

## Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung neuer Themen in den Informatikunterricht: Langzeitevaluation einer Fortbildung zu Künstlicher Intelligenz

Franz Jetzinger <sup>1</sup>, Sven Baumer <sup>1</sup> und Tilman Michaeli <sup>1</sup>

**Abstract:** Künstliche Intelligenz (KI) wird derzeit weltweit als Lerngegenstand in die Curricula integriert. Damit Lehrkräfte dieses neue Thema adäquat vermitteln können, bedarf es fachlicher und fachdidaktischer Fortbildungen. Obwohl solche Fortbildungen bereits existieren, fehlen bislang Erkenntnisse zur Umsetzung der Fortbildungsinhalte in den Unterricht. Dieser Beitrag ergänzt daher die Kurzeitevaluation einer Fortbildung zu KI um eine Langzeitperspektive nach der unterrichtlichen Umsetzung. Mittels einer Interviewstudie wurde die hohe Zufriedenheit der Lehrkräfte aus der Kurzeitevaluation bestätigt und Aspekte der Fortbildung für die erfolgreiche Umsetzung im Unterricht identifiziert, wie z. B. praxiserprobtes Material. Darüber hinaus wurden Erwartungen von Lehrkräften an zukünftige Fortbildungen ermittelt, wie beispielsweise intensive fachliche Vorbereitung und die Betrachtung adäquater Werkzeuge. Die Ergebnisse liefern nicht nur wichtige Hinweise für die Gestaltung künftiger Fortbildungen zu KI, sondern darüber hinaus auch für die Entwicklung von Fortbildungen zu potenziell neuen Themen.

**Keywords:** Informatikunterricht, Künstliche Intelligenz, Fortbildung, Lehrkräfte

### 1 Einleitung

Informatik ist ein dynamisches Unterrichtsfach, das sich kontinuierlich an Innovationen anpassen muss. Neue Entwicklungen müssen immer wieder daraufhin überprüft werden, ob sie in die Lehrpläne integriert werden sollen. Ein aktuelles Beispiel ist das Themenfeld Künstliche Intelligenz (KI), das zunehmend als Lerngegenstand in den Informatikunterricht aufgenommen wird.

Die Einführung neuer Themen in Curricula stellt Lehrkräfte jedoch vor Herausforderungen: Die Innovationen waren häufig nicht Teil ihrer Ausbildung, so dass sie über unterschiedliches Fachwissen verfügen und oft nicht ausreichend auf die Umsetzung im Unterricht vorbereitet sind. Dies gilt insbesondere für KI, da entsprechende Inhalte in der Lehrkräfteausbildung bislang kaum berücksichtigt wurden. Daraus ergibt sich ein erheblicher Fortbildungsbedarf – sowohl fachlich als auch fachdidaktisch.

Zwar gibt es bereits Fortbildungsangebote zu KI, aber nur wenige davon sind wissenschaftlich evaluiert [Sa23]. Insbesondere ist unklar, wie erfolgreich die Angebote im Hinblick auf die

---

<sup>1</sup> TU München, School of Social Sciences and Technology, Professur für Didaktik der Informatik, Arcisstraße 21, 80333 München, franz.jetzinger@tum.de,  <https://orcid.org/0009-0003-7611-7977>;  
sven.baumer@tum.de,  <https://orcid.org/0009-0000-3660-8606>;  
tilman.michaeli@tum.de,  <https://orcid.org/0000-0002-5453-8581>

Umsetzung des neuen Themas in den Unterricht sind und ob weiterer Fortbildungsbedarf besteht. Vor diesem Hintergrund untersucht der vorliegende Beitrag eine KI-Fortbildung aus einer Langzeitperspektive nach der Umsetzung in der Praxis. Die Erkenntnisse können auf die Gestaltung von Fortbildungen zu zukünftigen Innovationen übertragen werden.

## 2 Hintergrund

Curricula – insbesondere die der Informatik – werden in regelmäßigen Abständen angepasst. Aus bisheriger Forschung ist dabei bekannt, dass ein Lehrplan allein nicht ausreicht, um eine adäquate Umsetzung im Unterricht zu gewährleisten. Bei der Einführung eines neuen Themas wie KI in einen bestehenden (Informatik)Lehrplan ist es von entscheidender Bedeutung, die Lehrkräfte hinsichtlich der neuen Inhalte fortzubilden [Ca23; GMC14].

