



Teil II: Schlussbericht

AVILAB2

Anbindung einer Virtuell-Immersiven 3D-Lernplattform an die NBP am Domänenbeispiel eines Bildungsträgers 2

Förderkennzeichen: 16INB2005E

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16INB2005E gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei dem Autor.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	2
2	Planung und Ablauf des Vorhabens	3
2.1	Arbeitsplanung und Arbeitspakete	4
2.2	Umsetzung und Verantwortlichkeiten	7
3	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	10
4	Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse und zukünftige Planungen im Sinne des Verwertungsplans	11
5	Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens während der Durchführung des Vorhabens bei anderen Stellen	12
6	Geplante Veröffentlichungen der Projektergebnisse	13
7	Literaturverzeichnis	13

1 Aufgabenstellung

Das Vorhaben AVILAB2 setzt auf den Ergebnissen der Konzeptionsphase aus dem Vorgänger AVILAB1 auf. In dieser vorbereitenden Phase erfolgte die prototypische Anbindung der beiden Partner, die AKAD Hochschule und die TriCAT GmbH, an „Mein Bildungsraum“. Außerdem erfolgten erste Proof-of-Concepts zur Anwendung im hochschulischen Umfeld (Rinn, Markgraf, et al., 2023). Darauf aufbauend lassen sich die Ziele von AVILAB2 folgendermaßen zusammenfassen:

- Anbindung weiterer Hochschulpartner an TriCAT spaces und damit an „Mein Bildungsraum“
- Anpassung der Schnittstellen an die neuen technischen Gegebenheiten von „Mein Bildungsraum“
- Ausbau der bestehenden Schnittstellen um weitere Funktionen
- Erstellung zusätzlicher Schnittstellen (z. B. Wallet-Anbindung)
- Erweiterung des Best-Practice-Guides aus AVILAB1 als niedrigschwelliger Methodenkoffer für Lehre in der virtuellen Welt
- Design und Evaluierung weiterer Anwendungsszenarien
- Integration von KI-basierten Agenten und cyberphysischen Systemen in die virtuelle Welt
- Implementierung und Maintenance der Demo-Umgebung (virtuelle Welt)
- Veranstaltung von Kongressen, darunter auch einer innerhalb der Förderlinie

Die folgende Abbildung fasst die Ergebnisse grafisch zusammen.

