden, des Applied Science Center of Smart Indoor Farming der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Die Product Backlog Items wurden während der Sprint Planning Sessions mit Hilfe des Scrum Templates der Software Jira (Atlassian) erstellt.

Die Gartenbaustudenten konzentrierten sich auf die Anbaubedingungen und die Installation der Hardware, kümmerten sich um die Funktionsfähigkeit der elektronischen Komponenten in der feuchten Umgebung eines Gewächshauses und stellten sicher, dass der Spritz- und Unfallschutz gewährleistet war. Die Bioinformatikstudenten waren für die Installation der elektronischen Komponenten, die Automatisierung der Messungen und die Übertragung der aufgezeichneten Daten auf eine Serverplattform verantwortlich. Die Studenten der Agrarwissenschaften legten den Schwerpunkt auf die betriebswirtschaftlichen Aspekte des zu entwickelnden digitalen Werkzeugs.

Die Entwicklung durch die Studierenden erfolgte in fünf Sprints von unterschiedlicher Länge (zwei Wochen, drei Wochen, vier Wochen und schließlich zwei Sprints von einer Woche Dauer). Der Projektfortschritt konnte von allen Beteiligten online verfolgt werden. Im Rahmen von Sprint-Review-Veranstaltungen präsentierten die Studierenden alle geleisteten Arbeiten und legten künftige Anpassungen fest.

3.2 Ergebnisse und Diskussion

Ein zentraler Aspekt bei der Durchführung dieses Kurses war der Wissensaustausch zwischen den Studierenden aus verschiedenen Fachrichtungen. Gartenbau- und Landwirtschafts-Studierende konnten in das Potenzial eintauchen, das digitale Technologien haben können, um Lösungen für komplexe Probleme in ihrem Bereich zu finden, während Bioinformatik-Studierende lernen konnten, ihr digitales Wissen für anwendungsorientierte Lösungen einzusetzen. Die jeweiligen Fachdisziplinen konnten durch den Einsatz von moderierter Gruppenarbeit sowie gemeinsamen Übungen innerhalb des Moduls von dem Wissen aus den anderen Disziplinen profitieren und die unterschiedlichen Denkweisen kennen lernen. Alle relevanten Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen zur Lösung der komplexen Problemstellung wurden bereits durch die Studierenden aus den drei verschiedenen Fachrichtungen abgedeckt. Sowohl die Erhebung der Anforderungen als auch die Entwicklung des Produkts konnten daher an die Studierenden übergeben werden. Im Gegensatz dazu weisen viele agile Ansätze im Hochschulbereich den Dozenten als Product Owner zu, wie z. B. in eduScrum (Wijnands, 2020). Durch die Zusammenarbeit mehrerer Studiengänge war es möglich, die Rolle des Product Owners auch den Studierenden zu übertragen. Durch die Wahl unseres innovativen Ansatzes sind die Studierenden daher in der Lage, nicht nur das „Wie" einer Lösung zu bestimmen, sondern auch das „Was", das tatsächlich wichtig ist, um die Bedürfnisse des Kunden zu erfüllen. Der Weg zu einer Lösung bleibt somit sehr breit und offen. Studierende aus diesem Kurs genossen einerseits den hohen Grad an Freiheit, andererseits machten sie auch deutlich, dass dies leicht zu Überforderung und dem Gefühl führte, die Struktur im Arbeitsablauf zu verlieren. Es muss ein ausgewogener Weg gewählt werden, um dem Wunsch nach einem gelenkten Lernpfad zu entsprechen und gleichzeitig die Vielfalt der möglichen Lösungen im beruflichen Innovationsprozess nachzuahmen.

Der unterschiedliche Wissensstand in den jeweiligen Bereichen stellte ebenfalls ein erhebliches Hindernis für den Wissenstransfer dar. Die Bioinformatikstudenten begannen, Prozesse und Messungen zu automatisieren, während die Gartenbaustudenten erst lernen mussten, wie man einen Raspberry-Pi-Computer benutzt. Es sind Verbesserungen erforderlich, um sicherzustellen, dass Wissen noch besser zwischen den Disziplinen ausgetauscht werden kann. Ein möglicher Weg, dies zu ermöglichen, wäre die Einrichtung von Learning Buddies im Kurs oder die Aufteilung des Teams in mehrere kleinere Scrum-Teams. Auch auf der organisatorischen Ebene des Studiengangs mussten Hindernisse beseitigt werden, da jede Fakultät ihren eigenen Studienplan sowie ihr eigenes Bewertungssystem für Wahlpflichtfächer hatte. Universitäten oder Fachhochschulen sollten ihre Bedingungen fakultätsübergreifend harmonisieren, um diese neuen Formen der interdisziplinären Lehre zu erleichtern.

Die Schaffung von interdisziplinären Kursen, welche die Überschneidung von traditionellen Fächern mit digitalen Technologien etablieren, sollten einen wichtigen Platz in der zukünftigen Hochschulbildung einnehmen, um den Herausforderungen und Bedürfnissen des Berufsmarktes gerecht zu werden. Das Zusammenbringen von Fachexperten ist in Unternehmen gang und gäbe, dies sollte auch in der universitären

Lehre einen höheren Stellenwert erhalten und durch solche interdisziplinären Projekte gefördert werden.

3.3 Bewertung des interdisziplinären Projekts

Das Projekt „GreDigree – Interdisziplinäre Entwicklung digitaler Kompetenzen in den Lebenswissenschaften" wurde in seinem Verlauf an zahlreichen Stellen mit Herausforderungen konfrontiert, die gezeigt haben, dass Interdisziplinarität nicht ausschließlich in ihrem eigentlichen Wortsinne, also der Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen gesehen und umgesetzt werden kann. Weitere Ebenen, die unwillkürlich mit dieser Interdisziplinarität zusammenhängen, sind:

- örtliche Gegebenheiten: die Schwerpunktkompetenzen der einzelnen Disziplinen können auf unterschiedliche Standorte verteilt sein. Diese lagen im Projekt GreDigree rund 200 km auseinander. Dies ist auf der Ebene der Projektbearbeitung zunächst keine außergewöhnliche Tatsache. Auf der Ebene der Studierenden kann diesen jedoch kein regelmäßiger Fahraufwand über solche Entfernungen zugemutet werden, so dass für eine kontinuierliche interdisziplinäre Zusammenarbeit durch den gesamten Projektverlauf hindurch weitere organisatorische Überlegungen und Anstrengungen zu unternehmen sind.
- Hochschulorganisatorische Gegebenheiten: die unterschiedlichen Fachdisziplinen sind i.d.R. auf unterschiedliche Studiengänge verteilt. Die Studiengänge können auf unterschiedliche Fakultäten verteilt sein. Die unterschiedlichen Anforderungen, Bedingungen und Gegebenheiten der Studienorganisation, des Stundenplanaufbaus, der Handhabung von Praktika, Blockkursen, Prüfungsleistungen und Wahlfächern etc. kann schon innerhalb einer Fakultät zwischen den Studiengängen ein beträchtliches Hindernis sein, und zwischen verschiedenen Fakultäten umso mehr. Sollte Interdisziplinarität zukünftig noch weiter, z. B. hochschulübergreifend, gedacht werden, wird dieser Punkt noch komplexer.
- nicht zu vernachlässigen ist weiterhin die studierendenindividuelle Interdisziplinaritätskompetenz. Die naturgemäß individuelle Interessenlage der einzelnen Studierenden bringt es mit sich, dass die Studierenden einerseits schon über unterschiedliche Zusammensetzungen disziplinenübergreifender Kenntnisse verfügen, und es ihnen andererseits aber auch unterschiedlich schwer oder leicht fällt, sich auf die jeweils anderen Wissensgebiete einzulassen.

Um diesen Hürden entgegenzutreten, wurden folgende Maßnahmen getroffen:

- die Schwerpunktkompetenz NIRS wurde am Standort Triesdorf in die Form zweier aufeinander aufbauender Module gegossen, die eine Übertragung zwischen Dozenten, Standorten und Studiengängen ermöglicht. So steht diese Expertise auch dem entfernten Standort zur Verfügung.
- das eigentliche interdisziplinäre Projekt wurde am Standort Freising abgehalten. Hier können, wie in Absatz 3.1 aufgezeigt, die Studierenden sich über den gesamten Projektverlauf hinweg in engem und kontinuierlichem Austausch am Projekt-

fortschritt beteiligen. Studierende des Gartenbaus beschäftigen sich mit der Anwendung der NIR-Spektroskopie, Studierende der Bioinformatik bekommen ein Gespür für die pflanzenbaulichen Begriffe und Zusammenhänge. Studierende der Agrarwissenschaften profitieren ebenfalls von diesen beiden Bereichen und bringen ihrerseits den Aspekt der spezifischen ökonomischen Belange mit ein.
- Die Überbrückung der organisatorischen Hürden und der Wissenstransfer zwischen den Standorten wird aktuell vorwiegend über das Engagement der Projektbeteiligten abgefangen.

Die gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass eine nachhaltige Interdisziplinarität auch durch geeignete Strukturen gestützt werden muss. Wunsch und Notwendigkeit interdisziplinärer Ansätze müssen daher auch bei der zukünftigen Weiterentwicklung von Studiengängen verstärkt in den Fokus genommen werden. Nichtsdestotrotz beweist das vorliegende Projekt, dass auch in den bestehenden Strukturen interdisziplinäre Ansätze möglich sind.

In Bezug auf die bei den Studierenden vorliegenden Kompetenzen und Interessen wurden über die drei Semester hinweg, in denen das interdisziplinäre Projekt jeweils angeboten wurde, entsprechend dem Feedback von den Studierenden, die thematische Aufgabenstellung modifiziert.

4 Feedback der Student*innen

Zu Beginn der Veranstaltung zeigten die Studierenden ein ausgeprägtes Interesse an der Sensorik und deren Anwendung in der Landwirtschaft, insbesondere im Hinblick auf die Erhebung und Nutzung agrarrelevanter Daten. Nur wenige verfügten jedoch über Vorkenntnisse zur Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) oder kannten konkrete Anwendungsbeispiele. Auffällig war zudem die große Heterogenität im Bereich der IT-Kompetenzen: Während nahezu alle Studierenden im Umgang mit mobilen Endgeräten und sozialen Medien versiert waren, reichte das Wissen im Bereich PC-Hardware und -Software von grundlegenden Kenntnissen bis hin zu fortgeschrittenen Grundkenntnissen.

Im Laufe des Semesters veränderte sich die Erwartungshaltung der Studierenden – abhängig von ihren Vorkenntnissen und ihrer Bereitschaft, sich auf neue Themenfelder einzulassen. Besonders offene und interessierte Studierende entwickelten eigenständig, auf dem Design-Thinking-Prozess basierende, fundierte Arbeitshypothesen und überprüften diese durch gezielte Versuchsanordnungen.

Am Ende der Vorlesungszeit wurden die Studierenden erneut zur Reflexion angeregt. Das Feedback war insgesamt positiv: Herausgehoben wurde hier vor allem der praktische Bezug, den die Studierenden bekommen konnten. Einerseits in der Form, dass die Balance zwischen Theorie und Praxis als ausgeglichen empfunden wurde, andererseits aber auch, dass Praxis nicht nur angesprochen wurde, sondern im Projekt konkret am Objekt experimentiert und gearbeitet werden konnte. Das Ziel, ein grund-

legendes Verständnis für die Belange der jeweiligen Disziplinen und ihr Zusammenspiel zu schaffen, wurde erreicht. 5 Aussichten und Verstetigung

Die Lehrveranstaltung *„Einführung in die Nahinfrarotspektroskopie“* wurde im Sommersemester 2024 erstmals angeboten. Das Interesse war zunächst verhalten, mit nur wenigen eingeschriebenen Studierenden. Im Sommersemester 2025 hingegen war die Veranstaltung mit vier überbuchten Plätzen deutlich stärker nachgefragt. Dieses wachsende Interesse unterstreicht die Relevanz des Themas und legt nahe, die Veranstaltung auch über die Projektlaufzeit hinaus im geplanten Studienschwerpunkt *„Digitalisierung in der Agrarwirtschaft“* des Studiengangs Agrartechnik zu verankern.

Die Lehrveranstaltung „Projektlabor Gartenbau: Praxisorientierte Forschung und Entwicklung im Team – Projektstudium“ wurde an der Fakultät für Gartenbau und Lebensmitteltechnologie im Wintersemester 2025/2026 erstmalig für Studierende im ersten Semester des Studiengangs Gartenbau etabliert und ließ sich dabei unter anderem von der agilen Zusammenarbeit des entwickelten Moduls inspirieren.

Aus dem Feedback der ersten Runden konnte Optimierungspotential abgeleitet werden. Insbesondere die erforderlichen Voraussetzungen im Bereich IT sollten im Vorfeld klarer kommuniziert werden.

Die NIR-Werkstatt wird künftig eine zentrale Rolle in der Weiterentwicklung der Lehre einnehmen. Sie bietet nicht nur eine standardisierte Umgebung für Messungen im Rahmen von Projekt-, Studien- und Abschlussarbeiten, sondern kann auch als Produktionsort für Lehrvideos genutzt werden, die über *Virtuelle Hochschule Bayern (VHB)* in der digitalen Lehre bereitgestellt werden sollen.

Langfristig besteht zudem das Potenzial, die Werkstatt als Schnittstelle zwischen Hochschule und Wirtschaft zu etablieren. Unternehmen, die den Mehrwert der NIR-Technologie erkennen, könnten diesen Lernort nutzen – etwa für Schulungen oder gemeinsame Projekte. Damit würde die Werkstatt zu einem Ort des Austauschs zwischen Studierenden und Praxisakteuren und somit zu einem Impulsgeber für Innovation und Wissenstransfer.

5 Zusammenfassung

Im Projekt GreDigree wurden und werden anhand von praktischen Beispielen Wissen und Kompetenzen über verschiedene digitale Technologien und Methoden vermittelt. Der Fokus liegt dabei im Bereich der angewandten Lebenswissenschaften wie der Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln und natürlichen Rohstoffen.

Zentrale Bausteine sind agile Entwicklungsmethoden, die Nahinfrarotspektroskopie, das maschinelle Lernen und der innovative Anwendungsbereich des Indoor-Vertical-Farmings.

Die bisherigen Erfahrungen im Projekt haben gezeigt, dass die Integration verschiedener Perspektiven – auch in Form unterschiedlicher Teamrollen – die Kreativität und Anpassungsfähigkeit der Lernenden stärkt. Diese Vielfalt an Sichtweisen unterstützt die Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu erkennen sowie innovative Lösungsansätze zu entwickeln. Die Betrachtung eines Problems aus mehreren fachli-

chen Blickwinkeln ermöglicht eine ganzheitlichere Analyse und fördert die Entwicklung nachhaltiger Lösungen.

Darüber hinaus stärkt interdisziplinäres Arbeiten die Teamkompetenz, da unterschiedliche fachliche Hintergründe zusammengeführt werden. Dies spiegelt die Realität beruflicher Praxis wider, in der komplexe Herausforderungen häufig nur durch die Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen bewältigt werden können. Interdisziplinäre Lehre trägt somit wesentlich dazu bei, Studierende auf die Anforderungen einer zunehmend vernetzten und dynamischen Arbeitswelt vorzubereiten.

Das positive Feedback der Studierenden bestätigt diesen Ansatz: Sie zeigen ein hohes Maß an Interesse und Motivation, insbesondere bei Veranstaltungen, die reale Problemstellungen aus verschiedenen interdisziplinären Blickwinkeln beleuchten. Die Breite der Themen eröffnet zudem die Möglichkeit, individuelle Interessen zu vertiefen und praxisnahe Kompetenzen zu entwickeln.

Für die Zukunft ist es daher wünschenswert, interdisziplinäre Lehrformate weiter auszubauen und systematisch in die Curricula zu integrieren. Sie leisten nicht nur einen Beitrag zur fachlichen Qualifikation, sondern fördern auch die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen wie Kreativität, Teamfähigkeit und systemisches Denken – Fähigkeiten, die in der heutigen Wissensgesellschaft von zentraler Bedeutung sind.

Literatur

Kabir, M. S. N., Reza, M. N., Chowdhury, M., Ali, M., Samsuzzaman, Ali, M. R., Lee, K. Y., & Chung, S.-O. (2023). Technological trends and engineering issues on vertical farms: A review. *Horticulturae, 9*(11). https://doi.org/10.3390/horticulturae9111229

Krehbiel, T. C., Salzarulo, P. A., Cosmah, M. L., Forren, J., Gannod, G., Havelka, D., Hulshult A. R., & Merhout, J. (2017). Agile manifesto for teaching and learning. *The journal of effective teaching, 17*, 90–111.

Neumann, M., & Baumann, L. (2021). Agile methods in higher education: adapting and using eduscrum with real-world projects. *Proceedings of the 2021 IEEE Frontiers in Education Conference*, 1–8. https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637344

van Delden, S. H., SharatKumar, M., Butturini, M., Graamans, L. J. A., Heuvelink, E., Kacira, M., Kaiser, E., Klamer, R. S., Klerkx, L., Kootstra G., Loeber, A., Schouten, R. E., Stanghellini, C., van Ieperen, W., Verdonk, J. C., Vialet-Chambrand, S., Woltering, E. J., van de Zedde, R., Zhang, Y., & Marcelis, L. F. M. (2021). Current status and future challenges in implementing and upscaling vertical farming systems. *Nature Food, 2*, 944–956. https://doi.org/10.1038/s43016-021-00402-w

Vetterli, C., Uebernickel, F., & Brenner, W. (2013). *Jumpstarting Scrum with Design Thinking*. University of St. Gallen, Insitute of information management.

Wijnands, W. et al. (2020). *The eduscrum guide*. https://eduscrum.ru/wp-content/uploads/2020/01/The_eduScrum-guide-English_2.0_update_21-12-2019.pdf

Transfer in die Praxis?
Digitale Kompetenzen für Industrie und Arbeitswelt

Kompetenzerwerb stellt eine notwendige nicht aber hinreichende Bedingung dar – Studierende müssen das Gelernte auch in realen Kontexten anwenden können. Hier setzt der zweite Abschnitt des Sammelbands an: Es zeigt, wie Hochschulen systematisch Transfer-Brücken zwischen akademischer Ausbildung und praktischer Anwendung schlagen können. Ging es im ersten Abschnitt vor allem um die didaktischen Grundprinzipien innovativer Hochschullehre, rückt nun der konkrete Transfer in die Praxis in den Mittelpunkt der Betrachtung: Alle vier Beiträge des vorliegenden Abschnitts beschäftigen sich konsequenterweise mit dem Praxistransfer digitaler Kompetenzen und Future Skills. In ihrer je eigenen Art stellen sie dabei das Lernen an realen Herausforderungen, die interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Verbindung von Theorie und Praxis in den Mittelpunkt und bilden so verschiedene Verbindungslinien zum Konzept des Transfers. Gemeinsam bleibt dabei die Öffnung der Hochschulen nach außen – zu regionalen Unternehmen, zur Wirtschaft, zu gesellschaftlichen Akteuren. Drei Beiträge konzentrieren sich dabei auf ein besonderes Lehrformat – Challenge-based Learning (CBL). Dabei verweisen die Beiträge auf eine je eigene Dimension der Ausrichtung: Zeigen Auer et al., wie Hochschulen als Motor regionaler Entwicklung wirken können, wenn internationale Studierende im CBL-Format mit regionalen Praxispartnern zusammenarbeiten, konzentrieren sich Albuquerque et al. darauf, wie die traditionelle Trennung von theorieorientierter universitärer und anwendungsorientierter Hochschullehre aufgehoben werden kann, um – ähnlich wie bei den interdisziplinären Ansätzen aus Abschnitt 1 – neue Lernräume zu eröffnen. Eine systematische Untersuchung der Wirkung von CBL wird schließlich von Demirtürk et al. durchgeführt. Hier wird noch einmal unterstrichen, dass innovative Lehrformate unter anderem auch Zeit und Übung brauchen, um ihre volle Wirkung zu entfalten.

Ergänzend zu diesen praktischen Perspektiven erweitert der Beitrag von Krumme et al. den Abschnitt um eine methodische Dimension. Hier wird ein Instrument zur Integration ethischer Aspekte und Reflexion in agile Entwicklungsprozesse vorgestellt, das u. a. auch im Hochschulkontext bei der Ausbildung von Informatikstudierenden eingesetzt werden kann.

Was alle Beiträge verbindet, ist die konsequente Außenorientierung als Erweiterung der didaktischen Prinzipien aus Abschnitt 1. Während dort studentische Autonomie, projektbasiertes Lernen und Interdisziplinarität bereits zentral waren, zeigen die Konzepte dieses Abschnitts, wie diese Prinzipien durch authentische Partnerschaften mit externen Akteuren an Wirkkraft gewinnen. Die Studierenden entwickeln nicht nur für hypothetische Szenarien, sondern schaffen Lösungen mit realem Impact – ob regional, institutionsübergreifend oder in internationalen Kontexten. Transfer wird so nicht als nachgelagerter Schritt verstanden, sondern als integraler Bestandteil des Lernprozesses selbst.

Kathrin Auer, Alexander Pflieger, Wolfgang Dorner, Jane Käser & Roland Zink

Challenge-based Learning als Erfolgskonzept zur Stärkung der Lehr- und Forschungslandschaft im ländlichen Raum

Das Digitalisierungskolleg Progressiv-digitale Provinz

Abstract

Das Digitalisierungskolleg *Progressiv-digitale Provinz* an der TH Deggendorf fördert praxisnahe Digitalisierung im ländlichen Südostbayern. Es adressiert Fachkräftemangel und unterstützt die Integration internationaler Studierender in den regionalen Arbeitsmarkt. Das Lehrkonzept basiert auf *Challenge-based Learning* und bindet Unternehmens- sowie Praxispartner aktiv ein. Die Erfahrungen aus vier Durchgängen zeigen positive Effekte auf regionale Forschungsnetzwerke sowie praxisnahe Qualifizierung von Studierenden. Das Kolleg – gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst und begleitet vom Bayerischen Institut für Digitale Transformation (bidt) – fördert Unternehmenskooperationen, individuelle Karrierechancen und regionale Gründungsaktivitäten nachhaltig. Eine langfristige Verstetigung wird angestrebt, wovon die regionale Forschungs- und Innovationslandschaft profitiert.

1 Einleitung

Das Digitalisierungskolleg Progressiv-digitale Provinz (PdP) an der Technischen Hochschule Deggendorf (THD) ist ein innovatives Bildungsformat, welches sich mit den Herausforderungen und Chancen der Digitalisierung im ländlichen Raum befasst. In Anlehnung an den Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2019, S. 31ff.) versteht unser Kolleg Digitalisierung als die Entwicklung und Anwendung digitaler sowie digitalisierter Techniken, die sich mit bestehenden (analogen) Techniken sowie Methoden verzahnen und diese erweitern. In diesem Verständnis wirkt Digitalisierung auf wirtschaftliche, soziale und gesellschaftliche Systeme gleichermaßen ein und besitzt große transformative Wucht. Das Kolleg verknüpft Digitalisierung mit einem Fokus auf ländliche Regionen, dem dortigen Fachkräftemangel sowie der Integration internationaler Studierender in den regionalen Arbeitsmarkt. Diese Aufgabenstellungen, die sich eben im ländlichen Raum verstärkt artikulieren, begründen die Motivation zur Entwicklung, Implementierung und Verstetigung des Digitalisierungskollegs, welches den Technologie- und Wissenstransfer zwischen Hochschule und Unternehmen sowie die Schaffung nachhaltiger regionaler Kooperationsnetzwerke anstrebt. Das präsentierte Kollegskonzept basiert auf *Challenge-based Learning (CBL)* und setzt auf praxisnahe Projekte mit regionalen Unternehmens- bzw. Praxispartnern.

Der Beitrag bietet einen fundierten Einblick in die Grundidee, die strukturellen Rahmenbedingungen sowie die konkrete Ausgestaltung des Digitalisierungskollegs. Die Ergebnisse stützen sich dabei auf die gesammelten Erfahrungen aus drei Jahren

Durchführung mit vier Durchläufen sowie den fortlaufend dokumentierten studentischen und praxispartnerbezogenen Evaluierungen.

2 Das Digitalisierungskolleg Progressiv-digitale Provinz

2.1 Die Institution: Technische Hochschule Deggendorf

Die THD ist mit aktuell 9.122 Studierenden eine der größten Hochschulen in Bayern (THD, 2025). Trotz einer hohen Internationalisierungsquote von 45 % ist sie durch ihr Einzugsgebiet im südöstlichen Bayern tief in der ländlichen Struktur Niederbayerns verwurzelt. Seit dem Jahr 2009 folgt die Hochschulentwicklung mit ihren nunmehr 18 in der Region verteilten Technologietransferzentren (TTZ) einem räumlich-dezentralen Konzept (siehe Karte Abb. 2). Durch die Gründungen der TTZs hat sich die THD in den letzten Jahren sehr dynamisch in der Region entwickelt. So gilt sie nicht nur als die am stärksten wachsende Hochschule im Freistaat, sondern auch als eine der forschungsstärksten in Bayern (THD, 2025).

2.2 Der Rahmen: Forschungsstärke im ländlichen Raum

Die Forschungsstärke der THD beruht zum Großteil auf den Forschungsaktivitäten der angesprochenen TTZ, die, bedingt durch die dezentrale Ausrichtung, speziell mit der lokalen Industrie, den örtlichen KMU sowie Kommunen und Städten kooperieren, um die Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Region zu stärken (Zink 2013). Schwerpunkte dieser anwendungsorientierten Forschung sind mit den Begriffen Digital Technologies, Sustainable Production & Energy Technologies, Smart Materials sowie Quality of Life & Healthcare gekennzeichnet und tragen zur Profilbildung der Standorte bei. Anspruch dieser räumlich-dezentralen Strategie ist es, neben der Ausbildung hochqualifizierter Arbeitskräfte für die Region zur wissenschaftlichen Entwicklung zukunftsweisender Technologien sowie zur nachhaltigen Stärkung strukturschwacher Regionen durch Wissens- und Technologietransfer beizutragen.

Werden Hochschulstandorte geografisch verortet, treten Regionen unterschiedlicher Qualitäten hervor, welche häufig in eine Zweiwertigkeit (Kraus 2022) führen, wie sie etwa durch Stadt und Land charakterisiert ist. Diese Dichotomie findet sich in den Kategorien ländlicher Raum und Verdichtungsraum wieder, wenngleich anzumerken ist, dass diese Kategorien in sich eine große Heterogenität aufweisen und der Übergang zwischen den beiden Polen mehr ein Kontinuum und weniger eine hart definierte Grenze darstellt. Dennoch sind es insbesondere die Metropolen und Oberzentren, in denen hochwertige Bildungsinstitutionen bereitgehalten werden, und in der Regel nicht die Peripherie. Ebenso akkumulieren sich in den Städten wirtschaftliche Aktivitäten, die zusammen mit den Bildungseinrichtungen Forschungs- und Innovationskraft erzeugen.

Küpper (2016) typisiert den ländlichen Raum anhand der zwei Dimensionen „Ländlichkeit" und „soziökonomische Lage". Einerseits sind die Zuschreibungen zum ländlichen Raum durch Sozial- und Raumindikatoren gut abbildbar und ermöglichen eine „kartographische" Grenzziehung sogar bis auf kommunale Ebene (siehe Abb. 2), andererseits bilden diese Strukturdaten nur einen Teil des komplexen Wirkungsgefüges sowie der Selbst- bzw. Fremdwahrnehmung und -zuschreibung der Menschen wider. Das politische Postulat zur Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse (Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland Art. 72 Abs. 2 sowie Verfassung des Freistaates Bayern Art. 3 Abs. 2 Satz 2) lenkt den Blick ungewollt auf regionale Unterschiede und weniger auf Gemeinsamkeiten. Barlösius (2006) erörtert in ihrem Artikel „Gleichwertig ist nicht gleich", dass sich als Gerechtigkeitsmaß eine Gleichverteilung entlang einer vertikalen Achse der Sozialstruktur und einer horizontalen Achse der Regionen (Raumausstattung) ableiten lässt, wobei Ausgleich nicht Angleichung bedeutet. Werden die Pole ländlicher Raum und Verdichtungsraum nicht hierarchisch im Sinne eines Entwicklungsstandes gedacht, können wertneutral Gemeinsamkeiten und Unterschiede als ein Nebeneinander von Verschiedenartigkeit und Vielfalt ausbuchstabiert werden. Dies gilt auch für die Bildungs-, Forschungs- und Hochschullandschaft. Nicht das „Kopieren" städtischer Strukturen erscheint zielführend, sondern das Beschreiten eigener Wege und Konzepte wie etwa die TTZ-Struktur, um eine gleichwertige Lehr- und Forschungslandschaft im ländlichen Raum zu etablieren.

2.3 Das didaktische Konzept: Challenge-based Learning

Das Finden eigener Wege bedeutet nicht zwangsweise gänzlich neue Methoden zu entwickeln, sondern kann auch darin bestehen, etablierte Lehr-, Lern- und Forschungskonzepte an den gegebenen Strukturen auszurichten, um ein bestangepasstes Setting zu erreichen. Das Kolleg greift den Ansatz des CBL auf. „A challenge-based learning experience is a learning experience where the learning takes places [sic!] through the identification, analysis and design of a solution to a sociotechnical problem. It is typically multidisciplinary, takes place in an international context and aims to find a solution, which is environmentally, socially and economically sustainable" (Malmqvist, Radberg, & Lundqvist, 2015).

Studierende bearbeiten beim CBL in interdisziplinären Teams reale Aufgabenstellungen („Challenges") aus den Bereichen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt, die durch Praxispartner eingebracht werden. Der Weg zur Lösung bleibt den Teams selbst überlassen, was Kreativität, Eigenverantwortung sowie Teamarbeit fordert und fördert. Unterstützt werden die Studierenden durch Coaches, im Kolleg durch zwei Wissenschaftler mit je technischem bzw. wirtschaftlichem Hintergrund. Das innovative didaktische Konzept zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- *Offene, realweltliche Herausforderungen:* Die Herausforderungen sind bewusst offen definiert und erlauben mehrere Lösungswege (Taconis & Bekker, 2023). Die Aufgaben orientieren sich an gesellschaftlich/wirtschaftlich relevanten Problemstellungen und besitzen hohe Praxisrelevanz (University of Twente, 2025).

- *Multidisziplinarität & Kooperation:* Praxisnahe Problemstellungen erfordern fachübergreifende Lösungen. Entsprechend ist es Ziel, Teams von Studierenden aus unterschiedlichen Fachrichtungen zu bilden (Höffken & Lazendic-Galloway, 2024). Die Studierenden lernen in kleinen Gruppen kollaborativ zu arbeiten, was sowohl für den Erwerb sozialer Kompetenz als auch zur Stakeholder-Einbindung essenziell ist (Lang, 2023).
- *Erfahrungsorientierung & Produktivität:* CBL gilt als expansiv und experimentell, da Lernende ihr Wissen durch „learning by doing" akquirieren (Helker, Bruns, & Vermunt, 2024). Die dabei entstehenden praxisorientierten Ergebnisse, wie etwa Berichte, Prototypen, Homepages, digitale Applikationen oder Software, besitzen über den Lernort der Hochschule hinaus Bedeutung (Taconis & Bekker, 2023).
- *Lernende im Zentrum (Autonomie):* Studierende definieren zusammen mit ihren Praxispartnern (Challenge-Gebern) aufbauend auf ihren Vorerfahrungen sowie Kompetenzen und ihrer Motivation eigene Lernziele und bearbeiten diese selbstständig.
- *Reflexion & Feedback:* Regelmäßiges teaminternes wie durch Coaches angeleitetes Reflektieren über die gesammelten Projektfortschritte stärkt das Problemlösungsvermögen (Helker, Bruns, & Vermunt, 2024). Zwischenergebnisse können u. a. durch Publikationen oder Präsentationen geteilt, diskutiert und bewertet werden (Dikilitas, Marshall, & Shahverdi, 2025).
- *Strukturierter Prozessrahmen:* Die Studierenden erarbeiten für ihre Vorhaben einen zeitlichen und inhaltlichen Rahmen. Dieser wird durch begleitende Weiterqualifizierungen wie themenspezifische Seminare oder Soft-Skill-Schulungen unterstützt (Galdames-Calderón, Stavnskaer Pedersen, & Rodriguez-Gomez, 2024) und benötigt ein effizientes, kollaboratives Arbeitsumfeld mit z. B. Share-Ordnern, GitHubs sowie Forschungsdatenmanagement. Struktur- und Methodenunterstützung (Scaffolding) sichern Fortschritt trotz Offenheit (Kools & van Ravenswaaij, 2016).
- *Coaching & Unterstützung:* Lehrende begleiten die (Gruppen-)Arbeit als Coaches und fördern handlungsorientiertes und selbstgesteuertes Lernen (Gómez Puente, Doulougeri, & Bruns, 2022). Die Begleitung gewährleistet wertvollen externen Input sowohl wissenschaftlicher als auch praxisbezogener Expertise.
- *Lern- und arbeitsgruppenangepasste Schwierigkeit:* Die bereitgestellten Aufgaben sind herausfordernd, aber nicht überfordernd. Aufbauend auf den Studienschwerpunkten und den studentischen Vorqualifikationen lassen sich individuelle bzw. gruppenspezifisch Schwierigkeitsgrade optimal definieren. Dies fördert die intrinsische Motivation und unterstützt einen kontinuierlichen Arbeitsfluss („desirable difficulty") (de Bruin et al., 2023).
- *Nachhaltigkeit & gesellschaftliche/wirtschaftliche Wirkung:* Da die Aufgabenstellungen von Praxispartnern stammen, besitzen diese hohe gesellschaftliche, ökologische oder wirtschaftliche Relevanz. Entsprechend tragen die entwickelten Lösungen zu einer nachhaltigen, resilienten und wettbewerbsfähigen Gesellschaft bei (Höffken & Lazendic-Galloway, 2024).

2.4 Das Projekt: Digitalisierungskolleg Progressiv-digitale Provinz (PdP)

Im Mittelpunkt des Kollegs steht die Vermittlung digitaler Kompetenzen mit Fokus auf Bedarfen im ländlichen Raum Südostbayern. Ziel ist es, Studierenden die Möglichkeit zu geben, ihr Wissen im Bereich Digitalisierung studiengangsübergreifend zu vertiefen und Praxiserfahrungen zu sammeln. Unternehmen formulieren zu Beginn sogenannte Challenges, auf die sich Studierende unterschiedlicher Fachrichtungen bewerben, um anschließend Lösungen im Team zu erarbeiten. Während des zweisemestrigen Bearbeitungsprozesses erhalten sie ein Mentoring seitens des wissenschaftlichen Personals („Coaches") mit zielgerichteten Lehrangeboten (siehe Abb. 1). Das Qualifizierungsprogramm wird hauptsächlich von den Coaches durchgeführt, Professorinnen und Professoren reichern es mit Gastvorträgen an, bieten themenspezifische Blockvorlesungen oder unterstützen zielgerichtet Teams, wenn die Challenges in deren Expertise fallen.

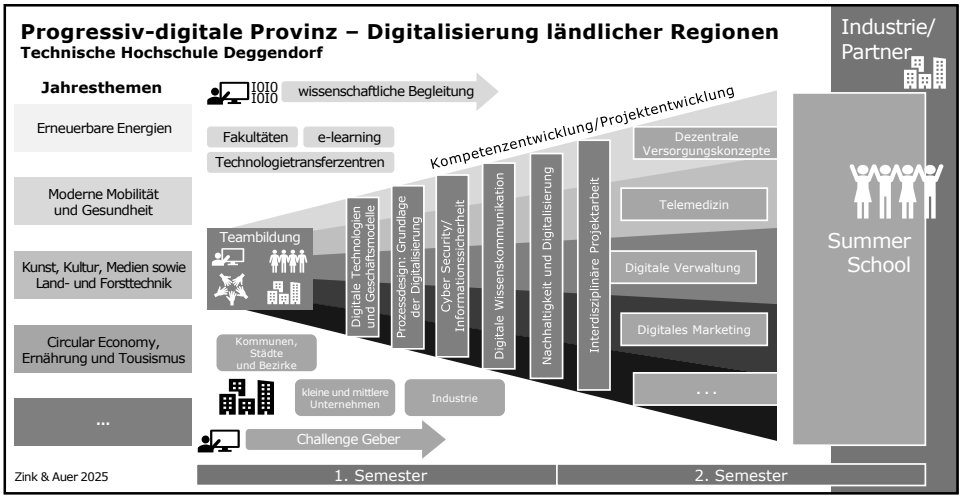


Abbildung 1: Konzeptioneller Aufbau Digitalisierungskolleg PdP

Das Programm ist in Semesterzyklen organisiert, wobei jeder Durchgang unter einem übergeordneten Leitthema steht. Bis Ende September 2025 wurden vier Durchläufe mit folgenden thematischen Schwerpunkten absolviert:

1. Erneuerbare Energien
2. Moderne Mobilität und Gesundheit
3. Kunst, Kultur, Medien sowie Land- und Forsttechnik
4. Circular Economy, Ernährung und Tourismus

Die Themenschwerpunkte sind bewusst weit gefasst, damit interdisziplinäre Lösungsansätze möglich, respektive gefordert sind. Die Studierenden können aus einem Pool an Challenges wählen und diese mit eigenen Ideen bereichern. Bei der Teambildung wird sowohl hinsichtlich der Fachrichtungen als auch der kulturellen Hintergründe

der Teilnehmenden Wert auf eine vielfältige Zusammensetzung gelegt. An den ersten vier Durchläufen nahmen über 150 Studierende (davon 113 Studierende mit erfolgreichem Abschluss) und 20 Unternehmen bzw. öffentliche Einrichtungen als Challenge-Geber teil.

Die Studierenden besuchen in der Vorlesungszeit einmal pro Woche eine gemeinsame Lehrveranstaltung und nutzen diese gemeinsame Zeit aktiv für ihre Gruppenarbeit. Der wöchentliche Teamaustausch ist verpflichtend. In regelmäßigen Abständen erfolgen Zwischenpräsentationen, um den Projektfortschritt fortlaufend zu dokumentieren. Zudem dient dieser Prozess der kritischen Reflexion des Fortschritts, indem externe Praxispartner und die begleitenden Wissenschaftler stets informiert sind und ihrerseits Rückmeldung zu den erreichten Ergebnissen geben können.

Den Abschluss des Programms bildet eine Summer School, in der sich alle Teams des jeweiligen Jahrgangs treffen, um sich gegenseitig sowie vor einer Jury aus Expertinnen und Experten ihre Ergebnisse zu präsentieren. Für die einwöchige Summer School hat sich eine Zusammenarbeit mit Partneruniversitäten in Chile (Universidad de Concepción (UdeC), Universidad de La Frontera (UFRO), Universidad Autónoma de Chile (UA) ergeben, wodurch der Teilnehmerkreis vergrößert werden konnte. In diesem Rahmen dürfen ausgewählte Studierende des Kollegs jedes Frühjahr nach Chile reisen. Der chilenische Gegenbesuch in Deggendorf findet im Herbst statt. Nach erfolgreicher Abschlusspräsentation und schriftlicher Dokumentation erhalten die Studierenden ein Zertifikat mit 18 ECTS-Punkten, welche durch die zweisemestrige Dauer und den hohen Arbeitsaufwand der Studierenden gerechtfertigt sind.

3 Erfahrungsbericht

Die Entwicklung neuer Lehr- und Lernkonzepte im Hochschulkontext bietet die Chance, innovative Ansätze in der akademischen Bildung mitzugestalten. Sie ist gleichsam aber eine inhaltlich wie organisatorisch fordernde Aufgabe. Durch neue Lehrkonzepte lässt sich auf sich stetig verändernde gesellschaftliche Anforderungen reagieren, zu denen exemplarisch eine beschleunigte Digitalisierung der Lehre in Folge der COVID-19-Pandemie, die Klimaveränderung, geopolitische Verwerfungen, aber auch eine wachsende Anzahl internationaler Studierender (insbesondere an der THD) oder ein steigender Kostendruck seitens der öffentlichen Haushalte zählen. Hochschulen müssen daher sicherstellen, dass ihre Programme zukunftsorientiert ausgerichtet und gleichzeitig in die bestehenden Strukturen effizient eingebunden sind.

Diese Einbindung bedarf einer engen hochschulinternen Abstimmung zwischen Lehrenden, Fakultäten und Verwaltung, um die geforderte Interdisziplinarität gewährleisten und ganzheitliche Lösungen entwickeln zu können. Die Strukturen der akademischen Selbstverwaltung spielen dabei eine zentrale Rolle. Mit Blick auf das implementierte Kolleg manifestiert sich dieser Verwaltungsaspekt in einem neu entwickelten Zertifikatsprogramm, welches durch eine eigenständige Studien- und Prüfungsordnung (SPO) an der Fakultät für Angewandte Informatik organisatorisch eingebettet ist. Die SPO dient als Rahmen, um Aufgabenstellungen aus dem unterneh-

merischen Umfeld in die Lehrorganisation zu integrieren. Gleichzeitig lassen sich damit ECTS-Punkte und Abschlüsse (Zertifikat) für die Studierenden vergeben.

Der präsentierte Erfahrungsbericht greift nicht nur didaktische und inhaltliche Aspekte auf, sondern geht schlaglichtartig auch auf organisatorische Aspekte der Umsetzung ein. Beide Aspekte gilt es gleichermaßen zu berücksichtigen, um kreative und komplexe Lernsettings wie eben CBL gewinnbringend umzusetzen. Dabei bleibt das Kolleg selbst dynamisch, indem die gesammelten Erfahrungen und Evaluierungen des jeweils letzten Durchlaufs stets zur Verbesserung des nächsten Durchlaufs genutzt werden. Einige der präsentieren Ergebnisse sind folglich in das Zertifikatsprogramm bereits eingearbeitet, andere befinden sich in der Umsetzung.

Die Auswertung der Ergebnisse folgt der Zweiteilung in didaktisch-inhaltliche und organisatorische Aspekte. Tabelle 1 zeigt die Prioritäten, welche wir den einzelnen Aspekten auf Grundlage unserer dreijährigen Erfahrung zuweisen.

Tabelle 1: Erfahrungen aus der Implementierung des PdP-Kollegs an der THD

3.1 Didaktisch-inhaltliche Erfahrungen		3.2 Organisatorische Erfahrungen	
▪ **Aufbau interdisziplinärer Studierendenteams und Teambildung** ▪ **Freiheitsgrade der Projektbearbeitung** ▪ Challenge-Geber und Projekte ▪ Wirkung für den ländlichen Raum Südostbayern ▪ *Organisatorische Eigenständigkeit*		▪ **Mitwirkung des Lehrpersonals** ▪ Ansprache Studierender (Werbung und Bewerbung) ▪ Semesterplanung und zeitlicher Ablauf ▪ Ansprache und Auswahl von Praxispartnern ▪ *Zusammenarbeit mit Studierenden*	
Priorität	**Hoch**	mittel	*gering*

3.1 Didaktisch-inhaltliche Erfahrungen

Aufbau interdisziplinärer Studierendenteams und Teambildung

Beim Aufbau geeigneter Teams zeigte sich, dass eine gewisse Tendenz zu homogenen Gruppen existierte, vor allem dann, wenn die Studierenden sich selbst in Gruppen aufteilten. Die Zusammensetzung folgte oftmals der Nationalität, dem Studiengang, der Semesterzugehörigkeit oder dem Geschlecht. Mit Blick auf Diversität sowie Gendergerechtigkeit wurden die Studierenden daher angehalten, bunt gemischte Gruppen aus vier bis fünf Personen zu bilden. Teams, die dieser vielfältig diversen Zusammensetzung folgten, lieferten viele überzeugende Ergebnisse ab. Demgegenüber sollten ab dem zweiten Durchlauf Teams möglichst nicht standortübergreifend arbeiten, weil dies als Erfahrung aus dem ersten Durchlauf Kommunikations- und Abstimmungsprobleme mit sich brachte.

Freiheitsgrade der Projektbearbeitung

Werden Challenges durch externe Personen zugewiesen, sinkt die intrinsische Motivation der Studierenden und in der Folge deren Teamleistung. Daher ist ein Überan-

gebot an Challenges nötig, damit die Studierenden hinsichtlich ihrer Interessen und Fähigkeiten über ausreichende Wahlmöglichkeiten verfügen, um eine für sie passende Challenge zu finden. Das Überangebot führt jedoch zu Unsicherheit in der Planung. Den Challenge-Gebern ist diese Unsicherheit sowohl hinsichtlich der Wahl durch Studierende und auch deren Bearbeitungsqualität vor Projektbeginn unbedingt zu kommunizieren. Die Freiheitsgrade des Lehr- und Lernformates verlangen hohe Kreativität, intrinsische Motivation und Eigenantrieb, was aber bedeuten kann, dass Ergebnisse nicht zwangsläufig den Erwartungen professioneller Dienstleister entsprechen. Projekte können und dürfen auch scheitern.

Bei großem Interesse an einem Thema bzw. an der Zusammenarbeit mit einem Praxispartner kam es vor, dass mehrere Teams die gleiche Challenge, respektive verschiedene Aspekte einer Challenge, bearbeiteten. Studierenden war es zudem freigestellt, eigene, thematisch passende Projektideen einzubringen. In diesem Falle mussten sie – wie die Praxispartner – zu Beginn eines Durchlaufs Interesse bei ihren Kommilitonen wecken, um Mitstreiter für ihr Projekt zu gewinnen. Speziell gründungsorientierte Studierende erhielten so eine Anschlussfähigkeit an das Kolleg.

Challenge-Geber und Projekte

Die Karte zum Kolleg (Abb. 2) zeigt neben den Hochschulstandorten die Hauptsitze der bisherigen Praxispartner und verdeutlicht den Fokus auf den ländlichen Raum mit regionaler Schwerpunktsetzung in Südostbayern. Die Praxispartner der ersten vier Durchläufe sind Tabelle 2 zu entnehmen und reichen von KMUs über Verbände, Forschungsprojekte bis hin zu Kommunen und Bezirken. Einzelne Praxispartner brachten bis zu drei verschiedene Challenges ein oder vergaben Challenges in Konkurrenz für mehrere Teams. Für die Challenge-Geber resultierte daraus der Vorteil, viele Studierende kennen zu lernen und mit Blick auf Fachkräfteakquirierung gezielt anzusprechen.

Tabelle 2: Übersicht bisheriger Challenge-Geber

Challenge-Geber	Ort	Durchgang Nr.
FENECON GmbH	Iggensbach	1
Bezirksklinikum Mainkofen	Deggendorf	1
Forschungsprojekt DeinHaus 4.0 Niederbayern	Deggendorf	2
Gesundheitsregion Plus Passauer Land	Passau	2
LAVV Landshut	Landshut	2
Mobilitäts-App (THD zus. mit Studierendenwerk Niederbayern-Oberpfalz, Sitz Regensburg)	Deggendorf	2
Gesundheitsplattform Pharma-Forschung	Pfarrkirchen	3
Vermarktung eines optoelektronischen Patents	Teisnach	3
Wolf Haus	Osterhofen	3
Eigene App-Idee „Elite Trainer" (Fußball)	Deggendorf	3
Bezirk Oberpfalz (Sitz Regensburg, Challenge in Cham)	Cham	3
HORSCH LEEB Application Systems GmbH	Landau/Isar	3
Reil & Eichinger GmbH	Nittenau	3
Motorenfabrik Hatz/ Inecosys GmbH	Ruhstorf an der Rott	4
PINTER GUSS GmbH	Deggendorf	4
Krinner Schraubfundamente GmbH	Straßkirchen	4
Dichtungstechnik Wallstabe & Schneider GmbH & Co. KG	Niederwinkling	4
Microbify GmbH	Straubing	4
ADAC Südbayern (Zentrale München, Challenges vor Ort)	Passau/AT/CZ	4
Deutsche Post Verteilzentrum Regensburg	Regensburg	4

Wirkung auf den ländlichen Raum Südostbayern

Die kartographische Analyse verdeutlicht die Ausrichtung auf den ländlichen Raum: Nur zwei der bisherigen Projektpartner stammen der Klassifizierung der Bayerischen Landesentwicklung (StMWi 2022) folgend aus einem Verdichtungsraum (Regensburg und München), wohingegen 18 Projektpartner im allgemeinen ländlichen Raum bzw. im ländlichen Raum mit besonderem Handlungsbedarf ansässig sind. Auch die beiden in Regensburg und München verorteten Projekte (Studierendenwerk Niederbayern-Oberpfalz und ADAC Südbayern) richten in den Challenges ihren Fokus auf den ländlichen Raum. Das Kolleg greift mit dieser Ausrichtung die dezentrale Forschungsstruktur der THD mit ihren drei Lehrstandorten und 18 TTZ auf und führt die Fokussierung auf den südostbayerischen Raum konsequent fort.