Vor diesem Hintergrund spielen Fortbildungen eine zentrale Rolle und es verwundert nicht, dass zahlreiche Studien innerhalb und außerhalb der Informatikdidaktik ihre Wirksamkeit untersuchen [DHG17; Me15]. Dabei wurden insbesondere Prinzipien für die Gestaltung effektiver Fortbildungen identifiziert, wie etwa die Arbeit mit praxiserprobtem Material, ein Wechsel von aktiven und passiven Phasen sowie das Schaffen von Kollaborations- und Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Teilnehmer\*innen [DHG17]. Zugleich ist bekannt, dass Fortbildungen stark von den zu vermittelnden Inhalten abhängen [LR15]. Dies gilt insbesondere für neue Themen wie KI, für welche die Lehrkräfte weder über ausreichendes fachliches noch fachdidaktisches Wissen verfügen. Bei der Untersuchung der Wirksamkeit von Fortbildungen werden im Allgemeinen vier Ebenen unterschieden: 1) Meinungen und Akzeptanz von Lehrkräften, 2) Veränderung des Wissens und der Überzeugungen von Lehrkräften, 3) Veränderung des unterrichtlichen Handelns, 4) Effekte auf Schülerleistungen [LR15]. Für das Thema KI sind aktuell vor allem die ersten beiden Ebenen relevant, da auf Ebene 3 und 4 eine Veränderung untersucht wird, die voraussetzt, dass das Thema zuvor bereits unterrichtet worden ist.

Unabhängig von der betrachteten Ebene finden Fortbildungen zu KI als Lerngegenstand im Informatikunterricht im fachdidaktischen Diskurs bislang wenig Aufmerksamkeit [Sa23]. Die seltenen Beispiele wie z. B. Vazhayil et al., die eine zweitägige Fortbildung mit Informatiklehrkräften durchführen, evaluieren meist nur einzelne Aspekte der Fortbildungen [Va19]. Eine Ausnahme bilden Sun et al., die eine Fortbildung über insgesamt 75 Stunden auf Basis des TPACK-Modells aus verschiedenen Blickwinkeln evaluieren. Ihre Ergebnisse zeigen unter anderem, dass sich die Lehrkräfte hinsichtlich ihres Fachwissens und ihrer Selbstwirksamkeit verbesserten. Unklar bleibt aber auch hier, ob die Umsetzung in den Unterricht gelingt [Su23]. Erkenntnisse aus einer Langzeitevaluation von Fortbildungen zu KI fehlen bislang.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es an empirischen Erkenntnissen zur Gestaltung und Evaluation von Fortbildungen für Informatiklehrkräfte zum Thema KI

mangelt. Insbesondere fehlt es an Langzeitstudien, welche die Umsetzung der Inhalte im Unterricht in den Blick nehmen.

### 3 Kontext

Seit dem Schuljahr 2023/24 ist KI Bestandteil des verpflichtenden Informatikunterrichts der 11. Jahrgangsstufe an bayerischen Gymnasien. Der zugehörige Lehrplan für Schüler\*innen aller Ausbildungsrichtungen enthält Kompetenzerwartungen wie Definition des Begriffs KI, Überblick über verschiedene KI-Ansätze, Anwendung eines Algorithmus des maschinellen Lernens, Funktionsweise eines Perzeptrons, grundlegender Aufbau eines neuronalen Netzes sowie Chancen und Risiken von KI-Systemen. Fakultativ können diese Inhalte in der 13. Jahrgangsstufe vertieft werden.<sup>2</sup>

Das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus erkannte frühzeitig den Fortbildungsbedarf in diesem neuen Thema und koordinierte ab dem Schuljahr 2022/23 unter dem Namen *Fortbildungsinitiative KI* ein umfassendes Programm, bestehend aus einem Selbstlernkurs mit zugehöriger Handreichung, regionalen Lehrkräftefortbildungen sowie Fortbildungsreihen an fünf Universitäten.