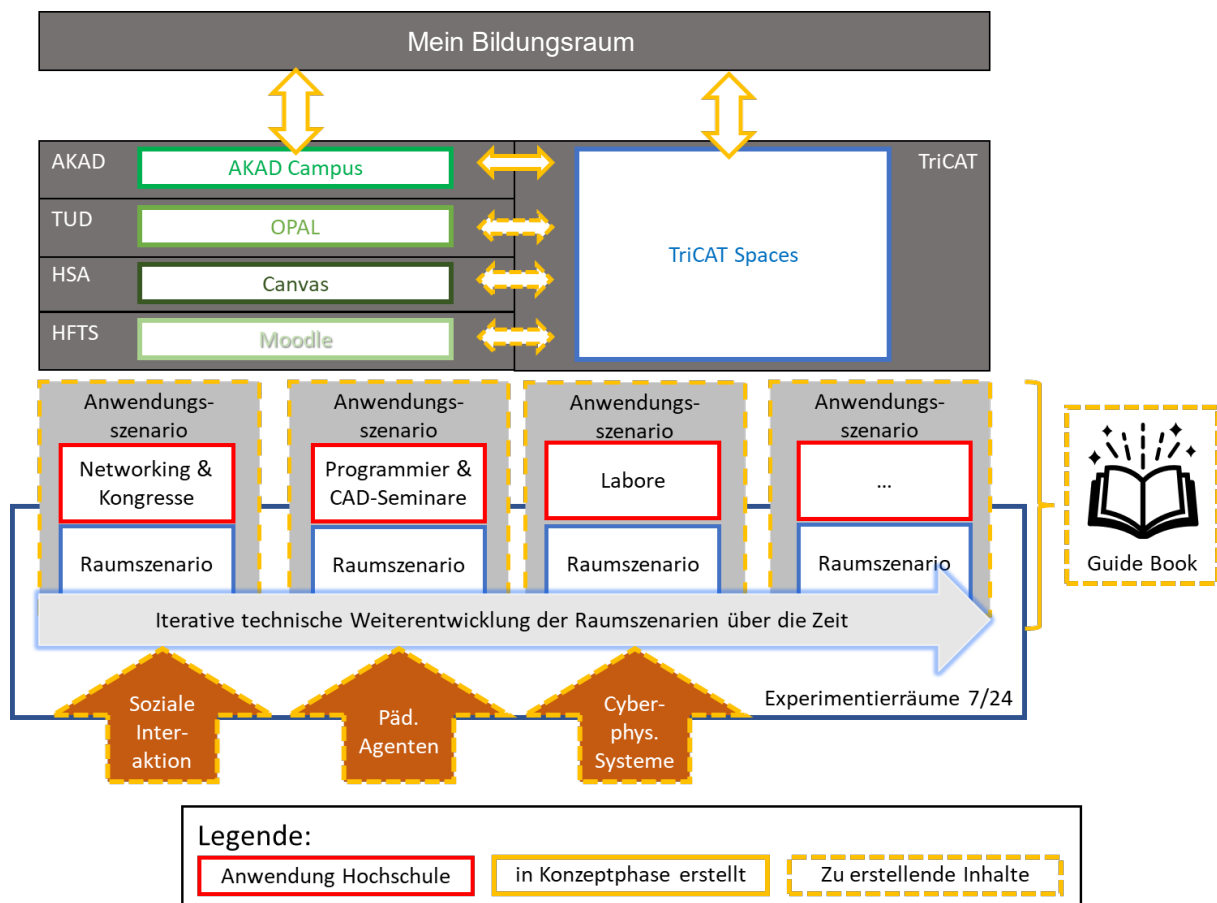


Abbildung 1: Ergebnisübersicht

2.1 Arbeitsplanung und Arbeitspakete

Die AKAD stellte die **Projektkoordination (AP1)**, die operativ durch Heidi Rinn (SPOC) ausgeführt wurde. Die HFT Stuttgart nahm mit zwei Ausnahmen an den monatlichen Meetings im Konsortium teil und brachte sich ergänzend in anlassbezogene Termine zur Konzeption und Koordination anderer Arbeitspakete ein (s.u.). Alle monatlichen Meetings wurden ergebnisorientiert protokolliert. Durch den starken Projektfokus auf Online-Lehre wurden auch die Meetings größtenteils online und nur bei Bedarf in Präsenz durchgeführt. So das Kick-Off am 18.10.2022 in Ulm, zu dem alle Projektpartner mind. einen Vertreter entsandten. Die technische Koordination in Bezug auf TriCAT erfolgte durch Gregor Mehlmann, die Organisation der Kongresse durch Jonathan Dyrna (TU Dresden). Zusätzliche technische Abstimmungen, die auch die nicht offiziell am Arbeitspaket beteiligten Projektpartner als Teilnehmer hatten, fanden oft bilateral statt, unter starker Beteiligung der HFT Stuttgart an verschiedenen APs (s.u.) (**AP1.1**).

Die bereits in AVILAB1 prototypisch umgesetzte Schnittstelle wurde konzeptionell weiterentwickelt (**AP2, Schnittstellenspezifikation**). Das betraf zum einen die Schnittstelle zwischen AKAD und TriCAT, zum anderen die Schnittstellen in Richtung „Mein Bildungsraum“.

Zudem erarbeitete die HFT Stuttgart in etlichen Meetings 2023 und 2024 mit TriCAT eine generische, somit sowohl im Produkt als auch direkt zu „Mein Bildungsraum“ wiederverwendbare Schnittstelle des pädagogischen Agenten zu TriCAT Spaces. Diese Schnittstelle erlaubt Zugriff auf die Ergebnisse sowohl über eine REST-Webserviceschnittstelle als auch teilweise oder mit passender Konfiguration komplett über die REST-Schnittstelle der E-Learning-Plattform Moodle.

Die **Konzeption der Anwendungsszenarien (AP3)** fand unter Einbezug der HFT Stuttgart und der Hochschule Aalen planmäßig statt. Die Erfahrungen aus AVILAB1 wurden u. a. über die Veröffentlichung in der HMD (Rinn, Markgraf, et al., 2023) dokumentiert und im Konsortium geteilt. Weitere Anwendungsszenarien wurden konzipiert und erste Prototypen ausgerollt und evaluiert. Die Ergebnisse werden in detaillierten Dokumentationen und als Open Source-Code veröffentlicht (s.u.), die anderen Hochschulen als Blaupausen dienen können, aber auch theoretische Designprinzipien für weitergehende Forschung hervorbrachten (**AP3.1**).

Aus dieser Erfahrung lässt sich grundsätzlich konstatieren, dass nicht alle Lerninhalte gleichermaßen für die Umsetzung in einer virtuellen Welt geeignet sind. Wenngleich es individuelle Unterschiede bei den Studierenden gibt, so lässt sich dennoch erkennen, dass insbesondere längere (ganztägige oder sich wie im Anwendungsszenario der HFT Stuttgart oft wiederholende) Veranstaltung mit viel Interaktion (z. B. Gruppenarbeit) und geringem Prüfungsdruck diesen Erwartungen besonders gerecht werden. Darüber hinaus empfiehlt es sich, möglichst die Funktionen innerhalb der virtuellen Welt zu nutzen.

Bei den Conversational Agents beteiligte sich die HFT Stuttgart an Konzeption, Test und Nutzung zweier unterschiedlicher Szenarien: zum einen ein Support Assistent, der die Aufwände für den Support innerhalb der virtuellen Welt reduzieren und damit die Skalierbarkeit erhöhen soll. Dieser soll u. a. Funktionen erläutern und bei wiederkehrenden Problemen wie beispielsweise Audioeinstellungen auch die Lösung direkt umsetzen können. Das zu entwickelnde Artefakt kann als Meta-Artefakt bezeichnet werden, da

es in allen Lehr-/Lernszenarien an allen Hochschulen aber auch in anderen Institutionen zum Einsatz kommen kann. Federführend für die Definition der Anforderungen in Form von User Stories in Anlehnung an Cohn (2004) war hierbei die AKAD. Die allgemeinen Erläuterungen sollte der Nutzer überspringen können. Situative Erläuterungen kommen bei Bedarf zum Einsatz und werden z. B. durch Trigger (beispielsweise das Anklicken der Medienwand) ausgelöst. Die Umsetzung dieses Assistenten trägt maßgeblich dazu bei, die virtuelle Welt der breiten Nutzerschaft niedrigschwellig nahezubringen, die sich über „Mein Bildungsraum“ für eine Veranstaltung in der virtuellen Lern- und Arbeitswelt von TriCAT anmelden und an dieser teilnehmen.