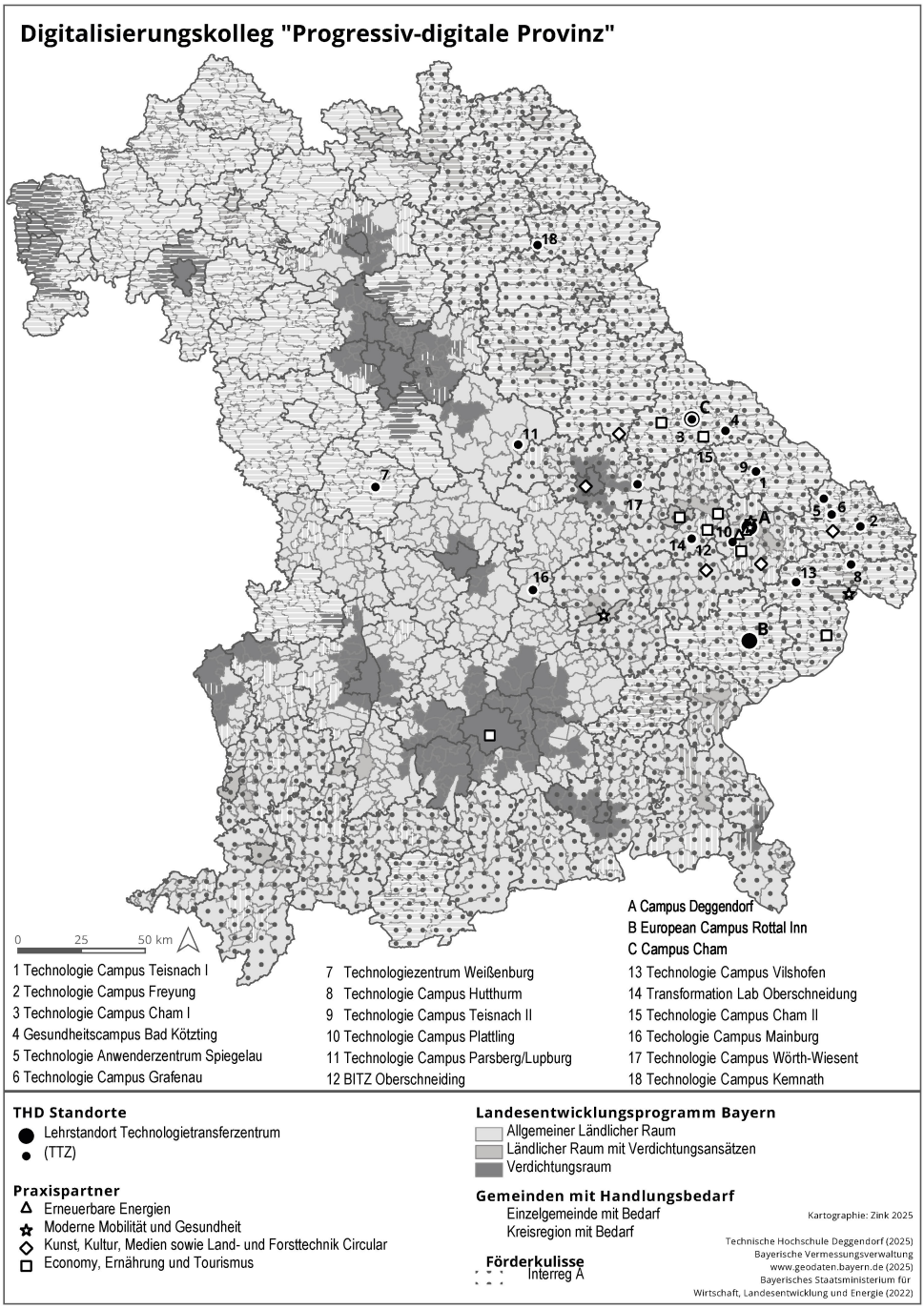


Abbildung 2: Karte zum PdP-Kolleg

Organisatorische Eigenständigkeit

Eine wertvolle Erfahrung resultiert aus dem anfänglichen Bestreben, das Kolleg mit weiteren challenge-basierten Lehr- und Lernformaten an der THD zu verzahnen. Die Idee, Synergien zwischen verschiedenen Programmen zu nutzen, erschien vielversprechend, insbesondere im Hinblick auf gemeinsame Ressourcen, übergreifende Projekte und eine erweiterte Zielgruppenansprache. Die praktische Umsetzung zeigte jedoch, dass diese Art der Kooperation nicht die erwarteten organisatorischen Synergieeffekte erzielte. Die Studierenden wurden vielmehr verunsichert, da sich Zielsetzung, Leistungsbewertung und organisatorische Abläufe zwischen den CBL-Projekten nicht gänzlich harmonisieren ließen. In der Gruppenarbeit fehlte notwendige Stabilität, da die Teilnehmenden aufgrund der unterschiedlichen Zuordnungen teils in wechselnden Konstellationen agierten. Eine nachhaltige Teambindung als zentraler Erfolgsfaktor im Kolleg ließ sich unter diesen Bedingungen nur schwer aufbauen. Ebenso blieb der erhoffte Mehrwert in Form zusätzlicher Teilnehmender aus. Als Konsequenz wurde diese Strategie ab dem zweiten Durchlauf nicht weiterverfolgt. Die freiwerdende Zeit wurde zur Stärkung inhaltlicher Aspekte, konkreter Challenges, stabiler Teamstrukturen und einer klaren Kommunikation von Zielen und Anforderungen verwendet, was sich in der Folge als richtungsweisend für den Erfolg des Kollegs erwies.

Umgekehrt konnte das Kolleg durch eigenständige Fächer in bestehende Studiengänge integriert werden. Die Coaches des Kollegs übernahmen thematisch passende reguläre Seminare, wodurch eine Win-win-Situation entstand. Zum einen erhielten die Fakultäten Lehrunterstützung durch das Kolleg und zum anderen unser Kolleg direkten Zugang zu interessierten Studierenden. Diese Integration führte dazu, dass Studierende unmittelbar mit dem Kolleg in Berührung kamen, ohne sich dezidiert für das Programm einzuschreiben. Der überwiegende Teil an Studierenden absolvierte in den gemeinschaftlichen Veranstaltungen zwar nur den regulär geforderten Teil und nicht das gesamte Zertifikat, dennoch blieben einige, vorwiegend sehr motivierte Studierende in der Folge dem Kolleg treu und meldeten sich an. Bei der Integration in bestehende Studiengänge erwies sich die Vergabe von ECTS-Punkten über die SPO als positiv wirkender Aspekt. Negativ ist wiederum ein hoher organisatorischer Abstimmungsaufwand über Fakultäten hinweg zu nennen, wodurch Freiheiten im Lehrkonzept verloren gehen können.

Besonders hervorzuheben ist die motivierende Wirkung flankierender Angebote wie der Summer School-Teilnahme in Chile respektive Deutschland, welche für Studierende kostenfrei (volle Kostenübernahme) angeboten werden konnte. Derartige Highlights erhöhen nicht nur die Attraktivität des Gesamtprogramms, sondern stärken auch das Gemeinschaftsgefühl sowie die internationale Vernetzung der Teilnehmenden.

3.2 Organisatorische Erfahrungen

Mitwirkung des Lehrpersonals

Die Zusammenstellung des Lehrpersonals, insbesondere während der ersten beiden Durchläufe, war organisatorisch fordernd: Solange noch kein Thema für den jeweiligen Durchlauf festgelegt ist, ist es schwer, fachlich geeignetes Personal anzusprechen. Gleichzeitig soll sich das Thema aber selbst aus jenem akquirierten Personal ergeben, um die Motivation zur Mitwirkung zu steigern. Zudem galt es beim Lehrpersonal die interdisziplinäre Ausrichtung der Challenges zu berücksichtigen und entsprechend Coaches mit sowohl technischem als auch gesellschaftlichem, wirtschaftlichem, organisatorischem oder wissenschaftlichem Hintergrund zu berücksichtigen.

Die Erfahrung verdeutlicht die Notwendigkeit eines konstanten Lehrpersonals, welches themenübergreifend einen festen Anker des Kollegs bildet. Dieses Stammpersonal kann speziell in den Bereichen Softskills, Projektmanagement, Security oder Forschungsdatenmanagement aufgebaut und durch Professorinnen und Professoren ergänzt werden, die den jeweiligen fachlichen Schwerpunkt vertreten.

Ansprache Studierender (Werbung und Bewerbung)

Eine zentrale Erkenntnis im Verlauf der ersten Durchgänge bezieht sich auf die Gewinnung von Studierenden für die freiwillige Teilnahme am Kolleg. Diese gestaltete sich fordernder als angenommen. Klassische und durch das Hochschulmarketing unterstützte Maßnahmen wie der Versand von Informations-E-Mails, das Aufhängen von Plakaten, die Nutzung digitaler Aushänge oder die Präsenz auf Sozialen Medien zeigten nur begrenzte Wirkung. Zum einen erreichen in Zeiten zunehmender Informationsflut hochschulinterne Kommunikationswege nicht die nötige Aufmerksamkeit. Zum anderen existiert mit zahlreichen Online-Kursen, MOOCs oder Weiterbildungsprogrammen ein vielfältiges wettbewerbliches Umfeld. Daher wurden in der Folge persönliche Anspracheformate gewählt. Hierzu zählten persönliche Gespräche ebenso wie gezielte Informationsveranstaltungen und Kurzpräsentationen in ausgewählten, thematisch passenden Studiengängen bzw. Lehrveranstaltungen oder Empfehlungen an ausgewählte Studierende durch Dozierende. Diese Ansprachen waren quantitativ gemessen erfolgreicher und führten gleichzeitig zu größerer Verbindlichkeit bei der Anmeldung. Die ersten beiden Durchläufe verzeichneten eine größere Diskrepanz zwischen Anmeldungen (vor den Semesterferien) und tatsächlicher Teilnahme (Beginn des Semesters) als spätere Kollegs.

Semesterplanung und zeitlicher Ablauf

Die wohl größte organisatorische Anpassung im Rahmen des Digitalisierungskollegs ergab sich bei der ursprünglich geplanten Laufzeit des Programms von zwei Semestern. Bereits nach den ersten Durchgängen zeigte sich, dass diese Struktur nur bedingt mit der Lebens- und Arbeitsrealität der Studierenden vereinbar ist – insbesondere an der THD mit ihrem hohen Anteil international Studierender. Zum einen ist an Hochschulen für angewandte Wissenschaften im Bachelor ein Praxissemester obli-

gatorisch, in dem in Vollzeit bei einem Unternehmen gearbeitet wird. Währenddessen haben Studierende für Hochschulprogramme keine oder nur eingeschränkt Zeit. Zum anderen führt der hohe Anteil international Studierender zu zahlreichen individuellen Karriereverläufen, die es oft nicht erlauben, zwei Semester am Stück derartige zusätzliche Leistungen wie das Kolleg in den studentischen Alltag zu integrieren.

Dieser Sachverhalt wird verstärkt, da viele Studierende, unabhängig von der Nationalität, neben dem Studium einer beruflichen Tätigkeit nachgehen, wodurch das Zeitbudget der Studierenden weiter eingeschränkt wird. Das Kolleg steht in Konkurrenz zu diesen Tätigkeiten.

Auch die gewollte Unabhängigkeit des Kollegs bezüglich Semesterfortschritt der Teilnehmenden konnte zwar positiv auf die diverse Teamgestaltung wirken, kann jedoch auch eine Teilnahmebarriere für Studierende sein. Befinden sich Studierende bereits in den letzten Semestern ihres Studiengangs oder arbeiten schon intensiv an ihren Abschlussarbeiten, lässt sich eine zweisemestrige Integration aus Zeitgründen oftmals nicht mehr realisieren. Mit Blick auf die Projektergebnisse sind aber gerade die höhersemestrigen Studierenden eine wichtige Zielgruppe. Gleiches trifft auf Masterstudierende zu, deren Masterprogramme an Hochschulen in der Regel nur drei Semester umfassen. Vor diesem Hintergrund erwies sich eine Komprimierung des Programms auf ein Semester als praktikabler und studierendenfreundlicher. Neben der besseren Vereinbarkeit mit individuellen Studienverläufen und Lebenssituationen zeigte sich, dass auch organisatorische Vorteile entstehen: Das einsemestrige Format passt deutlich besser zur Hochschulorganisation. Synergien ergeben sich zu Anmeldezeiten und -prozessen, speziell zu AWP-Fächern (Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtfächer), da sie entsprechende Freiräume bieten und gleichzeitig Teil regulärer Studiengänge sind.

Mit der zeitlichen Verkürzung ging eine inhaltliche Anpassung des Programms sowie der ECTS-Punkte einher. Dennoch profitieren Studierende von der Verkürzung, indem Planungssicherheit und Motivation zur aktiven Teilnahme steigen und die Abbrecherquote dadurch sinkt. Insgesamt hat sich das kürzere Format als tragfähiger Kompromiss zwischen inhaltlicher Tiefe und organisatorischer Machbarkeit erwiesen.

Ansprache und Auswahl von Praxispartner

Entsprechend der Dozierenden- und Studierendenansprache musste sich das PdP-Kolleg auch bezüglich der Gewinnung von Praxispartnern etablieren. Als schwierig erwies sich die Anfangsphase, da entsprechende Vorbilder und Best Practice Beispiele fehlten. Den Praxispartnern verlangte das neue Konzept eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich Erwartungen und Erfolg bzw. Misserfolg der Mitwirkung, da entsprechende Vorbilder und Best Practice Beispiele fehlten. So musste den Vertretern der Praxispartner das neue Konzept oft mühsam erklärt werden, ohne entsprechende Referenzen vorweisen zu können. Dadurch bestand das Henne-Ei-Problem: Einerseits können Firmen erst angesprochen werden, wenn ein Thema definiert wurde, und andererseits sollen sich die Challenges und mit ihnen die thematischen Bezüge, aus den Praxispartnern selbst ergeben.

Die anfangs gewählte Vorgehensweise (Definition des Themas für den entsprechenden Durchgang und anschließende Ansprache der Praxispartner) wurde daher zusammen mit dem Career Service der THD angepasst. Der Career Service ist eine Service-Einrichtung an der Schnittstelle zwischen Hochschule und (Partner-)Firmen. Über diese Einrichtung und das bestehende Netzwerk erfolgte in den weiteren Durchläufen ein Aufruf zur Projektteilnahme an die Praxispartner. Dies führte zu einem signifikanten Anstieg der Anfragen, einem wesentlich größerem Mitwirkungskreis und schließlich zu einer gesteigerten Anzahl an Challenges. Damit stand den Studierenden eine größere Wahlmöglichkeit zur Verfügung. Diese erfreulichen Entwicklungen zeigen die starke regionale Verankerung des PdP-Kollegs durch die intensive Zusammenarbeit mit Praxispartnern. Dieser Aspekt ist mit Blick auf die Nachhaltigkeit bzw. Verstetigung des Kollegs von großem Wert.

Zusammenarbeit mit Studierenden

In agilen selbstorganisierten Projektteams ist Kommunikation ein zentraler Erfolgsbaustein. Die vornehmlich auf E-Mail und digitale Lernplattformen wie iLearn/Moodle fokussierte Hochschulkommunikation zwischen Dozierenden und Studierenden stößt schnell an Grenzen. Aus diesem Grund zeigte sich rasch, dass Studierende auf Soziale Medien und Messenger-Dienste, speziell WhatsApp, zurückgreifen. Datenschutzrechtliche Bedenken sind diesbezüglich bei Studierenden oftmals wenig ausgeprägt, da die Dienste auch im privaten Alltag genutzt werden. Das Bewusstsein für Datenweitergabe und Datenschutz gilt es zu schulen, ohne sich dem Trend entziehen zu können. Folglich wurde die Messenger-Kommunikation integriert, indem Challenge-Gruppen und Chats erstellt wurden.

Ein weiterer Aspekt der Zusammenarbeit betrifft die Verbindlichkeit. Im Fortgang der Durchläufe wurden Freiheitsgrade insbesondere der eigenen Projektorganisation graduell eingeschränkt, um eine kontinuierliche Arbeit an den Challenges zu gewährleisten. Wöchentliche Unterrichtseinheiten wurden in den Semesterzeiten eingeführt. Diese fanden in der Regel freitagnachmittags statt, um Überschneidungen mit regulären Vorlesungen und Veranstaltungen zu vermeiden. Diese vereinbarten Zeiten schufen eine produktive Arbeitsgrundlage sowohl für die Organisation, die Lehre als auch für die Teams.

4 Positive Wirkungen (Projektperspektive)

In der Gesamtschau sehen wir drei Bereiche, in denen positive Wirkungen sowohl auf individueller als auch auf gesellschaftlicher/wirtschaftlicher Ebene erreicht werden konnten: 1) Eine nachhaltige Vernetzung international und interdisziplinärer Studierender, 2) eine anwendungsorientierte Wissensvermittlung in Zusammenarbeit mit Praxispartnern und 3) eine Stärkung der Forschungslandschaft im ländlichen Raum.

Im ersten Punkt erbringt das Kolleg wertvolle Integrationsleistung, indem ein positiver Beitrag für ein demokratisches und respektvolles Zusammenarbeiten und -leben erreicht wird. Es ist schön zu sehen, dass zwischen den Studierenden der einzel-

nen Teams und teamübergreifend langfristige Freundschaften entstehen. Am Campus und abseits davon berichten Teilnehmende, dass sie gemeinsam ihre (Frei-)Zeit planen und sich ohne das Kolleg wahrscheinlich nicht kennengelernt hätten. In bisher einem Fall verstetigt eine Gruppe über das Kolleg hinaus die begonnene Zusammenarbeit in einer Gründungsidee, bei der sie durch den Startup-Campus der THD weiter begleitet werden.

Die zweite positive Wirkung adressiert die anwendungsorientierte Wissensvermittlung in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern. Das didaktische Konzept des CBL gründet sich auf der Eigeninitiative der Studierenden und deren proaktives Handeln und Lernen. Diese Form der handlungsorientierten Wissensvermittlung und die Zusammenarbeit mit den Praxispartnern bereitet sie auf das spätere Berufsleben optimal vor. Neben dem Sammeln praktischer Erfahrungen knüpfen die Studierenden wertvolle Kontakte zu potenziellen Arbeitgebern der Region. So resultierten aus den Challenges bereits Werkstudententätigkeiten, Praktika und sogar Anstellungen. Insbesondere internationale Studierende, denen der Zugang zum deutschen bzw. regionalen Arbeitsmarkt oftmals schwerfällt, können von dieser Zusammenarbeit mit Praxispartnern profitieren. Ohne aus der kurzen Erfahrungszeit repräsentative Daten anbieten zu können, zeigt sich ein positives Echo, indem sich Absolventen des Kollegs bei Bewerbungen gegenüber ihren Mitbewerbern abheben und dies durch die Praxispartner honoriert wird.

Die Stärkung der Forschungslandschaft im ländlichen Raum ist als dritte positive Wirkung hervorzuheben. Gerade KMU und kleinere lokale Partner sind bei Innovation und Forschung auf die Zusammenarbeit mit Hochschulen oder Forschungseinrichtungen angewiesen. Das Kolleg bietet den Praxispartnern einen niederschwelligen Zugang zur THD und dem studentischen Arbeitskräftepotenzial, ohne dass damit große finanzielle Risiken auf die Firmen zukommen. Erfolgreich erarbeitete Lösungen zu den Challenges können als Ausgangspunkt für größere Forschungskooperationen oder Ausgründungen dienen. Das Netzwerk erweitert sich ständig und führt zu nachhaltigen Kooperationen, wie sie im Kolleg vor allem aus der Zusammenarbeit mit den TTZ hervorgegangen sind (z. B. am Technologiecampus Cham im Bereich Robotik und Forsttechnik). Entsprechend transportieren sich die Ansätze des Kollegs sukzessive in die Forschungslandschaft der THD und werden vom Zentrum für angewandte Forschung der THD, den TTZ oder dem Startup-Campus wohlwollend aufgenommen.

Zusätzlich zu den Kooperationen mit den Praxispartnern profitiert unser Kolleg vom Austausch mit den weiteren Digitalisierungskollegs bayerischer Hochschulen. Speziell über das Vierteljahrestreffen ließen sich wissenschafts- und forschungsbezogene Kontakte knüpfen. Beispielhaft ist die Zusammenarbeit mit der OTH Regensburg zum Thema „zirkuläres und robotergetriebenes Bauen" erwähnt.

5 Positive Wirkungen (Studentische Perspektive)

Die fortlaufenden studentischen Evaluationen haben geholfen, die thematisierten Anpassungen im Kolleg durchzuführen, um so eine stetige Verbesserung zu erzielen. Gleichzeitig zeigen diese eine sehr positive Einschätzung zum Kolleg. Aussagen wie „the digital college at THD was an eye-opening experience, helping me grow technically and socially. As a foreigner, it expanded my network", "the support from the organisation-team made a real difference", "the practical aspects of the course are very valuable" oder "Honestly, EVERTHING has been an extraordinary adventure, I have loved the people I have met, the places I have visited", motivieren uns, das Kolleg trotz aller organisatorischer Herausforderungen zu verstetigen und bescheinigen den Mehrwert auf Seiten der Studierenden.



Abbildung 3: Impressionen aus dem Digitalisierungskolleg PdP

6 Zusammenfassung und Ausblick

Unser Kolleg hat sich seit seiner Einführung als innovatives Lehrformat etabliert. Durch praxisnahe Herausforderungen, interdisziplinäre Teamarbeit und enge Zusammenarbeit mit Unternehmen trägt es zur aktiven Gestaltung der Digitalisierung im ländlichen Raum bei. In den bisher vier Durchgängen wurden wertvolle Erfahrungen gesammelt und gezielte Anpassungen vorgenommen: Die Komprimierung auf ein Semester, die stärkere curriculare Einbindung in bestehende Studiengänge sowie ein differenzierter Auswahlprozess für Studierende und Lehrpersonal (Coaches) erwiesen sich dabei als zentrale Erfolgsfaktoren. Ebenso konnten im Fortgang des Projektes organisatorisch effiziente Abläufe entwickelt und fest in die Lehrorganisation implementiert werden. Die Vorgabe fester Vorlesungszeiten, was graduell eine Einschränkung

der Freiheit beim CBL darstellt, sowie eine diverse Teamzusammensetzung haben zu einer höheren Leistungsbereitschaft der Teilnehmenden beigetragen. Eine klare Abgrenzung von anderen Hochschulprogrammen sowie ein breites, freiwilliges und breit gefächertes Challenge-Angebot stärken die Eigenständigkeit des Kollegs und dessen Wirksamkeit nachhaltig. Neben der fachlichen Qualifikation profitieren die Studierenden insbesondere durch persönliche Vernetzung, regionale wie internationale Freundschaften sowie berufsrelevante Kontakte – vielfach mit konkretem Karriere-Output, wovon nicht zuletzt die Praxispartner profitieren. Das Kolleg stärkt damit die regionale Innovationsförderung und trägt zur Vernetzung von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft bei. Aufbauend auf diesen Erfahrungen startet im Herbst 2025 ein fünfter Durchlauf zum Thema Sporttechnik und Resilienz im ländlichen Raum. Ziel des Kollegs bleibt es, Studierenden weiterhin die Chance zu geben, aktiv und praxisorientiert an der digitalen Transformation im ländlichen Raum mitzuwirken.

Literatur

Barlösius, E. (2006). Gleichwertig ist nicht gleich. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, *(37)*, 16–23.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (2022). *Landesentwicklungsprogramm Bayern: Anhang 2 – Strukturkarte.* https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/Landesentwicklung/Dokumente/Instrumente/Landesentwicklungsprogramm/Landesentwicklungsprogramm_Bayern_-_Nichtamtliche_Lesefassung_-_Stand_2020/B_221115_Strukturkarte_LEP.pdf

de Bruin, A. B., Biwer, F., Hui, L., Onan, E., David, L., & Wiradhany, W. (2023). Worth the effort: The start and stick to desirable difficulties (S2D2) framework. *Educational Psychology Review, 35*, Article 41.

Dikilitas, K., Marshall, T., & Shahverdi, M. (2025). CBL framework today and CBL learning outcomes. In K. Dikilitas, T. Marshall, & M. Shahverdi (Hrsg.), *A practical guide to understanding and implementing challenge-based learning* (S. 27–53). Springer Nature.

Galdames-Calderón, M., Stavnskaer Pedersen, A., & Rodriguez-Gomez, D. (2024). Systematic Review: Revisiting Challenge-Based Learning Teaching Practices in Higher Education. *Education Sciences*, 14 (9), 1008.

Gómez Puente, S. M., Doulougeri, K., & Bruns, M. (2022). Coaching Practices in Challenge-based Learning: Characteristics in Students' Projects. *CDIO Conveice Design Implement Operate* (S. 991–1002). Reykjavik: Reykjavik University, Iceland.

Helker, K., Bruns, M. R., & Vermunt, J. D. (2024). A framework for capturing student learning in challenge-based learning. *Active Learning in Higher Education*, 213–229.

Höffken, J., & Lazendic-Galloway, J. (2024). Engaging for the future: challenge-based learning and stakeholder partnerships in sustainability education. *Sustainable Earth Reviews*. 7, 20. https://doi.org/10.1186/s42055-024-00087-6

Kools, F. R., & van Ravenswaaij, H. (2016). Practical tips for organizing challenge-based learning in biomedical education. *MedEdPublish.*

Kraus, Mario H. (2022). Raumbegriff und Raumordnung. Schnelleinstieg für Architekten und Bauingenieure. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Vieweg (Essentials).

Küpper, Patrick (2016). Abgrenzung und Typisierung ländlicher Räume (Thünen Working Paper 68).

Lang, D. (2023, April 20). *prepr*. 6 Characteristics Students Gain from Challenge-Based Learning. https://prepr.org/blog/6-characteristics-students-gain-from-challenge-based-learning/

Malmqvist, J., Radberg, K. K., & Lundqvist, U. (2015). Comparative Analysis of Challenge-Based learning experiences. *Proceedings of the 11th International CDIO Conference, Chengdu University of Information Technology.* Chengdu, Sichuan, P.R. China: Chengdu University of Information Technology.

Taconis, R., & Bekker, T. (2023). Challenge Based Learning as authentic learning environment for STEM identitiy construction. *Frontiers in Education*, 8:1144702.

Technische Hochschule Deggendorf. (2025, June 20). *Technische Hochschule Deggendorf.* Internationales. https://www.th-deg.de/de/Internationales

Technische Hochschule Deggendorf. (2025, June 20). *Technische Hochschule Deggendorf. Innovativ & Lebendig*. Profil der Hochschule. https://www.th-deg.de/de/hochschule/profil-der-hochschule

University of Twente. (2025, June 23). *Challenge Based Learning (CBL)*. What is Challenge-based learning all about. https://www.utwente.nl/en/cbl/what-is-cbl/?utm_source=chatgpt.com#cbl-framework-three-main-phases

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU). (2019). *Unsere gemeinsame digitale Zukunft*. WBGU.

Zink, R. (2013). Niederbayerns „hidden champions" – Wirtschaftserfolge in einer peripheren Region. In Anhuf, D., Gamerith, W. & Struck, E. (Hrsg.), *Passau und seine Nachbarregionen. Orte, Ereignisse und Routen – geographisch interpretiert.* Passau.

Rodrigo Q. Albuquerque, Ricardo Büttner, Christian Groth, Holger Ruckdäschel, Bastian Scharnagl & Ilya Yakaviuk

Innovatives Lernen: Praktische Anwendungen digitaler Methoden in der interdisziplinären Bildung

Abstract

Das Projekt „Digitale Methoden" ist eine innovative Kooperation zwischen der Universität Bayreuth und der Hochschule Hof, die Theorie und Praxis digitaler Kompetenzen in der interdisziplinären Lehre verbindet. Das Programm setzt ein rotierendes Curriculum ein, das sowohl Grundlagen als auch fortgeschrittene Themen der Künstlichen Intelligenz (KI) umfasst. Eine gemeinsame Moodle-Plattform fördert die hochschulübergreifende Zusammenarbeit und den effizienten Austausch von Ressourcen. Die praktische Relevanz des Programms wird durch konkrete Ergebnisse unterstrichen: Studierende publizieren in Fachzeitschriften, entwickeln Open-Source-Tools und bearbeiten industrienahe Fragestellungen. Das Programm bereitet Studierende gezielt auf aktuelle Herausforderungen in Bereichen wie Data Science, Automatisierung und KI-Anwendungen vor und demonstriert, wie Hochschulen den digitalen Wandel aktiv gestalten können.

Dieses Kapitel basiert auf den Erfahrungen des Digitalisierungskollegs zwischen der Universität Bayreuth und der Hochschule Hof. Die dargestellten Konzepte und Erfahrungen können als Grundlage für ähnliche Initiativen an anderen Hochschulen dienen.

1 Einführung

Die Digitalisierung der Hochschullandschaft erfordert innovative Ansätze zur Vermittlung digitaler Kompetenzen. Das hier beschriebene Digitalisierungskolleg der Universität Bayreuth und der Hochschule Hof zeigt beispielhaft, wie ein niederschwelliges, hochschulübergreifendes Angebot für die Vermittlung digitaler Methoden erfolgreich implementiert werden kann. Dieses Kapitel dokumentiert die praktischen Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Umsetzung eines interdisziplinären Bildungsprogramms, das Theorie und Praxis geschickt miteinander verknüpft.

2 Das Konzept des Digitalisierungskollegs

2.1 Grundlegende Zielsetzung

Das gemeinsame Digitalisierungskolleg der Universität Bayreuth (UBT) und der Hochschule Hof (HSH) verfolgt das ambitionierte Ziel, ein niederschwelliges, hochschulübergreifendes Angebot für die Vermittlung digitaler Methoden zu schaffen. Dabei steht nicht nur die theoretische Wissensvermittlung im Vordergrund, sondern vielmehr die praktische Anwendung an konkreten Forschungs- und Praxisbeispielen.

Das Programm konzentriert sich auf verschiedene, einfach zugängliche Kurse, insbesondere aus den Bereichen Machine Learning (ML) und Data Science. Diese Kurse sind bewusst als Ergänzung zu bestehenden Veranstaltungen konzipiert und erfordern nur minimale Vorkenntnisse, um eine breite Teilnahme zu ermöglichen.

2.2 Struktureller Aufbau

Das Kolleg folgt einem durchdachten semesterweisen Wechsel zwischen Theorie und Praxis. In den theoretischen Semestern werden die Grundlagen in parallel angebotenen Kursen an beiden Hochschulen vermittelt:

- Ein spezialisierter Kurs für Informatik-Masterstudierende an der HSH
- Ein Basiskurs für Interessierte ohne Vorkenntnisse an der UBT
- Ergänzende kürzere Lernvideos auf der Moodle-Plattform
- Ein zusätzlicher LaTeX-Kurs für wissenschaftliche Arbeiten

LaTeX ist ein Textsatzsystem, das insbesondere für die Erstellung wissenschaftlicher Dokumente mit komplexen mathematischen Formeln und Strukturen verwendet wird.

Die praktische Umsetzung erfolgt in den „Hands-on"-Kursen des Folgesemesters, in denen Studierende beider Hochschulen interdisziplinär in Kleingruppen zusammenarbeiten. Jede Gruppe erhält Datensätze von Lehrstühlen der Partner-Fakultäten oder aus öffentlichen Repositorien und bearbeitet gesellschaftlich oder wissenschaftlich relevante Aufgabenstellungen.

3 Kursangebot und inhaltliche Gestaltung

3.1 Python für Nicht-Informatiker (UBT)

Der Python-Kurs bildet das zentrale Fundament des Gesamtprogramms und richtet sich gezielt an Studierende, die bislang keinerlei Programmiererfahrung besitzen. Innerhalb von 120 Unterrichtsstunden erwerben die Teilnehmenden systematisch die grundlegenden Konzepte der vielseitigen Programmiersprache Python – angefangen bei Datentypen, Kontrollstrukturen und Funktionen bis hin zur modularen Programmierung und einfachem objektorientierten Design.

Darüber hinaus wird großer Wert auf die unmittelbare Übertragung des Gelernten in den wissenschaftlichen Arbeitsalltag gelegt. Anhand sorgfältig ausgewählter Beispiele aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften zeigen die Dozierenden, wie sich mittels kurzer Python-Skripte wiederkehrende Auswertungs- oder Visualisierungsaufgaben automatisieren lassen. So entwickeln die Studierenden nicht nur technisches Verständnis, sondern auch ein Bewusstsein für effiziente Daten- und Workflow-Gestaltung.

Ergänzt wird der Kurs durch anwendungsnahe Projektaufgaben, in denen die Teilnehmenden selbstständig kleine Forschungsprobleme bearbeiten und ihre Ergebnisse

in Form von Jupyter-Notebooks dokumentieren. Solche praxisorientierten Einheiten veranschaulichen eindrücklich die gesellschaftliche Relevanz digitaler Kompetenzen – etwa durch die reproduzierbare Analyse großer Datensätze oder die transparente Darstellung von Forschungsergebnissen.

Begleitende formative Assessments, beispielsweise in Form von kurzen Online-Quizzes und Peer-Reviews, sichern den Lernfortschritt ab und bieten individuelles Feedback. Auf diese Weise fördert der Python-Kurs eine nachhaltige Verankerung digitaler Methodenkompetenz und motiviert die Studierenden, sich auch nach Abschluss der Lehrveranstaltung vertieft mit Programmierung und Datenwissenschaft auseinanderzusetzen.

3.2 LaTeX für wissenschaftliches Schreiben (UBT)

Das LaTeX-Modul mit 30 Unterrichtsstunden ergänzt das Angebot um eine zentrale Kompetenz für das wissenschaftliche Arbeiten. Der Kurs vermittelt systematisch die Erstellung hochwertiger wissenschaftlicher Dokumente und Präsentationen und betont dabei die Bedeutung einer professionellen und konsistenten Dokumentenerstellung in der akademischen Gemeinschaft.

Im Mittelpunkt steht die Einführung in die grundlegenden Funktionen und Strukturen von LaTeX, angefangen bei der Formatierung von Texten, Tabellen und mathematischen Formeln bis hin zur Einbindung von Abbildungen, Literaturverzeichnissen und Querverweisen. Besonderes Augenmerk wird auf die Einhaltung wissenschaftlicher Standards, die Nachvollziehbarkeit von Quellenangaben sowie die automatisierte Erstellung komplexer Dokumente gelegt.

Durch praxisnahe Beispiele und gezielte Übungen lernen auch Anfängerinnen und Anfänger ohne Vorkenntnisse, wie sie LaTeX effektiv für ihre wissenschaftlichen Arbeiten einsetzen können. Die Teilnehmenden werden dazu befähigt, sowohl Seminar- und Abschlussarbeiten als auch Präsentationen und Poster professionell zu gestalten und dabei von den Vorteilen der klaren Trennung von Inhalt und Layout zu profitieren.

Der Kurs wurde auf Grundlage des Studierendenfeedbacks sowohl als kompakte Blockveranstaltung ohne ECTS (das Europäische System zur Übertragung und Akkumulierung von Studienleistungen) als auch integriert in den Python-Kurs mit ECTS-Vergabe angeboten. Diese flexible Ausgestaltung ermöglicht es, auf unterschiedliche Bedürfnisse und Vorkenntnisse der Studierenden einzugehen und die vermittelten Kompetenzen optimal in den Studienalltag zu integrieren.

Die Relevanz von LaTeX als zukunftsweisendes Werkzeug für die wissenschaftliche Kommunikation wird hervorgehoben, da es nicht nur die Qualität und Reproduzierbarkeit wissenschaftlicher Arbeiten steigert, sondern auch die internationale Zusammenarbeit sowie die Publikationstätigkeit erleichtert.

3.3 Deep Learning (HSH)

Der Deep-Learning-Kurs vermittelt fortgeschrittene Konzepte neuronaler Netze und deren praktische Anwendung in einer Vielzahl von wissenschaftlichen und industriellen Kontexten. Studierende erwerben umfassende theoretische Grundlagen zum Aufbau, zur Architektur und zur Funktionsweise tiefer neuronaler Netze, wobei zentrale Aspekte wie die Struktur von Schichten, Aktivierungsfunktionen, Optimierungsverfahren sowie Regularisierungstechniken behandelt werden. Ein vertieftes Verständnis der mathematischen Prinzipien, die der Funktionsweise neuronaler Netze zugrunde liegen, ermöglicht es den Teilnehmenden, die Leistungsfähigkeit und Grenzen verschiedener Modelle kritisch zu bewerten.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der bildbasierten Objekterkennung mittels Convolutional Neural Networks (CNNs). Hierbei werden nicht nur die grundlegenden Funktionsweisen von CNNs erläutert, sondern auch fortgeschrittene Architekturen und aktuelle Forschungsergebnisse vorgestellt. Die Studierenden lernen, wie sie unterschiedliche Frameworks und Bibliotheken – beispielsweise TensorFlow oder PyTorch – gezielt für die Analyse und Verarbeitung verschiedener Datentypen und Problemstellungen einsetzen können. Anhand praxisnaher Fallstudien und Übungen werden typische Herausforderungen wie Overfitting, Datenvorverarbeitung und Hyperparameter-Optimierung behandelt.

Der Kurs ist so konzipiert, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer von den parallel stattfindenden Python-Grundlagen profitieren und diese Kenntnisse direkt in praktischen Deep Learning-Anwendungen anwenden können. Durch eigenständige Projekte und die Bearbeitung realitätsnaher Aufgabenstellungen wird die Fähigkeit gefördert, komplexe Modelle zu entwickeln, zu trainieren und kritisch zu evaluieren. Darüber hinaus werden Aspekte der Modellinterpretierbarkeit, der Reproduzierbarkeit von Experimenten sowie ethische Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Einsatz künstlicher Intelligenz thematisiert.

Insgesamt trägt der Deep Learning-Kurs dazu bei, dass die Studierenden nicht nur technisches Fachwissen erwerben, sondern auch ein tiefgehendes Verständnis für die Anwendung und Weiterentwicklung moderner Methoden des maschinellen Lernens entwickeln.

3.4 Zeitliche Kursplanung

Abbildung 1 stellt die Semester- und Themenplanung des gesamten Kursportfolios über vier Jahre dar. Grün hinterlegte Felder kennzeichnen Theorie-Semester, violette Felder die Hands-on-Phasen.

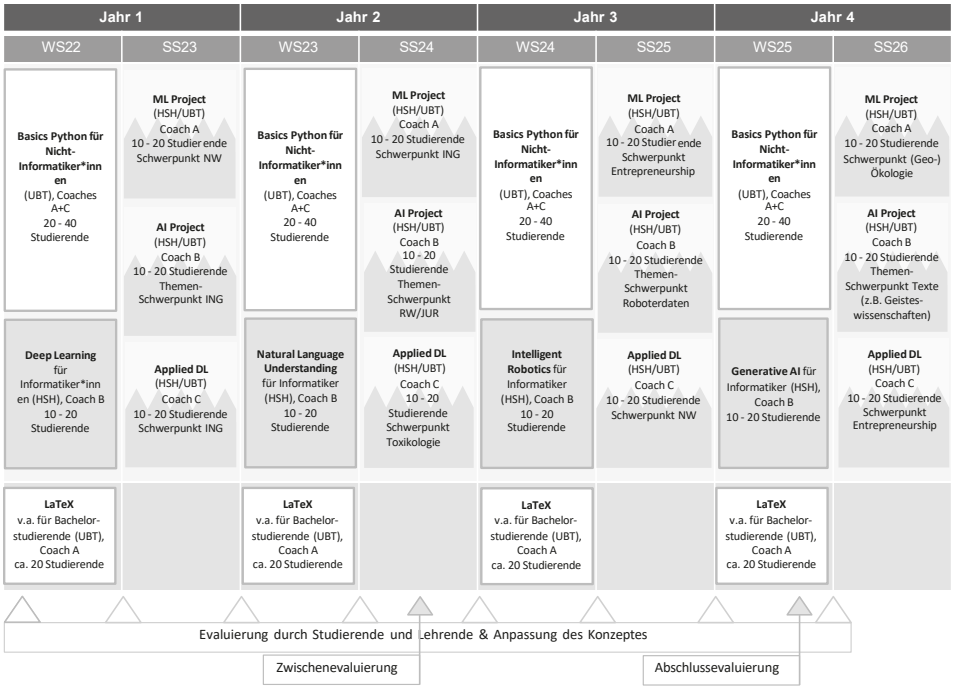


Abbildung 1: Vierjähriger Kurs- und Projektplan des Digitalisierungskollegs

4 Praktische Umsetzung und Erfahrungen

4.1 Hands-on-Kurse: Interdisziplinäre Projektarbeit und Etablierung des Digitalisierungskollegs

Die Hands-on-Kurse bilden das Herzstück des Programms und ermöglichen die gezielte Umsetzung der im Rahmen der Lehrveranstaltungen erworbenen theoretischen Kenntnisse in die praktische Anwendung. Studierende werden interdisziplinär in Kleingruppen von drei bis sechs Personen eingeteilt, um eine intensive Zusammenarbeit und den Austausch unterschiedlicher Fachperspektiven zu fördern. Im Mittelpunkt steht die Bearbeitung konkreter Projekte aus den Bereichen Maschinelles Lernen, Künstliche Intelligenz und Applied Deep Learning, wobei die Teilnehmenden eigenständig innovative Lösungsansätze entwickeln und implementieren.

4.1.1 Thematische Schwerpunkte und Projektrealisierung

Im Wintersemester 2023/24 lag der thematische Schwerpunkt auf angewandter Robotik. In diesem Kontext setzten die Studierenden verschiedene KI-basierte Robotikprojekte um, die von der Entwicklung intelligenter Steuerungsalgorithmen bis hin zur Integration sensorbasierter Systeme reichten. Die erarbeiteten Lösungen zeichneten

sich durch einen hohen Grad an technischer Komplexität und interdisziplinärer Zusammenarbeit aus. Erfolgreich abgeschlossene Projekte wurden als Open-Access-Publikationen, Videopräsentationen oder über GitHub (eine webbasierte Plattform für Versionsverwaltung und kollaborative Softwareentwicklung, die auf dem Versionskontrollsystem Git basiert) der Öffentlichkeit zugänglich gemacht, wodurch die Sichtbarkeit der studentischen Arbeiten und der Wissenstransfer in die Fachgemeinschaft gestärkt werden.

4.1.2 Kompetenzentwicklung und Lernerfahrung

Die praxisorientierten Kurse fördern neben der Vermittlung und Anwendung fachspezifischer Kompetenzen gezielt Sozialkompetenzen. Studierende lernen, im Team effektiv zu kommunizieren, Aufgaben zu koordinieren und gemeinsam Lösungen für sowohl fachliche als auch organisatorische Herausforderungen zu erarbeiten. Die interaktive Projektarbeit stärkt Fähigkeiten wie Konfliktlösung, Entscheidungsfindung und Verantwortungsübernahme. Die Präsentation und Diskussion der Projektergebnisse vor einem Fachpublikum trägt dazu bei, die Kommunikations- und Kollaborationskompetenzen weiter auszubauen und ein reflektiertes Feedback zu erhalten, das für die persönliche und fachliche Weiterentwicklung von zentraler Bedeutung ist.

4.1.3 Etablierung und Bewerbung des Digitalisierungskollegs

Die Etablierung des Digitalisierungskollegs erfolgte über verschiedene Kommunikationskanäle an beiden Hochschulen. Aushänge auf dem Campus, gezielte Bekanntmachungen in Vorlesungen durch Partnerlehrstühle sowie die direkte Ansprache potenziell interessierter Studierender durch Studiengangsleiterinnen und Studiengangsleiter sorgten für eine breite Streuung der Informationen. Darüber hinaus trugen Präsentationen und Vorstellungen im Rahmen hochschulspezifischer Digitalisierungsveranstaltungen, wie etwa dem Digitaltag des Hochschulforums Digitalisierung, maßgeblich zur Sichtbarkeit und Bekanntmachung des Kollegangebots bei. Die Nutzung unterschiedlicher Kanäle ermöglichte es, sowohl Studierende aus verschiedenen Fachrichtungen als auch Lehren-de und weitere Hochschulangehörige gezielt zu erreichen und für die Teilnahme zu gewinnen.

4.1.4 Umsetzung und kontinuierliche Weiterentwicklung

Die ersten Kurse des Digitalisierungskollegs starteten im Wintersemester 2022. Aufgrund einer vergleichsweise kurzen Vorlaufzeit kam es zu organisatorischen und logistischen Herausforderungen, die sich beispielsweise in der kurzfristigen Kursplanung, der begrenzten Verfügbarkeit von Ressourcen oder der Abstimmung mit anderen Lehrveranstaltungen zeigten. Die Hochschulen reagierten flexibel auf diese Schwie-

rigkeiten und passten die Abläufe im weiteren Verlauf an. Im Sommersemester 2023 wurden die Kurse erneut angeboten, wobei das Kolleg mit einem Semester Versatz fortgeführt wurde. Die gewonnenen Erfahrungen aus dem ersten Durchgang wurden systematisch ausgewertet und das Feedback der Teilnehmenden direkt in die Weiterentwicklung und Optimierung der Kursinhalte und -strukturen integriert.

Durch diese kontinuierliche Anpassung konnte die Qualität des Angebots gesteigert und die Attraktivität des Digitalisierungskollegs für zukünftige Kohorten weiter erhöht werden. Die Hands-on Kurse bereiten die Studierenden auf die Anforderungen moderner wissenschaftlicher und industrieller Arbeitsfelder vor und ermöglichen den Erwerb eines umfassenden Kompetenzprofils, das weit über die reine Fachausbildung hinausgeht.

4.2 Technische Infrastruktur und Evaluation

Alle Kurse werden über die hauseigenen Moodle-Server bereitgestellt, die sämtliche notwendigen Unterlagen, Aufzeichnungen von Lehrveranstaltungen sowie ergänzende Materialien enthalten. Die zentrale Bereitstellung der Lerninhalte auf einer digitalen Plattform ermöglicht einen niederschwelligen Zugang und trägt dazu bei, Barrieren für die Teilnahme zu minimieren. Studierende profitieren von der Flexibilität, zeit- und ortsunabhängig auf alle relevanten Kursmaterialien zugreifen zu können, was insbesondere für die Vereinbarkeit von Studium, Beruf und weiteren Verpflichtungen von Vorteil ist. Die kontinuierliche Aktualisierung und Erweiterung der Inhalte auf Moodle gewährleistet zudem, dass stets aktuelle und qualitativ hochwertige Ressourcen zur Verfügung stehen.

Die Evaluation der Kurse erfolgte zunächst über eigens entwickelte Fragebögen, die gezielt auf die spezifischen Inhalte und Ziele der jeweiligen Veranstaltungen abgestimmt waren. Seit dem Wintersemester 2023/24 ist das hochschulinterne Qualitätsmanagement in den Evaluationsprozess eingebunden und setzt standardisierte, hochschulweit anerkannte Fragebögen ein. Diese Professionalisierung des Evaluationsverfahrens führt zu einer verbesserten Vergleichbarkeit der Rückmeldungen über verschiedene Kurse und Semester hinweg. Gleichzeitig konnte durch die strukturierte und systematische Erhebung der Meinungen und Erfahrungen der Teilnehmenden eine höhere Rücklaufquote erzielt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen unmittelbar in die Weiterentwicklung der Kursangebote ein und tragen maßgeblich zur Sicherung und Steigerung der Lehrqualität bei.

4.3 Bisherige Ergebnisse und erfolgreiche Verstetigung

Alle Kurse werden über die hauseigenen Moodle-Server bereitgestellt, die sämtliche notwendigen Unterlagen, Aufzeichnungen von Lehrveranstaltungen sowie ergänzende Materialien enthalten. Die zentrale Bereitstellung der Lerninhalte auf einer digitalen Plattform ermöglicht einen niederschwelligen Zugang und trägt dazu bei, Bar-

rieren für die Teilnahme zu minimieren. Studierende profitieren von der Flexibilität, zeit- und ortsunabhängig auf alle relevanten Kursmaterialien zugreifen zu können, was insbesondere für die Vereinbarkeit von Studium, Beruf und weiteren Verpflichtungen von Vorteil ist. Die kontinuierliche Aktualisierung und Erweiterung der Inhalte auf Moodle gewährleistet zudem, dass stets aktuelle und qualitativ hochwertige Ressourcen zur Verfügung stehen.