Die in diesem Beitrag betrachtete Fortbildung wurde im Rahmen dieser Fortbildungsinitiative an der TU München entwickelt. Sie folgte dabei den Prinzipien effektiver Fortbildung und arbeitete beispielsweise mit praxiserprobtem Material und einem Wechsel von passiven und aktiven Phasen. Um sowohl die Kollaboration und Kommunikation unter den Teilnehmer\*innen zu gewährleisten als auch der Skalierbarkeit (300-500 fortzubildende Lehrkräfte) und der Heterogenität der Lehrkräfte gerecht zu werden, wurde ein Blended Learning Format gewählt und ein begleitender Moodle-Kurs als zentrale Materialsammlung eingerichtet. Nach einem halbtägigen Auftakt in Präsenz, an dem ein erster Überblick gegeben und mittels unplugged Aktivitäten Lust auf mehr gemacht wird, folgt ein ca. zehnstündiger Massive Open Online Course. Im abschließenden Präsenztage (ca. 6 Wochen nach dem Auftakt) werden die Inhalte vertieft und Umsetzungen für die Praxis aufgezeigt. Zum Zeitpunkt der Einreichung haben über 300 Lehrkräfte die Fortbildung erfolgreich absolviert [Ba23].

Die Fortbildung wurde bereits aus einer Kurzzeitperspektive evaluiert. Dazu wurden die Teilnehmenden gebeten, vor und nach der Fortbildung einen sogenannten *progress test* zu bearbeiten, der sich auf das gelernte Fachwissen bezog (s. [JBM24]). Die Ergebnisse zeigen eine große Heterogenität vor der Fortbildung und einen signifikanten Zuwachs des Fachwissens danach. In Interviews, die unmittelbar nach der Fortbildung durchgeführt wurden, konnte zudem eine hohe Zufriedenheit der Lehrkräfte festgestellt werden [JBM24]. Die Lehrkräfte fühlen sich gut vorbereitet und bewerten die bereitgestellten Materialien, insbesondere die unplugged Aktivitäten, positiv. Diese Kurzeitevaluation soll im Folgenden durch eine Langzeitevaluation ergänzt werden, die mit größerem zeitlichen Abstand zur Fortbildung und nach der unterrichtlichen Umsetzung erfolgt.

<sup>2</sup> <https://www.lehrplanplus.bayern.de/schulart/gymnasium/jgs/11/fach/informatik>

## 4 Vorgehen

Um die Erfahrungen der Lehrkräfte nach der unterrichtlichen Umsetzung der Fortbildungsinhalte zu untersuchen und Erkenntnisse für die Gestaltung zukünftiger Fortbildungen zu neuen Themen zu gewinnen, wurden folgende Forschungsfragen untersucht:

**FF1:** Welche Aspekte der Fortbildung haben aus Sicht der Lehrkräfte zur erfolgreichen Umsetzung im Unterricht beigetragen?

**FF2:** Welche Erwartungen haben Lehrkräfte für zukünftige Fortbildungen zu neuen Themen?

### 4.1 Datenerhebung

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden leitfadengestützte Interviews mit Lehrkräften durchgeführt. Um das Ziel einer Langzeitevaluation zu gewährleisten, fanden die Interviews im Zeitraum von Januar bis Februar 2025, also 6 bis 12 Monate nach dem ersten Unterrichten, statt. Da die Fortbildungstermine sehr früh angesetzt wurden, um den Lehrkräften ausreichend Planungszeit zu ermöglichen, resultierte daraus ein zeitlicher Abstand von ein bis zwei Jahren zwischen Datenerhebung und Evaluation. Der Leitfaden wurde gemäß [He19] entwickelt, enthält vereinzelt aber auch geschlossene Fragen. Er umfasst Fragen zu den allgemeinen Erfahrungen bei der Umsetzung, zu hilfreichen Aspekten der Fortbildung sowie zur Ausgewogenheit von Theorie- und Praxisanteilen. Außerdem wurden die Lehrkräfte dazu befragt, ob sie sich fachlich und fachdidaktisch ausreichend vorbereitet fühlten, ob aus ihrer Sicht zusätzlicher Fortbildungsbedarf besteht und was sie sich für Fortbildungen zu potenziell neuen Themen wünschen.

Insgesamt konnten 9 Lehrkräfte ( $w=3$ ,  $m=6$ ) für die Interviews gewonnen werden. Zum Zeitpunkt des Interviews hatten sie zwischen 3 und 19 Jahren Berufserfahrung. 5 Lehrkräfte haben ihre Fakultas über ein reguläres Informatikstudium erworben, die anderen 4 über andere Wege wie Nachqualifizierungsmaßnahmen oder den Quereinstieg [EM23]. Alle Lehrkräfte haben das Thema im Schuljahr 2024/25 zum ersten Mal unterrichtet.

