



# AIStudyBuddy: KI-basierte Unterstützung zur indi- viduellen Planung und Reflexion von Studienverläufen sowie (hochschulübergreifendes) Studi- enmonitoring

Abschlussbericht  
Teilvorhaben: AIStudyBuddy@RUB

**RWTH**AACHEN  
UNIVERSITY



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL

RUHR  
UNIVERSITÄT  
BOCHUM

**RUB**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

**Projektdaten:**

**Projektgeber:** Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

**Projektträger:** VDI/VDE-IT

**Zuwendungsempfänger:** Ruhr-Universität Bochum

**Förderkennzeichen:** 16DHBKI018

**Teilvorhabenbezeichnung:**

KI-basierte Unterstützung zur individuellen Planung und Reflexion von Studienverläufen sowie (hochschulübergreifendes) Studienmonitoring - AIStudyBuddy; Teilvorhaben: AIStudyBuddy@RUB

**Projektleitung:** Dr. Peter Salden und Prof. Dr. Maren Scheffel

**Verbundpartner:**

RWTH Aachen

Bergische Universität Wuppertal

**Laufzeit**

01. November 2021 - 31. Juli 2025;

Das Vorhaben wurde kostenneutral bis zum 31. Juli 2025 verlängert

**Verantwortlich für den vorliegenden Bericht**

Dr. Peter Salden und Prof. Dr. Maren Scheffel

## Inhalt

1.	Abstract	3
2.	Aufgabenstellung	3
3.	Wissenschaftliche Ergebnisse	5
4.	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten	5
5.	Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten	5
6.	Erfindungen und Schutzrechtsanmeldungen	5
7.	Änderungen im Projektverlauf	5
8.	Einhaltung der Kostenplanung	6
9.	Ausführliche Darstellung des Vorhabens	6
10.	Konzept für Nachhaltigkeit, einschließlich Verwertungsplan	14
11.	Forschungsdatenmanagement	14
12.	Fachliteratur, Informations- und Dokumentationsdienste	15

### 1. Abstract

Das Projekt AIStudyBuddy zielte darauf ab, zwei KI-gestützte Plattformen zur Curriculumsentwicklung und Studienverlaufsplanung zu entwickeln. Durch die Integration verschiedener Datenquellen und den Einsatz von datenbasierten Analysetools lässt sich mittels der Software „StudyBuddy“ der Studienverlauf von Studierenden selbst planen und Empfehlungen für den weiteren Studienverlauf können darin bereitgestellt werden. Studiengangsgestalter\*innen ermöglicht die Software „BuddyAnalytics“, basierend auf Analysen von Studienverlaufsdaten, das Curriculum datenbasiert gegebenenfalls zu verbessern und anzupassen. Durch die Nutzung umfangreicher Datenanalysen über den Studienverlauf und die Leistungen der Studierenden werden evidenzbasierte Empfehlungen bereitgestellt. Ziel beider Tools ist es, den erfolgreichen Studienabschluss zu unterstützen.

### 2. Aufgabenstellung

In der heutigen Hochschulbildung stehen Studierende vor zahlreichen Herausforderungen. Die zunehmende Diversifizierung der Studierendenschaft, unterschiedliche Bildungsbiografien und individuelle Lebenssituationen führen dazu, dass generische Studienverlaufspläne regelmäßig nicht wie geplant durchlaufen werden können, da sie spezifischen Bedürfnisse jedes Einzelnen nur bedingt gerecht werden können. Studierende haben teils Schwierigkeiten, informierte Entscheidungen über ihre Kurswahl zu treffen oder erkennen ungünstige Entwicklungen in ihrem Studienverlauf nicht rechtzeitig, sodass diese zum Studienabbruch führen. Gleichzeitig sehen sich Studiengangsgestalter:innen mit der Herausforderung konfrontiert, Curricula zu entwickeln, die Studierendenerfolg unter Beachtung der Qualifikationsziele sowie fachlicher und wissenschaftlicher Aktualität und Adäquanz sicherstellen. Diesen Herausforderungen zu begegnen, war das Ziel des Projektes AIStudyBuddy (AISB). Die erarbeiteten Softwareprodukte StudyBuddy und BuddyAnalytics bieten sowohl Studierenden als auch Studiengangsgestalter:innen Daten- und KI-gestützte Empfehlungen zur individuellen Studienplanung sowie zur Verbesserung des Curriculums. Durch die Nutzung umfangreicher Datenanalysen über die Studienverläufe und Leistungen der Studierenden werden für Studierende evidenzbasierte Empfehlungen bereitgestellt.

Für die Studierenden stellt AISB einen intelligenten StudyBuddy zur Verfügung, der personalisierte Unterstützung bei der Planung ihres Studienverlaufs bietet. Das Tool analysiert individuelle Verlaufsdaten und gibt gezielte Empfehlungen für Kurse und Module ab, sodass Studierende informierte Entscheidungen treffen können. Zudem ermöglicht es, dass Studierende Probleme im Studienverlauf rechtzeitig erkennen – etwa durch grafische Repräsentationen des Fortschritts –, was rechtzeitige Interventionen durch Beratungsstellen oder Dozenten erleichtert.

