HTW Dresden

Fakultät 7400

**Projektskizze zum Antrag auf Gewährung einer Forschungsförderung**

**Verbundforschungsprojekt** (max. 8 Seiten exkl. Budget/Anlagen)

|  |  |
| --- | --- |
| **Name des Hauptprojektleiters** | Prof. Dr. Thomas Buder |
| **Telefon-Nr. & E-Mail** | +49 351 462 2657 & [thomas.buder@htw-dresden.de](mailto:thomas.buder@htw-dresden.de) |
| **Name, Fakultät des/der beteiligten Teilprojektleiter\*in der HTW Dresden** | Prof. Dr. Torsten Munkelt, Fakultät Informatik/Mathematik, Lehrbereich Informatik |
| **Arbeitstitel des geplanten Projektes** | A**i**LADIN: ALADIN meets AI  (ALADIN: Generator für **A**ufgaben und **L**ösung(shilf)en **a**us **d**er **I**nformatik und angrenzen Diszipline**n**) |
| **Zuordnung zu einer Profillinie der HTW Dresden** | Gestaltung und Digitalisierung von Wirtschaft und Arbeit |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1. Kurzfassung der wissenschaftlichen Zielstellung und des Fördergegenstandes** Welches Problem soll gelöst werden? | | | Einerseits ist die derzeitige Bildungslandschaft durch Lehrkräftemangel und geringes oder zumindest heterogenes Leistungsniveau der Lernenden geprägt. Andererseits steigen aufgrund des technologischen Fortschritts die Anforderungen an Fachkräfte: Sie müssen immer weniger einfache Routineaufgaben und immer öfter komplexe Probleme lösen. Um die dazu notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erlangen, ist kein bloßes (Auswendig)lernen, sondern wiederholtes Lösen diversifizierter Probleme nötig, wozu eine entsprechend hohe Anzahl verschiedener Aufgaben erforderlich sind. Aufgaben manuell zu erstellen und zu bewerten, ist allerdings mit hohem Aufwand verbunden, und es ist den Lehrenden rein kapazitiv nicht möglich, personalisierte Aufgaben für unterschiedliche Leistungsniveaus und unterschiedliche Interessen der Lernenden zu erstellen. Personalisierte Aufgaben, welche die Lernenden weder über- noch unterfordern, sind aber für die oft sowieso schon geringe Motivation, den schnellen Lernfortschritt und den hohen Lernerfolg der Lernenden unerlässlich.  Mit ALADIN ist es uns bereits gelungen, Generatoren für Aufgaben, Lösung(shilf)en und Bewertungen aus unterschiedlichen Fachgebieten zu erstellen. Unter „Assessments“ verstehen wir zusammengehörige Aufgaben, Lösungshilfen, Lösungen und Bewertungen. Von ALADIN generierte Assessments stammen z. B. aus Produktionswirtschaft, organischer Chemie, Geoinformatik, Datenbanken und Geschäftsprozessmodellierung. Noch nicht integriert, aber eng mit diesen Gebieten verbunden, sind Fragestellungen aus der Wirtschaftsmathematik, bei denen anwendungsrelevante Assessments zur mathematischen Modellbildung manuell sehr aufwendig zu erstellen sind. Mit ALADIN generierte Assessments sind zwar syntaktisch korrekt, weisen aber noch keine sinnvolle Semantik auf, und die Generatoren müssen noch programmiert werden, was Lehrende, die nicht Informatik-affin sind, nicht vermögen. Zudem personalisiert ALADIN die generierten Aufgaben noch nicht automatisch hinsichtlich des Leistungsniveaus und der Interessen der Lernenden und gemäß vorgegebenen Lernzielen.  AiLADIN betrachtet die Lehre selbst als Forschungsgegenstand und trägt mittels der Digitalisierung der Lehre zur empirischen und datengetrieben Erforschung der Lehre bei. Mit A**i**LADIN erforschen wir, ob und wie mittels generativer künstlicher Intelligenz (AI) ein Framework zur grafischen Deklaration von Generatoren geschaffen werden kann, die semantisch sinnvolle, personalisierte Assessments erstellen. Semantisch sinnvolle Assessments sind u. a. erforderlich, um praxisrelevante Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erwerben. AiLADIN ist fachgebietsunabhängig, erlaubt aber Assessment-Generatoren für beliebige Fachgebiete zu deklarieren und personalisiert die Assessments aufgrund der individuellen Lernhistorie. Grundsätzlich ermächtigt AiLADIN zum selbständigen Üben, erlaubt Fernlehre, treibt die Digitalisierung des Lehrens voran, greift das Problem der Heterogenität der Lernenden auf, reduziert den technischen Aufwand zur Erstellung von Assessments und ist uneingeschränkt (wieder)verwendbar und erweiterbar. | | | | | | | | |