### 4.2 Datenauswertung

Die Interviews wurden automatisiert transkribiert und mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet [Ku16]. Zur Beantwortung von FF1 wurde zunächst deduktiv ein Kategoriensystem aus den der Fortbildung zugrunde liegenden Gestaltungsprinzipien effektiver Fortbildung erstellt [DHG17]: *praxiserprobtes Material, Wechsel von passiven und aktiven Phasen, Kollaboration und Kommunikation der Teilnehmenden*. Der Wechsel unterschiedlicher Phasen wurde in den Interviews nicht genannt und daher aus dem finalen Kategoriensystem entfernt. Als explizite Ausprägung von praxiserprobtem Material wurden induktiv wegen

sehr häufiger Nennungen die beiden Unterkategorien *unplugged Aktivitäten* und die zur Verfügung gestellte *Materialsammlung* ergänzt (s. Tab. 1 oberer Teil).

Auch zur Beantwortung von FF2 wurde eine qualitative Auswertung herangezogen, jedoch rein induktiv, da nicht auf bisherige Erkenntnisse zur unterrichtlichen Umsetzung von neuen Themen zurückgegriffen werden konnte (s. Tab. 1 zweite Hälfte).

Die Codierung wurde vom Erstautor durchgeführt und anschließend zunächst mit dem Zweitautor intensiv reflektiert und überarbeitet. Das daraus hervorgegangene Kategoriensystem wurde mit der gesamten Autorengruppe diskutiert und iterativ weiterentwickelt.

Kategorie	Beschreibung	Ankerbeispiel
<b>hilfreiche Aspekte für die erfolgreiche Umsetzung</b>		
praxiserprobtes Material	Material, das direkt im Unterricht eingesetzt werden kann	„Ja, ehrlich mit dem Konzept, das ihr da geliefert habt, das muss man ja nur nachkochen.“
unplugged Aktivitäten	Unterrichtsmaterial ohne den Einsatz des Computers	„Ja super fand ich jegliche Arten von Spielen.“
Materialsammlung	Materialsammlung mit unterschiedlichen Materialien	„Ich fand den [Moodle]-Kurs als zentrale Anlaufstelle für so ein Sammelsurium an Materialien gut“
Kollaboration und Kommunikation	Möglichkeiten des Austauschs	„auch in einer Gruppe das zu machen mit Kolleginnen und Kollegen, das finde ich hilfreich.“
<b>Erwartungen an zukünftige Fortbildungen</b>		
<b>a) strukturelle Aspekte</b>		
Kommunikation und Koordination verschiedener Angebote mehr Zeit	klare Kommunikation aller existierenden und relevanten Angebote mehr Zeit z. B. durch Freistellung	„ein Überblick ist hilfreich, [...] sonst übersieht man vielleicht [...] was, was man ansonsten gerne gemacht hätte.“ „Das finde ich [...] wichtig, dass man einem Lehrer entgegenkommt was die Zeit betrifft.“
Fortbildungsformat	zeitliche und strukturelle Ausgestaltung einer Fortbildung	„Also ich finde [...] so ein Konzept für eine Woche [...] das ist natürlich immer das High-End-Level, weil man da einfach konkret Zeit hat und wirklich alles machen kann [...], dazwischen ist ja immer irgendwas anderes los.“
<b>b) inhaltliche Aspekte</b>		
intensive Vorbereitung	fachlich und didaktische Vertiefung	„dass man so eine Art kleines Studium nebenbei absolviert, [...] dass man wirklich [...] fachlich und auch fachdidaktisch darauf vorbereitet wird.“
Unterrichtsmaterialien	Bereitstellung von praxiserprobten Materialien	„ich finde [...] es ist für jede Fortbildung [...] essentiell [...], um die Lehrer mitzunehmen, dass man ihnen [...] Zeug gibt, was sie im Unterricht dann konkret benutzen können“
Werkzeuge	Wünsche Werkzeuge betreffend	„Ich würde stark auf webbasierte Anwendungen gehen.“

Tab. 1: Kategoriensystem

## 5 Ergebnisse

Vor der Beantwortung der Forschungsfragen, soll kurz die allgemeine Sicht der Lehrkräfte auf die Fortbildung skizziert werden. In den Interviews äußern sie sich durchweg positiv und geben an, sich *fachlich* gut vorbereitet zu fühlen. Dabei zeigen ihre Aussagen, dass die Fortbildung nur *ein* Baustein in der fachlichen Vorbereitung auf das neue Thema war:

*Forscher: Hast du dich fachlich sicher gefühlt im Thema?*

*Lehrkraft: Ja, das auf jeden Fall. Dadurch, dass ich es im Studium ja nie hatte, habe ich mich natürlich schon auch noch selber einarbeiten müssen [...]. Aber auch das war mit den ganzen Materialien aus diesen allen Fortbildungen und Handreichungen und so [...] gut, konnte man gut machen. [L4, 00:03:20]*

Auch die Frage, ob sie durch die Fortbildung ausreichend *fachdidaktisch* vorbereitet wurden, bestätigen alle Lehrkräfte. Zwei Lehrkräfte ohne reguläres Informatikstudium äußern jedoch, dass sie sich fachlich nicht so sicher wie bei bekannten Themen fühlen. Eine nachqualifizierte Lehrkraft gibt an, sich beim Thema Programmierung nach wie vor unsicher zu fühlen.

Vor dem Hintergrund einer adäquaten fachlichen und fachdidaktischen Vorbereitung durch die Fortbildung verwundert es nicht, dass die Lehrkräfte Theorie- und Praxisanteile der Fortbildung als ausgewogen empfinden und keinen zusätzlichen Fortbildungsbedarf sehen. Eine Lehrkraft äußert jedoch, dass Einblicke in neue Entwicklungen hilfreich sein könnten:

*Und das wäre, glaube ich, gut, wenn man da in regelmäßigen Abständen immer wieder mal auf einen neuen Stand gebracht wird. Beispiel DeepSeek. Warum ist das jetzt so revolutionär? Was ist da jetzt anders daran? [L9, 00:16:38]*

### FF1: Hilfreiche Aspekte zur erfolgreichen Umsetzung

Tabelle 1 zeigt das genutzte Kategoriensystem. Am häufigsten sind in den Interviews Aussagen zum **praxiserprobten Material** zu finden. In den Aussagen wird dabei deutlich, dass im Unterricht Materialien aus verschiedenen Fortbildungsangeboten genutzt wurden:

*Also insgesamt muss ich sagen, dass ich jetzt durch das, was so zur Verfügung gestellt wurde, also jetzt von eurer Seite oder dann auch über die RLFB [weitere Fortbildung; Anm. der Autoren] und [...] die Handreichung [des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung; Anm. der Autoren], die erstellt wurde, gab es dann, finde ich, genügend Materialien. [L4, 00:02:19]*

Besonders betonen die Lehrkräfte die **unplugged Aktivitäten** der Fortbildung. Diese sind bei den Schüler\*innen „richtig gut angekommen“, und führten zu „richtig runden Stunden“. Eine Lehrkraft betont den Vorteil von unplugged Aktivitäten gegenüber dem Computereinsatz:

*[...] finde ich [...] die haptischen Materialien besser als die digitalen Tools. Da versteht man eher, was passiert. [L9; 00:10:39]*

Die Begeisterung für unplugged Aktivitäten spiegelt aller Wahrscheinlichkeit wider, dass die Lehrkräfte diese im Rahmen der Fortbildung für sich selbst gut als niederschweligen Einstieg in das vollkommen neue Thema empfunden haben. Vereinzelt zeichnen die Lehrkräfte jedoch auch ein etwas differenzierteres Bild der Aktivitäten. So brauchen sie „einen Haufen Vorbereitungszeit, um das Material zu basteln oder zu besorgen“ und bei manchen Schüler\*innen war „gefühl nach zehn Minuten [...] die Luft raus“. Im Zusammenhang mit Material erwähnen die Lehrkräfte außerdem den begleitenden Moodle Kurs. Er wird von ihnen vor allem als **Materialsammlung** und „zentrale Anlaufstelle“ positiv bewertet:

*Ich fand sehr gut, dass es einen mebis-Kurs gab, wo ich wusste, wenn ich Inspiration brauche, dann kann ich an diese Stelle gehen und ich muss nicht das ganze Internet durchsuchen [...]. [L2, 00:09:15]*

Die Materialfülle wird dabei unterschiedlich bewertet. Während es manchen Lehrkräften zu viele Materialien sind, um eine schnelle Auswahl zu treffen, betonen andere, dass sie keinen „Retortenunterricht“ machen wollen und „Cherrypicking“ bevorzugen.