Für die Studiengangsgestalter:innen bietet AISB BuddyAnalytics wertvolle Einblicke in den adäquaten Aufbau von Curricula. Durch die Auswertung von Analysen von Studienverlaufsdaten können Studiengangsgestalter:innen Muster im Studienverhalten identifizieren und Anpassungen vornehmen, um sicherzustellen, dass die angebotenen Programme den Kriterien der Studienakkreditierungsverordnung entsprechen. Diese dadurch mögliche kontinuierliche Optimierung trägt dazu bei, qualitativ hochwertige Curricula zu gewährleisten und letztlich die Erfolgsquote der Absolventinnen und Absolventen zu erhöhen.

Durch die beiden Softwareprodukte wurde somit eine ganzheitliche Lösung geschaffen, die sowohl den individuellen Bedürfnissen der Studierenden als auch den Anforderungen an moderne Curricula gerecht wird.

Zur Entwicklung dieser Tools arbeitete das Projektkonsortium aus RWTH Aachen University, BU Wuppertal und Ruhr-Universität Bochum eng zusammen und entwickelte Lösungen zur hochschulübergreifenden Zusammenführung von Studienverlaufsdaten aus verschiedenen Studiengängen. Das Projekt leistete damit auch einen Beitrag zum hochschulübergreifenden Studienmonitoring.

Der vorliegende Abschlussbericht dokumentiert die Ergebnisse und Erkenntnisse des Projekts sowie den Verlauf der Implementierung der entwickelten Systeme. Ziel war es, durch die gemeinsamen Entwicklungen der beteiligten Hochschulen RWTH Aachen University, Ruhr-Universität Bochum und Bergische Universität Wuppertal einen nachhaltigen Beitrag zur Verbesserung der Hochschulbildung durch KI-gestützte Lösungen zu leisten.

Die Projektergebnisse werden strukturiert nach den im Antrag und dazugehörigen Balkenplan dargestellten Arbeitspaketen dokumentiert. Wenn der Text keine gesonderten Erläuterungen aufweist, wurden Ressourcen antragsgemäß eingesetzt. Jedem Arbeitspaket-Ergebnis ist eine Zusammenfassung der wesentlichen Ziele vorangestellt [A], den Abschluss bilden jeweils Zusammenfassungen der spezifischen Arbeiten der berichtenden Institution [B]. Der Arbeitspakete- und Meilensteinbezug wird durch Klammerverweise im Text gegeben. Weitere allgemeine Informationen sind dem Abstract und der Aufgabenstellung zu entnehmen.

## **Voraussetzungen**

Das Projekt basierte auf der engen Zusammenarbeit zwischen der RWTH Aachen University, der Ruhr-Universität Bochum und der BU Wuppertal. Alle Institutionen arbeiteten kooperativ an der Entwicklung der Plattform.

## **Beteiligte Einrichtungen**

RWTH Aachen University:

(CLS)	Center für Lehr- und Lernservices
(PADS)	Lehrstuhl für Process and Data Science
(LT)	Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9 – Lerntechnologien
(KBS)	Knowledge-Based Systems Group

Ruhr-Universität Bochum:

(ZfW) Zentrum für Wissenschaftsdidaktik  
(EDS) Institut für Erziehungswissenschaft – Arbeitsbereich Educational Data Science  
(EDMT) Institut für Philosophie I – Lehrstuhl für Ethik der digitalen Methoden und Techniken

Bergische Universität Wuppertal:

(QSL) Dezernat 6 – Studium, Lehre und Qualitätsmanagement  
(WIB) Wuppertaler Institut für bildungsökonomische Forschung

### 3. **Wissenschaftliche Ergebnisse**

Im Rahmen des Projekts wurden folgende wissenschaftliche Fortschritte erzielt:

- Entwicklung einer modularen Anwendungsarchitektur für AIStudyBuddy
- Implementierung eines Decision-Tree Algorithmus zur Erstellung von Studienplanempfehlungen
- Erstellung eines umfassenden Datenmodells (Version 3.6) zur Erfassung studienverlaufsbezogener Informationen
- Evaluierungen zur Benutzerfreundlichkeit der entwickelten Prototypen

### 4. **Wirtschaftliche Erfolgsaussichten**

Das entwickelte System hat das Potenzial, an anderen Hochschulen implementiert zu werden. Trotz der Open Source-Bereitstellung der technischen Komponenten könnten Support-Dienstleistungen zusätzliche Einnahmequellen generieren.

### 5. **Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten**

Die wissenschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten sind hoch: Das Projekt hat bereits innovative Ansätze zur Nutzung von KI in der Hochschulbildung hervorgebracht, die als Grundlage für zukünftige Entwicklungen dienen können.

### 6. **Erfindungen und Schutzrechtsanmeldungen**

Bis zum Abschluss des Projekts wurden keine spezifischen Erfindungen oder Schutzrechtsanmeldungen vorgenommen.

### 7. **Änderungen im Projektverlauf**

Im Verlauf des Projekts gab es in den Arbeitspaketen 4, 6 und 8 Anpassungen bei den Zeitplänen aufgrund nicht absehbarer Komplexitäten in einigen Prüfungsordnungen, durch Verzögerungen bei der Bereitstellung notwendiger Daten und durch Herausforderungen bei der Personalgewinnung, insbesondere im IT-Bereich. Die Projektlaufzeit wurde aufgrund dieser Herausforderungen kostenneutral verlängert, was jedoch keinen Einfluss auf die Erreichung der Projektziele hatte.

## 8. Einhaltung der Kostenplanung

Die Kostenplanung konnte eingehalten werden.