Die Evaluation der Kurse erfolgte zunächst über eigens entwickelte Fragebögen, die gezielt auf die spezifischen Inhalte und Ziele der jeweiligen Veranstaltungen abgestimmt waren. Seit dem Wintersemester 2023/24 ist das hochschulinterne Qualitätsmanagement in den Evaluationsprozess eingebunden und setzt standardisierte, hochschulweit anerkannte Fragebögen ein. Diese Professionalisierung des Evaluationsverfahrens führt zu einer verbesserten Vergleichbarkeit der Rückmeldungen über verschiedene Kurse und Semester hinweg. Gleichzeitig konnte durch die strukturierte und systematische Erhebung der Meinungen und Erfahrungen der Teilnehmenden eine höhere Rücklaufquote erzielt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen unmittelbar in die Weiterentwicklung der Kursangebote ein und tragen maßgeblich zur Sicherung und Steigerung der Lehrqualität bei.

Im bisherigen Projektverlauf konnten bereits wesentliche Ziele erreicht werden, wobei ein bedeutender Erfolg die nachhaltige Verstetigung der Kurse darstellt.

- Vollständige Lehrunterlagen: Für alle bisher durchgeführten Lehrveranstaltungen wurden vollständige Lehrunterlagen entwickelt und – basierend auf der fortlaufenden Evaluation – kontinuierlich optimiert.
- Curriculare Integration an der HSH: Sämtliche an der HSH geplanten Kurse sind inzwischen dauerhaft in verschiedene Masterstudiengänge integriert; einzelne Veranstaltungen wurden wegen hoher Nachfrage zusätzlich für Bachelorstudierende geöffnet. Für die erfolgreiche Teilnahme werden ECTS-Punkte vergeben.
- Curriculare Integration an der UBT: Die angebotenen Python- und ML-Kurse (maschinelles Lernen) sind seit 2023 fester Bestandteil zweier Masterprogramme. Der Python-Kurs („Python and data tools for non-programmers“) und der ML-Kurs („Machine learning in materials science“) wurden als Teil eines neuen Mastermoduls Materialinformatik offiziell in das Studienprogramm aufgenommen, wobei jeder Kurs 3 ECTS-Punkte erhält. Darüber hinaus wurde ab October 2024 eine verkürzte Version des Python-Kurses als Pflichtfach für alle Ingenieurstudierenden im Bachelorstudium implementiert, ebenso ein grundlegender praktischer Kurs zum Maschinellen Lernen als Teil eines neuen Mastermoduls „Digitalization & Sustainability in Materials Science & Engineering“. Das entsprechende Modulhandbuch ist bereits akkreditiert.
- Hohe Nachfrage: Die Nachfrage überstieg mehrfach die ursprünglich vorgesehenen Kapazitäten, sodass einige Kurse in vergrößerten Kohorten durchgeführt werden mussten.
- Interdisziplinäre Kooperationen: Durch die interdisziplinäre Ausrichtung wurden Kooperationen zwischen mehreren Fakultäten beider Hochschulen intensiviert und sichtbarer gemacht.

- Technische Integration: Mittels Shibboleth wurde ein hochschulübergreifender Zugriff auf gemeinsam genutzte Moodle-Kurse realisiert; Studierende arbeiten dadurch in einer einheitlichen digitalen Umgebung.

Die Verstetigung ist auch personell nachhaltig abgesichert: An der Hochschule Hof werden die von einer Fachperson konzipierten Lehrveranstaltungen dauerhaft von den beteiligten Professorinnen und Professoren übernommen. An der UBT konnte Dr. Rodrigo Albuquerque, der die Python- und ML-Kurse unterrichtet, seit 01.05.2024 auf einer unbefristeten Stelle beschäftigt werden, sodass die Weiterführung des Programms langfristig gewährleistet ist.

5 Herausforderungen und Lösungsansätze

5.1 Organisatorische Herausforderungen und Lösungsansätze

Trotz der positiven Entwicklung traten in den ersten Zyklen verschiedene Herausforderungen auf, die schrittweise adressiert wurden. Die Zusammenarbeit zwischen einer klassischen Universität und einer Hochschule für angewandte Wissenschaften brachte dabei spezifische organisatorische Herausforderungen mit sich.

Zeitliche Asynchronität der Semester. Die unterschiedlichen akademischen Kalender von UBT (Universität) und HSH (Hochschule für Angewandte Wissenschaften) führten zu Diskrepanzen in der Semesterplanung und erforderten längere Vorlaufzeiten sowie hybride Lehrformate. Diese Herausforderung wurde durch entsprechende Vorlaufzeiten und das Vorhalten von Aufzeichnungen kompensiert, wobei Aufzeichnungen jedoch für Hands-on-Kurse nur bedingt ausreichend sind.

Gemeinsame Materialverwaltung. Zu Projektbeginn wurden Kursmaterialien doppelt in beiden Moodle-Systemen gepflegt, was zunächst durch Duplizierung der Kursinhalte gelöst wurde. Inzwischen ermöglicht ein institutionenübergreifender Zugang via IT-Liste (Informationstechnologie) den direkten Zugriff auf alle Kurse und reduziert Redundanzen erheblich. Ein wechselseitiger Zugang wurde durch Meldung der Teilnehmer-listen an die IT-Abteilungen realisiert.

Evaluationsquote. Die Rücklaufquote der Schlussevaluation fiel geringer aus als erwartet. Erste Maßnahmen koppeln das Ausfüllen des Fragebogens an die Freigabe der ECTS; zusätzlich wird eine betreute Vor-Ort-Evaluation pilotiert.

Rechte an Projektergebnissen. In einzelnen Hands-on-Kursen fehlte zu Beginn eine schriftliche Rechteübertragung; daher konnten nicht alle Projekte publiziert werden. Für künftige Kohorten ist die Zustimmung zur Veröffentlichung obligatorisch geworden.

Ressourcenbedarf bei hoher Nachfrage. Die starke Ausweitung der Hands-on-Kurse erhöht den Betreuungsaufwand erheblich. Bleibt der Trend bestehen, ist zusätzliches Personal einzuplanen, um die Qualität der Betreuung zu sichern.

5.2 Didaktische Herausforderungen und motivationale Aspekte

Didaktische Anpassungen. Beim ersten LaTeX-Kurs zeigte die Evaluation den Wunsch nach einer Blockveranstaltung. Seit dem Folgesemester wird der Kurs daher als Blockvorlesung (ohne ECTS) und parallel als integrierter Teil des Python-Kurses (mit ECTS) angeboten. In den seminaristischen Formaten wurden auf Studierendenwunsch zusätzliche Kurzaufgaben und „Challenges" eingeführt.

Soziale Lernatmosphäre. Schüchternheit einzelner Teilnehmender wurde durch zwei vierstündige Hackathons aufgefangen. Gemeinsames Arbeiten an ML-Projekten und ein informelles Abendessen förderten Austausch und Teamgeist. Ergänzend führen alle Gruppen am Semesterende fünfminütige Projektpräsentationen durch, um Kommunikationskompetenzen gezielt zu stärken.

ECTS-Vergabe und Motivation. Eine zentrale Erkenntnis war die Bedeutung der ECTS-Vergabe für die Motivation der Studierenden. Ohne Kreditpunkte sank die Präsenz in einzelnen Seminaren, da sie von Studierenden niedriger priorisiert wurden. Online verfügbare Lernvideos wiesen jedoch hohe Klickzahlen auf, was auf eigenständiges Selbststudium hindeutet. Dieses Problem wurde durch die Einführung von ECTS-Punkten für alle Kurse gelöst, wodurch die Teilnahme wieder stabil wurde. Der derzeit größte offene Punkt ist die hochschulübergreifende ECTS-Vergabe, für die verschiedene Lösungsansätze diskutiert werden, einschließlich vorab zugesagter Anrechnungen, duplizierter Kursdurchführung oder Abwicklung über die Virtuelle Hochschule Bayern.

5.3 Soziale Aspekte und Kommunikation

Einige Studierende zeigten sich in Diskussionen schüchtern, was ihr Lernerlebnis beeinträchtigte. Die Beobachtung, dass sich insbesondere zurückhaltende Teilnehmende in größeren Gruppen weniger aktiv einbrachten, führte zur Entwicklung gezielter Maßnahmen zur Verbesserung der sozialen Dynamik. Eine bessere soziale Atmosphäre wurde durch die Organisation von Hackathons erreicht – vierstündige Treffen zur Diskussion verschiedener ML-Projekte, die mit einem gemeinsamen Abendessen verbunden waren. Solche informellen Formate boten einen geschützten Rahmen, in dem der Austausch auf Augenhöhe gefördert und Hemmschwellen abgebaut wurden. Die entspannte Atmosphäre ermöglichte es den Studierenden, über Fachgrenzen hinweg Kontakte zu knüpfen, voneinander zu lernen und interdisziplinäre Perspektiven einzubringen. Die Interaktion zwischen Studierenden verschiedener Disziplinen wurde dadurch erheblich intensiviert, was sich auch in einer gesteigerten Motivation und einer aktiveren Beteiligung an den Kursinhalten widerspiegelte.

Die Kommunikationsfähigkeiten wurden durch die Einführung fünfminütiger Abschlusspräsentationen gestärkt, in denen Studierende ihre Projekt- und Problemlösungsansätze vorstellen konnten. Diese Kurzpräsentationen boten die Gelegenheit, zentrale Ergebnisse prägnant zu vermitteln, Feedback von Kommilitoninnen, Kommilitonen und Lehrenden zu erhalten und Präsentationstechniken gezielt zu trainieren.

Die regelmäßige Übung, komplexe Sachverhalte verständlich und strukturiert darzustellen, trug zur Entwicklung eines souveränen Auftretens bei und förderte die Fähigkeit, wissenschaftliche Inhalte adressatengerecht zu kommunizieren. Die Kombination aus informellen Austauschformaten und strukturierten Präsentationsübungen erwies sich als wirkungsvoll, um sowohl das soziale Klima als auch die kommunikativen Kompetenzen im Studienkontext nachhaltig zu stärken.

6 Quantitative Ergebnisse und Erfolge

6.1 Teilnehmerzahlen und Diversität

Die Teilnehmerzahlen entwickeln sich erfreulich und belegen eine kontinuierlich hohe Nachfrage:

Wintersemester 2022/23:
- Basics Python: 29 Teilnehmer (37 % Frauenanteil)
- Deep Learning: 19 Teilnehmer (21 % Frauenanteil)
- LaTeX: 16 Teilnehmer (31 % Frauenanteil)

Sommersemester 2023:
- Basics Python/LaTeX: 36 Teilnehmer (35 % Frauenanteil)
- Deep Learning: 20 Teilnehmer (20 % Frauenanteil)

Wintersemester 2023/24:
- Projects UBT: 8 Teilnehmer (25 % Frauenanteil)
- Projects HSH: 45 Teilnehmer (13 % Frauenanteil)

Die beteiligten Studierenden stammen aus Informatik, Ingenieurswissenschaften, Materialwissenschaften und Geowissenschaften, was die erfolgreiche interdisziplinäre Ausrichtung des Programms bestätigt.

6.2 Feedback und Evaluationsergebnisse

Bei der Evaluierung der Kurse haben wir von den Studierenden durchgängig gute bis sehr gute Bewertungen erhalten, was auf eine hohe Zufriedenheit mit dem Kursangebot und der didaktischen Umsetzung hinweist. Mittels standardisierter Evaluationsbögen des hochschulinternen Qualitätsmanagements konnten die Rückmeldungen vergleichbarer gestaltet werden. Ebenso konnte dadurch der Anteil der Rückläufer vergrößert werden. Ein Ausschnitt der Bewertung für den Hands-on-Kurs ist in Abbildung 2 zu sehen. Die Kursbewertungskurve (schwarz) ist hier deutlich besser als der Fakultätsdurchschnitt der Hochschule Hof (grau). Die Kursbewertungen lagen deutlich über dem Fakultätsdurchschnitt und spiegeln die hohe Akzeptanz und Wirksamkeit des didaktischen Konzepts wider.

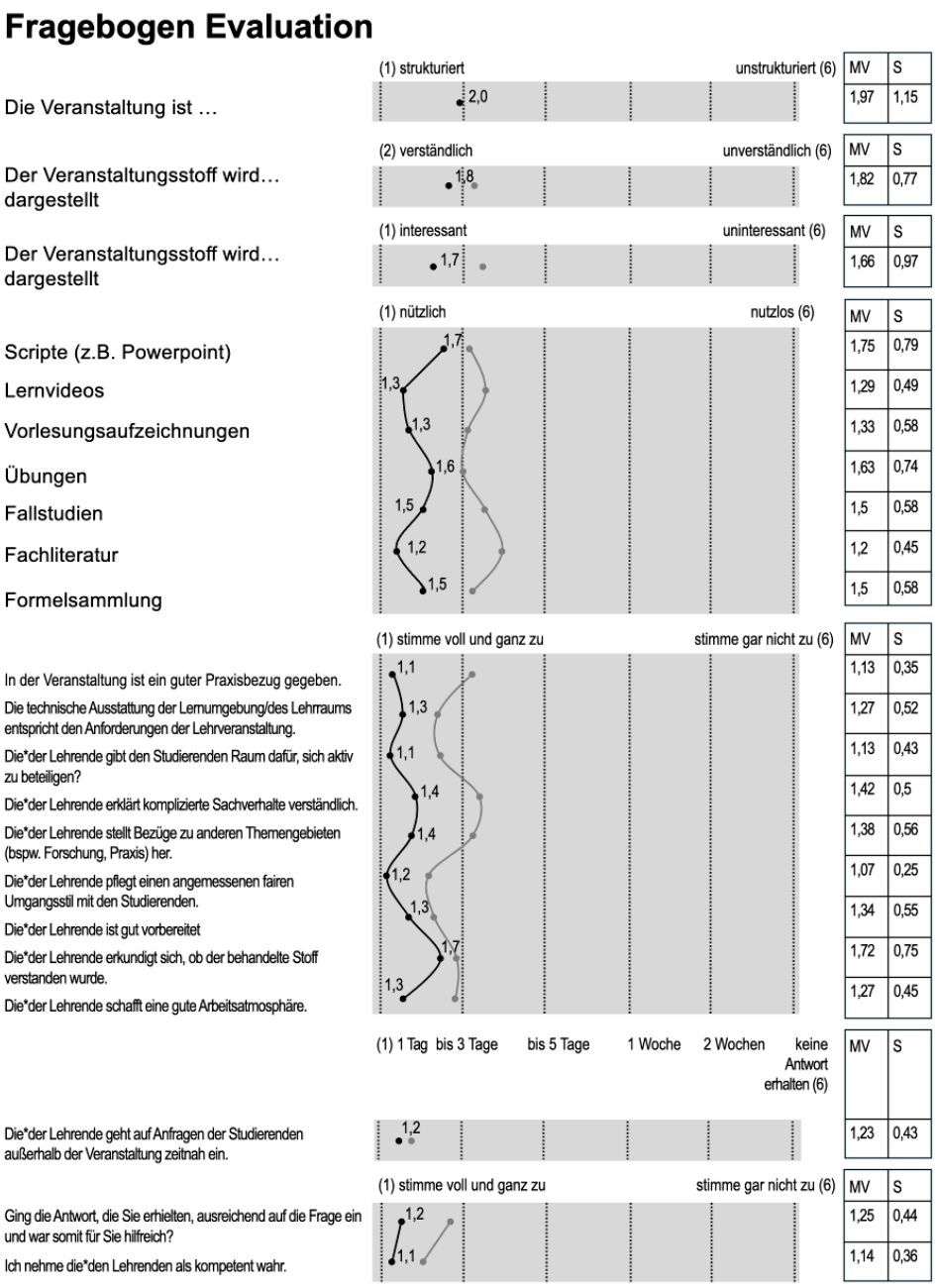


Abbildung 2: Ergebnisse der Evaluierung (Hands-on-Kurs, WS 2023/2024)

Hierbei wurden unter anderem die sehr guten und niederschwellig verfügbaren Unterrichtsmaterialien, die gute Betreuung und die praktische Lernerfahrung als positiv bewertet. Besonders hervorgehoben wurden die niederschwellig verfügbaren Unterrichtsmaterialien, die es den Teilnehmenden ermöglichen, flexibel und eigenständig

auf alle relevanten Inhalte zuzugreifen. Die kontinuierliche Betreuung durch die Lehrenden wurde als äußerst unterstützend empfunden und trug maßgeblich dazu bei, individuelle Fragen zeitnah zu klären und Lernhindernisse abzubauen. Die praxisorientierte Lernerfahrung, die durch projektbasierte Aufgaben und den unmittelbaren Anwendungsbezug gekennzeichnet ist, wurde von den Studierenden als besonders wertvoll eingeschätzt.

Das Feedback der Studierenden der UBT zum Python-Kurs ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Studierenden bewerteten den Kurs vorwiegend positiv. Anmerkungen der Studierenden auf die Frage „What you would do differently?“ sind nachfolgend aufgelistet:

- I would love to do more exercises.
- Only regarding the final project: getting the topics earlier or having more time after lectures at uni end. Exams and stuff all accumulate in the same time. Maybe something to consider.
- Not at 8 in the morning but in the afternoon or if we have the room from 8–10 then maybe from 8:30–10 if that suits everyone.
- The video on e-learning can be improved (cutting of silence to make it shorter and more dynamic).

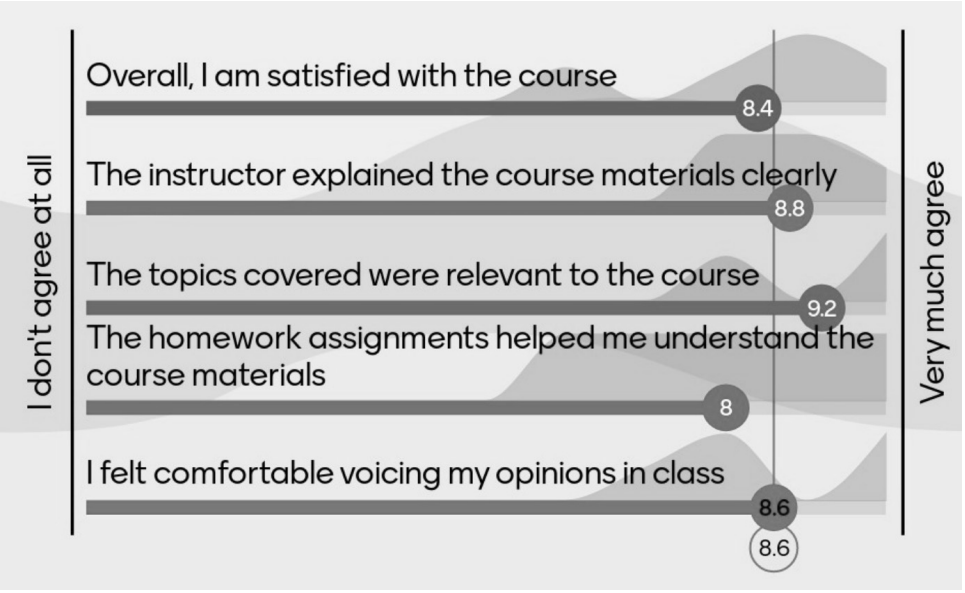


Abbildung 3: Ergebnisse der Evaluierung (Python-Kurs, WS 2023/2024)

Konstruktive Verbesserungsvorschläge der Studierenden, wie die Integration zusätzlicher Übungsaufgaben zur Vertiefung des Stoffes, eine flexiblere Zeitplanung für Abschlussprojekte sowie eine optimierte Videoqualität bei aufgezeichneten Lehrveranstaltungen, wurden zeitnah aufgegriffen und in die Kursgestaltung integriert. Insbesondere bei den jährlich stattfindenden Kursen ermöglichten die Rückmeldungen eine schnelle und zielgerichtete Anpassung der Inhalte und Unterrichtsformen.

Die konsequente Berücksichtigung dieses Feedbacks ermöglichte eine kontinuierliche Qualitätssteigerung und führte dazu, dass die Lehrangebote noch besser auf die Bedürfnisse und Erwartungen der Studierenden zugeschnitten werden konnten. Die Bereitschaft zur stetigen Weiterentwicklung und die enge Einbindung der Studierenden in den Evaluationsprozess stärken das Vertrauen in die Lehrveranstaltungen und fördern eine nachhaltige Verbesserung der Lernbedingungen. Das Feedback wird berücksichtigt, um die Kurse kontinuierlich zu verbessern.

7 Quantitative Ergebnisse und Erfolge

7.1 Wissenschaftliche Outputs und Transfer

Das Digitalisierungskolleg hat bereits zu mehreren wissenschaftlichen Publikationen geführt und damit einen nachhaltigen Beitrag zur akademischen Forschung im Bereich der digitalen Methoden geleistet. Ein ML-Projekt aus dem Wintersemester 2023 an der Universität Bayreuth erzielte vielversprechende Ergebnisse und bildete die Grundlage für eine wissenschaftliche Publikation zum Thema „Fiber volume content analysis of natural fiber composites via machine learning“. In dieser Arbeit wurden innovative Ansätze zur automatisierten Analyse von Faserverbundwerkstoffen entwickelt, die sowohl in der Materialwissenschaft als auch in der industriellen Anwendung neue Impulse setzen können. Die erzielten Resultate fanden nicht nur in der Fachliteratur Beachtung, sondern wurden auch auf einschlägigen wissenschaftlichen Tagungen präsentiert und diskutiert.

Darüber hinaus entstanden verschiedene Publikationen, die die Konzepte, didaktischen Methoden und praktischen Erfahrungen des Kollegs umfassend dokumentieren. Diese Veröffentlichungen bieten anderen Hochschulen und Bildungseinrichtungen wertvolle Orientierungshilfen bei der Implementierung vergleichbarer Programme und tragen zur Weiterentwicklung digitaler Lehr- und Lernformate bei. Die systematische Aufarbeitung und Veröffentlichung der im Digitalisierungskolleg gewonnenen Erkenntnisse fördert den wissenschaftlichen Austausch und unterstützt die Etablierung von Best Practices im Bereich der Digitalisierung der Hochschullehre.

Durch die offene Bereitstellung von Forschungsergebnissen und Lehrmaterialien wird nicht nur die Sichtbarkeit des Digitalisierungskollegs erhöht, sondern auch die internationale Vernetzung und Zusammenarbeit im Bereich der digitalen Bildung gestärkt.

7.2 Institutioneller Impact

Ein unerwarteter positiver Nebeneffekt war die Gründung des „Bayreuth Lab for Digital Sciences“ durch die Hochschulleitung der Universität Bayreuth. Diese Initiative bündelt alle digitalen Kurse der Universität auf einer zentralen Homepage, wodurch das vielfältige digitale Lehrangebot übersichtlich und leicht zugänglich präsentiert

wird. Die zentrale Plattform erleichtert Studierenden die Orientierung im Kursangebot und ermöglicht einen schnellen Zugriff auf relevante Informationen zu Inhalten, Teilnahmevoraussetzungen und Ansprechpartnern.

Darüber hinaus werden durch das „Bayreuth Lab for Digital Sciences" jährlich Veranstaltungen organisiert, die sich gezielt mit digitalen Kursen beschäftigen. Diese Treffen dienen dem Austausch von Erfahrungen, der Vorstellung neuer Kursformate und der Diskussion aktueller Entwicklungen im Bereich der digitalen Lehre. Die gebündelte Präsentation und kontinuierliche Weiterentwicklung der digitalen Angebote trägt dazu bei, die Attraktivität der Universität Bayreuth für potenzielle neue Studierende zu steigern und das Profil der Hochschule im Bereich der digitalen Wissenschaften weiter zu schärfen.

7.3 Publikationen

Im bisherigen Verlauf sind verschiedene Publikationen entstanden:

- Dieckhoff, C.; Barlieb, C.; Groth, C.; Linner, T.; Weininger, F. (2023): Erfolgsfaktor Interdisziplinarität: das Lehrformat Digitalisierungskollegs an Bayerischen Hochschulen. GI Lecture Notes in Informatics (LNI) II-WS2023, Jahrestagung GI.
- Groth, C. (2024): Applied Robotics – Digitale Methoden WS2023, Hof, Open Access, https://doi.org/10.57944/1051-173.
- Nageswaran N.; Scharnagl B.; Groth, C. (2024): Virtual Try-on: A Comprehensive Study of Different Methodologies and Architectures. Submission to International Conference on Artificial Intelligence (ICAI-2024).
- Rothenhäusler, F.; Albuquerque, R.Q.; Sticher, M.; Künneth, C.; Ruckdäschel, H.: Fiber volume content analysis of natural fiber composites via machine learning. Paper in preparation.

Zusätzlich wurden die folgenden Artikel unter Verwendung der in den Kursen verwendeten Python- und/oder Maschinenlernkonzepte veröffentlicht, die auch eine Finanzierung durch die Digikollegs umfassten:

- Albuquerque, R.Q.; Meuchelböck, J.; Ruckdäschel, H. (2024): A unified approach for evaluating mechanical compression tests for polymer bead foams. Journal of Polymer Science, 62, 1034–1043.
- Albuquerque, R.Q.; Rothenhäusler, F.; Ruckdäschel, H. (2024): Designing formulations of bio-based, multicomponent epoxy resin systems via machine learning. MRS Bulletin, 49, 59–70.
- Albuquerque, R.Q.; Sarhadi, A.; Demleitner, M.; Ruckdäschel, H.; Eder, M.A. (2024): Fatigue damage reconstruction in glass/epoxy composites via thermal analysis and machine learning: A theoretical study. Composite Structures, 331, 117855.

8 Zukunftsperspektiven und Weiterentwicklung

8.1 Strategische Ausrichtung

Das Digitalisierungskolleg hat sich für alle Beteiligten als äußerst vorteilhaft herausgestellt. Neben den Studierenden profitieren auch die Dozenten von der Vernetzung, den Erfahrungen im Kolleg und dem Austausch mit anderen Hochschulen.

In der zweiten Hälfte des Projektes sollen die bestehenden Kurse organisatorisch weiter optimiert und insbesondere die hochschulübergreifende Zusammenarbeit der Studierenden durch eine gemeinsame ECTS-Vergabe verbessert werden. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen wird diesem Ziel optimistisch entgegengeblickt.

8.2 Nachhaltige Verankerung

Die personelle Nachhaltigkeit ist bereits sichergestellt: In Hof werden die Kurse zukünftig von den beteiligten Professorinnen und Professoren übernommen, wodurch eine kontinuierliche Durchführung der Lehrveranstaltungen gewährleistet ist. Die Einbindung des bestehenden Lehrpersonals fördert nicht nur die institutionelle Verankerung, sondern ermöglicht auch eine enge inhaltliche Abstimmung mit den jeweiligen Fachbereichen. An der Universität Bayreuth konnte der Coach Dr. Albuquerque durch eine permanente Folgeanstellung dauerhaft gehalten werden. Seine langjährige Erfahrung und fachliche Expertise im Bereich Python und Maschinelles Lernen tragen maßgeblich zur Qualität und Weiterentwicklung der Kurse bei und sichern die nachhaltige Betreuung der Studierenden.

Die curriculare Verankerung der digitalen Lehrangebote schreitet kontinuierlich voran. Es ist geplant, die bestehenden Kurse systematisch in die Bachelor-Programme zu integrieren, sodass digitale Kompetenzen frühzeitig im Studienverlauf vermittelt werden. Darüber hinaus ist eine Ausweitung des Angebots auf weitere Fakultäten vorgesehen, um Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen den Zugang zu modernen digitalen Methoden zu ermöglichen. Die enge Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Lehrstühlen und die fortlaufende Abstimmung mit den Studiengangsleitungen gewährleisten eine flexible Anpassung der Kursinhalte an aktuelle wissenschaftliche und technologische Entwicklungen. Durch diese Maßnahmen wird die nachhaltige Verankerung digitaler Kompetenzen im Curriculum weiter gestärkt und ein zukunftsorientiertes Ausbildungsprofil geschaffen.

9 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

9.1 Erfolgsfaktoren

Die Erfahrungen des Digitalisierungskollegs zeigen mehrere kritische Erfolgsfaktoren für innovative digitale Bildungsprogramme:

- Interdisziplinäre Ausrichtung: Die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fachbereichen bereichert das Lernerlebnis und fördert Transferkompetenzen.
- Praxisbezug: Die Verknüpfung theoretischer Inhalte mit konkreten Anwendungsprojekten motiviert Studierende und vermittelt relevante Kompetenzen.
- Niederschwelliger Zugang: Minimale Vorkenntnisse und umfassende Unterstützungsmaterialien ermöglichen eine breite Teilnahme.
- Flexible Anpassung: Kontinuierliches Feedback und schnelle Anpassungen verbessern die Qualität nachhaltig.
- Institutionelle Verankerung: ECTS-Vergabe und curriculare Integration sind entscheidend für langfristige Akzeptanz.

9.2 Übertragbarkeit und Skalierung

Das Konzept des Digitalisierungskollegs ist grundsätzlich auf andere Hochschulverbünde übertragbar. Wichtige Voraussetzungen sind:

- Komplementäre Kompetenzen der Partnerhochschulen
- Gemeinsame technische Infrastruktur
- Unterstützung durch die Hochschulleitungen
- Ausreichende personelle Ressourcen
- Flexibilität bei organisatorischen Herausforderungen

9.3 Gesellschaftliche Relevanz

Programme wie das Digitalisierungskolleg leisten einen wichtigen Beitrag zur digitalen Transformation der Hochschulbildung. Sie bereiten Absolventinnen und Absolventen auf eine zunehmend digitalisierte Arbeitswelt vor und schaffen Kompetenzen für wissenschaftliche Innovation und gesellschaftlichen Fortschritt.

Die Verbindung von technischen Fähigkeiten mit interdisziplinärem Denken und Kommunikationskompetenzen entspricht den Anforderungen des 21. Jahrhunderts und trägt zur Lösung komplexer gesellschaftlicher Herausforderungen bei.

Julia Krumme, Linda Wienands & Alexandra Teynor

„Ethics by Process" in agiler Entwicklung

Die DARE-Methode zur Integration ethischer Deliberation in die agile Softwareentwicklung

Abstract
Die Digitalisierung durchdringt alle Lebensbereiche und bringt tiefgreifende wirtschaftliche, gesellschaftliche und ethische Herausforderungen mit sich. Besonders in der Softwareentwicklung haben Entscheidungen in frühen Phasen weitreichende Konsequenzen, die Fragen nach Fairness, Verantwortung und Transparenz aufwerfen. Dennoch fehlt es oft an systematischen Ansätzen zur Integration ethischer Prinzipien in den Entwicklungsprozess. Hier setzt die DARE-Methode an: Sie bietet ein strukturiertes Werkzeug, um ethische Überlegungen gezielt in die Software-Entwicklung einzubinden. Damit schafft sie eine Brücke zwischen abstrakten ethischen Prinzipien und praktischen Handlungsempfehlungen und ermöglicht eine nachhaltige, verantwortungsvolle Technologiegestaltung.

1 Passende Werkzeuge für die digitale Transformation?

Unsere Welt hat sich gewandelt. Wir leben in einer Zeit, die immer stärker von digitalen Technologien geprägt ist. Im Gesundheitswesen genauso wie in der Ökonomie, in unserer Kommunikation wie auch in der Art und Weise, wie wir lernen, arbeiten und unsere Freizeit verbringen: Es gibt nahezu keinen Aspekt des menschlichen Lebens, der bis heute nicht durch die Digitalisierung berührt und verändert worden wäre. Die Omnipräsenz des Internets, die permanente Verfügbarkeit von Smartphones und die zum Teil atemberaubend anmutenden Fortschritte in den Feldern der Robotik, der Künstlichen Intelligenz und Big Data haben unsere Welt in einem Ausmaß verändert, das vor wenigen Jahrzehnten noch als Science-Fiction gegolten hätte.

Als treibende Kraft für den Fortschritt haben digitale Innovationen – darunter Telemedizin, Blockchain für sichere Datenübertragung, KI-Assistenzsysteme und 5G-Netze – Leben gerettet, neue Wertschöpfungsfelder erschlossen und die globale Kommunikation beschleunigt. Es scheint sich um einen Siegeszug zu handeln, der uns vor Augen führt, wie Technologie nicht nur die Effizienz steigern, sondern auch die Lebensqualität erhöhen kann. Allerdings bleibt – trotz aller Erfolgsgeschichten – eine zentrale Frage offen: Wie lässt sich sicherstellen, dass diese Entwicklungen nachhaltig, gerecht und verantwortungsvoll gestaltet werden?

Softwareentwicklung gehört vor diesem Hintergrund zu einem der einflussreichsten Felder der heutigen Zeit. Entscheidungen, die in frühen Entwicklungsphasen getroffen werden, können weitreichende wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Konsequenzen nach sich ziehen. Fragen von Fairness, Verantwortung oder auch Transparenz müssen bereits im Entwicklungsprozess systematisch gestellt und beant-

wortet werden, um nachhaltige und ethisch informierte Technologiegestaltung zu ermöglichen.

Wenn wir die Digitalisierung in ihrem umfassenden Sinne nicht nur als technologische Entwicklung, sondern auch als kulturelle, wirtschaftliche und gesamtgesellschaftliche Herausforderung ernst nehmen wollen, müssen wir uns auch darum kümmern, wie Innovationen nicht nur funktional, sondern gleichzeitig ethisch gerechtfertigt gestaltet werden können.

In den unterschiedlichsten Fachdisziplinen, die mit der Digitalisierung in direkter Verbindung stehen (z. B. Software-Engineering, Usability-Engineering oder User Experience), werden jeden Tag Entscheidungen getroffen, die direkt auf das Denken, Fühlen und Handeln des Menschen Einfluss nehmen. In der Konsequenz sind Interfacegestaltung, Usability-und-User-Experience-Projekte immer schon mit ethischen Fragen und Aspekten verbunden (Balthasar et al., 2021). Darauf aufbauende Entscheidungen bleiben allerdings oft implizit, da sie oft unbewusst und bereits im iterativen (Herstellungs-)Prozess getroffen werden. Gleichzeitig geschieht dies in der Regel nicht systematisch begründet, da den Entscheider*innen in der Praxis oft die Grundlagen der Ethik entweder nicht klar vor Augen oder nicht bekannt sind, oder aber das Unterfangen einer umfassenden ethischen Reflexion als zu zeit- und ressourcenintensiv wahrgenommen wird.

Mit der DARE-Methode soll ein Werkzeug bereitgestellt werden, dass dabei systematisch anleitet, diese beiden „Kontingenzen" (Schleidgen et al., 2023) zwischen abstraktem ethischen Prinzip und der konkreten (empfohlenen) Maßnahme in der Praxis zu überbrücken.

1.1 Mind the Gap: Universelle Theorie und partikulare Praxiszusammenhänge

Die Kluft, die sich faktisch durch die beiden Kontingenzen zwischen ethischer Theorie und praktischer Anwendung bzw. Handlungsempfehlung auftut, stellt eines der fundamentalen Probleme der angewandten Ethik dar. Bereits Beauchamp und Childress betonen in ihrem wegweisenden Werk „Principles of Biomedical Ethics" (Beauchamp & Childress, 2019), dass sich abstrakte moralische Grundsätze oft als bemerkenswert widerspenstig erweisen, wenn sie auf die Komplexität realer Entscheidungssituationen treffen. Diese Anwendungslücke, von Martha Nussbaum (Nussbaum, 2001) auch als „Theorie-Praxis-Problem" artikuliert, manifestiert sich in der Schwierigkeit, abstrakte, universelle Prinzipien auf partikulare Praxiszusammenhänge zu übertragen, ohne dabei subtile Bedeutungsgehalte zu nivellieren oder den spezifischen Kontext zu verzerren. Habermas spricht in diesem Zusammenhang von einer „Kontextualisierungsproblematik" (Habermas, 1991), während McIntyre argumentiert, dass moderne ethische Theorien gerade deshalb scheitern, weil sie von konkreten Praxis- und Traditionsgemeinschaften abstrahieren (MacIntyre, 2007). Notwendig scheint hier ein hermeneutisches Verständnis, das sowohl für die abstrakten normativen Prinzipien wie auch für die Besonderheiten des konkreten Einzelfalls sensibel ist (Ricœur, 1996) – eine Ba-

lance, die in der praktischen Entscheidungsfindung stets aufs Neue errungen werden muss.

Nimmt man diese Einsichten ernst, darf angewandte Ethik nicht so sehr als Wissen, als Know-what, gesehen werden. Vielmehr ist sie in einem fundamentalen Sinn als eine Praxis, als ein Know-how zu verstehen – als etwas, das man tun muss, um zu guten Ergebnissen zu gelangen, und als etwas, das man können muss bzw. wofür es Übung braucht, um es effektiv tun zu können.

1.2 Ethische Spannungsfelder in der Softwareentwicklung und das Übersetzungsproblem

Der Bereich der Softwareentwicklung konfrontiert Praktiker*innen mit einer Vielzahl ethischer Dilemmata, die unter anderem in der Spannung zwischen technologischer Innovation und gesellschaftlicher bzw. moralischer Verantwortung wurzeln. Besonders virulent zeigt sich diese Problematik unter anderem bei algorithmischen Entscheidungssystemen: So konnte bereits 2016 gezeigt werden, dass etwa Kreditscoring-Algorithmen diskriminierende Muster reproduzieren können, ohne dass Entwickler*innen diese Effekte antizipiert hätten (Mittelstadt et al., 2016). Ein weiteres Beispiel normativer Phänomene, das auch als „verteilte moralische Verantwortung" (Floridi, 2019) bezeichnet wird, verdeutlicht sich beispielhaft im Fall des Toyota-Unintended-Acceleration-Problems, bei dem komplexe Softwarefehler zu tödlichen Unfällen führten, ohne dass einzelne Entwickler die Systemrisiken vollständig überblicken konnten. Versucht man in derartig komplexen Anwendungsfällen eine Lösung mit den herkömmlichen Mitteln klassischer Prinzipien ethischer Letztbegründung zu entwickeln, wird man feststellen müssen, dass einerseits die kantianische Pflichtenethik an ihre Grenzen stößt, da die Vorhersage aller möglichen Handlungsfolgen unmöglich wird, während andererseits utilitaristische Kosten-Nutzen-Abwägungen durch epistemische Unsicherheiten erschwert werden.

Die Datafizierung lebensweltlicher Prozesse führt zudem zu fundamentalen Herausforderungen für Privatheit und informationelle Selbstbestimmung. Wenn Dating-Apps wie Tinder intime Präferenzen als Trainingsdaten für Empfehlungsalgorithmen sammeln (Shilton & Greene, 2019), kollidieren kommerzielle Interessen mit Nissenbaums Konzept der „kontextuellen Integrität" (Nissenbaum, 2009). Der Cambridge-Analytica-Skandal von 2016 verdeutlicht die Tragweite solcher ethischen Grenzüberschreitungen: Die ohne informierte Zustimmung gewonnenen Persönlichkeitsprofile von Millionen Facebook-Nutzern wurden für politische Mikrotargeting-Kampagnen im US-Präsidentschafts-Wahlkampf instrumentalisiert. Diese Praxis konterkariert nicht nur Rawls' Gerechtigkeitsprinzipien bezüglich fairer partizipatorischer Prozesse, sondern unterminiert auch kommunitaristische Ideale demokratischer Willensbildung, indem sie, wie Zuboff argumentiert, eine „Instrumentarisierung des Verhaltens" befördert (Zuboff, 2018).

Ein drittes Spannungsfeld zeigt sich im Bereich der beruflichen Verantwortung von Entwickler*innen gegenüber divergierenden Stakeholder-Interessen. Der VW-

Emissionsskandal, bei dem Softwareingenieur*innen Abschalteinrichtungen programmierten, die Abgastests manipulierten, illustriert den Konflikt zwischen Loyalitätspflichten gegenüber dem Arbeitgeber und gesellschaftlicher Verantwortung. Ähnlich problematisch gestaltete sich Googles „Project Maven"-Kooperation mit dem US-Militär, die 2018 zu internen Protesten und Kündigungen führte, als Mitarbeiter*innen ihre KI-Expertise nicht für Drohnentechnologie einsetzen wollten. Diese Fälle verweisen auf die von Vallor geforderten „technomoralischen Tugenden" wie Mut und kritische Perspektivenübernahme, die Entwickler befähigen sollen, zwischen konkurrierenden Werten abzuwägen (Vallor, 2016). MacIntyres praxisorientierte Tugendethik (MacIntyre, 2007) bietet hier einen vielversprechenden theoretischen Orientierungsrahmen, indem sie betont, dass ethisches Handeln nicht primär durch abstrakte Prinzipien, sondern durch gemeinschaftliche Praktiken und exzellente Rollenvorbilder erlernt wird – eine Perspektive, die zunehmend in professionellen Kodizes wie dem *ACM Code of Ethics* ihren Niederschlag findet.

Was allerdings bleibt, ist die fundamentale Schwierigkeit, die abstrakten Prinzipien, die in den verschiedenen Codes of Conduct formuliert sind, tatsächlich erfolgreich in die Entwicklungspraxis zu übersetzen (Haas & Sessler, 2022; Krumme et al., 2024; Zuber et al., 2022). Das hat mehrere Gründe:

Erstens korreliert die iterative, inkrementelle Natur agiler Methoden mit dem linearen Abwägungsmodell traditioneller ethischer Reflexion. Während klassische Ethikansätze häufig auf einer umfassenden Vorab-Analyse und stabilen Anforderungen basieren, zeichnet sich agile Entwicklung durch emergente Eigenschaften und kontinuierliche Anpassung aus. Beck et al. betonen in ihrem „Agilen Manifest" (Beck et al., 2001) gerade das „Reagieren auf Veränderung" gegenüber dem „Befolgen eines Plans" – ein Prinzip, das mit dem eher retrospektiven, langsamen Charakter herkömmlicher ethischer Beratung in Spannung steht. Wenn sich Produktfeatures regelmäßig ändern können, greifen deontologische Vorabprüfungen oder utilitaristische Folgenabschätzungen systematisch zu kurz.

Zweitens fehlt klassischen ethischen Reflexionsmethoden die organisatorische Einbettung in den agilen Entwicklungsprozess. Die von Mittelstadt als „ethics-washing" (Mittelstadt et al., 2016) kritisierte Praxis externer Ethikkomitees oder nachgelagerter Ethik-Reviews steht im Widerspruch zum agilen Prinzip der selbstorganisierten, cross-funktionalen Teams. Traditionelle Ethikreflexion wird so zum externen „Checkpoint", der mit agilen Praktiken wie Sprints, Daily Stand-ups oder User Stories nicht synchronisiert ist – ein Umstand, u. a. von Gotterbarn und Miller als „ethics as afterthought"-Problem identifiziert wurde (Gotterbarn & Miller, 2009).

Drittens operieren klassische Ethikansätze häufig mit Abstraktion und Universalisierung, während durch agile Entwicklung gerade die nuancierte Betrachtung spezifischer Nutzerinteraktionen und -bedürfnisse priorisiert werden können. Die von Schön als „technische Rationalität" kritisierte Vorstellung (Schön, 1983), dass allgemeine ethische Prinzipien unmittelbar auf partikulare Kontexte anwendbar seien, erweist sich auch in der User-zentrierten agilen Entwicklung als unrealistisch und problematisch. Hinzu kommt, dass es traditionellen Ethikkonzepten an praktischen Instrumenten zur Integration in die tägliche Entwicklungsarbeit mangelt. Während

agile Methoden ein reichhaltiges Repertoire an operationalisierbaren Techniken wie *User Stories*, *Planning Poker* oder *Retrospektiven* bieten, verbleiben klassische ethische Reflexionsansätze oft auf einer abstrakten Ebene im theoretischen „Elfenbeinturm“ ohne konkrete Handlungsanweisungen für Entwicklungsteams liefern zu können. Mit anderen Worten: Es fehlt an „Ethics by Process“-Praktiken, die mit dem iterativen, experimentellen Charakter agiler Entwicklung kompatibel sind (Manders-Huits & Zimmer, 2009). Entsprechend bedarf es dringend ethischer Reflexionsansätze, die auch in Verbindung mit der Dynamik, Kollaboration und Nutzerzentrierung agiler Methoden funktionieren und die eine Brücke bauen können zwischen abstrakter, theoretischer Reflexion und kontextsensitiver, praktischer Umsetzung. Ansätze wie z. B. Value-Sensitive-Design (Friedman & Hendry, 2019) oder die Idee iterativer *Ethic Sprints* (Ferrario et al., 2016) weisen bereits in die entsprechende Richtung, wurden aber bisher (noch) nicht zu einer von Software-Entwickler*innen in der Praxis leicht anzuwendenden Methode ausgearbeitet.

Den Ansatz des Zusammenspiels zwischen Theorie und Anwendungskontext macht sich die DARE-Methode zu eigen, um ethische Reflexion von Anfang an in den Entwicklungsprozess produktiv zu integrieren und gleichzeitig den distinktiven Merkmalen agiler Methoden Rechnung zu tragen: Auf diese Weise bleibt der Entwicklungsprozess einerseits immer mit dem theoretischen Fundament ethischer Prinzipien in Verbindung, verliert dabei aber nicht den Bezug zum konkreten Anwendungsfall.

1.3 „Agile Ethics“? – Was agile Methoden ausmacht und wo die Ethik anknüpfen kann

Agile Methoden (dazu zählen unter anderem Scrum, XP, Lean oder Crystal-Clear) zeichnen sich durch eine Reihe distinktiver Merkmale aus, die sie von traditionellen Ansätzen des Projektmanagements und der Softwareentwicklung unterscheiden: **(1) Iterative und inkrementelle Entwicklung**: Statt einer linearen, sequentiellen Vorgehensweise (wie beispielsweise beim Wasserfallmodell) setzen agile Methoden auf kurze Entwicklungszyklen (sogenannte Iterationen oder Sprints), in denen jeweils funktionsfähige Teilprodukte entstehen. Diese Iterationen, die typischerweise für eine Dauer von 1–4 Wochen angelegt sind, ermöglichen kontinuierliches Feedback und schrittweise Verfeinerung. Ein solches Vorgehen reduziert die Komplexität, indem große Aufgaben in überschaubare Inkremente zerlegt werden (Cockburn, 2002).

Gleichzeitig wird in agilen Methoden die Anpassungsfähigkeit gegenüber starrer Vorausplanung priorisiert. **(2) Adaptive Planung und Flexibilität** sind im Agilen Manifest (Beck et al., 2001) treffend dargestellt als „Reagieren auf Veränderung mehr als das Befolgen eines Plans“. Diese Adaptivität zeigt sich in regelmäßigen Planungsanpassungen, kontinuierlicher Neubewertung von Prioritäten und in der grundsätzlichen Offenheit für emergente Anforderungen – ein Grundsatz, der auch als „Embrace Change“ (Highsmith, 2002) konzeptualisiert werden kann.

Die Teamstruktur agiler Projekte ist im Prinzip der Selbstorganisation verankert. **(3) Selbstorganisierte, cross-funktionale Teams** von 5–9 Personen mit komplemen-

tären Kompetenzen übernehmen kollektive Verantwortung für anfallende Projektentscheidungen. Sie legen autonom Implementierungsdetails und Arbeitsverteilung fest (Schwaber & Sutherland, 2020), was durch flache Hierarchien und die Minimierung externer Abhängigkeiten unterstützt wird.

Gleichzeitig liegt ein Fokus auf direkter, persönlicher Kommunikation: Regelmäßige Events wie *Daily Stand-ups*, *Sprint Reviews* und *Retrospektiven* geben dem kontinuierlichen Austausch eine allgemein anerkannte Form und sorgen für einen beständigen Informationsfluss im Team. Die physische Nähe der Mitglieder (idealtypisch in einem gemeinsamen Raum) fördert die informelle Kommunikation und schnelle Problemlösung; ein Faktum, das bei Cockburn auch als „osmotische Kommunikation" bezeichnet wird (Cockburn, 2005). Es sind also **(4) Kommunikationsfokus und Kollaboration**, die agile Methoden auszeichnen.

Damit korreliert auch das Kernelement **(5) Kundenorientierung und kontinuierliches Feedback**. Durch regelmäßige Demo-Termine, frühe Auslieferung funktionierender Inkremente und kontinuierliches Feedback wird sichergestellt, dass das Produkt den tatsächlichen Bedürfnissen der Nutzer*innen entspricht. Eine derart kundengetriebene Entwicklung umgeht durch eine strikte Priorisierung und einen rechtzeitigen Entwicklungsstopp u. a. auch die überflüssige Entwicklung nicht benötigter Features und eine damit verbundene Kostensteigerung (Poppendieck & Poppendieck, 2003). Sie ist nur möglich, wenn alle Stakeholder in einem kontinuierlichen Kommunikationsprozess in Kontakt stehen.