Das zweite Szenario zu Conversational Agents ist ein inhaltlicher Assistent für Studierende zur Entlastung des Dozierenden und wird federführend durch die HFT Stuttgart in Zusammenarbeit mit TriCAT konzipiert (**AP3.2 und 3.3**).

Der pädagogische Agent entstand in mehreren gemeinsamen Workshops unter Einbindung auch weiterer Konsortialpartner letztlich als Embodiment in Studierendenform mit entsprechender Kleidung, das sich nur bei Bedarf Lernenden nähert, zu Problemen und Lösungen stimmlich berät und sich sonst diskret im Hintergrund hält. Dies vermeidet das Gefühl des Beobachtetseins bei Lernenden und baut Kontakthemmschwellen ab. Für die Bedarfserkennung kommen nach gemeinsamen Analysen verschiedene Auslöser in Betracht, deren Präferenz individuell variiert: Aktionen in der realen Welt wie auch des Avatars oder deren Ausbleiben im Zeitablauf oder eine voreingestellte Routine des Agenten.

Die inhaltliche Basis für den pädagogischen Agenten im Programmierszenario entstand in mehreren Schritten: zuerst entwickelte die HFT Stuttgart basierend auf der gängigen internationalen Norm für Softwarequalität ISO 25000 ein Kompetenzframework, das mehrfach iterativ validiert und verfeinert wurde. Nach Tests der ersten Iteration floss die Rückmeldung in die zweite Iteration ein, die den pädagogischen Agenten zudem über den ursprünglichen Plan hinaus um eine Empfehlungskomponente erweiterte: Lernende erhalten je nach Erfolgsquote in einer eingereichten Aufgabe bzgl. jeder Dimension des Kompetenzframeworks, der Vergleichbarkeit und Schwierigkeitsgrade der verfügbaren Übungen und ihrer persönlichen Resilienz eine Empfehlung für die nächste Übung, sodass sie ihren individuellen Lernpfad mit Unterstützung des pädagogischen Agenten gestalten.

Die tatsächliche Umsetzung der konzipierten Anwendungsszenarien mit Fokus auf die **sozial-empathische Interaktion (AP4)** erfolgte iterativ, wie schon im Balkendiagramm der Vorhabensbeschreibung geplant. Das zugrundeliegende Forschungsparadigma ist Design Science Research, das Gestaltung unter Berücksichtigung praktischer Relevanz und theoretischer Fundierung versteht (Hevner, 2007). Die Raumgestaltung erfolgte bei allen in AP4 genannten Veranstaltungen mit dem integrierten Editor. Inspiration und Ideen zur Umsetzung stammten zu einer Vielzahl aus der Präsenzlehre, der Austausch mit dem Projekt KoKoN, das die Entwicklung eines Methodenkoffers zum Ziel hatte und aus derselben Förderlinie stammte, diente als Ideenquelle. Räumliche Anpassungen erfolgten im Vorfeld und werden für die eigentliche Veranstaltung geladen und können demnach einmal erstellt, immer wieder verwendet werden. Durch die Anwendung des Design Science Research Forschungsparadigmas ist diese Blaupause wissenschaftlich fundiert und evaluiert und kann von anderen Bildungsanbietern wiederverwendet werden.

Die Maßnahmen wurden so gestaltet, dass sie die soziale Integration der Fernstudierenden unterstützen. Darüber hinaus wurden studiengangübergreifende Escape-Rooms zu Halloween, Weihnachten sowie Ostern entwickelt. Diese dienten rein der sozialen Vernetzung und dem Vergnügen und hatten nicht zum Ziel Studieninhalte zu vermitteln. Auch die HFT Stuttgart testete und bot diese Escape-Rooms an – hier mit dem Ziel der Multiplikation der Plattformnutzung unter Lehrenden (**AP4.1 und 4.3**).

AP5 zur Entwicklung der Pädagogischen Agenten (auch Conversational Agents) lag in der Hauptverantwortung der TriCAT unter Mitarbeit der HFT Stuttgart.

Hier entstand ein Beispiel-Anwendungsszenario zur Unterstützung der Programmierausbildung durch Verknüpfung der um ein an der HFT Stuttgart entwickeltes Plugin erweiterten E-Learning Plattform Moodle mit TriCAT Spaces über eine standardisierte, auch von Drittsystemen nutzbare REST-Webservice-Schnittstelle wie in AP2 spezifiziert.

Das in AP3 konzipierte Kompetenzframework implementierte die HFT Stuttgart in ein bestehendes Moodle-Plugin zum automatischen Testen von Programmierabgaben und erweiterte jenes damit Richtung pädagogischer Agent. Diese für eine breitere Nutzerbasis zudem um Unterstützung für das Versionskontrollsystem „Subversion“ erweiterte Implementierung reichte die HFT Stuttgart bei Moodle.org zum Approval ein. Parallel erfolgte die Klassifizierung erster Aufgaben und Tests für eine qualifizierte Rückmeldung des Agenten. Der pädagogische Agent gab in erster Iteration diese Rückmeldungen zu den Ergebnissen dieser automatisierten Tests, die bei Abgabe von Programmierübungen über Moodle abliefen.