## 9. Ausführliche Darstellung des Vorhabens

Die Ruhr-Universität Bochum (RUB) war an den Arbeitspaketen (AP) 1-5 sowie 7-9 beteiligt oder hat diese verantwortlich ausgeführt.

### AP 1

#### Projektmanagement und hochschulinterne Abstimmung

Kommunikations- und Governance-Strukturen wurden systematisch im Sinne der Projektdurchführung aufgebaut und die Verbundpartner angeschlossen.

Als gemeinsamer Dokumenten-Ablageort stand den Mitarbeitenden mit Sciebo eine datenschutzfreundliche Cloudablage zur Verfügung und es wurden Workflows zur Nutzung dieser gemeinsamen technischen Infrastruktur etabliert (UAP 1.1, 1.4). Zudem wurden unterschiedliche Treffen vereinbart, um die Abläufe im Gesamtvorhaben zu koordinieren (UAP 1.2). Hierzu zählen:

- Regelmäßiger jour fixe der drei Projektkoordinator:innen der Verbundhochschulen (zur Sicherstellung eines allgemein abgestimmten Vorgehens),
- Regelmäßige Treffen innerhalb der hochschulübergreifenden Arbeitspaket-Gruppen (zur Sicherstellung abgestimmten Vorgehens innerhalb der Arbeitspakete), sowie
- Regelmäßige Treffen der Arbeitspaket-Leitungen (M7,13,19,25,31,37) zur Sicherstellung eines abgestimmten Vorgehens zwischen den Arbeitspaketen.

Zudem hat ergänzend zu den Treffen in kleineren Runden ein virtuelles Kick-Off stattgefunden (M1). Das erstes Projekt-Gesamttreffen in Präsenz fand an der Bergischen Universität Wuppertal statt (UAP 1.3). Im Einklang mit der im Antrag skizzierten Projekt-Governance gab es außerdem Treffen der Steuerungsgruppe (bestehend aus wissenschaftlichen und operativen Projektleitungen aller drei Verbundhochschulen). Ergänzend wurden hochschulinterne Jour Fixes zu den standortspezifischen Arbeiten und einem eng verzahnten Austausch etabliert.

Die Projektarbeit wurde regelmäßig und systematisch in der Projekt- und in der Steuerungsgruppe reflektiert und bei Bedarf strukturelle und prozessuale Veränderungen in der Projektarbeit vorgenommen. Dieses dynamische Vorgehen ermöglichte es, die unterschiedlichen Phasen des Projekts angemessen zu adressieren (UAP 1.5).

Im Rahmen der an der RWTH stattgefundenen Tagung DELFI & HDI 2023 sowie weiterer externer Konferenzen und Tagungen wie beispielsweise der jährlich stattfindenden Learning AID-Tagung wurde das Projekt vorgestellt und mit Workshops und Demonstrationen näher erläutert und für eine breitere Zielgruppe zugänglich gemacht (UAP 1.6). Auch auf internationalen Konferenzen (LAK) wurden Teilergebnisse des Projekts in Form von Posterpräsentationen und Demonstrationen vorgestellt.

Der Projektabschluss fand am 14.7.2025 als Onlinemeeting statt (M42).

Damit wurden alle Meilensteine des Arbeitspakets erreicht.

## AP 2

### Nutzerzentrierte Gestaltung und Entwicklung des StudyBuddy für Studierende

In AP 2 lag der Fokus auf der Gestaltung und Entwicklung eines intelligenten Studienplanungstools. Dieser sogenannte StudyBuddy dient der personalisierten Unterstützung von Studierenden und hilft ihnen bei der Planung und Reflexion von Studienverläufen.

Für die Anforderungsanalyse an das Tool wurden qualitative und quantitative Daten erhoben. In Workshops und Interviews mit Studierenden konnten funktionale und nicht-funktionale Anforderungen ermittelt werden. Darauf aufbauend wurde ein Anforderungskatalog erarbeitet (2.1). Basierend darauf wurden formative Evaluationsinstrumente konzipiert, um die Benutzerfreundlichkeit, Akzeptanz und Wirksamkeit des StudyBuddy auch während der Entwicklungsphase kontinuierlich evaluieren zu können. Die Kriterien für die Evaluation umfassten z.B. die Aspekte Usability, Ethik und didaktisches Design (2.2).

Die modulare Anwendungsarchitektur (2.3) wurde so gestaltet, dass sie skalierbar ist und eine einfache Integration neuer Funktionen ermöglicht. Ein eigens entwickeltes Datenmodell, welches in das allgemeine Datenmodell 3.6 einfließt, sowie eine REST-API wurden entworfen, um sicherzustellen, dass das Tool flexibel an verschiedene Hochschulsysteme angebunden werden kann. Um eine moderne Benutzeroberfläche (UI, 2.4) zu entwickeln, wurde UI Prototyping eingesetzt und Feedback von Studierenden kontinuierlich in den Designprozess integriert.

Die Implementierung des Backend-Systems (2.5) erfolgte auf Basis der zuvor definierten Anwendungsarchitektur. Hierbei kam ein webbasierter Software-Stack zum Einsatz, der es ermöglichte, das entworfene Datenmodell anzulegen und eine Schnittstelle zur Anbindung an externe Dienste zu schaffen. Umfassende Tests sicherten die korrekte Funktionalität. Zudem fand die Implementierung des Frontends statt (2.6). Es wurde mithilfe evaluierter UI-Prototypen entwickelt und optimiert (M16,27,39); dabei flossen Ergebnisse aus den formativen Evaluationen direkt in den Entwicklungszyklus ein. Um den Zugang zum StudyBuddy für Studierende zu erleichtern, wurden die hochschuleigenen Authentifizierungsdienste per Shibboleth angebunden (2.7.). Dies gewährleistet einen nahtlosen Zugang zum Tool unter Verwendung universitätsweiter Benutzerkennungen.

