



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

FAKULTÄT FÜR PSYCHOLOGIE UND PÄDAGOGIK
DEPARTMENT PÄDAGOGIK UND REHABILITATION
ALLGEMEINE PÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG



Lena Lao, Efthymia Petridou, Kira Knautz, Karin Julia Rott & Bernhard Schmidt-Hertha

Evaluationsbericht

Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Evaluation der
Zusatzqualifikation „KI und maschinelles Lernen“ im Rahmen des
Projekts „*Künstliche Intelligenz in die berufliche Bildung bringen
(KI B³)*“

München, 27.11.2024

Lehrstuhl für Allgemeine Pädagogik und Bildungsforschung
Ludwig-Maximilians-Universität München

Inhalt

Tabellenverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
1. Einführung	6
2. Grundlagen der Evaluation	8
2.1 Beschreibung der Zusatzqualifikation	8
2.2 Evaluationsdesign	9
2.3 Erhebungsinstrumente	9
3. Stichprobenbeschreibung	13
3.1 Grundlegende Beteiligung.....	13
3.2 Stichprobe der Auszubildendenevaluation	14
3.3 Stichprobe der Lehrkräfteevaluation	16
4. Zentrale Erkenntnisse der Auszubildendenevaluation	17
4.1 Teilnahmemotivation	17
4.2 Wichtigkeit und Relevanz von Kenntnissen in der Künstlichen Intelligenz.....	17
4.3 Interesse an Themenbereiche der Künstlichen Intelligenz.....	18
4.4 Vorerfahrungen mit digitalem Lernen	19
4.5 Digitale Endgeräte für Lernzwecke.....	21
4.6 Vorwissen und Lernerfolg.....	21
4.7 Erwartungen und Zufriedenheit mit dem Lernmaterial.....	24
4.8 Erwartungen und Zufriedenheit mit der Lernsoftware.....	28
4.9 Evaluation der Kurse.....	30
4.10 Transfermotivation und -bedingungen	34
4.11 Zwischenfazit.....	37
5. Zentrale Erkenntnisse der Lehrkräfteevaluation.....	39
5.1 Teilnahmemotivation und bisherige KI-Erfahrung im Unterricht.....	39
5.2 Erwartungen	39
5.2.1 Erwartungen an den Lernerfolg und an den beruflichen Nutzen.....	39
5.2.2 Erwartungen an die Lernsoftware	40
5.2.3 Erwartete Herausforderungen	40
5.3 Didaktische Umsetzung	41
5.3.1 Didaktische Gestaltungspläne	41
5.3.2 Realisierte didaktische Umsetzung.....	42
5.3.3 Herausforderungen mit der didaktischen Umsetzung.....	43

5.3.4 Vorschläge zur Verbesserung der didaktischen Umsetzung	44
5.4 Lerninhalte	45
5.4.1 Umgang mit den Lerninhalten	45
5.4.2 Herausforderungen mit den Lerninhalten	46
5.4.3 Vorschläge zur Verbesserung der Lerninhalte	47
5.5 Lernsoftware	48
5.5.1 Umgang mit der Lernsoftware	48
5.5.2 Herausforderungen mit der Lernsoftware	49
5.5.3 Vorschläge zur Verbesserung der Lernsoftware	49
5.6 Gesamtbewertung der Zusatzqualifikation	50
5.6.1 Lern- und Transfererfolg	50
5.6.2 Potential und Grenzen der ZQ	51
5.7 Zwischenfazit	51
6. Handlungsempfehlungen für Lehrkräfte und Ausbildungsbetriebe	53
6.1 Förderung der Motivation & Vermeidung von Überforderung	53
6.2 Stärkung der praktischen Anwendbarkeit der Lerninhalte	54
7. Fazit	56
Literatur	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anzahl der Teilnehmenden an vier Erhebungszeitpunkten	13
Tabelle 2 Soziodemographische Angaben der Auszubildenden (Zeitpunkt t_0)	14
Tabelle 3 Ausbildungsgänge der Teilnehmenden (Zeitpunkt t_0)	16
Tabelle 4 Zustimmung zu unterschiedlichen Teilnahmegründen ($n = 218$)	17
Tabelle 5 Mittelwerte der Skalen zu Wichtigkeit und Relevanz von Kenntnissen in der Künstlichen Intelligenz, ($n = 218$)	18
Tabelle 6 Zustimmung zum Interesse an Themenbereichen der Künstlichen Intelligenz ($n = 218$)	19
Tabelle 7 Mittelwerte zum Vorwissen in Themenbereichen der Künstlichen Intelligenz ($n = 218$)	22
Tabelle 8 Mittelwerte des Lernerfolgs ($n_{t2} = 135$, $n_{t3} = 73$)	23
Tabelle 9 Zustimmung zu den erwarteten Inhalten einer Lernsoftware zur Lernunterstützung ($n = 214$)	25
Tabelle 10 Mittelwerte der Zufriedenheit mit den Jupyter Notebooks bzw. Google Colab-Dokumenten ($n = 161$)	26
Tabelle 11 Mittelwerte der Zufriedenheit mit der Quizze in Moodle ($n = 158$)	27
Tabelle 12 Mittelwerte der Zufriedenheit mit den Erklärvideos in Moodle ($n = 160$)	27
Tabelle 13 Verteilung der Zustimmung der Unterstützung der Lernmaterialien ($n = 133$)	28
Tabelle 14 Zustimmung zu den erwarteten Funktionen einer Lernsoftware zur Lernunterstützung zum Zeitpunkt t_0 ($n = 214$)	29
Tabelle 15 Mittelwerte zur Zufriedenheit mit der Lernsoftware ($n = 158$)	29
Tabelle 16 Mittelwerte der Zufriedenheit mit der Plattform Moodle ($n = 158$)	30
Tabelle 17 Mittelwerte der Bewertung der anderen Teilnehmenden des Kurses ($n = 124$)	30
Tabelle 18 Mittelwerte der Aussagen über die KI-Zusatzqualifikation ($n = 124$)	32
Tabelle 19 Mittelwerte der Selbsteinschätzung ($n = 124$)	33
Tabelle 20 Mittelwerte der Handlungsorientierten Transferunterstützung des Vorgesetzten ($n = 71$)	36
Tabelle 21 Mittelwerte des Transferklimas im Team ($n = 71$)	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Übersicht der Projektpartner	6
Abbildung 2 Evaluationsdesign	9
Abbildung 3 Verteilung der Stundenzahl zur täglichen Nutzung von digitalen Anwendungen in Prozent (n = 213).....	20
Abbildung 4 Verteilung der Erfahrungen mit digitalen Lernangeboten in Prozent (n = 214).....	21
Abbildung 5 Abschlussnote in Prozent (n = 54)	24
Abbildung 6 Einschätzung des Schwierigkeitsgrads der unterschiedlichen Lernmaterialien in Prozent (n = 161).....	25
Abbildung 7 Einschätzung der inhaltlichen Tiefe des schriftlichen Lernmaterials (n = 161).....	26
Abbildung 8 Umgang mit Fragen in Prozent (n = 158)	31

1. Einführung

Das Projekt „Künstliche Intelligenz in die berufliche Bildung bringen“ (KI B³), das von 01.12.2020 bis 30.11.2024 im Rahmen der BMBF-Förderlinie InnoVET durchgeführt wurde, hatte das Ziel, eine branchenübergreifende Zusatzqualifikation (ZQ) sowie Fortbildungen auf den Kompetenzniveaus 5 (geprüfte Berufsspezialistin/geprüfter Berufsspezialist) und 6 (Bachelor Professional) des Deutschen Qualifikationsrahmens (DQR) zum Thema Künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen zu entwickeln, umzusetzen und zu evaluieren. Hintergrund für die Notwendigkeit der entwickelten KI-Abschlüsse stellen veränderte Rahmenbedingungen dar, die durch die schnell voranschreitende Digitalisierung und den verstärkten Einsatz von KI für Angestellte in der gewerblich-technischen und der kaufmännischen Branche entstehen. Diese Entwicklungen führen zu veränderten Kompetenzanforderungen an Beschäftigte, welche neue Fähigkeiten zur erfolgreichen Bewältigung dieser Veränderungen benötigen.

Das Projekt KI B³ wurde in Zusammenarbeit mit sechs Partnern durchgeführt, die jeweils für unterschiedliche Teilprojekte verantwortlich waren (siehe Abb. 1).

Abbildung 1 Übersicht der Projektpartner

TP1 – IHK Reutlingen Verbundkoordination	
TP2 – KI als Lehr- und Lerninhalt	
MP 2.1 – IHK Karlsruhe Unternehmensanforderungen und -bedarfe an KI-Fachkräfte	MP 2.2 – Universität Stuttgart Digitale Lehrmodule
TP3 – Modulares Qualifizierungskonzept	
MP 3.1 – IHK Region Stuttgart Rechtsvorschriften und Rahmenlehrpläne	MP 3.2 – IHK Reutlingen Durchlässigkeit und Anrechenbarkeit
TP4 – Technische Universität München KI-gestützte Lernsoftware	
TP5 – Ludwig-Maximilians-Universität München Wissenschaftliche Begleitung und Evaluation	

Anmerkungen: TP = Teilprojekt, MP = Maßnahmenpaket

Die Projektpartner der IHK Reutlingen, IHK Karlsruhe und IHK Region Stuttgart waren für die Bedarfsanalyse in Unternehmen sowie die Entwicklung von Rechtsvorschriften und Rahmenlehrpläne der Fortbildungen zuständig, sodass die Fortbildungen in deren IHK Bezirken durchgeführt und geprüft werden konnten. Die Projektpartner der Universität Stuttgart und der Technischen Universität München haben KI-bezogene Lerninhalte und eine Lernsoftware entwickelt. Die Projektpartner der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) waren für die wissenschaftliche Begleitung des Projekts sowie die Evaluierung der im Projektzeitraum durchgeführten Kurse, die zu den Abschlüssen führen, zuständig. Dabei wurden die Zwischenergebnisse regelmäßig an alle Verbundpartner zurückgemeldet und dienten als Grundlage für die kontinuierliche Verbesserung und Anpassung der Materialien, der Software sowie der Rahmenlehrpläne (zur Entwicklung der Bildungsabschlüsse siehe auch Achtenhagen, Rott & Zühlke, 2024). Die Evaluation konzentrierte sich auf die

ZQ, da die Fortbildungen auf DQR-Niveau 5 und 6 erst am Ende des Projektzeitraums begonnen haben und somit nicht im Projektzeitraum evaluiert werden konnten.

Dieser Bericht beinhaltet die Ergebnisse der Evaluation der ZQ „KI und maschinelles Lernen“, basierend auf der Perspektive von Auszubildenden und Lehrkräften. Nach den Grundlagen der Evaluation (Kapitel 2), in denen die ZQ, das Evaluationsdesign sowie die verwendeten Erhebungsinstrumente beschrieben werden, folgt die Beschreibung der Stichproben (Kapitel 3). Es folgt die Präsentation der zentralen Erkenntnisse aus den Befragungen mit Auszubildenden, wobei Aspekte wie Motivation, Vorwissen, Lernerfolge, Erwartungen sowie Zufriedenheit mit Lernmaterialien und -software im Fokus stehen (Kapitel 4). Anschließend werden die Ergebnisse der Lehrkräfteevaluation beschrieben, einschließlich ihrer Erfahrungen mit KI, didaktischer Umsetzung und Herausforderungen bei der Nutzung der Lerninhalte und -software (Kapitel 5). Auf Basis der Erkenntnisse aus beiden befragten Gruppen werden Handlungsempfehlungen für Lehrkräfte und Ausbildungsbetriebe abgeleitet (Kapitel 6). Der Bericht schließt mit einem Fazit (Kapitel 7).

2. Grundlagen der Evaluation

2.1 Beschreibung der Zusatzqualifikation

Die ZQ „KI und maschinelles Lernen“ ist formal in einer Rechtsvorschrift verankert, die in den IHK-Modellregionen Reutlingen, Karlsruhe und Region Stuttgart verabschiedet wurde, und welche die Voraussetzungen zur Teilnahme, Inhalte und Prüfungsmodalitäten regelt. Die ZQ ist auf keinen spezifischen Ausbildungsberuf ausgelegt, sondern branchenübergreifend für Auszubildende aus gewerblich-technischen sowie kaufmännischen Berufen zugänglich. Die inhaltliche Entwicklung basiert auf Bedarfserhebungen bei Unternehmen und deren Diskussion im Rahmen der AG Rechtsvorschrift, einem Gremium dem neben Vertreter:innen aller drei am Projekt beteiligten IHK-Bezirke auch (Groß-)Unternehmen sowie Sozialpartner, Berufsschulen und Bildungsträger angehörten. Die Inhalte gliedern sich in vier Module:

- Modul A: Grundbegriffe von KI und Maschinellern Lernen
- Modul B: Umgang mit Daten
- Modul C: Grundlagen von Datenanalyse und Maschinellern Lernen
- Modul D: Chancen, Herausforderungen und ethische Fragen der KI

Um alle Module zu bearbeiten sind 100 Unterrichtseinheiten mit je 45 Minuten vorgesehen und die erarbeiteten Inhalte werden im Rahmen einer 60-minütigen schriftlichen Prüfung an den IHKs der Modellregionen geprüft. Die im Rahmen der Evaluation durchgeführten Kurse zum Erarbeiten der Inhalte der ZQ dauerten zwischen ca. einem halben bis zu knapp einem Schuljahr.

Im Projekt wurden neben der formalen Entwicklung auch Lerninhalte aufbereitet, die über Moodle bereitgestellt werden. Dabei wurden alle Themen in drei Varianten für Selbstlernphasen aufbereitet (als Lernvideo, als interaktives Buch und als PDF-Folien). Zur Überprüfung der Inhalte gab es ca. 170 H5P-Quizze¹ und Arbeitsblätter für Gruppenarbeiten in Präsenz-/Live-Online-Treffen, um die Inhalte zu vertiefen. Um KI und maschinelles Lernen auch praktisch zu üben, wurden sogenannte Jupyter-Notebooks entwickelt – eine Mischform aus lehrbuchartigem Text und Programmiercode, der angepasst und ausgeführt werden kann. Damit erhielten die Auszubildenden Einblicke in Programmierung, ohne selbst Programmieren können zu müssen.

Zur Adaptivität und besseren Aufbereitung der Inhalte wurden zudem Moodle-Plug-ins entwickelt, wie beispielsweise ein Spiel zum Schätzen der Absatzzahlen von Eisverkäufen als Einstieg in die Thematik oder zur besseren Darstellung des Lernfortschritts bei alternativen Lernmaterialien.

Damit die Lerninhalte und Software auf die Bedürfnisse und Anforderung von Lehrkräften der beruflichen Bildung und Auszubildenden abgestimmt waren, wurden auch hier im Vorfeld Bedarfserhebungen bei diesen Gruppen durchgeführt und bei der Entwicklung berücksichtigt (siehe dazu detailliert Rott et al., 2022; Rott & Schmidt-Hertha, 2024).

Prinzipiell können ZQs an unterschiedlichen Lernorten verortet sein. Während die Prüfung durch die IHKs erfolgt, können die Inhalte in Betrieben, an Berufsschulen oder Bildungseinrichtungen, wie z.B. den Bildungshäusern der IHKs, vermittelt werden. Im vorliegenden Fall wurden die Materialien für die Durchführung in einem Blended-Learning-Setting entwickelt, das Selbstlernen mit der

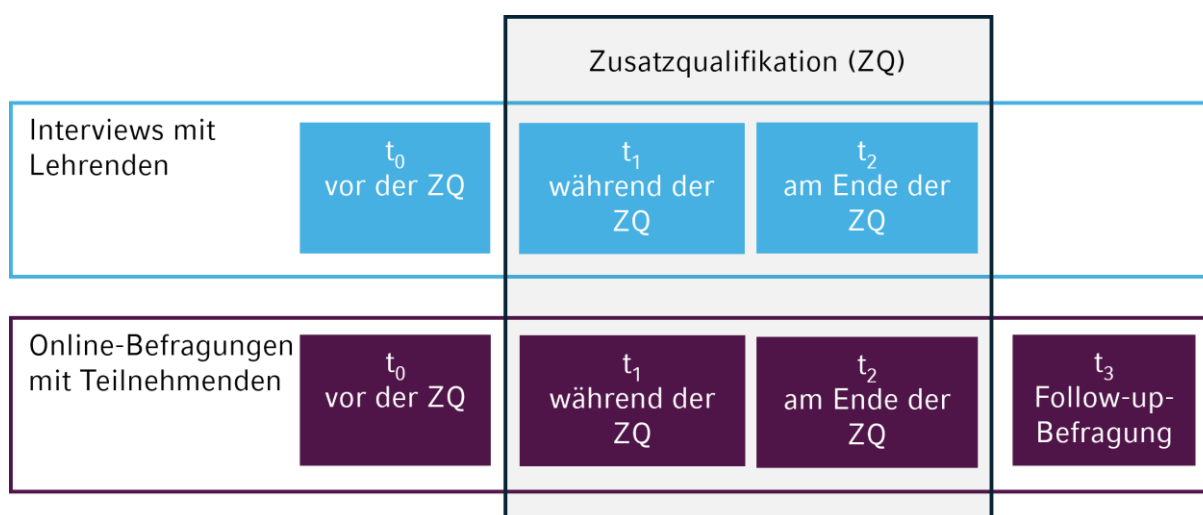
¹ H5P-Quizze sind interaktive, browserbasierte Quizmodule, die mit der Open-Source-Software H5P erstellt werden. Sie ermöglichen die Integration verschiedener Fragetypen (z. B. Multiple Choice, Drag-and-Drop, Lückentexte) in Lernplattformen wie Moodle, um Lerninhalte ansprechend und interaktiv zu gestalten.

Lernsoftware und Präsenz-/Live-Online-Treffen kombinierte. Durch die primäre Verortung an Berufsschulen stehen die KI-Inhalte Auszubildenden aus allen Betrieben und Unternehmen offen und nicht wie bei der primären Verortung in Betrieben nur Auszubildenden, deren Betriebe bereits sehr KI-affin sind und Kapazitäten haben, diese Inhalte zusätzlich zu vermitteln.

2.2 Evaluationsdesign

Die ZQ wurde einer formativen Evaluation unterzogen, die auf einem methodisch fundierten, mehrstufigen Ansatz basierte und sowohl quantitative als auch qualitative Methoden einbezog (siehe Abb. 2). Das Evaluationskonzept bestand aus drei Säulen und sah vor, Auszubildende, Lehrende und Expert:innen des Projektbeirats zu mehreren Zeitpunkten zu befragen, um die Effektivität und Qualität der Maßnahmen zu erfassen, zu diskutieren und Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

Abbildung 2 Evaluationsdesign



2.3 Erhebungsinstrumente

Für die Befragung der **Auszubildenden** wurden standardisierte Online-Fragebögen vor (t_0), während (t_1), am Ende (t_2) und vier bis sechs Wochen nach der Maßnahme (t_3) eingesetzt, um die Bildungsangebote im Rahmen der formativen Evaluation kontinuierlich weiterzuentwickeln. Zu Beginn der ZQ (t_0) wurden demografische Daten sowie die Erwartungen, das Interesse und das Vorwissen der Teilnehmenden erfasst. Die t_1 -Befragung zielte darauf ab, erste Rückmeldungen zur Zufriedenheit mit dem Lernmaterial, der Lernsoftware und den didaktischen Methoden zu sammeln. Am Ende der ZQ (t_2) standen der Lernerfolg und die Gesamteinschätzung der ZQ im Mittelpunkt. Die letzte Erhebung (t_3) fokussierte sich erneut auf den Lernerfolg sowie den Transfer des Gelernten in die Praxis.

Die erfassten Inhalte und die dafür verwendeten Skalen bei den Befragungen der Auszubildenden sind im Folgenden detailliert für jeden Erhebungszeitpunkt aufgelistet:

t_0 -Befragung (Ausfülldauer ca. 20 Minuten)

- Gründe für die Teilnahme an der Weiterbildungsmaßnahme (in Anlehnung an das Erhebungsinstrument des Adult Education Survey (AES), BMBF, 2020)

- Wichtigkeit und Relevanz von KI-Kenntnissen (in Anlehnung an die Erhebungsinstrumente Praktische Relevanz der Mathematik, Baumert, 2019; Thematisches Interesse: PISA, Baumert et al., 2012; Interesse (an Mathematik) Buff et al., 2013, Ramm et al., 2006; Wichtigkeit naturwissenschaftlicher Kenntnisse für das Berufsleben, Prenzel et al., 2016; Interessantheit und Relevanz des Fachlehrstoffs, Ditton et al., 2013)
- Interesse an KI-Themenbereichen (eigene Konzeption)
- KI-Themen im Ausbildungsplan (eigene Konzeption)
- Vorwissen in KI-Themenbereichen (eigene Konzeption)
- Kenntnisse in digitalen Anwendungen für berufliche und Ausbildungszwecke (eigene Konzeption)
- Tägliche Nutzung von digitalen Anwendungen (eigene Konzeption)
- Erfahrung mit digitalen Lernangeboten (in Anlehnung an das Erhebungsinstrument Monitor Digitale Bildung, Schmid et al., 2016)
- Erwartungen von der Lernsoftware für Lernunterstützung – Art von Inhalten (eigene Konzeption)
- Erwartungen von der Lernsoftware für Lernunterstützung – Funktionen (eigene Konzeption)
- Verfügbare Endgeräte für Lernzwecke (in Anlehnung an das Erhebungsinstrument ICT Familiarity Questionnaire for PISA, 2018, OECD, 2019)
- Bevorzugte Endgeräte für Zugriff auf die Software (eigene Konzeption)

t₁-Befragung (Ausfülldauer ca. 10 Minuten)

- Zufriedenheit mit dem Lernmaterial, der Lernsoftware, Moodle, dem didaktischen Format (in Anlehnung an das Erhebungsinstrument zur Evaluation der Veranstaltung E-Learning in der Urologie, Schneider, 2017)
- Zufriedenheit mit dem Umgang mit Fragen (eigene Konzeption)

t₂-Befragung (Ausfülldauer ca. 17 Minuten)

- Lernerfolg (eigene Konzeption)
- Lernunterstützung (eigene Konzeption)
- Intrinsische Motivation (in Anlehnung an Wilde et al., 2009)
- Bewertung der anderen Teilnehmenden des Kurses (eigene Konzeption)
- Kommunikationswege mit anderen Teilnehmenden während der Onlineselbstlernphasen (eigene Konzeption)
- Evaluation der Veranstaltung (in Anlehnung an das Erhebungsinstrument Münsteraner Fragebogen zur Evaluation von Seminaren, Thielsch & Hirschfeld, 2010 und Münsteraner Fragebogen zur Evaluation - Zusatzmodul computergestützte Lehre, Thielsch & Stegemöller, 2010)

- Verwendung zusätzlicher Lernmaterialien (eigene Konzeption)

t₃-Befragung (Ausfülldauer ca. 8 Minuten)

- Lernerfolg (eigene Konzeption)
- Anwendungsorientierte Gestaltung der Zusatzqualifikation – Trainingsdesign (in Anlehnung an das Erhebungsinstrument Lerntransferbedingungen im Kontext der hochschuldidaktischen Weiterbildung, Beuße & Hartz, 2021)
- Anwendungsorientierte Gestaltung der Zusatzqualifikation II – Selbstwirksamkeitserwartung (in Anlehnung an das Erhebungsinstrument Lerntransferbedingungen im Kontext der hochschuldidaktischen Weiterbildung, Beuße & Hartz, 2021)
- Transfererfolg – Transferorientierung, Transfermotivation, Einstellungsbezogene Transferunterstützung des Vorgesetzten, Handlungsorientierte Transferunterstützung des Vorgesetzten, Transferklima im Team, Transferkapazität der Situation (in Anlehnung an das Erhebungsinstrument Lerntransferbedingungen im Kontext der hochschuldidaktischen Weiterbildung, Beuße & Hartz, 2021 und in Anlehnung an den Transferfragebogen, Hofmann, 2017)
- Transfererfolg – Behavior (Application to Practice), Personal Outcome (in Anlehnung an den Q4TE-Fragebogen, Grohmann & Kauffeld, 2013)
- Abschlussnote der Zusatzqualifikation (eigene Konzeption)

Die **Lehrkräfte**, die die ZQ unterrichteten, wurden im Rahmen halbstrukturierter Interviews befragt. Zu diesem Zweck wurde für jeden Erhebungszeitpunkt jeweils ein Interviewleitfaden entwickelt, um eine systematische Erhebung und Analyse der Daten zu gewährleisten.