| **2. Stand der Wissenschaft** (fachlich konkrete Beschreibung zum Zeitpunkt der Antragstellung, Abgrenzung zu existierenden Lösungen/Forschungsansätzen, bestehende Schutzrechte); Quellenverzeichnis als Anlage | | | Der Forschungsbereich "Automatic Item Generation" (AIG), welcher sich mit der automatischen Generierung von Assessment(-Item)s beschäftigt, wurde bereits 1969 durch Bormuth [1] beschrieben, jedoch erst im Verlauf der letzten 20 Jahre praktisch erforscht.  Bisherige AIG-Systeme folgen meist einem von vier Ansätzen [2, 9]: 1.) Programmierung eines spezifischen Assessmentgenerators [4] (ALADIN bisher), 2.) Ontologie-basierte Ansätze zur Transformation von Wissensbasen mittels Methoden des Natural Language Processings (NLP) [7, 8], 3.) kombinatorische Verknüpfung von Elementen eines kognitiven Modells mit aussagenlogischen Nebenbedingungen und Template-basierten Aufgabentexten [5, 6] und neuerdings 4.) Prompting generativer neuronaler Sprachmodelle [10].  Die Ansätze 1.) und 3.) haben den Vorteil, sehr genauen Einfluss auf die generierten Assessments zu nehmen, skalieren jedoch jeweils in nur eine Richtung: Im Falle von 1.) können beliebig viele Assessments eines Typs generiert werden, jedoch erfordert die Generierung weiterer Assessmenttypen eine vollkommen eigenständige Programmierung des Generators [2]. Ansatz 3.) verarbeitet beliebig viele kognitive Modelle in gleicher Art und Weise zu Assessments, jedoch ist die Erzeugung von Modellen aufwendig, und es werden nur eine begrenzte Anzahl von Assessments je Modell/Assessmenttyp generiert [2, 5]. Die Ansätze 2.) und 4.) skalieren sowohl in Assessmenttiefe und -breite, büßen jedoch Kontrolle bei der Assessmentgenerierung ein [9, 10].  Mittels der zuvor beschriebenen AIG-Ansätze werden meist ausschließlich wissensbasierte Assessment in der Form von Multiple-Choice- oder Lückentextaufgaben generiert [11], weil in allen Bildungsebenen nach wie vor zu großen Teilen wissensbasierte Fragestellungen Tests und Prüfungen dominieren [12]. Da wir uns jedoch von der Wissens- zur Kompetenzgesellschaft bewegen [3], ist es unabdingbar, Assessments zur Prüfung von Kompetenzen zu generieren und anzuwenden.  Bisherige AIG-Systene sind unseres Wissens derzeit noch nicht in der Lage, gleichzeitig Assessments für beliebige Fachdomänen (Assessmentbreite) und beliebige Kognitionsstufen nach Bloom [14] (Kompetenzgrad) zu generieren.  Es soll insbesondere erforscht werden, wie mit AiLADIN Generatoren für beliebige Fachdomänen (Assessmentbreite) und beliebige Kognitionsstufen nach Bloom [14] (Kompetenzgrad) erzeugt werden können, wobei jeder Generator die Eigenschaften bieten sollte, beliebig viele Assessment für den dazugehörigen Assessmenttyp zu erzeugen (Assessmenttiefe) und gleichzeitig umfangreich parametrisierbar zu sein (Kontrolle). Durch empirische Begleitstudien soll evaluiert werden, ob kompetenzbasierte und in beliebiger Form darstellbare Assessments erzeugt werden können, welche eine Assessment-Validität [13] aufweisen, welche vergleichbar mit oder höher als die von händisch erzeugten Assessments ist. (Assessment-Validität sagt aus, zu welchem Grad Assessments den zu prüfenden Inhalt tatsächlich prüfen.) | | | | | | | | |
| **3. wissenschaftliche Arbeitsziele und vorgesehene Lösungswege mit konkreten Erläuterungen zu**   * erreichenden Verfahrens-parametern, Eigenschaften, Funktionen etc. * technisches Alleinstellungsmerkmal * Neuheitsgrad im nat./internat. Maßstab (IP–Situation – Schutzrechtsstrategie) * Interdisziplinarität | | | **Eigenschaften und Funktionen von AiLADIN:**  AiLADIN soll aus zwei umfangreichen und erweiterbaren Bibliotheken bestehen, einer für grafische Interaktionselemente und einer für Generatoren für Aufgaben, Lösungshilfen, Lösungen und Bewertungen. Die Bibliotheken sollen voneinander entkoppelt sein, um so z. B. auch Assessment-Generatoren in Verbindung mit bestehenden E-Assessment-Systemen verwenden zu können. Die Interaktionselemente sollen interaktiv, modular, universell einsetzbar und hierarchisch schachtelbar sein, und sie sollen umfassend parametrisiert werden können, um möglichst viele Assessment-Typen und Fachgebiete abzudecken. Ein komplexes Interaktionselement wäre z. B. ein visueller Grapheditor, in dem – je nach Konfiguration – z. B. Software, Geschäftsprozesse oder chemischen Moleküle modelliert werden könnten. Ein Schwerpunkt AiLADINs liegt auf der Modellierung wirtschaftsmathematischer Fragestellungen, z. B. aus dem Bereich der linearen Optimierung. AiLADIN soll in der Lage sein, semantisch sinnvolle und personalisierbare Assessments zu generieren. AiLADIN soll Lernenden individuelles Feedback geben und sich automatisch an das Niveau der Lernenden anpassen. AiLADIN soll von Fachexperten ohne Programmierkenntnisse zur Erstellung von Assessment-Generatoren genutzt werden können.  **Technisches Alleinstellungsmerkmal und Neuheitsgrad:**  Im Vergleich zu bestehenden AIG-Systemen soll AiLADIN in der Lage sein, Assessments tatsächlich zu generieren, anstatt lediglich Kombinationen aus händisch formulierten kognitiven Modellen zu bilden. Durch die Generierung, die Parametrisierbarkeit der Generatoren und die automatische Anpassung des Schwierigkeitsgrades der generierten Assessments an die Lernenden soll AiLADIN eine Lernumgebung schaffen, in der die Lernenden unabhängig von initialem Lernniveau und Lerngeschwindigkeit die durch die Assessments aufzubauende Kompetenz erreichen.  **Interdisziplinarität:**  Durch die universell einsetzbaren Interaktionselemente und die konfigurierbaren Generatoren soll AiLADIN grundsätzlich für Assessments aller Fachgebiete geeignet sein und zudem bei Bedarf um weitere Elemente erweitert werden. Forschung und Entwicklung (F&E) im Kontext von AiLADIN erfolgen im Austausch mit Lehrenden aus vielfältigen Disziplinen, um die Interaktions- und Generatorelemente universell zu gestalten, und im Austausch mit Kollegen aus Pädagogik und Psychologie, um didaktische Konzepte in AiLADIN bereits während der F&E zu verankern und deren Effektivität durch interdisziplinäre Evaluationsphasen empirisch zu erforschen.  **Entwurf eines Beispielablaufs zum Einsatz von AiLADIN**:  Da eine allgemeine Beschreibung des AiLADIN-Ansatzes zu abstrakt und zu umfangreich wäre, stellen wir die zu erforschende Anwendung und die Funktionsweise von AiLADIN anhand eines der komplexesten Assessment-Typen dar, der Modellierung von Geschäftsprozessen (GP): Lernende erhalten einen Text, der einen GP beschreibt, und modellieren den GP aufgrund seiner textuellen Beschreibung.  Um die GUI für die Lernenden zu deklarieren, erstellt die Lehrkraft ein Interaktionselement mit statischem Text, in das sie die Aufgabenstellung schreibt: „Modellieren Sie bitte einen GP als ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK), welcher der nachstehenden Beschreibung entspricht.“ (Abb. 1a) Danach erstellt sie ein weiteres Interaktionselement (Abb. 1b), das später durch einen Generator mit der textuellen Beschreibung des GP gefüllt wird.  *Abbildung 1: GUI für GP-Modellierungsaufgabe*  Alsdann verwendet und konfiguriert die Lehrkraft das Interaktionselement „Grapheditor“ (Abb. 1d), den die Lernenden später verwenden, um den GP grafisch zu modellieren: Sie gibt die grafischen Repräsentationen der Knoten und Kanten des Graphen vor: Funktion, Ereignis, Konnektoren, Pfeile, … (Abb. 1c).  Anschließend konfiguriert die Lehrkraft einen universellen „Graphgenerator“, den AiLADIN bereitstellt: Sie gibt für die graphischen Repräsentationen der Knoten und Kanten im Grapheditor die Knoten- und Kantentypen an und erstellt visuell Muster, die im Graphen bzw. in der EPK vorkommen, wie z. B. Sequenz aus Ereignissen und Funktionen (Abb. 2a), Konnektor-Raute (Abb. 2b) und Schleife (Abb. 2c).  *Abbildung 2: Muster für die Graph- bzw. EPK-Generierung*  Dann parametrisiert die Lehrkraft die Muster bzw. den Graphgenerator, indem sie vorgibt, wie häufig die Muster durchschnittlich in den generierten Graphen vorkommen sollen, wie häufig die einzelnen Rauten-Typen (Und, Oder, X-Oder) sind, wie viele Pfade die Rauten durchschnittlich enthalten und wie viele Ereignisse und Funktionen durchschnittlich in einer Sequenz vorkommen.  ***Der folgende Schritt ist insbesondere zu erforschen, da noch niemand weiß, ob er funktionieren und eine ausreichende Güte aufweisen wird:***  Die Lehrkraft konfiguriert einen universellen „Graphbeschriftungsgenerator“, indem sie mehrere Prompt-Templates für die Muster im Graphen anlegt, z. B. (vereinfacht): „Nenne mir zum Themengebiet <Themengebiet> <Anzahl> <Rautentyp> Subprozesse, die von dem Ereignis ‚<letztes Ereignis der vorangehenden Sequenz>‘ ausgelöst werden.“ Wenn die Platzhalter später ersetzt werden, würde der Prompt wie folgt lauten: „Nenne mir zum Themengebiet Kreditwürdigkeitsprüfung zwei parallele Subprozesse, die von dem Ereignis ‚Kreditanfrage eingegangen‘ ausgelöst werden.“ Das <Themengebiet> gibt der Lernende vor, wenn er sich eine Modellierungsaufgabe generieren lässt. Die <Anzahl> und der <Rautentyp> werden aufgrund der Parameter Anzahl der Pfade der Raute und Häufigkeit der Rautentypen generiert. Das <letzte Ereignis der vorangehenden Sequenz> stammt aus der Antwort auf den vorangegangenen Prompt. Die Prompts sind später die Abfragen für die generative KI bzw. die Transformer/großen Sprachmodelle. Unter anderem an dieser Stelle kommt also die KI aus AiLADIN zum Einsatz. Die KI antwortet auf den obigen Prompt z. B. mit den Subprozessen „Identitätsprüfung“ und „Risikobewertung“.  ***Der folgende Schritt ist ebenfalls zu erforschen, da wir noch nicht wissen, ob er funktionieren und eine ausreichende Güte aufweisen wird:***  Die Lehrkraft konfiguriert einen universellen „Graphbeschreibungsgenerator“, indem sie Text-Templates für die Muster im Graphen bzw. in der EPK anlegt, z. B. (vereinfacht): „Nachdem <ARTIKEL> <letztes Ereignis der vorangehenden Sequenz> ist, verzweigt der Prozess in <Anzahl> Subprozesse: ‚<Subprozess 1>‘ und ‚<Subprozess 2>‘.