Die Antworten zur **Kollaboration und Kommunikation** beziehen sich sowohl auf die Kommunikation zwischen den Teilnehmenden als auch mit den Fortbildnern während und nach der Fortbildung. Dabei werden die Präsenztage des Blended Formats als wichtiger Ausgangspunkt einer *community of practice* genannt.

## **FF2: Erwartungen an zukünftige Fortbildungen**

Um Erkenntnisse für die Gestaltung zukünftiger Fortbildungen zu potenziell neuen Themen des Informatikunterrichts zu gewinnen, wurden die Lehrkräfte explizit nach ihren Erwartungen diesbezüglichen gefragt. Die Antworten lassen sich in strukturelle und inhaltliche Aspekte gliedern (s. Tab. 1 zweite Hälfte). Unter den **strukturellen Aspekten** finden sich unterschiedliche Dimensionen. Für einige Lehrkräfte ist die *Kommunikation und Koordination von Fortbildungsangeboten* zum gleichen Thema wichtig. Verschiedene Angebote unterschiedlicher Anbieter sollten „besser organisiert oder kommuniziert werden“. Zum einen, damit die einzelne Lehrkraft im „Wald an Terminen“ relevante Angebote schneller identifizieren kann. Zum anderen, damit kein Angebot übersehen wird.

Die Erwartungen an das *Fortbildungsformat* sind unterschiedlich. Eine Lehrkraft wünscht sich ein Blended Format, eine andere bevorzugt reine Präsenzveranstaltungen. Auch die Frage, ob Fortbildungsangebote aus mehreren zusammenhängenden oder einzelnen Tagen bestehen sollen, ergibt kein einheitliches Bild. Während für die einen eine zusammenhängende Fortbildungswoche das „High-End-Level“ ist, um vertieft in ein Thema „einzutauchen“, bevorzugen andere einzelne Fortbildungstage, um nicht von der Fülle an Input „überfahren“ zu werden und Zeit zu haben, das Gelernte in Ruhe zu „strukturieren“ und zu verarbeiten.

Eine Lehrkraft äußert den Wunsch, dass institutionell für die Vorbereitung neuer Themen *mehr Zeit* zur Verfügung steht. Sie gibt an, dass die Einarbeitung neben dem Schulalltag eine hohe Belastung ist und die „persönliche Gesundheit“ gefährdet.

Die Antworten zu den **inhaltlichen Aspekten** lassen sich in drei Bereiche unterteilen: intensive Vorbereitung, Unterrichtsmaterialien und Werkzeuge. Zwei Lehrkräfte betonen besonders die Notwendigkeit einer fachlich *vertieften Vorbereitung*. Eine von ihnen wünscht sich, dass die Inhalte im Selbststudium „wissenschaftlich beleuchtet“ werden und auch „schwierigere Inhalte mit vertieft“ werden.

Die Kategorie *Unterrichtsmaterial* bildet den Wunsch nach konkreten Unterrichtsmaterialien ab. Eine Lehrkraft möchte besonders umfassende Materialien:

*Unterlagen mit entsprechenden Beispielunterrichtsabläufen und [...] Aufgaben [...] mit Musterlösungen [L8, 00:19:56]*

Aus Sicht des Informatikunterrichts besonders interessant sind Aussagen zu *Werkzeugen*. Hier wird zum einen der Wunsch nach „webbasierten Anwendungen“ geäußert. Zum anderen existiert die Meinung, dass neue Inhalte besser mit bekannten Werkzeugen umgesetzt werden sollten, anstatt neue Werkzeuge einzuführen, wie folgende Aussage verdeutlicht:

*Also das, was glaube ich auch schwierig ist, ist immer dieses Einführen von neuen [...] Programmen. [...] Da gibt es ja dann wieder das, das, das, das, das und irgendwie wird man von so einer Flut überschüttet. [L2, 00:26:42]*