Erhebungszeitpunkt t₀ (vor der ZQ):

Vor Beginn der ZQ lag der Fokus darauf, die Erwartungen der Lehrkräfte an die ZQ, die Lernsoftware und die didaktische Gestaltung zu erfassen. Dabei wurden sowohl antizipierte Herausforderungen als auch der erwartete Nutzen der ZQ für die Lehrkräfte selbst und ihre Auszubildenden thematisiert. Beispielhafte Fragen zu diesem Zeitpunkt lauteten:

- Welchen Nutzen sehen Sie mit der ZQ verbunden (für sich/für Ihre Auszubildenden)?
- Welchen Nutzen bzw. welche Herausforderungen sehen Sie mit dem Einsatz der Lernsoftware in der ZQ verbunden?

Erhebungszeitpunkt t₁ (während der ZQ):

Die Interviews zum Zeitpunkt t₁ zielten darauf ab, die bisherige Zufriedenheit sowie erste Verbesserungsvorschläge zu erfassen. Zentrale Fragen waren beispielsweise:

- Gab es bisher in der ZQ Situationen, die herausfordernd oder schwierig waren (für Sie/für Ihre Auszubildenden)?
- Welche Erfahrungen haben Sie bisher mit der Lernsoftware gemacht?

Erhebungszeitpunkt t₂ (am Ende der ZQ):

In den abschließenden Interviews wurden anhaltende Herausforderungen und Verbesserungspotenziale identifiziert. Zusätzlich wurde die Lernsoftware sowie der Lern- und Transfererfolg der Auszubildenden diskutiert. Fragen wie

- Was würden Sie das nächste Mal wieder genauso und was würden Sie anders umsetzen (und warum?)?
- Können Sie eine Einschätzung darüber machen, was die Auszubildenden aus der ZQ mitnehmen?

dienten dazu, eine kritische und reflektierende Auseinandersetzung mit der ZQ zu fördern.

Zu Beginn der Maßnahme wurde mit den **Mitgliedern des Projektbeirats** eine Bedarfsanalyse durchgeführt. Diese befasste sich mit den allgemeinen Auswirkungen von KI auf die berufliche Bildung sowie den Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung der Fortbildungen auf DQR-Niveau 5 und 6. Da der Schwerpunkt der Bedarfsanalyse auf diesen Fortbildungen lag, werden die Ergebnisse hier nicht berichtet. Während und nach Abschluss der Maßnahme (t₁ und t₂) wurden die Ergebnisse der Auszubildenden- und Lehrkräfteevaluation dem Projektbeirat vorgestellt und diskutiert.

3. Stichprobenbeschreibung

3.1 Grundlegende Beteiligung

Die erste Erhebungswelle der ZQ im Schuljahr 2022/2023 umfasste vier Kurse an Berufsschulen und eine Inhouse-Schulung in einem Unternehmen, die jeweils knapp ein Schuljahr dauerten. Die zweite Erhebungswelle im Schuljahr 2023/2024 umfasste neben den fünf Kursen, die bereits im Vorjahr durchgeführt wurden, auch vier zusätzliche Kurse an verschiedenen Berufsschulen und einen IHK-Zertifikatslehrgang. Im zweiten Durchgang variierte die Dauer der Kurse von ca. einem halben bis zu knapp einem Schuljahr.

Die Auszubildenden wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten befragt und haben mindestens einen der vier Fragebögen zu den jeweiligen Erhebungszeitpunkten ausgefüllt. Eine detaillierte Übersicht der Teilnehmezahlen ist in Tabelle 1 dargestellt. Um eine Verknüpfung der Ergebnisse zwischen den einzelnen Erhebungszeitpunkten zu ermöglichen, wurde zu Beginn jeder Befragung ein persönlicher Code erfasst.

Die Teilnahmebereitschaft zeigte einen deutlichen Rückgang im Verlauf der ZQ. Während zu Beginn der ZQ (Zeitpunkt t_0) die Beteiligung besonders hoch war und auch zu Zeitpunkt t_1 noch viele Teilnehmende mitwirkten, nahm die Teilnahme an den Befragungen ab Erhebungszeitpunkt t_2 deutlich ab. Diese Abnahme setzte sich bis zur Follow-up-Befragung (t_3) fort, bei der vergleichsweise nur noch sehr wenige Teilnehmende vertreten waren. Für den Zeitpunkt t_3 ist eine mögliche Erklärung des Rückgangs, dass die Auszubildenden den ZQ-Kurs bereits abgeschlossen haben und die Lehrkräfte, über die der Versand des Zugangslink erfolgte, die Auszubildenden nicht mehr erreichen konnten, da diese bereits die Berufsschule aufgrund ihres Abschlusses verlassen hatten.

Insgesamt ist eine solche Abnahme der Teilnehmezahlen bei Befragungen mit mehreren Erhebungszeitpunkten üblich. Mögliche Gründe könnten in der zunehmenden zeitlichen Belastung der Auszubildenden liegen, die neben der ZQ weiterhin berufliche und schulische Verpflichtungen hatten. Zudem könnte die anfängliche Motivation, die Befragungen auszufüllen, mit der Zeit nachgelassen haben. Neben diesen Punkten könnte auch eine Rolle gespielt haben, dass die Auszubildenden nicht direkt, sondern über die Lehrkräfte mit Links über die Fragebögen informiert wurden. Auch hier kann ein gewisser Ermüdungseffekt bei den Lehrkräften zur Information und Erinnerung der Auszubildenden eingesetzt haben.

Tabelle 1 Anzahl der Teilnehmenden an vier Erhebungszeitpunkten

	Erste Erhebungswelle	Zweite Erhebungswelle
Erhebungszeitpunkt t_0	47	175
Erhebungszeitpunkt t_1	45	131
Erhebungszeitpunkt t_2	30	105
Erhebungszeitpunkt t_3	14	59

3.2 Stichprobe der Auszubildendenevaluation

An der Befragung zum Zeitpunkt t_0 , bei der die soziodemographischen Daten erhoben wurden (siehe Tab. 2), nahmen nach Bereinigung der Daten $N = 222$ Auszubildende teil. In der ersten Erhebungswelle ($n = 47$) lag das Durchschnittsalter der Teilnehmenden bei 20.7 Jahren ($SD = 4.42$), wobei die Mehrheit der Befragten zwischen 17 und 21 Jahre alt war (85.1%). Die Altersverteilung reichte von 17 bis 42 Jahren.

Tabelle 2 Soziodemographische Angaben der Auszubildenden (Zeitpunkt t_0)

Soziodemografische Daten		1. Welle		2. Welle		Gesamtstichprobe	
		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Alter	< 19	11	23.4	33	19.1	44	20.0
	19-21	29	61.6	75	43.4	104	47.3
	22-28	4	8.5	54	31.3	58	26.4
	> 28	3	6.3	11	4.7	14	6.8
Geschlecht	weiblich	5	10.6	38	21.7	43	19.4
	männlich	42	89.4	135	77.1	177	79.7
	divers			2	1.1	2	0.9
Abschluss*	HS			5	2.9	5	2.3
	RS	13	27.7	51	29.1	64	28.8
	FOR	9	19.1	37	21.1	46	20.7
	HR	23	48.9	80	45.7	103	46.4
	o.A.			1	0.6	1	0.5
	SON	2	4.3	1	0.6	3	1.4
Lehrjahr	erstes	5	10.6	18	10.3	23	10.4
	zweites	21	44.7	136	77.7	157	70.7
	drittes	19	40.4	21	12.0	40	18.0
	viertes	2	4.3			2	0.9
Branche	Industrie	33	71.7	101	58.0	134	60.9
	Groß- und Außenhandel	2	4.3	8	4.6	10	4.5
	Einzelhandel			3	1.7	3	1.4
	Verkehr/Logistik	2	4.3	6	3.4	8	3.6
	Bauwirtschaft			1	0.6	1	0.5
	Banken und Finanzen			3	1.7	3	1.4
	Unternehmensberatung			3	1.7	3	1.4
	Information, Kommunikation, Software			23	13.2	23	10.5
	Sonstige Dienstleistungen	9	19.6	26	14.9	35	15.9
Anzahl MA	1-9 Mitarbeitende	1	2.2	5	2.9	6	2.7
	10-49 Mitarbeitende			13	7.5	13	5.9
	50-249 Mitarbeitende	3	6.5	34	19.5	37	16.8
	250-499 Mitarbeitende			13	7.5	13	5.9
	> 500 Mitarbeitende	42	91.3	109	62.6	151	68.6

Anmerkung: * HS = Hauptschulabschluss/Volksschulabschluss, RS = Realschulabschluss/Mittlere Reife, FOR = Fachoberschulreife/Abschluss an einer Fachoberschule, HR = Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife/Abitur, o.A. = ohne Abschluss/von der Schule abgegangen, SON = sonstiger Schulabschluss

In der zweiten Erhebungswelle betrug die Stichprobengröße $n = 175$. Das Durchschnittsalter lag hier mit 21.8 Jahren etwas höher als in der ersten Welle ($SD = 4.8$, $n = 173$). Die Altersverteilung war breiter gestreut, mit Teilnehmenden im Alter von 16 bis 47 Jahren. Die Altersgruppen der 17- bis 21-Jährigen war mit 62.5% im Vergleich mit der ersten Erhebungswelle weniger stark, aber dennoch am häufigsten vertreten. In der Gesamtstichprobe ($N = 220$) lag das Durchschnittsalter bei 21.5 Jahren ($SD = 4.72$). Die Teilnehmenden setzten sich zu 79.7% aus Männern, zu 19.4% aus Frauen und zu 0.9% aus Personen zusammen, die sich als divers identifizierten. Der häufigste

Schulabschluss in der Gesamtstichprobe war das Abitur oder eine allgemeine bzw. fachgebundene Hochschulreife (siehe Tab. 3). 28.8% hatten einen Realschulabschluss, 20.7% einen Abschluss an einer Fachoberschule, 46.4% ein Abitur, 2.3% einen Hauptabschluss, 1.4% einen anderen Abschluss und eine Person verließ die Schule ohne einen Abschluss (0.5%).

Das Ausbildungsjahr, in dem sich die befragten Auszubildenden bei der Teilnahme der ZQ befunden haben, zeigte Unterschiede zwischen den beiden Erhebungswellen. In der ersten Welle befanden sich die meisten Auszubildenden im zweiten (44.7%) oder dritten Ausbildungsjahr (40.4%), während in der zweiten Erhebungswelle der Großteil der Befragten (77.7%) im zweiten Ausbildungsjahr war. Bezogen auf die Gesamtstichprobe ($N = 220$) waren die meisten Auszubildenden im zweiten Lehrjahr (70.7%), 18% im dritten Ausbildungsjahr, 10.4% im ersten und 0.9% im vierten Lehrjahr.

In der ersten Erhebungswelle waren 71.7% der Auszubildenden in der Industrie beschäftigt, was den Großteil der Stichprobe ausmachte. Dieser Anteil war in der zweiten Welle etwas geringer, blieb jedoch mit 58.0% immer noch am Höchsten. In der Gesamtstichprobe stellten Auszubildende aus der Industrie 60.9% der Teilnehmenden dar. Weitere Sektoren waren vertreten, darunter sonstige Dienstleistungen mit 15.9% sowie Information, Kommunikation und Software mit 10.5%. Andere Branchen waren deutlich weniger repräsentiert: Groß- und Außenhandel (4.5%), Verkehr und Logistik (3.6%), Einzelhandel (1.4%), Banken und Finanzen (1.4%), Unternehmensberatung (1.4%) und die Bauwirtschaft (0.5%).

Die Mehrheit der Auszubildenden in der ersten Erhebungswelle kam aus großen Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitenden (91.3%). Dieser Anteil war in der zweiten Welle geringer, jedoch immer noch dominant bei 62.6%. In der Gesamtstichprobe waren 68.6% der Befragten in Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitenden beschäftigt. Kleine Unternehmen mit 1-9 Mitarbeitenden stellten nur 2.7% in der Gesamtstichprobe. Unternehmen mit 50-249 Mitarbeitenden waren in der Gesamtstichprobe mit 16.8% vertreten. Unternehmen mit 10-49 und 250-499 Mitarbeitenden machten in der Gesamtstichprobe jeweils 5.9% aus.

Die Verteilung der Ausbildungsberufe zeigt, dass in der Gesamtstichprobe die Berufe Mechatroniker/-in (25.2%), Fachinformatiker/-in (16.2%) und Kaufmann/-frau für IT-System-Management (14.4%) dominierten (siehe Tab. 3).

Tabelle 3 Ausbildungsgänge der Teilnehmenden (Zeitpunkt t_0)

Ausbildungsgang	1. Welle		2. Welle		Gesamtstichprobe	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Anlagenmechaniker:in	1	2.1			1	0.5
Elektroniker:in für Automatisierungstechnik	1	2.1	3	1.7	4	1.8
Elektroniker:in für Betriebstechnik	5	10.6	2	1.1	7	3.2
Elektroniker:in für Geräte und Systeme	6	12.8	2	1.1	8	3.6
Elektroniker:in für Informations- und Systemtechnik			1	0.6	1	0.5
Fachinformatiker:in	6	12.8	30	17.1	36	16.2
Fachkraft für Lagerlogistik			1	0.6	1	0.5
Industriekaufmann:frau	2	4.3	13	7.4	15	6.8
Industriemechaniker:in	5	10.6	3	1.7	8	3.6
IT-System-Elektroniker:in	4	8.5			4	1.8
Kaufmann:frau für Büromanagement			12	6.9	12	5.4
Kaufmann:frau für Digitalisierungsmanagement	2	4.3	14	8.0	16	7.2
Kaufmann:frau für Groß- und Außenhandelsmanagement			7	4.0	7	3.2
Kaufmann:frau für IT-System-Management			32	18.3	32	14.4
Kaufmann:frau im Einzelhandel			3	1.7	3	1.4
Kraftfahrzeugmechatroniker:in			5	2.9	5	2.3
Mechatroniker:in	15	31.9	41	23.4	56	25.2
Mediengestalter:in in Bild und Ton			1	0.6	1	0.5
Mikrotechnologe:in			1	0.6	1	0.5
Personaldienstleistungskaufmann:frau			1	0.6	1	0.5
Technische:r Systemplaner:in			1	0.6	1	0.5
Zerspanungsmechaniker:in			2	1.1	2	0.9

3.3 Stichprobe der Lehrkräfteevaluation

Im Rahmen der Lehrkräfteevaluation wurde von jeder teilnehmenden Berufsschule eine Lehrkraft, die die ZQ zum ersten Mal unterrichtet, für die Befragungen mit Interviews rekrutiert, sodass insgesamt acht Lehrpersonen an der Evaluation teilnahmen. Die Befragungsgruppe bestand aus zwei weiblichen und sechs männlichen Lehrkräften, die entweder an kaufmännischen oder gewerblich-technischen Berufsschulen unterrichteten. Aus Datenschutzgründen wurden keine weiteren demografischen Daten erhoben. Die Interviews wurden online über Zoom durchgeführt und dauerten jeweils zwischen 30 und 60 Minuten. Die Gespräche wurden mit dem Einverständnis der Lehrkräfte mithilfe der Aufzeichnungsfunktion von Zoom aufgenommen und anschließend mithilfe von Amberscript transkribiert. Von allen acht befragten Lehrkräften liegt Interviewmaterial zu allen drei Erhebungszeitpunkten vor.

4. Zentrale Erkenntnisse der Auszubildendenevaluation

4.1 Teilnahmemotivation

Zum Evaluationszeitpunkt t_0 ($n = 218$) wurden die Auszubildenden nach ihren Teilnahme­gründen befragt. Den Ergebnissen zufolge spielten inhaltliche, berufliche, alltagsbezo­gene und qualifizierungsbezogene Gründe eine wesentliche Rolle bei der Entscheidung zur Teilnahme (siehe Tab. 4, Gründe 1-4). Darüber hinaus zeigten auch die bessere Aus­sicht auf einen Arbeitsplatz und das bessere Ausüben der beruflichen Tätigkeit (Gründe 5 und 6) hohe Zustimmungswerte, was darauf hindeutet, dass die Teilnehmenden überwie­gend aus beruflichen Motiven an der Qualifikation teilnahmen. Die hohen Zustimmungs­werte bei Teilnahmegrund 7 verdeutlichen, dass soziale Aspekte ebenfalls eine Rolle bei der Entscheidungsfindung spielten. Im Gegensatz dazu stellten organisatorische bzw. technische Veränderungen sowie Aufforderungen durch Vorgesetzte für die Mehrheit der Befragten keine wesentlichen Motivationen dar.

Tabelle 4 Zustimmung zu unterschiedlichen Teilnahme­gründen ($n = 218$)

Ich nehme teil, ...	Zustimmung in Prozent
1. um mein Wissen/meine Fähigkeiten zu einem Thema zu erweitern, das mich interessiert.	88.1
2. um meine beruflichen Chancen zu verbessern.	86.2
3. um Kenntnisse/Fähigkeiten zu erwerben, die ich (auch) im Alltag nutzen kann.	79.8
4. um ein Zertifikat zu erwerben.	78.9
5. um meine Aussichten auf einen Arbeitsplatz zu verbessern.	71.6
6. um meine berufliche Tätigkeit besser ausüben zu können.	59.6
7. um Leute kennen zu lernen und Spaß zu haben.	40.8
8. wegen organisatorischer bzw. technischer Veränderungen in mei- nem Ausbildungsberuf.	33.5
9. weil mich meine Vorgesetzten dazu aufgefordert haben.	20.6

Neben den vorgegebenen Auswahlmöglichkeiten konnten die Auszubildenden auch eigene Gründe für ihre Teilnahme an der ZQ angeben ($n = 18$). Viele betonten ihr Interesse an der Thematik und den Wunsch, mit den Entwicklungen im Bereich der KI Schritt zu halten. Weitere genannte Gründe waren das Streben nach neuen Herausforderungen, die Neugier auf neue Lerninhalte und der Wunsch, zukünftige KI-Projekte umzusetzen. Einige Auszu­bildende sahen die ZQ als sinnvolle Ergänzung zum regulären Berufsschulunterricht, wäh­rend andere philosophische Überlegungen zur zukünftigen Rolle der KI äußerten.

4.2 Wichtigkeit und Relevanz von Kenntnissen in der Künstlichen Intelli­genz

Tabelle 5 kann entnommen werden, dass die Auszubildenden ($n = 218$) zum Zeitpunkt t_0 der Bedeutung von KI-Kenntnissen eine hohe Bedeutung beimessen. Die höchsten Mittel­werte entfallen auf die persönliche Nützlichkeit von KI-Wissen ($M = 3.54$, $SD = 0.55$) und den Vorteil von KI-Kenntnissen auf dem Arbeitsmarkt ($M = 3.48$, $SD = 0.62$). Auch die

praktische Anwendbarkeit von KI und deren Bedeutung für die Lösung alltäglicher Aufgaben wurden als relevant eingestuft ($M = 3.40$, $SD = 0.67$ bzw. $M = 3.27$, $SD = 0.72$).

Während die Auszubildenden die Bedeutung von KI-Kenntnissen für die Gesellschaft und für sich selbst ebenfalls positiv bewerteten ($M = 3.33$, $SD = 0.60$ bzw. $M = 3.30$, $SD = 0.71$), waren sie bei der Relevanz von KI für ihr zukünftiges Berufsleben und die Einschätzung, dass Arbeitgeber:innen solche Kenntnisse schätzen, etwas zurückhaltender ($M = 3.15$, $SD = 0.75$ bzw. $M = 3.11$, $SD = 0.64$). Deutlich niedriger bewerteten die Befragten die Notwendigkeit von KI-Kenntnissen in den meisten Berufen ($M = 2.41$, $SD = 0.80$) und deren Rolle für den Erhalt eines guten Jobs ($M = 2.30$, $SD = 0.81$). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Auszubildenden die Notwendigkeit von KI-Kenntnissen für die Mehrheit der Berufe und deren entscheidende Rolle für eine erfolgreiche Karriere als gering einschätzten, was möglicherweise auf ein mangelndes Bewusstsein für die Relevanz von KI in verschiedenen Berufsfeldern hinweist. Das geringste Ergebnis zeigt, dass den Auszubildenden KI nicht gleichgültig ist ($M = 1.48$, $SD = 0.59$), was auf ein hohes allgemeines Interesse an der Thematik hinweist.

Tabelle 5 Mittelwerte der Skalen zu Wichtigkeit und Relevanz von Kenntnissen in der Künstlichen Intelligenz, ($n = 218$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Wissen über KI kann für mich sehr nützlich sein.	3.54*	0.55*
2. Es ist auf dem Arbeitsmarkt von Vorteil, gute KI-Kenntnisse und Fähigkeiten zu haben.	3.48*	0.62*
3. Viele Aspekte von KI haben einen praktischen Nutzen oder einen direkten Anwendungsbezug.	3.40	0.67
4. Wissen über KI zu haben, finde ich persönlich sehr wichtig.	3.33*	0.60*
5. KI besitzt hohe gesellschaftliche Relevanz, da sie eine große Anwendbarkeit in der Praxis hat.	3.30	0.71
6. KI hilft, alltägliche Aufgaben und Probleme zu lösen.	3.27	0.72
7. Kenntnisse in KI sind für mein späteres Berufsleben wichtig.	3.15	0.75
8. Arbeitgeber schätzen im Allgemeinen KI-Kenntnisse und Fertigkeiten bei ihren Mitarbeitern.	3.11*	0.64*
9. Heutzutage erfordern die meisten Berufe einige KI-Kenntnisse und Fähigkeiten.	2.41*	0.80*
10. Es ist wichtig, über gute KI-Kenntnisse und Fertigkeiten zu verfügen, um in der heutigen Welt überhaupt einen guten Job zu bekommen.	2.30*	0.81*
11. Wenn ich ehrlich bin, ist mir KI gleichgültig.	1.48*	0.59*

Anmerkung: * $n = 46$ – diese Fragen wurden nur bei der ersten Erhebungswelle gestellt, Antwortformat der Fragen 3, 5, 6, 7: 1 (trifft gar nicht zu) bis 4 (trifft voll und ganz zu), Antwortformat der Fragen 1, 2, 4, 8, 9, 10, 11: 1 (stimme gar nicht zu) bis 4 (stimme voll und ganz zu), *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

4.3 Interesse an Themenbereiche der Künstlichen Intelligenz

Bei der Vorabbefragung ($n = 218$) zeigt sich, dass die Befragten an Maschinellem Lernen (70.6%) und an Anwendungsbeispielen (67.4%) das größte Interesse haben, gefolgt von Programmierung (61.9%) und potenzielle Anwendungsbereiche (59.6%) (siehe Tab. 6). An den Themen Umgang mit Daten, Grundbegriffe der KI, ethischen Fragestellungen und Grundkenntnisse in der Datenanalyse haben jeweils etwa die Hälfte der Befragten

Interesse. Nur 9.2% der Teilnehmenden äußerten Interesse an anderen Themen, während lediglich 1.8% der Auszubildenden angaben, an keinem der genannten Themen interessiert zu sein.