“ Wenn die Platzhalter später ersetzt werden, lautet der Text wie folgt: „Nachdem die Kreditanfrage eingegangen ist, verzweigt der Prozess in zwei parallele Subprozesse: ‚Identitätsprüfung‘ und ‚Risikobewertung‘.“ Um bestimmte und unbestimmte ARTIKEL zu bestimmen und nötigenfalls Konjugation und Deklination zu korrigieren, durchläuft der Text nachträglich eine Natural-Language-Processing-Pipeline (NLP-Pipeline), auf die hier nicht im Detail eingegangen wird.  Zum Schluss konfiguriert die Lehrkraft einen „Bewertungsgenerator“, indem sie angibt, für welche korrekten Elemente und Strukturen im modellierten GP die Lernenden wie viele Punkte erhalten und für welche falschen sie wie viele Punkte abgezogen bekommen: ein Punkt für ein richtig beschriftetes Ereignis, ein Punkt für eine richtig beschriftete Funktion, ein Punkt für eine korrekt ausgerichtete Kanten zwischen zwei Knoten (Funktion, Ereignis, Konnektor), zwei Punkte für eine korrekt modellierte Raute/Schleife, … und entsprechenden Punktabzug für falsch beschriftete Knoten, falsch( orientiert)e Kanten usw.  Wie bereits geschrieben, handelt es sich bei der GP-Modellierung um eines der komplexesten Assessments. Die Vorgehensweise zur Deklaration und Konfiguration der Interaktionselemente und der Generatoren kann aber z. B. auf beliebige andere Modellierungsaufgaben übertragen werden, wie z. B. auf UML-Diagramme, chemische Moleküle, Tonnetze aus der Musik und **insbesondere auf lineare Optimierung aus der Wirtschaftsmathematik**, bei der lineare **Optimierungsprobleme generiert**, **mittels generativer KI mit Semantik versehen** und **mittels NLP in Textaufgaben übersetzt** würden, was aber noch zu erforschen ist.  **Funktionsweise der AiLADIN-Generatorelemente**:  Nachdem beschrieben worden ist, wie die Lehrkraft die Interaktionselemente und die Generatoren deklariert/konfiguriert, wird nun beschrieben, wie AiLADIN die Interaktionselemente und Generatoren verwendet, um aus Ihnen Assessments zu erstellen:  Aufgrund den Knotentypen, Kantentypen und Muster, wie z. B. Sequenz, Raute und Schleife, und den Häufigkeiten ihrer Vorkommen erstellt der „Graphgenerator“ mit Hilfe eine Graphersetzungssystems [15] einen zufälligen GP, in welchem Musterinstanzen ineinander geschachtelt und in den entsprechenden Häufigkeiten vorkommen, wobei sich AiLADIN die Musterinstanzen in der chronologischen Reihenfolge ihres Auftretens „merkt“. Als Ergebnis der Graphgenerierung erhält man also einen syntaktisch korrekten GP und die in ihm vorkommenden Musterinstanzen.  ***Der folgende Schritt ist insbesondere zu erforschen, da noch niemand weiß, ob er funktionieren und eine ausreichende Güte aufweisen wird:***  Aufgrund der für jedes Muster vorgegebenen Prompt-Templates, des von den Lernenden vorgegebenen Themengebietes „Kreditwürdigkeitsprüfung“ und den geordneten Musterinstanzen aus dem generierten GP erstellt der „Graphbeschriftungsgenerator“ für die Knoten (Ereignisse und Funktionen) jeder Musterinstanz Beschriftungen, indem er die Platzhalter im Prompt-Template mit den Informationen aus der Musterinstanz und ggf. mit Beschriftungen vorheriger Musterinstanzen ersetzt, den entstandenen Prompt an die generative KI/das große Sprachmodell sendet, die Beschriftungen zurückerhält und die Elemente der Musterinstanz mit ihnen beschriftet. Als Ergebnis der Generierung der Graphbeschriftung erhält man einen semantisch sinnvoll beschrifteten GP und seine entsprechend beschrifteten Musterinstanzen.  ***Der folgende Schritt ist ebenfalls zu erforschen, da wir noch nicht wissen, ob er funktionieren und eine ausreichende Güte aufweisen wird:***  Aufgrund des für jedes Muster vorliegenden Text-Templates und der beschrifteten und geordneten Musterinstanzen erstellt der „Graphbeschreibungsgenerator“ für jede Musterinstanz eine Beschreibung, indem er die Platzhalter im Text-Template mit den Informationen aus der Musterinstanz und ggf. mit Beschriftungen vorheriger Musterinstanzen ersetzt, den entstandenen Text durch eine NLP-Pipeline sendet und eine natürlichsprachige und grammatikalisch korrekte Beschreibung für die Musterinstanz zurückerhält. Die verknüpfen Beschreibungen der Musterinstanzen ergeben die Beschreibung des GP.  AiLADIN stellt die textuelle Beschreibung des GP in dem entsprechenden Interaktionselement (Abb. 1b) bereit, und die Lernenden können im für einen GP bzw. für eine EPK konfigurierten Grapheditor (Abb. 1d) den entsprechenden GP modellieren.  Aufgrund der für die Strukturelemente des GP angegebenen Plus- und Minuspunkte ermittelt der „Bewertungsgenerator“ Punkte für den modellierten GP, indem er den durch die Lernenden modellierten mit dem ursprünglich generierten Geschäftsprozess vergleicht und für übereinstimmende Strukturelemente Punkte vergibt und für abweichende Strukturelemente Punkte abzieht. Da der Graph bzw. die EPK (knoten)beschriftet ist, ist das Finden übereinstimmender Strukturelemente in polynomialer Zeit möglich. Wenn entsprechend konfiguriert, gibt AiLADIN den Lernenden die Bewertung aus, und das Assessment ist abgeschlossen.  