Gemäß laufenden Abstimmungen mit TriCAT entwickelte das Unternehmen den Avatar des Agenten nach der Kozeption aus AP3 mit den Schnittstellen aus AP2, der über generative KI die Ergebnisse versprachlicht.

Zum Projektende liefert der Agent in zweiter großer Iteration zusätzlich gemäß der in AP3 konzipierten Erweiterung Empfehlungen zu möglichen Folgeübungen basierend auf dem aktuellen Kompetenzbild aus den Tests sowie der Resilienz Lernender.

AP6 dient der **Entwicklung von cyberphysischen Systemen**. Hier war die HFT Stuttgart nicht beteiligt.

In **AP7** erfolgte die **Umsetzung und Inszenierung der Anwendungsszenarien**. Die soziale Integration wurde als relevante Zielvariable für das Projekt definiert, da diese in der Fernlehre als schwierig gilt (Rinn et al., 2022), jedoch als entscheidender Faktor für die Vermeidung eines Studienabbruchs gesehen wird (z. B. Tinto, 1975).

Bei den sozialen Interaktionen v.a. aus AP4, aber auch im Anwendungsszenario der HFT Stuttgart sehr deutlich der Wunsch der Studierenden kommuniziert, Avataren gemäß ihrem eigenen Aussehen gestalten zu können. Dies wurde mit einem Update von TriCAT auf die Version 3.3 gegen Projektende realisiert. Das virtuelle Gesicht wird mit dieser Version per Fotos generiert, Körperproportionen und Kleidung sind wählbar. Eine erste Evaluierung fand innerhalb des Forschungsteams statt und ist vielversprechend für die praktische Anwendung (**AP7.1 - 7.3**).

AP8 bezieht sich auf den **Roll-out und die Experimentierräume**. Server für die Experimentierräume wurden durch die AKAD angemietet und durch die TriCAT in Betrieb genommen und regelmäßig mit sicherheitsrelevanten Betriebssystem-Updates und funktionsrelevanten TriCAT-Updates versehen und von allen Konsortialpartnern genutzt, so auch von der HFT Stuttgart.

Die GeNeMe-Konferenz hat einen Interessenten hervorgebracht, nämlich die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung, die seit November 2023 ihre sog. Winterschool (Lehrveranstaltungen ausgerichtet durch die TU Dresden) in den Experimentierräumen durchführen.

In **AP9** wurde das Guide-Book aus AVILAB1 um die praktischen Erfahrungen der Konsortialpartner aus AVILAB2 erweitert (**AP9.2**).

Veröffentlichungen HFT Stuttgart (chronologisch) (**AP9.1**):

Plugin „CoTA“ für die E-Learning-Plattform Moodle als Open Source Projekt unter der freien Lizenz GPL: <https://transfer.hft-stuttgart.de/gitlab/groups/cota> inkl. Dokumentation und Beispielen.

2025 in Bearbeitung:

Lückemeyer G., Munoz-Gil M. (2025): A Practical Standard-driven Approach to Developing a Competency Model for Computer Programming Courses

Lückemeyer G., Munoz-Gil, M. (2025): Automatic competency-based feedback in computer programming education - implementation in an e-learning platform

Die **Verwertung** aus Sicht der HFT Stuttgart erfolgt, indem das skizzierte Plugin für die E-Learning Plattform Moodle in den Produktivbetrieb gelangt und optional durch TriCAT spaces ergänzt werden kann. Dies erfolgte zielgerichtet über die sukzessive Einbindung von als betroffenen Akteuren identifizierten Stakeholdern. Deren Sichtweise von Chancen und Risiken für eine Einführung wurde systematisch erfasst, sodass qualifizierte Interessensbekundungen vorliegen. Der Vorgang wartet derzeit auf das notwendige Approval von Moodle.org.

Die HFT Stuttgart unterstützte in **AP10** die Kongresse der TU Dresden konzeptionell und vor allem inhaltlich.

2.2 Umsetzung und Verantwortlichkeiten

Die Beschreibung der tatsächlichen Umsetzung erfolgt mit Bezugnahme auf die Meilensteine. Während die Arbeitspakete aus Sicht der HFT Stuttgart beschrieben wurden, erfolgt die Beschreibung der Meilensteine aus Sicht der Projektkoordinators.

Meilenstein 1 (31.12.2022): Empirische Statuskonferenz (06.02.2023)

Die empirische Statuskonferenz als virtuelle Konferenz mit TriCAT spaces congress war eine interne "Community"-Pilot-Konferenz des Projekts AVILAB2 und der TU Dresden, in der virtuelle wissenschaft-

liche Konferenzen und insbesondere deren Gestaltung als potentieller Use Case für „Mein Bildungsraum“ zunächst in einem kontrollierten Rahmen technisch verifiziert und erprobt wurde, bevor in einem nächsten Schritt auch externe Teilnehmende eingebunden werden. Über 50 Teilnehmer, darunter auch der HFT Stuttgart, nahmen an der Konferenz teil, unter den Präsentatoren von Forschungsergebnissen befand sich u. a. auch die AKAD mit Forschungsergebnissen aus dem AVILAB Projekt. Die durch die AKAD vorgestellten Ergebnisse einer systematischen Literaturanalyse setzten auch den Rahmen für die Veranstaltung: Einsatz von virtuellen Welten in Bildung und Gesellschaft. Während die Koordination und Gestaltung durch die TU Dresden erfolgte, unterstützte die AKAD organisatorisch und TriCAT technisch. Die Konferenz wurde wissenschaftlich begleitet und evaluiert. Die Konferenz verlief bis auf kleinere technische Probleme erfolgreich und reibungslos. Der hohe Supportaufwand wird als hinderlich für eine Skalierung über „Mein Bildungsraum“ eingestuft, eine Lösung verspricht der Einsatz von sog. Conversational Agents, im Bildungskontext auch als pädagogische Agenten bezeichnet, letztere im Folgenden entwickelt unter starker Mitwirkung der HFT Stuttgart (s.o.).