Auf der eher technischen Seite stehen **(6) technische Exzellenz, nachhaltige Entwicklung und empirische Prozesskontrolle**: Kontinuierliche Integration, *Refactoring* und Qualitätssicherung werden durch spezifische technische Praktiken wie automatisierte Tests, *Continuous Integration*, *Pair Programming* und *Clean Code* betont, um mögliche „technische Schulden" zu minimieren und eine langfristige Wartbarkeit der Produkte sicherzustellen. Gleichzeitig kann durch empirische Kontrollmechanismen der Prozess kontinuierlich verbessert werden. Spezifische Metriken, wie z. B. *Velocity* oder *Burndown-Charts* sorgen für Transparenz hinsichtlich des Projektfortschritts und ermöglichen datenbasierte Entscheidungen.[1]

Schließlich haben agile Methoden einen Fokus auf **(7) Wertorientierung und Priorisierung**. Damit ist gemeint, dass alle Entwicklungsaktivitäten u. a. nach Geschäftswert priorisiert werden. *Product Backlogs* als dynamische, nach Wert geordnete „Anforderungslisten" stellen sicher, dass die wichtigsten Features des Produkts zuerst entwickelt und implementiert werden. Eine solche Wertefokussierung maximiert den *Return on Investment* und minimiert gleichzeitig das Projektrisiko.

Diese Merkmale bilden eine geradezu ideale Grundlage, um angewandte Ethik bzw. ethische Praxis nahtlos in den Prozess zu integrieren (Zuber et al., 2022). Insbesondere flache Hierarchien (vgl. (3)), osmotische Kommunikation (vgl. (4)) und empirische Prozesskontrolle (vgl. (6)) leisten einen wesentlichen Beitrag dazu, eigenständiges, kritisches Denken und Autonomie zu stärken, was wiederum dem deliberativen

1 *Velocity* misst die Arbeitsgeschwindigkeit eines Entwicklungsteams (erledigte Story Points pro Sprint), während *Burn-Down-Charts* den Fortschritt während eines Sprints visualisieren (verbleibende Arbeit über die Zeit).

Prozess ethischer Urteilsbildung zugutekommt. Wird Ethik verstanden als pragmatisches Verfahren, dessen Legitimität nicht durch vorgefasste abstrakte Prinzipien entsteht, sondern v.a. durch die Qualität des strukturierten Beratungsprozesses, werden Schnittstellen und Parallelen zur Softwareentwicklung sichtbar, insofern sich doch beide als adaptive Verfahren zur Bewältigung komplexer, sich verändernder Anforderungen verstehen. Arbeiten agile Methoden in Sprints, folgen deliberative Ethikmodelle einem kontinuierlichen Prozess der reflektiven Überprüfung, wie es sich im „reflective equilibrium" von Rawls ausdrückt (Rawls, 1971). Beide zeichnen sich durch Prozessorientierung, Partizipation, Fallibilismus, einen ausgeprägten Kontextbezug und eine Begründungspflicht hinsichtlich vorgebrachter Positionen aus. Für letzteres ist vor allem Habermas' „herrschaftsfreie Kommunikation" (Habermas, 2019a, 2019b) von Bedeutung: Im *Daily Standup* kann Jede:r Probleme ansprechen, in *Sprint-Reviews* werden alle Stakeholder gehört und *Planning-Sessions* sind als echte Diskussionen angelegt, ohne Top-Down-Ansagen.

Beide Ansätze – prozessual gedachte, angewandte Ethik ebenso wie agile Softwareentwicklung – scheinen der Erkenntnis Rechnung zu tragen, dass in einer komplexen, sich schnell verändernden Welt starre Systeme nicht mehr funktionieren. Was wir benötigen, sind flexible, lernende, partizipative Systeme. Nur wenn ethische Reflexion zum kontinuierlichen Bestandteil des Entwicklungsprozesses wird, kann ethischen Anforderungen wirkungsvoll begegnet werden.

1.4 Theoretische Grundlagen der Methode

An dieser Stelle könnte man einwenden, es gebe doch bereits Ansätze, Frameworks und Ethik-Kodizes, die genau dasselbe Ziel verfolgen. Stiftet eine weitere Methode nicht einfach nur zusätzliche Verwirrung, ohne in der Sache einen positiven Effekt erzielen zu können? Tatsächlich sind bestehende Versuche, ethische Reflexion in Entwicklungsprozesse zu integrieren, bisher in unterschiedlichem Ausmaß mit drei Schwierigkeiten behaftet: Erstens bleibt ungeklärt, wie die abstrakten, akademisch ausgerichteten Prinzipien in den Frameworks und Guidelines in die Praxis realer Anwendungskontexte übersetzt werden können (Haas & Sessler, 2022; Zuber et al., 2022). Zweitens haben die meisten Frameworks, wie z. B. das „Responsible Design-Process-Framework" (Peters et al., 2020) oder die „Ethics Canvas" (Lewis et al., 2018) ihren Schwerpunkt auf der deskriptiven „Ist-Analyse", ohne einen systematischen Übergang zur Explikation normativer Prämissen und Prinzipien zu schaffen. Drittens schließlich bleiben manche Frameworks, wie z. B. das EDAP-Schema (Zuber et al., 2020), in ihrer akademisch ausgerichteten Ausarbeitung begrifflich zu komplex und sperrig, sodass sie nicht intuitiv verständlich und damit auch nicht im Alltag von Software-Entwickler*innen anwendbar sind.

Die DARE-Methode begegnet diesen Problemen, ohne dabei auf eine entsprechende Grundlegung durch klassische ethische Theorien zu verzichten. Sie verbindet diskursethische Prinzipien, konsequentialistische und deontologische Elemente mit verfahrensethischen Überlegungen, um die Kontextabhängigkeit spezifischer Ent-

scheidungen abbilden zu können, ohne dabei an Anwendbarkeit im industriellen Alltag einzubüßen.

2 Die DARE-Methode konkret

Die DARE-Methode funktioniert als modulares System, das **D**eliberativ, **A**gil und **R**esponsiv **E**thik in Softwareentwicklungsprozesse integriert (Krumme et al., 2024). Es wurde in einem mehrjährigen interdisziplinären Forschungsprojekt zu einer eHealth-Anwendung entwickelt und zeigt seine Vorteile in fünf Kernaspekten[2]: DARE hilft (1) dabei, die Lücke zwischen Theorie und Praxis zu schließen, indem es das Entwickler-Team durch einen transparenten Prozess der deskriptiven „As-Is"-Analyse führt und die normativen Prämissen im praktischen Bewertungssyllogismus erläutert. (2) Zweitens zeigt sich die Methode anpassungsfähig, insofern sie leicht an unterschiedliche Team- und Projektgrößen und -anforderungen angepasst werden kann[3]. Darüber hinaus (3) ist ihre Anwendung nicht speziell auf bestimmte Bereiche (z. B. die Entwicklung von KI) zugeschnitten, sondern erweist sich als themenoffen und für ein breites Spektrum von (Software)-Entwicklungen einsetzbar. Die Implementierung der Methode in einem Team (4) erfordert keine großen Vorbereitungen. Das Set und seine Anwendung sind (5) leicht verständlich und in Bezug auf Terminologie und interne Struktur an den Kontext der agilen Entwicklung angepasst. Es handelt sich um direkt einsatzfähige Materialien, die auf das Konzept des Informative Workspace zugeschnitten sind, das für agile Methoden wie „XP", „Scrum", „Crystal" oder „Lean Software" von entscheidender Bedeutung ist (Beck & Andres, 2005; Cockburn & Highsmith, 2001; Meyer, 2014).

Hauptziel ist die systematisierte Führung durch die praxisnahe Reflexion ethischer Aspekte auch ohne tiefgehende ethische Vorkenntnisse. Die dafür angesetzten Leitprinzipien sind Nutzer*innen-Zentrierung, Team-Kompatibilität und Iterationsfähigkeit bei gleichzeitig effizienter Nutzung der vorhandenen Ressourcen. Dafür werden Elemente bestehender Prozesse und Frameworks wie z. B. ECCOLA (Vakkuri et al., 2020), Ethics Canvas (Lewis et al., 2018) und Moral Case Deliberation (Stolper et al., 2016) als Basis herangezogen und so weiterentwickelt, dass sie den Anforderungen zur Integration in die agile Entwicklung entsprechen.

Die Methode gliedert sich in vier Schritte, die initial bei der Erstellung des Backlogs im Team durchgeführt werden: Es beginnt (1) mit der Stakeholder- und Technikanalyse, um die Kontextbedingungen und die technischen Anforderungen zu iden-

2 Grundlegende Ideen zur Methode entstanden im Rahmen des BMBF-geförderten DARE-Projekts (2020–2023), das sich mit ethischen und sozialen Aspekten in der App-Entwicklung am Beispiel einer Nachsorge-App in der onkologischen Nachsorge auseinandergesetzt hat.
Die Umfassende Ausarbeitung des Systems und ein erster praxistauglicher Prototyp wurden dann im Rahmen des Forschungs-Tracks des Digitalisierungskollegs der Technischen Hochschule Augsburg (THA_digileg) erstellt.

3 Eine solche Anpassung ist dabei insbesondere im Rahmen typischer Teamgrößen im agilen Setting möglich. Für ausdrücklich größere Teams werden sich auch hier ähnliche Skalierungsprobleme zeigen, die sich dann u.U. durch hierarchische Ansätze, vergleichbar mit dem *Scrum of Scrums*, abschwächen lassen.

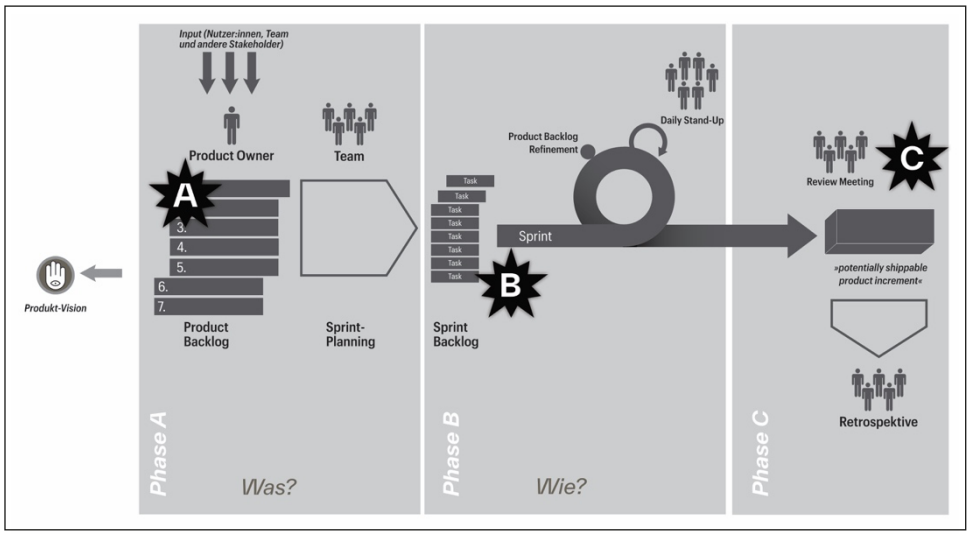


Abbildung 1: Die DARE-Methode kann in agilen Entwicklungsprozessen implementiert werden, ohne bekannte Abläufe zu stören. Insbesondere kann sie in die Phasen A, B und C integriert werden. Die übergreifende „As-Is“-Analyse findet hauptsächlich in Phase A, bei Erstellung des initialen Backlogs, statt und liefert wertvolle Informationen, die auf dem Grid gesammelt werden und für die Umsetzung in den Sprints wichtig sind. In Phase C werden die Ergebnisse anschließend ausgewertet, um gegebenenfalls Anpassungen für die nächste Iteration vornehmen zu können.

tifizieren. Darauf folgt (2) die Impact-Analyse, die sich systematisch mit möglichen Folgen auseinandersetzt. Daran anschließend steht (3) die Identifikation betroffener ethischer Prinzipien, die als Grundlage für die (4) Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für die Umsetzung im *Iteration Backlog* dienen.

Für die einzelnen Schritte stehen im DARE-Set jeweils Materialien zur Verfügung, die systematisch durch den Prozess leiten und sich in das Setting agiler Methoden perfekt einfügen. Das Basis-Set besteht aus einem beschreibbaren Grid im DIN A3-Format, 9 Fragekarten zur Stakeholder-Analyse, 12 Fragekarten zur Technikanalyse, 13 Fragekarten zur Impact-Analyse sowie 9 Prinzipienkarten. Zusätzlich gibt es noch Klebepunkte (rot, gelb und grün) zur Markierung sowie ein Set von 11 Karten für die „magische Schätzung“ zur Hierarchisierung der relevanten ethischen Prinzipien (*ethical estimation poker*).

Bei Bedarf lässt sich das Basis-Set durch Erweiterungen mit spezifischen Fragekarten für den jeweiligen Einsatzbereich in der Technikanalyse ergänzen (z. B. für Entwicklungen im medizintechnischen Bereich oder für Software, die KI integriert).

Die Teammitglieder werden durch Fragekarten strukturiert durch den Workflow (1)–(3) geleitet und die Ergebnisse anschließend in ein Grid eingetragen, das sich in der visuellen Gestaltung an das Modell der *Business Canvas* anlehnt. Hier besteht die Möglichkeit, kritische Elemente/Bereiche und Auffälligkeiten durch farbige Buttons nach der Ampelsystematik zu markieren, um auch für spätere Entwicklungsschritte alle wichtigen Punkte sofort sichtbar zu halten.

Bisher konnte die DARE-Methode im Rahmen des THA_digileg u. a. in Praxisprojekten mit Studierenden des Bachelor-Studiengangs „Interaktive Medien (IM)“ an der Technischen Hochschule Augsburg angewendet werden.

Wünschenswert sind für die Zukunft allerdings noch weitere Entwicklungsschritte: Zum einen ist eine vollständige Übersetzung der Materialien und des Manuals ins Englische angedacht. Außerdem ist eine Version für verteilt und remote arbeitende Teams angedacht, um den tatsächlichen Arbeitsrealitäten in der Softwareentwicklung gerecht werden zu können. Drittens ist eine Erweiterung der Fragekarten um verschiedene ergänzende Sets geplant. So wäre ein ergänzendes Modul für künstliche Intelligenz ebenso denkbar wie Fragekarten speziell für medizintechnische Anwendungen oder Technologien in anderen sensiblen Kontexten.

3 Fazit

DARE als deliberative Methode zeichnet sich insbesondere durch folgende Stärken aus: Sie lässt sich (1) unproblematisch in bestehende agile Workflows integrieren. Durch ihre modulare Struktur und zeitlich begrenzte Reflexionszyklen (typischerweise 15–30 Minuten pro Session) fügt sie sich organisch in Sprint-Planungen und Retrospektiven ein, ohne den Entwicklungsrhythmus zu stören oder gar zu unterbrechen. Die iterative Natur der Methode entspricht dem agilen Grundprinzip der kontinuierlichen Verbesserung und ermöglicht es Entwicklungsteams, ethische Überlegungen als integralen Bestandteil des Entwicklungsprozesses zu betrachten, anstatt sie als nachgelagerte Prüfinstanz und Entwicklungsbremse zu verstehen.

Außerdem ermöglicht sie (2) ein strukturiertes Herangehen an ethische Fragestellungen in Technologieprojekten. Als Methode operationalisiert sie abstrakte ethische Konzepte durch konkrete Leitfragen und Reflexionsschritte, wodurch komplexe moralische Dilemmata in handhabbare Entscheidungsprozesse überführt werden. Dies ermöglicht es Entwicklungsteams, potenzielle ethische Risiken bereits proaktiv zu identifizieren und zu adressieren, noch bevor diese in der Implementierung oder nach der Markteinführung zu großen Schwierigkeiten führen.

Dazu ist (3) die Einstiegshürde sehr niedrig, insofern die Methode keine spezialisierten Vorkenntnisse im Bereich der Ethik oder Moralphilosophie erfordert. Durch intuitive Leitfragen[4], praxisnahe Beispiele[5] und strukturierte Moderationshilfen können auch fachfremde Teilnehmende effektiv an ethischen Reflexionsprozessen partizipieren. Dies demokratisiert den Zugang zu ethischen Überlegungen in der Technologieentwicklung und reduziert die Abhängigkeit von externen Ethik-Experten, ohne dabei (4) auf Praktikabilität und Effizienz verzichten zu müssen.

---

4 So fragt die Technikanalyse unter anderem danach, „Welche Drittanbieter […] bei der Verwendung der Applikation bzw. des Produkts involviert? [sind] (z. B. Cloud-Speicher, externe Datenverarbeitung ...)“.

5 Auf den Prinzipien-Karten wird unter der Überschrift „In der Praxis“ das zugrunde liegende Prinzip konkret expliziert. So heißt es beim Prinzip des Wohltuns: „Als „große Schwester“ des Nicht-Schaden-Prinzips fragt das Prinzip des Wohltuns nach positiven Effekten.“

Gleichzeitig wird der aktuelle Stand der Forschung und Entwicklung der DARE-Methode von Limitationen markiert. Da es sich um eine grundsätzlich deliberative Methode handelt, ist ihre Effektivität stark von der Qualität der Teamkommunikation und von vorherrschenden Machtverhältnissen abhängig. In hierarchisch geprägten oder konfliktreichen Teams können dominante Stimmen den Diskurs prägen und alternative Perspektiven unterdrücken, wodurch die angestrebte Pluralität der Meinungsbildung eingeschränkt wird und das diskursethische Prinzip des herrschaftsfreien Diskurses ausgehebelt. Nur wenn in der Praxis flache Hierarchien gegeben sind und eine funktionierende Teamstruktur vorherrscht, macht es Sinn, die Methode einzusetzen.

Des Weiteren muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass DARE – trotz der beschriebenen Effizienz – zusätzliche zeitliche Investitionen erfordert, insbesondere dann, wenn das Team noch nicht mit der Methode vertraut ist oder wenn es sich um hochkomplexe Fragestellungen handelt. Ein solcher Mehraufwand kann, insbesondere in straff getakteten Entwicklungsprojekten als Belastung empfunden werden, und dafür sorgen, dass ethische Reflexionsschritte nur oberflächlich oder rudimentär bearbeitet werden.

Dennoch, so lässt sich abschließend zusammenfassen, ist mit der DARE-Methode ein Werkzeug gegeben, mit dem sich auf einfache Weise ethische Reflexion in Entwicklungsprozesse integrieren lässt. Die Methode punktet vor allem durch ihre Praxistauglichkeit: Mit kompakten 15–30 Minuten Sessions passt sie perfekt in agile Sprints, ohne den Workflow zu stören. Dabei macht sie komplexe Ethik-Fragen greifbar und bringt Teams systematisch ins Gespräch, um fundierte Entscheidungen und ethische Sensibilität zu schärfen. Sie stellt aber selbstverständlich kein Allheilmittel dar: Bei tiefgreifenden moralischen Konflikten und sehr hohen Komplexitätsgraden kann sie eher als Baustein eines umfassenderen Ethikkonzepts verstanden werden, nicht aber als Komplettlösung.

Danksagung

Die Autorinnen danken dem Team des DARE-Projektes für die ersten konzeptionellen Ideen und grundlegenden Überlegungen zur Entwicklung der deliberativen Methode. Besonderer Dank gilt darüber hinaus den Teilnehmenden des Workshops „Is–Ought–Action“ während der Werkwoche an der Technischen Hochschule Augsburg: Benedikt Durnberger, Raphael Frühauf, Christine Hagen, Karen Pfeiffer und Dorian Spiegelauer haben mit ihren wertvollen praktischen Überlegungen und der Durchführung erster Usability-Tests einen großen Beitrag insbesondere zur Auswahl und Integration der mittleren Prinzipien in die Methodenarchitektur geleistet.

Literatur

Balthasar, M., Schiffhauer, B., Schuler, S., Harhues, S., Lutsch, C., Winter, D., & Preussner, A. (2021). Mit großer Macht kommt große Verantwortung – Grundüberlegungen zur Ethik für UUX-Professionals. In E. Ludewig & T. Jackstädt (Hrsg.), *Mensch und Computer 2021 – Usability Professionals*. Gesellschaft für Informatik e. V. und German UPA e. V.

Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2019). *Principles of biomedical ethics* (8. Aufl.). Oxford University Press.

Beck, K., & Andres, C. (2005). *Extreme Programming Explained*. Addison-Wesley.

Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. https://agilemanifesto.org

Cockburn, A. (2002). *Agile Software Development*. Addison-Wesley.

Cockburn, A. (2005). *Crystal clear. A human-powered methodology for small teams*. Addison-Wesley.

Cockburn, A., & Highsmith, J. (2001). Agile software development, the people factor. *Computer*, *34*(11), 131–133. https://doi.org/10.1109/2.963450

Ferrario, M. A., Simm, W., Newman, P., Forshaw, S., & Whittle, J. (2016, 2014). *Software engineering for 'social good': integrating action research, participatory design, and agile development*.

Floridi, L. (2019). Translating Principles into Practices of Digital Ethics: Five Risks of Being Unethical. *Philosophy & Technology*, *32*(2), 185–193. https://doi.org/10.1007/s13347-019-00354-x

Friedman, B., & Hendry, D. G. (2019). *Value Sensitive Design: Shaping Technology with Moral Imagination*. MIT Press. https://doi.org/https://doi.org/10.7551/mitpress/7585.001.0001

Gotterbarn, D., & Miller, K. W. (2009). The Public is the Priority: Making Decisions Using the Software Engineering Code of Ethics. *Computer*, *42*(6), 66–73. https://doi.org/10.1109/mc.2009.204

Haas, N., & Sessler, M.-L. (2022). Integration moralischer Anforderungen in den agilen Entwicklungsprozess KI-basierter Anwendungen am Beispiel von Scrum. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, *59*(2), 667–682. https://doi.org/10.1365/s40702-022-00848-x

Habermas, J. (1991). *Erläuterungen zur Diskursethik*. Suhrkamp.

Habermas, J. (2019a). *Theorie des kommunikativen Handelns. Bd. 1* (11. Aufl.). Suhrkamp.

Habermas, J. (2019b). *Theorie des kommunikativen Handelns. Bd. 2* (11. Aufl.). Suhrkamp.

Highsmith, J. (2002). *Agile software development ecosystems*. Addison-Wesley Longman.

Krumme, J., Wienands, L., & Teynor, A. (2024). Never Mind the Codes of Conduct. DARE You to Tackle Ethics in Software Development for eHealth. In J. Mantas, A. Hasman, G. Demiris, K. Saranto, M. Marschollek, T. N. Arvanitis, I. Ognjanović, A. Benis, P. Gallos, E. Zoulias, & E. Andrikopoulou (Hrsg.), *Digital Health and Informatics Innovations for Sustainable Health Care Systems*. IOS Press. https://doi.org/10.3233/shti240330

Lewis, D., Reijers, W., & Pandit, H. (2018). *Ethics Canvas Manual*. ADAPT Centre & Trinity College Dublin & Dublin City University. https://ethicscanvas.org/canvas/index.php

MacIntyre, A. C. (2007). *After virtue: a study in moral theory* (3. Aufl.). University of Notre Dame Press.

Manders-Huits, N., & Zimmer, M. (2009). Values and Pragmatic Action: The Challenges of Introducing Ethical Intelligence in Technical Design Communities. *The International Review of Information Ethics*, *10*, 37–44. https://doi.org/10.29173/irie87

Meyer, B. (2014). *Agile! The Good, the Hype and the Ugly*. Springer.

Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., & Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data & Society*, *3*(2), 2053951716679679. https://doi.org/10.1177/2053951716679679

Nissenbaum, H. (2009). *Privacy in Context. Technology, Policy, and the Integrity of Social Life*. Stanford University Press.

Nussbaum, M. C. (2001). *The fragility of goodness: luck and ethics in Greek tragedy and philosophy* (Rev. Aufl.). Cambridge University Press.

Peters, D., Vold, K., Robinson, D., & Calvo, R. A. (2020). Responsible AI – Two Frameworks for Ethical Design Practice. *IEEE Transactions on Technology and Society*, *1*(1), 34–47. https://doi.org/10.1109/tts.2020.2974991

Poppendieck, M., & Poppendieck, T. (2003). *Lean software development: an agile toolkit*. Addison-Wesley.

Rawls, J. (1971). *A Theory of Justice – Original Edition*. Harvard University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9z6v

Ricœur, P. (1996). *Das Selbst als ein Anderer*. Wilhelm Fink Verlag.

Schleidgen, S., Kremling, A., Mertz, M., Kuehlmeyer, K., Inthorn, J., & Haltaufderheide, J. (2023). How to derive ethically appropriate recommendations for action? A methodology for applied ethics. *Medicine, Health Care and Philosophy*, *26*(2), 175–184. https://doi.org/10.1007/s11019-022-10133-9

Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. https://scrumguides.org/

Shilton, K., & Greene, D. (2019). Linking Platforms, Practices, and Developer Ethics: Levers for Privacy Discourse in Mobile Application Development. *Journal of Business Ethics*, *155*(1), 131–146. https://doi.org/10.1007/s10551-017-3504-8

Stolper, M., Molewijk, B., & Widdershoven, G. (2016). Bioethics education in clinical settings: theory and practice of the dilemma method of moral case deliberation. *BMC Medical Ethics*, *17*(1), 45. https://doi.org/10.1186/s12910-016-0125-1

Vakkuri, V., Kemell, K. K., & Abrahamsson, P. (2020, 26–28 Aug. 2020). ECCOLA – a Method for Implementing Ethically Aligned AI Systems. 2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA),

Vallor, S. (2016). *Technology and the Virtues: A Philosophical Guide to a Future Worth Wanting*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190498511.001.0001

Zuber, N., Gogoll, J., Kacianka, S., Pretschner, A., & Nida-Rümelin, J. (2022). Empowered and embedded: ethics and agile processes. *Humanities and Social Sciences Communications*, *9*(1). https://doi.org/10.1057/s41599-022-01206-4

Zuber, N., Kacianka, S., Pretschner, A., & Nida-Rümelin, J. (2020). *Ethische Deliberation für agile Softwareprozesse: EDAP-Schema.* bidt – Bayerisches Forschungsinstitiut für Digitale Transformation. https://www.bidt.digital/wp-content/uploads/sites/2/2022/08/bidt_Working-Paper_EDAP.pdf

Zuboff, S. (2018). *Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus*. Campus.

Aleyna Demirtürk, Charlotte Böhm, Helene von Schwichow, Stefan Wurster & Gudrun Socher

Interdisciplinary AI and Sustainability Education

Fostering 21st Century Skills through Challenge-Based Learning

Abstract

This study examines the impact of Challenge-Based Learning (CBL) on interdisciplinary teaching and learning of Artificial Intelligence (AI) and sustainability. By engaging students in solving real-world problems, CBL aims to enhance their ability to tackle complex socio-technical problems. Using a mixed methods approach, the study analyzes evaluation surveys (n=45) and student project reports of 190 participants from Hochschule München and Technische Universität München who participated in the teaching module sustAInability. The study examines a total of 27 challenges over a period of five semesters to explore how CBL fosters essential 21st century skills such as critical thinking, creativity, collaboration, and communication (Saavedra & Opfer, 2012), as well as adaptability, problem-solving, and digital literacy, which are essential for success in technological (AI) and environmental contexts (Jaramillo and Chiappe, 2024). The analysis shows that students from the social and computer sciences show a particularly high motivation towards the CBL method, which suggests that some disciplines benefit more from the approach than others. Furthermore, students from technical disciplines expressed stronger beliefs in their creativity than their non-technical peers. Finally, students who have prior experience with CBL feel significantly more confident in applying CBL than first-time participants, which shows that it makes sense to practice innovative learning approaches over a longer period.

1 Introduction

Against the backdrop of climate change, social inequalities, and the rapid technological development that is permeating all areas of human life, an interdisciplinary research field at the intersection of sustainability and artificial intelligence has emerged in recent years. On the one hand, there is a vibrant debate on the potential contributions of AI technologies to ecological, economic, and social sustainability goals. On the other hand, a discourse on risks and downsides of the technology, such as high electricity and water consumption, as well as possible ways to navigate these challenges, arises.

At the same time, universities are facing challenges regarding demographic shifts, changing skill requirements and expectations in the professional world, along with the rapid acceleration of digital transformation. Consequently, traditional academic practices are increasingly questioned, and universities need to adapt by creating innovative and agile learning environments to take over responsibility for training students with the right skills as responsible professionals for a sustainable future.

Challenge-Based Learning is a promising approach to teach complex topics such as sustainability and Artificial Intelligence, and how they are intertwined, while train-

ing students in so-called "21st Century skills". In the digitalization lab sustAInability, students work on real-world challenges together with partners from industry, public administration, academia, and civil society and develop technical and non-technical solutions in interdisciplinary teams. This book chapter aims to give an overview of the challenges and learnings of five iterations of sustAInability and discusses insights in the students' self-assessment regarding their motivation and learning successes.

2 Theory & seminar structure

2.1 Current debates on AI and sustainability

Artificial intelligence (AI) is a rapidly evolving key technology that is increasingly permeating all areas of everyday life. Consequently, the topic is gaining prominence in discussions on sustainable development. Current definitions of AI frequently differentiate between "strong AI" and "weak AI." The former denotes the objective of replicating all dimensions of human intelligence through the utilization of information technology, whereas the latter focuses on addressing specific, tangible application issues, representing an extension of conventional methodologies within the domain of computer science (Jetzke et al., 2019). These applications excel at recognizing statistical correlations within large datasets. They also perform tasks such as data classification, prediction, and dependency identification. A wide range of various industries, including the financial and medical sectors, make use of those applications (Eberl, 2018). In the context of these versatile AI capabilities and global challenges, including climate change and the biodiversity crisis, there have been high hopes for several years that the technology can be used for the purpose of sustainability (Nishant et al., 2020). In their seminal work, Vinuesa et al. (2020) meticulously delineated the manifold potentialities of AI technologies in facilitating the realization of the United Nations' sustainability objectives. In addition, scholars have presented various use cases that show promise. These include smart grids that support the energy transition towards more renewables with the help of prediction systems, as well as early detection and prediction of wildfires through the analysis of satellite images or biodiversity monitoring (Rolnick et al., 2022; Silvestro et al., 2022; Rubab et al., 2024).

However, the increased use of AI has been shown to have multifaceted consequences on an environmental, economic, and social level, including high energy consumption and CO2 emissions, as well as automated discrimination, non-transparent decision-making processes, and increasing inequalities (Rohde et al., 2024). This is further compounded by the substantial consumption of resources such as water, which is indispensable for the operation of data centers (George et al., 2023). The advent of generative AI systems, exemplified by ChatGPT, has precipitated a marked increase in the pervasiveness of the technology, concomitant with an escalating demand for resources. Considering the context, a novel research domain has come to the fore, one that does not endeavor to explore the potential of artificial intelligence (AI) in the pursuit of sustainability objectives. Rather, it undertakes a critical examination and

discourse on the sustainability of the technology itself (see van Wynsberghe, 2021; Rohde et al., 2021; Lange & Santarius, 2018). Schütze (2024) even challenges the very concept of sustainable AI, as AI inadvertently perpetuates and reinforces existing structures of social and environmental exploitation.

Consequently, scientists and practitioners are currently proposing several approaches to this complex situation. These range from hands-on solutions like Pruna AI, a start-up that aims to make AI models smaller, greener, and cheaper (Pruna AI – Make your AI models cheaper, faster, smaller ..., n.d.) to concepts of sustainable data centers, which are entirely powered by renewable energy sources whose waste heat can be reused e.g. for sustainable greenhouses (Auf dem Weg zum klimaneutralen Rechenzentrum, n.d.). Suggestions for enhancing the legal integration of sustainability considerations into technology regulations include the EU AI-Act (Hacker, 2024) and the comprehensive criteria for sustainable AI throughout its lifecycle proposed by AlgorithmWatch (SustAIn: The Sustainability Index for Artificial Intelligence, 2021).

The present discussion indicates that AI and sustainability represent a contentious domain that is poised to escalate in intensity in the forthcoming years. This underscores the necessity for additional research, meticulous technological design, and regulatory oversight to ensure that technological advancements do not exacerbate existing social and environmental challenges but rather contribute to their mitigation.

2.2 Challenge-based learning & 21st century skills

To enable students to tackle global challenges, such as climate change, digitalization, and social inequality, higher education must teach students to be capable of thinking critically, acting ethically, and collaborating across boundaries (Zönnchen et al., 2024). One promising methodology is so-called Challenge-Based Learning (CBL), an educational strategy designed to place real-world matter at the heart of the learning process. CBL invites students to work on open-ended problems that matter to society, thereby making learning more applied, participatory, and transformative. This collaborative method structures learning around real existing challenges. Students begin by identifying a problem rooted in a real context, then engage in research and dialogue – often with stakeholders outside the university – to investigate the issue. Finally, they prototype and test possible solutions (Nichols & Cator, 2008).

CBL encourages a broad set of transferable skills often referred to as "21st-century skills" – demands of the modern world, which require more than academic proficiency. These competencies encompass "(...) collaboration, communication, digital literacy, citizenship, problem solving, critical thinking, creativity and productivity." (Van Laar et al., 2017). An interdisciplinary environment is crucial to develop and acquire these 21st century skills, on the one hand, because problems in the current world of work are no longer solved by individual disciplines or approaches alone, but by linking perspectives and the joint work of different disciplines (Drake & Reid, 2020). The 21st century skills promote these ways of thinking and prepare students for these professional environments (Schnabel, 2017). On the other hand, due to the thematic fo-

cus: Both topics, sustainability and AI – and especially their interlinkages – require an interdisciplinary approach, including technical (e.g. computer sciences and engineering) as well as non-technical (e.g. social sciences, management studies) perspectives (Eaton, 2017; Annan-Diab & Molinari, 2017). In sum, CBL offers a powerful pedagogical approach for future professionals to develop skills and attitudes necessary to confront 21st century challenges, particularly at the intersection of AI and sustainability.

2.3 Structure of the seminar „sustAInability"

The interdisciplinary seminar "sustAInability" is a joint initiative between the Technical University of Munich (TUM) and Hochschule München – University of Applied Sciences Munich (HM). It brings together Master's and Bachelor's students from both universities and from diverse academic backgrounds – ranging from computer sciences and engineering to social sciences and economics – to explore the intersections of AI and sustainability.

The seminar is structured into three distinct phases:

Self-Learning Phase: Students begin with curated materials (academic articles, news items, podcasts, and videos) available on the online platform of the universities (Moodle). This phase follows a flipped-classroom model (see e.g., Al-Samarraie et al. 2019) and enables participants to acquire foundational knowledge independently. Activities include comprehension questions, reflective journals, and preliminary online discussions. To familiarize students with key terms and topics in the fields of sustainability and AI, each student is tasked with individually defining a specific term, contributing to the creation of a concise glossary.

Input Phase: Conducted over four weeks, students participate in half-day workshops covering core themes such as deep dives in sustainability dimensions, the systems behind artificial intelligence, but also ethics in AI, life cycle impacts of technology, and the role of AI in the green transition. Workshops include guest lectures, interactive simulations, and peer-led sessions, as well as workshops on agile methods to methodologically equip students for the workshop week. Each student also writes a critical essay analyzing a real-world use case at the intersection of AI and sustainability and integrates learnings from seminar sessions and given literature into their work.

Workshop Week (incl. Challenge Phase): Students form interdisciplinary teams and engage with real-world challenges posed by external partners from civil society, public administration, academia, and the private sector. Examples of such challenges include designing machine learning solutions for marine litter detection or critically evaluating the European AI Act through a sustainability lens. Teams work intensively to develop solutions, culminating in final presentations and feedback from stakeholders. Through teamwork, students learn to navigate diverse perspectives, communicate effectively across disciplines, and manage complex group dynamics. While collaboration fosters creativity and shared problem-solving, students may also face challenges such as conflicting ideas, unequal participation, or coordinating across different schedules

and working styles. The workshop week ends with a public presentation of the students' work at a public pitch event during which the students present their solutions to the real-world challenges in a five-minute pitch to the challenge-giving organizations, fellow students, and professors.

2.4 Learnings from five iterations of "sustAInability"

Since its inception in summer 2023, "sustAInability" has been conducted five times, each iteration refining its structure and expanding its impact. Almost 200 students and more than 20 partner organizations have participated. Challenge providers have included industry partners (SAP, BMW, BARMER), research institutes (Umweltinstitut, MCube), international organizations (OECD, UNITAR), and city administrations (City of Munich or City of Kempten). Challenges have spanned diverse topics: improving environmental data visualization, reducing AI's carbon footprint, creating value for e-waste, visualizing sustainable urban mobility, and advocating for inclusive AI policies.

The 27 challenges in this seminar can be grouped into six overarching categories that reflect key intersections between artificial intelligence (AI) and sustainability. These categories, as displayed in Table 1, cover both technological and societal perspectives, ranging from circular value creation and digital infrastructure to ethical questions and social impact.

Table 1: Categorization of seminar challenges

Category	Description	Examples of challenges from the seminar
Circular Economy & Resource Efficiency	AI-driven solutions that aim to close material loops, improve transparency in resource flows, and support take-back and reuse processes.	– AI Transforms the Fashion Industry for Circular Commerce. By SAP – ProductGPT for product circularity. By Start-up LOOP-ID
Responsible AI, Governance & Ethics	Regulatory, didactic, and technical approaches to ensure AI is used in a fair, transparent, and trustworthy way.	– Does the EU AI Act promote socially sustainable AI? By EME – AI Model Cards – a new concept to standardize environmental reporting for AI models. By OECD
Sustainable Digital Infrastructure & Energy	Exploring how data centers, power grids, and digital technologies can become more energy- and resource-efficient.	– Data centers, the new e-waste challenge? By UNITAR – Innovative technologies for grid resilience. By DBU
Smart & Inclusive Mobility	Data- and AI-based solutions for safer, more climate-friendly, and socially inclusive transportation systems.	– Changing Mobility Behaviour through Personalised Consulting. By City of Munich – How can AI help people imagine the urban mobility transition at their own doorstep. By MCube
Digital Twins & (Data-Driven) Urban Planning	Virtual models of cities, infrastructure, or even the planet to support systemic, sustainable decision-making.	– Digital twin for intergenerational and sustainable urban planning. By Fujitsu – Making Climate Data Accessible: Improving DestinE's Usability for Scientists, Developers, and Policymakers. By Serco
Social Equity & Inclusion	Projects focusing on human well-being, mental health, resilience, or empowering entrepreneurs in the context of sustainability.	– Digital solution for mental health of children affected by domestic violence. By Barmer – Empowering Startups on becoming more sustainable. By TUM Venture Labs

3 Empirical part: methodology & data analysis

3.1 Observations and evaluations from all semesters

Over the course of five semesters, several key insights have emerged based on evaluations and the experience of the coaches. The analysis of semester evaluations from summer 2023 to winter semester 2024/25 reveals the following observations and experiences:

- High level of interest in the course and its topics (available spots were consistently fully booked, with waiting lists). A total of 190 students has participated since summer 2023 in the seminar.
- Participants included students from three Munich universities (Technical University of Munich, Munich University of Applied Sciences, and Ludwig Maximil-

ian University), international students from international partner institutions, and students from diverse academic backgrounds (more than 35 different Master and Bachelor programmes (e.g. computer sciences, engineering, architecture and design as well as social sciences and management)
- Overall high satisfaction with the course and its format: average rating 1,7
- High-performing teams were more often engaged with technically oriented challenges rather than those requiring non-technical problem statements

Table 2: High performing teams from "sustAInability"

Semester	Challenge	Category	Number of team members	Academic background of team members	Number of different study programmes	Grade
Summer 23	Finding Garbage in the Ocean: Researchers have annotated a dataset containing pictures from around the world to pick out pixels containing marine debris. Others have proposed a basic model to detect this litter. The challenge is: can you make their model better?" by MI4People	technical	5	Informatik Politics & Technology	2	1,3
Summer 23	Mine arguments from discussions. The challenge of argument mining involves extracting and analyzing arguments from textual sources, such as discussions or debates, to identify and understand the underlying claims, evidence, and reasoning. By uncovering and organizing arguments, argument mining aims to provide insights, facilitate information synthesis, and support decision-making processes. by undiced	technical	4	Human Computer Interaction	1	1,3

Winter 23	Didactic approaches to teaching ethical challenges of Artificial Intelligence: As AI causes prominent paradigm shifts in society, the demand for advanced knowledge of the ethical challenges of AI increases. By leveraging diverse didactical methods, we developed a workshop to sharpen industry and political actors' expertise of ethical AI. By EME	Non-technical	4	Politics & Technology Sustainable Resource Management	2	1.3
Summer 24	No high performing teams					
Winter 24	The energy transition is decentralizing power generation, replacing traditional centralized supply. However, the grid is not designed for rising demand and fluctuating renewable energy inputs. Therefore, smart innovations to enable flexible load management to ensure resilience of the system are needed. By DBU	technical	4	Environmental Engineering, Energy- and Process Engineering Mechanical Engineering, Computer Science	4	1,0
Summer 25	How can citizens be involved in a design thinking process to make a pedestrian underpass barrier-free and safe? By City of Fürth	technical	4	Energy and Process Engineering Digital Engineering Politics & Technology	3	1,0
Summer 25	"My MCube Street of Tomorrow" – How can AI help people imagine the urban mobility transition at their own doorstep" by MCube	technical	5	Mechanical Engineering Mechatronics, Robotics and Biomechanical Engineering Energy and Process Engineering Entrepreneurship and digital Transformation	4	1,0

* High performing teams were graded with 1,3, or higher

In this context, high-performing teams are defined as those that received the highest grades (1,3 or higher) compared to the other teams within the same semester (see table 2). Technical challenges refer to problem statements that primarily require the application of artificial intelligence methods, such as machine learning, data modeling, or algorithmic development, to design and implement viable solutions. All high-performing teams consisted of four to five members and included participants from one to four distinct study programmes. However, it remains inconclusive whether the observed interdisciplinarity directly contributed to the superior academic performance.

Overall, bi-annual evaluations as well as direct feedback from students and challenge givers suggest that the interdisciplinary seminar fosters collaboration among students from diverse academic backgrounds and institutions, enhances communication across disciplines, and encourages critical thinking, ethical reasoning, and system-level design. Evaluations show significant growth in students' confidence and competence regarding sustainability and AI, regardless of prior experience (see Zönnchen et al., 2024). Furthermore, interaction with external stakeholders increases students' motivation and project relevance by bridging academic and practical expectations. Continuous student feedback has led to iterative course improvements, such as earlier integration of challenges and a better balance between structured input and independent work through optional workshops.

3.2 Research interest and research question

As shown, traditional, lecture-based teaching is increasingly seen as less effective than student-centred approaches that emphasize active learning (Dietrich & Evans, 2022). In dynamic fields like AI and sustainability, innovative methods such as CBL are essential for fostering 21st century skills like critical thinking, collaboration, and adaptability. CBL connects knowledge acquisition with the development of both individual and social skills, better preparing students to address real-world challenges.

In this context, the primary research question for this study is: *How does interdisciplinary teaching of AI and sustainability with challenge-based learning impact the 21st century skills of students?"*

This study explores the impact of an interdisciplinary course on AI and sustainability, utilizing CBL to enhance the development of essential 21st century skills of students in higher education.

3.3 Methodology

This analysis employs a quantitative approach to comprehensively assess the impact of the application on higher education student outcomes.

Data were systematically collected through a survey based on Kirkpatrick's Four-Level Evaluation Model, which effectively evaluates educational applications

across four essential stages: participant reaction, learning, behaviour, and outcomes. However, this analysis focuses specifically on the initial three levels of the model.

This survey was conducted on a total of 45 engaged students, comprising 15 participants from previous semesters and 30 from the current cohort of the summer semester 2025. Each group completed the survey independently following the conclusion of the course, allowing for the collection of meaningful and comparative insights.

SPSS and R software were utilized to conduct the comprehensive data analysis. The approach employed robust statistical techniques, including *descriptive statistics, Cronbach's Alpha, one-way ANOVA, Bonferroni tests, Games-Howell tests, Levene's Test for Equality of Variances, Chi-Square tests, and Kruskal-Wallis Test.* These techniques facilitated a robust assessment of differences and the identification of significant trends among the various groups.

3.4 Data & descriptive statistics

This analysis section introduces insightful descriptive findings from the survey data gathered from participating higher education students. These findings establish a comprehensive framework of the participant profiles, laying a solid foundation for the subsequent analysis and exploration.

Table 3: Participant demographics and CBL participation

Variable	Category	Frequency	Percent
Age Group	18 – 23	13	28.9
	24 – 29	30	66.7
	30 – 35	2	4.4
Field of Study	Computer Science	11	24.4
	Engineering	9	20.0
	Social Sciences	16	35.6
	Business	5	11.1
	Architecture and Design	4	8.9
Taken CBL Course	Yes	17	37.8
	No	28	62.2

Table 3 presents a demographic overview of 45 participants, categorized by age group, field of study, and prior experience with Challenge-Based Learning (CBL) courses. Participants were predominantly 24–29 years old (66.7 %), with smaller proportions in the 18–23-year range (28.9 %) and the 30–35-year range (4.4 %). Most respondents were enrolled in Social Sciences programmes (35.6 %), followed by Computer Science (24.4 %) and Engineering (20.0 %). Business (11.1 %) as well as Architecture and Design (8.9 %) were less represented, but still add disciplinary diversity to the co-

hort. Upon reviewing the previous experiences with CBL courses, it was observed that 62.2 % of the participants indicated they had not previously enrolled in a CBL course, whereas 37.8 % had prior experience.

The data indicates that the participant cohort predominantly consists of young adults in their mid-to-late 20s, with substantial representation from the fields of Social Sciences and Computer Science. While there is some exposure to CBL, such experience is not widespread within the group.

4 Discussion & outlook

This section presents the results of the quantitative analyses conducted to evaluate the impact of CBL on students' 21st century skills development, their experiences across academic disciplines, and the relationship between CBL participation and students' confidence in applying acquired knowledge. The results provide an in-depth perspective of how CBL contributes to essential skill development and perception shifts among learners from diverse backgrounds.

The appendix[1] includes a comprehensive list of all survey items utilized in the analyses and detailed information specifying the items employed for each analysis.

4.1 Key findings

This study offers nuanced insights into students' engagement with CBL across various academic disciplines and their perceptions of its effectiveness. The survey results demonstrated high reliability ($\alpha = .856$ to $.958$), reinforcing the measurement tools' credibility. This underscores the methodological strength of the study, providing confidence in the validity of the following analyses.

Analysis of variance revealed that motivation to participate in CBL differed by academic discipline ($F(4, 40) = 3.18$, $p = .023$). Social Sciences ($MD = 1.375$, $p = .022$) and Computer Science ($MD = 1.250$, $p = .032$) students reported significantly higher motivation levels than those in Architecture and Design. This insight indicates that the relevance and applicability of Challenge-Based Learning (CBL) can differ significantly across various academic disciplines. Notably, socially focused fields rated, alongside those rooted in digital and analytical thinking, such as Social Sciences and Computer Science, appear to embrace challenge-driven methodologies with greater enthusiasm. This understanding empowers educators to design CBL frameworks tailored to each discipline's unique needs, thereby facilitating a deeper relationship with students' academic identities and harmonizing with their cognitive and problem-solving approaches.

However, no significant disciplinary differences emerged in the perceptions of CBL integration ($p = .849$) or in intentions to apply CBL in the future ($p = .373$). This points to a common appreciation for the value of CBL among higher education stu-

1 Please find the appendix online: www.waxmann.com/buch200168

dents, irrespective of their discipline. Despite varying motivation, this outcome may indicate a broadly consistent acceptance of CBL across fields once implemented. It suggests that initial exposure is sufficient to cultivate openness, regardless of students' academic background.

Furthermore, students with prior CBL experience displayed greater confidence in their learning than first-time participants ($t = 1.956$, $p = .047$). This underscores familiarity's vital role in creating self-efficacy; improved exposure can clarify learning processes and foster confidence. Integrating preparatory activities and introductory modules can significantly boost the confidence of new students right from the beginning.

Finally, students in technical disciplines expressed stronger beliefs in their creativity than their non-technical peers (χ^2 (1) = 6.45, $p = .011$), with technical students ranking higher (Mean Rank: 26.71 vs. 18.76). Contrary to general assumptions that primarily associate creativity with non-technical domains, students pursuing technical fields may often consider creativity essential for fostering innovation, developing prototypes, and addressing intricate challenges. Their higher self-confidence in creativity exhibited is probably a result of their consistent involvement with design thinking and iterative problem-solving methodologies. This insight challenges traditional academic boundaries and fosters creative confidence across all disciplines, particularly in areas where innovative solutions are essential. [2]

4.2 Limitations

The limited sample size ($n = 45$), despite an overall course enrolment of 190 students, constrains the generalizability of the findings, and may reduce the statistical power of the analysis. Moreover, the reliance on self-reported data introduces the potential of response bias, which could affect the accuracy of participants' reported perceptions. The use of solely predetermined survey items further constrained participants from sharing more nuanced, context-specific insights or unforeseen viewpoints. The absence of open-ended responses or qualitative reflections limited a deeper understanding of the personal relevance and meaning that CBL may have held for individual learners.