Aufgrund der Deklaration der Interaktionselemente und der Konfiguration der Generatoren, die nur einmal stattfinden, kann AiLADIN nun beliebig viele unterschiedliche, aber gleichartige GP-Modellierungsaufgaben generieren. AiLADIN passt den Komplexitäts- bzw. Schwierigkeitsgrad der Modellierungsaufgabe zusätzlich an die Lernenden an, indem es mittels KI aufgrund erfolgter Bewertungen z. B. Häufigkeiten von Rauten, Pfaden in den Rauten, Schleifen, Funktionen und Ereignissen auf den Pfaden anpasst und so Modellierungsaufgaben generiert, welche die Lernenden weder über- noch unter-, sondern herausfordern und sie so zum Üben motivieren.  **Forschungsfragen während der Entwicklung und Evaluation von AiLADIN**  Trotz der bereits vorliegenden Umsetzungsidee von AiLADIN, verbleiben mehrere Forschungsfragen, welche jedoch ausschließlich empirisch erforscht werden können, was die vorherige Umsetzung von AiLADIN voraussetzt.  Insbesondere soll dabei auf folgende Forschungsfragen fokussiert werden:  - Können mit derzeitigen KI-Modelle kompetenzorientierte Assessments generiert werden, welche qualitativ von menschlich erzeugten Assessments nicht zu unterscheiden sind?  - Lassen sich Assessment-Generatoren automatisch so parametrisieren, dass sie vorgegebenen Lernzielen und dem individuellen Lernstand eines Lerners entsprechen?  - Sind derzeitig verfügbare Sprachmodelle geeignet, um textuelle Aufgaben ohne Informationsverlust oder Informations“fabrikation“ zu generieren?  - Didaktik? | | | | | | | | |
| **4. wissenschaftliche Erfolgsaussichten**   * Kompetenz des Antragstellers im Fachgebiet (bisherige Arbeiten, Know-How) * Bewertung der gegebenen Kapazitäten zur Erreichung des Ziels (Infrastruktur) * Einschätzung der Erreichbarkeit des Ziels (Bereits grundlegende Funktionen im Labor gezeigt?, Darstellung bereist möglicher Features/Leistungsparameter) | | | **Kompetenz des Antragstellers im Fachgebiet:**  Herr Prof. Buder lehrt und forscht seit mehreren Jahren und hat seit September 2023 die Professur Wirtschaftsmathematik inne. Ihm ist die Vermittlung der Kompetenz der mathematischen Modellbildung in der Grundlagenausbildungen der vielen Studiereden all unserer Studiengänge wichtig. Die Anwendung von AiLADIN in der Mathematikausbildung bietet ihm unschätzbaren Mehrwert. Zusätzlich zur Projektleitung bringt Herr Buder den Bezug zur (Wirtschafts)mathematik und seine Kompetenz im Bereich der KI-gestützten Textverarbeitung [17] in AiLADIN ein.  ALADIN, das auf Herrn Prof. Munkelt zurückgeht, und seine Nachfolger (ALADIN II, OPALADIN, ALADIN-X) begegnen seit 2019 den Herausforderungen der digitalen Transformation in der Bildung. ALADIN et al. zentriert bereits auf Lernende, bspw. mittels Parametrisierung des Aufgabengenerators zur Anpassung der Aufgabenkomplexität und –inhalte, Responsive Design, Gamification und Spaced Repetition. ALADIN erlaubt asynchrone Lehrszenarien (bspw. Blended Learning) durch das 4R-Prinzip (Record, Redirect, Replay, Resume) und ermächtigt zum selbstbestimmten Lernen durch Zeit- und Ortsunabhängigkeit. ALADIN kann in bestehende Lernmanagementsysteme mittels der LTI-Schnittstelle integriert werden.  Mit KIM (Künstliche Intelligenz zur Multimediagenerierung) wurde ein SchülerInnen-Workshop zur Vermittlung von “KI-Literacy” entwickelt. Der KIM-Workshop und die KI-gesteuerte Anpassung an Zielgruppen wurde bereits während des Girls’ Day 2023 und höchst erfolgreich während der Langen Nach der Wissenschaften 2023 validiert. Die Antragsteller lehren selbst in großem Umfange, haben sich vielfältig didaktisch weitergebildet, sind in der sächsischen E-Learning-Community bekannt und gut vernetzt.  **Einschätzung zur Erreichbarkeit der Ziele**  Aufgrund geringer Fördersummen sind die vorangegangen ALADIN-Projekte lediglich mit einer 10- bis 50 %igen Personalstelle bearbeitet worden. Nichtsdestotrotz sind in allen ALADIN Projekten die durchaus ambitionierten Ziele vollständig erreicht worden. Das ist z. T. darauf zurückzuführen, dass neben der Arbeit des Hauptentwicklers studentische Abschluss- und Seminararbeiten zu ALADIN betreut und bearbeitet worden sind und die Projektleiter unentgeltlich an ALADIN mitgewirkt haben.  **Bisherige Ergebnisse:**  Mit ALADIN ist bereits eine Plattform entwickelt worden, welche:  - über parametrisierbare Assessmentgeneratoren verfügt,  - Lernenden Assessments digital darbietet,  - asynchronen Austausch zu Lösungsversuchen mittels 4R-Prinzip ermöglicht,  - Lernende mittels Gamification motiviert,  - Fachbereiche von Produktionswirtschaft, über Chemie, bis Musik bedient,  - mittels der LTI-Schnittstelle in Lernmanagementsysteme integrierbar ist,  - Assessments automatisch korrigiert und Lösungshilfen bereitstellt,  - den Aufwand zur Erstellung von Assessments maßgeblich reduziert,  - es erlaubt, Assessments deklarativ zu beschreiben, statt zu programmieren,  - orts- und zeitflexibles Lernen ermöglicht und  - Internationalisierung (Mehrsprachigkeit) der Assessments erlaubt.  **Bewertung der gegebenen Kapazitäten zur Zielerreichung:**  Aufgrund der im Gegensatz zu den ALADIN-Vorprojekten sogar etwas besseren Zeit- und Mittellage (72-%-Stelle über mehr als drei Jahre) schätzen wir die gegebene Kapazität als ausreichend ein, um die gesteckten Ziele zu erreichen, zumal wiederum Abschluss- und Seminararbeiten vergeben werden, mehrere Firmen, Institutionen und hochqualifizierte Forscher\*innen Beiträge zu AiLADIN leisten und die Projektleiter wiederum unentgeltlich an AiLADIN mitwirken. Für AiLADIN notwendige Infrastruktur, insbesondere leistungsfähige Rechentechnik zur Erstellung und Anwendung großer KI-Modelle, ist an der HTW Dresden vorhanden oder kann an der TU Dresden kostenlos genutzt werden. | | | | | | | | |
| **5. Verwertungsplan:** Beiträge des Vorhabens zur:   * Erhöhung der eigenen wiss. Leistungsfähigkeit * Einwerbung von Drittmitteln * Sicherung/Schaffung von Arbeitsplätzen in der Wissenschaft * Verbesserung des Technologie- und/oder Wissenstransfers (Wann und wie sollen die Ergebnisse in Anwendung kommen) * Anschlussfähigkeit | | | AiLADIN erhöht die eigene wissenschaftliche Leistungsfähigkeit durch die Reduktion der Aufwendungen für das Erstellen und Korrigieren von Übungs- und Prüfungsaufgaben.  Im Rahmen des Vorhabens werden weitere Drittmittel eingeworben, indem Gebühren erhoben werden für: 1.) Unterstützung und Beratung der Lehrenden bei der Erstellung von Assessment-Generatoren, 2.) Weiterentwicklung der Open-Source-Lösung für spezielle Anwendungsszenarien und 3.) die Umsetzung fachspezifischer Curricula.  Der Einsatz qualifizierten Personals zu Wartung, Support und Weiterentwicklung von AiLADIN schafft und sichert Arbeitsplätze in der Wissenschaft.  AiLADIN wird Open Source bereitgestellt und kann aufgrund der implementierten LTI-Schnittstelle in bestehende Lernmanagementsystem eingebunden werden. Das ermöglicht unmittelbar den Technologietransfer im Hochschulraum, welcher durch die Bewerbung von AiLADIN in existierenden E-Learning-Netzwerken im sächsischen Raum verstärkt wird. Der Wissenstransfer wird durch Publikationen der (Zwischen)ergebnisse, Präsentationen und Workshops stattfinden.  AiLADIN bietet zahlreiche Anschlussmöglichkeiten, u. a. 1.) die Erstellung von mehr und domänenbezogenen Assessments, 2.) die Weiter- und Neuentwicklung von Interaktions- und Assessmentgeneratorelementen, 3.) die automatische Erzeugung personalisierten Feedbacks für die Lernenden mittels generativer KI, 2.) die Integration KI-gestützter Hilfe bei der Deklaration und Konfiguration von Assessment-Generatoren und 4.) die Entwicklung KI-gestützter Generatoren für Vorlesungs- und Lernmaterial. | | | | | | | | |
| **6. forschungspolitische Bedeutung der Maßnahme für den Freistaat Sachsen** | | | AiLADIN trägt zur Erhöhung des Studienerfolgs und größeren Abschlusszahlen der sächsischen Hochschulen bei, sorgt für besser ausgebildete Fachkräfte in Sachsen und reduziert so die Auswirkungen des Fachkräftemangels nachhaltig und ist mittelfristig auch auf Schulen übertragbar. AiLADIN trägt wesentlich zur Digitalisierung der Lehre bei, gestaltet so den ländlichen Raum für Lernende und Lehrende attraktiver und reduziert die Auswirkungen des Lehrkräftemangels. AiLADIN ist selbst eine digitale Open Educational Ressource (OER), wiederverwendbar, verbreitbar und aktualisierbar und befähigt Lehrende, kollaborativ weitere OER zu entwickeln und auszutauschen, wodurch Aufwand reduziert und Chancengleichheit in der Bildung hergestellt wird. Durch den Einsatz generativer KI trägt AiLADIN zur Positionierung Sachsens als Vorreiter auf dem Gebiet des KI-gestützten Lehrens und Lernens bei. | | | | | | | | |