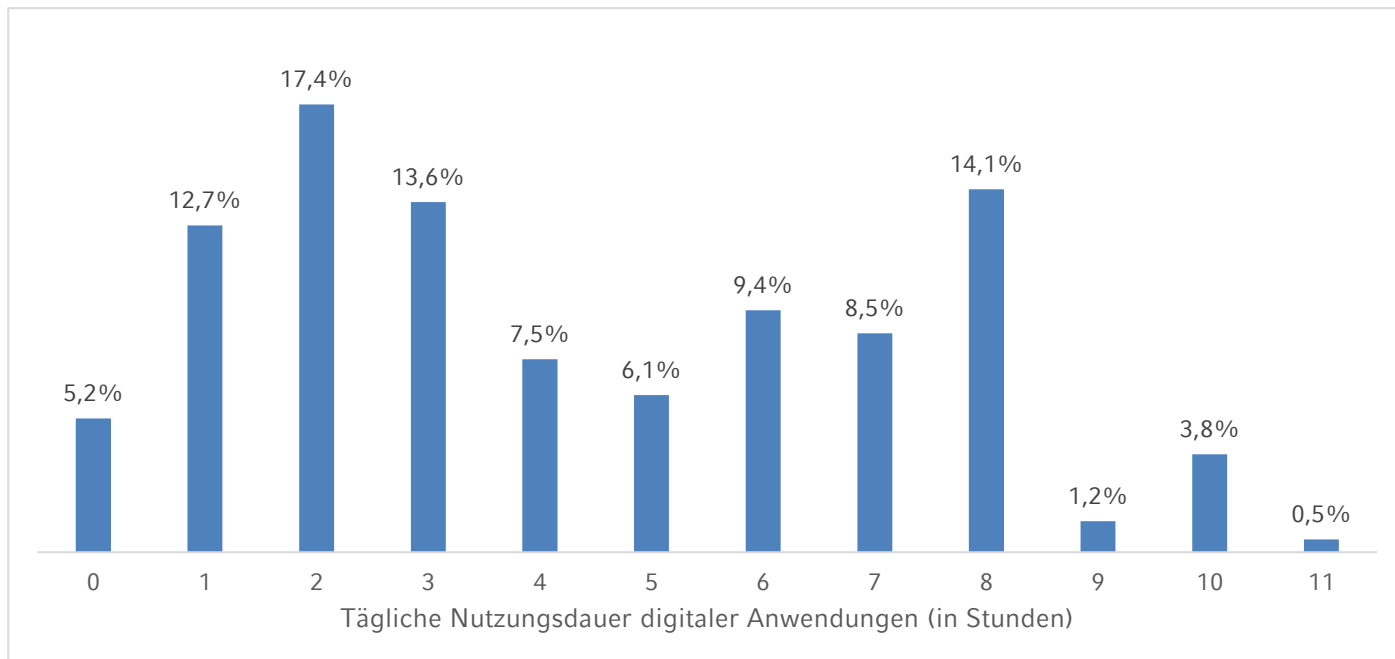
Diese Ergebnisse zeigen ein breites Interesse der Befragten an verschiedenen Aspekten der KI, wobei insbesondere technische und praktische Anwendungen im Vordergrund stehen. Trotz des großen Interesses an KI-Themen gaben lediglich 16.5% der Auszubildenden an, dass KI-Inhalte bereits in ihren Ausbildungsplänen verankert sind. Die Mehrheit der Auszubildenden (63.7%) berichtete, dass KI-Themen noch nicht integriert wurden, während sich 19.7% über die Integration dieser Themen unsicher waren.

Tabelle 6 Zustimmung zum Interesse an Themenbereichen der Künstlichen Intelligenz ($n = 218$)

	Zustimmung in Prozent
1. Maschinelles Lernen	70.6
2. Anwendungsbeispiele	67.4
3. Programmierung	61.9
4. (potentielle) Anwendungsbereiche	59.6
5. Umgang mit Daten	52.8
6. Grundbegriffe der KI	51.8
7. Chancen, Herausforderungen und ethische Fragen der KI	51.8
8. Grundlagen der Datenanalyse	45.0
9. andere Themenbereiche	9.2
10. keines der genannten Themen	1.8

4.4 Vorerfahrungen mit digitalem Lernen

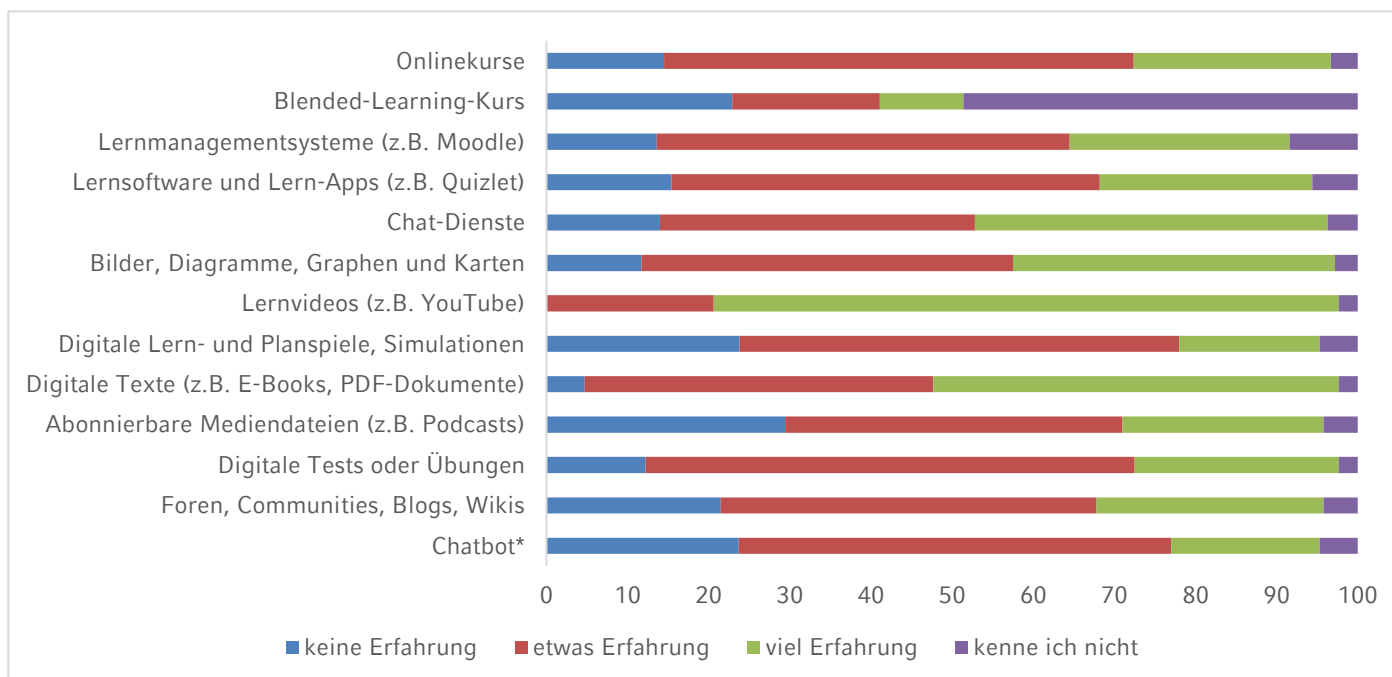
Die Auszubildenden wurden zum Zeitpunkt t_0 ($n = 213$) nach ihrer täglichen Nutzungsdauer von digitalen Anwendungen für berufliche und Ausbildungszwecke befragt ($M = 4.33$, $SD = 2.86$). Abbildung 3 zeigt, dass die meisten Teilnehmenden zwischen ein und acht Stunden täglich mit digitalen Anwendungen verbringen. Ein kleinerer Anteil verbringt täglich mehr als acht Stunden mit digitalen Anwendungen, während 5,2% angaben, diese überhaupt nicht zu nutzen. Im Durchschnitt schätzten die Auszubildenden ($n = 214$) ihre Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Anwendungen als gut ein ($M = 2.83$, $SD = 0.67$; Antwortskala: 1 = gar nicht, 4 = sehr gut), während ein kleiner Anteil (23.4%) seine Kenntnisse als verbesserungswürdig einstufte.

Abbildung 3 Verteilung der Stundenzahl zur täglichen Nutzung von digitalen Anwendungen in Prozent ($n = 213$)

Die Auszubildenden ($n = 214$) wurden vor der Teilnahme an der ZQ auch nach ihren Erfahrungen mit verschiedenen digitalen Lernangeboten befragt. Die Ergebnisse zeigen unterschiedliche Erfahrungsniveaus der Teilnehmenden (siehe Abb. 4).

Lernvideos (z.B. YouTube) sind das bisher am häufigsten genutzte digitale Lernangebot der Auszubildenden, da mehr als 70.0% der Befragten viel Erfahrung damit angaben. Auch mit digitalen Texten (z.B. E-Books, PDF-Dokumente) haben 50.0% der Auszubildenden bereits viel Erfahrung. Weiterhin haben 39.7% der Teilnehmenden viel Erfahrung mit Bildern, Diagrammen, Graphen und Karten. Lernmanagementsysteme (z.B. Moodle) waren ebenfalls unter den Auszubildenden bekannt: Knapp 27% der Befragten haben viel Erfahrung damit. Weniger Erfahrung haben die Auszubildenden mit digitalen Lern- und Planspielen sowie Simulationen. Lediglich 17.3% gaben an, viel Erfahrung mit diesen Formaten zu haben, während über 70.0% wenig bis keine Erfahrung besitzen. Ähnlich verhält es sich mit Chatbots ($n = 169$), bei denen 77.0% der Befragten angaben, wenig bis keine Erfahrung zu haben. Blended-Learning-Kurse sind das am wenigsten bekannte Format: Fast die Hälfte der Teilnehmenden (48,6%) gab an, mit diesem Format nicht vertraut zu sein.

Zusammengefasst haben Auszubildende mit Lernvideos und digitalen Texten die meisten Erfahrungen gesammelt, während digitale Lern- und Planspiele, Simulationen, Chatbots und Blended-Learning-Kurse weniger verbreitet und bekannt sind.

Abbildung 4 Verteilung der Erfahrungen mit digitalen Lernangeboten in Prozent ($n = 214$)

Anmerkung: * $n = 169$

4.5 Digitale Endgeräte für Lernzwecke

In der t_0 -Befragung wurde auch die Verfügbarkeit von Endgeräten für Lernzwecke bei den Auszubildenden untersucht ($n = 213$). Es zeigte sich, dass Smartphones mit 92.0% am häufigsten verfügbaren Geräte waren, gefolgt von Laptops mit 84.5%. Tablets und Desktops waren mit 59.2% bzw. 58.7% ebenfalls weit verbreitet. Dabei gaben lediglich fünf Auszubildende (2.3%) an über kein klassisches digitales Arbeitsgerät (Laptop, Desktop oder Tablet) zu verfügen.

Zusätzlich wurden die Auszubildenden gefragt, mit welchem Endgerät sie überwiegend auf die Lernsoftware zugreifen werden. Die Mehrheit gab an, Computer oder Laptops nutzen zu wollen (68.0%), während 23.0% Tablets bevorzugen. 9.0% der Befragten wollen überwiegend mit einem Smartphone auf die Lernsoftware zugreifen.

4.6 Vorwissen und Lernerfolg

Tabelle 7 verdeutlicht, dass die teilnehmenden Auszubildenden zum Zeitpunkt t_0 ($n = 218$) nur über sehr grundlegende Kenntnisse in KI verfügen und ihr Vorwissen insgesamt als eher begrenzt einschätzen. Der höchste Mittelwert ($M = 2.43$, $SD = 0.78$) wurde bei Anwendungsbeispielen erzielt, gefolgt von potenziellen Anwendungsbereichen sowie den Chancen, Herausforderungen ($M = 2.34$, $SD = 0.81$) und ethischen Fragen der KI ($M = 2.26$, $SD = 0.83$). Bei diesen Themen gaben die Befragten an ein gewisses Grundwissen zu haben.

Bereiche wie Grundbegriffe der KI, der Umgang mit Daten und Maschinelles Lernen erreichten moderate Mittelwerte, was auf ein grundlegendes Wissen hinweist. Die niedrigsten Mittelwerte wurden in den Bereichen Datenanalyse ($M = 1.88$, $SD = 0.80$) und

Programmierung ($M = 1.68$, $SD = 0.78$) erzielt, was auf besonders geringe Vorkenntnisse in diesen Bereichen hindeutet.

Tabelle 7 Mittelwerte zum Vorwissen in Themenbereichen der Künstlichen Intelligenz ($n = 218$)

	M	SD
1. Anwendungsbeispiele	2.43	0.78
2. (potentielle) Anwendungsbereiche	2.34	0.81
3. Chancen, Herausforderungen und ethische Fragen der KI	2.26	0.83
4. Grundbegriffe der KI	2.16	0.78
5. Umgang mit Daten	2.11	0.79
6. Maschinelles Lernen	2.02	0.77
7. Grundlagen der Datenanalyse	1.88	0.80
8. andere Themenbereiche	1.80	0.73
9. Programmierung	1.68	0.78

Anmerkung: Antwortformat 1 (gar nicht) bis 4 (sehr gut), M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Zum Evaluationszeitpunkt t_0 ($n = 220$) wurden die Auszubildenden gebeten, ihre praktische und schulische Leistung im Vergleich zu anderen Auszubildenden ihres Ausbildungsberufs einzuschätzen: 42.3% bewerteten ihre praktische Leistung als besser, 56.8% als ungefähr gleich gut und 0.9% als schlechter. Bezüglich der schulischen Leistung stuften 43.6% ihre Leistung als besser ein, 54.1% als gleich gut und 2.3% als schlechter im Vergleich zu anderen Auszubildenden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Mehrheit der Auszubildenden ein positives Selbstbild hinsichtlich ihrer praktischen und schulischen Fähigkeiten hat.

Die Evaluation des Lernerfolgs am Ende der ZQ zum Zeitpunkt t_2 ($n = 135$) zeigte eine insgesamt gute Einschätzung der Lernleistung durch die Teilnehmenden ($M = 3.44$, $SD = 0.71$) (siehe Tab. 8). Diese Bewertungen erstreckten sich über alle vier Module der ZQ. Die „Grundbegriffe der künstlichen Intelligenz“ wurden ähnlich bewertet ($M = 3.43$, $SD = 0.79$), was auf ein solides Verständnis der grundlegenden Konzepte hindeutet. Etwas geringer wurde die Leistung im Modul „Chancen, Herausforderungen und ethische Fragen der KI“ eingeschätzt ($M = 3.11$, $SD = 0.87$). Dies könnte darauf hinweisen, dass diese Themen von den Teilnehmenden als anspruchsvoller wahrgenommen wurden. Den höchsten Wert des Lernerfolgs gaben die Teilnehmenden im Modul „Umgang mit Daten“ an ($M = 3.62$, $SD = 0.78$), was auf ein ausgeprägtes Verständnis in diesem Bereich hindeutet. Auch im Modul „Grundbegriffe von Datenanalyse und maschinellem Lernen“ ($M = 3.49$, $SD = 0.82$) bewerteten sich die Auszubildenden als gut. Es scheint, dass die Teilnehmenden die Kernkonzepte der Künstlichen Intelligenz gut nachvollziehen konnten, insbesondere im Bereich „Umgang mit Daten“. Die ethischen Fragestellungen bedürfen jedoch möglicherweise einer vertieften Auseinandersetzung.

Zum Zeitpunkt t_3 , einige Wochen nach der ZQ, wurde der Lernerfolg nochmals erfasst. Die Ergebnisse der Selbsteinschätzung der Teilnehmenden ($n = 73$) zu ihrem langfristigen Lernerfolg im Bereich der KI spiegeln eine insgesamt sehr gute Einschätzung ihrer Fähigkeiten wider (siehe Tab. 8). Die Gesamteinschätzung des Lernerfolgs wurde durchschnittlich als sehr gut angegeben ($M = 3.74$, $SD = 0.71$), was darauf hindeutet, dass die Mehrheit ihre Lernleistung als eher hoch einstuft. Die Teilnehmenden haben insbesondere in den „Grundbegriffen der künstlichen Intelligenz“ ein solides Grundwissen aufgebaut ($M =$

3.67, $SD = 0.73$). Die Bewertungen zu den Themen „Chancen, Herausforderungen und ethische Fragen der KI“ ($M = 3.58$, $SD = 0.90$) fielen auch zu diesem Zeitpunkt etwas geringer aus. Der „Umgang mit Daten“ wurde am besten bewertet ($M = 3.89$, $SD = 0.76$), was zeigt, dass sich die Teilnehmenden in diesem Bereich sicher fühlen und die erlernten Fähigkeiten anwenden können. Auch die „Grundbegriffe von Datenanalyse und maschinellem Lernen“ wurden positiv bewertet ($M = 3.77$, $SD = 0.84$), was auf eine erfolgreiche Vermittlung dieser Konzepte hindeutet.

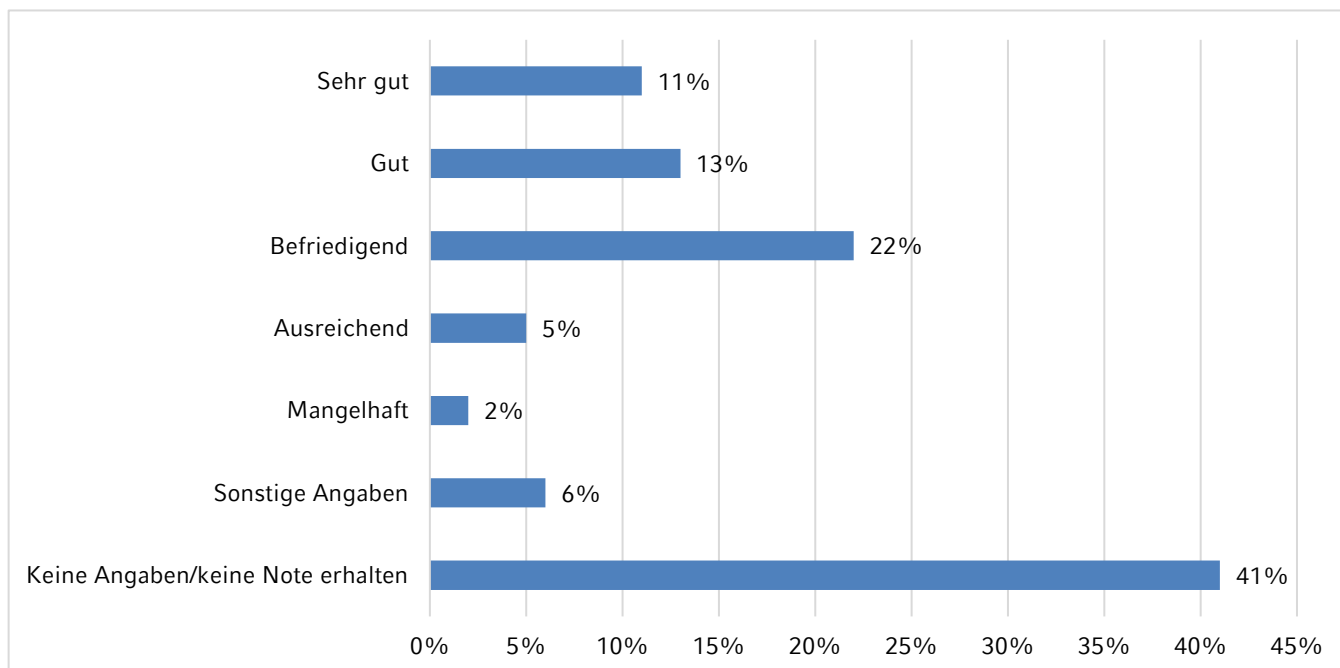
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Teilnehmenden ihre eigene Entwicklung im Bereich der künstlichen Intelligenz als weitgehend positiv bewerten.

Tabelle 8 Mittelwerte des Lernerfolgs ($n_{t_2} = 135$, $n_{t_3} = 73$)

	Zeitpunkt t_2		Zeitpunkt t_3	
	M	SD	M	SD
1. Gesamter Lernerfolg	3.44	0.71	3.74	0.71
2. Grundbegriffe künstlicher Intelligenz	3.43	0.79	3.67	0.73
3. Chancen, Herausforderungen und ethische Fragen der KI	3.11	0.87	3.58	0.90
4. Umgang mit Daten	3.62	0.78	3.89	0.76
5. Grundbegriffe von Datenanalyse und maschinellem Lernen	3.49	0.82	3.77	0.84

Anmerkung: Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu), M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Zum Erhebungszeitpunkt t_3 wurden die Abschlussnoten der Teilnehmenden ($n = 54$) in einem offenen Antwortfeld erfasst, um einen Überblick über die Verteilung ihrer erzielten Leistungen zu gewinnen. Abbildung 5 zeigt, dass 41% der Teilnehmenden entweder keine Note erhalten oder keine Angaben dazu gemacht haben. Die am häufigsten genannte Bewertung war „befriedigend“ (22%), gefolgt von „gut“ (13%) und „sehr gut“ (11%). Die Note „ausreichend“ wurde von 5% der Teilnehmenden erreicht, während „mangelhaft“ (2%) und nicht zuordenbare Angaben wie „0“ (6%) weniger häufig vertreten waren. Diese Verteilung zeigt, dass die meisten Teilnehmenden durchschnittliche bis gute Ergebnisse erzielt haben.

Abbildung 5 Abschlussnote in Prozent ($n = 54$)

Anmerkung: Die dargestellten Kategorien umfassen die folgenden Angaben: **Sehr gut:** 1-1,5 oder textliche Angaben wie „sehr gut“; **Gut:** 2-2,9; **Befriedigend:** 3-3,6; **Ausreichend:** 4; **Mangelhaft:** 5; **Sonstige Angaben:** nicht zuordenbare Einträge (z. B. „0“); **Keine Angaben/keine Note erhalten:** Teilnehmende, die keine Angabe gemacht oder noch keine Note erhalten haben.

4.7 Erwartungen und Zufriedenheit mit dem Lernmaterial

In der Vorabbefragung wurden die Auszubildenden ($n = 214$) gefragt, welche Inhalte sie sich von einer Lernsoftware für die KI-Zusatzqualifikation wünschen (siehe Tab. 9).

Die höchste Zustimmung erhielten Übungsaufgaben (85.5%) und Erklärvideos (83.6%), gefolgt von Simulationen (77.1%), was auf eine Präferenz für praxisorientierte Lernmethoden hinweist. Visuelle Materialien, wie Bilder und Diagramme, wurden von 68.2% der Befragten als hilfreich angesehen, und 67.3% betonten die Bedeutung von Feedback zu Leistungen. Digitale Lern- und Planspiele (57.0%) und Lehrbuchtexte (53.7%) fanden etwas weniger Zuspruch, während Verlinkungen zu weiterem Lernmaterial (44.4%) und Chat-Dienste (38.8%) die geringste Präferenz aufwiesen.

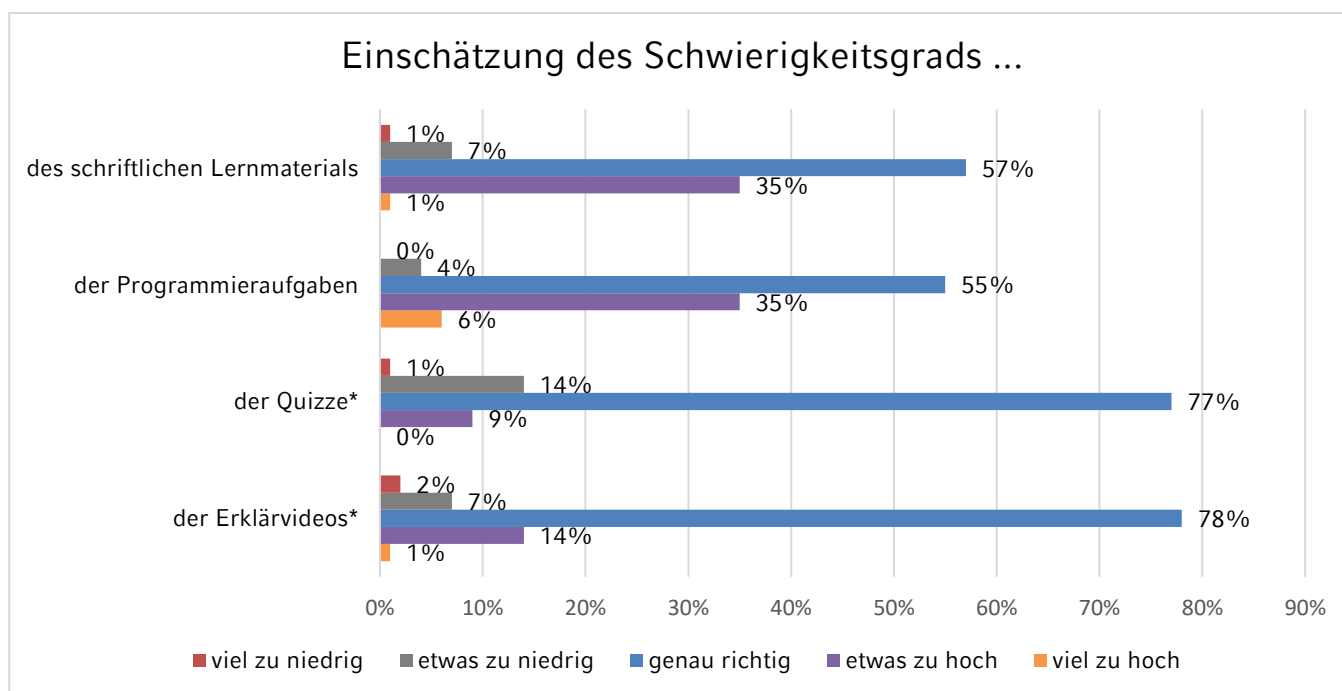
Die Ergebnisse zeigen, dass die Auszubildenden interaktive, visuelle und praxisnahe Inhalte bevorzugen, insbesondere Übungsaufgaben und Erklärvideos, während sie textbasierte Formate und zusätzliche Materialien als weniger relevant einschätzen.