Die formative Evaluation des StudyBuddy fand über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg statt (2.8) und berücksichtigte regelmäßig Rückmeldungen von Studierenden hinsichtlich Usability sowie didaktischer Effektivität.

In diesem Arbeitspaket hatte das EDS der RUB die Leitung und die RUB maßgeblich an der nutzerzentrierten Entwicklung des StudyBuddy beteiligt. Die Einheiten EDS und EDMT evaluierten die jeweiligen Prototypen sowie das abschließende Softwareprodukt.

In AP 2 wurden alle Meilensteine erreicht. Eine abschließende Evaluation mit Studierenden am Projektende zeigte, dass das Tool von einem Großteil der an der Evaluation teilnehmenden Studierenden positiv bewertet wurde und sie sich solch ein Tool dauerhaft für ihre Studienplanung wünschen. Es wurden besonders die Übersichtlichkeit und intuitive Nutzung gelobt. Die angebotenen Funktionen wurden als hilfreich erachtet, besonders für Studienanfänger:innen und in solchen Situationen, wenn ein Standardstudienplan nicht eingehalten werden kann. Grundsätzlich waren die Studierenden an Empfehlungen durch das System interessiert und finden die Möglichkeit der Nutzung historischer Daten gut. Die teilnehmenden Studierenden fühlten sich durch das Tool weder kontrolliert noch unter Druck gesetzt und sahen auch keinen Eingriff in ihre Privatsphäre. Verbesserungspotential sahen die Studierenden vor allem beim Personalisierungsgrad (also zum Beispiel durch die Angabe von Informationen wie Nebenjob, Careearbeit etc.), bei den Erklärungen bzw. Begründungen für Empfehlungen sowie bei den Beschreibungen der Module (mehr Informationen zu Lehrenden, Uhrzeiten o.ä.).

Der Quellcode von Study Buddy ist open source veröffentlicht (<https://git.rwth-aachen.de/aistudybuddy/study-buddy-public>).

### AP 3

#### Entwicklung von Modellen zur Studienverlaufsplanung mit regelbasierter KI-Technologie

In AP 3 wurden Modelle zur Studienverlaufsplanung entwickelt und implementiert, die auf regelbasierter Künstlicher Intelligenz (KI) basieren. Ziel war die Entwicklung eines Systems, das den Studierenden ermöglicht, ihre Studienverläufe regelgerecht zu planen und die Anforderungen der Prüfungsordnungen zu erfüllen.

Eine Anforderungsanalyse (3.1) untersuchte relevante Prüfungsordnungen und Modulhandbücher ausgewählter Studiengänge, um alle Regeln und Anforderungen für das regelbasierte KI-System zu identifizieren. Diese wurden im Folgenden in informelle Wenn-Dann-Regeln umformuliert (3.2). Dieser Schritt war entscheidend für die spätere Modellierung im KI-System, da er sicherstellte, dass alle relevanten Regelungen klar dokumentiert waren. Die Extraktion wurde in enger Zusammenarbeit mit Studiengangsdesigner:innen verifiziert, um sicherzustellen, dass alle Aspekte der Prüfungsordnungen korrekt abgebildet wurden (M7).

Bei der Befassung mit den Regeln stellte sich schnell heraus, dass der ursprünglich geplante Ansatz Answer Set Programming (ASP) schon auf Modellebene zu langen Berechnungszeiten führt und damit für die Planung – mit noch komplexeren Rechenvorgängen – ungeeignet ist. Nach bereits erfolgter Modellierung in ASP musste deshalb ein anderer Ansatz gewählt werden. Nach Evaluation verschiedener Ansätze hat sich Mixed Linear Integer Programming (MILP) als geeignet zur Lösung der Optimierungsprobleme der regelbasierten KI herausgestellt (3.3). Mit diesem Ansatz konnten die Regeln für das KI-System korrekt und performant umgesetzt werden. Verschiedene alternative Modellierungsansätze wurden evaluiert und verglichen, um die bestmögliche Lösung für die Regelmodellierung zu finden.

Um den Studiengangsdesigner:innen eine benutzerfreundliche Anpassung der Modelle zu ermöglichen, wurde ein Prototyp für einen Modellierungseditor entwickelt (3.4, M14,35). Dieser Editor erlaubt es Nutzenden ohne tiefgehende Fachkenntnisse im Bereich regelbasierter Systeme, Änderungen an den Prüfungsordnungen vorzunehmen oder neue Studiengänge zu modellieren. Dies fördert eine flexible Anpassung an sich verändernde Anforderungen in den Curricula. Anzumerken ist auch, dass die Integration weiterer Studiengänge und Hochschulen auch zukünftig personelle Ressourcen erfordert.