4.3 Future research

Future studies should engage larger and more diverse samples across multiple institutions to enable broader comparisons and strengthen external validity. The integration of qualitative methods such as interviews, focus groups, or reflective journals could offer deeper and more authentic insights into students' experiences with CBL. Additionally, the perspectives of the instructors as well as the challenge-givers can be in-

2 The survey items analyzed in this section correspond to the full instrument provided in Appendix A. The statistical results presented are based on specific items detailed in Appendix B. Please find the appendix online: www.waxmann.com/buch200168

cluded to supplement the data set and to better comprehend the design, facilitation and perceived effectiveness of CBL. Moreover, investigating how cultural or disciplinary contexts influence student motivation and conducting longitudinal studies to monitor changes in engagement over time would provide valuable insights into the long-term educational impact of CBL.

References

AlgorithmWatch. (n.d.). *SustAIn: The Sustainability Index for Artificial Intelligence*. https://algorithmwatch.org/en/sustain/

Al-Samarraie, H., Shamsuddin, A., & Alzahrani, A. (2019). A flipped classroom model in higher education: A review of the evidence across disciplines. *Educational Technology Research and Development*, *68*. https://doi.org/10.1007/s11423-019-09718-8

Annan-Diab, F. & Molinari, C. (2017). Interdisciplinarity: Practical approach to advancing education for sustainability and for the Sustainable Development Goals. *The International Journal of Management Education, 15*(2). https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.03.006

Dietrich, H., & Evans, T. (2022). Traditional lectures versus active learning – a false dichotomy? *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.12144

Drake, S., & Reid, J. (2020). 21st Century Competencies in Light of the History of Integrated Curriculum. *Frontiers in Education, 5,* https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2020.00122

Eaton, E. (2017). Teaching Integrated AI through Interdisciplinary Project-Driven Courses. *AI Magazine, 38*(2), Article 2. https://doi.org/10.1609/aimag.v38i2.2730

Eberl, U. (2018, February 2). Was ist Künstliche Intelligenz – was kann sie leisten? *bpb.de*. https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/263678/was-ist-kuenstliche-intelligenz-was-kann-sie-leisten/

George, A. S., George, A. S. H., & Martin, A. S. G. (2023). The environmental impact of AI: A case study of water consumption by Chat GPT. *Partners Universal International Innovation Journal, 1*(2), Article 2. https://doi.org/10.5281/zenodo.7855594

Hacker, P. (2024). Sustainable AI regulation. *Common Market Law Review, 61*(2). https://kluwerlawonline.com/api/Product/CitationPDFURL?file=Journals\COLA\COLA2024025.pdf

Jaramillo, J. J., & Chiappe, A. (2024). The AI-driven classroom: A review of 21st century curriculum trends. *PROSPECTS, 54*(3), 645–660. https://doi.org/10.1007/s11125-024-09704-w

Jetzke, T., Richter, S., Ferdinand, J. P., & Schaat, S. (2019). *Künstliche Intelligenz im Umweltbereich. Anwendungsbeispiele und Zukunftsperspektiven im Sinne der Nachhaltigkeit.* Hrsg. vom Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-04_texte_56-2019_uba_ki_fin.pdf

Lange, S., & Santarius, T. (2018). *Smarte grüne Welt: Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit*. https://doi.org/10.14512/9783962384449

Nichols, M. H., & Cator, K. (2008). *Challenge based learning white paper*. Apple, Inc. https://www.challengebasedlearning.org/wp-content/uploads/2019/03/CBL_Paper_2008.pdf

Nishant, R., Kennedy, M., & Corbett, J. (2020). Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda. *International Journal of Information Management, 53*, 102104. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102104

Pruna AI. (n.d.). *Make your AI models cheaper, faster, smaller ...* https://www.pruna.ai/

Rohde, F., Wagner, J., Reinhard, P., Petschow, U., Meyer, A., Voß, M., & Mollen, A. (2021). *Nachhaltigkeitskriterien für künstliche Intelligenz: Entwicklung eines Kriterien- und Indikatorensets für die Nachhaltigkeitsbewertung von KI-Systemen entlang des Lebenszyklus.* IÖW, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung.

Rohde, F., Wagner, J., Meyer, A., Reinhard, P., Voss, M., Petschow, U., & Mollen, A. (2024). Broadening the perspective for sustainable artificial intelligence: Sustainability criteria and indicators for artificial intelligence systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability, 66*, 101411. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101411

Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., Ross, A. S., Milojevic-Dupont, N., Jaques, N., Waldman-Brown, A., Luccioni, A. S., Maharaj, T., Sherwin, E. D., Mukkavilli, S. K., Kording, K. P., Gomes, C. P., Ng, A. Y., Hassabis, D., Platt, J. C., … Bengio, Y. (2022). Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys, 55*(2), 42:1–42:96. https://doi.org/10.1145/3485128

Rubab, S. F., Ghaffar, A. A., & Choi, G. S. (2024). FireDetXplainer: Decoding wildfire detection with transparency and explainable AI insights. *IEEE Access, 12*, 52378–52389. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3383653

Schnabel, D. (2017, September 6). Kompetenzen für die Arbeitswelt von heute und morgen: 21st century skills and beyond. *Hochschulforum Digitalisierung*. https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/kompetenzen-21st-century-skills

Schütze, P. (2024). The problem of sustainable AI: A critical assessment of an emerging phenomenon. *Weizenbaum Journal of the Digital Society, 4*(1). https://doi.org/10.34669/WI.WJDS/4.1.4

Silvestro, D., Goria, S., Sterner, T., & Antonelli, A. (2022). Improving biodiversity protection through artificial intelligence. *Nature Sustainability, 5*(5), 415–424. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00851-6

Universität Passau. (n.d.). *Auf dem Weg zum klimaneutralen Rechenzentrum: Digitalministerin Gerlach und Präsident der Universität Passau unterzeichnen Kooperationsvereinbarung für Modellprojekt*. Universität Passau, https://www.uni-passau.de/bereiche/presse/pressemeldungen/meldung/auf-dem-weg-zum-klimaneutralen-rechenzentrum-digitalministerin-gerlach-und-praesident-der-universitaet-passau-unterzeichnen-kooperationsvereinbarung-fuer-modellprojekt

van Laar, E., van Deursen, A., van Dijk, J., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior, 72*, 577–588. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010

van Wynsberghe, A. (2021). Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI. *AI and Ethics, 1*(3), 213–218. https://doi.org/10.1007/s43681-021-00043-6

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., & Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications, 11*(1), Article 1. https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y

Zönnchen, B., Böhm, C., von Schwichow, H., Socher, G., & Wurster, S. (2024). Empowering interdisciplinary expertise: Evaluating the impact of challenge-based learning on AI and sustainability literacy in higher education. *EDULEARN24 Proceedings*, 5998–6007.

Future Skills?
Zukunftskompetenzen für sich wandelnde Arbeitsmärkte

Welche Fähigkeiten brauchen Menschen in einer Arbeitswelt, die sich durch Digitalisierung und Künstliche Intelligenz radikal verändert? Der dritte Abschnitt des Sammelbands widmet sich dieser Frage aus unterschiedlichen Perspektiven und zeigt: Future Skills sind nicht einheitlich definierbar, sondern müssen kontextspezifisch gedacht werden. Während die ersten beiden Abschnitte des Sammelbandes didaktische Prinzipien und Transfermechanismen in den Mittelpunkt stellten, richtet sich der Blick nun auf die konkreten Kompetenzprofile verschiedener Branchen und Berufsfelder. Die vier Beiträge spannen dabei einen bemerkenswerten Bogen: von domänenspezifischen Lehrplanentwicklungen im Bau- und Handwerksbereich über branchenübergreifende Skill-Analysen bis hin zu kreativen und interdisziplinären Ansätzen im Kontext von künstlicher Intelligenz.

Dabei decken die Beiträge eine große Bandbreite ab: Während Linner et al. für das Bauwesen und Handwerk eine „digitale Lernmanufaktur" entwickeln, in der Innovationsprozesse für KMUs gestaltet werden, können Noel et al. empirisch zeigen, dass verschiedene Branchen sehr unterschiedliche Anforderungen stellen – vom Technologiesektor mit fortgeschrittenen digitalen Fähigkeiten über das produzierende Gewerbe mit grundlegenden technischen Kompetenzen bis zum Gesundheitsbereich mit Fokus auf Tool-Integration. In der durch generative KI besonders unter Druck stehenden Kultur- und Kreativwirtschaft zeigen Dzhimova et al., wie Kreativschaffende KI als kollaborative Assistentinnen nutzen und durch iteratives Prompting menschliche Intentionalität bewahren. Bitter et al. übersetzen diese Erkenntnisse schließlich in ein konkretes Lehrformat, das Design, Informatik und Musik verzahnt und Metakompetenzen durch problemorientiertes Lernen fördert.

Bei aller Unterschiedlichkeit der Branchen und Ansätze kristallisiert sich eine zentrale Erkenntnis heraus: Future Skills lassen sich nicht auf technische Fertigkeiten reduzieren. Stattdessen braucht es hybride Kompetenzprofile, die fachliches Können mit kritischer Reflexion, kreative Problemlösung mit technologischem Verständnis und individuelle Expertise mit interdisziplinärer Zusammenarbeitsfähigkeit verbinden. Ob im traditionellen Handwerk oder in der Kreativwirtschaft, ob in datengetriebenen Branchen oder im Gesundheitswesen – überall zeigt sich: Die erfolgreiche Bewältigung der digitalen Transformation gelingt dort, wo Menschen ihre spezifische menschliche Expertise nicht gegen technologische Kompetenz austauschen, sondern beide produktiv miteinander verschränken. Die kontextspezifische Gestaltung dieser Verschränkung ist die zentrale Herausforderung für Hochschulen, die ihre Absolvent*innen auf diese sich wandelnden Arbeitsmärkte vorbereiten wollen.

Thomas Linner, Marc Schmailzl, Merve Karamara & Florian Weininger

Digitale Transformation in Bauwesen und Handwerk gestalten

Ausbildung von Digital-Innovator*innen an der OTH Regensburg

Abstract

Das bidt-Digitalisierungskolleg an der OTH Regensburg adressiert die digitale Transformation im Bauwesen und Handwerk – insbesondere in kleinteiligen, menschzentrierten Produktionsprozessen, wie sie für handwerklich geprägte Kulturen typisch sind. Im Zentrum steht der Aufbau eines zukunftsfähigen Kompetenzprofils, das technische, gestalterische und unternehmerische Fähigkeiten integriert: von der Prozessanalyse über kreative Konzeptentwicklung bis hin zu Software-/Hardwarekompetenz, Human Factors und Entrepreneurship. Damit reagiert das Kolleg auf zentrale Herausforderungen wie Fachkräftemangel, demografischen Wandel und steigenden Innovationsdruck im Mittelstand. Das Kolleg ist damit ein übertragbares Modell zur praxisnahen Förderung digitaler Kompetenzen in manuell geprägten Berufsfeldern.

Ziel ist es, Digital-Innovator*innen auszubilden, die in der Lage sind, ganzheitliche Innovationsprozesse eigenständig zu gestalten und direkt in KMUs umzusetzen. Dazu wurden vier übergeordnete Lernangebote entwickelt: (1) fakultätsspezifische interdisziplinäre Projektkurse, (1) ein zertifiziertes Zusatzstudium; (3) berufsbegleitende Weiterbildungsmodule, (4) projektbasierte Innovationsimpulse für Unternehmen.

Die Lehre erfolgt in zwei eigens aufgebauten Lernorten – dem Building Lab (Fakultät Bauingenieurwesen) und dem CyberCraft Lab (Fakultät Architektur) – als Teil einer modularen, praxisnahen „digitalen Lernmanufaktur". Diese verbindet reale Anwendungsfälle mit technologischer Infrastruktur (z. B. Robotik, KI, Motion Capturing, AR/VR) und unterstützt die Transformation von analogem Erfahrungswissen in digitale Lösungen. Individuelles Coaching und die aktive Einbindung regionaler KMU runden das lernmethodische Konzept ab.

Auf Basis umfassender Bedarfsanalysen und Kooperationen mit Partnern wie Fanuc, Leipfinger-Bader, Additive Tectonics oder Schunk wurden erste Prototypen digitaler Assistenzsysteme entwickelt. Masterarbeiten und erste Kursdurchläufe belegen mit bisher fast 300 Studierenden die Wirksamkeit des Ansatzes. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in ein skalierbares Modell zur Verstetigung und Weiterentwicklung des Kollegs – als Blaupause für eine nachhaltige, technologiebasierte Kompetenzentwicklung im Bau- und Handwerkssektor.

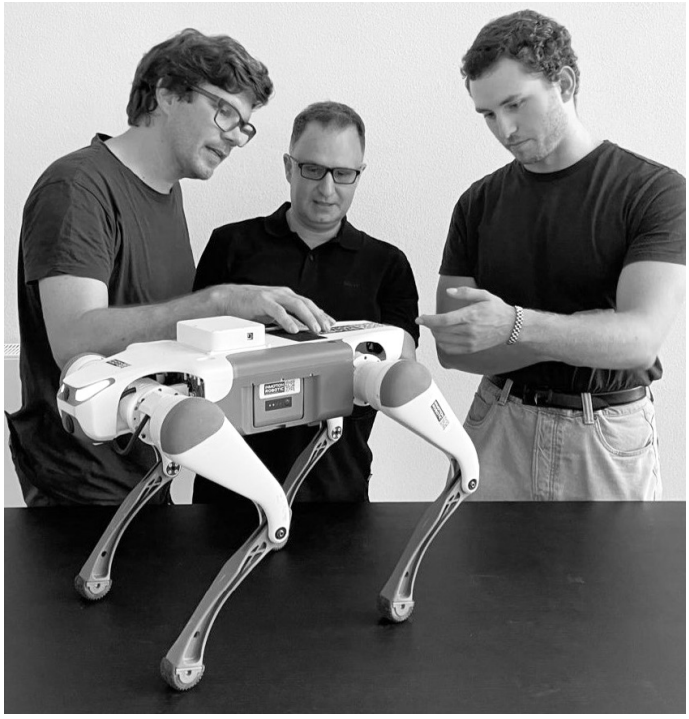


Abbildung 1:
Analyse des Potenzials des Einsatzes von Robotersystemen im Bauwesen im Building Lab der OTH Regensburg zusammen mit dem Bayerischen Bauindustrieverband (Bildautoren: Dresel, Linner, Weininger)



Abbildung 2:
Messeauftritt und Analyse des Potenzials des Einsatzes von digitalen Werkzeugen im Handwerk zusammen mit der Handwerkskammer im Rahmen eines gemeinsamen Auftrittes auf der Handwerksmesse in München (Bildautor: C. Barlieb)

1 Herausforderungen und Potenziale

Die Digitalisierung verändert grundlegend, wie Menschen arbeiten, lernen und wirtschaften. Während viele Branchen digitale Strategien längst umsetzen, steht das Bauwesen – geprägt durch manuelle Prozesse und kleinteilige Strukturen – noch am Anfang. Hier setzt das bidt-Digitalisierungskolleg der OTH Regensburg an: Es fördert nachhaltige Innovationen, erschließt neue Hightech-Arbeitsplätze und stärkt regionale Unternehmen durch Automatisierung, Robotik und digitale Werkzeuge.

Das Bauwesen spielt mit über 11 % Anteil am BIP und rund 6 % der Gesamtbeschäftigung eine Schlüsselrolle in Deutschland (Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V., 2024). Gleichzeitig wirken Fachkräftemangel, steigende Rohstoffpreise und technologische Rückstände als Transformationsdruck. Große Robotikunternehmen wie Kuka, Schunk und Fanuc investieren bereits in robotergestützte Bau- und Handwerksprozesse (Linner & Bock, 2019; Porsche Consulting, 2025). Diese Dynamik eröffnet große Potenziale für Zusammenarbeit mit der OTH Regensburg in Lehre und Forschung und neue Karrierewege für die Studierenden.

Vor diesem Hintergrund wurde das Digitalisierungskolleg ins Leben gerufen – initiiert durch die Regensburg School of Digital Sciences (RSDS; Cyber Craft Kolleg, 2025; Regensburg School of Digital Sciences, 2025) und gefördert vom Bayerischen Institut für Digitale Transformation (bidt). Ziel ist die Ausbildung einer neuen Generation digitaler Innovator*innen, die technischen, kreativen und unternehmerischen Kompetenzen verbinden und nachhaltige Lösungen für Bauwesen und Handwerk gestalten. Dabei wird das Kolleg sowohl vom Bayerischen Bauindustrieverband (Abbildung 1) als auch von der Handwerkskammer Niederbayern-Oberpfalz (Abbildung 2) zentral in der Umsetzung unterstützt.

Das Kolleg setzt auf vier systematisch entwickelte Lernprodukte: interdisziplinäre Projektkurse im Pflichtbereich, ein Zusatzstudium mit Zertifikat, zielgruppenorientierte Weiterbildung sowie projektbasierte Innovationsimpulse für Unternehmen. Alle Angebote orientieren sich an realen Herausforderungen und verbinden technische Exzellenz mit gesellschaftlicher Verantwortung.

Ein besonderer Fokus liegt auf der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit: Der Gebäudesektor verursacht rund 40 % der globalen CO_2-Emissionen – digitale Werkzeuge bieten hier enormes Potenzial für Optimierung und Ressourceneffizienz. Gleichzeitig fordern Studierende zunehmend sinnstiftende, ethisch reflektierte Bildungsangebote. Das Kolleg greift diesen Anspruch auf und macht Digitalisierung nicht nur lehrbar, sondern erlebbar – lokal, inklusiv und zukunftsgerichtet.

Das Digitalisierungskolleg der OTH Regensburg steht damit in einer Reihe von Bildungsinnovationen, die nicht nur Wissen vermitteln, sondern Haltungen formen: zur Zusammenarbeit, zur Technik, zur Zukunft. In einer Zeit wachsender Unsicherheiten braucht es genau solche Orte – an denen Neues entsteht, erprobt und weitergegeben wird.

2 Bau- und Handwerkskultur im digitalen Zeitalter

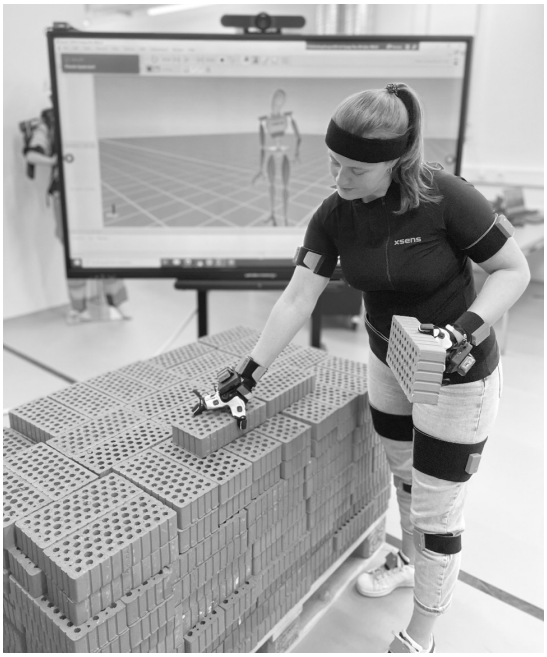


Abbildung 3:
Verwendung von Motion-Capturing-Technologien im Kolleg als Ausgangspunkt einer digitalen Analyse und Optimierung von Bau- und Handwerksprozessen. (Bildautoren: Y. Schena, M. Schmailzl, T. Linner, A. Saffert im Kolleg-Projektkurs SMART)

Die digitale Transformation im Bauwesen und Handwerk beginnt nicht bei der Technologie, sondern bei konkreten Herausforderungen aus der Praxis. Kleinteilige, handwerklich geprägte Strukturen liefern wertvolle Anwendungsfälle, die als Ausgangspunkt für Forschung, Lehre und Innovation dienen.

Ein zentrales Beispiel ist der Einsatz von Motion-Capturing-Technologien: Handwerkliche Bewegungsabläufe und Mikroprozesse werden digital erfasst, mit Machine Learning ausgewertet und in Assistenzsysteme überführt (Abbildung 3). Diese ermöglichen die Weitergabe von Erfahrungswissen und bilden die Basis für Automatisierung, Schulung und Mensch-Maschine-Kollaboration.

Solche mikroinnovativen Ansätze stehen exemplarisch für eine digitale Erweiterung handwerklicher Praxis – etwa durch parametrisches Design, immersive Planungsumgebungen oder digital gesteuerte Fertigung. Sie eröffnen neue gestalterische und ökologische Potenziale und fördern eine zeitgemäße Baukultur.

Das digitale Laborumfeld verknüpft vier Stationen und Kernbereiche – (1) Analyse, (2) Planung, (3) Produktion und (4) Mensch-Roboter-Kollaboration – und ermöglicht Studierenden, reale Projekte mit regionalen Betrieben umzusetzen. Beispiele reichen von digital gefrästen Holzverbindungen über KI-gestützte Materialprüfung bis hin zur VR-basierten Denkmalpflege (Abbildung 4, Abbildung 5).

Auch auf Baustellen verbessern Drohnen, KI und AR/VR-Anwendungen die Planung, Kommunikation und Ressourcennutzung. Digitale Zwillinge fördern die Abstimmung aller Beteiligten und machen digitale Werkzeuge zum festen Bestandteil des Baualltags.

Der Weg zur digitalen Transformation führt über reale Anwendungsfälle – sie schaffen die Grundlage für praxisnahe, gesellschaftlich relevante Lehre und nachhaltige Innovationen im Bau- und Handwerksbereich.



Abbildung 4: Masterarbeit im Rahmen des Kollegs in Zusammenarbeit mit dem Kyoto Institute of Technology zu robotisch gefertigten, reversiblen handwerklichen Holzverbindungen nach japanischem Vorbild (Bildautoren: T. Linner, M. Schmailzl, F. Weininger)



Abbildung 5: Projektarbeit im Kursmodul (Bildautor: F. Weininger)

3 Lernmethoden, Lernräume und Curriculum

Im Zentrum des Digitalisierungskollegs steht der Aufbau interdisziplinärer Lernräume, die Studierenden aus unterschiedlichen Fachrichtungen praxisnah digitale Kompetenzen für das Bau- und Handwerkswesen vermitteln. Dafür wurden zwei zentrale Lernorte geschaffen: ein Labor an der Fakultät Bauingenieurwesen (Building Lab, Abbildung 7, Building Lab, 2025) und eines an der Fakultät Architektur (CyberCraft Lab, Abbildung 6). Beide bilden die technologische Basis der „digitalen Lernmanufaktur".

Die Lernmanufaktur besteht aus über die beiden Orte verteilt aus vier Stationen – Analyse, Planung, Produktion und Mensch-Roboter-Kollaboration – und ist eng mit den modular aufgebauten Kursen verzahnt. Diese Kurse basieren auf einem strukturierten Kompetenzraster in fünf Dimensionen: technische Analyse, Technologiekompetenz, Integration, Umsetzung und Transfer. Studierende bearbeiten reale Aufgabenstellungen – etwa AR-gestützte Montagehilfen oder KI-basierte Materialprüfungen – häufig in Kooperation mit Unternehmen.

Das Curriculum ist individualisierbar, praxisorientiert und projektbasiert. Prüfungsformate wie Prototypen, Pitches oder Reflexionstagebücher ersetzen klassische Klausuren und fördern zugleich technisches Know-how, unternehmerisches Denken und soziale Verantwortung. Ein kontinuierliches Coaching unterstützt individuelle Lernpfade – z. B. vom digitalen Handwerksmeister bis zur Produktentwicklerin für smarte Bausysteme.

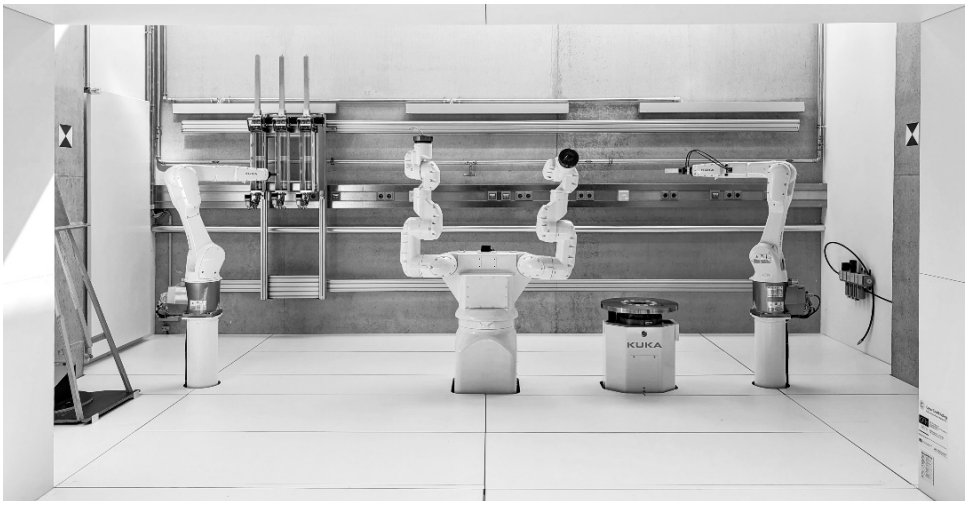


Abbildung 6: Lernlabor im CyberCraft Lab bei der Fakultät Architektur (Bildautor: C. Barlieb)

Empirischer Beleg der Wirksamkeit: Die Wirksamkeit des lernmethodischen Ansatzes lässt sich auch empirisch belegen. Im ersten Durchlauf der Kurse (WS 22/23) lag die Diskrepanz zwischen Anmeldungen und tatsächlicher Teilnahme noch deutlich auseinander. Obwohl regelmäßig 20–25 Studierende zugelassen waren, nahmen am Ende nur etwa 12–15 Personen aktiv teil. Nahezu die Hälfte der ursprünglich zugelassenen Studierenden schied im Verlauf aus. Mit der Weiterentwicklung der Kursarchitektur

und der stärkeren Projektorientierung kehrte sich dieses Verhältnis in den Folgejahren vollständig um. Aktuell übersteigen die tatsächlichen Teilnehmendenzahlen die ursprünglichen Voranmeldungen. Exemplarisch zeigt dies der Kurs „Cobots im Handwerk“: Bei 75 Voranmeldungen wurden 25 Plätze vergeben, ohne dass im weiteren Verlauf ein einziger Austritt erfolgte. Diese Entwicklung verdeutlicht eine signifikante Steigerung von Bindung, Motivation und wahrgenommener Relevanz der Kursformate.

Methodisches Vorgehen und iterative Kursentwicklung: Die Ausgestaltung der Kurse folgte von Beginn an einem iterativen, evidenzbasierten Vorgehen. In mehreren Semestern wurde unterschiedliche Verhältnisse zwischen Wissensvermittlung und projektbasierter Arbeit erprobt, da Rückmeldungen der Studierenden zeigten, dass die optimale Balance je nach Kursart stark variieren kann. Aus dieser experimentellen Phase ging ein stabiler, wirkungsorientierter Aufbau hervor: Ein Verhältnis von etwa 40 % Wissensinput zu 60 % Projektarbeit erwies sich als besonders lernwirksam. Seit der Einführung dieser Struktur wurden keine negativen Rückmeldungen mehr verzeichnet, gleichzeitig stieg die Qualität der Projektergebnisse sichtbar an. Sowohl hinsichtlich technologischer Tiefe als auch der Umsetzbarkeit in Kooperation mit Unternehmen. Diese Erkenntnisse ermöglichen es, das Vorgehen im Rahmen des Digitalisierungskollegs zu standardisieren und damit sowohl Studierende als auch Industriepartner optimal zu unterstützen.

Die Integration der Kurse in die Regensburg School of Digital Sciences (RSDS) gewährleistet fakultätsübergreifende Verankerung. Zusätzlich ermöglichen mobile Lernstationen („Makerspace on Wheels“) praxisnahe Weiterbildung direkt in Betrieben oder ländlichen Regionen. Internationale Partnerschaften erweitern die Perspektive und fördern interkulturelle Kompetenz in der globalisierten Bauwirtschaft.

Insgesamt entsteht so ein adaptives, offenes Lernsystem, das digitale Baukompetenz erfahrbar macht und konsequent auf reale Anforderungen ausgerichtet ist.

4 Wirkung, Synergien und gesellschaftlicher Mehrwert

Das Digitalisierungskolleg verfolgt eine transformative Bildungsstrategie mit hoher gesellschaftlicher Relevanz (Dieckhoff et al., 2023). Die Ausbildung digitaler Innovator*innen wirkt auf mehreren Ebenen:

- *Gesellschaftlich*: Fachkräfte werden befähigt, technologische Entwicklungen mit ethischen, sozialen und ökologischen Kriterien zu gestalten – für eine menschenzentrierte Digitalisierung.
- *Wirtschaftlich*: Regionale KMUs profitieren direkt durch den Zugang zu digital geschultem Personal, praxisnahen Innovationen und höherer regionaler Wertschöpfung.
- *Ökologisch*: Studierende entwickeln Prototypen für klimafreundliches, zirkuläres Bauen – z. B. modulare Systeme, alternative Baustoffe oder ressourcenschonende Prozesse.

- *Kulturell*: Die Verbindung von traditionellem Handwerk mit digitaler Technologie erhält nicht nur bestehendes Können, sondern hebt es auf ein neues Innovationsniveau.

Ein zentrales Merkmal ist die gezielte Förderung von Mikroinnovationen: Statt großskaliger Technologiesprünge entstehen kleinteilige, iterativ entwickelte Lösungen mit hoher Umsetzungswahrscheinlichkeit – stets im Austausch mit Betrieben und Nutzer*innen. In den ersten 6 Semestern seit dem Start des Digitalisierungskollegs wurden bereits ca. 300 Studierende in die projektbasierten Kurse und Aktivitäten involviert uns es entstanden zahlreiche qualitativ hochwertige Abschlussarbeiten, Industriekontakte und Karrierewege.

Das Kolleg dient so als Katalysator für regionale Innovationsökosysteme. Es bringt Hochschulen, Handwerkskammern, Start-ups und etablierte Betriebe in strukturierten Austausch – unterstützt durch Netzwerke wie den TRIO-Verbund, O/HUB oder internationale Partner (Chinese University Hong Kong, Kyoto Institute of Technology etc.). Die Lehrformate sind perspektivisch sogar übertragbar auf andere „handwerklich" getriebene Branchen – etwa Pflege, Mobilität oder Landwirtschaft – und machen das Kolleg zu einem systemischen Modellprojekt für nachhaltige Digitalisierung im Mittelstand.

Die Wirkung wird kontinuierlich evaluiert – anhand von Teilnehmendenzahlen, Innovationsoutput (Prototypen, Patente), Karriereverläufen und Unternehmensfeedback. Der Wissenstransfer erfolgt nicht nur durch Projektarbeiten, sondern auch über Workshops mit Handwerksbetrieben, Open-Source-Tools und offene Bildungsressourcen. Grundlegende Konzepte im Kolleg wurden in Anlehnung an Barlieb und Gasperoni, 2020 entwickelt.

Schon im ersten Projektjahr entstanden über zehn Mikroinnovationen – etwa zu robotergerechten Bauprozessen, ein digitales Tischlerarchiv und eine cloudbasierte Zeiterfassung für Baustellen. Die beteiligten Unternehmen berichten von den dadurch nun greifbar werdenden Potenzialen: kürzere Projektlaufzeiten, reduzierte Materialverschwendung und höhere Mitarbeitendenzufriedenheit.

Die systematische Wirkungsmessung erfolgt in drei Phasen: Eingangsevaluation (Kompetenzstand), formative Evaluation (Qualitätsentwicklung), summative Evaluation (Output und Wirkung). Ergänzend kommen Lernanalytik, Interviews und Fallstudien zum Einsatz. Erste Ergebnisse zeigen signifikante Zugewinne bei Problemlösekompetenz, Technologieakzeptanz und unternehmerischem Denken. Langfristig wird die Wirkung über Karriereverläufe, Gründungen oder Beiträge zu Technologietransfer und Drittmitteln nachvollzogen. Damit entsteht eine evidenzbasierte Grundlage zur Weiterentwicklung des Programms und zur Argumentation gegenüber Förderinstitutionen.

Zahlreiche Masterarbeiten basieren auf Modulen des Kollegs – z. B. zur kollaborativen Robotik im Beton-3D-Druck, zur KI-gestützten Schraubautomatisierung oder zur parametrischen Planung. Mehrere Absolvent*innen konnten direkt in Promotionsvorhaben überführt werden – etwa im Rahmen des Promotionskollegs „Integrales Bauen" der OTH Regensburg. Auch der wissenschaftliche Transfer ist aktiv: Beiträge



Abbildung 7: Lernlabor im Building Lab; oben: parametrisierte robotische Montageprozesse in der Bauproduktion mittels Lernroboter (Bildautor: T. Linner), unten: praktische Arbeit von Studierenden am Roboter zum Beton-3D-Drucken (Bildautor: M. Karamara)

auf Konferenzen wie ISARC (International Association for Automation and Robotics in Construction), GfA (Gesellschaft für Arbeitswissenschaften e. V.) oder dem INFORMATIK Festival (Gesellschaft für Informatik e. V.) belegen die fachliche Relevanz. Veranstaltungen wie Rhino-Webinare, der Fanuc Experience Day oder KI-Workshops mit lokalen Technologieanwendern aus dem Umfeld der OTH stärken zusätzlich die Sichtbarkeit und Stakeholderbindung und machen das Kolleg zu einem lebendigen Zentrum für nachhaltige digitale Baukompetenz.

5 Ausblick und Verstetigung

Die strukturelle Verankerung des Digitalisierungskollegs innerhalb der Regensburg School of Digital Sciences (RSDS) bildet die Grundlage für eine langfristige Perspektive. Bereits während der Förderphase wird ein tragfähiges Geschäftsmodell entwickelt, das auf drei Säulen basiert: Hochschulfinanzierung, Drittmittelakquise sowie kommerzialisierte Bildungs- und Beratungsangebote.

Ziel ist es, das Kolleg schrittweise in eine eigenständige, dauerhaft operierende Einheit zu überführen – als Inkubator für digitale Bau- und Handwerksinnovationen (Abbildung 8). Parallel wird eine Skalierungsstrategie verfolgt, um Konzepte und Methoden auch in andere Branchen wie Pflege, Mobilität oder Landwirtschaft zu übertragen. Nationale und internationale Partnerschaften mit Hochschulen, Kammern und Industrieverbänden flankieren diesen Prozess.

Langfristig stärkt das Kolleg die regionale Resilienz – technologisch, wirtschaftlich und gesellschaftlich. Es bereitet Menschen auf die Arbeitswelt der Zukunft vor und leistet einen konkreten Beitrag zur Gestaltung einer nachhaltigen digitalen Gesellschaft.

Ein zentraler Erfolgsfaktor ist die entwickelte Kooperationskultur: Lehrende aus unterschiedlichen Fakultäten, Praxispartner und Studierende entwickeln Inhalte und Formate gemeinsam auf dem vom Kolleg geschaffenen, offenen Rahmen. So werden nicht nur Relevanz und Qualität der Lernangebote erhöht, sondern digitale Kompetenzentwicklung dauerhaft in der Hochschullandschaft verankert.

Im vierten Förderjahr ist die weiterführende Integration in den regulären Hochschulbetrieb vorgesehen. Der modulare Aufbau erlaubt eine einfache Anbindung an bestehende Studiengänge sowie eine perspektivische Internationalisierung durch englischsprachige Module. Gespräche mit europäischen Partnerhochschulen laufen bereits.

Zudem wird geprüft, inwiefern einzelne Tools und Methoden als Softwarelösungen oder digitale Lernplattformen kommerziell weitergeführt werden können, etwa für Weiterbildungsanbieter, Berufsverbände oder KMUs. Dies schafft neue Finanzierungsoptionen und erhöht die Reichweite des Konzepts.

Das Digitalisierungskolleg der OTH Regensburg steht exemplarisch für eine neue Form der Bildungs- und Innovationspraxis: regional verankert, transdisziplinär, technologiegestützt. Es bietet ein skalierbares, hochgradig praxisrelevantes Bildungsmodell, das digitale Kompetenzen in manuell geprägten Berufsfeldern systematisch



Abbildung 8: Praxisnahe Projektarbeit zusammen mit Unternehmen im Kursmodul (Bildautor: F. Weininger)

fördert. Durch Anpassung der Inhalte und Infrastruktur lässt sich das Modell als Blaupause für andere Hochschulen und Sektoren in Bayern nutzen – besonders dort, wo Digitalisierung und manuell geprägte menschlich Arbeit zusammengebracht werden sollen.

6 Danksagungen

Das Kolleg entstand als neue Lehrform für Studierende an Hochschulen. Es wurde vom Bayerischen Forschungsinstitut für Digitale Transformation koordiniert und auch finanziert. Weitere finanzielle, politische und inhaltlich Unterstützung kam von der OTH Regensburg (Hochschulleitung, Fakultät Bauingenieurwesen, Fakultät Architektur, Regensburg School of Digital Sciences etc.), dem Bayerischen Bauindustrieverband sowie der Handwerkskammer Niederbayern-Oberpfalz.

Ein besonderer Dank gilt den im Projekt zentralen Coaches Mark Schmailzl, Merve Karamara und Sebastian Voigt sowie Prof. Christophe Barlieb, der das Projekt gemeinsam mit den Professoren Linner und Weininger initiierte und koordinierte. Ebenso danken wir den zahlreichen beteiligten Studierenden, Unternehmen und weiteren Akteuren aus dem Umfeld der OTH Regensburg.

Literatur

Barlieb, C. & Gasperoni, L. (2020). *Media Agency – Neue Ansätze zur Medialität in der Architektur*. Bielefeld: Transcript.

Building Lab (2025). *Building Lab*. https://bauingenieurwesen.oth-regensburg.de/labore/buildinglab (01.2025)

Cyber Craft Kolleg (2025). *Cyber Craft Kolleg*. https://cck.oth-regensburg.de/ (11.01.2025)

Dieckhoff, C., Barlieb, C., Groth, C., Linner, T. & Weininger, F. (2023). *Erfolgsfaktor Interdisziplinarität: Das Lehrformat Digitalisierungskollegs an Bayerischen Hochschulen*. In *INFORMATIK 2023 – Designing Futures: Zukünfte gestalten. Bildung – Interdisziplinäres Forschen und Lernen in der Ingenieurinformatik*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V. (GI).

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V. (2024). *Bauwirtschaft im Zahlenbild 2024*. https://www.bauindustrie.de/fileadmin/bauindustrie.de/Zahlen_Fakten/Bauwirtschaft-im-Zahlenbild/Bauwirtschaft-im-Zahlenbild-2024-A5_final.pdf (11.01.2025)

Linner, T., & Bock, T. (Hrsg.) (2019). *Cambridge Handbooks in Construction Robotics*. Cambridge: Cambridge University Press.

Porsche Consulting (2025). *ABB Robotics und Porsche Consulting transformieren modulares Bauen*. https://www.porsche-consulting.com/de/de/artikel/abb-robotics-und-porsche-consulting-transformieren-modulares-bauen (11.01.2025)

Regensburg School of Digital Sciences (o. D.). *Regensburg School of Digital Sciences*. https://rsds.oth-regensburg.de/ (11.01.2025)

Transparenz im Umgang mit KI: In diesem Artikel wurden LLMs als unterstützendes Werkzeug zur sprachlichen Optimierung, Strukturierung, Kürzung und Formatierung genutzt. Alle Konzepte, Argumentationslinien und inhaltlichen Beiträge stammen von den Autoren und Beitragenden und sind Ergebnis einer eigenständigen, kollaborativen Projektumsetzung

Ruhul A. Noel, Mariam Dib, Busenur Mavi, Destiny Washington, Gabriele M. Murry & Mike Altieri

Workforce Skills: A Multi-Industry Analysis
Job Market Trends and Expert Insights

Abstract
Technology and demographic trends are changing work, reshaping the business environment while presenting challenges and opportunities for developing skills (Connally & Morris, 2017). We are transitioning from Industrial Revolution (IR) 4.0 (Schwab, 2017) and Education 4.0 (World Economic Forum, 2024) to IR 5.0 (Humayun, 2021) and Education 5.0 (Saddik, 2024), which emphasize the necessity of skills beyond academics. The digital world has emphasized the need for "Future Skills" in the labor market, as discussed in multiple, such as Ehlers (2022), Stifterverband & McKinsey (2021), and Besler et al. (2024). This study investigates this demand using a mixed-methods approach that includes an online survey, job posting analysis, and in-depth interviews. The technology sector demands advanced technical and digital skills, while manufacturing emphasizes foundational technical skills, and healthcare prioritizes digital tool integration; hence, upskilling programs are recommended.

1 Introduction

Digitalization has transformed the business landscape over the past decade, impacting labor skills and market profiles (Mazurchenko & Maršíková, 2019; Sekerin et al., 2022; Jagannathan et al., 2019). A baseline digital competence is increasingly necessary across roles (Hossain, 2023), with growing demand for skilled workers globally, and organizations actively developing relevant skills (Goulart et al., 2021). Concepts like teleworking, robotics, and IT are becoming integral to future jobs (Piroşcă et al., 2021).

The World Economic Forum predicts that by 2025, tech skills will comprise about one-third of basic qualifications (Li, 2022), making current skills less aligned with future job requirements (Jagannathan et al., 2019). This shift creates a skills gap between employees' competencies and market demands (Lee, 2020). Digitalization also prompts a reevaluation of HR roles, focusing more on skills development than traditional recruitment based on job titles (Mazurchenko & Maršíková, 2019; Banescu et al., 2021). This study analyzes digital skill demand across sectors like manufacturing, healthcare, and tech, employing a mixed-methods approach to explore labor market changes.

2 Literature review

The literature review covers the Future Skills Framework, the evolution of workforce competencies due to technological advancements, and key labor market trends shaping skill demands.

2.1 Future Skills Framework

The Future Skills Framework, developed by Stifterverband in partnership with McKinsey, outlines 21 competencies across four key dimensions essential for modern professionals (Stifterverband & McKinsey, 2021). The first dimension, Technological Competencies, includes skills like Data Analytics, AI, Software Development, UX Design, and Quantum Computing, critical for leveraging digital tools and closing the digital skills gap (van Laar et al., 2020). The second dimension, Digital Key Competencies, covers Digital Literacy, Ethics, Collaboration, and Agile Working, crucial for active participation in digital environments (UNESCO, 2018). The third dimension, Basic Competencies, involves Problem Solving, Creativity, Intercultural Communication, and Resilience, fundamental for workplace success and organizational effectiveness (Heckman & Kautz, 2012). The final dimension, Transformation Competencies, includes Judgement, Innovativeness, Adaptability, and Conflict Resolution, vital for addressing complex challenges and fostering change (OECD, 2020).

2.2 Skills and workforce evolution

The labor market has been transformed by technological advancements, which continually change the skills needed for success (OECD, 2020). Initially, technical skills focused on manual, repetitive work during industrialization (Yazgan, 2019). As automation and digital systems emerged, emphasis shifted to management and technical skills, combining ICT, interpersonal, and environmental competencies (Li, 2022). Past tools directly influenced skills, favoring manual and mechanical abilities for factory work (Yazgan, 2019; Hossain, 2023). The introduction of computers and the internet created demand for digital literacy, data handling, and programming skills (Li, 2022; McKinsey & Company, 2021). Today, emphasis has shifted to digital, soft, and adaptive skills – such as communication, emotional intelligence, resilience, and flexibility – especially with remote and cross-functional work (Causa et al., 2021; Hossain, 2023). These skills are now competitive advantages, reflecting a broader shift towards versatility and adaptability in a rapidly changing job market.

2.3 Labor market trends

Over the past decade, demand for technical skills has risen sharply (Banescu et al., 2021) and is expected to continue as technology advances (Poláková et al., 2023). The pandemic accelerated digitalization (Saveanu et al., 2023), showing workforce adaptability (Piroșcă et al., 2021). Topics like remote work, cloud tech, AI, and digital literacy have become increasingly important (Sus & Sylwestrzak, 2021; Jagannathan et al., 2019). This shift requires upskilling and advanced expertise (Mazurchenko & Maršíková, 2019; Piroșcă et al., 2021), with higher education playing a key role (Goulart et al., 2021). As digital tech replaces traditional jobs, tasks are becoming more complex

and collaborative (Goulart et al., 2021). The labor market faces significant challenges from digitalization, such as job structure changes (Kergroach, 2017) and skill gaps (Lee, 2020). The IT sector remains highly innovative (Goulart et al., 2021), with digital skills now essential across many industries (Mazurchenko & Maršíková, 2019). Emerging technologies create new job opportunities requiring new qualifications (Piroșcă et al., 2021; Kergroach, 2017). Digitalization is also transforming recruitment, prompting HR professionals to develop new competencies and foster a culture of continuous innovation (Goulart et al., 2021; Rohayati, 2024).

2.4 Development of hypotheses

Based on the outlined literature, the research question addressing how the demand for digital competencies is evolving across industries was developed, leading to the formulation of the following hypotheses:

H_1: The demand for digital competencies is increasing across industries.

H_{1a}: Job postings across industries increasingly emphasize digital competencies.

H_{1b}: Non-tech industries show a rising demand for foundational digital competencies in their job requirements.

H_1c: HR professionals expect candidates across all roles to possess at least foundational digital competencies.

H_2: There are industry-specific differences in the type of digital competencies valued in job candidates.

H_{2a}: Tech-focused industries place greater emphasis on specialized digital skills compared to HR professionals in non-tech industries.

H_{2b}: HR professionals in healthcare place greater emphasis on digital competencies compared to other industries.

H_{2c}: HR professionals in manufacturing seek professionals which master digital literacy.

H_3: The rising demand for digital competencies is reshaping recruitment and development strategies within organizations.

H_{3a}: HR professionals report a growing investment in training programs aimed at upskilling employees in digital competencies.

H_{3b}: Organizations in the tech industry are more likely to invest in digital upskilling programs than those in non-tech industries.

H_{3c}: Organizations are increasingly prioritizing digital competency development.

3 Methodology

The following chapter presents the methodology, focusing on the methods used, the sampling process, the experimental and procedural design, as well as the quality criteria and data analysis.

3.1 Quantitative data collection: survey

An online survey was conducted to quantitatively analyze the research question.

3.1.1 Sampling and test design

A total of 50 participants took part in the survey. However, 5 participants were excluded from the analysis due to incomplete responses. Consequently, a total of $n = 45$ participants were considered in the data analysis.

3.1.2 Materials, procedure and quality criteria

The survey was programmed using the SoSci Survey tool. An invitation link was generated and sent to HR employees for participation. The study was preceded by a pretest with $n = 5$. Since this was an online survey, participants were advised to use an internet-enabled device and asked not to interrupt the completion of the survey. Data collection took place from November 20, 2024, to December 16, 2024. First, sociodemographic data was collected by questions related to digital competencies, divided according to the hypotheses under consideration. Finally, a thank-you message was expressed for participation, and contact details were provided for further inquiries. The quantitative research method met the main quality criteria of objectivity, reliability, and validity.

3.2 Quantitative data collection: job postings

A comprehensive analysis of job postings within healthcare, manufacturing, and technology industries has been conducted to identify fundamental market trends and job requirements (see Figure 1 and 2). A systematic approach guided the collection and classification of data for the purpose of analysis.

3.2.1 Data collection and preparation

The present study's data set was derived from job postings in three principal sectors: Healthcare, Technology, and Manufacturing. The total number of job postings was determined to be 150, and 50 postings per industry were distributed evenly. The job postings were obtained from company websites, with a focus on two criteria: relevance in terms of location and content, and recentness, ensuring the data spanned the last three months. The companies to which the postings belonged were selected based on their importance and degree of activity relative to their respective sectors. Subsequently, postings were analyzed to identify vacancies. The resulting dataset was deliberately structured around a comprehensive sampling of diverse corporate entities within each sector, thus ensuring a broad and inclusive representation of job requirements.



Figure 1: Quantitative Methodology: Survey



Figure 2: Quantitative Methodology: Job Postings

3.2.2 Categorization and keywords

To enhance the integrity of the analysis, job postings were methodically categorized by industry and the companies to which they belonged. A set of specific keywords were identified, ranging from digital competencies to programming, data management, artificial intelligence, and office programs. Their frequency of use was analyzed, and these findings served to test our hypotheses. The categorization of job postings and the strategic use of keywords fostered the identification of the digital competencies demanded across the three sectors. The job postings were analyzed in accordance with the seven evaluation criteria (Cohen, 2008), resulting in a strong basis for validity, reliability, clarity and coherence.

3.3 Qualitative data collection: interviews

An in-depth interview as qualitative method was selected to understand the growing demand for digital competencies, explore industry-specific differences, and investigate strategies for assessing and developing these skills (see Figure 3).