Tabelle 9 Zustimmung zu den erwarteten Inhalten einer Lernsoftware zur Lernunterstützung (n = 214)

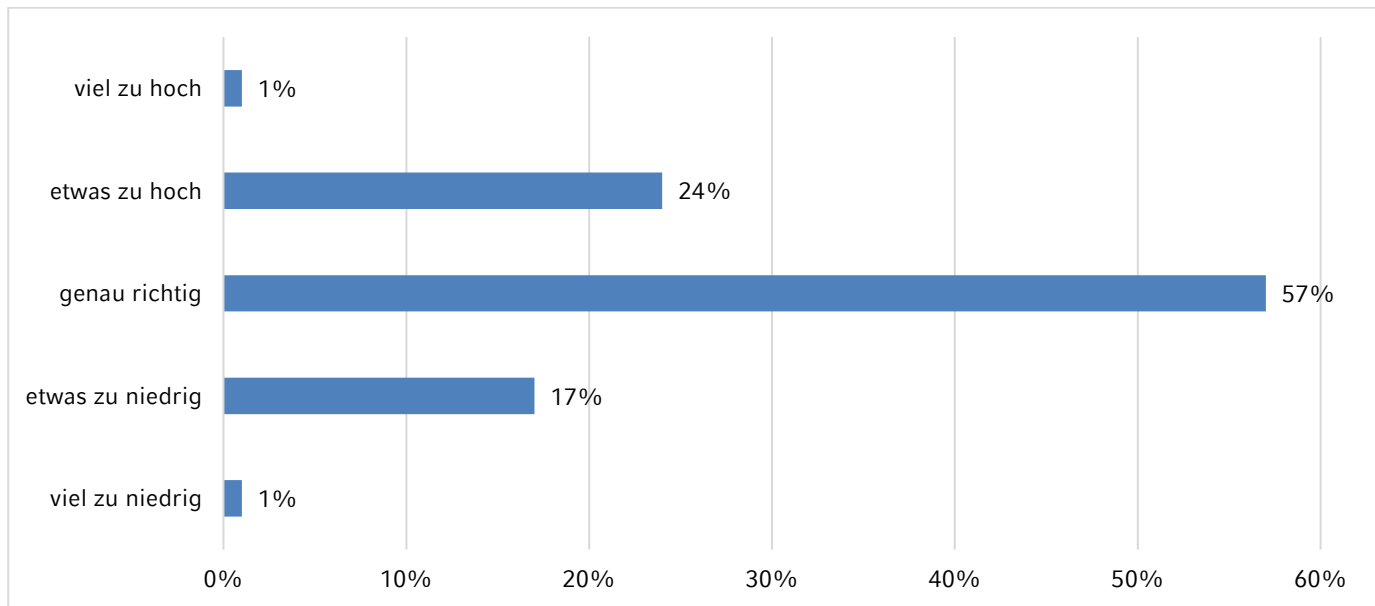
	Zustimmung in Prozent
1. Übungsaufgaben zur Verbesserung meiner KI-Fähigkeiten	85.5
2. Erklärvideos	83.6
3. Simulationen	77.1
4. Bilder, Diagramme, Graphen und Karten	68.2
5. Feedback auf meine erbrachten Leistungen	67.3
6. Digitale Lern- und Planspiele	57.0
7. Lehrbuchtexte und digitale Texte	53.7
8. Verlinkungen zu zusätzlichem Lernmaterial (z.B. Podcasts, Hörbücher)	44.4
9. Chat-Dienste	38.8

Zum Befragungszeitpunkt t_1 gaben die Auszubildenden ($n = 161$) ihre Zufriedenheit mit dem Lernmaterial (schriftliches Lernmaterial, Jupyter Notebooks und Programmieraufgaben, Quizze und Erklärvideos) an sowie eine Einschätzung zu deren Schwierigkeitsgrad.

Die Verständlichkeit des schriftlichen Materials wurde durchschnittlich positiv bewertet ($M = 3.63$, $SD = 0.90$), während die Struktur leicht darunter lag ($M = 3.56$, $SD = 0.94$) (Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu)). Der Schwierigkeitsgrad und die inhaltliche Tiefe wurden von 57% als „genau richtig“ eingestuft, während 35% den Schwierigkeitsgrad als „etwas zu hoch“ und 17% die inhaltliche Tiefe als „etwas zu niedrig“ empfanden (siehe Abb. 6 und 7).

Abbildung 6 Einschätzung des Schwierigkeitsgrads der unterschiedlichen Lernmaterialien in Prozent (n = 161)

Anmerkungen: * n = 160

Abbildung 7 Einschätzung der inhaltlichen Tiefe des schriftlichen Lernmaterials ($n = 161$)

Die Zufriedenheit mit den Jupyter Notebooks und Google Colab-Dokumenten war Tabelle 10 und Abbildung 6 zufolge gemischt ($n = 161$): 55% empfanden den Schwierigkeitsgrad der Programmieraufgaben als „genau richtig“, während 35% ihn als „etwas zu hoch“ bewerteten. Es wurde der Wunsch geäußert, die Erklärtexte in Videoform bereitzustellen ($M = 3.84$, $SD = 1.08$). Es zeigte sich eine allgemeine Zufriedenheit mit der Überprüfung der Aufgaben durch interaktive H5P-Quizzes ($M = 3.30$, $SD = 0.97$), der Verständlichkeit der Erklärtexte ($M = 3.14$, $SD = 1.01$) sowie der Codebeispiele ($M = 3.31$, $SD = 1.01$).

Tabelle 10 Mittelwerte der Zufriedenheit mit den Jupyter Notebooks bzw. Google Colab-Dokumenten ($n = 161$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Die Erklärtexte in den Jupyter Notebooks sind verständlich.	3.14	1.01
2. Ich finde es sehr hilfreich, wenn die Erklärtexte in Jupyter Notebooks als Video verfügbar sind.	3.84	1.08
3. Die Codebeispiele finde ich sehr verständlich.	3.31	1.01
4. Die Lösung von Programmieraufgaben in Jupyter Notebooks fällt mir sehr leicht.	2.86	0.98
5. Mit der Überprüfung der Aufgaben aus den Jupyter Notebooks durch die interaktiven Quizzes in Moodle bin ich sehr zufrieden.	3.30	0.97

Anmerkung: Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu), M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Bei den H5P-Quizen wurde die höchste Zufriedenheit mit der Passgenauigkeit zu den Lerninhalten ($M = 3.79$, $SD = 0.91$) und deren Eignung zum Üben ($M = 3.74$, $SD = 0.91$) erreicht (siehe Tab. 11). Der Schwierigkeitsgrad der Quizze wurde von 77% als „genau richtig“ bewertet, nur 9% empfanden ihn als „etwas zu hoch“ (siehe Abb. 6).

Tabelle 11 Mittelwerte der Zufriedenheit mit der Quizze in Moodle ($n = 158$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Die Quizze in Moodle sind gut auf die Lerninhalte abgestimmt.	3.79	0.91
2. Die Bearbeitung der Quizze macht mir Spaß.	3.50	0.98
3. Die Quizze sind gut geeignet, um das Erlernte zu üben.	3.74	0.91
4. Die Quizze tragen zum Verständnis der Lerninhalte bei.	3.72	0.90
5. Ich würde es sehr hilfreich finden, wenn die Quizze in Moodle in das Buch integriert werden.	3.33	0.95

Anmerkung: Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu), *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

Die Erklärvideos wurden insgesamt ebenfalls als hilfreich wahrgenommen (siehe Tab. 12) und 78% der Befragten schätzten den Schwierigkeitsgrad als „genau richtig“ ein, während 14% die Videos zu schwierig empfanden (siehe Abb. 6).

Tabelle 12 Mittelwerte der Zufriedenheit mit den Erklärvideos in Moodle ($n = 160$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Die Erklärvideos sind für mein Verständnis der Lerninhalte sehr hilfreich.	3.66	1.05
2. Die Erklärvideos bereichern mein Lernen.	3.64	1.07

Anmerkung: Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu), *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

Die Teilnehmenden hatten zudem die Möglichkeit offen zurückzumelden, welche weiteren Lernmaterialien sie sich wünschen würden. Zusätzliche Wünsche der Auszubildenden umfassten Verbesserungen der Benutzeroberfläche, technische Optimierungen und mehr Lernmaterialien wie Zwischentests, interaktive Videos und Praxisaufgaben ($n = 18$).

Die Untersuchung der Lernunterstützung zum Zeitpunkt t_2 am Ende der ZQ durch die Lernmaterialien ($n = 133$) offenbart deutliche Präferenzen für bestimmte Ressourcen, die in Tabelle 13 detailliert aufgeführt sind. Besonders geschätzt wurde die Verwendung von Abbildungen in Erklärungen und PDF-Folien (92.5%). Auch Übungsaufgaben erfreuten sich großer Beliebtheit (79.7%). Weitere beliebte Lernhilfen umfassten Bücher bzw. PDF-Folien (75.9%), Erklärvideos (74.4%) und Lernspiele (74.4%). Hohe Zustimmung erzielten auch die Praxisbeispiele (73.7%), wie die Teachable Machine, sowie interaktive Quizze (72.2%). Weniger Zuspruch fanden hingegen die eher einseitigen Lernmaterialien. So wurden die Texte (in den Jupyter Notebooks und Arbeitsblättern) (56.4%) sowie die Arbeitsblätter (53.4%) als weniger hilfreich bewertet. Ähnlich gering bewertet wurden das Glossar (51.9%), Verlinkungen zu externen Videos, Blogs und Zeitungsartikeln (51.9%) sowie Gruppenprojekte (50.4%). Als am wenigsten nützlich empfanden die Teilnehmenden die Jupyter Notebooks mit praktischen Aufgaben (40.6%).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass insbesondere interaktive und visuelle Lernhilfen hochgeschätzt wurden, während traditionellere Lernmaterialien wie Texte, Arbeitsblätter oder Gruppenarbeiten als weniger unterstützend wahrgenommen wurden.

Tabelle 13 Verteilung der Zustimmung der Unterstützung der Lernmaterialien ($n = 133$)

	Zustimmung in Prozent
1. Abbildungen (bei Erklärungen und in PDF-Folien)	92.5
2. Übungsaufgaben	79.7
3. Bücher bzw. PDF-Folien	75.9
4. Erklärvideos	74.4
5. Lernspiele	74.4
6. Praxisbeispiele (z.B. Teachable Machine)	73.7
7. Interaktive Quizze	72.2
8. Texte (in den Jupyter Notebooks und Arbeitsblättern)	56.4
9. Arbeitsblätter	53.4
10. Glossar	51.9
11. Verlinkung zu externen Videos, Blogs und Zeitungsartikeln	51.9
12. Gruppenprojekt	50.4
13. Jupyter Notebooks mit praktischen Aufgaben	40.6

4.8 Erwartungen und Zufriedenheit mit der Lernsoftware

Die Auszubildenden ($n = 214$) wurden in der Vorabbefragung auch gefragt, welche Funktionen sie sich von einer Lernsoftware für eine KI-Zusatzqualifikation wünschen. Tabelle 14 zufolge legten die Befragten besonderen Wert auf Funktionen, die ihr Lernen aktiv unterstützen. Die Überprüfung des Lernfortschritts durch Selbsttests und die Anpassung des Schwierigkeitsgrads der Übungen wurden jeweils von 78% als besonders wichtig bewertet. Ebenso wünschten sich 75.2% eine Anpassung der Lerninhalte an ihren Wissensstand, und 72.4% hielten die Möglichkeit, Lehrkräften Fragen stellen zu können, für entscheidend.

Personalisierte Aufgaben nach individuellen Lerngewohnheiten bevorzugten 60.3%, während 52.3% den Einsatz von Chatbots begrüßten. Ein Austausch im Diskussionsforum wurde von 46.7% als relevant eingeschätzt und 43.5% der befragten Auszubildenden wünschen sich Push-Benachrichtigungen zu neuem Lernmaterial. E-Mail-Benachrichtigungen hingegen waren für nur 21.0% attraktiv. Am wenigsten Zustimmung erhielt die Erkennung von Unterstützungsbedarf anhand von Gesichtsausdrücken (9.8%).

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Auszubildenden personalisierte und aktive Unterstützung bevorzugen, die auf ihre individuellen Bedürfnisse und Lernfortschritte abgestimmt ist.

Die t_1 -Befragung zur Zufriedenheit mit der Lernsoftware zeigt insgesamt eine positive bis neutrale Bewertung der verschiedenen Funktionen (siehe Tab. 15). Besonders positiv wurde die Möglichkeit bewertet ($n = 158$), im eigenen Tempo zu lernen, was mit dem höchsten Mittelwert von 3.87 ($SD = 0.92$) hervorgehoben wurde. Auch die Unterstützung bei der Überprüfung des Lernfortschritts ($M = 3.35$, $SD = 0.98$) und der Überblick über nicht bearbeitete Themen ($M = 3.31$, $SD = 1.18$) wurden als hilfreich empfunden. Die Benutzerfreundlichkeit der Software erhielt ebenfalls eine überwiegend positive Bewertung ($M = 3.25$, $SD = 1.10$), und der Spaßfaktor beim Lernen wurde mit einem Mittelwert von 3.27 ($SD = 0.91$) angegeben.

Tabelle 14 Zustimmung zu den erwarteten Funktionen einer Lernsoftware zur Lernunterstützung zum Zeitpunkt t_0 ($n = 214$)

	Zustimmung in Prozent
1. Überprüfung meines Lernfortschritts durch Selbsttests	78.0
2. Anpassung des Schwierigkeitsgrads der Übungen an meinen Wissensstand	78.0
3. Anpassung von Lerninhalten an meinen Wissensstand	75.2
4. Lehrkraft Fragen stellen können (z.B. über Diskussionsforum, E-Mail)	72.4
5. Anpassung von Aufgaben auf meine Lerngewohnheiten	60.3
6. Chatbot Fragen stellen können	52.3
7. Austausch mit anderen Lernenden im Diskussionsforum	46.7
8. Push-Benachrichtigung (z.B., wenn neues Lernmaterial veröffentlicht wird)	43.5
9. E-Mail-Benachrichtigung	21.0
10. Erkennung anhand meiner Gesichtsausdrücke, wann ich Unterstützung brauche	9.8

Einige Teilnehmende fühlten sich jedoch gelegentlich überfordert ($M = 2.73$, $SD = 1.10$). Die Verwirrung durch die Benutzeroberfläche wurde eher neutral bewertet ($M = 2.82$, $SD = 1.19$), und die Möglichkeit, die Reihenfolge der Inhalte selbst zu bestimmen, wurde nur begrenzt genutzt ($M = 3.00$, $SD = 1.20$). Zudem gab es einen moderaten Wunsch nach mehr Unterstützung, was mit einem Mittelwert von 2.85 ($SD = 0.97$) auf einen gewissen Bedarf an zusätzlicher Hilfestellung hinweist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Lernsoftware besonders für die Flexibilität beim Lernen geschätzt wurde, während es in Bereichen wie der Benutzeroberfläche und der Bereitstellung von Unterstützung noch Verbesserungspotenzial gibt.

Tabelle 15 Mittelwerte zur Zufriedenheit mit der Lernsoftware ($n = 158$)

	M	SD
1. Das Lernen mit der Lernsoftware überfordert mich manchmal.	2.73	1.10
2. Mithilfe der Lernsoftware kann ich meinen Lernfortschritt gut überprüfen.	3.35	0.98
3. In der Lernsoftware habe ich immer einen guten Überblick über die Themen, die ich noch nicht bearbeitet habe.	3.31	1.18
4. Die Lernsoftware finde ich sehr benutzerfreundlich.	3.25	1.10
5. Das Lernen mit der Lernsoftware macht mir Spaß.	3.27	0.91
6. Die Lernsoftware ermöglicht es mir sehr gut, die Themengebiete in meinem eigenen Tempo zu erarbeiten.	3.87	0.92
7. Die Oberfläche der Lernsoftware finde ich verwirrend.	2.82	1.19
8. Die Möglichkeit der Lernsoftware, die Reihenfolge der zu erarbeitenden Inhalte (durch Setzen eines Häkchens) selbst zu bestimmen, habe ich oft genutzt.	3.00	1.20
9. Ich hätte mir mehr Hilfe von der Lernsoftware bei der Bearbeitung von Aufgaben gewünscht.	2.85	0.97

Anmerkung: Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu), M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Nachdem die ZQ etwa zur Hälfte absolviert war, wurden die Auszubildenden ($n = 158$) zum Zeitpunkt t_1 bezüglich ihrer Zufriedenheit mit der Plattform Moodle als Benutzeroberfläche für den KI-Kurs befragt.

Die Teilnehmenden erlebten die Plattform überwiegend als benutzerfreundlich ($M = 3.34$, $SD = 1.12$), wobei jedoch auch einige Schwierigkeiten bei der Handhabung auftraten (siehe Tab. 16). Die intuitive Bedienbarkeit von Moodle wurde überwiegend positiv bewertet ($M = 3.21$, $SD = 0.93$), jedoch empfanden nicht alle Befragten die Plattform als völlig selbsterklärend. Technische Probleme traten bei einigen auf, während andere keine Schwierigkeiten hatten ($M = 3.19$, $SD = 1.38$). Durchschnittlich bestand wenig Bedarf an zusätzlicher Anleitung zur Nutzung von Moodle ($M = 2.34$, $SD = 1.12$). Einige Teilnehmenden wünschten sich jedoch mehr Unterstützung, um die Funktionen der Plattform effektiver nutzen zu können.

Insgesamt wird Moodle als funktionale und weitgehend benutzerfreundliche Plattform wahrgenommen. Dennoch besteht in einigen Bereichen Verbesserungspotenzial, um die Nutzererfahrung weiter zu optimieren.

Tabelle 16 Mittelwerte der Zufriedenheit mit der Plattform Moodle ($n = 158$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Moodle finde ich sehr benutzerfreundlich.	3.34	1.12
2. Die Bedienung von Moodle finde ich sehr intuitiv.	3.21	0.93
3. Ich hatte bisher nie technische Probleme mit Moodle.	3.19	1.38
4. Ich wünsche mit mehr Anleitung zur Benutzung von Moodle.	2.34	1.12

Anmerkung: Antwortformat 1 (trifft gar nicht zu) bis 5 (trifft voll und ganz zu), *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

4.9 Evaluation der Kurse

Die Teilnehmenden wurden zum Zeitpunkt t_2 gebeten, ihre Mitlernenden im Kurs zu bewerten. Diese Bewertungen ($n = 124$) fielen insgesamt neutral aus (siehe Tab. 17). Die meisten Teilnehmenden empfanden ihre Mitlernenden als mäßig vorbereitet. Auch die Beteiligung der anderen Auszubildenden am Kurs wurde als neutral eingeschätzt. Zudem wurden Aufmerksamkeit und Interesse der anderen Teilnehmenden als durchschnittlich beurteilt, ohne dass sich eine deutlich positive oder negative Tendenz abzeichnete.

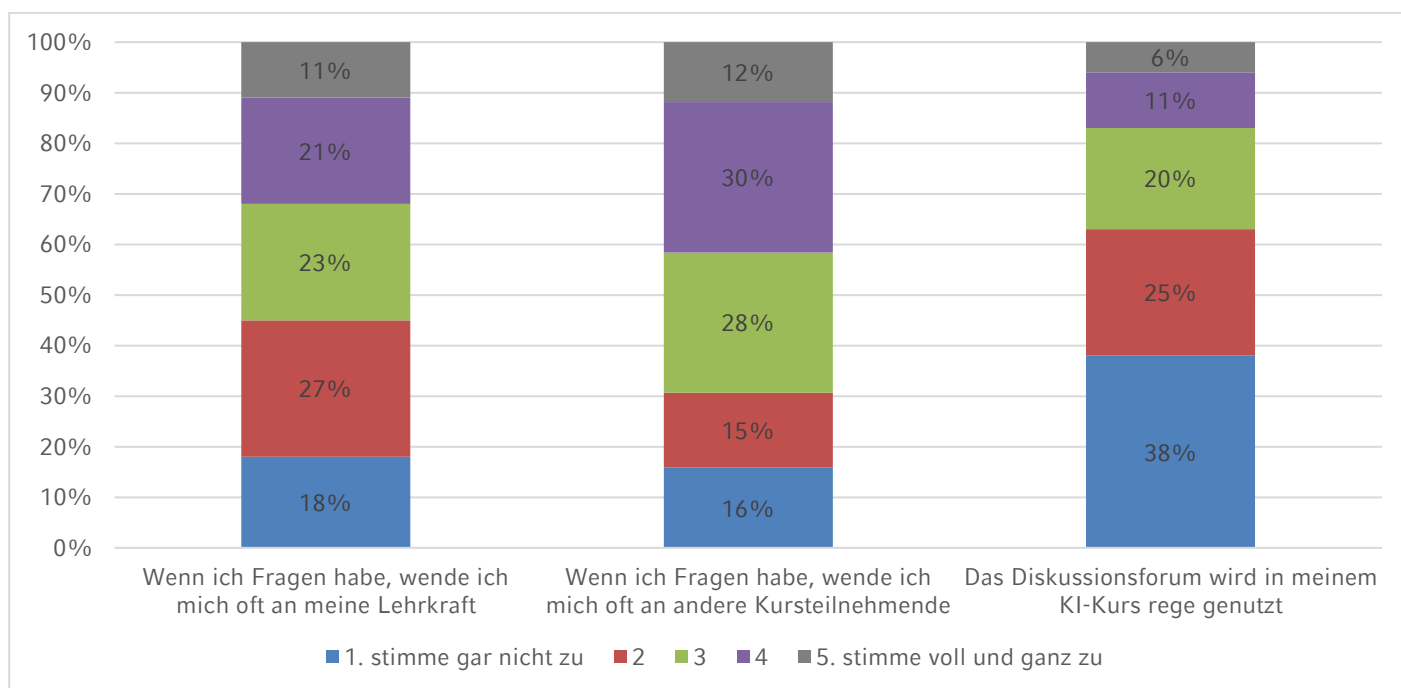
Tabelle 17 Mittelwerte der Bewertung der anderen Teilnehmenden des Kurses ($n = 124$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Die meisten Teilnehmenden waren gut auf die einzelnen Termine vorbereitet.	2.91	0.92
2. Die meisten Teilnehmenden brachten sich aktiv ein.	2.96	1.01
3. Die meisten Teilnehmenden verfolgten die Zusatzqualifikation sinhalte aufmerksam und mit Interesse.	2.97	1.00

Anmerkung: Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu), *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

Bei Fragen wandten sich die Teilnehmenden (t_1 , $n = 158$) häufiger an andere Kursteilnehmende als an ihre Lehrkräfte (siehe Abb. 8). Während 32% der Befragten angaben, sich bei Fragen eher an ihre Lehrkräfte zu wenden, suchten 42% oft den Austausch mit anderen Teilnehmenden. Das Diskussionsforum wurde hingegen deutlich seltener genutzt: Lediglich 17% der Befragten stimmten zu, das Forum aktiv zur Klärung von Fragen zu verwenden. Dies deutet darauf hin, dass die Auszubildenden den direkten Austausch, insbesondere mit anderen Kursteilnehmenden, dem Diskussionsforum vorzogen.