Zudem wurde das Modell um studentische Präferenzen erweitert (3.5). Das Team entwickelte Kriterien zur Berücksichtigung dieser Präferenzen bei der Planung von Studienverläufen, so dass Studierende nicht nur den formalen Anforderungen gerecht werden, sondern auch ihre individuellen Wünsche berücksichtigen können. Basierend auf den implementierten Modellen wurden Vorschläge generiert (3.6), welche Module Studierende als nächstes belegen sollten und ob eventuelle Probleme in ihrer Fächerbelegung auftreten könnten. Diese Empfehlungen beruhen sowohl auf den festgelegten Regeln als auch auf dem bisherigen Verlauf jedes einzelnen Studierenden. Eine wichtige Aufgabe war die Implementierung einer Schnittstelle zwischen dem entwickelten Regelmodell und dem StudyBuddy-Tool (3.7, M 32). Diese Schnittstelle ermöglicht es Studierenden, ihre Planungen mithilfe des KI-gestützten Systems überprüfen zu lassen. Abschließend wurde der Modellierungseditor BuddyAnalytics entwickelt, wodurch Studiengangsdesigner:innen Änderungen an den Regeln erfassen können (3.8).

Die RUB extrahierte die Regeln aus den beispielhaften Prüfungsordnungen und unterstützte dadurch die Modellierung dieser für den StudyBuddy.

AP 3 hat die wesentlichen Ziele bei der Implementierung eines leistungsfähigen Systems zur Unterstützung von Studierenden bei ihrer Studienverlaufsplanung und damit alle Meilensteine erreicht. Durch den Einsatz regelbasierter KI-Technologien wird nicht nur sichergestellt, dass alle relevanten akademischen Vorgaben eingehalten werden; gleichzeitig wird auch Raum für individuelle Gestaltungsmöglichkeiten geschaffen.

#### **AP 4**

##### **Datensammlung/ Datenfreigabe zur Etablierung des Referenzmodells**

AP 4 fokussierte auf die Datensammlung und -freigabe zur Etablierung eines Referenzmodells für KI-gestütztes Studienmonitoring. Ziel war die Erfassung technischer Daten, die Bewertung rechtlicher Zugriffsmöglichkeiten und die Entwicklung eines einheitlichen Datenmodells zur Zusammenführung von Studiendaten verschiedener Hochschulen. Zudem wurden rechtliche Rahmenbedingungen für den Zugang zu personenbezogenen Daten sowie ethische Folgen bewertet, um evidenzbasierte Entscheidungen im Hochschulbereich zu unterstützen.

Die Erfassung aller zugänglichen Datenquellen an den beteiligten Hochschulen sowie die Identifizierung studienverlaufsbezogener Informationen aus Campusmanagementsystemen (CMS), Lernmanagementsystemen (LMS) und anderen relevanten Systemen wurden katalogisiert (4.1, M8). Zudem entstand ein detaillierter Katalog, der verantwortliche Stellen, Ansprechpartner sowie verwendete Datenmodelle und vorhandene Schnittstellen auflistet (4.1). Besondere Aufmerksamkeit galt dabei der Identifikation personenbezogener Daten sowie besonderer Kategorien personenbezogener Daten, um sicherzustellen, dass alle datenschutzrechtlichen Vorgaben eingehalten werden.

Für die Ermittlung rechtlicher Zugriffsmöglichkeiten auf die gesammelten Daten (4.2) wurde eng mit den zuständigen Institutionen und Datenschutzbeauftragten zusammengearbeitet (M14). Es wurde zwischen einem ersten Zugriff im Rahmen des Forschungsprojekts und einem späteren Zugriff im Regelbetrieb (4.3; M36) unterschieden. Hindernisse wurden erfasst und entsprechende Maßnahmen zur Überwindung dieser Herausforderungen ausgearbeitet.

In diesem Kontext wurde die wissenschaftliche Expertise in eine konstruktive ethische Folgenbewertung eingebracht, um potenzielle Risiken im Zusammenhang mit dem Überwachungs- und Kontrollpotential zu identifizieren und zu minimieren. Hierzu wurden Ansätze einer konstruktiven ethischen Technikfolgenabschätzung entwickelt, um Informationsasymmetrien zwischen Studierenden, Studienberatung und Studiengangsdesigner:innen zu erkennen (4.4).

Als Grundlage des KI-gestützten Studienmonitorings konnte ein einheitliches Referenzmodell (4.5) entwickelt werden. Es ermöglicht – basierend auf den erhobenen Daten – die gemeinsame Verarbeitung von Daten aus Campus-Management-Systemen oder Studierenden- und Prüfungsverwaltungssystemen verschiedener Datenverarbeitungssysteme von Hochschulen – insbesondere der betrachteten Systeme Campus Online, FlexNow sowie HisInOne. Die Struktur dieses Modells bildet eine zentrale Grundlage für die effiziente Verwaltung und Auswertung der gesammelten Informationen.

Zum Schutz personenbezogener Daten wurde ein umfassendes Datenschutzkonzept entwickelt (4.6), das Verfahren zur Pseudonymisierung von Nutzerdaten sowie Regelungen zur Einholung von Einwilligungen gemäß den gesetzlichen Vorgaben umfasst. Die administrative Umsetzung des Referenzmodells (4.7) wurde durch AP 5.2 und 5.5 geleistet. Sie beinhaltete die Formulierung notwendiger Prozesse zur Datensammlung sowie die technische Unterstützung bei der Implementierung fehlender Schnittstellen zu relevanten Datenquellen. Damit wurde ein reibungsloser Datentransfer in das Data Warehouse gewährleistet. Diese Arbeiten und die Erfahrung aus den gemeinsamen Verträgen zur hochschulübergreifenden Datenverarbeitung stellen wichtige Schritte für eine bundeslandweite Clearingstelle (4.8) zur gemeinsamen Datenverarbeitung dar. Die Clearingstelle selbst wurde im Projekt nicht eingerichtet, da hierfür

landesstrategische Entscheidungen getroffen werden müssen, die über die Projektarbeit hinausgehen.