Figure 3: Qualitative Methodology

3.3.1 Sampling and test design

HR professionals and industry experts responsible for recruitment, workforce development and employee skill-building were selected; all of them have extensive experience in their respective fields and are directly involved in processes related to workforce development and skills assessment. No participants were excluded from the data analysis. The data analysis included a total of $n = 3$ participants ($n_{female} = 2$, $n_{male} = 1$) with an age range between 29 and 38 years (M = 34.00, SD = 4.58).

Before participation, the selected individuals were asked to complete a pre-questionnaire to provide demographic data, details about their professional roles, and in-

formation on their experience with skill development and assessment practices. Additionally, participants were required to sign an informed consent form and return it to the researchers before the interviews.

4 Analysis and discussion of results

4.1 Quantitative analysis: survey

The following section presents the descriptive findings, followed by the inferential statistical analyses.

4.1.1 Results of the descriptive analysis

In this section, the results of the descriptive analysis are presented in the context of the formulated hypotheses.

The descriptive analysis showed high agreement across survey items related to the growing demand for digital competencies. Respondents agreed that the demand for digital competencies has grown significantly over recent years ($M = 3.40$, $SD = 0.580$), that digital skills are increasingly essential for employees to perform basic tasks ($M = 3.29$, $SD = 0.549$), and that digital competencies are now a basic requirement in job postings ($M = 3.20$, $SD = 0.625$). Furthermore, respondents indicated that digital skills are emphasized in job postings ($M = 3.13$, $SD = 0.457$).

Respondents agreed that digital skills are required qualifications ($M = 2.89$, $SD = 0.53$), foundational digital skills are listed in postings ($M = 2.91$, $SD = 0.67$), and digital skills are critical for career advancement ($M = 3.11$, $SD = 0.61$). Most respondents agreed or strongly agreed that digital skills are nowadays essential, with 71.1 % noting their inclusion in required qualifications and 62.2 % acknowledging their role in career progression.

Descriptive analysis reveals that 77.8 % of respondents agree, and 17.8 % strongly agree, that digital skills are emphasized in job postings, while only 4.4 % disagree. Similarly, foundational digital skills are viewed as a requirement by 55.6 % of respondents, with 17.8 % strongly agreeing. Basic digital competencies are considered a requirement by 57.8 % of respondents, with 31.1 % strongly agreeing.

The descriptive analysis showed that 67.7 % of respondents agreed or strongly agreed that digital proficiency is expected of all employees, regardless of their role ($M = 3.30$, $SD = 0.58$).

Responses revealed that 40 % of participants in the manufacturing industry strongly agreed with the statement "Digital Literacy is a Basic Requirement", while another 40 % disagreed.

The frequency analysis for investment in upskilling revealed strong agreement among respondents that their organizations are prioritizing training programs to enhance digital competencies. A total of 73.3 % of respondents agreed (44.4 %) or strong-

ly agreed (28.9 %) with the statement, while only 22.2 % disagreed and 4.4 % strongly disagreed.

The frequency analysis for closing digital skill gaps demonstrates strong support for the hypothesis. Most respondents (53.3 %) agreed, and an additional 17.8 % strongly agreed that their organizations prioritize digital competency development as part of employee retention strategies. However, 28.9 % of respondents disagreed.

4.1.2 Inferential statistical testing

In this section, the results of the descriptive analysis are presented in the context of the formulated hypotheses.

A one-way analysis of variance (ANOVA) was conducted to test industry-specific differences in the type and level of digital competencies valued in job candidates. Levene's test revealed violations of the homogeneity of variances assumption for "*Comparison Between Roles*", $F(5,33) = 5.12$, $p = 0.001$, and *"Different Levels of Digital Proficiency"*, $F(5,33) = 6.46$, $p < .001$. For these variables, Welch's ANOVA was applied. However, only *"Different Levels of Digital Proficiency"* returned results, which were not statistically significant, $F(5,8.445) = 1.975$, $p = .182$.

For variables where assumptions were met, standard ANOVA results indicated no significant differences across industries for *"Emphasis on Digital Competencies Depend on Job Function"*, $F(5,33) = 1.02$, $p = .422$, or *"Digital Competency Expectations Vary Between Departments"*, $F(5,33) = 1.31$, $p = .285$.

An independent samples *t*-test was conducted to examine whether HR professionals in tech-focused industries place greater emphasis on data management skills compared to HR professionals in non-tech industries. The results showed no significant differences between the groups, $t(43) = -0.564$, $p = .575$.

An independent samples *t*-test was conducted to compare the emphasis on digital competencies in data management between HR professionals in healthcare and other industries. The results showed no statistically significant differences for *"Emphasis on Data Management Skills"*, $t(43) = 1.864$, $p = .069$, *"Data Management is a Critical Component"* $t(43) = 1.675$, $p = 101$, or *"Digital Literacy for Data Accuracy"*, $t(43) = 0.839$, $p = .406$.

However, healthcare professionals consistently reported higher levels of emphasis across all three measures. For example, *"Emphasis on Data Management Skills"* had a mean score of $M = 3.50$, $SD = 0.548$ for healthcare professionals, compared to $M = 3.03$, $SD = 0.584$ for professionals in other industries.

An independent samples *t*-test was conducted to compare the emphasis on digital upskilling programs between tech and non-tech industries. The results showed no significant difference, $t(43) = -1.579$, $p = .122$.

4.2 Quantitative analysis: job postings

A comprehensive analysis was conducted on a sample of 150 job postings gathered from various companies across the healthcare, manufacturing, and technology sector. The aim of this analysis is to determine the current level of relevance and frequency of technical competencies at different levels in different industries.

The distribution of job postings across these three industries is balanced, aiming for a more reliable analysis. Job postings are reviewed for relevance and currency, and the data sources included leading organisations such as NVIDIA, Siemens Healthineers and BMW, which are at the forefront of their respective sectors. The examination included various job titles, including managers, interns, specialists; therefore, offered a comprehensive perspective on the overall demand. Various methodological approaches were used in the analysis, including color coding techniques and comparative analysis, and some fundamental conclusions have been drawn.

The analysis highlights that fundamental technical competences such as proficiency in MS Office and general computer literacy are of major significance across the sectors examined. These competences are recognized as essential prerequisites for most of the positions, irrespective of the particular sector. The intermediate competences, such as Customer Relationship Management (CRM) and SAP-related ones, have been frequently requested in the healthcare and manufacturing industries. The dominance of advanced technology skills such as programming and artificial intelligence in technology companies outlines the necessity of digital competences, independent of the specific requirements of a job. Nevertheless, this trend is less evident in the other two industries. The findings demonstrate a general increasing tendency in the demand for digital skills.

4.2.1 Industry-specific analysis

The technology sector mainly demands advanced technical skills like programming, AI, cloud systems, and agile methodologies, especially from top companies such as NVIDIA and SAP. Nearly 80 % of job postings require programming skills, with 60 % specifically seeking AI expertise. Senior roles demand broader and deeper technical knowledge, while entry-level roles require basic familiarity.

In healthcare, mid-level skills such as SAP and CRM are important, with 70 % of roles needing data management and analytics skills. Higher-level skills like programming are less common, though companies like BionTech and Siemens Healthineers emphasize automation and analytics.

Manufacturing focuses on basic skills like MS Office and digital literacy, required in 75 % of roles, with limited need for advanced skills. Exceptions include BMW and Continental, which are adopting more digital tools.

A bar chart shows (see Figure 4) sector-specific trends: manufacturing emphasizes basic skills (75 %), healthcare and technology value intermediate skills like SAP (60–

70 %), and technology leads in advanced skills like programming and AI (85 %), with lower demand in healthcare (30 %) and manufacturing (15 %).

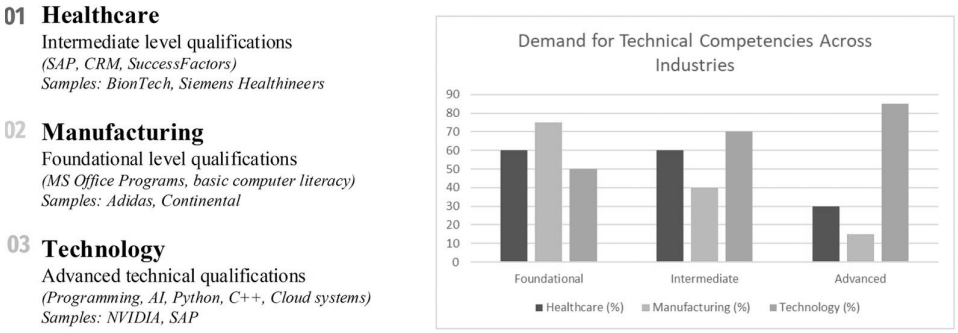


Figure 4: Quantitative Analysis: Job Postings

4.2.2 Key skill categories identified

The use of specific tools, including "Python" and "SAP", was mainly seen in the technology and health sectors, respectively. On the other hand, basic skills such as 'MS Office' and 'computer literacy' are mainly demanded in the manufacturing sector. In the beginning, the technological tools required of potential employees were systematically classified in job postings and later divided into three different levels: foundational, intermediate and advanced.

Basic skills such as proficiency in MS Office and computer literacy have been grouped under the category of foundation level skills. The frequency of these skills was then analyzed. Furthermore, terms such as "SAP, CRM" were classified as intermediate-level skills. On the other hand, terms such as 'Python, AI, C++', 'Agile' and 'Cloud' were defined as advanced technical competencies. The results of the research show that MS Office (42 %) is the most demanded technical competence.

4.3 Qualitative analysis: interviews

The qualitative data analysis involved organizing key interview questions into categories and defining coding rules based on Mayring's methods (2019). Three HR professionals and industry experts from manufacturing, technology, and healthcare discussed the digital skills needed in their sectors. Manufacturing emphasized basic digital literacy and advanced data skills; technology focused on adaptability, coding, and AI, with interpersonal skills still vital; healthcare combined digital and soft skills, especially for patient safety.

Participants noted evolving digital skill demands due to technological advances, such as Power BI in manufacturing, telemedicine in healthcare, and AI in tech.

Recruiting employees with both technical and soft skills remains challenging across sectors. Emerging trends like AI, data governance, and Robotic Process Automation (RPA) show skill gaps.

Retention strategies vary: manufacturing uses engagement surveys and LinkedIn Learning; healthcare has structured development pathways; tech focuses on workplace culture rather than digital skills. Overall, sectors face similar challenges and trends in digital skill development and retention.

4.4 Integration of results

This section integrates quantitative and qualitative findings to assess the formulated hypotheses. Both methods contribute to a nuanced understanding of digital competency trends across industries.

H_1: The demand for digital competencies is increasing across industries. Quantitative findings support hypothesis H_1, with survey respondents agreeing on the increasing demand for digital competencies. These findings align with qualitative data, where industry experts emphasized the growing integration of digital tools across sectors, including healthcare, manufacturing, and technology.

H_{1a}: Job postings across industries increasingly emphasize digital competencies. Quantitative data revealed substantial agreement among respondents regarding the inclusion of digital skills in job postings. This was also presented by qualitative analyses, particularly in technology and healthcare sectors. Therefore, H_{1a} is supported.

H_{1b}: Non-tech industries show a rising demand for foundational digital competencies. Survey respondents indicated broad agreement about the necessity of foundational digital skills in traditionally non-tech sectors. Interview findings further supported this, with participants highlighting the integration of tools such as electronic health records and telehealth platforms in healthcare. Accordingly, H_{1b} is supported.

H_{1c}: HR professionals expect candidates across all roles to possess at least foundational digital competencies. Survey results demonstrated a majority agreement that foundational digital skills are expected for all employees. Qualitative insights reinforced this, identifying basic competencies such as Microsoft Office proficiency as baseline requirements across industries. Therefore, H_{1c} is supported.

H_2: There are industry-specific differences in the type of digital competencies valued in job candidates. Statistical analysis found no significant industry-specific differences in the type of digital competencies valued. However, qualitative findings showed practical distinction, with advanced programming skills such as SAP prioritized in healthcare. Despite these practical nuances, the lack of statistical significance leads to the rejection of H_2.

H_{2a}: Tech-focused industries place a greater emphasis on specialized digital skills compared to HR professionals in non-tech industries. Quantitative analysis showed no significant differences between tech and non-tech industries. Similarly, qualitative findings indicated that data management is important across industries but not uniquely emphasized the tech sector. As a result, H_{2a} is rejected.

H_{2b}: HR professionals in healthcare place greater emphasis on digital competencies compared to other industries. Although statistical results were not significant, qualitative insights suggested higher practical emphasis on data management in healthcare. Nonetheless, H_{2b} is rejected based on statistical evidence.

H_{2c}: HR professionals in manufacturing seek professionals which master digital literacy. Quantitative findings revealed mixed results, with 40 % agreement and 40 % disagreement among respondents. Qualitative insights indicated a stronger emphasis on basic digital literacy. Therefore H_{2c} is rejected.

H_3: The rising demand for digital competencies is reshaping recruitment and development strategies within organizations. Across industries, recruitment strategies increasingly emphasize digital skills, with manufacturing prioritizing tools like Power BI, healthcare focusing on EHRs and telehealth platforms, and technology considering digital skill as a baseline requirement. Development programs such as healthcare's Digital Growth Pathway and manufacturing's onboarding initiatives illustrate the strategic emphasis on upskilling employees to meet evolving digital demands. These findings imply strong qualitative support for H_3.

H_{3a}: HR professionals report a growing investment in training programs aimed at upskilling employees in digital competencies. Quantitative results and qualitative data (e.g. workshops in healthcare) indicate a significant emphasis on training programs for upskilling digital competencies. Therefore, H_{3a} is supported.

$H3_b$: Organizations in the tech industry are more likely to invest in digital upskilling programs than those in non-tech industries. Statistical results did not reveal significant differences between tech and non-tech industries. Although qualitative findings suggest a higher emphasis on digital training in technology, the lack of statistical significance leads to the rejection of H_{3b}.

H_{3c}: Organizations are increasingly prioritizing digital competency development. Quantitative data showed widespread agreement that organizations prioritize digital skills as part of retention strategies. Qualitative findings supported this through examples like the Digital Growth Pathway program in healthcare. Accordingly, H_{3c} is supported.

4.5 Critical limitations of the study

The study placed a strong emphasis on healthcare, manufacturing, and technology sectors, which may not fully reflect digital competency trends in other industries, such as education, hospitality, or creative fields. This sectoral focus could lead to an overemphasis on certain digital tools or skills specific to these industries while underrepresenting the broader scope of digital transformation.

In the quantitative analysis, the reliance on self-reported data may introduce response bias, as participants might overestimate the emphasis their organizations place on digital competencies. Additionally, some inferential statistical tests, such as ANOVA and *t*-tests, failed to achieve significance, potentially due to the small sample size and uneven distribution of respondents across industries. This limits the ability to

draw robust conclusions about industry-specific differences in digital competency demands.

Lastly, the study reflects a snapshot of digital competency trends at a particular point in time. Given the rapid pace of technological advancements and shifting labor market demands, the findings may quickly become outdated, especially in industries like technology where digital skills evolve rapidly. A longitudinal approach would be necessary to track these trends over time and provide a more dynamic understanding.

5 Recommendations for action

In the following, this study wants to give recommendations for organizations based on the literature review, quantitative and qualitative results.

5.1 Recommendations

Development of sector-specific upskilling programs:

Tailored training programs are essential for equipping employees with industry-specific skills. For example, healthcare requires knowledge of Electronic Health Records (EHRs), telemedicine, and health data analytics (Surikova, 2024). Manufacturing emphasizes skills like MS Office and SAP, while technology focuses on programming, AI, and cloud computing (Beichter & Kaiser, 2023). Such programs reduce redundant learning, improve resource efficiency, and promote effective behaviors (Mujtaba & Lawrence, 2024). However, developing these programs involves significant investment, including partnerships with educational institutions, e-learning platforms, and industry experts.

Integration of hybrid skill sets in employee training:

The modern workforce increasingly demands mixed competencies, combining technical industry knowledge with interpersonal skills like adaptability, problem-solving, and communication (Beichter & Kaiser, 2023). Healthcare workers, for example, need technical skills for managing data and telehealth systems while maintaining empathy. In manufacturing, employees with technical expertise and teamwork skills contribute to cross-functional processes (Surikova, 2024). Similarly, the tech sector requires collaboration and problem-solving abilities beyond programming (Mustari et al., 2024). Developing these hybrid skills enables employees to handle operational and human-centered tasks, though integrating them into training programs is challenging and requires careful planning and innovative assessment methods (Perez, 2023).

Prioritization of leadership in digital transformation:

Leadership is crucial for digital transformation success. Managers need technical and visionary skills to oversee organizational operations amid technological growth (Kokot

et al., 2021). Leaders should focus on developing digital strategy, change management, and team empowerment to foster innovation and adaptability. Ensuring a friendly organizational environment helps employees adopt new technologies and workflows (Tagscherer & Carbon, 2023). In healthcare and technology sectors, leaders knowledgeable in digitalization practices, AI, and cloud computing can significantly enhance organizational performance (Delıoğlu & Uysal, 2022).

5.2 Conclusion

This study highlights the importance of equipping the workforce with digital skills to adapt to changing labor market conditions. In sectors like healthcare, manufacturing, and technology, digitalization is reshaping skill requirements. Key findings include the need for sector-specific upskilling programs, hybrid skills combining technical and interpersonal abilities, and strong leadership to manage digital transformation. While these strategies require resources, they lead to higher productivity, innovation, and competitiveness. Practical recommendations emphasize competency-based training, hybrid skills development, and leadership preparation to address current challenges and adapt to ongoing technological advancements.

References

Bănescu, C., Țițan, E., & Manea, D. (2021). The Labor Market in the Digital Age: A New Perspective on job. *Proceeding Papers*, 142–150. https://doi.org/10.24818/basiq/2021/07/018

Beichter, T., & Kaiser, M. (2023). The future of upskilling: human- and technology-centered. In *Proceedings of the 14th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics: IMCIC* (pp. 190–193). https://www.iiis.org/CDs2023/CD2023Spring/papers/ZA832AQ.pdf

Besler, L., Murry, G. M., Neppl, A., Noel, R.A., Scherm, S., & Seidl, J. (2024). Future Skills 2023 – Frameworks im Abgleich mit aktuellen Mega- und Technologietrends. In *Future Skills Lehren und Lernen.* Stifterverband für die deutsche Wissenschaft e. V. https://www.stifterverband.org/sites/default/files/2024-10/future_skills_lehren_und_lernen.pdf

Causa, O., Luu, N., & Abendschein, M. (2021). *Labour market transitions across OECD countries: Stylized facts.* http://www.oecd-ilibrary.org/content/paper/62c85872-en?crawler=true&mimetype=application/pdf

Cohen, D. J., & Crabtree, B. F. (2008). Evaluative Criteria for Qualitative research in health care: Controversies and recommendations. *The Annals of Family Medicine*, *6*(4), 331–339. https://doi.org/10.1370/afm.818

Connally, P. N., & Morris, L. R. (2017). The Impact of Emerging Technology on Leadership Development. In T. Kidd & L. Morris Jr. (Eds.), *Handbook of Research on Instructional Systems and Educational Technology* (pp. 400–408). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2399-4.ch034

Delıoğlu, N., & Uysal, B. (2022). A review on agile leadership and digital transformation. *Yildiz Social Science Review, 8*(2), 121–128. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2919067

Ehlers, U. (2024). Towards a future skills framework for higher education. In *Zukunft der Hochschulbildung* (pp. 21–60). https://doi.org/10.1007/978-3-658-42948-5_2

Ehlers, U.-D. (2022). Future Skills compared: On the construction of a general Framework model for future competencies in academic education. In *Nextskills*. Nextskills. https://nextskills.org/downloads/2022-06-15-Future-Skills-Bildungsforschung_final_Vs_2ENG.pdf

Goulart, V. G., Liboni, L. B., & Cezarino, L. O. (2021). Balancing skills in the digital transformation era: The future of jobs and the role of higher education. *Industry and Higher Education*, *36*(2), 118–127. https://doi.org/10.1177/09504222211029796

Heckman, J. J., & Kautz, T. (2012). Hard evidence on soft skills. *Labour Economics, 19*(4), 451–464. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w18121/w18121.pdf

Hossain, K. A. (2023). Evaluation of technological breakthrough in global education and future employment opportunity. *Journal of Liberal Arts and Humanities (JLAH), 4*(8), 1–62. https://jlahnet.com/wp-content/uploads/2025/06/1-16.pdf

Humayun, M. (2021). Industrial Revolution 5.0 and the role of cutting edge technologies. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 12*(12). https://doi.org/10.14569/ijacsa.2021.0121276

Jagannathan, S., Ra, S., & Maclean, R. (2019). Dominant recent trends impacting on jobs and labor markets – An Overview. *International Journal of Training Research*, *17*(sup1), 1–11. https://doi.org/10.1080/14480220.2019.1641292

Kergroach, S. (2017). Industry 4.0: New challenges and opportunities for the labour market. *Foresight-Russia*, *11*(4), 6–8. https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.4.6.8

Kokot, K., Kokotec, I. D., & Calopa, M. K. (2021). Impact of leadership on digital transformation. In *2021 IEEE Technology & Engineering Management* (pp. 1–6). https://doi.org/10.1109/temscon-eur52034.2021.9488620

Lee, S. H. (2020). Skills development driven by labor market demand. In *Education in the Asia-Pacific region* (pp. 271–277). https://doi.org/10.1007/978-981-15-7018-6_33

Li, L. (2022). Reskilling and upskilling the future-ready workforce for Industry 4.0 and beyond. *Information Systems Frontiers, 1–16*.

Mayring, P. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse – Abgrenzungen, Spielarten, Weiterentwicklungen. *Forum Qualitative Social Research, 20*(3), 15. https://doi.org/10.17169/fqs-20.3.3343

Mazurchenko, A., & Maršíková, K. (2019). Digitally-Powered Human Resource Management: Skills and roles in the Digital era. *Acta Informatica Pragensia*, *8*(2), 72–87. https://doi.org/10.18267/j.aip.125

McKinsey & Company (2021). Skill building at scale during the pandemic. McKinsey. https://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/building-workforce-skills-at-scale-to-thrive-during-and-after-the-covid-19-crisis

Mujtaba, B. G., & Lawrence, E. T. (2024). Workplaces of Today and Tomorrow to Attract and Retain Top Talent: Challenges and Opportunities with Remote/Hybrid Practices. *SocioEconomic Challenges, 8*(2), 12–30. https://armgpublishing.com/wp-content/uploads/2024/07/2.pdf

Mustari, V. H., Mere, K., Pitri, A., Wibowo, T. O., & Nilfatri, N. (2024). Adapting to the Hybrid Workforce: HR Strategies for Managing Remote and on-site employees in 2024. *Journal of Economics, Business and Accounting (COSTING), 7*(5), 4688–4693. https://journal.ipm2kpe.or.id/index.php/COSTING/article/download/12413/7894

OECD. (2020). OECD Employment Outlook 2020. In *OECD employment outlook*. https://doi.org/10.1787/1686c758-en

Perez, M. E. K. (2023). Enhancing Upskilling Strategies in the Workplace. University of Dayton. https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb_etd/ws/send_file/send?accession=dayton1689506744850821&disposition=inline

Piroșcă, G. I., Șerban-Oprescu, G. L., Badea, L., Stanef-Puică, M., & Valdebenito, C. R. (2021). Digitalization and Labor Market – A Perspective within the Framework of Pandemic Crisis. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, *16*(7), 2843–2857. https://doi.org/10.3390/jtaer16070156

Poláková, M., Suleimanová, J. H., Madzík, P., Copuš, L., Molnárová, I., & Polednová, J. (2023). Soft skills and their importance in the labour market under the conditions of Industry 5.0. *Heliyon*, *9*(8), e18670. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18670

Saddik, A. E. (2024, June 9). *Embracing the Future: The Dawn of Education 5.0*. LinkedIn, https://www.linkedin.com/pulse/embracing-future-dawn-education-50-abdulmotaleb-el-saddik-uiqef/?trackingId=%2BVAU9ThdQdW3wFikUCL50A%3D%3D

Saveanu, T., Săveanu, S., Buhas, R., & Bacter, C. (2023). The annals of the University of Oradea, Economic Sciences. *TOM XXXII*, *2nd*. https://anale.steconomiceuoradea.ro/en/wp-content/uploads/2024/03/Volume-2_AUOES_december-2023-88-101.pdf

Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Currency.

Sekerin, V., Gorokhova, A., Bank, S., Gayduk, N., & Gorlevskaya, L. (2022). Transformation of the labor market and the necessary professional competencies of employees under the influence of the development of technologies and practical sciences. *Nexo Revista Científica*, *35*(04), 942–949. https://doi.org/10.5377/nexo.v35i04.15532

Stifterverband & McKinsey. (2021). *Future Skills Framework 2021*.

Surikova, S. (2024). Towards The Effective Professional Upskilling Of Low-Skilled Employees: Key Influencing Factors. *Problems of Education in the 21st Century, 82*(5), 737–757. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1444060.pdf

Sus, A., & Sylwestrzak, B. (2021). Evolution of the Labor Market and Competency Requirements in Industry 4.0 versus the Covid-19 Pandemic. *EUROPEAN RESEARCH STUDIES JOURNAL*, *XXIV*(Issue 1), 494–506. https://doi.org/10.35808/ersj/1975

Tagscherer, F., & Carbon, C. C. (2023). Leadership for successful digitalization: A literature review on companies' internal and external aspects of digitalization. *Sustainable Technology and Entrepreneurship, 2*(2), 100039. https://doi.org/10.1016/j.stae.2023.100039

UNESCO. (2018). Digital Literacy Global Framework. UNESCO Institute for Lifelong Learning. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265403

Van Laar, E., Van Deursen, A. J. a. M., Van Dijk, J. a. G. M., & De Haan, J. (2020). Determinants of 21st-Century Skills and 21st-Century Digital Skills for Workers: A Systematic Literature review. *SAGE Open, 10*(1). https://doi.org/10.1177/2158244019900176

World Economic Forum. (2024, October 20). The future of jobs report 2020. *World Economic Forum*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

Yazgan, D. (2019). Industry 4.0 skills. https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/175646/1/2021_04_Yazgan.pdf

Mariya Dzhimova, Benedikt Zönnchen, Helena Held, Tanja Beck & Gudrun Socher

Staying Relevant in the Age of Generative AI

Skills, Strategies, and Shifting Roles in Artistic and Creative Work

Abstract

As generative artificial intelligence (AI) continues to transform the creative industries, artists and cultural professionals are compelled to redefine their roles, skills and practices. This study examines how practitioners across music, visual arts, and performance respond to AI's integration into creative work. Based on seven expert interviews, it identifies four key themes: the potentials of AI, emerging limitations and tensions, shifting human-machine role distributions, and the skills needed to stay relevant. While AI enhances ideation, access, and reflection, it also risks generic outputs and diminished authorship. The study reveals that artists actively negotiate these tensions by treating AI as a collaborative assistant rather than a replacement, preserving human intentionality through iterative prompting, curation, and evaluation. Remaining relevant requires a hybrid skillset combining artistic expertise, technical fluency, strategic oversight, and the ability to embed human meaning into machine-generated material.

1 Introduction

The rapid development and widespread adoption of generative artificial intelligence (AI) is having a profound impact on the fields of art, culture and the creative industries. Not only is it transforming creative workflows, it is also redefining the expectations placed on artists and creative professionals. As generative AI increasingly takes on tasks traditionally associated with human creativity, artists and cultural practitioners are finding themselves faced with unprecedented opportunities and significant challenges. A central challenge is how artists and creative professionals can maintain their agency and relevance in a landscape increasingly driven by generative AI. Which skills and competencies are essential not only to remain competitive, but also to actively shape the future of artistic and creative practice? How can artists navigate the tensions between automation and autonomy? What forms of collaboration are emerging between humans and machines? While numerous studies have examined the ethical, legal, and economic implications of generative AI for the arts and creative industries, as well as the resulting opportunities and challenges for artists (Jiang et al., 2023; Piskopani et al., 2023; Caramiaux et al., 2025), little research has focused on the roles, skills, and competencies crucial for seizing these opportunities and overcoming these challenges. This article aims to address this gap by conducting seven in-depth interviews with artists working in music, performing arts and visual arts, as well as with creative industry professionals who have experience of working with generative AI.

The article is structured as follows: First, the methodological approach is outlined, focusing on qualitative thematic analysis of expert interviews. The empirical results

are then presented under the following four themes: the potential of AI; emerging tensions and limitations; the division of roles between humans and AI; and essential skills for working with AI. Finally, the results are contextualized within current debates on AI and creativity, with key implications for artists and creatives highlighted.

2 Method

In order to investigate how artists and creative professionals are working with generative AI, and what skills and competencies are required to navigate an increasingly AI-driven artistic and cultural landscape, a series of semi-structured interviews were conducted with seven international experts from the arts, culture, and creative industries. Participants were contacted via e-mail or LinkedIn, and were selected using a purposive sampling strategy. The selection criteria focused on expertise at the intersection of creativity and AI, with the participants comprising artists, theorists, entrepreneurs and creative technologists. It is noteworthy that all interviewees possess practical experience in utilizing generative AI within artistic or creative contexts. The participants are listed in alphabetical order as follows:

- Alex Vaughan (Australia) – composer
- Anne Horel (France) – visual artist
- Boris Eldagsen (Germany) – photographer
- Mariel Pettee (USA) – interdisciplinary scientist and choreographer
- Johannes Giani (Germany) – audio engineer
- Meredith Thomas (UK/Germany) – creative professional
- Timo Heimbach (Germany) – marketing and communication strategist

Data were collected through semi-structured Zoom interviews conducted in either German or English, depending on the interviewee's preference. The questions addressed how artists and creatives use AI, how they work and collaborate with it, and the roles of the different agents in this relationship. Each interview lasted between 45 and 60 minutes, was audio-recorded and transcribed verbatim, with non-verbal elements excluded to maintain focus on the content.

Following Braun and Clarke's (2006) approach, thematic analysis was conducted on the interview transcripts to identify recurring patterns and meaningful clusters. An inductive, iterative coding process informed by the research questions was used to identify four key thematic clusters: (1) the potential of AI, (2) its limitations and tensions, (3) the distribution of roles between humans and AI, and (4) essential skills for working with AI.

3 Interview results

3.1 Potentials of using AI in the creative practice

One of the most frequently highlighted potentials of AI lies in its ability to support and enhance the initial stage of the creative process, especially the ideation stage. Most respondents describe AI tools as useful for brainstorming, drafting ideas, and exploring new concepts, citing their ability to generate content quickly and offer new perspectives. These findings resonate with those of other studies which reveal that AI tools can provide significant support for idea generation and promote creative thinking in the early stages of design tasks (Khan et al., 2025; Shaer et al., 2024; Wadinambiarachchi et al., 2024; Kim & Maher, 2023).

Moreover, several creatives noted that engaging iteratively with AI systems fosters a heightened awareness of their thought processes, contributing ultimately to a deeper understanding of their creative intentions. Thus, AI operates as both an accelerator, generating large amounts of external content in a short time, and a reflective tool, facilitating greater self-awareness and self-exploration within artistic practice. For instance, visual artist Anne Horel stated:

> "I want to focus on how this is going to improve the cognition and understanding of myself. And not that I think that I'm a product, but [that I] improve my way of, I don't know, putting my thoughts together."

Similarly, choreographer Mariel Pettee emphasizes the role of AI in enhancing cognitive articulation:

> "[AI] gives me more precise control over a form of my own thought process and grants me the ability to incorporate my research mindset in my creative practice."

Such reflections resonate with established theories of extended cognition (Clark & Chalmers, 1998; Clark, 2008, 2025), which conceptualize technological artifacts as cognitive extensions-tools that enable individuals to externalize, evaluate, and refine internal processes of reasoning and ideation. Within this framework, AI enables creatives to rapidly materialize early-stage concepts and render abstract or nascent ideas more tangible, thereby transforming brainstorming into a more concrete and iterative practice. For instance, composer Alex Vaughan pointed out:

> "It's [something…] you would have to do […] anyway [on your own], like work through ideas, think things over. But now AI gives you a way of thinking things through a bit more tangibly."

In addition to its potential in ideation, respondents highlighted AI's capacity to facilitate the practical implementation of creative projects by substantially lowering technical, financial, and infrastructural barriers. AI systems were frequently described as enabling the translation of conceptual ideas into prototypes without the need for ad-

vanced programming expertise, substantial financial investment, or large production teams. Photographer Boris Eldagsen, for instance, emphasized how AI expands artistic freedom by alleviating resource constraints:

> "I have more artistic freedom, because I can do things without worrying about the cost. The budget is no longer an issue, and I can now consider every possible location, model and situation. This means I can work much more effectively than before, when it took forever to bring everything together."

Similarly, visual artist Anne Horel described how AI circumvents the structural limitations often encountered in conventional production processes:

> "And sometimes you're confronted [with] limitations – of money or […] a production company helping you [take] your idea to the next level. And with AI, there is no limitation. […] I've always wanted to make a remake of the Red little Red Riding Hood. I made it – I just did it. It took me a week. It was a collaboration with the GPT for the writing, then iterating images with Luma and Runway, and then animating everything and putting everything together in Premiere. But without AI, this would have taken me – I don't know – it's impossible to measure. It would have [required] money, way more money and way more people – like a whole crew that I don't have the means to pay for."

Sound engineer Johannes Giani further illustrated how AI expands his possibilities without requiring advanced technical expertise or a support team, noting:

> "I didn't have the skills for this before, but with AI, I can still make my ideas a reality. And it enables me to implement my vision without requiring a whole team."

In sum, AI is used in three different ways, which Fasoli (2018) refers to as cognitive artifacts. Firstly, it is used as a complementary artifact to enhance the ideation phase by facilitating rapid prototyping, iterative experimentation, inspiration and cognitive reflection. Secondly, as a substitutive artifact, it reduces technical, financial and infrastructural barriers, thereby expanding the creators' access to, and agency in, realizing and executing their creative projects. Finally, AI can serve as constitutive, becoming integral to the artwork itself. It is important to note that the boundaries between these categories are often fluid and overlapping.

3.2 Limitations and tensions by using AI in the creative practice

While respondents emphasized that AI has the potential to enhance and accelerate both the ideation and execution stages of creative work, they also expressed concerns regarding the limitations associated with AI tools. In fact, the opportunities and constraints of AI appear to exist in direct tension with one another. A prominent example

of this is the trade-off between speed, control and quality of the outcome. While AI tools can substantially speed up the production process by reducing manual tasks that were previously more time-consuming, this acceleration often comes at the expense of control over the creative process and the distinctiveness of the final outcome. The automation of processes by AI results in outputs that are often perceived as more generic and predictable. This creates a "weird dynamic," as the composer Alex Vaughan puts it, where creators must constantly negotiate between efficiency, control and artistic quality:

> "So, you can prompt it this way, and what would have taken me weeks, now takes me – I don't know – an hour or something like that. I do use a lot of these sorts of tools because they speed up the process. But there's a problem with this, and this is coming back to creativity: there's less control here. Or, I guess you would say, the problem with AI is that the results are often more generic. So, there's a weird sort of dynamic with this sort of technology – where I would have more control if I built it myself, but it takes longer, right? Whereas if I let programs like this do it, it does it faster. And, you know, it's just more generic."

This quote reflects a widespread concern among respondents. AI systems often produce average, generic and predictable results due to their reliance on large-scale datasets and pattern replication. Consequently, many creatives working with AI face an inherent trade-off between speed, control and the quality or distinctiveness of the outcome. While AI undoubtedly increases overall creative output, recent studies suggest it simultaneously narrows idea diversity unless consciously counterbalanced (Holzner et al., 2025; Meincke et al., 2025; Doshi & Hauser, 2024). Moreover, although AI can enhance agency in terms of operational efficiency, the situation is more complex when considering artistic autonomy understood as the creator's ability to maintain ownership over aesthetic judgments and the meaningfulness of their work (Koralus, 2025) and to exert aesthetical responsibility (Misselhorn, 2023, p. 55). Commercial AI tools, shaped by market incentives, tend to steer artists toward a narrow spectrum of outcomes optimized for familiarity or mass appeal. As composer Alex Vaughan observed:

> "If you sit down and you try and do something yourself, by hand, people will say, 'Why is it taking so long?' […] We have entered into a sort of weird culture where we are all kind of expected to just use [AI], because everyone is using it."

Consequently, most of the interviewees revealed a strategy for managing this tension. All respondents emphasized that they use AI primarily as a supportive tool, rather than a fully autonomous generator that takes over the entire creative process and delivers ready-made, one-click results. This mirrors the findings of Khan et al. (2025), who emphasize that professional designers view AI as a co-creative partner that assists with, rather than overrides, their decision-making and creative autonomy during divergent thinking. For all interviewees, the creative process with AI remains fundamentally iterative, involving the continuous editing, refining, adapting and enhancing

of AI-generated outputs, often using a combination of multiple AI tools and other instruments. In this context, AI is not perceived as producing finished works, but rather as providing preliminary material or rough prototypes that require further development, contextualization and post-production before they can be considered complete. Accordingly, the outcome needs to be shaped and translated into a finished work of art. For example, the photographer Boris Eldagsen noted:

> "That means I create something, then realize I don't like certain parts – so I delete and regenerate them. The area of image refinement is new to me, but I think it's necessary because I'm never really satisfied with what the AI generates. I always feel that something is missing, so it's my job to consider what the image needs in order to be an image. What else needs to be added? What is missing from the statistical average of the AI?"

For the majority of respondents, processes of exploration, experimentation, playful engagement, and the iterative testing of new ideas constitute a fundamental and appealing dimension of creative practice. Accordingly, this orientation persists in their work with AI, which they do not regard as a one-click technology.

Moreover, most respondents have an ambivalent attitude towards control. While it is often argued that AI reduces control over the creative process by automating many previously manual steps, it is also emphasized that complete control can, paradoxically, inhibit creativity. For example, photographer Boris Eldagsen described how striving to control every detail of his work ultimately produced results that he considered "terribly boring." Conversely, unpredictability and uncertainty are considered crucial components of artistic practice, especially in the context of AI, whose opaque processes inherently introduce uncertainty. As visual artist Anne Horel remarked, working with AI means embracing this unpredictability and "*expecting not to know what to expect,*" thereby allowing the algorithmic system to intervene in ways that the artist cannot entirely anticipate. This willingness to relinquish control reflects a fundamentally different approach to creativity compared to working with more traditional and instrumental tools and technologies. Visual artist Anne Horel further elaborated:

> "But when I go back to my practice of digital collage or hand-by-hand animation – instead of letting AI do it – even though I'm directing the AI – there is always, you know, the latency and the gap between what I prompt and what the, what the algorithm understands or wants to do. […] I think it's just very different ways of approaching creativity."

3.3 Role distribution between human and AI

Analysis of interview data reveals a clear division of roles between humans and AI in creative processes, characterized by a collaborative yet asymmetrical relationship. AI is primarily viewed as a generator and executor, functioning as a "*co-producer*", "*perfect assistant*" or "*knowledge enhancer*". In this capacity, AI supports the creative process by processing and compressing large amounts of data, generating preliminary mate-

rial, and accelerating implementation. Several respondents also emphasized AI's role as a "*communication partner*", highlighting its ability to facilitate the ideation process and encourage reflection on one's thoughts and artistic intentions. Nevertheless, AI's role remains limited to that of an assistant, without assuming autonomous creative authority.

In contrast, the human role remains centered on intention, direction and critical evaluation. Humans are consistently described as those "*making the final decisions*", "*guiding the process*" and "*evaluating the results*". Participants described themselves as "*art directors*", "*editors*", and "*drivers*", presenting themselves as initiators and evaluators who formulate goals, direct the process, and assess outcomes. The analysis identified four core activities that define the human role in collaboration with AI: *formulating intentions and setting overarching goals* (1); *briefing, directing and managing the artistic process* (2); *evaluating results* (3); *making creative decisions and transforming preliminary outputs into finalized works* (4).

The human ability to formulate intentions and set overarching goals to guide the process appears fundamental to the relationship between humans and AI. As the participants emphasized, AI lacks autonomous vision and therefore requires direction. Photographer Boris Eldagsen, for instance, described this dynamic:

> "I see myself as a director. I know where I want to go."

This encapsulates the fundamental asymmetry of human-AI collaboration: while AI can contribute suggestions and produce outputs, the trajectory of the creative process is defined by the human's conceptual and artistic intentions. This intentionality takes (materializes) the form of a briefing, involving the provision of targeted prompts, parameters and aesthetic constraints to align with the creator's vision. As marketing and communications manager Timo Heimbach explained, the briefing process is an ongoing act of guidance, not a one-time instruction or passive engagement:

> "That's exactly why you're a kind of instructor: because you have to brief the AI, on the one hand, and guide it through the entire process, on the other."

Furthermore, participants consistently took responsibility for guiding the process, curating the flow of ideas, and intervening when necessary to calibrate the system's generative capabilities to achieve the intended outcome. As marketing and communications manager Timo Heimbach further elaborates:

> "I guide the AI. It generates ideas for me, conducts brainstorming sessions and research – whatever is needed. But as an evaluator and instructor, I can, of course, also control the AI and say: 'Okay, that's good. Take this element and that element and go further. Give me more suggestions in this particular direction."

This guidance metaphor suggests a dynamic interplay in which the AI contributes to the ideation process but remains subordinate to human creative authority.

Perhaps one of the most important roles of humans in collaborative relationships with AI is defined by their ability to critically evaluate and assess. Although AI can

produce large quantities of content, respondents emphasized that only humans possess the contextual knowledge and aesthetic sensitivity necessary to evaluate, select and refine the results. Marketing and communications manager Timo Heimbach captured this distinction:

> "In the end, I have to assess what is suitable. […] You have to tell it what's good and what's bad and instruct it to think further based on the data. In the end, only you yourself can make the final assessment with your human perspective."

Similarly, Boris Eldagsen framed the evaluation process as integral to his creative approach, stating:

> "The creative process has three steps: prompting, generating, and then evaluating what has been tried and tested. I am responsible for the first and third steps."

In addition to the evaluation process, the final creative decision remains firmly within the realm of human responsibility. As composer Alex Vaughan noted:

> "[AI] can make a lot of the difficult things much faster and much smoother. But at the end of the day, you still need to make creative decisions for yourself."

Similarly, artist and creative technologist Meredith Thomas argues:

> "[At] the end of the day, you're the artist, the programmer, the creative coder […] always […] making all the decisions."

These views emphasize the ongoing importance of human agency in maintaining authorship and ensuring conceptual integrity within AI-assisted creative practice.

Finally, the role of humans is to translate AI-generated prototypes into finished artistic works. AI is widely understood by respondents to be a generator of raw material – useful, but incomplete. As audio engineer Johannes Giani observed: "AI is definitely the co-producer in this entire process […] You're still in the driver's seat, but you have a tool that helps you come up with certain ideas." This encapsulates the broader dynamic: While AI can contribute substantially to the ideation and production process, it is ultimately the human who navigates the course, integrating disparate elements and transforming machine-generated material into coherent and meaningful artistic outcomes. Therefore, our findings align with those of Khan et al. (2025), who report that designers insist on maintaining control over the final outputs and value AI systems that enhance, rather than dominate, their creative agency.

3.4 Navigating autonomy and agency: reframing creative control

The asymmetrical yet interdependent collaboration between artists and AI reveals more than just role division. Beneath these patterns lies a deeper tension between *control*, *autonomy*, and cognitive *agency*. To better understand how artists navigate this evolving terrain, we want to zoom out a bit and interpret the data through the lens of this triad that captures a tension articulated by our interviewees and concisely summarized by Koralus (2025, p. 2):

> "In the long run, agency without autonomy is empty, and autonomy without agency is impotent".

While different theoretical traditions disagree on the precise boundaries between autonomy and agency, there is growing consensus on their key ingredients. Koralus (2025) offers a normative, human-centered definition: *agency* is the capacity to act effectively in the world, while *autonomy* is the ability to self-govern – to make judgments that are authentically one's own, free from manipulation or coercion. For example, driving a car skillfully demonstrates agency; choosing to drive (without being misled or manipulated, and with a basic grasp of consequences) reflects autonomy. Full technical understanding – for instance, of the inner workings of the car's engine – is usually not required. What matters is that one's judgment is self-owned, which relies on *transparency*, insofar as the functional purpose is explicit: one can tell when a technical artifact works or malfunctions. It is this transparency that can be broken because some AI systems tend towards operating based on contingent communicative structures that psychic systems (minds) can no longer fully make sense of (Zönnchen et al., 2025).

To naturalize this philosophical definition given by Koralus (2025), we turn to enactive and system-theoretical perspectives. Here, *autonomy* is defined in terms of *self-referential closure* – be it organizational (Varela, 1979), operational (Luhmann, 1984) or informational (Bertschinger et al., 2006). Consequently, "authentically one's own" translates to changes constructed by the system's own internal operations, not imposed from outside. The system remains structurally coupled to its environment but retains self-determination within its domain of closure.

Building on this, Barandiaran et al. (2009) define agency as the capacity of an *autonomous system* (individuality) further enriched with: (1) *interactional asymmetry*, and (2) *normativity*. Agency, then, is not merely the capacity to act, but to *modulate* constraints of couplings in a goal-directed way that sustains the system's own organization (living systems) or operation (nervous system and social systems). The modulation required can be minimal – for example, birds can glide through fine-tuned control with small adjustments. The bird constantly senses and responds to the air around it while the airflow changes due to the bird's movements, making further adjustments possible or necessary. Similarly, artists modulate their interaction with AI, guiding outputs not through brute-force control but by subtly shaping the process via curated inputs, iterative experimentation, and intuition. In turn, the results change, disclosing some possibilities while concealing others. In a Heideggerian sense of *téchne*

(Heidegger, 1954), artists in this mode bring forth the artwork, which in turn shapes the artist.

However, *interactional asymmetry* is broken – or even reversed – if artists become reactive to the outputs generated by the AI. Instead of guiding the process towards an internal goal (which may crystallize only in the course of the process), pre-structured possibilities are accepted from a *standing-reserve*. Choosing "what feels right" without understanding or influencing how the output was constructed introduces an element of passive consumption. The coupling is one-sided: the system (the artist's nervous system) is perturbed, but it does not substantially shape its environment or seek out specific environmental conditions.

A naturalized account of norms is imposed by systems because they self-produce and self-maintain their identity. In this view, agency is the purposive capacity of an autonomous system to regulate its interactions in a way that sustains its own organization – its intrinsic *telos*. In this sense, the system's purpose is its own continued existence, and actions are meaningful insofar as they contribute to that aim (Virenque & Mossio, 2024). This biological normativity – rooted in viability conditions – is extended to cognition by introducing self-sustaining networks of habits and coherentist dynamical demands (Barandiaran, 2017), as well as through interactions with others. In alignment with this naturalized description of *purposiveness* emphasized by Virenque & Mossio (2024), artistic agency involves both *active adaptation* and *functional control*: artists *strive* to *steer* the AI system towards expressions that remain coherent with their evolving aesthetic sensibility.

Autonomy becomes fragile, however, when the feedback loop is dominated by opaque systems. When AI tools are absorbed into an artist's metacognitive feedback loop, cognitive closure is preserved: the artist maintains self-governance over the evaluative process. However, when AI influences choices based on platform optimization, popular styles, or opaque recommendations, the artist's normative authorship may be compromised. Functional transparency erodes, cognitive debt accumulates, evaluative sensitivity degrades, and so-called *responsibility gaps* (Misselhorn, 2023, p. 55) widen. As Kosmyna et al. (2025) suggest, excessive reliance on opaque AI systems increases *cognitive debt*[1] – an erosion of the artist's skill in evaluating nuance, style, and conceptual coherence. Alex Vaughan captures this clearly in the programming domain:

> "But if you use [AI] all the time [for programming], you also lose a lot of those skills. […] I can feel now that I don't have the skills, I used to have many years ago for programming."

AI, then, can enhance agency (within the art system) in the short term by amplifying productive capacity, but it risks undermining autonomy in the long term if it displaces evaluative judgment. This systemic trade-off echoes Koralus' (2025) framing: artists face a modern Scylla and Charybdis – either surrender agency by being overwhelmed by complexity (becoming overwhelmed by possibilities they can no longer realize) or relinquish autonomy by letting their decisions be engineered. Observing

1 It is an open research question how, why, and under which conditions this debt accumulates or dissolves in the long run.

how artists navigate this tension offers valuable insight into broader societal challenges in human-AI interaction.

Cummins (2014) introduces an important epistemological caveat to this discussion: in opposition to Barandiaran (2017), both autonomy and agency are not intrinsic properties but observer-relative ascriptions, which are made "*based on a set of criteria that are rooted in our observations*" (p. 109). Autonomy, as closure or identity, is attributed based on organizational coherence; agency goes further, requiring the recognition of internal normativity – actions undertaken on behalf of the system's own purposes. Thus, what counts as agency depends not only on what the system does, but how it is *seen* – by observers, theorists, and, crucially, by artists reflecting on their own practice.