Abbildung 8 Umgang mit Fragen in Prozent ($n = 158$)



Darüber hinaus wurden die Teilnehmenden zum Zeitpunkt t_2 gebeten, die ZQ zu bewerten. Die Ergebnisse ($n = 124$) zeigten insgesamt eine positive Einschätzung der Inhalte und der Organisation der ZQ (siehe Tab. 18). Die Teilnehmenden stimmten zu, dass die ZQ einen guten Überblick über die behandelten Themenbereiche bot ($M = 3.37$, $SD = 1.07$). Die Zeitplanung der Lehrkraft wurde besonders gelobt und die Auszubildenden empfanden die Einteilung der zur Verfügung stehenden Zeit als sehr gut strukturiert ($M = 3.71$, $SD = 1.03$).

Die Bewertung der Schwierigkeit der Inhalte fiel gemischt aus, wobei die meisten Antworten in die mittleren Kategorien fielen. Der wahrgenommene Schwierigkeitsgrad wurde als moderat eingestuft, wobei einige die Themen als herausfordernd empfanden, ohne dass eine deutliche Überforderung festgestellt wurde ($M = 2.98$, $SD = 1.01$). Der tatsächliche Zeitaufwand für die ZQ wurde von den Auszubildenden höher als ursprünglich erwartet eingeschätzt ($M = 3.44$, $SD = 1.18$).

Die verwendeten Lernmaterialien, darunter Bilder, Erklärvideos und Quizze, wurden als hilfreich für das Verständnis der Inhalte bewertet ($M = 3.61$, $SD = 0.96$). Auch die Qualität der bereitgestellten Materialien erhielt positive Rückmeldungen, was darauf hinweist, dass

die Lernressourcen von den Auszubildenden als hochwertig und nützlich wahrgenommen wurden ($M = 3.48$, $SD = 0.99$).

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass die ZQ als gut organisiert und effektiver Zeitplanung wahrgenommen wurde. Die Lernmaterialien wurden sehr geschätzt, obwohl der Zeitaufwand höher als erwartet ausfiel.

Tabelle 18 Mittelwerte der Aussagen über die KI-Zusatzqualifikation ($n = 124$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Ich finde, die Zusatzqualifikation gab einen guten Überblick über die behandelten Themengebiete.	3.37	1.07
2. Ich finde, die Lehrkraft teilte die zur Verfügung stehende Zeit gut ein.	3.71	1.03
3. Die Inhalte der Zusatzqualifikation waren zu schwierig für mich.	2.98	1.01
4. Der mit der Zusatzqualifikation verbundene Zeitaufwand war deutlich höher als angenommen.	3.44	1.18
5. Die in der Zusatzqualifikation verwendeten Lernmaterialien (z.B. Bilder, Erklärvideos, Quizze etc.) trugen zum Verständnis der Inhalte bei.	3.61	0.96
6. Die Qualität der in der Zusatzqualifikation verwendeten Materialien war gut.	3.48	0.99

Anmerkung: Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu), *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

Viele Auszubildenden berichteten, dass keine zusätzlichen Lernmaterialien zur Verfügung standen, während einige angaben, dass sie von der Lehrkraft erstellte Materialien wie Übungsaufgaben und Skripte sowie Blogs und YouTube-Videos als Lernressourcen genutzt haben ($n = 30$).

Insgesamt waren die Teilnehmenden (t_1 , $n = 157$) zufrieden mit der Betreuung während der Onlineselbstlernphasen ($M = 3.22$, $SD = 0.96$). Ein leicht höherer Mittelwert wurde in Bezug auf die Kombination aus Präsenzunterricht und selbstständigem Lernen erreicht, wobei die Mehrheit der Teilnehmenden angab, durch diese Kombination mehr zu lernen ($M = 3.38$, $SD = 1.06$). Außerdem gaben viele an, dass sie mehr lernen würden, wenn die Themen der Onlinemodule im Präsenzunterricht vermittelt würden ($M = 3.24$, $SD = 1.24$).

Während der Onlineselbstlernphasen berichteten die meisten Teilnehmenden, dass sie entweder keinen Kontakt zu anderen hatten oder über WhatsApp, Microsoft Teams oder E-Mail kommunizierten. Einige nutzten auch die Gelegenheit, sich nach dem Unterricht oder in ihrer Freizeit persönlich auszutauschen (t_2 , $n = 81$).

Zusammengefasst deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Kombination aus Präsenzunterricht und selbstständigem Lernen als förderlich für den Lernerfolg wahrgenommen wurde, wobei eine Präferenz für eine stärkere Einbindung der Onlinemodule in den Präsenzunterricht bestand.

Außerdem zeigte die Selbsteinschätzung der Teilnehmenden (t_2 , $n = 124$) eine überwiegend positive Wahrnehmung ihrer eigenen Fähigkeiten und der Unterstützung durch die Lehrkraft (siehe Tab. 19). Die Auszubildenden schätzten ihre Vorkenntnisse zur digitalen Lernsoftware als ausreichend ein, um der ZQ folgen zu können ($M = 3.31$, $SD = 1.23$). Die Unterstützung durch die Lehrkraft wurde besonders positiv bewertet: die Erläuterungen

der Arbeitsschritte zur Nutzung der Lernsoftware wurden als klar und verständlich empfunden ($M = 3.73$, $SD = 0.98$). Zudem wurden ausreichend Gelegenheiten geboten, um die Arbeitsschritte eigenständig zu üben ($M = 3.75$, $SD = 0.97$). Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass die Lehrkraft den Lernprozess effektiv unterstützte.

Die Teilnehmenden bewerteten auch ihre Kompetenzentwicklung im Umgang mit der digitalen Lernsoftware positiv. Viele bemerkten eine Verbesserung ihrer Fähigkeiten in diesem Bereich ($M = 3.36$, $SD = 0.86$). Nach Abschluss der ZQ fühlten sich die meisten Auszubildenden in der Lage, das Gelernte eigenständig anzuwenden ($M = 3.10$, $SD = 1.09$). Diese Einschätzung deutet auf das überwiegend gesteigerte Vertrauen in ihre neu erworbenen Kompetenzen hin.

Insgesamt beurteilten die Teilnehmenden sowohl ihre eigene Entwicklung im Umgang mit der digitalen Lernsoftware als auch die Unterstützung durch die Lehrkraft als überwiegend positiv.

Tabelle 19 Mittelwerte der Selbsteinschätzung ($n = 124$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Meine (Vor-) Kenntnisse zur digitalen Lernsoftware waren ausreichend für die Zusatzqualifikation.	3.31	1.23
2. Die Lehrkraft erläuterte die einzelnen Arbeitsschritte für die digitale Lernsoftware verständlich.	3.73	0.98
3. Die Lehrkraft gab ausreichend Gelegenheiten, die Arbeitsschritte mit der digitalen Lernsoftware eigenständig zu üben.	3.75	0.97
4. Ich habe meine Kompetenzen im Umgang mit der digitalen Lernsoftware verbessert.	3.36	0.86
5. Ich fühle mich in der Lage, das in der Zusatzqualifikation Gelernte auch eigenständig umzusetzen.	3.10	1.09

Anmerkung: Antwortformat 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu), M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Im Rahmen der Abschlussbefragung (t_2) wurde auch die intrinsische Motivation der Auszubildenden ($n = 124$) untersucht, wobei die Ergebnisse eine insgesamt neutrale bis leicht positive Wahrnehmung zeigen.

Die meisten Teilnehmenden empfanden die Qualifikation durchschnittlich als einigermaßen erfreulich ($M = 3.10$, $SD = 1.18$), jedoch besteht noch Potenzial, das Programm unterhaltsamer zu gestalten ($M = 3.09$, $SD = 1.15$). Den höchsten Mittelwert erzielte das Interesse an der ZQ ($M = 3.50$, $SD = 1.12$). Die Auszubildenden zeigten ein solides Selbstvertrauen in Bezug auf ihre Fähigkeiten und waren mit ihrer eigenen Leistung weitgehend zufrieden ($M = 3.07$, $SD = 0.96$). Hinsichtlich ihrer Geschicklichkeit und der Einschätzung, „ziemlich gut“ gewesen zu sein, lagen die Mittelwerte im neutralen Bereich ($M = 3.02$, $SD = 1.10$). Ein wichtiger Aspekt war auch die Selbststeuerung während der Qualifikation. Die Teilnehmenden fühlten sich überwiegend in der Lage, ihre Lernprozesse selbst zu steuern ($M = 3.08$, $SD = 1.23$) und hatten das Gefühl, frei in ihrer Herangehensweise zu sein ($M = 3.20$, $SD = 1.28$). Einige Teilnehmende äußerten Bedenken hinsichtlich des erfolgreichen Abschlusses der Qualifikation ($M = 3.20$, $SD = 1.13$). Im Gegensatz dazu weisen die Mittelwerte von 2.70 ($SD = 1.14$) für empfundenen Druck und 2.64 ($SD = 1.04$) für Anspannung darauf hin, dass diese Gefühle zwar präsent waren, aber nicht überwogen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Teilnehmenden die KI-Zusatzqualifikation als interessant und informativ empfanden, wobei der Spaß- und Unterhaltungsfaktor weiter ausbaufähig ist. Die Lernenden fühlten sich mehrheitlich fähig, den Lernprozess selbstständig zu steuern, und empfanden den Druck sowie die Anspannung als moderat, tendenziell jedoch als geringfügig.

4.10 Transfermotivation und -bedingungen

Zum Befragungszeitpunkt t_3 wurde danach gefragt, inwiefern die Auszubildenden das in der ZQ Erlernte eigenständig umsetzen können. Die Ergebnisse zur anwendungsorientierten Gestaltung des Trainingsdesigns ($n = 73$) zeigen, dass die Mehrheit der Teilnehmenden insgesamt eine positive Einstellung zu den vermittelten Inhalten hat.

Die Nutzung von Praxisbeispielen durch die Lehrkraft wurde als besonders hilfreich empfunden, um die erlernten Inhalte praktisch anzuwenden ($M = 3.55$, $SD = 1.01$). Weniger zufrieden waren die Teilnehmenden jedoch mit der Art und Weise, wie die Anwendbarkeit der KI-Inhalte vermittelt wurde ($M = 3.22$, $SD = 1.11$). Hinweise und Tipps von den Lehrkräften zur praktischen Anwendung der KI-Inhalte wurden ebenfalls als hilfreich bewertet ($M = 3.55$, $SD = 1.03$). Allerdings zeigten die Bewertungen zur Vorbereitung auf berufliche Hindernisse und Schwierigkeiten eine neutrale Tendenz ($M = 3.03$, $SD = 1.24$). Auch die Möglichkeit, die neu erlernten Inhalte zu erproben, wurde als eingeschränkt wahrgenommen ($M = 3.26$, $SD = 1.07$). Die Teilnehmenden äußerten insgesamt den Wunsch nach mehr praxisnahen Anwendungen und konkreten Hilfestellungen.

Die Selbstwirksamkeitserwartung der Teilnehmenden im Umgang mit den erlernten KI-Inhalten zeigte eine grundsätzlich positive, jedoch differenzierte Wahrnehmung ihrer eigenen Fähigkeiten. Viele Teilnehmende fühlten sich in der Lage, Widerstände zu überwinden und Herausforderungen in der ZQ zu meistern ($M = 3.37$, $SD = 1.01$). Die Einschätzung, die erlernten Inhalte im Arbeitsalltag problemlos umzusetzen, fiel jedoch etwas niedriger aus ($M = 3.10$, $SD = 1.09$). Die Teilnehmenden zeigten sich dennoch gelassen gegenüber Schwierigkeiten bei der Umsetzung, gestützt durch Vertrauen in ihre Fähigkeiten ($M = 3.38$, $SD = 1.05$).

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Teilnehmenden zwar ein gewisses Maß an Selbstwirksamkeitserwartung empfinden, jedoch auch auf Herausforderungen stoßen, die ihre Sicherheit in der praktischen Anwendung der erlernten Inhalte beeinträchtigen können.

Die Ergebnisse zum Erhebungszeitpunkt t_3 , also einige Wochen nach Abschluss der ZQ, geben darüber hinaus Einblicke, wie gut die erlernten Inhalte in den beruflichen Alltag der Auszubildenden integriert werden konnten. In Bezug auf die Transferorientierung berichteten die Teilnehmenden ($n = 71$), dass die Übertragbarkeit der erlernten Inhalte auf die Praxisanforderungen ihrer Arbeit moderat ausfiel. Mit einem Mittelwert von 2.76 ($SD = 1.21$) wird deutlich, dass die Teilnehmenden die Anwendbarkeit der Inhalte in ihrer beruflichen Praxis als eingeschränkt wahrnahmen. Zudem gaben viele an, dass die erlernten Inhalte wenig Bezug zu ihren tatsächlichen Arbeitsaufgaben hatten ($M = 3.48$, $SD = 1.23$).

Die Transfermotivation der Teilnehmenden ($n = 71$), also die Bereitschaft und das Vertrauen, die erlernten Inhalte in der Praxis anzuwenden, fiel insgesamt positiv aus. Die Auszubildenden gaben an, nach Abschluss der ZQ motiviert zu sein, die KI-Inhalte in ihrer Arbeit anzuwenden ($M = 3.24$, $SD = 0.98$). Sie suchten aktiv nach Wegen, diese in ihre Arbeitsabläufe zu integrieren ($M = 3.30$, $SD = 1.09$) und zeigten sich überzeugt von ihrer Fähigkeit, die Inhalte auch langfristig anzuwenden ($M = 3.28$, $SD = 1.16$). Besonders ausgeprägt war die Zustimmung zur Aussage, dass es ihnen Spaß mache, die neuen Inhalte anzuwenden ($M = 3.55$, $SD = 1.05$).

Insgesamt zeigt sich, dass die Teilnehmenden trotz der wahrgenommenen begrenzten direkten Anwendbarkeit der Inhalte auf ihre beruflichen Tätigkeiten dennoch motiviert sind, das Gelernte zu nutzen und in ihren Arbeitskontext zu integrieren.

Einige Wochen nach Abschluss der ZQ wurden auch die Transferunterstützung durch den Vorgesetzten, das Transferklima im Team, die Möglichkeiten zur Anwendung der erlernten KI-Inhalte sowie die Veränderung des Arbeitsverhaltens durch das Gelernte in der ZQ untersucht.

Die einstellungsbezogene Transferunterstützung durch Vorgesetzte zeigt ein gemischtes Bild. Die Auszubildenden ($n = 71$) berichteten, dass ihre Vorgesetzten die Anwendung der in der ZQ erworbenen KI-Kenntnisse grundsätzlich wertschätzen ($M = 3.28$, $SD = 1.22$). Allerdings fiel die Motivation durch die Vorgesetzten zur praktischen Umsetzung der erlernten Inhalte geringer aus ($M = 2.89$, $SD = 1.21$). Dies deutet darauf hin, dass sich die Teilnehmenden weniger stark von ihren Vorgesetzten dazu ermutigt fühlen, das neu erlernte Wissen aktiv anzuwenden.

Die handlungsorientierte Transferunterstützung durch Vorgesetzte wurde insgesamt als moderat eingestuft (siehe Tab. 20). Die Teilnehmenden ($n = 71$) gaben an, dass ihre Vorgesetzten sich nur selten aktiv danach erkundigen, wie die erlernten KI-Inhalte in ihrer Arbeit umgesetzt werden ($M = 2.65$, $SD = 1.38$). Auch die Diskussion darüber, wie die erlernten Inhalte angewendet werden können, findet nur zurückhaltend statt ($M = 2.59$, $SD = 1.40$). Das Interesse der Vorgesetzten an den Inhalten der ZQ ist etwas stärker ausgeprägt ($M = 3.15$, $SD = 1.35$), was darauf hindeutet, dass ein gewisses Bewusstsein für die Weiterbildung der Mitarbeitenden vorhanden ist, dieses jedoch nicht konsequent in aktive Unterstützung übergeht. Positiv hervorgehoben wurde die Offenheit der Vorgesetzten gegenüber neuen Ideen und Verbesserungsvorschlägen im Bereich KI ($M = 3.21$, $SD = 1.26$).

Tabelle 20 Mittelwerte der Handlungsorientierten Transferunterstützung des Vorgesetzten ($n = 71$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Mein/e Vorgesetzte/r erkundigt sich von Zeit zu Zeit, wie ich die erlernten KI-Inhalte in meiner Arbeit umsetze.	2.65	1.38
2. Mein/e Vorgesetzte/r bespricht mit mir, wie ich die erlernten KI-Inhalte der Zusatzqualifikation bei der Arbeit anwenden kann.	2.59	1.40
3. Mein/e Vorgesetzte/r interessiert sich dafür, was wir in der Zusatzqualifikation gelernt haben.	3.15	1.35
4. Mein/e Vorgesetzte/r ist offen für Verbesserungsvorschläge und neue Ideen für den Einsatz von KI im Betrieb.	3.31	1.26

Anmerkung: Antwortformat 1 (trifft gar nicht zu) bis 5 (trifft voll und ganz zu), *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

Die Ergebnisse zur Transferunterstützung im Team deuten darauf hin, dass die Unterstützung durch Kolleg:innen bei der Anwendung der in der ZQ erlernten KI-Inhalte als eher gering wahrgenommen wird (siehe Tab. 21). Die Auszubildenden ($n = 71$) gaben an, dass die Kolleg:innen die Umsetzung der erlernten Inhalte nur in geringem Maße fördern ($M = 2.76$, $SD = 1.26$). Auch das Interesse des Teams an der Anwendung der KI-Inhalte wird als eher mäßig eingeschätzt ($M = 2.79$, $SD = 1.18$). Die Ermutigung durch einzelne Kolleg:innen, die Inhalte in der Praxis anzuwenden, erhält ebenfalls nur eine moderate Zustimmung ($M = 2.76$, $SD = 1.28$). Ein positiver Aspekt ist, dass es Ansätze zur Diskussion über die praktische Umsetzung der Inhalte gab, wobei einzelne Kolleg:innen mit den Teilnehmenden darüber sprechen, wie die erlernten Inhalte in deren Arbeitsalltag integriert werden können ($M = 2.86$, $SD = 1.27$). Trotzdem zeigen die Ergebnisse, dass die Unterstützung im Team für den Transfer der Lerninhalte verstärkt werden sollte, um eine nachhaltigere Anwendung der erworbenen Qualifikationsinhalte im beruflichen Umfeld zu fördern.

Tabelle 21 Mittelwerte des Transferklimas im Team ($n = 71$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Meine Kolleg/-innen unterstützen mich dabei, die erlernten KI-Inhalte anzuwenden.	2.76	1.26
2. Meine Kolleg/-innen sind daran interessiert, dass ich die erlernten KI-Inhalte der Zusatzqualifikation bei der Arbeit anwende.	2.79	1.18
3. (Einzelne) Kolleg/-innen ermutigen mich, die in der Zusatzqualifikation erlernten KI-Inhalte anzuwenden.	2.76	1.28
4. (Einzelne) Kolleg/-innen diskutieren mit mir, wie die erlernten KI-Inhalte in meinem Arbeitsalltag als Auszubildende angewendet werden können.	2.86	1.27

Anmerkung: Antwortformat 1 (trifft gar nicht zu) bis 5 (trifft voll und ganz zu), *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung

Die Ergebnisse zur Anwendungsmöglichkeit der erlernten KI-Inhalte im Arbeitsumfeld der Teilnehmenden zeigen eine insgesamt moderate Einschätzung. Mit einem Mittelwert von 3.09 ($SD = 1.26$) berichteten die Teilnehmenden ($n = 70$), dass sich in ihrem Arbeitsumfeld gelegentlich Situationen ergeben, in denen sie KI-Themen anwenden können.

Bezüglich der verfügbaren Ressourcen, wie Software oder andere notwendige Werkzeuge, empfindet die Mehrheit der Teilnehmenden diese als ausreichend, um die erlernten KI-Inhalte anzuwenden, obwohl die Verfügbarkeit nicht vollständig gegeben ist ($M = 3.19$, SD

= 1.24). Die Arbeitsbelastung wurde ebenfalls als ein moderater Faktor für die Anwendung der KI-Inhalte betrachtet. Die Teilnehmenden geben an, dass ihre Arbeitslast es ihnen manchmal erlaubt, das Gelernte auszuprobieren, dies jedoch nicht immer möglich ist ($M = 3.06$, $SD = 1.24$). Die Teilnehmenden haben die Freiheit, die KI-Inhalte bis zu einem gewissen Grad eigenständig anzuwenden, jedoch stoßen sie auf Grenzen, wenn es darum geht, das Gelernte umfassend in ihren Arbeitsalltag zu integrieren ($M = 2.94$, $SD = 1.26$).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Teilnehmenden moderate Möglichkeiten zur Anwendung der erlernten KI-Inhalte in ihrem Arbeitsumfeld wahrnehmen, jedoch Herausforderungen durch Arbeitsbelastung und eingeschränkte Freiheit bestehen. Eine Verbesserung der Ressourcenausstattung und größere Flexibilität könnten die Anwendung der KI-Inhalte effektiv fördern.

Die Ergebnisse zur Veränderung des Arbeitsverhaltens durch die erlernten KI-Inhalte der ZQ zeigen, dass die Teilnehmenden ($n = 70$) nur in begrenztem Maße die neuen Kenntnisse in ihrem Arbeitsalltag integrieren konnten. Den Auszubildenden gelingt es eher selten, das Gelernte regelmäßig anzuwenden ($M = 2.80$, $SD = 1.31$). Die Häufigkeit der Nutzung der KI-Kenntnisse in der täglichen Arbeit wurde sogar noch niedriger eingeschätzt ($M = 2.53$, $SD = 1.36$), was darauf hindeutet, dass die Teilnehmenden die erworbenen Fähigkeiten nur gelegentlich in ihre täglichen Arbeitsabläufe einbinden. Weiterhin empfanden die Teilnehmenden die Anwendung der KI-Inhalte als moderat hilfreich für die Verbesserung ihrer Arbeitsaufgaben ($M = 2.67$, $SD = 1.29$). Die tatsächliche Verbesserung ihrer Arbeitsleistung durch die neuen KI-Kenntnisse wurde ebenfalls nur als mäßig eingeschätzt, wobei die Teilnehmenden bisher keine signifikanten Leistungssteigerungen durch das Gelernte feststellen konnten ($M = 2.59$, $SD = 1.45$).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die erlernten KI-Inhalte zwar als nützlich betrachtet werden, ihre praktische Anwendung und die daraus resultierenden Verbesserungen im Arbeitsalltag jedoch noch ausbaufähig sind.

4.11 Zwischenfazit

Die Evaluationsergebnisse der Auszubildenden im Rahmen der ZQ zeigen ein differenziertes Bild der von den Teilnehmenden gemachten Erfahrungen und Wahrnehmungen. Die Teilnahmemotivation der Lernenden war überwiegend beruflich orientiert, wobei auch das inhaltliche Interesse an KI eine Rolle spielte. Besonders hervorzuheben ist, dass die Teilnehmenden die Relevanz von KI-Kenntnissen für persönliche und berufliche Zwecke als hoch einschätzten. Gleichzeitig zeigte sich jedoch ein eher eingeschränktes Bewusstsein für die konkrete Bedeutung von KI in ihrem Berufsalltag.

Auch die Bewertung der Lernmaterialien und der Lernsoftware fiel überwiegend positiv aus. Insbesondere die interaktiven und visuellen Inhalte wie Erklärvideos und Quizze wurden gelobt. Verbesserungsvorschläge gab es vor allem in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit und die technische Unterstützung durch die Software.