Die RUB unterstützte die Erfassung der projektrelevanten Studienverlaufsdaten, die Einhaltung der rechtlichen Zugriffsmöglichkeiten sowie die Entwicklung des Referenzmodells.

AP 4 hat wichtige Fortschritte für ein datenbasiertes Studium die gemeinsame Verarbeitung von Daten verschiedener Hochschul-IT-Systeme erzielt. Durch enge Zusammenarbeit wurden rechtliche Anforderungen erfüllt und wertvolle Erkenntnisse aus Studiendaten gewonnen.

## **AP 5**

### **Entwicklung einer Referenzarchitektur für KI-gestütztes Studienmonitoring**

#### **Aufbau einer Analyseinfrastruktur und eines Data Warehouses**

Der Schwerpunkt von AP5 lag auf der Entwicklung einer umfassenden Referenzarchitektur, die es ermöglicht, Daten verschiedener Hochschulen zu integrieren, zu analysieren und für das Studienmonitoring sowie die Curriculumsentwicklung nutzbar zu machen. Damit sollte ein strukturierter Rahmen geschaffen werden, der den Austausch von Studiendaten fördert und eine datengestützte Entscheidungsfindung unterstützt.

Das System Excalibur LA (M20), eine Entwicklung der RWTH mit Unterstützung der RUB, bildet die infrastrukturelle Grundlage und umfasst bereits erforderliche Module wie Rohdatenspeicher und Ergebnisdatenbank (UAP 5.2). Diese modulare Analyseinfrastruktur ermöglicht es, verschiedene Analysemodule effizient zu betreiben, die sowohl Basismodule zur Datenaufnahme als auch weiterführende Module zur Durchführung komplexer Analysen umfassen. Eine hohe Performance bezüglich der Rechenzeit und Speicherkomplexität sollte gewährleistet werden.

Konzipiert und implementiert wurde ein Data Warehouse (5.1, M12), das als zentrale Plattform zur Speicherung und Verwaltung der gesammelten Studiendaten aus verschiedenen Hochschulsystemen dient. Um einen schnellen Zugriff auf Analyseergebnisse zu gewährleisten, wurde eine Ergebnisdatenbank konzipiert (5.3, M32). Diese Datenbank speichert die Ergebnisse proaktiv durchgeführter Analysen und stellt sie den Nutzenden zur Verfügung. Um das Data Warehouse im Einklang mit der Datenschutzgrundverordnung zu betreiben, können Studierende – sofern erforderlich – in die Datenverarbeitung gem. Art. 6 Abs. 1a DSGVO einwilligen. Sie können jederzeit eine Auskunft über ihre verarbeiteten Daten erhalten und im Fall der Einwilligung in die Verarbeitung eine Beendigung dieser veranlassen.

Als zentrales Element der Referenzarchitektur wurde das Zugriffsmanagement konzipiert (5.4, M34) und implementiert (5.9, M39). Es stellt sicher, dass nur autorisierte Systeme Zugang zum Data Warehouse haben und Ergebnisse abrufen können. Relevante Datenschutz- und ethische Aspekte wurden berücksichtigt (M24)

In AP 5.5 wurde ein Softwaremodul implementiert, das die Einverständniserklärungen der Nutzenden verwalten kann und als Schnittstelle für Anfragen über Datenauskunft oder -löschung dient (M36). Die Daten der Hochschulsysteme werden hier versehen mit einem einheitlichen Pseudonymisierungsalgorithmus zusammengeführt und angeglichen, sodass eine systemübergreifende Zuordnung möglich ist.

Mit jeder Implementierungsphase fanden umfassende Integrationstests statt, um sicherzustellen, dass alle Komponenten korrekt zusammenarbeiten (M20, 32, 42). Die Evaluierung umfasste auch Tests mit Testdaten zur Identifizierung potenzieller Flaschenhalse in Bezug auf Laufzeiten oder Performance-Probleme (5.6).

In AP 5 wurde eine robuste Referenzarchitektur entwickelt, die den Austausch von Studiendaten zwischen den Verbundpartnern ermöglicht und gleichzeitig datenschutzrechtliche Vorgaben

berücksichtigt. Eine Datenverarbeitungspipeline wurde erfolgreich mit AP6 entwickelt und in einer Staging-Umgebung bereitgestellt; zudem wurde ein Anschluss an die Ergebnis-Datenbank erfolgreich hergestellt (UAPs 5.2 – 5.8, M38). Die Evaluation von ETL (Extract Transform Load) vs. ELT (Extract Load Transform) ergab, dass die Transformation der Daten ins Referenzmodell an jedem Standort individuell erfolgen muss. Die Architektur bildet insgesamt die Grundlage für zukünftige Entwicklungen im Bereich des KI-gestützten und hochschulübergreifenden Studienmonitorings.

Im Rahmen dieses Arbeitspakets arbeitete die RUB den Projektpartner:innen insbesondere für die hochschulübergreifende Nutzbarkeit des Datawarehouse und der Implementierung der Datenschutzverwaltung zu.