## 6 Diskussion

In diesem Beitrag wurde die Kurzeitevaluation einer Fortbildung um eine Langzeitperspektive ergänzt und allgemein untersucht, wie Fortbildungen dazu beitragen können, neue Themen wie KI erfolgreich in die Unterrichtspraxis zu bringen. Insgesamt bestätigt sich die hohe Zufriedenheit der Lehrkräfte aus der Kurzzeitperspektive auch in der Langzeitperspektive nach dem Unterrichten des neuen Themas. Während die Kurzeitevaluation einen signifikanten Zuwachs an Fachwissen ergab, bestätigten die Lehrkräfte in der Langzeitevaluation nach ihrer Unterrichtserfahrung, dass sie hinsichtlich Fachwissen und fachdidaktischem Wissen ausreichend vorbereitet waren, um das Thema sicher zu unterrichten. Als besonders hilfreich bewerteten sie dabei praxiserprobtes Material, insbesondere unplugged Aktivitäten. Eine Einschätzung, die bereits in der Kurzeitevaluation geäußert wurde.

Des Weiteren wurden in diesem Beitrag Hinweise für die Gestaltung zukünftiger Fortbildungen zu neuen Themen des Informatikunterrichts identifiziert. Sie lassen sich in strukturelle und inhaltliche Aspekte unterteilen. Zu ersteren zählen beispielsweise die klare Kommunikation und Koordination verschiedener Angebote zum selben Thema oder das Schaffen von zeitlichen Freiräumen neben dem Unterrichtsalltag. Unter inhaltliche Aspekte fallen Wünsche der Lehrkräfte nach einer intensiven fachlich Vorbereitung, der Bereitstellung von praxiserprobten Unterrichtsmaterialien und der Betrachtung von adäquaten Werkzeugen im Rahmen der Fortbildung.

Die Integration neuer Themen wie KI in Lehrpläne erfordert einen besonderen Fortbildungsbedarf, da die Lehrkräfte sowohl fachlich als auch fachdidaktisch vorbereitet werden

müssen. Trotz dieser spezifischen Anforderungen knüpfen die hier gewonnenen Ergebnisse an zentrale Erkenntnisse zu wirksamen Fortbildungen an [DHG17]. Zwar existieren auch für Fortbildungen zu vollkommen neuen Themen unterschiedliche Vorlieben hinsichtlich der Dauer, des Fortbildungsformats und der Tiefe des Fachwissens, alle Lehrkräfte erachten jedoch praxiserprobte Materialien als zentral. Wobei es auch hier unterschiedliche Erwartungen gibt. Einige Lehrkräfte wünschen sich Material zum "Nachkochen", andere möchten ihren Unterricht freier gestalten und schätzen es, aus Materialien auswählen zu können.

Hinsichtlich der Gestaltung zukünftiger Fortbildungen sowie für weiteren Forschungsbedarf sind insbesondere Aussagen von Lehrkräften interessant, die von Unsicherheit beim Unterrichten berichten. Auffällig hierbei ist, dass entsprechende Unsicherheit ausschließlich von Lehrkräften geäußert wird, welche die Fakultät über eine Nachqualifizierungsmaßnahme oder den Quereinstieg erlangt haben. Für die Gestaltung von Fortbildungen deutet dies auf verschiedene Bedürfnisse von unterschiedlich ausgebildeten Lehrkräften hin. Zudem wäre es für zukünftige Forschung von Interesse, die Ursachen dieser Unsicherheit zu untersuchen. Lässt sie sich direkt auf die Fortbildung und ein Defizit an vermitteltem Fachwissen oder auf eine allgemeine fachliche Unsicherheit zurückführen? Oder haben diese Lehrkräfte ihre Rolle als Informatiklehrkräfte noch nicht vollständig angenommen, insbesondere im Hinblick darauf, dass ein dynamisches Unterrichtsfach wie Informatik es erfordert, sich kontinuierlich mit Innovationen wie KI auseinanderzusetzen?