Meilenstein 2 (31.03.2023): Anforderungs- und Konzeptionsphase

Dieser Meilenstein legt die Grundlage für die weitere Vorgehensweise nahezu aller Arbeitspakete. Für eine hohe Reichweite der Lösung ist es nötig, die Nutzungsschwelle herabzusetzen und die Skalierbarkeit zu erhöhen. Dies geschieht zum einen über die Konzeption von pädagogischen Agenten, die Mehrwert für den Kompetenzerwerb schaffen und die Supportaufwände für die virtuelle Welt reduzieren, zum anderen über Blaupausen von Veranstaltungen, dokumentiert in Veröffentlichungen (Rinn et al., 2023; Rinn, Necker, et al., 2023b; Rinn, Schlimbach, et al., 2023).

Basierend auf den Erfahrungen aus AVILAB1 werden wieder zwei unabhängige Anbindungen an „Mein Bildungsraum“ geplant: Zum einen für den Plattformanbieter TriCAT und zum anderen für die Hochschule AKAD, beispielhaft für einen akademischen Bildungsträger. Angebunden werden sollen in beiden Fällen „digitale Identitäten“, „Ablage“, „Datenraum“ und „digitale Nachweise“.

Als inhaltliche Grundlage des pädagogischen Assistenten entstand an der HFT Stuttgart aufgrund der Personalsituation mit späterer Einstellung bis 30.06.2023 eine erste Iteration eines von der international gängigen Softwarequalitätsnorm abgeleiteten Kompetenzframeworks für die Programmierausbildung. Diese erste Iteration wurde in der Folge in Interviews und einer Umfrage unter Lehrenden mehrerer, auch nicht am Projekt beteiligter Hochschulen validiert. Bis Ende 2024 erfolgten mehrere iterative Überarbeitungen, die letzte zur Anpassung der Terminologie an andere Kompetenzframeworks, v.a. das an das validierte Framework COMM-OOP angelehnte generalisierte Framework COMM-__P und deren Abgleich mit einem Ersteller dieser Frameworks.

Meilenstein 3 (30.09.2023) Umsetzung des ersten Anwendungsprototyps, Mein-Bildungsraum-Kongressveranstaltung

Meilenstein 3 umfasste sowohl die Umsetzung eines ersten Prototyps als auch einen weiteren Kongress. Der Kongress fand als Vorkonferenz der etablierten „Gemeinschaften in Neuen Medien“ (GeNeMe)-Konferenz am 13. September 2023 durch die TU Dresden unter Mitwirkung der AKAD und Beteiligung der HFT Stuttgart statt. Das Thema der Konferenz wurde in Anlehnung an das Projekt AVILAB

und mit Blick auf Potentiale des Einsatzes von VR über „Mein Bildungsraum“ als „Inklusion durch VR“ gesetzt. Die von ca. 110 Teilnehmenden aus Wissenschaft und Praxis besuchte Veranstaltung mit verschiedenen didaktischen Formaten, wie etwa einer Keynote, Präsentationssessions, Round Tables und durch die Teilnehmenden selbst organisierten Community-Workshops bestätigte die Potentiale von virtuellen wissenschaftlichen Veranstaltungen als Use Case für die Anbindung an „Mein Bildungsraum“. Sie können mittels TriCAT, einer Plattform für virtuell-immersive 3D-Lehr/Lernwelten und Kongresse, einer breiten Zielgruppe niedrigschwellig zugänglich gemacht werden und sorgen für ein positives Nutzungserlebnis. Förderlich hierfür ist wiederum der in der Folge unter Mitwirkung der HFT Stuttgart in der Konzeption und beim Test entwickelte Support Conversational Agent, der die vorbereitenden und unterstützenden Aufwände drastisch reduzieren könnte.

Ein erster Prototyp von TriCAT spaces mit SPS-Schnittstellenfunktion für cyberphysische Systeme befand sich zu diesem Zeitpunkt im Test. Bei der Umsetzung der Conversational Agents wurde die Konzeption weiter geschärft basierend auf Large Language Models, Vektor-Stores und anderen Technologien auf dem aktuellen Stand der Technik und Forschung. Hierbei wurden folgende Anwendungsbereiche als nachhaltig nutzbringend erachtet: 1) Generative KI zur Gestaltung von Szenen 2) Generative KI für Ergebnissicherung 3) KBQA (Knowledge Base Question Answering) zur Führung und Aktionshilfe. Eine erste Demo innerhalb des monatlichen Jour Fixe Termins erfolgte zeitlich leicht verzögert im April aufgrund der Vergrößerung des Leistungsumfangs. Diese Demo basierte zu diesem Zeitpunkt noch auf geschriebenem Text und beinhaltete noch keine Aktionen durch den Chatbot, wie beispielsweise Audioeinstellungen eines Teilnehmenden anzupassen. Diese Erweiterungen erfolgen planmäßig entsprechend der Konzeption in weiteren Iterationen.