Ihren Lernerfolg schätzten die Teilnehmenden überwiegend positiv ein, insbesondere im Bereich „Umgang mit Daten“ und „Grundbegriffe künstlicher Intelligenz“. Eine Hürde zeigte sich bei der praktischen Anwendung des Gelernten im beruflichen Kontext. Trotz der positiven Selbsteinschätzung erschwerten die eingeschränkte Unterstützung durch

Vorgesetzte und Kolleg:innen sowie die begrenzte Einbindung in die tägliche Arbeit den Wissenstransfer.

Zusammenfassend verdeutlichen die Ergebnisse den Mehrwert der ZQ für die Teilnehmenden, insbesondere durch die Vermittlung wichtiger Kompetenzen und grundlegender Kenntnisse im Bereich KI und maschinelles Lernen. Gleichzeitig wird deutlich, dass eine stärkere Praxisorientierung und zusätzliche Unterstützung beim Wissenstransfer erforderlich sind, um den langfristigen Nutzen der Qualifikation weiter zu steigern.

5. Zentrale Erkenntnisse der Lehrkräfteevaluation

5.1 Teilnahmemotivation und bisherige KI-Erfahrung im Unterricht

Zum Evaluationszeitpunkt t_0 wurden die Lehrkräfte zu ihren Beweggründen befragt, die ZQ zu unterrichten. Mehrere Lehrkräfte betonten dabei die wachsende Bedeutung von KI in der Gesellschaft und im Berufsleben. Sie sahen es als notwendig an, mit der technologischen Entwicklung Schritt zu halten und ihre Auszubildenden auf zukünftige Anforderungen vorzubereiten (Interview_2_ t_0 , Abs. 10; Interview_4_ t_0 , Abs. 2; Interview_5_ t_0 , Abs. 5; Interview_8_ t_0 , Abs. 5, 49). Weiterhin wurde das ausgeprägte Interesse der Schüler:innen und der Ausbildungsbetriebe an KI-Themen erwähnt (Interview_2_ t_0 , Abs. 4; Interview_6_ t_0 , Abs. 3; Interview_8_ t_0 , Abs. 5). Dieses Interesse war für die Lehrpersonen ein wesentlicher Antrieb, KI in die berufliche Ausbildung zu integrieren und praktische Anwendungen der KI zu vermitteln, um den Bedarf von Auszubildenden und Industrie zu decken:

[...] und KI ist im Moment [...] einfach ein sehr aktuelles Thema. Von den Schülern kommt da ein relativ großes Interesse auch von den Ausbildungsbetrieben. Wir hatten jetzt vor kurzem einen Ausbildungsnachmittag. Da merkt man schon, dass das ein Thema ist, was eben von Interesse ist [...]. (Interview_7_ t_0 , Abs. 3)

Auch das persönliche Interesse der Lehrkräfte spielte eine Rolle. So waren die interviewten Lehrpersonen persönlich an der Thematik interessiert und betrachteten die ZQ als Möglichkeit zur eigenen fachlichen Weiterentwicklung. Ihr Ziel war es, ihr eigenes Verständnis zu vertiefen und ihr erworbenes Wissen an ihre Schüler:innen weiterzugeben (Interview_1_ t_0 , Abs. 5; Interview_2_ t_0 , Abs. 12; Interview_5_ t_0 , Abs. 5).

Einige der befragten Lehrkräfte gaben an, dass sie bisher nur wenig Erfahrung mit der Vermittlung von KI-Inhalten haben (Interview_2_ t_0 , Abs. 5; Interview_3_ t_0 , Abs. 6; Interview_8_ t_0 , Abs. 33). Dies lässt darauf schließen, dass KI-Themen bisher nicht regelmäßig und tiefgehend behandelt wurden. Bisher wurden KI-Inhalte in Fachbereichen wie Informatik, über Projektwochen oder spezielle Seminare in den Unterricht integriert. Diese waren oft punktuell und fokussierten sich auf spezifische Anwendungen von KI-Tools (Interview_5_ t_0 , Abs. 7; Interview_6_ t_0 , Abs. 3; Interview_8_ t_0 , Abs. 7). Allerdings wurden die KI-Inhalte eher oberflächlich thematisiert und beschränkten sich häufig auf die Einordnung von Begrifflichkeiten, da die zeitlichen Ressourcen im regulären Unterricht für eine vertiefte Behandlung begrenzt sind (Interview_6_ t_0 , Abs. 5). Die Interviews verdeutlichen somit einen klaren Bedarf und ein großes Interesse an einer tieferen Auseinandersetzung mit KI.

5.2 Erwartungen

5.2.1 Erwartungen an den Lernerfolg und an den beruflichen Nutzen

Die befragten Lehrkräfte erhofften sich von der Teilnahme ihrer Auszubildenden an der ZQ, dass diese grundlegende theoretische Kenntnisse darüber erlangen, wie KI-Modelle funktionieren und in der Berufspraxis Anwendung finden (Interview_1_ t_0 , Abs. 34; Interview_2_ t_0 , Abs. 10; Interview_3_ t_0 , Abs. 8; Interview_7_ t_0 , Abs. 5; Interview_8_ t_0 , Abs. 9). Zudem erwarteten sie, dass die Auszubildenden ein Grundverständnis für Daten entwickeln und zu kompetenten Ansprechpartner:innen in ihren Ausbildungsbetrieben werden, die fachlich fundiert über KI kommunizieren können (Interview_1_ t_0 , Abs. 19, 20; Interview_6_ t_0 , Abs. 9). Besonders deutlich werden die Erwartungen anhand dieses Interviewauszugs:

[Ich erwarte,] dass die Schülerinnen und Schüler erkennen, in welchen Bereichen ihres Unternehmens das [KI] sinnvoll eingesetzt werden kann, dass sie da Potenziale erkennen können und auch erkennen, welche Daten dafür benötigt werden [...], was sie sich da vorstellen und dann auch eine Vorstellung davon haben, wie die KI funktionieren soll. Also unser persönlicher Fokus liegt nicht darauf, dass sie dann alles selbst programmieren lernen können, aber dass sie da gute Ansprechpartner sein können, die da auch mitreden können [...]. (Interview_3_t0, Abs. 8)

Gleichzeitig legten die Lehrkräfte großen Wert auf einen kritischen Umgang mit KI. Die Schüler:innen sollen lernen, KI-Tools kritisch zu hinterfragen und die Möglichkeiten und Grenzen dieser Technologie im Alltag und Berufsleben zu verstehen (Interview_8_t0, Abs. 9).

Die Teilnahme an der ZQ wurde von den Lehrkräften auch mit beruflichen Vorteilen für die Auszubildenden verknüpft. So soll sie die Teilnehmenden darauf vorbereiten, sich an den stetigen Wandel in der Arbeitswelt anzupassen und ihnen, auch ohne einen Hochschulabschluss, neue Berufsmöglichkeiten im IT-Bereich eröffnen (Interview_1_t0, Abs. 19; Interview_5_t0, Abs. 15; Interview_6_t0, Abs. 7; Interview_8_t0, Abs. 51). Die ZQ stellt somit ein entscheidendes Differenzierungsmerkmal dar, das die Karriereaussichten der Auszubildenden nachhaltig verbessern kann (Interview_8_t0, Abs. 51).

5.2.2 Erwartungen an die Lernsoftware

Aus den Interviews geht hervor, dass die Lehrkräfte hohe Erwartungen an die Lernsoftware stellten. Sie erwarteten insbesondere, dass die Lernsoftware benutzerfreundlich und übersichtlich gestaltet ist und das selbstorganisierte Lernen der Auszubildenden unterstützt. Dies sollte etwa durch regelmäßiges Feedback zur Leistung der Lernenden und durch das Ermöglichen von Erfolgserlebnissen umgesetzt werden (Interview_2_t0, Abs. 20; Interview_4_t0, Abs. 12; Interview_5_t0, Abs. 29; Interview_6_t0, Abs. 15; Interview_8_t0, Abs. 17). Zudem sollten die Lernmaterialien so aufbereitet sein, dass sie für verschiedene Lerntypen geeignet sind, wobei die Lehrkräfte annahmen, dass insbesondere Videos von den Auszubildenden bevorzugt würden (Interview_2_t0, Abs. 28). Aufgrund ihrer bisherigen Erfahrungen mit Moodle zeigten sich einige Lehrkräfte hinsichtlich der technischen Funktionalität der Software optimistisch (Interview_4_t0, Abs. 34; Interview_5_t0, Abs. 57; Interview_7_t0, Abs. 13).

5.2.3 Erwartete Herausforderungen

Die befragten Lehrkräfte äußerten Bedenken, dass insbesondere das Onlinelernen für die Auszubildenden eine Herausforderung darstellen könnte. Es wurde kritisch hinterfragt, ob die Teilnehmenden über ausreichende Lesekompetenzen und die notwendige Selbstverantwortung verfügen, um sich eigenständig mit den Lerninhalten auseinanderzusetzen (Interview_2_t0, Abs. 14; Interview_6_t0, Abs. 17). Folgende Interviewpassage verdeutlicht diese Bedenken:

[...] ich muss vielleicht dazu sagen, der Kurs ist ja so angelegt, dass die Schüler das mehr oder weniger sich selber erarbeiten. Da habe ich so ein bisschen Probleme damit. Also, das heißt ja, die müssten es in ihrer Freizeit oder zuhause eben nachmittags machen und aus meiner Erfahrung, ich meine, die haben [...] ihren Ausbildungsbetrieb, wo immer irgendwelche Dinge anstehen, dann noch Schule, wo sie noch auf Klassenarbeiten lernen müssen und so weiter. Und wenn die dann da noch so ein großes Paket hingelegt bekommen, wo sie das

dann auch noch zusätzlich zu Hause bearbeiten sollen, sagt meine Erfahrung, dass das [...] nur ganz, ganz wenige machen, also von 30 Schülern machen das dann vielleicht drei. (Interview_7_t0, Abs. 9)

Während praktische Anwendungsszenarien vermutlich großes Interesse unter den Auszubildenden wecken werden (Interview_2_t0, Abs. 18; Interview_8_t0, Abs. 15), könnten Themen wie Mathematik, Statistik und Datenanalyse eher als Herausforderung wahrgenommen werden (Interview_1_t0, Abs. 30; Interview_3_t0, Abs. 14; Interview_4_t0, Abs. 6; Interview_7_t0, Abs. 9; Interview_8_t0, Abs. 13). Die Lehrkräfte gingen davon aus, dass einige Auszubildende überrascht und möglicherweise enttäuscht reagieren könnten, wenn sie sich mit mathematischen und statistischen Grundlagen auseinandersetzen müssen, die sie in einer KI-ZQ nicht erwartet haben (Interview_4_t0, Abs. 6; Interview_8_t0, Abs. 15).

Eine zusätzliche Herausforderung stellt die Heterogenität der Vorkenntnisse der Schüler:innen dar. Einige Auszubildende haben bereits universitäre Erfahrung in Informatik, während andere kaum relevante Vorkenntnisse in Mathematik oder verwandten Bereichen haben. Diese Heterogenität erschwert nicht nur die didaktische Gestaltung der Zusatzqualifikation, sondern beeinflusst auch die allgemeine Unterrichtsplanung (Interview_3_t0, Abs. 12; Interview_6_t0, Abs. 11; Interview_8_t0, Abs. 13).

5.3 Didaktische Umsetzung

5.3.1 Didaktische Gestaltungspläne

Von den acht interviewten Lehrkräften planten zu Beginn der ZQ sechs – wie im Rahmenlehrplan vorgeschlagen – das Blended-Learning-Format zu implementieren, während zwei Lehrkräfte sich für reinen Präsenzunterricht entschieden. Dabei wurde das Blended-Learning-Format in der ersten Erhebungswelle (Schuljahr 2022/23) von allen beteiligten Berufsschulen übernommen, während in der darauffolgenden Welle (Schuljahr 2023/24) nur die Hälfte der neu hinzugekommenen Schulen dieses Format umsetzte. Unabhängig vom didaktischen Format planten die meisten Lehrkräfte, die Lernsoftware als Hauptbestandteil des Kurses einzusetzen. Lehrkräfte, die auf Blended-Learning setzten, erwarteten, dass die Auszubildenden einen erheblichen Teil ihrer Lernarbeit selbstständig zu Hause leisten. Dabei waren monatliche Onlinetreffen vorgesehen, bei denen technische oder inhaltliche Fragen geklärt und der Lernfortschritt besprochen werden können (Interview_1_t0, Abs. 38, 58; Interview_2_t0, Abs. 36; Interview_3_t0, Abs. 26; Interview_4_t0, Abs. 18; Interview_6_t0, Abs. 25; Interview_8_t0, Abs. 25). Präsenzveranstaltungen waren insgesamt selten geplant, wobei die vor Ort stattfindenden Termine v.a. dazu dienen sollten, Verständnisschwierigkeiten zu beheben und besonders schwierige Themen zu diskutieren. Zudem planten die Lehrkräfte, den Auszubildenden vorzugeben, welche Inhalte bis zum nächsten Präsenztermin zu erarbeiten sind, um einen konsistenten und einheitlichen Lernfortschritt zu gewährleisten (Interview_3_t0, Abs. 32).

Lehrkräfte, die die ZQ vorwiegend vor Ort in der Berufsschule unterrichteten, planten den Einsatz der Lernsoftware wie folgt: der ZQ-Unterricht sollte zunächst mit einer lehrerzentrierten Phase beginnen, in der die Lehrkraft eine in der Lernsoftware enthaltene PDF-Datei zum jeweiligen Thema als Präsentationgrundlage nutzen wird. Nach dieser Einführung sollten die Auszubildenden ihr Verständnis festigen, indem sie die dazugehörigen Quizze in der Lernsoftware selbstständig bearbeiten werden (Interview_5_t0, Abs. 35; Interview_7_t0, Abs. 9).

Grundsätzlich befürworteten alle befragten Lehrkräfte das Blended-Learning-Format, da es die Entwicklung wichtiger übergeordneter Fähigkeiten wie Selbstlernkompetenzen und das aktive Lernen unterstützt (Interview_3_t0, Abs. 24; Interview_5_t0, Abs. 33; Interview_6_t0, Abs. 23; Interview_8_t0, Abs. 21):

[...] Ich glaube [...] die Präsenzphase bringt eine gewisse Ordnung rein über Struktur. Wenn man will, kann man da auch noch mal gucken, ob Meilensteine [...] erreicht sind und noch mal die Möglichkeit bietet, [...] Probleme und Fragen dann nochmal zu klären. [...] Ich glaube, die Mischung aus beidem ist es ein sehr, sehr guter Kompromiss, gerade wenn man das nicht gewohnt ist, und das ist aktuell ja noch nicht der Modus Operandi, dass man in der Lage ist, es komplett selbst zu machen. Also hier ist der Kompetenzerwerb, Selbstlernkompetenz, [...] glaube ich, ein wichtiger Punkt, den man damit auch so ein bisschen erlernt und erprobt. [...] (Interview_6_t0, Abs. 23)

Gleichzeitig äußerten sie jedoch Bedenken, da ihre Auszubildenden oft über unzureichende Lesekompetenzen verfügen und mit Disziplin- sowie Motivationsproblemen zu kämpfen haben, was die Umsetzbarkeit von Blended-Learning erschwert (Interview_5_t0, Abs. 11; Interview_7_t0, Abs. 17). Vor diesem Hintergrund entschieden sich einige Lehrkräfte bewusst gegen die Implementierung eines Blended-Learning-Formats.

Die meisten interviewten Lehrkräfte planten, zusätzliches Lernmaterial einzusetzen wie z.B. Lerngebücher und Kapitelzusammenfassungen (Interview_1_t0, Abs. 41; Interview_2_t0, Abs. 40; Interview_3_t0, Abs. 34; Interview_5_t0, Abs. 31; Interview_7_t0, Abs. 19; Interview_8_t0, Abs. 33). Eine Lehrkraft äußerte Bedenken, dass die in der Lernsoftware bereitgestellten Materialien nicht ausreichend seien, weshalb überwiegend eigenes Lernmaterial verwendet wird. Die Lernsoftware wird in diesem Fall vorrangig für Übungs- und Wiederholungszwecke verwendet (Interview_1_t0, Abs. 37, 41).

5.3.2 Realisierte didaktische Umsetzung

Lehrkräfte, die die ZQ als Präsenzunterricht umsetzten, begannen den Unterricht meist mit einem lehrerzentrierten Input, wobei hierzu die Videos oder die PDF-Präsentationen der Lernsoftware genutzt wurden. Um das erworbene Wissen zu festigen, bearbeiteten die Auszubildenden die Quizze und Übungsaufgaben in der Lernsoftware (Interview_5_t1, Abs. 29; Interview_7_t1, Abs. 119).

In den Blended-Learning-Kursen wurden den Auszubildenden spezifische Themen vorgegeben, die bis zum nächsten Präsenztreffen eigenständig erarbeitet werden mussten. Diese Vorgehensweise ist in den Interviews mehrfach dokumentiert und spiegelt die strukturierte Herangehensweise der Lehrkräfte wider (Interview_2_t1, Abs. 56; Interview_3, Abs. 38; Interview_4_t1, Abs. 2, 26; Interview_8_t1, Abs. 15). Die Präsenztreffen dienten primär der Klärung technischer und inhaltlicher Fragen und der Wiederholung besonders anspruchsvoller Inhalte. Zudem boten sie eine wichtige Motivationsquelle und förderten das Engagement der Teilnehmenden. In diesen Treffen fanden auch statt, was das kooperative Lernen stärkte (Interview_2_t1, Abs. 20; Interview_3_t1, Abs. 36; Interview_6_t1, Abs. 3, 9). Die Interviews zeigten zudem, dass Online-Diskussionen im Rahmen der Onlineterminen oft als schwierig empfunden wurden und nur wenig interaktiver Austausch stattfand. Die Präsenzveranstaltungen boten somit eine notwendige Plattform für einen produktiven Austausch und direktes Feedback, was in einer virtuellen Umgebung häufig zu kurz kommt (Interview_3_t1, Abs. 4, 22):

[...] Aber dadurch, dass es online ist, funktioniert es schlecht wirklich eine Diskussion [...] zu führen. Weil immer. Weil man nicht so leicht reingrätschen kann. [...] Das ist schwierig. Das merkt man schon, wenn drei Personen im Gespräch sind. Wann spricht wer? [...] Und dann, ja dann hat man vielleicht das eine nicht gesehen, dann kommt es verspätet. Das ist ein bisschen schade finde ich. (Interview_3_t1, Abs. 20, 22)

Darüber nutzten zwei Lehrkräfte zusätzlich die Programmierplattform „Orange Data Mining“, um das Themengebiet der Datenanalyse besser zu visualisieren (Interview_1_t1, Abs. 48; Interview_8_t1, Abs. 39). Die Vorteile dieser Software werden besonders an diesem Interviewauszug deutlich:

[Orange Date Mining] hatten wir jetzt zum Beispiel zuletzt installiert und drüber gesprochen mit den Azubis im Kurs, [...] so als vielleicht Alternative, die ein bisschen anschaulicher ist wie Python, wo man auch [...] ein bisschen schneller und [...] ein bisschen intuitiver [...] die Analyse der Daten vornehmen kann. Also das hatten wir [...] als sehr gewinnbringend angesehen diese Software [...]. (Interview_8_t1, Abs. 41)

5.3.3 Herausforderungen mit der didaktischen Umsetzung

Die Lehrkräfte äußerten sich grundsätzlich positiv über das didaktische Format der ZQ und hoben insbesondere die Vorteile der flexiblen Zeiteinteilung für die Auszubildenden sowie die Förderung ihrer Kompetenzen im selbstorganisierten Lernen (Interview_2_t2, Abs. 47). Aus diesem Grund würde die Mehrheit der interviewten Lehrkräfte den Kurs weiterhin im Blended-Learning-Format anbieten (Interview_1_t2, Abs. 44; Interview_2_t2, Abs. 37; Interview_3_t2, Abs. 23; Interview_4_t2, Abs. 39; Interview_8_t2, Abs. 60). Dennoch berichteten sie auch von verschiedenen Herausforderungen, die im Verlauf des Kurses auftraten. Ein zentrales Problem stellte das selbstorganisierte Lernen während der Onlinephasen dar. Viele Auszubildende trafen zu Hause keine ausreichenden Vorbereitungen und zogen stattdessen den direkten Input der Lehrkräfte während der Präsenzzeiten vor (Interview_2_t1, Abs. 38; Interview_4_t2, Abs. 11; Interview_6_t2, Abs. 3; Interview_8_t1, Abs. 5):

Also, das war dann das, was manchmal weniger gut geklappt hat, dass die Auszubildenden nicht so durch die Lernsoftware das Gefühl hatten: „Ich weiß darüber Bescheid und kann jetzt [...] in Präsenz mehr in die Tiefe gehen oder noch mal Rückfragen stellen oder diskutieren“, sondern es wurde von uns als Lehrkräfte häufig erwartet, dass wir im Prinzip alles nochmal erklären, und wir mussten dann auch häufig sagen: „Naja, im Prinzip wurde genau das [...] in dem Video erklärt oder auf der Folie [...]. [Wir hatten] manchmal das Gefühl [...], dass die Auszubildenden [...] wieder den klassischen Unterricht wollten, so nach dem Motto: „Naja, jetzt erklärt es uns doch nochmal [...]“ und daher bin ich manchmal [...] von dem Ablauf, wie es in Präsenz tatsächlich abgelaufen ist, immer nicht ganz so zufrieden. (Interview_8_t1, Abs. 15)

Auch das Verhältnis von Präsenz- und Onlinephasen wurde von den Lehrkräften kritisch hinterfragt. Die langen Onlinephasen, in denen die Auszubildenden die Lerninhalte eigenständig erarbeiten sollten, führten häufig zu einem Motivationsverlust (Interview_2_t1, Abs. 22, 92; Interview_5_t2, Abs. 49; Interview_8_t2, Abs. 5, 62). In der digitalen Lernumgebung fiel es den Auszubildenden auch schwer, aktiv an Diskussionen teilzunehmen (Interview_3_t1, Abs. 20-22, 36, 74). Auch die Interaktion und das Einholen von Feedback zu ihrem Lernfortschritt gestalteten sich schwierig, da die Auszubildenden zögerten, sich zu äußern (Interview_3_t1, Abs. 16, 74, 76). Im Laufe des Kurses wurde

deutlich, dass der Bedarf an Präsenzunterricht größer war als ursprünglich erwartet (Interview_6_t2, Abs. 3, 40; Interview_8_t2, Abs. 60).

Die didaktische Gestaltung wurde weiterhin durch die heterogene Zusammensetzung der Lerngruppen erschwert. Unterschiede im Vorwissen in den Bereichen Mathematik und Statistik beeinflussten die Bearbeitung der Inhalte wesentlich (Interview_5_t1, Abs. 9; Interview_7_t1, Abs. 29). Die Lehrkräfte hatten das Vorwissen der Auszubildenden insgesamt überschätzt, was zu umfangreichen Wiederholungen mathematischer Grundlagen führte (Interview_8_t1, Abs. 15).

Ein weiterer Aspekt der Kritik bezog sich auf den universitären didaktischen Ansatz des Kurses. So bemängelte eine Lehrkraft, dass die ZQ zu stark an einem theoretischen Vorgehen orientiert sei, wie es in der Universität üblich ist. Die Praxis erfolge eher passiv durch Nachvollziehen, anstatt durch aktives Handeln. Die Auszubildenden seien es aus dem Berufsschulunterricht gewohnt, selbst aktiver in den Lernprozess eingebunden zu sein, was im Rahmen dieser ZQ nicht ausreichend berücksichtigt wurde (Interview_7_t2, Abs. 3).

Eine weitere Herausforderung stellte der zeitliche Umfang der ZQ dar. Die Auszubildenden sahen sich mit einem hohen zeitlichen Druck konfrontiert, der durch ihre regulären beruflichen Verpflichtungen und Prüfungen noch verstärkt wurde. Mehrere Lehrkräfte berichteten, dass der Kursinhalt für den vorhergesehenen Zeitraum zu umfangreich war und die Auszubildenden Schwierigkeiten hatten, den Lernstoff in der vorgegebenen Zeit zu bewältigen (Interview_3_t2, Abs. 11; Interview_4_t2, Abs. 29; Interview_7_t2, Abs. 43; Interview_8_t2, Abs. 27). Die Herausforderung Berufsschulunterricht, Arbeit und ZQ miteinander zu vereinbaren, führte dazu, dass die Auszubildenden häufig Inhalte überflogen und Aufgaben eher oberflächlich bearbeiteten (Interview_1_t1, Abs. 28; Interview_5_t1, Abs. 37).