| **7. Darstellung des Beitrags zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderung** | | | AiLADIN trägt unmittelbar oder mittels Folgeeffekten zur Lösung folgender gesellschaftlicher Herausforderungen bei:  **Bildungszugang**: AiLADIN erlaubt es Lernenden, selbstbestimmt eigene oder vorgegebene Lernziele in eigenem Tempo sowie orts- und zeitunabhängig zu erreichen. AiLADIN erhöht so die Chancengleichheit und bietet unabhängig vom sozioökonomischen Status Zugang zu hochqualitativer Bildung.  **Digitaler und KI-Kompetenzdruck**: AiLADIN begegnet digitalem Kompetenzdruck, indem Lehrende und Lernende implizit digitale Kompetenzen durch den Einsatz von AiLADIN erwerben und dadurch mit generativer KI interagieren und “AI-Literacy” erlangen. Die Art und Weise der Interaktion zwischen Mensch und Maschine hat sich durch KI bereits jetzt maßgeblich verändert. Umso wichtiger ist es, dass nachkommende Generationen möglichst frühzeitig durch die Aneignung von digitalen und KI-Kompetenzen zur korrekten Nutzung von KI ermächtigt und negative Effekte vermieden werden (analog zu Internet, Smartphones etc.).  **Studierendenmotivation und –aktivierung**: AiLADIN fördert und fordert Lernende durch Personalisierungsalgorithmen im richtigen Maße, indem Assessments mit individueller Passung des Anforderungsniveaus generiert werden, welche schwierig genug sind, um den maximalen Lerneffekt zu erzielen, jedoch einfach genug, um nicht demotivierend zu wirken, die Studierenden also weder unter- noch über-, sondern fordern.  **Aufwandsreduktion in der Lehre**: AiLADIN bildet durch die Möglichkeit zum Erstellen und Teilen von OER eine Art eigene Kreislaufwirtschaft von Bildungsressourcen, welche sich selbst nachhaltig verbessert. Im Vergleich dazu sind bisher wiederholte und sich doppelnde Aufwendungen an verschiedenen Bildungseinrichtungen nötig, um dieselben Ziele zu erreichen.  **Fachkräftemangel**: AiLADIN fördert lebenslanges Lernen und begegnet dadurch Fachkräftemangel und steigendem Anforderungsniveau, das durch Veränderungen des Arbeitsmarkts entsteht, z. B. durch KI. AiLADIN erlaubt es, aus diesen Veränderungen entstehende hohe Umschulungsaufwendungen zu reduzieren.  **Ressourcenknappheit**: Durch die Digitalisierung des Lehrens und Lernens können Ressourcen gespart werden, wie z. B. Papier für das Drucken von Aufgabenblättern und Prüfungen und Fahrtkosten (Videokonferenz, statt Präsenz). Der hohe Wohnungsbedarf an Hochschulstandorten wird reduziert, da Studierende und Lehrende kostengünstig auch auf dem Land wohnen und von dort aus studieren bzw. lehren können.  **Nachhaltige Mobilität**: AiLADIN gestaltet zwar nicht die Mobilität nachhaltiger, reduziert aber durch Online-Angebote den Mobilitätsbedarf, was den gleichen Effekt erzielt.  **Energieverbrauch**: Der Energieverbrauch der digitalen Lehre ist bei entsprechender Nutzung (Komprimierung von Videos, Download statt Stream bei mehrmaligem Anschauen etc.) geringer als Lehre vor Ort, wenn man den tatsächlichen CO2-Fußabdruck aller Teilnehmenden berücksichtigt [16].  **Green-IT**: AiLADIN sorgt nicht nur durch die Digitalisierung der Lehre für Green-IT, sondern verwendet auch ressourcenschonende Verfahren, um digitale Inhalte zu erstellen, z. B. kleinere, spezialisierte generative KI-Modelle, Caching von Anfragen und langlebige und optimierte Hardware. Von der entwickelten Software und den erstellten KI-Modellen profitieren auch Dritte, da sie und ihre Erstellung dokumentiert und veröffentlicht werden und für alle zugänglich sind. Durch die Nutzung vorhandener Hardware-Ressourcen an der TU Dresden und der HTW Dresden werden die Neubeschaffung und die mit ihr verbundenen Emissionen vermieden. | | | | | | | | |
| **8. Ausgabenplanung** | | | | | | | | | | | |
| **Kategorie** | **Anstellung von - bis** | | **Stellen-anteil** | **Quali-fikation** | **Entgelt-gruppe + Stufe** | | | **Summe ab 04/2024** | **Summe 2025** | **Summe 2026** | **Summe bis 06/2027** |
| Personal  (z.B. 01.04.24-30.06.27, 0,5, Uni-Dipl. TVL13/2) – bei Fortführung einer Beschäftigung korrekte Erfahrungsstufe beachten! | 04.2024 - 12.2027 | | 72% | M. Sc. | E-13 Stufe 1-3 | | | 40.089,64 € | 54.377,84 € | 57.131,94 € | 28.374,56 € |
|  | |  |  |  | | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  | | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  | | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  | | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  | | |  |  |  |  |
| Beschäftigungs-entgelte | **Laufzeit**  **von - bis** | | **h/**  **Monat** | **sHK / wHK** | **Stunden-satz** | | |  |  |  | |
|  | |  |  |  | | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  | | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  | | |  |  |  |  |
| Gegenstände über 410 EUR im Einzelfall | | **Bezeichnung** | | | **Anzahl** | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
| *nach Bedarf neue Zeile einfügen* | | |  | | |  |  |  |  |
| Vergabe von Aufträgen/ Fremdleistungen | | **Art der Leistung** | | | **Auftrag-nehmer** | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
| *nach Bedarf neue Zeile einfügen* | | |  | | |  |  |  |  |
| Verbrauchsmaterial | | **Bezeichnung** | | | **Anzahl** | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