Bis 31.03.2024 erfolgten an der HFT Stuttgart die Anbindung des Versionskontrollsystems „Subversion“ für breitere Anwendbarkeit in Lehrveranstaltungen und die Erstellung weiterer Testmaterialien als Datenbasis für den pädagogischen Agenten. Die erste Implementierung des Kompetenzframeworks in den pädagogischen Agenten für die Programmierausbildung entstand aufgrund der Personalsituation mit späterer Einstellung und Ausfällen verzögert bis 30.05.2024. Dieser Prototyp bildete die Basis zur Einreichung zum Approval bei Moodle.org. Aus dieser Implementierung resultierte ferner eine weitere Iteration des Konzepts des Frameworks mit neuer, weiter verallgemeinerter und dennoch leichter verständlicher Terminologie der Kompetenzdimensionen.

Meilenstein 4 (31.12.2023) Zweiter Community Kongress

Wie bereits unter Meilenstein 3 angedeutet, wurden die Kongresse aus Meilenstein 3 und 4 aus organisatorischen Gründen getauscht. Dies erfolgte in Absprache und mit Zustimmung des Projektträgers. Grund dafür ist, dass der Community Kongress „Gemeinschaften in Neuen Medien“ (GeNeMe) der TU Dresden jedes Jahr an einem vorab festgelegten Datum im September/Oktober stattfindet und der Projektstart um 3 Monate auf September 2023 verschoben wurde und entsprechend nicht wie geplant mit einem Community-Kongress starten konnte. Der „Mein Bildungsraum“-Kongress fand mit Beteiligung der HFT Stuttgart als Edu-Lunch-Talk am 14.12.2023 statt. Der Projektträger hat die Veranstaltung mitkonzipiert, das Konzept abgenommen und bei der Organisation in Richtung Teilnehmenden innerhalb

der Förderlinie unterstützt. Die Veranstaltung war didaktisch vielseitig gestaltet und setzte sich aus einem auch von der HFT Stuttgart genutzten Escape-Room zur kollaborativ-selbstgesteuerten Erkundung der virtuellen Welt, einem Impulsvortrag mit anschließender Gruppenarbeit und interaktiven Workshops zusammen. Er sollte einen informellen Austausch sowie das Knüpfen von sozialen Netzwerken anregen. Das Feedback der Teilnehmenden war sehr positiv.

Das Anwendungsszenario zeigt die breiten Einsatzmöglichkeiten, die Mithilfe des integrierten Editors in der Gestaltung möglich sind und diente auch der Öffentlichkeitsarbeit des Projektes. Diese Einsatzmöglichkeiten können den Nutzenden und Entwickelnden von „Mein Bildungsraum“ jederzeit zur Verfügung gestellt werden.

Meilenstein 5 (30.06.2023) Umsetzung des zweiten Anwendungsprototyps und Schnittstellen

Mit Bekanntwerden der Inhalte zur Kooperationsvereinbarung wurde entschieden zwei separate Vereinbarungen (AKAD und TriCAT jeder für sich) zu unterzeichnen, da sich die Testnutzer-Accounts und die technischen Ansprechpartner unterschieden. Die Anbindung sollte innerhalb der Closed-Beta-Phase für die Komponenten „digitale Identitäten“, „Ablage“, „Datenraum“ und „digitale Nachweise“ erfolgen, sowohl die Anbindung der AKAD als auch die Anbindung der TriCAT.

Single-Sign-On und Single-Logout wurden von beiden Partnern bereits im März 2024 fertiggestellt und für eine Abnahme in einem Screencast veranschaulicht und dokumentiert.

Die Schnittstelle zum enmeshed Connector und somit die Anbindung an die Ablage wurde entwickelt und dokumentiert, allerdings ergab sich aufgrund des Übergangs der Verantwortlichkeit für „Mein Bildungsraum“ an die Agentur SPRIND keine Abnahme.

Die Anbindung an den Datenraum und das zur Verfügung stellen der AKAD-Lernangebote konnte durch das Abschalten der Beta-Umgebung nicht fertiggestellt werden. Die daraus entstandenen Abweichungen zum Kooperationsvertrag wurden separat dokumentiert.

Der zweite Anwendungsprototyp des pädagogischen Agenten in der Programmierausbildung entstand an der HFT Stuttgart bis 31.01.2025, wie in der aktualisierten Planung zur kostenneutralen Verlängerung des Projekts aufgrund der Personalsituation avisiert. Dieser Prototyp enthält auch die Empfehlungsfunktionalität für Lern- bzw. Übungspfade Lernender je nach deren Resilienz, die in der Konzeptionsphase als mögliche Erweiterung skizziert war. Damit ist es bis zu diesem Zeitpunkt gelungen, den zeitlichen Rückstand gegenüber der ursprünglichen Planung wieder soweit zurückzuführen und diese zu überholen, sodass optionale Bestandteile realisiert werden konnten. Lediglich die erneute Einreichung zum Approval bei Moodle.org musste nachgelagert erfolgen.