5.3.4 Vorschläge zur Verbesserung der didaktischen Umsetzung

Obwohl die Lehrkräfte dem didaktischen Format grundsätzlich positiv gegenüberstehen, sehen sie bei der didaktischen Gestaltung noch Optimierungspotential. Ein zentraler Vorschlag ist die Erhöhung der Schüleraktivität. Die Lehrkräfte regten an, den Unterricht weniger theorieintensiv zu gestalten und stattdessen mehr Phasen einzubauen, in denen die Auszubildenden aktiv eingebunden werden. Lange Theorieblöcke mit universitärem Vorlesungscharakter sollte durch kürzeren Theorieinput, der unmittelbar mit schüleraktiven Phasen verknüpft wird, ersetzt werden (Interview_3_t2, Abs. 9; Interview_7_t2, Abs. 3, 11, 25).

Ein weiteres Anliegen der Lehrkräfte ist die Erhöhung der Motivation und die Vermeidung von Überforderung. Kürzere Onlinephasen in Kombination mit verstärktem Präsenzunterricht könnten dazu beitragen, das Engagement der Lernenden aufrechtzuerhalten und zugleich Überforderung vorzubeugen (Interview_2_t1, Abs. 46; Interview_5_t2, Abs. 23; Interview_6_t2, Abs. 3, 18, 36; Interview_8_t2, Abs. 30, 64). Auch eine intensivere Begleitung der Onlinephasen, etwa durch eine verstärkte Nutzung des Diskussionsforums oder die Einführung regelmäßiger Onlineterminen, würde die Kommunikation zwischen den Auszubildenden und Lehrkräften verbessern (Interview_4_t2, Abs. 39; Interview_6_t2, Abs. 20, 22, 36; Interview_8_t2, Abs. 29). Der Fokus der Präsenzveranstaltungen sollte stärker auf den Austausch und die Interaktion unter den Auszubildenden gelegt werden, indem v.a. Gruppenarbeiten durchgeführt werden sollen (Interview_2_t1, Abs. 20; Interview_3_t1, Abs. 22). Diese fördern neben den sozialen Kompetenzen der Teilnehmenden auch ein tieferes Verständnis der Lerninhalte durch die gemeinsame Problemlösung und Diskussionen.

Zur weiteren Steigerung der Motivation wurde vorgeschlagen, regelmäßige Lernfortschrittskontrollen in Form von Klassenarbeiten und Noten einzuführen. Diese könnten dazu beitragen, dass die Schüler die ZQ und den Lernstoff ernster nehmen und kontinuierlicher lernen, was letztlich auch die Lernbereitschaft und den Lernerfolg positiv beeinflussen könnte (Interview_5_t2, Abs. 17, 23).

Um Drop-outs zu vermeiden, betonte eine Lehrkraft die Relevanz, sich einen klaren Überblick über die teilnehmenden Auszubildenden und deren spezifische Lernbedürfnisse zu verschaffen. Eine genaue Einschätzung des Unterstützungsbedarfs ist entscheidend, um frühzeitig gezielte Maßnahmen ergreifen zu können (Interview_3_t2, Abs. 9). Konkret wurde die Einführung eines verbindlichen Feedbacksystems, durch das die Auszubildenden regelmäßig Rückmeldung zu ihrem Lernfortschritt geben, vorgeschlagen. Diese Rückmeldungen sind für die Lehrkräfte wichtig, um die Lerninhalte und -methoden besser auf die Bedürfnisse und Verständnisschwierigkeiten der Lernenden anzupassen (Interview_1_t1, Abs. 16; Interview_8_t1, Abs. 39).

Da mathematische und programmiertechnische Themen viele Auszubildende an ihre Grenzen brachten, wurde empfohlen, die Einführung dieses Moduls im Rahmen einer Präsenzsitzung durchzuführen (Interview_3_t1, Abs. 68). Die direkte Unterstützung durch die Lehrkräfte in einer einführenden Sitzung könnte den Lernenden helfen, eine solide Grundlage für komplexere Inhalte zu entwickeln und kommende Hürden besser zu überwinden.

5.4 Lerninhalte

5.4.1 Umgang mit den Lerninhalten

Die Teilnehmenden zeigten großes Interesse an praktisch anwendbaren und interaktiv gestalteten Themen. Besonders die Bereiche neuronale Netze und konkrete Anwendungsszenarien stießen auf breites Interesse. Bei den neuronalen Netzen erkannten die Auszubildenden den Zusammenhang zwischen den zuvor behandelten mathematischen Grundlagen und deren Bedeutung für das Verständnis dieser komplexen Themen (Interview_2_t2, Abs. 31; Interview_7_t2, Abs. 41):

[...] wir [haben] am Schluss das neuronale Netz [...] behandelt und alles, was wir davor gemacht haben, war wie ein Aufbau bis zu diesem neuronalen Netz und am Schluss macht es alles Sinn. Also zwischendurch hat man sich gefragt, warum wir denn das eine oder andere Thema besprechen, aber am Schluss kommt dann alles zusammen, und es war dann also für viele einfach so ein Aha-Erlebnis und Aha-Effekt [...]. (Interview_2_t2, Abs. 5)

Interaktive Aufgaben, wie das Arbeiten mit Teachable Machine von Google oder das Einführungsspiel zu Beginn der ZQ, trugen dazu bei, abstrakte theoretische Konzepte greifbarer zu machen und das Verständnis der Auszubildenden zu vertiefen (Interview_1_t2, Abs. 37; Interview_4_t2, Abs. 31; Interview_5_t2, Abs. 37; Interview_8_t2, Abs. 54). Besonders das Praxisprojekt, bei dem die Teilnehmenden in ihren Ausbildungsbetrieben Anwendungsfelder für KI identifizieren sollten, wurde als spannend empfunden. Sie konnten dabei ihr theoretisches Wissen in die Praxis umsetzen und fanden Freude daran, eigene Ideen für KI-Anwendungen zu entwickeln (Interview_3_t2, Abs. 3; Interview_4_t2, Abs. 33; Interview_6_t2, Abs. 30).

Weniger Interesse zeigten die Teilnehmenden an mathematischen und programmiertechnischen Inhalten (Interview_3_t2, Abs. 64; Interview_7_t2, Abs. 3). Diese wurden als besonders anspruchsvoll empfunden und gingen aus Sicht vieler Auszubildender zu sehr in die Tiefe, was nicht ihren Erwartungen an den Kurs entsprach. Dies führte zu einer abschreckenden Wirkung und einem verminderten Interesse an diesen Inhalten (Interview_1_t2, Abs. 39; Interview_3_t2, Abs. 9, 11; Interview_8_t2,

Abs. 5, 54). Auch das Programmieren und die Arbeit mit Jupyter Notebooks stießen im Verlauf der ZQ auf abnehmendes Interesse. Diese wurden als sehr herausfordernd und leseintensiv empfunden, was häufig zu Frustration führte, insbesondere da diese Inhalte nicht prüfungsrelevant waren, aber dennoch viel Zeit in Anspruch nahmen (Interview_1_t1, Abs. 30; Interview_2_t2, Abs. 9; Interview_3_t1, Abs. 62; Interview_3_t2, Abs. 5, 9; Interview_4_t2, Abs. 35; Interview_6_t2, Abs. 10; Interview_8_t1, Abs. 23, 32). Deutlich wird dies besonders anhand folgenden Interviewausschnitts:

Und mit dem D Modul haben sie sich viel leichter getan als mit dem C Modul. Das fanden sie schwierig. Einige haben [...] gesagt, das fanden sie knackig, wenn sie vorher noch keine Programmiererfahrung hatten und ihnen bisher die Situation fehlt und die Frustrationstoleranz, nach Fehlern zu suchen. Wenn man noch nicht genau weiß, was sind typische Fehlerquellen, worauf muss ich achten, dann hilft es auch nicht, wenn man es versucht, vorab in der Besprechung abzufangen [...]. Und ich glaube, wenn man das noch nicht kennt, weil man damit noch nie gearbeitet hat, dann ist das einfach frustrierend. Wenn man denkt: „Es steht doch genau genauso da, wie es sein soll, warum funktioniert es nicht?“ und dann fehlt ein Punkt oder so.“ (Interview_3_t1, Abs. 6)

5.4.2 Herausforderungen mit den Lerninhalten

Die Lehrkräfte berichteten von mehreren herausfordernden Situationen im Zusammenhang mit den Lerninhalten der ZQ. Eine zentrale Hürde war die hohe Komplexität der Inhalte. Besonders die mathematischen Themen sowie die Programmierseinheiten überforderten viele Auszubildende, insbesondere Auszubildende mit einem kaufmännischen Ausbildungsberuf oder ohne Programmierkenntnisse. Die Auseinandersetzung mit typischen Fehlerquellen in der Programmierung und die dafür notwendige hohe Frustrationstoleranz stellten wesentliche Hürden für die Auszubildenden dar (Interview_3_t1, Abs. 6). Dieses Modul nahm deutlich mehr Zeit in Anspruch als zu Beginn erwartet, da viele Auszubildenden keine Vorkenntnisse hatten und zusätzliche Nacharbeit notwendig war. Diese Schwierigkeiten führten in einigen Fällen dazu, dass Teilnehmende die ZQ vorzeitig abbrechen, da sie mit dem hohen Schwierigkeitsgrad nicht zurechtkamen (Interview_1_t2, Abs. 11, 13; Interview_2_t2, Abs. 9; Interview_3_t2, Abs. 5; Interview_4_t2, Abs. 11; Interview_5_t2, Abs. 11; Interview_7_t2, Abs. 3; Interview_8_t2, Abs. 5).

Die fehlende Prüfungsrelevanz der Programmierelemente warf zudem kritische Fragen nach ihrer Notwendigkeit in der ZQ auf:

Was wirklich sehr viel Zeit gekostet hat, sind die Python Elemente bisher gewesen. [...] und da haben wir auch natürlich dann relativ schnell [...] noch mal abgeklärt, [dass es] nicht prüfungsrelevant [ist], also weder Programmierbefehle noch Python an sich. [...] Aber das hat uns [...] einfach viel mehr Zeit gekostet, einfach weil da sehr, sehr viel Nacharbeiten notwendig war, und wenn ich Python sozusagen ausklammern würde [...], dann finde ich, ist es [...] in Ordnung. (Interview_8_t1, Abs. 23)

Auch die Tiefe der Inhalte wurde kritisch betrachtet. Oft wurden Konzepte thematisiert, die zwar sehr detailliert, aber nicht prüfungsrelevant waren. Mathematische Themen wie Matrizen und Programmierinhalte führten bei einigen Teilnehmenden zu Überforderung und Demotivation (Interview_5_t2, Abs. 7, 11; Interview_7_t1, Abs. 5, 9; Interview_8_t2, Abs. 5, 10, 17). Zudem stellte die Menge des zu bewältigenden Stoffes eine Herausforderung dar. Die Lehrkräfte beobachteten, dass viele Auszubildende Schwierigkeiten hatten, der ZQ inhaltlich zu folgen und „gegen Ende hin [...]

thematisch ausgestiegen“ (Interview_7_t2, Abs. 3) sind. Sie kamen zu dem Schluss, dass der zeitliche Umfang der ZQ von 100 Stunden nicht ausreichte, um alle Themen angemessen zu behandeln (Interview_2_t2, Abs. 19; Interview_5_t2, Abs. 3, 21; Interview_8_t2, Abs. 27).

Ein weiterer Kritikpunkt war die mangelnde Praxisorientierung des ZQ. Die Lehrkräfte stellten fest, dass der Kurs in vielen Bereichen zu theoretisch und praxisfern gestaltet war, was das Interesse und die Motivation der Lernenden negativ beeinflusste. So wurden die umfangreichen mathematischen Grundlagen als wenig praxisnah und ermüdend empfunden (Interview_7_t2, Abs. 5, 35, 83; Interview_8_t2, Abs. 27). Sie hatten Schwierigkeiten, die Relevanz der erlernten Inhalte für ihren beruflichen Alltag zu erkennen. An folgender Interviewpassage wird dies besonders deutlich:

[...] also, die [Auszubildenden] waren am Anfang schon sehr, sehr interessiert an dem Thema KI, aber jetzt sind wir schon ziemlich lange mit dem Moodlekurs beschäftigt und mit KI, da sind wir immer noch relativ weit davon weg. Ich weiß nicht, ob das vom Aufbau her anders machbar wäre, aber ich glaube, die hatten da die Erwartung, dass wir da schneller zum eigentlichen Thema kommen. Also ich sehe natürlich, dass die ganzen Dinge da vorbereitet sein müssen, aber, [...] es dauert schon lange, bis wir zum eigentlichen Thema kommen und da habe ich so den Eindruck, dass das ein bisschen ermüdend für die Schüler [ist]. [...] Aber jetzt ist eben ein halbes Jahr um und wir sind eigentlich immer noch mit den Grundlagen beschäftigt und für die Azubis oder auch für mich ist dann [...] schon auch irgendwo wichtig, was können sie jetzt damit in ihrem Berufsalltag mitnehmen. Und da ist bisher, glaube ich, noch nicht ganz so viel dabei. (Interview_7_t1, Abs. 3, 6)

Auch die Übungsaufgaben stießen auf Kritik. Die häufig eingesetzten Lückentexte und Zuordnungsaufgaben sowie der niedrige Schwierigkeitsgrad der Übungsaufgaben wurden als wenig lernförderlich eingeschätzt, da sie eher einen „Trial-and-Error“-Ansatz förderten, ohne dass die Lernenden nachhaltige Lernergebnisse erzielten (Interview_5_t2, Abs. 27, 57; Interview_7_t2, Abs. 49).

5.4.3 Vorschläge zur Verbesserung der Lerninhalte

Die interviewten Lehrkräfte sprachen sich für eine Reduktion der Lerninhalte aus, wobei der Schwerpunkt auf wesentlichen und prüfungsrelevanten Themen liegen sollte. Diese Anpassung würde es ermöglichen, die zeitlichen Beschränkungen der ZQ besser zu bewältigen und eine Überforderung der Lernenden zu vermeiden (Interview_3_t2, Abs. 5; Interview_4_t2, Abs. 35; Interview_5_t2, Abs. 21; Interview_7_t2, Abs. 47, 45; Interview_8_t2, Abs. 64). Um die ZQ praxisorientierter zu gestalten, empfahlen die Lehrkräfte eine stärkere Einbindung praktischer und berufsspezifischer Anwendungsbeispiele (Interview_1_t1, Abs. 44; Interview_2_t1, Abs. 58; Interview_7_t1, Abs. 35):

Ja, also es gab schon auch immer mal wieder Bezug zum Berufsleben oder Alltag. [...] Also das ist vielleicht so ein Punkt, [der] tatsächlich auch manchmal angesprochen wurde: ja, was bringt mir das jetzt konkret für mich als Industriekaufmann oder Groß- und Außenhandelskaufmann oder -frau? Also das wäre vielleicht wirklich was, was noch so ein bisschen deutlicher nach vorne gestellt werden könnte. Vielleicht auch zu Beginn des Kurses [...] als Heranführung, dass wirklich noch mal deutlicher klar gemacht wird: Warum bin ich jetzt hier? Was bringt mir das fürs Berufsleben? (Interview_8_t2, Abs. 48)

Ein solcher Praxisbezug würde den Lernenden ein tieferes Verständnis der Anwendungsmöglichkeiten von KI vermitteln (Interview_2_t2, Abs. 27; Interview_3_t2, Abs. 5; Interview_5_t2, Abs. 31) und gleichzeitig ihre Motivation steigern (Interview_4_t2, Abs. 5; Interview_7_t2, Abs. 75;

Interview_8_t2, Abs. 48). Zudem sollte der Schwierigkeitsgrad der Übungsaufgaben besser auf die Anforderungen der Lerninhalte abgestimmt werden, um den Auszubildenden eine angemessene Herausforderung zu bieten (Interview_7_t2, Abs. 49). Es wurde angeregt, komplexere Aufgaben, wie Multiple-Choice-Tests oder offene Reflexionsaufgaben, zu integrieren, um den Lernerfolg besser zu fördern (Interview_3_t1, Abs. 44, 46, 72; Interview_4_t1, Abs. 30; Interview_5_t1, Abs. 31; Interview_5_t2, Abs. 27, 57; Interview_8_t1, Abs. 9, 43).

In Bezug auf die mathematischen Grundlagen gab es unterschiedliche Vorschläge. Während eine Lehrkraft eine inhaltliche Ausweitung der mathematischen Grundbildung forderte (Interview_8_t1, Abs. 37, 41), plädierte eine andere Lehrperson für die Reduktion bereits bekannter Grundlagen (Interview_5_t1, Abs. 9, 33). Diese schlug auch vor, die Bedeutung und Anwendung mathematischer Konzepte in der Datenanalyse und Programmierung stärker zu betonen, um das Verständnis der Auszubildenden für den Stellenwert der Mathematik in KI zu vertiefen und damit das Lerninteresse und die Motivation zu verbessern (Interview_5_t1, Abs. 15).

Des Weiteren wurde vorgeschlagen, die Software Orange Data Mining zu integrieren, um Daten besser zu visualisieren und das Verständnis der Lernenden zu unterstützen (Interview_8_t1, Abs. 41, 45). Auch die Idee eines längerfristigen Gruppenprojekts für Präsenztermine wurde geäußert, um die Relevanz dieser Termine und die Motivation der Lernenden zu erhöhen (Interview_6_t1, Abs. 3). Zuletzt sollten die schriftlichen Lernmaterialien durch Literaturangaben und ein Inhaltsverzeichnis zu Beginn jedes Kapitels ergänzt werden, um den Teilnehmenden eine Orientierungshilfe zu bieten (Interview_5_t1, Abs. 39; Interview_7_t1, Abs. 23).

5.5 Lernsoftware

5.5.1 Umgang mit der Lernsoftware

Insgesamt waren alle interviewten Lehrkräfte mit der Lernsoftware und den darin enthaltenen Lernmaterialien bisher zufrieden (Interview_1_t1, Abs. 10; Interview_2_t1, Abs. 66; Interview_3_t1, Abs. 64; Interview_4_t1, Abs. 9; Interview_8_t1, Abs. 5, 9). Die Einarbeitung in die Nutzung der Lernsoftware variierte je nach Vorkenntnissen der Nutzer:innen. Während einige Lehrkräfte angaben, dass keine Einführung in die Software notwendig war (Interview_1_t1, Abs. 14), benötigten andere eine Anleitung zum Umgang mit dem Lernmanagementsystems Moodle, das nicht allen vertraut war (Interview_2_t1, Abs. 18; Interview_3_t1, Abs. 14; Interview_6_t1, Abs. 7; Interview_8_t1, Abs. 11). Es zeigte sich zudem, dass für Auszubildende ohne vorherige Erfahrung mit Moodle eine Eingewöhnungszeit erforderlich war (Interview_5, Abs. 13). Besonders Videos und PDF-Folien erfreuten sich großer Beliebtheit unter den Teilnehmenden (Interview_3_t1, Abs. 8; Interview_4_t1, Abs. 6). Das Diskussionsforum der Lernsoftware hingegen wurde eher selten und überwiegend für spezifische Rückfragen genutzt (Interview_6_t1, Abs. 3).

Darüber hinaus stellte die Lernsoftware auch für die Lehrkräfte eine wertvolle Ressource für die Unterrichtsvorbereitung dar (Interview_7_t1, Abs. 11; Interview_8_t1, Abs. 17). Eine Lehrkraft beschrieb die Entlastung, die die Lernsoftware bot:

Manchmal konnten Rückfragen auch damit [mit der Lernsoftware] gelöst werden, indem wir nochmal erklären konnten, die Antwort [...] findest du auf dieser Kachel und dieses Video oder jene Folie. [...] Also es war manchmal so ein bisschen eine Entlastung oder man konnte noch mal einen Link teilen, ins Forum stellen, wo man sagen könnte, wenn ihr das macht, dann könnte ihr euch dieses Thema nochmal erarbeiten (Interview_8_t1, Abs. 17)

5.5.2 Herausforderungen mit der Lernsoftware

Eine der zentralen Herausforderungen im Umgang mit der Lernsoftware waren die technischen Probleme. Die Lehrkräfte berichteten von wiederkehrenden Schwierigkeiten, wie Zugangsproblemen, Darstellungsfehlern oder einer fehlerhaften Anzeige des Lernfortschritts (Interview_1_t1, Abs. 10; Interview_1_t2, Abs. 14, 21; Interview_2_t2, Abs. 45; Interview_3_t1, Abs. 8; Interview_3_t2, Abs. 7; Interview_4_t2, Abs. 49; Interview_5_t1, Abs. 11; Interview_6_t1, Abs. 3; Interview_8_t1, Abs. 9; Interview_8_t2, Abs. 3). Diese Störungen wurden von den Auszubildenden als störend und frustrierend empfunden, da sie den Lernfluss erheblich unterbrachen (Interview_3_t2, Abs. 41; Interview_4_t2, Abs. 61; Interview_6_t1, Abs. 5; Interview_6_t2, Abs. 20; Interview_8_t2, Abs. 76).

Auch die Benutzerfreundlichkeit von Moodle und der Lernsoftware wurde kritisiert. Obwohl die meisten Teilnehmenden bereits mit Moodle vertraut waren, hatten einige Teilnehmende Schwierigkeiten mit der Bedienung, da sie an andere Systeme wie Microsoft Teams gewöhnt waren (Interview_5_t2, Abs. 13; Interview_7_t2, Abs. 49). Zudem wurde die Darstellung der Lerninhalte in Form einer Kachel Landschaft als unübersichtlich und wenig intuitiv empfunden (Interview_5_t1, Abs. 13, 27; Interview_6_t1, Abs. 3; Interview_6_t2, Abs. 5, 50). Die Lehrkräfte wiesen jedoch auch darauf hin, dass die Schwierigkeiten im Umgang mit der Lernsoftware in vielen Fällen auf die begrenzten digitalen Kompetenzen der Auszubildenden zurückzuführen seien:

Also so ein bisschen haben wir erwartet, dass im digitalen Zeitalter und auch in der Freizeit so viel mit [...] Onlinetools gearbeitet wird [...], dass man das auch [...] auf den Unterrichtsalltag übertragen kann. Aber wir haben [...] die Erfahrung gemacht, dass sie doch deutlich mehr an die Hand genommen werden müssen, wie wir ursprünglich dachten. (Interview_8_t2, Abs. 17)

Ein weiterer signifikanter Störfaktor war der Hosting-Anbieter des Moodle-Servers. Aufgrund der technischen Einschränkungen des Anbieters konnten nicht alle benötigten Plug-ins installiert oder vollständig genutzt werden. Dies führte dazu, dass viele Funktionen der Lernsoftware nicht wie gewünscht zur Verfügung standen (Interview_5_t1, Abs. 35). Darüber hinaus kritisierten die Lehrkräfte die allgemeine Benutzerunfreundlichkeit und das veraltete Design von Moodle sowie dessen begrenzte Relevanz für den beruflichen Kontext (Interview_5_t1, Abs. 11, 47). Die Migration des Moodle-Servers zu einem neuen Hosting-Anbieter verursachte weitere Schwierigkeiten und führte zu einer vorübergehenden Unterbrechung der ZQ, da der Zugriff auf die Lernsoftware über mehrere Wochen hinweg nicht möglich war (Interview_5_t1, Abs. 11; Interview_5_t2, Abs. 15; Interview_7_t1, Abs. 3; Interview_8_t2, Abs. 42).