Eine Limitation dieser Arbeit ist die Stichprobe der Lehrkräfte. Sowohl ihre Größe als auch ihre nicht repräsentative Zusammensetzung schränken die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse ein. Die hier qualitativ gewonnenen Erkenntnisse können Ausgangspunkt für eine Erhebung mit einer größeren Stichprobe sein. Eine weitere Limitation ist die Tatsache, dass alle befragten Lehrkräfte mehrere Fortbildungsangebote zu KI besucht haben und teilweise angeben, sich nicht mehr genau erinnern zu können. Um dieser Einschränkung zu begegnen, wurden Unsicherheiten, die während des Interviews nicht ausgeräumt werden konnten, bei der Codierung nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend konnte in diesem Beitrag gezeigt werden, dass die evaluierte Fortbildung zum Lerngegenstand KI nicht nur aus einer Kurzzeitperspektive mit Blick auf das Fachwissen der Lehrkräfte erfolgreich war. Es wurde auch deutlich, dass sich die Lehrkräfte aus einer Langzeitperspektive erfolgreich vorbereitet sehen und sich sicher bei der Umsetzung der Inhalte in den Unterricht fühlen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass dies unter anderem durch einen breiten Pool an praxiserprobten Material gelingen kann. Um unterschiedlichen Lehrkräften gerecht zu werden, sollte dieser nach Möglichkeit auch konkrete Umsetzungsvorschläge enthalten. Mit Blick auf das Gesamtbild wird ersichtlich, dass die umfassende *Fortbildungsinitiative KI* in Bayern ein erfolgreiches Modell darstellt, das als Vorbild für andere Bundesländer bei der Umsetzung des Themas KI sowie für potenziell neue Themen dienen kann. Dabei zeigt sich aber auch, dass es vor allem darauf ankommt, die Lehrkräfte so zu begleiten, dass sie sich nicht allein gelassen fühlen wie abschließendes Zitat zeigt:

*Das war genau richtig, dass man jetzt nicht sagt, ich führe ein neues Lehrplan-Thema ein und die Lehrkräfte sollen dann einfach mal schauen, sondern es gab*

*ja diese Fortbildungsoffensive und [...] ich [...] fühlte mich da an der Hand genommen. [L3, 00:12:33]*

## Literaturverzeichnis

- [Ba23] Baumer S. Jetzinger F., M. T.: Künstliche Intelligenz im verpflichtenden Informatikunterricht: Ein skalierbares Fortbildungsangebot für Informatiklehrkräfte. In: INFORMATIK 2023, Workshop KI Bildung. Gesellschaft für Informatik, 2023.
- [Ca23] Casal-Otero, L.; Catala, A.; Fernández-Morante, C.; Taboada, M.; Cebreiro, B.; Barro, S.: AI literacy in K-12: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education* 10 (1), S. 29, 2023.
- [DHG17] Darling-Hammond, L.; Hylter, M. E.; Gardner, M.: *Effective teacher professional development*. Learning policy institute, 2017.
- [EM23] Engel, M.; Michaeli, T.: Perspektiven nachqualifizierter Lehrkräfte auf ihren Informatik-Unterricht-Erfahrungen aus einer Weiterbildungsmaßnahme für bayerische Lehrkräfte. In: INFOS 2023. Gesellschaft für Informatik eV, S. 351–360, 2023.
- [GMC14] Goode, J.; Margolis, J.; Chapman, G.: Curriculum is not enough: The educational theory and research foundation of the exploring computer science professional development model. In: SIGCSE 2014. S. 493–498, 2014.
- [He19] Helffrich, C.: *Leitfaden und Experteninterviews*. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden, 2019.
- [JBM24] Jetzinger, F.; Baumer, S.; Michaeli, T.: Artificial intelligence in compulsory k-12 computer science classrooms: A scalable professional development offer for computer science teachers. In: SIGCSE 2024. 2024.
- [Ku16] Kuckartz, U.: *Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computer-unterstützung*. Beltz Juventa, 2016.
- [LR15] Lipowsky, F.; Rzejak, D.: Key features of effective professional development programmes for teachers. *RICERCAZIONE*, Vol. 7 n. 2, 2015.
- [Me15] Menekse, M.: Computer science teacher professional development in the United States: a review of studies published between 2004 and 2014. *CS Education* 25 (4), 2015.
- [Sa23] Sanusi, I. T.; Oyelere, S. S.; Vartiainen, H.; Suhonen, J.; Tukiainen, M.: A systematic review of teaching and learning machine learning in K-12 education. *Education and Information Technologies* 28 (5), S. 5967–5997, 2023.
- [Su23] Sun, J.; Ma, H.; Zeng, Y.; Han, D.; Jin, Y.: Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. *Education and information technologies* 28 (2), S. 1509–1533, 2023.
- [Va19] Vazhayil, A.; Shetty, R.; Bhavani, R. R.; Akshay, N.: Focusing on teacher education to introduce AI in schools: Perspectives and illustrative findings. In: 2019 IEEE tenth international conference on Technology for Education (T4E). IEEE, S. 71–77, 2019.