3 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

4 Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse und zukünftige Planungen im Sinne des Verwertungsplans

Ergebnis: Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die zusammengefassten Ergebnisse noch einmal wiederholt:

- Anbindung weiterer Hochschulpartner an TriCAT spaces und damit an „Mein Bildungsraum“
- Anpassung der Schnittstellen an die neuen technischen Gegebenheiten von „Mein Bildungsraum“
- Ausbau der bestehenden Schnittstellen um weitere Funktionen
- Erstellung zusätzlicher Schnittstellen (z. B. Wallet-Anbindung)
- Erweiterung des Best-Practice-Guides aus AVILAB1 als niedrigschwelliger Methodenkoffer für Lehre in der virtuellen Welt
- Design und Evaluierung weiterer Anwendungsszenarien
- Integration von KI-basierten Agenten und cyberphysischen Systemen in die virtuelle Welt
- Implementierung und Maintenance der Demo-Umgebung (virtuelle Welt)
- Veranstaltung von Kongressen, darunter auch einer innerhalb der Förderlinie

Die angestrebten Ziele wurden allesamt erreicht.

Theoretische Implikationen: Die theoretischen Implikationen sind im Bereich der gestaltungsorientierten Forschung zu sehen. Die Ergebnisse gehen durch den hohen praktischen Anwendungsbezug über die üblichen Proof-of-Concept Prototypen und deren Evaluation hinaus. D. h. der Proof-of-Value, also der Nutzen für die tatsächliche breite Anwenderschaft, wird aufgezeigt. Daraus wird mit entsprechend abstrahierten Designprinzipien ein Grundstein für weitere Forschungen in Richtung Proof-of-Use gelegt, der Entscheidungsgrundlage für eine tatsächliche Einführung (Nunamaker, Jr. & Briggs, 2012). Ein Proof-of-Use wurde am Beispiel der AKAD schon innerhalb der Projektlaufzeit entwickelt. Darüber hinaus stehen die auch an der HFT Stuttgart (mit)erarbeiteten Spezifikationen (hauptsächlich Schnittstellen) Theorie wie Praxis zur Verfügung.

Praktische Implikationen: Sowohl das Kursdesign, sowie Komponenten daraus, als auch die räumliche Gestaltung und Einbeziehung der Features der virtuellen Welt können als Blaupause kopiert direkt an anderen Hochschulen Anwendung finden. Außerdem werden Ersteller vom Methodenkoffer inspiriert, virtuelle Welten bei der Methodenentwicklung und -dokumentation zu integrieren, um den Weg für die breite praktische Anwendung weiter zu ebnen. Ferner kristallisieren sich über die gewonnenen Erfahrungen diejenigen Features heraus, die als Standard zu interpretieren sind. So gelten heute in der digitalen Lehre Videokonferenzlösungen als nahezu austauschbar, da alle über dieselben Standardfunktionen verfügen. Eine ähnliche Entwicklung ist auch bei virtuellen Welten zu erwarten.

An dieser Stelle sei insbesondere ein Editor zu erwähnen, der es Lehrenden ermöglicht einfache räumliche Änderungen (z. B. das Aufstellen von virtuellen Stühlen) dynamisch durchzuführen, um Methoden aus der Präsenzlehre zu übernehmen.

Ein weiterer Schritt wäre es, Methoden für virtuelle Welten zu erfinden. So sind in virtuellen Welten Dinge möglich, die in Realität nicht möglich sind, beispielsweise Luftströme zu visualisieren oder mit

dem Avatar zu „fliegen“. Diese Neuentwicklung findet Stand heute noch kaum statt, hat u.a. mit dem aus der Ferne „mitlesenden“ Avatar des pädagogischen Agenten in der Programmierausbildung an der HFT Stuttgart aber Fahrt aufgenommen.

Die praxisnahe Forschung hat aber auch die Wichtigkeit von neuen Features, darunter eine web-basierte Version und individualisierbare Avatare zutage gebracht. Des Weiteren konnten die praktischen Anwendungen das Potential der virtuellen Welt im Sinne einer Plattform aufzeigen. Wird diese Plattform in eine Infrastruktur wie „Mein Bildungsraum“ integriert, wird diese in kürzester Zeit maximal skaliert. Das beflügelt weitere Investitionen für die Weiterentwicklung in Richtung Metaverse eines deutschen Softwareherstellers. Die Abhängigkeit von US-amerikanischen Herstellern, die ggfs. nicht den deutschen Datenschutzvorschriften entsprechen, sinkt. Des Weiteren kann eine innovative Metaverse-Plattform wiederum die Skalierung der Nutzenden von „Mein Bildungsraum“ vorantreiben.

Verwertung: Der Transfer der virtuellen Welt in Richtung Regelbetrieb ist an der AKAD bereits vorbereitet, Einigkeit mit TriCAT ist bereits erzielt. Das an der HFT Stuttgart entwickelte Plugin eines pädagogischen Agenten für die E-Learning Plattform Moodle gelangt vsl. in den Produktivbetrieb und kann optional durch TriCAT spaces ergänzt oder über die generische Schnittstelle mit überschaubarem Aufwand direkt in „Mein Bildungsraum“ integriert werden. Auch hier kann die Infrastruktur „Mein Bildungsraum“ im Falle eines Regelbetriebs die Rolle eines Katalysators einnehmen.

5 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens während der Durchführung des Vorhabens bei anderen Stellen

Die Anbindung von Moodle an „Mein Bildungsraum“ in einem anderen Teilprojekt eröffnete die neue Perspektive, die inhaltliche Funktionalität pädagogischer Agenten nicht nur über TriCAT Spaces anzubinden, sondern auch direkt zur Integration anbieten zu können, soweit sie in diese verbreitete E-Learning-Plattform integriert arbeiten. Dies mündete im Entwurf einer generischen Schnittstelle an der HFT Stuttgart für den in der Programmierausbildung eingesetzten pädagogischen Agenten.