5.5.3 Vorschläge zur Verbesserung der Lernsoftware

Die Lehrkräfte sehen deutliches Verbesserungspotential im Layout der Lernsoftware. Es wurde angeregt, alternative Darstellungsformen der Lerninhalte zu prüfen, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen (Interview_1_t1, Abs. 68; Interview_6_t1, Abs. 3; Interview_6_t2, Abs. 50). Darüber hinaus könnten einzelne Funktionen der Software weiter optimiert werden, wie etwa das Glossar. Um die Benutzerfreundlichkeit zu steigern, wurde vorgeschlagen, die Suchfunktion um Synonyme und Kurzformen zu erweitern, sodass Begriffe leichter gefunden werden können (Interview_6_t2, Abs. 54).

Zudem wurde empfohlen, offene Felder nach jeder Lektion zu integrieren, in denen die Auszubildenden ihre aktuellen Probleme und Herausforderungen schildern können. Dies würde die Kommunikation mit den Lehrkräften erleichtern und eine bessere Überprüfung des Lernfortschritts

ermöglichen (Interview_3_t2, Abs. 33). Weiterhin äußerten die Lehrkräfte den Wunsch nach einem Gesamtskript oder einer zentralen Plattform, auf der alle Lernmaterialien gesammelt zugänglich sind, um das wiederholte Durchklicken verschiedener Module zu vermeiden (Interview_6_t2, Abs. 54).

5.6 Gesamtbewertung der Zusatzqualifikation

5.6.1 Lern- und Transfererfolg

Die Lehrkräfte bewerteten den Lern- und Transfererfolg der Auszubildenden insgesamt als positiv, da alle Lernziele der ZQ erreicht wurden. Die Auszubildenden erwarben ein grundlegendes Verständnis von KI und verstanden, wie KI-Modelle trainiert werden sowie die Bedeutung von Daten in diesem Prozess (Interview_1_t2, Abs. 9; Interview_2_t2, Abs. 7, 65; Interview_3_t2, Abs. 5; Interview_5_t2, Abs. 9; Interview_6_t2, Abs. 8; Interview_7_t2, Abs. 13; Interview_8_t2, Abs. 23, 58). Sie waren in der Lage durch die ZQ, Begriffe und Konzepte aus der aktuellen Diskussion rund um KI, insbesondere im Zusammenhang mit dem Aufstieg von ChatGPT, zu verstehen und einzuordnen:

weil dann ja auch während der [...] ZQ ChatGPT [...] so groß wurde, und ich glaube, das war was absolut Spannendes für sie, dass sie das Gefühl hatten, [...] wenn dann irgendwo ein Bericht kommt, dann konnten sie Begriffe einordnen [...]. Aber dadurch, dass [...] sie dann [...] im Alltag mit ihrem Wissen [...] glänzen konnten, waren sie da noch mal total angefixt, und das fand ich schön. (Interview_3_t2, Abs. 3)

Zudem wurde bei den Teilnehmenden ein kritischer Umgang mit KI gefördert, indem sie lernten, die Zuverlässigkeit von KI-Entscheidungen zu hinterfragen und KI als ein unterstützendes Werkzeug zu betrachten (Interview_3_t2, Abs. 15; Interview_5_t2, Abs. 9, 19). Die ZQ weckte darüber hinaus ein verstärktes Interesse an KI und befähigte die Auszubildenden, die Herausforderungen, die mit dem Einsatz von KI in der Arbeitswelt verbunden sind, besser zu bewältigen (Interview_6_t2, Abs. 14; Interview_7_t2, Abs. 17).

Darüber hinaus beobachteten die Lehrkräfte eine ausgeprägte Transfermotivation bei den Auszubildenden. Viele von ihnen waren engagiert, das erworbene Wissen im betrieblichen Kontext anzuwenden und neue Anwendungsfelder für KI zu identifizieren (Interview_3_t2, Abs. 15; Interview_4_t2, Abs. 15; Interview_6_t2, Abs. 14). Das im Rahmen der ZQ durchgeführte praktische Projekt bot eine wertvolle Gelegenheit, theoretische Kenntnisse in die Praxis umzusetzen und mögliche KI-basierte Anwendungen zu entwickeln (Interview_7_t2, Abs. 81). Allerdings standen viele Auszubildende bei der Umsetzung ihrer Ideen vor datenschutzrechtlichen und technischen Hürden in ihren Betrieben (Interview_4_t2, Abs. 33; Interview_6_t2, Abs. 32). Dennoch trug das praktische Projekt wesentlich dazu bei, ein tieferes Verständnis für den praktischen Einsatz von KI im Berufsfeld sowie für die damit verbundenen Einschränkungen zu erlangen (Interview_6_t2, Abs. 5, 30; Interview_8_t2, Abs. 58).

Durch das Blended-Learning-Format konnten die Auszubildenden zudem ihre Kompetenzen im selbstorganisierten Lernen stärken. Insbesondere während der Onlinephasen waren sie gefordert, ihren Lernprozess eigenverantwortlich zu planen, zu steuern und zu überwachen. Sie setzten eigene Lernziele, wählten geeignete Lernangebote aus der Lernsoftware und bewerteten eigenständig ihren Lernfortschritt (Interview_3_t2, Abs. 39; Interview_8_t2, Abs. 13).

5.6.2 Potential und Grenzen der ZQ

Die interviewten Lehrkräfte zogen insgesamt eine positive Bilanz der ZQ (Interview_5_t2, Abs. 5; Interview_6_t2, Abs. 3; Interview_8_t2, Abs. 5) und bewerteten sie mit der Schulnote „gut“ (Interview_6_t2, Abs. 3). Besonders die hohe Nachfrage seitens der Betriebe, die neben Auszubildenden auch andere Fachkräfte in die ZQ einbinden möchten, verdeutlicht die Notwendigkeit und Aktualität des Angebots (Interview_3_t2, Abs. 3, 35; Interview_4_t2, Abs. 69). Die ZQ bietet nicht nur für Auszubildende, sondern auch für Lehrkräfte wertvolles Wissen. Aus den Interviews ging hervor, dass auch die Lehrkräfte Interesse daran haben, an solchen Qualifizierungen teilzunehmen, um selbst auf dem neuesten Stand der technologischen Entwicklungen zu bleiben (Interview_8_t2, Abs. 13). Die Lehrkräfte sehen in der ZQ das Potenzial, die berufliche Bildung zu modernisieren, zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden und sowohl Auszubildende als auch Lehrkräfte auf eine zunehmend KI-gestützte Arbeitswelt vorzubereiten.

Gleichzeitig wurden in den Interviews auch die Grenzen der ZQ deutlich. Ein wesentliches Hindernis ist der hohe Umfang an mathematischen Inhalten, der insbesondere für leistungsschwächere Auszubildende oder diejenigen ohne Hochschulzugangsberechtigung eine große Herausforderung darstellt (Interview_3_t2, Abs. 37; Interview_7_t2, Abs. 29; Interview_8_t2, Abs. 27). Die Lehrkräfte schätzten den Schwierigkeitsgrad der ZQ insgesamt als mittelschwer bis hoch ein, was die Reichweite einschränkt und die ZQ weniger geeignet für eine breitere Zielgruppe macht (Interview_2_t2, Abs. 29; Interview_3_t2, Abs. 11; Interview_4_t2, Abs. 25; Interview_6_t2, Abs. 16, 26; Interview_7_t2, Abs. 31; Interview_8_t2, Abs. 50). Derzeit richtet sich die ZQ vor allem an leistungsstarke und motivierte Auszubildende, die bereit sind, den zusätzlichen Aufwand zu bewältigen.

Insgesamt wirken die Ergebnisse zunächst kritisch, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass die Interviews zum Zeitpunkt t_1 und t_2 auf die Identifikation von Herausforderungen und Verbesserungsmöglichkeiten ausgerichtet waren. Dies könnte die Lehrkräfte dazu veranlasst haben, stärker auf die Schwierigkeiten und negativen Aspekte der ZQ einzugehen. Trotz der geäußerten Kritik fällt die Gesamtbewertung der ZQ durch die Lehrkräfte positiv aus, was darauf hindeutet, dass die Vorteile und Potenziale der ZQ für sie zu überwiegen scheinen. Vor diesem Hintergrund ergibt sich ein ausgewogenes Gesamtbild aus konstruktiver Kritik und einer grundsätzlich positiven Einschätzung der ZQ.

5.7 Zwischenfazit

Die Lehrkräfte äußerten sich insgesamt positiv zur ZQ und betonten die Bedeutung von KI als zentrales Thema für die berufliche Bildung.

Didaktisch folgten die meisten Lehrkräfte, wie im Rahmenlehrplan empfohlen, einem Blended-Learning-Format, das eine Kombination aus Präsenzphasen, einschließlich live-online-Sitzungen, und Onlinephasen vorsah. Dabei zeigten sich jedoch einige Herausforderungen: viele Auszubildende bevorzugten den klassischen Präsenzunterricht, zeigten Motivationsprobleme und hatten Schwierigkeiten, die Anforderungen des selbstorganisierten Lernens in den Onlinephasen zu erfüllen. Die Lehrkräfte sprachen sich daher für kürzere und intensiver betreute Onlinephasen aus. Praktische und anwendungsorientierte Themen stießen bei den Auszubildenden auf großes Interesse und erleichterten das Verständnis abstrakter Konzepte. Im Gegensatz dazu empfanden sie mathematische und programmiertechnische Inhalte als anspruchsvoll und zum Teil abschreckend, insbesondere bei fehlender Prüfungsrelevanz. Die Lehrkräfte schlugen daher eine stärkere Praxisorientierung und eine Reduktion auf prüfungsrelevante Inhalte vor, um die Motivation der Auszubildenden zu fördern.

Die Lernsoftware wurde von den Lehrkräften als wertvolle Ressource zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens der Auszubildenden geschätzt. Insgesamt erhielt die Lernsoftware positive Rückmeldungen, jedoch wurden technische und usability-bedingte Schwierigkeiten als hinderlich empfunden.

Zusammenfassend betrachten die Lehrkräfte die ZQ als wertvolle Ergänzung zur beruflichen Bildung, die den Auszubildenden zentrale Kompetenzen im Bereich KI und Selbstlernkompetenzen vermittelt. Trotz der identifizierten Herausforderungen überwiegt für die Lehrkräfte der Nutzen der ZQ, welcher in der Förderung sowohl der theoretischen als auch praktischen Auseinandersetzung mit KI-Themen sowie die Vorbereitung der Auszubildenden auf technologische Entwicklungen liegt.

6. Handlungsempfehlungen für Lehrkräfte und Ausbildungsbetriebe

Die insgesamt positiven Ergebnisse der Auszubildenden- und Lehrkräfteevaluation weisen auf zwei zentrale Bereiche hin, in denen Anpassungen und Optimierungen die Lernprozesse der Auszubildenden effektiver unterstützen könnten. Beide Untersuchungen legen nahe, dass die Auszubildenden phasenweise mit Motivations- und Überforderungsproblemen konfrontiert waren und, dass die praktische Anwendbarkeit der vermittelten Inhalte in Teilen noch kritisch eingeschätzt wurde. Auf dieser Grundlage lassen sich folgende Handlungsempfehlungen für Lehrkräfte und Ausbildungsbetriebe ableiten.

6.1 Förderung der Motivation & Vermeidung von Überforderung

Die im Zeitverlauf leicht nachlassende Motivation und die parallel zunehmende Überforderung der teilnehmenden Auszubildenden lassen sich auf verschiedene Ursachen zurückführen. Herausforderungen wie das selbstgesteuerte Lernen, die langen Onlinephasen sowie die Tiefe und der Umfang der Lerninhalte wurden von vielen Lernenden als Belastung wahrgenommen. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, können Lehrkräfte folgende Maßnahmen umsetzen:

1. Trotz der grundsätzlichen Wertschätzung des Blended-Learning-Formats legen die Ergebnisse nahe, dass die Onlinephasen verkürzt und stärker betreut werden sollten. Ein didaktisches Format, das auf mehr Präsenzphasen setzt, könnte helfen, die Motivation der Lernenden zu stärken und die Herausforderungen des selbstgesteuerten Lernens und die mit den Lerninhalten verbundenen Anforderungen besser zu bewältigen.
2. Viele Auszubildende zogen es zudem vor, sich bei Fragen an ihre Mitlernenden zu wenden und weniger ihre Lehrkräfte zu konsultieren. Diese Form des Peer-Supports ist didaktisch durchaus wünschenswert, ersetzt aber nicht die Begleitung durch die Lehrenden. Eine erhöhte Sichtbarkeit und Ansprechbarkeit der Lehrkräfte durch regelmäßige (Online-)Sprechstunden oder Q&A-Sessions könnten den Lernenden hier zusätzliche Unterstützung bieten. Ein ebenfalls hilfreicher Ansatz wäre die Einführung eines regelmäßigen Feedbacksystems, das es den Lehrkräften ermöglicht, den individuellen Lernfortschritt der Auszubildenden gezielter zu beobachten und zügig auf Schwierigkeiten zu reagieren.
3. Die mathematischen, statistischen und programmiertechnischen Themen wurden oft als besonders anspruchsvoll und teils überfordernd wahrgenommen. Um die Lernenden besser zu unterstützen und potenziellen Kursabbrüchen entgegenzuwirken, wäre es ratsam, diese Inhalte zusätzlich in Präsenzveranstaltungen zu thematisieren und mehr Zeit für deren Vermittlung einzuplanen.
4. Einige theoretische Inhalte wurden als zu umfangreich und wenig motivationsfördernd wahrgenommen. Um dieser Kritik entgegenzukommen, könnte eine Verdeutlichung der Relevanz dieser Themen sowie die Einbindung interaktiver Übungen die Motivation und das Interesse der Lernenden steigern.
5. Insbesondere die Ergebnisse der Auszubildendenevaluation legen nahe, dass die ZQ insgesamt als informativ und interessant wahrgenommen wurde, jedoch Raum für ein unterhaltsameres und interaktiveres Lernerlebnis besteht. Lehrkräfte könnten beispielsweise interaktive

oder projektbasierte Übungsaufgaben konzipieren und einbinden, um das Engagement der Auszubildenden zu fördern.

6. Die beschriebenen technischen Probleme der Lernsoftware, wie Usability- und Darstellungsprobleme, beeinträchtigten maßgeblich die Motivation der Teilnehmenden. Viele dieser Probleme resultierten aus den Einschränkungen des Hosting-Anbieters, der die Installation der benötigten Plug-ins nicht unterstützte. Eine Lösung wäre, mithilfe der Docker-Installation der Universität Stuttgart eine neue Moodle-Instanz aufzusetzen, um die volle Funktionalität der Lernsoftware sicherzustellen und damit den Teilnehmenden ein ganzheitliches Lernerlebnis zu ermöglichen.² Hier sind im Vorfeld allerdings datenschutzrechtliche Anforderungen zu prüfen.

6.2 Stärkung der praktischen Anwendbarkeit der Lerninhalte

Die Ergebnisse der Befragungen von Auszubildenden und Lehrkräften deuten darauf hin, dass die Anwendbarkeit der Lerninhalte auf die berufliche Praxis herausfordernd war. Folgende Maßnahmen können Lehrkräfte und Ausbildungsbetriebe umsetzen, um den Praxistransfer zu stärken:

1. Realitätsnahe Fallstudien und praxisorientierte Szenarien könnten den Transfer in den Arbeitsalltag erleichtern und den Auszubildenden den Nutzen der Lerninhalte für ihren späteren Berufsalltag verdeutlichen. Dadurch würde die Relevanz von KI im Arbeitskontext klarer und greifbarer werden. Da sich jedoch die ZQ an eine breite Zielgruppe aus unterschiedlichen Ausbildungsberufen richtet, ist die Integration spezifischer Anwendungsbeispiele für jede Berufsgruppe durch das Projektteam nach Abschluss des Projekts nur begrenzt umsetzbar. Daher wäre es hilfreich, wenn Lehrkräfte zusätzliches, auf ihre Zielgruppe zugeschnittenes Material einbringen und so den Praxisbezug für ihre Auszubildenden verstärken.
2. Die Ergebnisse verdeutlichen zudem, dass die Transferunterstützung im Ausbildungsbetrieb insgesamt als moderat wahrgenommen wurde. So erschwerten datenschutzrechtliche und technische Hürden sowie die hohe Arbeitsbelastung die Umsetzung des Gelernten. Eine engere Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften und Ausbildungsbetrieben sowie die regelmäßige Einbindung der Betriebe in den Lernprozess der Auszubildenden könnten den Transfer verbessern. Auch regelmäßige Absprachen und Kooperationsformate könnten hierbei helfen.
3. Die gezielte Einbindung von Vorgesetzten oder der Ausbildungsleitung könnte die Übertragbarkeit des Erlernten stärken. Durch kurze Feedbackgespräche oder regelmäßige Reflexionsmeetings könnten Auszubildende die Möglichkeit erhalten, ihre Fortschritte und Erfahrungen bei der Anwendung der Inhalte im Arbeitsumfeld zu besprechen. Die Identifikation und der Abbau möglicher Transferhemmnisse, wie Zeitmangel oder hohe Arbeitsbelastung, könnte ebenfalls hilfreich sein. Auf diese Weise könnten die Auszubildenden darin unterstützt werden, Strategien zu entwickeln, um das Erlernte besser in den Berufsalltag zu integrieren, wie z.B. durch die Anpassung von Arbeitsaufgaben an ihre neu erworbenen Kompetenzen.
4. Trotz der insgesamt positiven Selbsteinschätzung der Teilnehmenden im Hinblick auf ihren Lernerfolg zeigen die vergleichsweise geringeren Bewertungen im Bereich „Chancen, Herausforderungen und ethischen Fragen der KI“ Potenzial für Optimierungen. Eine intensivere

² Mehr Informationen zur Docker-Installation sind unter folgendem Link verfügbar: <https://www.ki-fortbildung.de/lernmaterialien>

Auseinandersetzung mit diesem Thema könnte durch praxisnahe Fallbeispiele, Diskussionsrunden oder projektbasierte Aufgaben erfolgen. Dies würde den Teilnehmenden helfen, ein tieferes Verständnis für ethische Aspekte zu entwickeln, um diese aktiv in ihren Berufsalltag einzubringen.

7. Fazit

Die Evaluation der Zusatzqualifikation (ZQ) „KI und maschinelles Lernen“ zeigt ein insgesamt positives Bild der Bildungsmaßnahme, sowohl aus der Perspektive der Auszubildenden als auch der Lehrkräfte. Die ZQ wird als wertvolle Qualifizierung wahrgenommen, die praxisrelevante Kompetenzen im Bereich KI vermittelt und gleichzeitig den Anforderungen an eine moderne Berufsausbildung gerecht wird.

Die Ergebnisse verdeutlichen jedoch auch Herausforderungen. Sowohl Auszubildende als auch Lehrkräfte identifizierten Überforderung und Motivationsprobleme als zentrale Hindernisse, insbesondere im Zusammenhang mit den Anforderungen des selbstgesteuerten Lernens und der Tiefe der Lerninhalte (siehe auch Petridou & Lao, 2024). Technische Schwierigkeiten mit der Lernsoftware und die begrenzte Transferunterstützung durch die Ausbildungsbetriebe wurden ebenfalls kritisch betrachtet. Gleichzeitig zeigte sich ein Bedarf an verstärkter Praxisorientierung und der stärkeren Integration ethischer Aspekte in die Inhalte.

Trotz dieser Herausforderungen überwiegt der positive Eindruck der ZQ, insbesondere in Bezug auf den wahrgenommenen Lernerfolg und die langfristige Anwendbarkeit der vermittelten Kompetenzen. Die Evaluation bietet wertvolle Ansatzpunkte zur weiteren Optimierung der didaktischen Gestaltung und zur besseren Verzahnung von Theorie und Praxis. Dies bildet eine solide Grundlage für die weitere Optimierung der ZQ, um sowohl die Bedürfnisse der Lernenden als auch die Anforderungen der Arbeitswelt noch besser zu adressieren.

Literatur

- Achtenhagen, C., Rott, K. J., & Zühlke, A. (2024). Die Entwicklung von neuen Bildungsabschlüssen. Ein Making-of aus dem InnoVET-Projekt KI B³. *berufsbildung. Zeitschrift für Theorie-Praxis-Dialog* 78(2), 21-25.
- Baumert, J. (2019). *Praktische Relevanz der Mathematik: COACTIV - professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz*. <https://doi.org/10.7477/40:42:1>
- Baumert, J., Klieme, E., Schiefele, U., Prenzel, M., Kunter, M., Tillmann, K. J., Artelt, C., Schümer, G., Neubrand, M., Weiß, M., Stanat, P., & Schneider, W. (2012). *Thematisches Interesse: PISA - programme for international student assessment*, 2000.
- Beuße, M., & Hartz, S. (2021). Ein Instrument zur Messung von Lerntransferbedingungen im Kontext der hochschuldidaktischen Weiterbildung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(1), 155-184. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-00993-x>
- Buff, A., Drollinger-Vetter, B., Hugener, I., Klieme, E., Krammer, K., Lipowsky, F., Leuchter, M., Pauli, C., Reusser, K., Ratzka, N., & Rakoczy, K. (2013). Interesse (an Mathematik): Pythagoras - Videogestützte Unterrichtsstudie. <https://doi.org/10.7477/1:3:0>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2020). Adult education survey (AES 2018 - Germany). GESIS Datenarchiv, Köln. ZA7573 datenfile Version 1.0.0. <https://doi.org/10.4232/1.13461>
- Ditton, H., Arnoldt, B., Bornemann, E., & Zehme, M. (2013). *Interessantheit und Relevanz des Fachlehrstoffs: QuaSSU – QualitätsSicherung in Schule und Unterricht*. <https://doi.org/10.7477/18:30:1>
- Grohmann, A., & Kauffeld, S. (2013). Evaluating training programs: development and correlates of the Questionnaire for Professional Training Evaluation. *International Journal of Training and Development*, 17(2), 135-155. <https://doi.org/10.1111/ijtd.12005>
- Hofmann, B. (2017). Entwicklung eines kontextspezifischen Erhebungs- und Vorhersagemodells beruflichen Lerntransfers am Beispiel der Fraunhofer-FIT-Ausbildung zum zertifizierten Usability Engineer (Dissertation). Universität zu Köln. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:38-76618>
- OECD (2019). PISA 2018 Background questionnaires. In *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/67e1518f-en>
- Petridou, E., & Lao, L. (2024). Identifying challenges and best practices for implementing AI additional qualifications in vocational and continuing education: a mixed methods analysis. *International Journal of Lifelong Education*, 385-400. <https://doi.org/10.1080/02601370.2024.2351076>
- Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E., & Pekrun, R. (2016). *Wichtigkeit naturwissenschaftlicher Kenntnisse für das Berufsleben: PISA - programme for International Student Assessment (2006)*.

- Ramm, G., Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, M., Pekrun, R., Rolff, H.-G., Rost, J., & Schiefele, U. (2006). *PISA 2003. Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann.
- Rott, K. J., Lao, L., Petridou, E., & Schmidt-Hertha, B. (2022). Needs and requirements for an additional AI qualification during dual vocational training: Results from studies of apprentices and teachers. *Computers and education: Artificial intelligence*, 3, 100102. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100102>
- Rott, K. J., & Schmidt-Hertha, B. (2024). KI in der Berufsbildung implementieren – Bedarfe und Anforderungen von Auszubildenden und Lehrkräften. *BWP 1/2024*, 24–27.
- Schmid, U., Goertz, L., & Behrens, J. (2016). Monitor Digitale Bildung. *Berufliche Ausbildung im digitalen Zeitalter*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Schneider, A. T. (2017). Führt Lernen mit & "Virtuellen Patienten" zu einem gesteigerten Lernerfolg? Eine randomisierte Studie unter Studierenden.
- Thielsch, M. T., & Hirschfeld, G. (2010). Münsteraner Fragebogen zur Evaluation von Seminaren-revidiert (MFE-Sr). In Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen (ZIS). <https://doi.org/10.6102/zis86>
- Thielsch, M. T., & Stegemöller, I. (2010). Münsteraner Fragebogen zur Evaluation - Zusatzmodul computergestützte Lehre (MFE-ZcL). In Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen (ZIS). <https://doi:10.6102/zis102>
- Wilde, M., Bätz, K., Kovaleva, A., & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15.