This leads to Luhmann's (1995) post-humanist perspective, which shifts agency from individual subjects to the communicative operations of the art system. What matters is not the artist's intention but a work's communicative connectability – its ability to trigger further observations and contributions within ongoing art-related discourse. A work enters the art system only insofar as it can be exhibited, critiqued, and interpreted. What is often perceived as artistic autonomy therefore rests less on expressive independence than on the communicative viability of the work.

Such systemic autonomy reconfigures authorship. As artists increasingly operate as curators and selectors rather than originators – especially in AI-assisted workflows – the boundaries between cognitive authorship and system participation blur. Insofar as evaluative control is displaced to recommendation algorithms or platform feedback, agency recedes. What remains is a form of operational participation – relevant within the system, but not necessarily expressive of individual normativity. From this standpoint, artists are not the autonomous source of meaning but rather hosts or nodes within a recursive network of communication.

Still, in our view, autonomy and agency do not vanish – especially in relation to the observer. Rather, they are reconfigured: they now refer to how artists navigate, adapt to, and anticipate systemic expectations, and how they modulate their couplings with the art system. And even if agency and autonomy are ontologically difficult to pin down, the art system may still demand their observation. Thus, it remains to be seen how the art system will respond to a shift towards curation, output management and selection – domains where competence and authorship become ambiguous, as it grows increasingly difficult to determine whether elements of an artwork originate from the artist's (cognitive) abilities.

3.5 Skills

The asymmetrical distribution of roles between humans and AI not only shapes the collaborative dynamic, but also determines the skills required to work effectively with AI in creative processes. As the analysis shows, the human role requires an interdependent skill set that includes domain expertise and contextual knowledge, technical and operational competence, managerial ability, and a distinctly human perspective.

Domain expertise and contextual knowledge seem to be crucial for meaningful human-AI interaction. Without a profound understanding of one's own artistic field, the ability to interact productively with AI is limited. This expertise is especially essential for two core activities: formulating precise, context-sensitive prompts, and evaluating AI-generated outputs. The ability to create effective prompts hinges not only on technical proficiency in AI interfaces, but also on the creator's capacity to articulate their intentions, constraints, and aesthetic parameters, which are informed by their disciplinary knowledge. Similarly, evaluating the results requires domain-specific judgment to determine whether the outputs align with creative goals, exhibit the desired quality and reflect the conceptual coherence expected within the field. As Boris Eldagsen notes:

> "Well, as I always say that AI is a knowledge amplifier, and I work with my knowledge and experience. That means I first need expertise in a specific field. That's very important in order to be able to prompt well and also evaluate well. And then to improve the prompts again. (…) If I don't have expertise in a field, I don't know how to control the AI. And what the AI spits out is always a statistical average."

In addition to domain expertise, most respondents argue that having *technical and operational skills*, as well as an understanding of how AI tools function, is crucial for effective collaboration with AI. As photographer Boris Eldagsen further elaborates: "What I need, of course, is an understanding of AI tools: how they work, what is possible and their strengths and weaknesses." Moreover, most respondents explained that they had mostly achieved technical competence through *intuitive experimentation* within the system's generative logic. Respondents described their approach as iterative and intuitive rather than strictly rule-based, emphasizing processes such as trial and error, continuous testing of outputs, and iterative refinement of input prompts, as well as exploring and experimenting with possibilities. As visual artist Anne Horel noted:

> "I mean, you have to learn how to use software, but you don't need to learn how to use AI. It's a different way of acquiring skills. I don't think there's a school for AI. You learn through experimentation."

The analysis further reveals that effective collaboration with AI requires *management skills*, including the ability to guide, navigate, and strategically control AI systems. This process involves communication, iterative instruction, and continuous adjustment. Some respondents even described developing a "personal relationship". Crucially, management competence also involves a reflective understanding of the respective strengths of humans and AI, enabling a meaningful distribution and delegation of tasks within the collaborative process. As photographer Boris Eldagsen emphasized:

> "We are in the field of human-machine collaboration. (…) If we are to work as a team, we need to identify what each team member can do best."

Similarly, marketing and communications manager Timo Heimbach pointed out:

> "In my opinion, it is important for creative people – but of course also for all other working people – to know when AI is helpful and when human creativity is crucial."

Moreover, respondents consistently emphasized the importance of the *human perspective*, which AI fundamentally lacks. Their output is often affectively neutral and technically proficient but without genuine insight. This includes the ability to tell stories, evoke emotions, and engage meaningfully with socially relevant themes, aesthetic values, and human needs. As Alex Vaughan emphasizes:

> "You need to go back to your humanity."

While AI systems can generate technically plausible outputs, they operate without an intuitive understanding of cultural narratives, contextual nuance, and emotional depth. Accordingly, it remains the task of human creators to translate AI-generated outcome often characterized by statistical averages into finished works that carry emotional resonance, societal relevance, conceptual complexity, and artistic originality. As marketing manager Timo Heimbach pointed out:

> "Yes, but the human perspective is also extremely important, as is the ability to tell a good story. In a world dominated by AI, I believe it will become increasingly important to tell authentic stories, generate emotions and really trigger things in people that AI may not be able to understand because it requires human understanding."

Effective collaboration with AI in creative practice requires a multidimensional skill set that reflects the collaborative yet asymmetrical nature of human-AI interaction. Domain expertise and contextual knowledge are essential for generating and evaluating AI outputs, ensuring they align with artistic intentions and conceptual depth. Technical and operational skills, often acquired through intuitive experimentation, are crucial for understanding AI's generative logic and utilizing its capabilities. Beyond technical competence, management skills including the ability to guide, steer and control AI systems strategically are important for maintaining human agency and ensuring tasks are distributed meaningfully. Finally, the human perspective is indispensable: the ability to tell stories, evoke emotions and contextualize creative work is what transforms AI-generated content from statistical averages into meaningful, original and resonant artistic outcomes.

4 Conclusion

The rise of generative AI signifies more than just a technical shift, it represents a transformation in artistic and creative workflows. This study examines how artists and creative professionals are navigating this change, highlighting the skills, strategies and conceptual adjustments that are shaping their agency. Unlike prior research, focused

on legal, economic, or ethical dimensions, this study examines the practical knowledge of creators, including their evolving roles, skills, and control, as well as their efforts to remain relevant and autonomous in an AI-shaped landscape.

Artists use AI as a generative assistant, reflective partner and material tool, accelerating ideation, reducing production barriers and provoking new forms of artistic thinking. However, this expansion of agency is accompanied by trade-offs. Speed and ease often result in a loss of control, originality or conceptual coherence. Creators need to negotiate the tension between operational efficiency and artistic autonomy, a tension that is further complicated by the black-box nature of AI systems and the economic logic embedded in their design. Participants responded to this ambivalence with cautious pragmatism. AI is embraced, but always as a means to an end.

This dynamic reflects a broader re-framing of creative authorship. While AI can generate content, human-AI collaboration is asymmetrical: the artist remains the intentional agent, guiding, interpreting and transforming machine output into coherent, meaningful work. This relationship is not sustained through passive use, but through an active and skillful process of prompting, curating, refining and contextualizing. The artist's role increasingly resembles that of an art director, or curator – a shift that demands a new skill ecology.

Furthermore, the study highlights a deeper epistemic challenge: how to sustain creative agency without compromising creative autonomy. While generative AI can enhance an artist's capacity to act, it risks compromising their ability to act on their own terms when systems obscure their inner workings or steer users towards statistical averages. This dilemma reflects the central paradox of contemporary digital culture, as described by Koralus (2025): either surrender agency through technological overload or relinquish autonomy by deferring to algorithmic suggestions. The artists in our study do not resolve this paradox, but instead maintain a productive tension by embracing AI's capabilities while resisting its normative influence.

References

Barandiaran, X. E. (2017). Autonomy and enactivism: Towards a theory of sensorimotor autonomous agency. *Topoi*, *36*(3), 409–430. https://doi.org/10.1007/s11245-016-9365-4

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Barandiaran, X. E., Di Paolo, E., & Rohde, M. (2009). Defining agency: Individuality, normativity, asymmetry, and spatio-temporality in action. *Adaptive Behavior*, *17*(5), 367–386. https://doi.org/10.1177/1059712309343819

Bertschinger, N., Olbrich, E., Ay, N., & Jost, J. (2006) Information and closure in systems theory. In: *Explorations in the complexity of possible life. Proceedings of the 7th German workshop of artificial life* (pp. 9–21). IOS Press;

Caramiaux, B., Crawford, K., Liao, Q. V., Ramos, G., & Williams, J. (2025). *Generative AI and Creative Work: Narratives, Values, and Impacts* [Unpublished manuscript]. arXiv. Preprint available at https://arxiv.org/abs/2502.03940

Clark, A. (2008). *Supersizing the mind: Embodiment, action, and cognitive extension*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195333213.001.0001

Clark, A. (2025). Extending minds with generative AI. *Nature Communications*, *16*, 4627. https://doi.org/10.1038/s41467-025-59906-9

Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis, 58*(1), 7–19. https://doi.org/10.1093/analys/58.1.7

Cummins, F. (2014). Agency is distinct from autonomy. *Avant: Trends in Interdisciplinary Studies, 5*(2), 40–50. https://doi.org/10.26913/50202014.0109.0005

Doshi, A., & Hauser, O. (2024). Generative artificial intelligence enhances creativity but reduces the diversity of novel content. *Science Advances, 10*(28). https://doi.org/10.1126/sciadv.adn5290

Fasoli, M. (2018). Substitutive, complementary and constitutive cognitive artifacts: Developing an interaction-centered approach. *Review of Philosophy and Psychology, 9*(3), 671–687. https://doi.org/10.1007/s13164-017-0363-2

Heidegger, M. (1954). *Die Frage nach der Technik.* In *Vorträge und Aufsätze* (pp. 5–36). Neske.

Holzner, N., Maier, S., & Feuerriegel, S. (2025). *Generative AI and Creativity: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis* [Unpublished manuscript]. arXiv. Preprint available at https://arxiv.org/pdf/2505.17241

Jiang, H. H., Brown, L., Cheng, J., Khan, M., Gupta, A., Workman, D., Hanna, A., Flowers, J., & Gebru, T. (2023). AI Art and its Impact on Artists. In *Proceedings of the 2023 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society* (pp. 363–374). https://doi.org/10.1145/3600211.3604681

Khan, A., Shokrizadeh, A., & Cheng, J. (2025). *Beyond automation: How designers perceive AI as a creative partner in the divergent thinking stages of UI/UX design.* In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)*. ACM. https://doi.org/10.1145/3706598.3713500

Kim, J., & Maher, M. L. (2023). The effect of AI-based inspiration on human design ideation. *International Journal of Design Creativity and Innovation, 11*(2), 81–98. https://doi.org/10.1080/21650349.2023.2167124

Koralus, P. (2025). The philosophic turn for AI agents: replacing centralized digital rhetoric with decentralized truth-seeking. *Mind & Society* 24, 563–586. https://doi.org/10.1007/s11299-025-00326-z

Kosmyna, N., Hauptmann, E., Yuan, Y. T., Situ, J., Liao, X.-H., Beresnitzky, A. V., Braunstein, I., & Maes, P. (2025). *Your brain on ChatGPT: Accumulation of cognitive debt when using an AI assistant for essay writing task* [Unpublished manuscript]. MIT Media Lab. Preprint available at https://www.brainonllm.com

Luhmann, N. (1984). *Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie.* Suhrkamp.

Luhmann, N. (1995). *Die Kunst der Gesellschaft.* Suhrkamp.

Meincke, L., Nave, G., & Terwiesch, C. (2025). ChatGPT decreases idea diversity in brainstorming. *Nature Human Behaviour, 9*(6), 1107–1109. https://doi.org/10.1038/s41562-025-02173-x

Misselhorn, C. (2023). *Künstliche Intelligenz – das Ende der Kunst?* Suhrkamp.

Piskopani, A. M., Chamberlain, A., & Holter, T. C. (2023). Responsible AI and the Arts: The ethical and legal implications of AI in the Arts and Creative Industries. In *Proceedings of the First International Symposium on Trustworthy Autonomous Systems* (pp. 1–5). https://doi.org/10.1145/3597512.3597528

Shaer, O., Cooper, A., Mokryn, O., Kun, A. L., & Shoshan, H. B. (2024). AI-augmented brainwriting: Investigating the use of LLMs in group ideation. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (CHI '24). ACM. https://doi.org/10.1145/3613904.3642414

Varela, F. J. (1979). *Principles of biological autonomy*. North Holland.

Wadinambiarachchi, S., Kelly, R. M., Pareek, S., Zhou, Q., & Velloso, E. (2024). The effects of generative AI on design fixation and divergent thinking. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (CHI '24). ACM. https://doi.org/10.1145/3613904.3642919

Zönnchen, B., Dzhimova, M., & Socher, G. (2025). From intelligence to autopoiesis: rethinking artificial intelligence through systems theory. *Frontiers in Communication, 10*. https://doi.org/10.3389/fcomm.2025.1585321

Fabian Bitter, Simon Scharf, Jan Pfitzer, Christina Zitzmann & Martin Ullrich

Disruption in Creativity

Lehren und Lernen im Spannungsfeld von Interdisziplinarität, Künstlicher Intelligenz und Kreativität

Abstract

Fortschritte in digitalen Technologien, insbesondere Generative Künstliche Intelligenz (GenAI), transformieren die Kultur- und Kreativwirtschaft (KKW): Kreativprozesse, Berufsbilder und Wertschöpfungsketten werden neu definiert, während etablierte Strukturen und Qualifikationsprofile unter Druck geraten.

Um diesem Wandel zu begegnen, braucht es neue Lehr- und Lernformate. Dieser Praxisbericht präsentiert das interdisziplinäre Digitalisierungskolleg *Disruption in Creativity* (DisC) der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (Ohm) und der Hochschule für Musik Nürnberg (HfM). DisC verzahnt die Studienfächer Design, Informatik und Musik in drei Lehrformaten – einer *Lecture Series*, einem projektbasierten *Digital Creativity Lab* sowie der Betreuung von Abschlussarbeiten. Im Fokus steht der Aufbau von kognitiven, funktionalen und sozialen sowie Metakompetenzen, die Studierende in gemischten Teams durch problemorientiertes, kollaboratives und selbstgesteuertes Lernen praxisnah erproben.

Der Beitrag beleuchtet strukturelle, organisatorische und inhaltliche Herausforderungen der Implementierung von DisC. Die daraus abgeleiteten *Lessons Learned* können Hochschulen wichtige Impulse für die Entwicklung ähnlicher Bildungsformate geben.

1 Einleitung

Die Kultur- und Kreativwirtschaft (KKW) erlebt einen umfassenden Umbruch: Rasante Fortschritte in digitalen Technologien und besonders *Generative Artificial Intelligence* (GenAI) verändern kreative Prozesse, schaffen neue Berufsfelder und eröffnen Gestaltungsräume sowie Innovationspotenziale, zum Beispiel durch die Entwicklung autonom agierender Werkzeuge zur Unterstützung kreativer Arbeit oder neuartiger gestalterischer und künstlerischer Ausdrucksformen. Diese Potenziale lassen sich aber kaum mehr monodisziplinär erschließen. Vielmehr sind vielfältige Perspektiven und eine enge Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Fachrichtungen erforderlich. Vor diesem Hintergrund benötigen Studierende Kompetenzen, die über klassisches Fachwissen hinausgehen – insbesondere effektive interdisziplinäre Kollaboration, erweiterte technologische Kompetenzen sowie fortgeschrittene Selbststeuerungsfähigkeiten.

Das Digitalisierungskolleg *Disruption in Creativity* (DisC) der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (Ohm) und der Hochschule für Musik Nürnberg (HfM) setzt hier an: DisC verknüpft die Disziplinen Design, Informatik und Musik, verbindet Theorie mit Praxis und fördert dadurch interdisziplinäres Lernen.

Dieser Praxisbericht skizziert zunächst die aktuellen Transformationsprozesse in der KKW und leitet auf Basis jüngster Bildungs- und Arbeitsmarktstudien vier Kompetenzcluster ab. Es folgt eine Darstellung des Aufbaus von DisC, die Identifikation der zentralen Herausforderungen bei der Implementierung eines interdisziplinären und institutionsübergreifenden Lehrformats sowie die daraus resultierenden *Lessons Learned*. Die gewonnenen Einsichten bieten Hochschulen Impulse für die Entwicklung ähnlicher interdisziplinärer Bildungsformate.

Zur Veranschaulichung zentraler Befunde der aktuellen Evaluation werden im Beitrag narrative Einschübe aus der Perspektive von drei fiktiven Studierenden eingefügt. Sie spiegeln typische Erfahrungsaspekte wider, die in den erhobenen Rückmeldungen sichtbar werden.

2 Wandel der KKW und wichtige Kompetenzprofile

2.1 Digitale Transformation und disruptive Entwicklungen in der KKW

Mit rund 2 Millionen Beschäftigten und einer Bruttowertschöpfung von 204,6 Mrd. Euro im Jahr 2023 zählt die Kultur- und Kreativwirtschaft (KKW) zu den bedeutendsten Wirtschaftszweigen Deutschlands. Die elf Teilmärkte der KKW zeigen eine beträchtliche fachliche Breite: Musikwirtschaft, Buchmarkt, Kunstmarkt, Filmwirtschaft, Rundfunkwirtschaft, Markt für darstellende Künste, Architekturmarkt, Designwirtschaft, Pressemarkt, Werbemarkt, Software-/Games-Industrie und sonstige (BMWK, 2025). Innerhalb der KKW werden drei eng miteinander verknüpfte Wertschöpfungsphasen unterschieden: *Produktion* (Erzeugung kreativer Inhalte), *Distribution* (Verbreitung über physische oder digitale Kanäle) und *Konsum* (Gebrauch durch Nutzende oder Rezeption durch das Publikum) (World Economic Forum & McKinsey & Company, 2018). In der Vergangenheit wurden alle drei Wertschöpfungsphasen wiederholt durch digitale Technologien transformiert: Produktionsseitig verdrängte in den 1980er Jahren das Desktop-Publishing (DTP) Traditionsberufe wie Schriftsetzer. In der Distribution lösten Peer-to-Peer-Netzwerke (z. B. Napster) und später Plattformökonomien (iTunes Store, Spotify) tonträgerbasierte Vertriebswege ab. Im Bereich Konsum dominieren heute Abo-basierte Streaming-Plattformen, die klassische Besitzmodelle ablösen. Diese durch digitale Technologien verursachten Entwicklungen können als disruptive Veränderung beschrieben werden. Im Unterschied zum Wandel, der Bestehendes stabilisiert, löst die disruptive Veränderung das Alte ab und etabliert neue Wertschöpfungslogiken und Normen (Christensen, 1997). GenAI zeigt aktuell einen besonders wirkmächtigen Einfluss auf die KKW: Zentrale schöpferische Kerntätigkeiten der kreativen Produktion werden durch GenAI nicht nur unterstützt, sondern teilweise komplett übernommen. Besonders deutlich wird das disruptive Potenzial dieser Technologie an der kontinuierlich steigenden Qualität der generierten Inhalte. Diese Entwicklungen ermöglichen einerseits beschleunigte Workflows für professionelle Kreativschaffende und eröffnen neue Innovationsfelder (Amankwah-Amoah et al, 2024; BMWK, 2025; Ali Elfa & Dawood, 2023; Zhou & Lee, 2024). Andererseits wer-

fen sie erhebliche Fragen auf: Urheberrechtliche Grauzonen (z. B. in Bezug auf Trainingsdaten), die Untergrabung professioneller Gestaltungsarbeit und potenzielle Einkommensverluste für freie Kreative sind dabei nur einige Risiken (BMWK, 2025; IBM Institute for Business Value, 2024; Kyi et al., 2025; PMP Strategy, 2024). Interessenskonflikte könnten in Zukunft vermehrt offen zu Tage treten – beispielhaft sei hier auf den Streik der Writers Guild of America im Jahre 2023 verwiesen (WGA, 2025).

2.2 Kompetenzprofile für einen beschleunigten Wandel

Bildungs- und Arbeitsmarktstudien bilden eine Orientierungsgrundlage, um die Hochschullehre vorausschauend auszurichten. Obwohl ihre Prognosefähigkeit naturgemäß begrenzt ist, zeigen die Trendanalysen spezifische Muster, die auf künftig besonders gefragte Kompetenzfelder hinweisen.

Ein strukturierter Abgleich von vier anerkannten Rahmenwerken bildet die Grundlage, aus der im vorliegenden Artikel die folgenden vier Kompetenzcluster für DisC abgeleitet wurden: (1) die vergleichende Analyse bestehender Future-Skills-Modelle von Ehlers (2020), (2) das *Future Skills Framework* des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft e. V. (2021), (3) der Forschungsbericht *AICom–Future Skills für eine KI-beeinflusste Lebens- und Arbeitswelt* (Ehlers et al., 2023) sowie (4) der *Future of Jobs Report* des World Economic Forum (2025). Die resultierenden Cluster wurden auf der Kompetenztypologie von Le Deist und Winterton (2005) aufgebaut, welche zwischen *cognitive competences*, *functional competences*, *social competences* und *meta-competences* unterscheidet.

Tabelle 1: Die vier Kompetenzcluster

Kompetenz-cluster	Vergleichende Future Skills Analyse (2020)	Stifterverband Future Skills (2021)	AIComp (2024)	WEF Future of Jobs (2025)
Cluster 1: **Kognitive Kompetenzen**	• Creativity • Analytical and critical Thinking	• Kreativität	• Entscheidungs-kompetenz • Kritisches Denken • Kreative Gestaltungs-kompetenz	• Creative thinking • Analytical thinking
Cluster 2: **Funktionale Kompetenzen**	• Digital & Data Literacy • STEM Skills, complex problem solving	• Lösungsfähigkeit • Technologische Kompetenzen (u.a. Data analytics & KI, Software-entwicklung, Nutzerzentriertes Design, IT-Architektur) • Digital Literacy • Digital Ethics	• Instrumentelle Digitale Kompetenz • Kritische Digitale Kompetenz • Systemdesign Kompetenz	• Technological literacy • AI and big data
Cluster 3: **Soziale Kompetenzen**	• Intercultural knowledge and understanding • Communication skills (language, symbols, texts) • Co-Operation skills • Teamwork • Leadership skills • Networking skills • Adaptability to interact appropiately and effectively	• Interkulturelle Kommunikation • Dialog und Konfliktfähigkeit • Digitale Kollaboration	• Kooperations kompetenz • Kommunikation-skompetenz	• Empathy and active listening
Cluster 4: **Meta-Kompetenzen**	• Action & Initiatve • Learning skills • Taking Responsibility • Context awareness and adaptibility	• Resilienz • Veränderung-skompetenz • Urteilsfähigkeit • Agiles Arbeiten • Digital Learning	• Initiativ-kompetenz • Ethische Kompetenz • Lernkompetenz • Selbstkompetenz	• Curiosity and lifelong learning • Resilience, flexibility and agility

Cluster 1 / Kognitive Kompetenzen: Kognitive Kompetenzen umfassen einerseits den Bereich Kreativität, Innovation und Problemlösen: die Fähigkeit, gewohnte Denkmuster aufzubrechen, Neuartiges zu erschaffen und mehrdeutige Fragestellungen lösungsorientiert zu durchdringen. Andererseits hilft analytisches und kritisches Denken dabei, Informationen strukturiert zu sammeln, miteinander zu verknüpfen, reflexiv zu hinterfragen und daraus fundierte Schlüsse abzuleiten. Zu den kognitiven Kompetenzen zählen außerdem Urteilsfähigkeit und Entscheidungskompetenz sowie eine kreative Gestaltungskompetenz, um Ideen nicht nur zu erzeugen, sondern auch umzusetzen und zu bewerten.

Cluster 2 / Funktionale Kompetenzen: Unter Funktionalen Kompetenzen werden neben den spezifischen fachlichen Kompetenzen vor allem auch digitale und technologische Kompetenzen gefasst. Funktionale Kompetenz reicht von grundlegenden Informations-, Daten- und Medienfertigkeiten über das fortgeschrittene Gestalten, Bewerten und Weiterentwickeln digitaler Systeme bis hin zum Verständnis von Funktionsweisen und Grenzen KI-basierter Technologien und äußert sich durch den souveränen Umgang mit digitalen Werkzeugen.

Cluster 3 / Soziale Kompetenzen: Soziale Kompetenzen konzentrieren sich auf Zusammenarbeit und Kommunikation, konstruktive Konfliktlösung sowie analoge wie digitale Kollaborationsfähigkeit. Diese Kompetenzen ermöglichen es, Beziehungen aufzubauen, verschiedene Perspektiven produktiv zu integrieren und gemeinsame Ziele effizient zu erreichen. Ergänzend bedarf es einer Netzwerk- und Führungskompetenz, um in heterogenen Teams Orientierung zu geben.

Cluster 4 / Meta-Kompetenzen: Meta-Kompetenzen bündeln übergeordnete Selbststeuerungs- und Haltungsaspekte. Dazu zählen Adaptivität, Resilienz und Agilität, also das schnelle Einstellen auf neue Bedingungen, das Bewältigen von Rückschlägen und das flexible Anpassen der eigenen Arbeitsweise. Ergänzt wird dies durch Lernbereitschaft und Selbstentwicklung, welche Neugier, Eigenverantwortung und die Bereitschaft zur kontinuierlichen Weiterqualifizierung umfasst, sowie durch Ethik-, Werte- und Verantwortungskompetenz, die ein moralisches Urteilsvermögen sicherstellt.

Viele gängige Kompetenzkataloge verbleiben auf einer abstrakten Schlagwortebene und blenden situative Lernprozesse sowie soziale Aushandlungen aus. DisC begreift solche Listen daher nicht als starres Curriculum, sondern als heuristische Leitplanken: In projektbasierten Settings werden die avisierten Kompetenzen gemeinsam mit den Studierenden entwickelt, kritisch hinterfragt und fortlaufend an den jeweiligen Praxiskontext angepasst. DisC fungiert damit als Lernumfeld, in dem Kompetenzen nicht lediglich taxonomisch erfasst, sondern im Arbeitsprozess erlebt, reflektiert und weiterentwickelt werden.

Daniel ist Designstudent und geht mit gemischten Gefühlen zu DisCovery, da er bislang weder interdisziplinär gearbeitet hat noch Kenntnisse in Sachen KI mitbringt. Er betritt das Foyer des LEONARDO-Zentrums. Im stimmungsvoll ausgeleuchteten Raum stehen ein schwarzer Flügel, ein Sofa und ein Bücherregal. „Der etwas andere Unterrichtsraum", denkt Daniel und entspannt sich, als er unter den Anwesenden einige bekannte Gesichter entdeckt.

Melanie studiert Blockflöte an der HfM Nürnberg und kennt hier niemanden. Überhaupt ist sie gedanklich noch nicht ganz angekommen. In ihrem Kopf hört sie noch immer die Tonfolge, die sie seit Mittag stundenlang geübt hatte. Künstliche Intelligenz spielte in ihrem Studium bislang keine Rolle.

Informatikstudentin Ines hört den herrlich überdimensionierten Gong schlagen und zieht weiter zur Station mit der Nummer 7. Willkommen beim Projekt-Speed-Dating: An über den Raum verteilten Tischen sitzen die Project-Owner und stellen in sieben Minuten willkürlich zusammengewürfelten Kleingruppen aus Studierenden ihre Projektideen vor. Danach gongt es erneut und das Ganze geht von vorne los. Solange, bis alle Teilnehmenden jede Projektidee einmal gehört haben.

„Es ist schlussendlich Euer Projekt. Füllt es mit guten Erfahrungen und neuem Wissen. Und behaltet immer Euer Ziel im Auge. Sollte es Probleme geben oder solltet Ihr nicht weiterwissen, sind wir Coaches für Euch da." Mit diesen Worten schließt einer der Coaches das Kick-off-Event des DisC. Nun bleibt die Qual der Wahl. Alle Studierenden sollen sich in wenigen Tagen für eines der vorgeschlagenen Projekte entscheiden. Die Studierenden kommen ins Gespräch und vernetzen sich. Der erste Schritt ist getan.

3 Struktureller Aufbau von DisC

3.1 Genese und Konzept von DisC

DisC wurde im Rahmen des bayerischen Förderprogramms „Digitalisierungskollegs" des Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst in Kooperation mit dem Bayerischen Institut für Digitale Transformation (bidt) eingerichtet. Für das hochschulübergreifende Verbundprojekt DisC bündeln die Ohm und die HfM ihre Expertise und nutzen dabei auch die Infrastruktur des gemeinsamen Teilprojekts LEONARDO-Zentrum für Kreativität und Innovation. Dieses dient seit 2018 als Plattform für Transfer zwischen Wissenschaft, Kultur und Wirtschaft in der Metropolregion Nürnberg. Als agiles Pilotprojekt ist DisC darauf ausgelegt, flexibel auf neue technische Entwicklungen und hochschuldidaktische Erkenntnisse zu reagieren. Um die Lehr- und Lernbedingungen kontinuierlich zu verbessern, setzt DisC auf:

- Formative Evaluationen, um kontinuierlich Feedback von Studierenden und Lehrenden zu erhalten.
- Regelmäßige Reflexionsschleifen im Coaching-, Lehrenden- und Lenkungsteam zur kritischen Überprüfung der Prozesse.
- Iterative Anpassungen von Inhalten und Methoden, die durch kurze Entscheidungswege zügig umgesetzt werden können.

Das DisC-Programm gliedert sich in drei Formate, die an Studierende in verschiedenen Studienabschnitten gerichtet sind: Eine *Lecture Series* mit Impulsvorträgen, die auch für niedrige Semester und die Öffentlichkeit zugänglich sind, das *Digital Creativity Lab* für Studierende in höheren Semestern oder zum Studienabschluss, die Betreuung einer Bachelor- oder Masterarbeit im Rahmen von DisC.

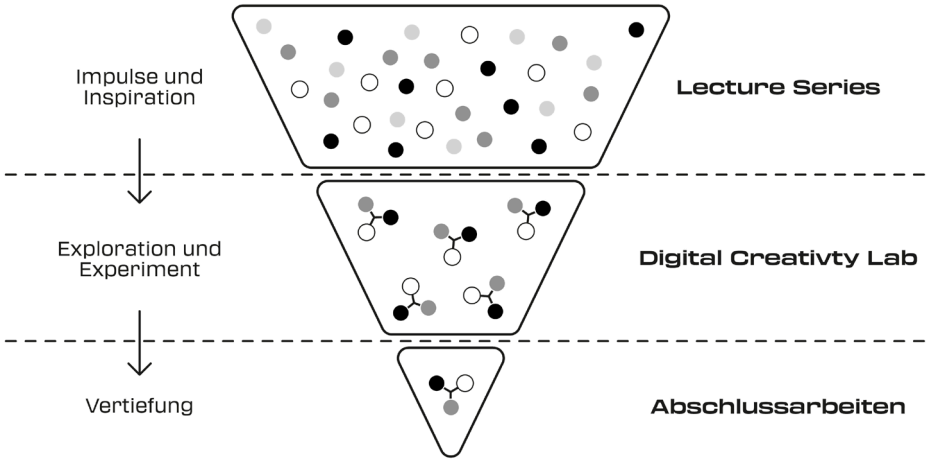


Abbildung 1: Formataufbau von DisC (eigene Darstellung)

3.2 Die Lehr- und Lernformate von DisC

3.2.1 *Lecture Series:* Impulse und Diskurse

Die Impulsvorträge der öffentlich zugänglichen *Lecture Series* bieten einen niederschwelligen Zugang zu Informationen rund um die Themen KI und technische Innovation in der KKW. Vortragende sind Personen, die sich in den Bereichen Informatik, Musik, Design, in Wissenschaft, Forschung oder durch ihr künstlerisches Schaffen durch exzellente Beiträge in ihren Fachrichtungen profiliert haben. Die Vorträge fungieren gleichermaßen als Impulsgeber und Austauschplattform zwischen Studierenden, Lehrenden, einer interessierten Öffentlichkeit und Personen aus Wirtschaft und Forschung. Der offene Dialograum fördert den interdisziplinären Austausch und ermöglicht eine kritische Auseinandersetzung mit digitalen Transformationsprozessen. Die Themenauswahl der Vorträge erfolgt unter Berücksichtigung der drei Perspektiven (1) Vermittlung von technischen, methodischen und theoretischen Grundlagen, (2) Erörterung gestalterischer und künstlerischer Positionen und (3) Reflexion ethischer Fragestellungen zu gesellschaftlichen Auswirkungen der Digitalisierung und Konzeption einer nachhaltigen Technologieanwendung.

Die Impulsvorträge bieten Einblicke in interdisziplinäre Praxis, machen aktuelle technologische Entwicklungen verständlich sowie diskutierbar und sensibilisieren für die Herausforderungen, die mit technologischer Innovation einhergehen. Durch die Offenheit der Veranstaltung sowohl für alle Hochschulangehörigen als auch für Exter-

ne wird ein breites Publikum angesprochen. Darüber hinaus wirken die Vorträge als Inspiration für die Konzeption der Studierendenprojekte, geben methodischen Input zu Beginn eines Projekts oder liefern kreative Impulse während der Realisationsphase.

3.2.2 *Digital Creativity Lab (DCL):* Interdisziplinäre Projektarbeit

Der Praxisbezug ist in DisC zentral: Anhand von spezifischen Fragestellungen entwickeln interdisziplinär besetzte Studierendengruppen im Digital Creativity Lab (DCL) funktionsfähige Prototypen. Diese erproben die technische Machbarkeit, bieten erlebbare Interaktionen und ermöglichen systematisches Feedback auch von Personen außerhalb des Projektkontexts. Die Spannweite reicht von GenAI-gestützten Anwendungen für das Gesangstraining über automatisierte Visualisierung von Geschichten oder wissenschaftlichen Texten, bis hin zu AR/VR-Erlebnissen und immersiven Medien- und Klanginstallationen.

Um dieses Ziel zu erreichen, bringen Studierende ihre disziplinspezifischen Kenntnisse aktiv in die Gruppenarbeit ein, um vorhandenes Wissen und Kompetenzen zu bündeln und so gemeinsam Lösungen zu erarbeiten. Sie werden dazu animiert, einander ihre Arbeitsweisen und Denkmodelle zu erklären und eröffnen sich dadurch gegenseitig neue Perspektiven. Um die Durchführbarkeit der Projekte sowie deren hinreichend interdisziplinäre Ausrichtung zu gewährleisten, werden die zur Auswahl gestellten Projektthemen in enger Abstimmung mit den Lehrenden vorbereitet. In der Regel wird dabei auf die Einbeziehung künstlicher Intelligenz in die folgenden Bereiche hingewirkt: Interaktive Tools für Kreativprozesse, VR/AR, Sounddesign, Mobile Gaming sowie innovative Konzertformate.

DisCovery, die Kick-off-Veranstaltung des DCL, ist als interaktives Format nach dem Prinzip eines *Speed Datings* gestaltet. Die Studierenden der verschiedenen Fachrichtungen sollen sich mit den Projektideen sowie den betreuenden Lehrenden vertraut machen und sich vor allem untereinander besser kennenlernen. Im Anschluss an das Kick-off wählen die Studierenden auf einem digitalen Whiteboard ein Projekt und damit ihr Team aus. Unmittelbar danach beginnt die Anfangsphase, in der im Rahmen eines projektbegleitenden Coachings (Coaches s. u.) ein intensiver Austausch mit den Teams angestrebt wird. Diese Phase umfasst zentrale Aufgaben wie die Schärfung des Projektvorschlags auf Basis der Interessen und Kompetenzen der Teammitglieder, die Rollenverteilung innerhalb der Gruppe und die Erstellung eines Zeitplans.

Nach dieser strukturierenden Einstiegsphase beginnt der kreative Ideationsprozess. Dieser beinhaltet Kontaktzeiten zwischen den Studierendengruppen und einem Team aus Lehrenden und Coaches. Dieser Austausch wird je nach Bedarf, Teamstruktur und Semesterschwerpunkt flexibel gestaltet.

Zur Projektmitte demonstrieren die Teams im Rahmen einer Zwischenveranstaltung, der *Concept Demonstration*, ihre Konzeptansätze und erste technische Prototypen. Dieses Format dient als strukturierender Meilenstein und ermöglicht es den Studierenden, wichtiges Feedback für die Weiterentwicklung ihrer Projektarbeiten zu erhalten. In der darauffolgenden Umsetzungsphase arbeiten die Teams intensiv an der Realisierung des Projekts.

Die finalisierten Prototypen in Form von z. B. audiovisuellen oder performativen Installationen sowie interaktiven, KI-gestützten Software-Entwicklungen werden im Rahmen einer internen Projektpräsentation durch die betreuenden Lehrenden benotet und anschließend bei der Abschlussausstellung *DisClosure* einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

3.2.3 Abschlussarbeiten: Vertiefte Auseinandersetzung

DisC ermöglicht außerdem eine weiterführende und wissenschaftlich fundierte Auseinandersetzung mit den Projektthemen im Rahmen einer durch ein interdisziplinäres Team an Lehrenden betreuten Abschlussarbeit.

3.3 Didaktische Umsetzung und Rollenverteilung

Die didaktische Umsetzung von DisC verknüpft *Problem-Based Learning* (Savery, 2015) mit *Peer Learning* (Boud & Cohen, 2014) und wird von der Theorie des *Self-Regulated Learning* (Zimmerman, 2002) gerahmt. Auf diese Weise entsteht eine Lernumgebung, die Studierende dazu befähigen soll, eigene Lernprozesse selbst zu steuern, fachliche Expertise gegenseitig nutzbar zu machen und gleichzeitig an der Lösung realer Herausforderungen aus dem Bereich der KKW zu arbeiten.

Ausgangspunkt ist das *Problem-Based-Learning* (PBL): PBL geht davon aus, dass Wissen nicht übertragen, sondern in authentischen Lernsituation aktiv konstruiert wird (Savery, 2015). Studierende beginnen das Semester mit einer praxisnahen Aufgabenstellung und identifizieren die innerhalb des Teams vorhandenen Kompetenzen und Wissenslücken. Letztere werden im Verlauf selbstgesteuert oder durch punktuelle Unterstützung der Projektbegleitung geschlossen. Das Projekt und dessen Kernproblem ist dabei prozessleitend, verleiht dem Wissenserwerb praxisnahe Relevanz und bewegt die Studierenden zum Einnehmen einer interdisziplinären Perspektive (García-Llamas et al, 2025).

Darauf aufbauend stärkt *Peer Learning* die Wissenskonstruktion. Studierende aus Informatik, Design und Musik agieren dabei als gleichberechtigte Expertinnen und Experten ihres Fachbereichs. Sie erläutern Fachbegriffe, geben Feedback und handeln Prozesse und Qualitätsstandards aus. Diese wechselseitige Vermittlung fördert dabei auch kommunikative Fähigkeiten und Sensibilität für andere Denk- und Arbeitsweisen (Boud & Cohen, 2014).

Self-Regulated Learning (SRL) ist das dritte Kernelement der didaktischen Umsetzung, das laut Studien ein effektives Mittel ist, um Kreativität, kritisches Denken und nachhaltiges Problemlösen zu steigern (Mashfufah et al, 2024). SRL beschreibt die Fähigkeit, das Lernen als zyklischen Prozess aus Planung, Durchführung und Reflexion zu organisieren (Zimmerman, 2002). DisC nutzt dafür unter anderem Lernjournale, die über den Projektverlauf hinweg von den Studierenden individuell erstellt werden. So können Fortschritte reflektiert und die Resultate gegenüber den ursprünglichen Zielen abgeglichen werden.

Um diese Prinzipien zu operationalisieren, stützt sich DisC auf ein klar definiertes Rollenmodell: Die Studierenden tragen Verantwortung für Organisation, Ergebnis und Selbstreflexion. Ein Team aus drei *Coaches* begleitet diesen Prozess engmaschig. Sie geben wertvolle methodische Hinweise und regen zur Reflexion über das Projekt- und Zeitmanagement an. Darüber hinaus übernehmen sie weite Teile der Projektadministration und entwickeln das Lehrformat im steten Dialog mit den Lehrenden und dem übergeordneten Lenkungskreis. Die Lehrenden sichern wissenschaftliche, gestalterische und künstlerische Tiefe. Sie spiegeln dabei Forschungsstandards und tragen im Rahmen der erweiterten Projektbetreuung auch zur Beantwortung fachlicher Fragen bei. Abschließend übernehmen sie die Leistungsbewertung in Form der Notenvergabe.

Durch die oben skizzierte Kombination aus *PBL, Peer Learning* und *SRL* – ergänzt um klar definierte Rollen – werden die zuvor abgeleiteten Kompetenzcluster fest in den Lehr- und Lernaktivitäten verankert:

Cluster 1 / Kognitive Kompetenzen: Das *DCL* bildet einen geschützten Experimentierraum, in dem die Teams durch regelmäßige Treffen und durch die *Concept Demonstration* dazu gebracht werden, Herausforderungen frühzeitig zu identifizieren und effektiv zu überwinden. Dies erfordert von den Studierenden eine analytische und systematische Zerlegung komplexer Aufgaben in bearbeitbare Teilziele, ein hohes Maß kreativen Denkens sowie von Entscheidungskompetenz. Regelmäßiges Feedback und *Coachings* helfen dabei, etablierte Herangehensweisen gezielt zu hinterfragen und durch kreative Problemlösungsansätze das Projekt erfolgreich abzuschließen. Die *Lecture Series* gibt zusätzlich methodischen Input (z. B. Design Thinking). Die Einbindung gesellschaftlich relevanter Themen in die Projektvorschläge kann Studierende dazu motivieren, neue Technologien in ihrer gestalterischen Arbeit kritisch zu kommentieren.

Cluster 2 / Funktionale Kompetenzen: Im Zentrum des funktionalen Kompetenzclusters steht der Umgang mit digitalen Technologien. Diese implementieren Studierende in ihren Prototypen (DCL) und lernen dabei Möglichkeiten und Grenzen der entsprechenden Technologie kennen. Die Aneignung von neuen Softwaretools erfolgt durch eigeninitiatives Lernen sowie durch begleitende, bedarfsgerechte Formate wie Tutorien, Workshops oder individuelle Coaching-Termine. Durch die praktische Auseinandersetzung mit neuen Technologien und die Impulse aus der *Lecture Series* entwickeln die Studierenden zudem ein Gespür für sich durch Technologie verändernde oder neu entstehende Märkte innerhalb der KKW.

Cluster 3 / Soziale Kompetenzen: Durch die interdisziplinäre Projektarbeit (DCL) entsteht ein lernförderliches Umfeld für den Erwerb von Kommunikationskompetenz, Teamfähigkeit und Konfliktlösungsstrategien jenseits fachlicher Grenzen. Wesentlicher Bestandteil dieses Settings ist die Praxis, unterschiedliche Fachsprachen – technische, gestalterische wie künstlerische – zu verstehen und in eine gemeinsame Kommunikationsbasis für die Erreichung des gemeinsamen Ziels zu überführen. Damit wird interkulturelle und interdisziplinäre Kommunikationskompetenz unmittelbar erfahrbar gemacht und gleichzeitig ein Verständnis für fremde Denk- und Arbeitsweisen gefördert.

Cluster 4 / Meta-Kompetenzen: Durch die Projektstruktur (DCL) – häufig experimentell und mit offenem Ausgang – sind Studierende gefordert, adaptiv zu arbeiten, um die Arbeit stets an neue Voraussetzungen oder Herausforderungen anzupassen. Grundlagen von agilen Herangehensweisen bieten hierfür Methodensicherheit: Wenn Prototypen Probleme aufwerfen, kreative Differenzen entstehen oder sich neue Anforderungen ergeben, reorganisieren sich die Teams, passen ihr Vorhaben und ihre Ziele an oder holen neue Expertise ein. In der Begleitung durch die *Coaches* wird stets darauf hingewiesen, dass vermeintliche Rückschläge zum Lernprozess dazugehören und als Chancen begriffen werden sollen. Selbstreguliertes Lernen ist, wie oben beschrieben, strukturell in DisC eingebettet. Die Mitwirkung unterschiedlicher Fakultäten konfrontiert Studierende ständig mit neuem Wissen und Themen, in die es sich eigenständig einzuarbeiten gilt. Ethische Aspekte werden im *Coaching* oder über die Vorträge der *Lecture Series* eingebunden. Hier wird auf ethische Implikationen hingewiesen oder es wird eine Technikfolgeabschätzung angeregt.

Noch eine Woche bis zur Concept-Demonstration. *Nach der kreativen Konzeptions- und Recherche-Phase geht es im Projekt* Scapemaster *nun ans Eingemachte: Die Umsetzung eines virtuellen Helfersystems für den* Game-Master *eines Pen & Paper Rollenspiels (TTRPG: Table Top Role Playing Game). Die Ausführungen des Spielleiters sollen durch das Programm analysiert werden. Anschließend stellt die App mittels Künstlicher Intelligenz passende Bilder, ein virtuelles Spielbrett und stimmige Musikbegleitungen bereit. So zumindest lautet die Theorie: Momentan scheinen sich die Probleme bei Ines zu stapeln. Die Informatikstudentin muss als Projektleiterin und Hauptprogrammiererin die Ergebnisse der Arbeitsgruppen zu einem vorzeigbaren Programm zusammenfügen. Da wäre zum Beispiel die Integration einer passenden Begleitmusik: Frederik, der Musiker im Team, hatte berichtet, dass bei seinen Versuchen die Generierung eines einzelnen Musikstückes durch MusicML mehrere Minuten gedauert hat. Eine solche Verzögerung stört wiederum den Spielfluss eines TTRPG ganz erheblich. Gerade kam auch noch eine Mail von Daniel mit dem neuesten Design der Benutzeroberfläche, dass es bis zum morgigen Meeting einzubauen gilt. Ines macht sich einen Kaffee. Es könnte eine lange Nacht werden...*

Die Grundidee hinter dem Projekt Sketchy Sounds ist schnell erklärt: Die Installation soll beliebige, von Hand gefertigte Skizzen durch GenAI in Musik übersetzen und so einen innovativen Kommunikationskanal zwischen Publikum und ausführenden Musizierenden eröffnen. Für die praktische Umsetzung werden die Skizzen in künstlich generierte grafische Partituren übersetzt. Melanie, die die musikalische Interpretation übernehmen wird, hatte das so erklärt: Grafische Partituren werden oft in der neuen Musik genutzt. Anders als bei klassischen Notationen, die den ausführenden Musizierenden sehr spezifische Vorgaben machen, können grafische Partituren durch abstrakte Symbole, Linien und Zeichnungen die Musizierenden zu einer geordneten Improvisation anleiten. Nach ersten Erfolgen tritt Ernüchterung ein: Zwar war es den Informatikern im Team gelungen, eine Testskizze in einen Stable Diffusion Workflow zu überführen. Die erzeugten Bilder waren allerdings alles andere als einheitlich. Für ihre Performance benötigt Melanie jedoch wiederkehrende Symbole und Zeichen. Irgendwie muss das Team mehr Kontrolle über die Ergebnisse der Bildgenerierung erlangen...

4 Herausforderungen und *Lessons Learned* in der Projektumsetzung

4.1 Strukturell-administrative-Herausforderungen

Die Implementation eines interdisziplinären und institutionsübergreifenden Lehrformats ist mit einem hohen Organisationsaufwand verbunden. Der Aufbau und die Aufrechterhaltung einer gemeinsamen, flexiblen Infrastruktur stellen für die Partnerhochschulen eine Herausforderung dar. Neben unterschiedlichen Semesterlaufzeiten und Prüfungsordnungen und den daraus resultierenden Differenzen in der Vergabe von Studienleistungen erschweren auch Inkompatibilitäten informationstechnischer Strukturen eine hochschulübergreifende Zusammenarbeit.

Werden neue Lehrformate unter knappen Ressourcenbedingungen eingeführt, ist mit Skepsis seitens der Lehrenden der etablierten Kernfächer zu rechnen. Engpässe bei Deputatszuweisungen machen daher eine frühzeitige Abstimmung und verlässliche Ressourcenplanung erforderlich, damit das Lehrangebot auch über den Förderzeitraum hinaus fest verankert bleibt.

Aktuell übernehmen die für DisC eingesetzten *Coaches* in erheblichem Umfang administrative Aufgaben – etwa die Organisation der *Lecture Series*, Raumbuchungen und Teile der Öffentlichkeitsarbeit. Diese Arbeitsanteile sollten in einer verstetigten Struktur institutionell abgesichert oder durch geeignete *Support*-Einheiten entlastet werden, um den nachhaltigen Betrieb des Formats zu gewährleisten.