Schon die Erfahrungen während der Konzeptionsphase für die Schnittstellen haben ferner gezeigt, dass die technische Betrachtung eines solchen Vorhabens nicht ausreichend ist. Die Konzeption wurde daher um eine strategische Perspektive erweitert, die das aktuelle Geschäftsmodell aber auch künftige Visionen auf Basis der Existenz einer digitalen Bildungsinfrastruktur und deren Möglichkeiten beinhaltet.

Ideen wie die teilautomatisierte Einschreibung von Studierenden an die AKAD sind entstanden und untermauern das Vorhaben für „Mein Bildungsraum“ und dessen Bedeutung für das Lebenslange Lernen.

Design Science Research, ein Forschungsparadigma, das üblicherweise für die Entwicklung von IT-Artefakten verwendet wird, hat sich auch für die Gestaltung der gesamten pädagogischen Dienstleistungen (Kursdesign und Kursveranstaltung) bewährt (Hevner, 2007). So konnten mehrere Artikel in internationalen Konferenzen platziert werden und wurden von der Forschungscommunity gut aufgenommen.

6 Geplantes Veröffentlichen der Projektergebnisse

2025 trieb die HFT Stuttgart den Entwurf abschließender Veröffentlichungen voran. Geplant sind aktuell:

Lückemeyer G., Munoz-Gil M. (2025): A Practical Standard-driven Approach to Developing a Competency Model for Computer Programming Courses

Lückemeyer G., Munoz-Gil, M. (2025): Automatic competency-based feedback in computer programming education - implementation in an e-learning platform

7 Literaturverzeichnis

Cohn, M. (2004). *User Stories Applied: For Agile Software Development*. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc.

Dyrna, J., Lorenz, R., Heitz, R., & Galarce Miranda, C. (2023). Social VR as an approach to foster collaboration among scientists and educators within the German National Education Platform. A pilot case study to examine its and task fit and acceptance.

Hevner, A. (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19(2), 87–92.

Lee, H.-Y., Chung, C.-Y., & Wei, G. (2022). Research on TPACK: A Bibliometric Analysis from 2011 to 2020. *Frontiers in Education*, 7, 1–14. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.765233>

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

Nunamaker, Jr., J. F., & Briggs, R. O. (2012). Toward a broader vision for Information Systems. *ACM Trans. Manage. Inf. Syst.*, 2(4), 20:1-20:12. <https://doi.org/10.1145/2070710.2070711>

Rinn, H., Andira, N. R., Bloch, L., Knappe, L., Robra-Bissantz, S., & Markgraf, D. (2023). Pedagogical Conversational Agents in Virtual Worlds. *E-Learning and Education*, 15(2). https://www.eleed.de/archive/se2023/5789/index_html

Rinn, H., Khosrawi-Rad, B., Schlimbach, R., Masurek, M., Robra-Bissantz, S., & Markgraf, D. (2022). Needs of Students in Further Education – A Mixed Methods Study. *Gemeinschaften in Neuen Medien. Digitalität Und Diversität. Mit Digitaler Transformation Barrieren Überwinden!?*, 272–284. <https://doi.org/10.25368/2023.82>

Rinn, H., Markgraf, D., & Robra-Bissantz, S. (2023). *Virtuelle Welten in der Fernlehre – Eine Studie der Fernhochschule AKAD University*. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. <https://doi.org/10.1365/s40702-023-00976-y>

Rinn, H., Merkel-Kiss, M., Robra-Bissantz, S., & Markgraf, D. (2023). Digital Measures to Decrease Thesis Procrastination in Distance Education. *Proceedings of the 2023 AIS SIGED International Conference on Information Systems Education and Research*. <https://aisel.aisnet.org/siged2023/1>

Rinn, H., Merkel-Kiss, M., Robra-Bissantz, S., & Markgraf, D. (2023). Digital Measures to Decrease Thesis Procrastination in Distance Education. *Proceedings of the 2023 AIS SIGED International Conference on Information Systems Education and Research*. <https://aisel.aisnet.org/siged2023/1>

Rinn, H., Necker, R., Robra-Bissantz, S., & Markgraf, D. (2023a). Fostering Academic Social Networks in Distance Education during the Introductory Study Phase. *Gemeinschaften in Neuen Medien. Inklusiv Digital: Gemeinschaft Offen Gestalten. Selbstbestimmte Teilhabe an Der Digitalen Transformation*.

Rinn, H., Necker, R., Robra-Bissantz, S., & Markgraf, D. (2023b). Fostering Academic Social Networks in Distance Education during the Introductory Study Phase. *Gemeinschaften in Neuen Medien*.

Inklusiv Digital: Gemeinschaft Offen Gestalten. Selbstbestimmte Teilhabe an Der Digitalen Transformation.

Rinn, H., Schlimbach, R., Robra-Bissantz, S., & Markgraf, D. (2023). Fostering Academic Peer Exchange in Distance Learning. *E-Learning and Education*, 15(2). https://www.eleed.de/archive/se2023/5791/index_html

Tinto, V. (1975). Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89–125. <https://doi.org/10.2307/1170024>