| *nach Bedarf neue Zeile einfügen* | | |  | | |  |  |  |  |
| Geschäftsbedarf | | **Bezeichnung** | | | **Anzahl** | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
| *nach Bedarf neue Zeile einfügen* | | |  | | |  |  |  |  |
| Literatur | | **Bezeichnung** | | | **Anzahl** | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
| *nach Bedarf neue Zeile einfügen* | | |  | | |  |  |  |  |
| Öffentlichkeitsarbeit | | **Bezeichnung** | | | **Anzahl** | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
|  | | |  | | |  |  |  |  |
| *nach Bedarf neue Zeile einfügen* | | |  | | |  |  |  |  |
| Dienstreisen | | **Reisezweck** | | | **Ziel** | | |  |  |  |  |
| Transfer & Austausch | | | E-Learning-Symposium | | | Dienstreisen für zwei Personen werden bestritten aus **4.875 €**, welche die affiliierten Partner zum Projekt beisteuern, zusätzlich eingeworbenen Drittmitteln und Restemitteln von Herrn Prof. Munkelt | | | |
| Transfer & Austausch | | | Workshop on E-Learning | | |
| Transfer & Austausch | | | Delfi | | |
|  | | | |  | |  |  |  |  |  | |
| **Jahressummen:** | | | | | | | | 40.089,64 € | 54.377,84 € | 57.131,94 € | 28.374,56 € |
| **Gesamtsumme:** | | | | | | | | 179.973,98 € | | | |
| **Aufteilung des Budgets** | | | | | | | | | | | |
| Hauptprojektleiter: | | | | Buder | | | | 50% | 50% | 50% | 50% |
| Teilprojektleiter 1: | | | | Munkelt | | | | 50% | 50% | 50% | 50% |
| **9. Kooperationspartner:** Bitte Art der Beteiligung angeben (Personalkapazität, Software, Geräte o.ä.), Absichtserklärung in Anlage beifügen, falls vorhanden | | | | Wir bitten darum, weitere **Einzelheiten** zu den Beiträgen der Kooperationspartner den einzelnen **Absichtserklärungen** zu entnehmen.  1.) Dr. Gregor Damnik, **TU Dresden,** **Vertretungsprofessor Didaktik der Informatik**, Beratung auf den Forschungsgebieten **Assessment-Generierung** und Didaktik der Informatik und bei **Erstellung und Durchführung empirischer Studien** im Bildungsbereich, Beisteuern von Ideen für und Deklaration von Assessment-Generatoren für **Medienpsychologie, Pädagogik und Medizin**,  2.) Prof. Dr. Torsten Gonschorek, **HTW Dresden**, Fachgebiet **Produktionswirtschaft**, Beisteuern von Ideen für und Deklaration von Assessment-Generatoren für **Unternehmensführung, Controlling, Finanzierung und Produktionswirtschaft**,  3.) Prof. Dr. Frank Schwarzbach, **HTW Dresden**, Fachgebiet **Geoinformatik**, Beisteuern von Ideen für und Deklaration von Assessment-Generatoren für **Geoinformationssysteme, Geodatenbanksysteme und Geodatenmanagement**,  4.) Prof. Dr. Kathrin Harre, **HTW Dresden**, Fachgebiet **Technische Chemie**, Beisteuern von Ideen für und Deklaration von Assessment-Generatoren für **technische Chemie**,  5.) Prof. Dr. Johannes Teichert, **TU Chemnitz**, Fachgebiet **Organische Chemie**, Beisteuern von Ideen für und Deklaration von Assessment-Generatoren für **organische Chemie**,  6.) Prof. Dr. Frank Grimm, **Westsächsische HS Zwickau**, Fachgebiet **Netzwerktechnik/Programmierung**, und Dr. Heiko Baum, Fachgebiet **E-Learning Informatik**, Beisteuern von Ideen für und Deklaration von Assessment-Generatoren für **Netzwerke, Mensch-Maschine-Systeme, Modellierung und Programmierung**,  7.) **d-opt GmbH**, vertreten durch Dr. Susanne Franke, **Beratung** auf den Gebieten **generative KI, KI-gestützte Daten und Zeitreihenanalyse**, **Verbreitung von AiLADIN** im Raum Südwestsachsen, **500 € pro Jahr** für eine Laufzeit von 3,25 Jahren, insgesamt **1.625 €**,  8.) **t2k**-**GmbH**, vertreten durch Dr. Anne-Kathrin Schuhmann, **Beratung** auf den Gebieten **Natural Language Processing, Knowledge Acquisition und generative KI**, **1.000 € pro Jahr** für eine Laufzeit von 3,25 Jahren, insgesamt **3.250 €**.  1.) und 2.) bringen zusätzlich ihre **Erfahrungen aus den ALADIN-Vorprojekten** ein. 1.), 4.) 5.) und 6.) bringen zusätzlich ihre **Erfahrungen aus E-Learning-Forschungsprojekten** ein. 1.), 3.) und 6.) steuern zusätzlich Ideen für die **Gestaltung von Interaktionselementen und Assessment-Generatoren** bei. 7.) und 8.) bieten **Support- und Wartungsleistungen und Schulungen** an und nutzen AiLADIN selbst. 1.), 2.) 3.), 4.), 5.) und 6.) setzen **AiLADIN in Ihren Lehrveranstaltungen** ein, stellen aus dem Einsatz resultierende **Daten zur weiteren Analyse** anonymisiert zur Verfügung, nehmen an **Nutzerstudien und Befragungen** teil und **bewerben AiLADIN** in ihren Fachkreisen. | | | | | | | |
| **10. Zeitplan inkl. Meilensteinplanung** | | | | siehe Arbeitsplan | | | | | | | |

**Anlagen:**

* *Kostenkalkulation vom Dez. Personal für bekanntes Personal*
* *ggf. Publikationsliste zu 4. Kompetenzen des Antragstellers (max. 5 projektbezogene Referenzen)*
* *ggf. Balkenplan zu 10.*
* *ggf. Absichtserklärung*