Lessons Learned: Für die Entwicklung interdisziplinärer institutsübergreifender Lehrformate müssen frühzeitig praktikable Administrationsmodelle entwickelt werden. Im Idealfall sollten also die mit dem Projektmanagement eines hochschulübergreifenden experimentellen Lehrformats wie DisC betrauten Personen in allen teilnehmenden Partnerhochschulen über entsprechende Befugnisse verfügen, um hinreichend autonom und flexibel arbeiten zu können.

Es wird die Einrichtung verpflichtender Lehrangebote mit einheitlicher curricularer Verankerung empfohlen. Hierfür bieten sich z. B. Containermodule an. Diese sind formal in der Prüfungsordnung verankerte Platzhalter, in denen Studierende unterschiedliche und frei wählbare Lehrveranstaltungen belegen können. Sie erlauben Fachbereichen, variable Lehrangebote samt ECTS schnell in den Modulkatalog aufzunehmen, ohne die Prüfungsordnung anzupassen.

Auch die Frage der nachhaltigen Verstetigung eines komplexen interdisziplinären Lehrangebots sollte nicht zuletzt vor dem Hintergrund knapper Budgets und eines wachsenden Fachkräftemangels zeitnah in die Projektplanung einbezogen werden. Die Übertragung der mannigfaltigen administrativen Aufgaben auf eine neu zu besetzende oder bereits vorhandene Verwaltungskraft wird empfohlen. Die Projektbegleitung kann dann z. B. durch eine Person im Lehrauftrag abgedeckt werden. Diese sollte idealerweise neben fundierter Erfahrung in Teamkoordination, Projektmanagement und methodischem Wissen (z. B. agile Prozesse, Design Thinking) auch Expertise in technischen Bereichen (etwa Coding, Prompt-Engineering) und Kenntnisse in den koope-

rierenden Fachgebieten Musik und Design (z. B. gängige Musikproduktionssoftware, grafische Entwicklungsumgebungen, UI/UX, VR/AR-Technologien) mitbringen.

4.2 Organisatorische Herausforderungen

Auf der Alltagsebene des Lehrbetriebs rücken vor allem Zeit- und Ressourcenkonflikte in den Vordergrund. Durch Überschneidungen in den Stundenplänen gestaltet sich vor allem die Terminabstimmung für Veranstaltungen und Team-Meetings schwierig. Neben konkurrierenden Lehrveranstaltungen haben auch Verpflichtungen durch Nebenjobs zur Studienfinanzierung einen nicht unerheblichen Einfluss auf die zeitlichen Kapazitäten von Studierenden.

Fortlaufend anspruchsvoll ist auch die gleichmäßige Verteilung von Studierenden der einzelnen Disziplinen auf die Projektgruppen. Die Unterschiede in der curricularen Implementation des DisC in den Partnerhochschulen erzeugen eine starke Variabilität der Teilnehmendenzahlen je Semester und Studiengang.

Es sollte nicht überraschen, dass eine curriculare Verankerung als verpflichtende Lehrveranstaltung die Anzahl an für eine Projektarbeit zur Verfügung stehenden Studierenden erhöht und somit der Administration eine höhere Planungssicherheit gegeben ist. Bei Lehrangeboten im Bereich der Wahlpflichtfächer muss hingegen eine proaktive Strategie der Studierendenakquise verfolgt werden.

Lessons Learned: Die Bereitschaft der Studierenden, die Impulsvorträge der *Lecture Series* zu besuchen, konnte durch den Wechsel von einem Präsenz- zu einem Online-Format sichtlich gesteigert werden. Die Teilnehmenden-Akquise verlief am wirksamsten mittels zielgruppengerechter Informationsveranstaltungen sowie durch direkte Kontaktaufnahme via E-Mail oder in Form eines persönlichen Gesprächs.

Da die Projektthemen eine grundsätzliche Eignung für interdisziplinäre Zusammenarbeit aufweisen müssen, hat sich die Vorgabe von möglichst spezifisch ausformulierten Projektthemen als sinnvoll erwiesen. Vorbereitend werden thematische Vorschläge gesammelt und durch die Coaches in enger Absprache mit den Lehrenden auf Interdisziplinarität und Umsetzbarkeit geprüft. Erst danach werden die Projektideen den Studierenden zur Wahl gestellt.

4.3 Herausforderungen in der Projektarbeit

Auch bei der Projektbearbeitung sind Herausforderungen erkennbar. Eine gelungene Kommunikation innerhalb der Teams ist sowohl für die Qualität der Ergebnisse als auch für den Lernerfolg von entscheidender Bedeutung. Einem erfolgreichen Projektfortschritt förderlich waren vor allem die frühzeitige Vereinbarung klarer Rollenverteilungen, die Etablierung von Kommunikationsstrukturen für einen regelmäßigen Austausch sowie die schnelle und proaktive Integration von Feedback in den Arbeitsprozess. Mangelnde Kommunikation führte hingegen zu merklichen Verzögerungen und internen Konflikten.

Eine weitere – im Sinne des Projektes aber durchaus erwünschte – Herausforderung ergibt sich aus der Heterogenität der Beteiligten und deren unterschiedlichen Denkprozessen, Methodologien und Problemlösestrategien. Durch das organische Verschmelzen disziplinärer Vielfalt sowie durch die Überwindung kommunikativer Hindernisse ergibt sich im *Peer-Learning* ein für alle Beteiligten gewinnbringender Perspektivtausch, der die individuellen beruflichen Kompetenzen der Studierenden nachhaltig bereichert. Andererseits stellt die große Varianz an Vorwissen und Befähigungen der Studierenden eine Herausforderung dar, die über fachlichen Unterschiede hinausgeht: Unterschiedliche Erfahrungsstände – etwa im Bereich der Projektarbeit oder der Nutzung digitaler Werkzeuge – können die Teamdynamik ebenso beeinflussen, wie die individuelle Fähigkeit zur Selbstorganisation. Dies verlangt nach gezielter methodischer Unterstützung und didaktischer Flexibilität bei der Projektbegleitung.

Lessons Learned: Im projektbegleitenden *Coaching* muss der Förderung von Kommunikationskompetenzen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Regelmäßige und mandatorische Betreuungstermine durch *Coaches* und Lehrende geben wertvolle Orientierung und verringern zudem das Risiko, dass Studierendengruppen aufgrund von Organisations- und Planungsdefiziten längere Zeit in Untätigkeit verharren. Um den Übergang in die Phase der praktischen Umsetzung zu erleichtern, wurde außerdem das Format der *Concept Demonstration* eingeführt. Hierbei handelt es sich um eine Zwischenpräsentation, bei der die Teams bereits nach wenigen Wochen erste funktionale Prototypen vorstellen müssen. Das frühe Feedback von Lehrenden und Studierenden hilft bei der realistischen Einschätzung des Projektfortschritts und bietet im Problemfall einen frühen Eingriffspunkt für mögliche Anpassungen der thematisch-konzeptuellen Ausrichtung.

4.4 Weitere Herausforderungen

Das Angebot, im Kontext des Digitalisierungskolleg DisC eine Abschlussarbeit zu verfassen, wurde bis dato von den Studierenden nicht angenommen. Über die Ursachen besteht gegenwärtig noch Unklarheit. Allerdings drängt sich folgende Überlegung auf: In jedem Studiengang hat die Abschlussarbeit ein besonderes Gewicht. Auf sie fällt ein großer Teil der zu erwerbenden ECTS-Punkte und sie beeinflusst den Notendurchschnitt maßgeblich. Die Projektarbeit im Digital Creativity Lab bietet viele Freiheiten und motiviert zum Experimentieren und Forschen. Diese Freiheiten bergen allerdings auch das Risiko eines unvorhergesehenen Projektverlaufs, während die Arbeit im Team zusätzliche Dependenzen erzeugt. Die mit der Offenheit interdisziplinärer Arbeit einhergehende Reduzierung der Planungssicherheit kann Studierende verunsichern.

Studierende haben laut eigener Aussage besonders von Tutorien und Workshop-Angeboten profitiert, da hier unmittelbar anwendbare Fähigkeiten konzentriert erlernt werden. Eine kritische Reflexion der Auswirkungen künstlicher Intelligenz kommt

aufgrund der geringen zeitlichen Kapazitäten der Studierenden in den meisten Fällen zu kurz.

Lessons Learned: Die stetige Rückkopplung innerhalb des Lehrenden- und Lenkungsteams sollte das Lehrangebot evaluieren und iterativ verbessern. Auch sollte über eine gezielte Steuerung der Projektthemen nicht nur auf hohe Interdisziplinarität abgezielt werden, sondern auch durch das Aufgreifen aktueller, gesellschaftsrelevanter Entwicklungen eine kritische Auseinandersetzung mit dem Thema *Disruption in Creativity* gestärkt gefördert werden.

5 Ausblick: Potenziale interdisziplinärer Bildungsformate

Bis zur Entstehung dieses Artikels haben in DisC insgesamt 169 Studierende teilgenommen und es wurden in fünf Semestern insgesamt 30 Projekte umgesetzt. Die teilnehmenden Studierenden bewerten ihre Erfahrungen überwiegend als positiv und bereichernd. Als nachteilig empfinden sie u. a. einen erhöhten Arbeitsaufwand und ein Übermaß an Präsenzterminen, welche trotz sorgfältiger Planung gelegentlich mit konkurrierenden Lehrveranstaltungen aus dem individuellen Studienprofil der Studierenden kollidieren.

Um künftig noch mehr Studierende für die Kernthemen von DisC zu gewinnen, erweist sich vor allem die aktive Rolle des Lehrendenteams als entscheidend. Zielgerichtete Information, persönliche Ansprache und sichtbare Projekterfolge erleichtern die nachhaltige Akquise für die interdisziplinäre Projektarbeit. Einige Studierende empfanden die Aussicht auf die mit der Abschlusspräsentation verbundene Interaktion mit Nutzern und Nutzerinnen als zusätzliche Motivation. Darüber hinaus können ggf. Zertifizierungsmöglichkeiten z. B. im Bereich der *Micro-Credentials* zusätzliche Anreize liefern.

Die Erfahrungen mit DisC verdeutlichen, wie Hochschulbildung über zukunftsweisende Lehr- und Lernformate neu gedacht werden kann: Durch das Ineinandergreifen von technologischer Innovation und künstlerisch-gestalterischer Praxis schafft das Kolleg nicht nur ein stimulierendes Lernsetting, sondern ebnet Wege für eine interdisziplinäre Didaktik. Gerade die Kombination aus projektbasiertem Arbeiten, Peer Learning und einer zwischen Selbstorganisation und Projektbegleitung sorgfältig austarierten Lernatmosphäre hebt DisC von vielen etablierten Veranstaltungsformaten ab. Formate wie DisC beschleunigen das Entstehen fakultäts- und hochschulübergreifender Netzwerke und führen zu Erkenntnissen, die in eine nachhaltige strategische Hochschulentwicklung einfließen können. Vor diesem Hintergrund kann das Digitalisierungskolleg DisC als Pilotprojekt betrachtet werden, dessen Erfolgsfaktoren (agile Struktur, interdisziplinärer Dialog, kontinuierliche Evaluation) auch für weitere Bildungsinitiativen, besonders innerhalb der KKW, maßgeblich sein können.

Der Pflichtteil ist geschafft. Die für die Benotung relevante Präsentation vor den Lehrenden ist vorbei und nun folgt mit der Endausstellung DisClosure *die Kür: In wenigen Stunden wird der Raum übervoll sein mit Studierenden und externen Gästen, die hoffentlich alle fleißig die* Scapemaster*-App ausprobieren. Das hofft zumindest Ines, die schon am Vormittag mit dem Aufbau begonnen hat. Mittlerweile ist sie auch mit der Implementierung der Musikgenerierung vollauf zufrieden. Auch Daniel konnte sein Team – entgegen seiner anfänglichen Befürchtung – kompetent unterstützen und seine technischen sowie kommunikativen Fähigkeiten merklich ausbauen. Das schafft Selbstvertrauen. Außerdem hat er jetzt ein weiteres interessantes Projekt in seinem Portfolio.*

Melanie hat die Arbeit an Sketchy Sounds viel Spaß gemacht. In ihrem Kopf schwirren viele tolle Ideen umher, wie sie auch in Zukunft Künstliche Intelligenz gewinnbringend in ihren Musik-Alltag integrieren könnte. „Vielleicht", überlegt sie, „hänge ich noch ein DisC-Semester dran". Ein Coach hat außerdem gesagt, dass Sketchy Sounds beim Demo Day des bidt in den Wettbewerb um das beste interdisziplinäre Projekt gehen soll. Das hat alle im Team sehr gefreut. Auf einmal wird es ruhig im Raum und Melanie nimmt ihre Blockflöte. Eine weitere Skizze wartet auf Ihre Vertonung. Um Melanie die Improvisation zu erleichtern, fügt das Modell nun allen aus den Skizzen generierten Bildern eine Kombination aus Punkten und Linien unterschiedlicher Stärke hinzu. Möglich wurde dies – den Informatikstudierenden im Team sei Dank – durch geschicktes Engineering am Systemprompt.

Literatur

Ali Elfa, M. A., & Dawood, M. E. T. (2023). Using artificial intelligence for enhancing human creativity. *Journal of Art, Design and Music, 2*(2), 3. https://doi.org/10.55554/2785-9649.1017

Amankwah-Amoah, J., Abdalla, S., Mogaji, E., Elbanna, A., & Dwivedi, Y. K. (2024). The impending disruption of creative industries by generative AI: Opportunities, challenges, and research agenda. *International Journal of Information Management, 79*, 102759. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2024.102759

Bennett, N., & Lemoine, G. J. (2014). What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. *Business Horizons, 57*(3), 311–317. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.01.001

Boud, D., & Cohen, R. (2014). *Peer learning in higher education: Learning from and with each other.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315042565

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2025). *Monitoringbericht Kultur- und Kreativwirtschaft 2024.*

Christensen, C. M. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail.* Harvard Business School Press.

Ehlers, U.-D. (2020). *Future Skills: Lernen der Zukunft – Hochschule der Zukunft*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-658-29297-3

Ehlers, U. D., Lindner, M., Sommer, S., & Rauch, E. (2023). AICOMP – Future Skills in a World Increasingly Shaped By AI. *Ubiquity Proceedings, 3*(1). https://doi.org/10.5334/uproc.91

García-Llamas, P., Taboada, A., Sanz-Chumillas, P., Pereira, L. L., & Álvarez, R. B. (2025). Breaking barriers in STEAM education: Analyzing competence acquisition through project-based learning in a European context. *International Journal of Educational Research Open, 8*, 100449. https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100449

IBM Institute for Business Value (2024). *Disruption by design. Evolving experiences in the age of generative AI.* https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/report/generative-ai-experience-design

Kyi, L., Mahuli, A., Silberman, M. S., Binns, R., Zhao, J., & Biega, A. J. (2025). Governance of Generative AI in Creative Work: Consent, Credit, Compensation, and Beyond. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–16). https://doi.org/10.1145/3706598.3713799

Le Deist, F. D., & Winterton, J. (2005). What is competence?. *Human Resource Development International, 8*(1), 27–46. https://doi.org/10.1080/1367886042000338227

Mashfufah, A., Dasna, I. W., & Utama, C. (2024). Community-Based Project Learning: Empowering Students' Self-Regulated Learning and Creativity. *European Journal of Educational Research, 13*(2). https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.2.427

PMP Strategy (2024). *Study on the economic impact of Generative AI in the Music and Audiovisual industries: Executive summary.* Commissioned by CISAC. https://www.cisac.org/Newsroom/news-releases/global-economic-study-shows-human-creators-future-risk-generative-ai

Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows, 9*(2), 5–15. https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq6fh.6

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. (2021). *Future Skills 2021. 21 Kompetenzen für eine Welt im Wandel.*

Tang, M. (2019). Fostering creativity in intercultural and interdisciplinary teams: the VICTORY model. *Frontiers in Psychology, 10*, 2019. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02020

Writers Guild of America East (2025). *Artificial Intelligence*. https://www.wgaeast.org/know-your-rights/artificial-intelligence/

World Economic Forum & McKinsey & Company (2018). *Creative Disruption: The impact of emerging technologies on the creative economy.*

World Economic Forum (2025). *Future of Jobs Report. Insight Report.*

Zhou, E., & Lee, D. (2024). Generative artificial intelligence, human creativity, and art. *PNAS nexus, 3*(3), 52. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae052

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice, 41*(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

Christina Dieckhoff

Danksagung

Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst für die kontinuierliche und großzügige finanzielle Unterstützung der Förderlinie *Digitalisierungskollegs*, ohne die diese Projekte und der vorliegende Sammelband nicht möglich gewesen wären. Unser Dank gilt ebenso den Autorinnen und Autoren dieses Bandes sowie den Studierenden, Praxispartnern und Koordinatorinnen und Koordinatoren, deren Beiträge nicht immer sichtbar, aber durchgängig wirksam waren und das Projekt inhaltlich wie organisatorisch getragen haben.

Besonders danken wir dem Arbeitskreis Publikation und insbesondere dem Redaktionsteam für die konzeptionelle Begleitung, die redaktionelle Sorgfalt und die Ermöglichung dieser Publikation. Dem Arbeitskreis Publikation gehören an: Kathrin Auer, Charlotte Böhm, Edeltraud Botzum, Christina Dieckhoff, Eva S. Fritzsche, Petra Fuchs, Verena Gerner, Martin Klausmann, Julia Krumme und Gabriele M. Murry.

Der Dank, den wir hier aussprechen, versteht sich nicht als Abschluss, sondern als Einladung, die begonnenen Gespräche fortzusetzen und die im Projekt entstandenen Verbindungen weiterzutragen.

Autorinnen und Autoren

Abel, Luca, M.Sc., ist Doktorand am Machine Learning and Data Analytics Lab der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Seine Forschung konzentriert sich auf interdisziplinäre Arbeiten zwischen Ingenieurwissenschaften und Psychologie, insbesondere auf die Anwendung von Machine-Learning-Methoden zur Stressdetektion. Im Projekt „Applied Data Science in Digital Psychology" ist er für die Inhalte zu Data Science, Biosignalanalyse und Machine Learning verantwortlich.

Albuquerque, Rodrigo Queiroz de, Dr., ist Senior Digitalization Expert an der Universität Bayreuth. Nach seinem Studium der Chemie an der Bundesuniversität von Rio Grande do Norte und der Promotion in Physikalischer Chemie an der Bundesuniversität von Pernambuco war er als Postdoc und Assistenzprofessor in Deutschland, der Schweiz, Brasilien und Großbritannien tätig. Seine Aufgaben umfassen die Anwendung von maschinellem Lernen zur Gestaltung, Überwachung und Charakterisierung neuer Materialien. Zusätzlich ist er KI-Berater beim Kunststoff Netzwerk Franken und Associate Editor des Solar Energy Journals.

Altieri, Mike, Prof. Dr., studierte Mathematik und promovierte in der Mathematikdidaktik. Während seiner Professur für Angewandte Mathematik an der Hochschule Ruhr West spezialisierte er sich auf die Digitalisierung in der Lehre, mit besonderem Schwerpunkt auf digitalen Übungs- und Prüfungsaufgaben auf Basis von STACK. Heute ist er Professor für Mediendidaktik an der OTH Amberg-Weiden, wo er den ersten hybriden Masterstudiengang „Educational Technology" aufbaute und von 2022 bis 2024 das Amt des Vizepräsidenten für Lehre innehatte. Derzeit ist er Gesamtleiter des Digitalisierungskollegs DigiKom sowie des Deutschen Zentrums für digitale Aufgaben in der Hochschullehre (DZdA).

Auer, Kathrin, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TH Deggendorf und betreut als Coach die Studierenden des Digitalisierungskollegs PdP insbesondere in wirtschaftlichen und organisatorischen Belangen. So plant sie das Semester, koordiniert die Stakeholder im Projekt und lehrt in den Bereichen Geschäftsmodellbildung, Marktforschung, Supply Chains und Projektstrategie.

Beck, Tanja (geb. Huber), ist Kulturwissenschaftlerin und studentische Hilfskraft am Digitalisierungskolleg AICA. Derzeit absolviert sie ein Masterstudium der Philosophie an der Fernuniversität Hagen, in dem sie sich mit der Frage der Denk- und Kreativitätsfähigkeiten von Maschinen befasst.

Beneken, Gerd, Prof. Dr., leitet den Studiengang Informatik BSc. an der TH Rosenheim. Er begleitet die Informatiker*innen in den Projekten des Digitalisierungskollegs und coacht Projektteams.

Bitter, Fabian, vereint umfassende Erfahrungen in den Bereichen Design, Innovation, Forschung und Lehre, unter anderem in seiner Rolle als strategischer Designer, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Hochschuldozent. Seit der Gründung im Jahr 2022 ist er Teil des Digitalisierungskolleg DisC, in dem er seine Kompetenzen in den Bereichen Zukunftstechnologien, kreative Prozesse, Teamcoaching und interdisziplinäre Zusammenarbeit wirkungsvoll einbringt.

Botzum, Edeltraud, Prof.in Dr.in, Dipl, Sozialarbeiterin (FH), ist Forschungsprofessorin an der TH Rosenheim und leitet das bidt Digitalisierungskolleg digi.prosa (Digitale Projekte in der Sozialen Arbeit) sowie verschiedene Kurse und Angebote der Virtuellen Hochschule Bayern (CLASSIC vhb, OPEN vhb, SMART vhb). Aktuell entwickelt sie OER@vhb-Lehr-/ Lernmaterialien zu Digitalisierung, Beratung und Transformation: Perspektiven für Soziale Arbeit, Medien und Projektmanagement. Sie ist Mitglied im Initiativkreis Professoraler Wandel?! Digitalisierung und Hochschulbildung – Curriculare Perspektiven für das Studium Sozialer Arbeit.

Böhm, Charlotte, ist Senior Referentin für Nachhaltigkeit und KI und Community Managerin bei MUC.DAI – Munich Center for Digital Sciences and AI an der Hochschule München. Als Expertin für Nachhaltigkeit ist sie als Coachin im Digitalisierungskolleg sustAInability engagiert und kreiert als Community Managerin Netzwerke im Bereich der Digitalisierung und KI. Ihr Masterstudium in urban studies (4cities Master) absolvierte sie in Brüssel, Wien, Kopenhagen und Madrid.

Büttner, Ricardo, Prof. Dr., ist seit September 2024 Inhaber des Lehrstuhls für Hybrid Intelligence an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg, nachdem er zuvor den Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Data Science an der Universität Bayreuth innehatte. Er studierte Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen (TU Ilmenau) sowie BWL (Hagen). Vor seiner akademischen Laufbahn war er neun Jahre in Führungspositionen bei der BMW AG tätig. Es folgten die Promotion in Hohenheim (2009), Professuren in München und Aalen sowie die Habilitation in Trier (2020). Sein Forschungsschwerpunkt liegt auf Deep-Learning-Methoden für die Industrie und Medizintechnik.

Demirtürk, Aleyna, ist studentische Hilfskraft an der Professur für Policy Analysis der Technischen Universität München (TUM) und absolviert derzeit ihr Masterstudium an der TUM. In ihrer Masterarbeit befasst sie sich mit den Themen Challenge-based-learning und den 21st Century Skills. Ihren Bachelorabschluss in Volkswirtschaftslehre hat sie an der Bahçeşehir Universität in der Türkei erworben.

Dib, Mariam, ist Studierende im 3. Semester ihres Masterstudiums M.Sc. Angewandte Wirtschaftspsychologie und widmete sich im Rahmen eines Kursprojekts dem Thema Future Skills.

Dieckhoff, Christina, ist Forschungskoordinatorin im Bereich Nachwuchsförderung am Bayerischen Forschungsinstitut für Digitale Transformation (bidt) und koordiniert das Programm Digitalisierungskollegs, ein Lehrformat für Studierende an Bayerischen Hochschulen und Universitäten.

Dorner, Wolfgang, Prof. Dr., ist Vizepräsident für Forschung und Transfer an der Technischen Hochschule Deggendorf. Er initiierte und leitete über viele Jahre den Technologie Campus Freyung. Seine fachlichen Schwerpunkte liegen in den Bereichen Geoinformatik, räumlich-zeitliche Modellierung und Mobile Computing.

Dörr, Madeleine, M.A., ist Sozialarbeiterin und wissenschaftliche Mitarbeiterin im bidt-Digitalisierungskolleg digi.prosa (Digitale Projekte in der Sozialen Arbeit) sowie im StIL-Projekt digi.peer (Digitales Peer-Mentoring im Kontext einer Literatur- und Forschungswerkstatt) an der Technischen Hochschule Rosenheim. Im Rahmen von digi.prosa begleitet sie als Coachin interdisziplinäre Studierendengruppen in der Zusammenarbeit mit sozialen Einrichtungen.

Dzhimova, Mariya, ist Soziologin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Kulturmanagement und Medien der Hochschule für Musik und Theater München. Sie forscht zum Einsatz von KI-Technologien in der künstlerischen Praxis und zu den Auswirkungen auf Kunst und Kreativwirtschaft. Derzeit leitet sie das Digitalisierungskolleg „AICA" (Artificial Intelligence in Culture and Arts).

Eskofier, Björn, Prof. Dr., leitet das Machine Learning and Data Analytics Lab an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, das sich auf Wearable Computing im Sport und im Gesundheitswesen konzentriert. Er promovierte in Biomechanik an der University of Calgary (Kanada) und hat über 300 Fachartikel veröffentlicht, 8 Patente angemeldet und drei Start-ups gegründet. Seine Forschung zielt darauf ab, das menschliche Wohlbefinden durch angewandtes maschinelles Lernen und intelligente Gesundheitstechnologien zu verbessern.

Fritzsche, Eva S., Dr., ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Servicecenter für digitale Lehre und Didaktik an der Hochschule Ansbach. Sie ist dort didaktische Coachin im vom bidt geförderten Projekt „DigiKom". Ihre Aufgabe ist die Unterstützung der Studierenden bei der Erstellung von Selbstlerneinheiten und die Förderung der didaktischen Qualität der Selbstlerneinheiten. Dies beinhaltet die Zusammenarbeit mit Mentor*innen, fachlichen Coaches und Professor*innen.

Fuchs, Petra, M.A., ist Sozialpädagogin und Spieleforscherin. Sie promoviert an der Universität Koblenz und TH Rosenheim zum Thema spielerische Wissensvermittlung in der Sozialen Arbeit (Design-Based Research). An der TH Rosenheim ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt digi.prosa und zuständig für Lehrveranstaltungen, Coaching und Begleitung der Design-Thinking-Prozesse. Zudem lehrt sie in Modulen der Sozialen Arbeit und des Game Designs an der TH Deggendorf und der Euro-FH.

Sie ist 1. Vorsitzende des Vereins Spielecafés der Generationen für Jung und Alt spielt e. V., der 2020 von Altkanzlerin Angela Merkel ausgezeichnet wurde.

Gerner, Verena, Prof. Dr., ist Professorin für Didaktik digitaler Medien an der Hochschule Ansbach und leitet den Masterstudiengang „Digital Learning". Sie ist außerdem wissenschaftliche Begleiterin des Servicecenters für digitale Lehre und Didaktik der Hochschule Ansbach sowie Teilprojektleiterin des vom bidt geförderten Projekt „DigiKom". Gerner verzahnt die Anliegen des Projekts mit ihrer Lehre und mit Abschlussarbeiten der Studierenden.

Groth, Christian, Prof. Dr., ist seit 2020 Professor für angewandte Künstliche Intelligenz an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hof und Leiter der Forschungsgruppe Intelligente und Lernende Systeme. Er hält Lehrveranstaltungen in den Grundlagen sowie im Bereich künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen. Im vom bidt geförderten Projekt „Digitale Methoden" hält er verschiedene KI-Vorlesungen und unterstützt die Studierenden bei der Umsetzung eigener Projekte.

Held, Helena, ist Ethnologin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Kulturmanagement und Medien der Hochschule für Musik und Theater München. Ihr Fokus liegt auf Projekten an der Schnittstelle von Wissenschaft, Kunst und Technologie. Im Digitalisierungskolleg „AICA" ist sie als Coach für das Studierendenprogramm zuständig.

Hösl, Romy, ist operative Leiterin des Kompetenzzentrums Digitale Lehre an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden. Im vom bidt geförderten Projekt „DigiKom" ist sie sowohl beratend als auch als Mitglied des übergeordneten Projektteams tätig. In ihrer Rolle als Lehrbeauftragte im Masterstudiengang Educational Technology war sie direkt in die Gestaltung und Begleitung der von Studierenden entwickelten Selbstlerneinheiten eingebunden.

Jawurek, Michael, Dr., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kompetenzzentrum für digitale Agrarwirtschaft an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Im vom bidt geförderten Projekt „GreDigree" ist er für die Erstellung und Durchführung neuer interdisziplinärer Lehreinheiten verantwortlich zu den Themengebieten Indoor Vertical Farming sowie Agile Softwareentwicklung.

Karamara, Merve, M. Eng., ist Bauingenieurin mit Schwerpunkt auf robotergestützter Prozessautomatisierung und 3D-Druck im Bauwesen. Als Doktorandin an der OTH Regensburg entwickelt sie innovative Herstellungsprozesse von Bauanwendungen. Im Digitalisierungskolleg begleitet sie die Studierenden als Coach bei interdisziplinären Projekten an der Schnittstelle von Robotik, Technologie und digitalem Bauen.

Käser, Jane, Dr., ist Teamleiterin für Digitalökonomie am Technologie Campus Freyung der Technischen Hochschule Deggendorf. Sie ist dort verantwortlich für For-

schungs- und Transferprojekte im Bereich der digitalen Bildung, der Unterstützung von Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen im Bereich der Digitalisierung, sowie für die Forschung von Digitalisierung und Unternehmertum im ländlichen Raum.

Klausmann, Martin, Dipl.-Ing. sc. agr., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kompetenzzentrum für digitale Agrarwirtschaft der Hochschule Weihenstephan Triesdorf und Team Lead im Digitalisierungskolleg „GreDigree".

Krumme, Julia, Prof. Dr., ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fakultät für Angewandte Geistes- und Naturwissenschaften der Technischen Hochschule Augsburg und leitet das Digitalisierungskolleg THA_digileg. Sie forscht zur Integration von Ethik in agile Entwicklungsprozesse und begleitet als Coachin Studierendengruppen verschiedener Studiengänge in interdisziplinären Projektphasen.

Linner, Thomas, Prof. Dr.-Ing., ist Professor für Digitales Bauen an der OTH Regensburg und leitet das Labor für Automatisierung und Robotik im Bauwesen. Er forscht zu menschzentrierten Robotik, BIM-to-Robot und digitaler Verarbeitung nachhaltiger Materialien. Neben umfangreicher Publikationstätigkeit engagiert er sich in internationalen Fachgremien und vernetzt Forschung, Industrie und Baupraxis.

Mavi, Busenur, ist Studierende im 3. Semester ihres Masterstudiums M.Sc. Angewandte Wirtschaftspsychologie und widmete sich im Rahmen eines Kursprojekts dem Thema Future Skills.

Mempel, Heike, Prof. Dr., ist Professorin für Technik im Gartenbau und Qualitätsmanagement und Inhaberin einer Forschungsprofessur für Smart Indoor Farming an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, wo sie das Applied Science Centre for Smart Indoor Farming leitet. Im vom bidt geförderten Projekt „GreDigree" leitet sie das Teilprojekt zum Themenschwerpunkt Vertical Farming.

Murry, Gabriele M., ist berufen auf die Professur Wirtschaftspsychologie an der Weiden Business School (WEBIS) der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden (OTH AW). Dort leitet sie das „Institute of Psychology & Behavioral Science" sowie den Master of Science „Angewandte Wirtschaftspsychologie". Sie ist aktives Mitglied des Promotionskollegs REDIG und setzt sich im Rahmen einer Schwerpunktprofessur für den nachhaltigen Ausbau der Internationalisierung ein. In der Lehre vertritt sie einen humanistischen Ansatz aus der Positiven Psychologie heraus, wobei sie sehr stark auf persönliches Wachstum und Selbstverwirklichung der Studierenden setzt.

Noack, Patrick, Prof. Dr., ist Professor für Information Technology and IoT in Agriculture and Environment an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und leitet dort das Kompetenzzentrum für Digitale Agrarwirtschaft (KoDA). Im vom bidt geförderten Projekt „GreDigree" ist er für die Projektleitung und das Teilprojekt NIRS verantwortlich.

Noel, Ruhul Amin, ist Doktorand im Promotionskolleg REDIG der Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (OTH AW) und leitet derzeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter das Projekt CROSS-CASE innerhalb des Institute of Psychology & Behavioral Science (IPBS). Zuvor war er von Juni 2023 bis März 2025 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im DigiKom, dem Digitalisierungskolleg der OTH AW, in dem er Studierende bei der Entwicklung von zukunftsorientierten E-Learning-Einheiten coachte. Er hat einen Master-Abschluss in International Management and Sustainability und verfügt über 12 Jahre Branchenerfahrung mit Schwerpunkt auf Personal- und Organisationsentwicklung.

Pfitzer, Jan, ist künstlerisch-wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule für Musik Nürnberg im LEONARDO-Zentrum für Kreativität und Innovation. Im Digitalisierungskolleg DisC begleitet er als Coach interdisziplinäre Studierendenprojekte sowohl inhaltlich als auch im Hinblick auf kollaborative Arbeitsprozesse. Seine eigene künstlerische Praxis als Komponist fließt dabei in die konzeptionelle und kreative Unterstützung der Projektvorhaben ein.

Pflieger, Alexander, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TH Deggendorf. Er unterstützt Studierende im Projekt „Digitalisierungskolleg" bei der technischen Umsetzung von Challenges aus der Wirtschaft im Bereich Digitalisierung, Softwareentwicklung und KI und vermittelt sein Wissen in diesen Bereichen im Rahmen von Lehrveranstaltungen.

Rahm, Hendric, M.A., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für KI und Transfer der Hochschule Ansbach (AN[ki]T). Als fachlicher Coach im vom bidt geförderten Projekt „DigiKom" übernimmt er Aufgaben im Bereich der studentischen Lehre und Betreuung bei der Erstellung von Selbstlerneinheiten zum Themengebiet Future Skills. Weiter unterstützt er in seiner Rolle als KI-Trainer und Bildungsmanager im vom BMWK geförderten Projekt Mittelstand-Digital Zentrum Franken lokale Unternehmen bei der Digitalisierung und Einbindung von KI-Systemen.

Ringgold, Veronika, Dr., ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Gesundheitspsychologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Ihre Forschung konzentriert sich auf Stress und Resilienz, insbesondere auf die Entwicklung und Validierung neuer Instrumente zur Induzierung und Messung psychologischer Stressreaktionen. Im Projekt „Applied Data Science in Digital Psychology" entwickelt und unterrichtet sie Inhalte zu Data Science, Open Science und Psychologie.

Rohleder, Nicolas, Prof. Dr., ist Inhaber des Lehrstuhls für Gesundheitspsychologie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Er promovierte 2003 an der Universität Trier mit einer Dissertation über Stress und Immunfunktion. Vor seinem Ruf an die FAU hatte er Positionen an der Brandeis University (U.S.A.) sowie an der University of British Columbia (Kanada) inne. Seine Forschung untersucht die Auswirkungen von chronischem Stress auf Entzündungen, psychische Gesundheit und

die Wechselwirkungen zwischen Gehirn und Immunsystem. Im Projekt „Applied Data Science in Digital Psychology“ übernimmt er die strategische Leitung, unterrichtet ausgewählte Module und betreut Studierende.

Roll, Anika, M.A., ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden. Als didaktische Coachin übernimmt sie im vom bidt geförderten Projekt „DigiKom“ die Schulung und Betreuung von Bachelor- und Masterstudierenden bei der Erstellung von Selbstlerneinheiten. Außerdem ist sie an der Qualitätssicherung und Veröffentlichung der erstellten Einheiten beteiligt.

Ruckdäschel, Holger, Prof. Dr.-Ing., leitet den Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe an der Universität Bayreuth und ist Geschäftsführer der Neue Materialien Bayreuth GmbH. Nach Studium und Promotion in Materialwissenschaften war er 13 Jahre in leitenden Funktionen bei der BASF SE tätig, zuletzt als Head of Digital Strategy. Zusammen mit seinem Team von knapp 100 Mitarbeitern entwickelt er anwendungsnah neue Materialien sowie Verarbeitungstechnologien. Dabei nutzt er digitale Methoden zur Steigerung der Forschungseffizienz. Die Vermittlung digitaler Kompetenzen integriert er zudem in die Lehre, etwa im Masterstudiengang Digitalization & Sustainability.

Scharnagl, Bastian, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Informationssysteme der Hochschule Hof in der Forschungsgruppe Intelligente und Lernende Systeme. Nach seinem Studium des Maschinenbaus an der TU Dresden (2020) arbeitete er als Junior Developer bei Digital Vehicle Scan im Bereich Computer Vision. Seine aktuellen Aufgaben umfassen Projektarbeit, Forschung und Lehre in den Bereichen Computer Vision, Künstliche Intelligenz und Generative KI. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Virtueller Anprobe für passgenaue Kleidung und verbessertes Online-Shopping.

Scharf, Simon, ist studierter Komponist (Diplom, Master o. Mus.) und arbeitet als freischaffender Produzent und Arrangeur von Medienmusik. Außerdem arbeitet er an der Hochschule für Musik Nürnberg als künstlerisch-wissenschaftlicher Mitarbeiter im Digitalisierungskolleg DisC. Scharf ist Leiter der Big-Band der Erlanger Universitätsmusik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) und erfüllt zudem diverse Lehraufträge an Hochschulen und Universitäten der Metropolregion Nürnberg.

Schmailzl, Marc, M. Arch., ist Architekt und multidisziplinärer Designer mit Fokus auf digitale Prozesse, Robotik und KI im Bauwesen. Als Doktorand an der OTH Regensburg entwickelt er robotergestützte Planungs- und Fertigungsworkflows. Im Digitalisierungskolleg begleitet er als Coach Studierende bei interdisziplinären Projekten an der Schnittstelle von Entwurf, Technologie und Handwerk.

Sept, Alexandra, Dr., arbeitet als Leitung des Servicecenters für digitale Lehre und Didaktik an der Hochschule Ansbach. Ihr Aufgabengebiet umfasst die didaktische Beratung von Lehrenden, die Bereitstellung und Betreuung von E-Learning Tools und Learning Management Systemen, sowie die Unterstützung und Weiterqualifizierung von Lehrenden in den Bereichen videogestützte Lehre, innovative Lehre und neue Lehr- und Lerntechnologien.

Socher, Gudrun, Prof. Dr., ist Professorin an der Hochschule München und Leiterin des Munich Center for Digital Sciences and AI. Als Informatikerin beschäftigt sie sich seit fast 30 Jahren mit Künstlicher Intelligenz. Sie war in Technologieunternehmen wie Yahoo! Inc. in den USA und Deutschland tätig. Sie promovierte an der Universität Bielefeld und studierte am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und an der Universität Grenoble (Frankreich).

v. Schwichow, Helene, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Policy Analysis an der Technischen Universität München (TUM). Ihr Forschungsschwerpunkt liegt auf Fragen sozialer Nachhaltigkeit in Smart City-Kontexten. Im Projekt „sustAInability" forscht und lehrt sie zudem zu den Chancen und Risiken von KI-Technologien für eine nachhaltige Entwicklung. Helene hat in Berlin und Paris studiert und hat einen Master-Abschluss in Gesellschafts- und Wirtschaftskommunikation von der Universität der Künste Berlin.

Teynor, Alexandra, Prof. Dr.-Ing., ist Professorin für Software Engineering an der Technischen Hochschule Augsburg und leitet dort das Institut für agile Softwareentwicklung. Im Innovationslabor des Instituts entstehen mit Hilfe von agilen und nutzerzentrierten Entwicklungsmethoden innovative Digitalisierungsprojekte, welche gemeinsam mit Studierenden und Partnern aus Wirtschaft und Gesellschaft erarbeitet werden.

Ullrich, Martin, Prof. Dr., ist Professor für Interdisziplinäre Musikforschung mit Schwerpunkt Human-Animal Studies an der Hochschule für Musik Nürnberg. Er forscht zur Rolle von Musik und Klang im interdisziplinären Kontext der Human-Animal Studies und zum Verhältnis von Musik und Digitalität, vor allem hinsichtlich künstlicher Intelligenz und künstlicher Kreativität. Ullrich ist Mitglied des Akkreditierungsrats und des wissenschaftlichen Beirats der Stiftung Innovation in der Hochschullehre.

Walther, Simon, Prof. Dr., ist Inhaber der Forschungsprofessur Digital Farm Management an der Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Im vom bidt geförderten Projekt „GreDigree" leitet er das Teilprojekt „AgriScrum", im Rahmen dessen interdisziplinäre Lehreinheiten zum Thema agile Entwicklungsprozesse erstellt werden.

Washington, Destiny, ist Studierende im 3. Semester ihres Masterstudiums M.Sc. Angewandte Wirtschaftspsychologie und widmete sich im Rahmen eines Kursprojekts dem Thema Future Skills.

Weininger, Florian, Prof. Dipl.-Ing., ist Bauingenieur und Experte für Membran- und Leichtbau, hybride Fassadensysteme und digitale Gebäudehüllen. Seit 2019 Professor an der OTH Regensburg, leitet er das Design-to-Fabrication Lab und forscht zur Digitalisierung handwerklicher Bauprozesse. Seine langjährige Industrie- und Gründungserfahrung stärkt die Verbindung von Forschung, Praxis und Lehre.

Wienands, Linda, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Uniklinik Freiburg und promoviert an der Universität Basel. In ihrer Forschung beschäftigt sie sich mit der Evaluation von Gesundheitstechnologien unter besonderer Berücksichtigung ethischer Aspekte

Wurster, Stefan, ist seit 2016 Professor für Policy Analysis an der Technischen Universität München, seit April 2024 als W3-Professor. Er studierte Politikwissenschaft, Geschichte und Öffentliches Recht in Heidelberg und Barcelona. 2010 promovierte er in Heidelberg mit Auszeichnung (summa cum laude). Seine Forschungsschwerpunkte sind Nachhaltigkeit, Bildungs- und Energiepolitik sowie der Vergleich von Demokratien und Autokratien.

Yakaviuk, Ilya, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Polymer Engineering der Universität Bayreuth. Nach seinem Masterstudium in Big Data in Minsk (Belarus) sammelte er umfangreiche Erfahrungen in der Automatisierung von Systemen und Routineaufgaben, der Einrichtung von Monitoring für Servercluster und verschiedene Anwendungen sowie der kontinuierlichen Integration für Machine Learning Anwendungen. Seine aktuellen Aufgaben umfassen die Konfiguration von IoT-Monitoring sowie die Automatisierung von Aufgaben und den Einsatz von ML-Modellen im Bereich Polymer Engineering.

Zink, Roland, Prof. Dr., ist Professor für Raumwissenschaften und Informationssysteme an der Technischen Hochschule Deggendorf. Seine Forschungsschwerpunkte sind raumzeitliche Energiemodellierung sowie digitale Partizipation in der nachhaltigen Raum- und Regionalplanung. Seit 2023 leitet er die THD Graduate School.

Zitzmann, Christina, Prof. Dr., ist Vizepräsidentin für Bildung an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. Sie verantwortet die strategische Entwicklung von Studium, Lehre und Weiterbildung, ist Vorsitzende der internen Akkreditierungskommission und Professorin in den Sozialwissenschaften. Sie gehört der Programmkommission der Virtuellen Hochschule Bayern an und ist wissenschaftliche Leiterin des Forschungs- und Innovationslabors Digitale Lehre (FIDL).

Zönnchen, Benedikt, Dr., ist Informatiker und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Munich Center for Digital Sciences der Hochschule München. In seiner Tätigkeit befasst er sich mit den Auswirkungen selbstlernender Algorithmen auf Lehre, Kunst und Kultur sowie auf die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung. Im Digitalisierungskolleg „AICA" unterstützt er als Coach Studierende bei der technischen Umsetzung ihrer Projekte und vermittelt Grundlagen der Künstlichen Intelligenz.

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW e.V.)

Medien sind mehr denn je Werkzeug und Objekt von Wissenschaft zugleich. So kann die Bedeutung der digitalen und Online-Medien im Kontext des wissenschaftlichen Lehrens und Forschens kaum unterschätzt werden. Die GMW e. V. schafft in der zunehmend von Digitalisierung geprägten Gesellschaft ein Forum für Personen und Institutionen, die sich mit der Erforschung, Anwendung, Entwicklung, Produktion sowie dem Management und der Strategieentwicklung von Informations- und Kommunikationsmedien in Forschung, Lehre und Lernen befassen. Dies umfasst auch Aktivitäten, die sich der „Third Mission" zuordnen lassen und dem Grundgedanken einer Open Science folgen. Wesentliche Einsichten und Erkenntnisse werden der interessierten Öffentlichkeit sowie Entscheidungsträger:innen – auch als Basis für die reflektierte Entscheidungsfindung rund um zukünftige Entwicklungen – vermittelt.

Dabei begreift sich die GMW e. V. als internationales Netzwerk zur inter- und transdisziplinären Kommunikation zwischen Theorie und Praxis im deutschsprachigen Raum. Anwender und Forschende aus den verschiedensten Disziplinen kommen durch die GMW e. V. miteinander in Kontakt.

Mitte der 1990er Jahre begründete die GMW e. V. zusammen mit dem Waxmann Verlag die Buchreihe „Medien in der Wissenschaft", woraus Ihnen hier ein weiterer Band vorliegt. Im Fokus der Buchreihe stehen wissenschaftsspezifische Fragestellungen zum Einsatz digitaler Medien.

Für die GMW e. V. geht es dabei um die gestalterischen, didaktischen und evaluativen Aspekte dieser Medien sowie deren strategisches Potential für die Hochschul- und Wissenschaftsentwicklung, weniger um deren medien- und informationstechnische Seite. Autor:innen und Herausgeber:innen mit diesen Schwerpunkten sind eingeladen, die Reihe für ihre Veröffentlichungen zu nutzen. Informationen zu Aufnahmekriterien und -modalitäten sind auf der GMW-Webseite unter www.gmw-online.de zu finden. Fürsorglich betreut wird die Buchreihe durch ein Editorial Board, welches auch den Review-Prozess steuert und über die Aufnahme von Manuskripten in die Reihe unabhängig befindet.

Jeweils ein Band ist dem jährlichen Höhepunkt der GMW-Aktivitäten in Form der europäischen Fachtagung gewidmet, die jeweils im Herbst ausgerichtet wird. Dabei wechseln sich deutsche, österreichische und Schweizer Hochschulen als Veranstalter ab. Die Konferenz fördert die Entwicklung medienspezifischer Kompetenzen, unterstützt innovative Prozesse an Hochschulen und Forschungseinrichtungen, verdeutlicht das Innovationspotential digitaler Medien für Reformen ebenda, stellt strategische Fragen rund um die digitale Transformation und bietet ein Forum, um neue Mitglieder zu gewinnen. Seit 1997 werden die Beiträge der Tagungen in der vorliegenden Buchreihe publiziert, seit 2011 wird der Tagungsband zusätzlich in digitaler Form und seit 2014 bereitgestellt. Alle Bände liegen als OAP vor, werden in Pedocs, FIS Bildung u. a. Datenbanken indiziert und als Volltext frei zugänglich bereitgestellt.

Die GMW e. V. ist offen für Mitglieder aus allen Fachgruppierungen und Berufsfeldern, die Medien in der Wissenschaft erforschen, entwickeln, herstellen, nutzen und vertreiben sowohl in Form einer individuellen wie auch einer institutionellen Mit-

gliedschaft. Für diese Zielgruppen bietet die GMW ein gemeinsames Dach, um so die Interessen ihrer Mitglieder gegenüber Wissenschaft, Öffentlichkeit, Politik und Wirtschaft zu bündeln.

GMW-Mitglieder profitieren dabei von reduzierten Teilnahmegebühren bei GMW-Jahrestagungen, den Nachwuchstagungen sowie Sonderkonditionen für Tagungen von Netzwerkpartnern und unserer Öffentlichkeitsarbeit rund um das Thema Medien in der Wissenschaft über den GMW-Blog (www.gmw-online.de) sowie der Möglichkeit, kostenfrei Presseerklärungen beim Informationsdienst Wissenschaft (IDW) herauszugeben.

Informieren Sie sich, fragen Sie nach und bringen Sie Ihre Anregungen und Wünsche ein. Wir freuen uns, dass Sie sich als individuelles oder institutionelles Mitglied in der GMW e. V. beteiligen oder als Neumitglied begrüßen zu können!

Für den Vorstand
Thomas Köhler und Claudia Bremer im Juni 2026