## **AP 6**

### **Entwicklung der Kohortenverfolgung unter Einsatz des Process Mining**

Mittels datenbasierter KI-Technologie, insbesondere durch Process-Mining, wurde die Kohortenverfolgung implementiert. Die Ergebnisse wurden aus den Daten der Hochschulsysteme aufbereitet und analysiert.

Die vorhandenen Daten wurden gemäß dem Datenmodell aus AP4 aufbereitet (6.1), was eine dynamische Umwandlung in Eventdaten ermöglichte (M14). Zusätzliche Daten wurden ebenfalls integriert, sofern sie zur Verfügung standen. Mit Einführung des neuen Data Models v3.6 mussten alle bisherigen Aufbereitungen erneut gesichtet werden.

Die Konzeptualisierung der Datenanalyse erfolgte iterativ aufgrund verzögerter Bereitstellung von Daten (6.2). Erste Konzepte wurden bereits implementiert und kontinuierlich um neue Konzepte erweitert. Insgesamt wurden mehr als 25 Engines nach User Stories entwickelt, die verschiedene Bereiche wie Studierendenzahlen, Notenverteilungen und spezifische Darstellungen für das Berichtswesen an den Verbundhochschulen abdecken.

Es wurde eine Python-Bibliothek entwickelt, die grundlegend für die Verarbeitung von Eventdaten im Bildungskontext verwendet werden kann. Die entwickelten Engines wurden in das BuddyAnalytics System integriert und getestet; Anpassungen waren erforderlich, um Attribute abzubilden, die nur implizit in den vorhandenen Daten vorlagen (6.3).

Für zehn Engines wurden geeignete Visualisierungen vorgeschlagen und erfolgreich in das BuddyAnalytics System integriert; Dashboards können modular erstellt werden (6.4, M14, 26).

Es wurde ein Empfehlungsmodell entwickelt, das die Bestimmung der Datengrundlage sowie die Implementierung erster Algorithmen zur Analyse des erwarteten und tatsächlichen Studienverlaufs umfasst (6.5, M 36). Das Modell basiert auf Eventdaten von Studierenden und wird durch einen "Decision-Tree"-basierten Algorithmus verarbeitet, um qualitativ hochwertige Empfehlungen zu generieren.

Das Modell wurde als Engine entwickelt, das die Eventdaten lädt und die Ergebnisse im Resultstore speichert. Die Evaluationsergebnisse sind dokumentiert [1].

Die Arbeiten zeigen signifikante Fortschritte in der Kohortenverfolgung mithilfe von Process Mining Technologien auf. Trotz einiger Verzögerungen bei den Datenerhebungen konnte das Projektziel innerhalb des vorgesehenen Zeitrahmens erreicht werden.

An diesem Arbeitspaket war die RUB nur indirekt beteiligt.

## AP 7

### Nutzerzentrierte Gestaltung und Entwicklung der BuddyAnalytics für Studiengangdesigner:innen

Im Rahmen des AP7 wurde die BuddyAnalytics als ein nutzerzentriertes Tool zur Unterstützung bei der Curriculumsentwicklung für Studiengangdesigner:innen konzipiert und entwickelt. Ziel war es, ein zielgruppengerechtes Werkzeug zum Studiengangmonitoring zu schaffen, das als Entscheidungsgrundlage für eine verbesserte Steuerung von Studiengängen dient. Ein zentrales Element ist die Curriculumsentwicklung, die aus den durch die BuddyAnalytics sichtbar gemachten typischen oder untypischen bzw. erfolgreichen oder nicht erfolgreichen Studienverläufen ableitbar ist. Die BuddyAnalytics liefern zudem Kennzahlen, auf deren Basis Studiengangdesigner:innen empirisch gestützt ihre Argumentation aufbauen und die evidenzbasierte Entwicklung von Studiengängen kommunizieren können.

Es fand eine umfassende Anforderungsanalyse mit den Studiengangdesigner:innen unter Beteiligung des Prüfungswesens, der Fachstudienberater:innen, des Qualitätsmanagements und der Dekanate statt (UAP 7.1).

Ebenso wurden formative Evaluationsinstrumente aus Sicht der Bedarfe von Studiengangdesigner:innen konzipiert (UAP 7.2). Sie halfen dabei, die initiale Anforderungsanalyse stetig zu überarbeiten. Personas wurden abgeleitet und User Stories entsprechend geclustert sowie in Kennzahlen gebündelt, um sie dann den Kernfunktionen der BuddyAnalytics zuzuordnen.

Die Konzeption des Dashboards ist erfolgt (UAP 7.4, M8). Es zeigt neben technisch-organisatorischen Menüpunkten zwei inhaltliche Kernfunktionen: „Studiengänge“ und „Meine Dashboards“. Die Individualisierung umfasst sowohl diese beiden Kernfunktionalitäten als auch die Gestaltung einzelner Widgets.

BuddyAnalytics steht open source- als Quellcode zur Verfügung (<https://git.rwth-aachen.de/aistudybuddy/buddy-analytics-public>) (UAP 7.6, M12, 22, 35). Sie funktioniert als Monitoring-Tool für die im Projektantrag beschriebenen Studiengänge – vollständig für RWTH und BUW sowie mit Einschränkungen aufgrund der notwendigen Datenaufbereitung für die RUB.

Ein wichtiger Bestandteil dieses APs war das Rechte-Rollen-Management, das sicherstellt, dass nur autorisierte Personen Zugriff auf bestimmte Daten haben können. Dieses wurde in enger Zusammenarbeit mit den Studiengangdesigner:innen entwickelt.

Bei der formativen Evaluation mit den Studiengangdesigner:innen (UAP 7.7) wurde untersucht, ob das Dashboard den Anforderungen entspricht, das in UAP 7.2 erarbeitet worden war. Ein iterativer Evaluationsprozess stellte sicher, dass Nutzendenzentrierung während des gesamten Projekts gewährleistet blieb.

BuddyAnalytics wird von allen Beteiligten positiv bewertet. Optimierungspotenziale liegen noch in Bereichen Übersichtlichkeit und Erläuterungen komplexer Inhalte. Neben den inhaltlichen Entwicklungen hat der Austausch mit Studiengangdesigner:innen und Hochschulleitungen auch anderer Hochschulen in AP7 gezeigt, dass der Bedarf an Hochschulen für ein entsprechendes Tool für Studiengangsmonitoring und -entwicklung hoch ist. BuddyAnalytics bietet hierfür die ideale Grundlage zur praktischen Integration an weiteren Hochschulen.

In diesem Arbeitspaket hat die RUB bei der Anforderungsanalyse der Studiengangdesigner:innen sowie der Evaluation des StudyBuddy unterstützt.

## **AP 8**

### **Analyse, Aufbereitung und Darstellung der KI-basierten Empfehlungen für den StudyBuddy;**

#### **Integration von Empfehlungssystemen basierend auf gesammelten Eventdaten**

Das Arbeitspaket 8 zielte darauf ab, die Ergebnisse des Process Mining in regelbasierte Empfehlungen zu überführen. Hierbei wurden verschiedene Ansätze entwickelt, um die gewonnenen Daten aus dem Studienverhalten der Studierenden in verständliche ASP-Regeln (Answer Set Programming) bzw. MILP (siehe AP3) zu transformieren. Dies ermöglicht eine effektive Nutzung der Daten für personalisierte Studienberatung und -planung.

Der bereits im Jahr 2023 entwickelte Ansatz einer Transformation von Process Mining in MILP-Regeln wurde verbessert, sodass nun noch mehr Verhaltensweisen, die in Process Mining DECLARE-Modellen beschrieben werden, in MILP-Regeln umgewandelt werden können. Damit wurde der Meilenstein (8.1, M12, 36) erreicht.

Weiterentwickelt wurde der Algorithmus zur Umwandlung der DECLARE-Muster in ILP-Constraints, die vom Solver genutzt werden können, um optimale Studienpläne gemäß den festgelegten Regeln und Empfehlungen zu erstellen (8.2; M14, 36). Dadurch lassen sich nun komplexere partielle zeitliche Ordnungen von Fächern korrekt beschreiben.

Zwischen PADS und KBS wurde ein konkretes Austauschformat für die MILP-Regeln vereinbart (8.3). Die von PADS entwickelten Engines speichern dieses Format im Result Store, sodass das Frontend des StudyBuddys die entsprechenden Regeln abfragen kann, die zum jeweiligen Studierenden passen. Diese Regeln werden dann vom Frontend an den Solver weitergeleitet, der einen optimierten Plan für die jeweiligen Studierenden erstellt.

Die genannten deklarativen DECLARE-Regeln werden verwendet, um über den Solver des KBS zu überprüfen, ob der aktuell empfohlene Studienplan diese Regeln erfüllt oder nicht. Auf diese Weise kann den Studierenden direkt angezeigt werden, welche Regeln und Empfehlungen ihre aktuelle Studienverlaufsplanung erfüllt und welche nicht (8.4, M39).

Die entwickelten Modelle wurden umfassend an den RWTH-Daten für den Studiengang Informatik getestet (8.5). Die Ergebnisse dieser Evaluation sind veröffentlicht (<https://doi.org/10.1007/s10844-024-00873-w>).

In regelmäßigen gemeinsamen Meetings zwischen AP2 und AP8 wurden verschiedene Optionen zur Integration der KI-gestützten Empfehlungen in den StudyBuddy erarbeitet und diskutiert. Dabei wurden unterschiedliche Sicherheits- und Hinweisrichtlinien beachtet. So müssen die KI-basierten Empfehlungen zunächst bewusst von den Studierenden aktiviert werden. Die Nutzenden werden ausführlich und in verständlicher Sprache über die Risiken sowie die Funktionsweise der Empfehlungen informiert. Diese Empfehlungen werden sowohl textlich auf der rechten Seite des StudyBuddy als auch visuell im Studienverlaufsplan selbst angezeigt (8.6, M29, 41).

Neben internen Diskussionen und Tests, sind die Empfehlungen auch Bestandteil der Evaluation und Reflexion (8.7) der Nutzendenstudie des StudyBuddy.

Das Ziel des AP8 war die Entwicklung und Integration von KI-basierten Empfehlungen zur Studienverlaufsplanung in den StudyBuddy. Es fokussierte auf die Kombination von regel- und datenbasierter KI-Technologie, um qualitativ hochwertige, personalisierte Vorschläge für Studierende zu generieren und die Entscheidungsfindung im Studienverlauf zu unterstützen.

Die Reflexion der KI-basierten Empfehlungen wurde in diesem Arbeitspaket von EDMT und EDS der RUB koordiniert und durchgeführt.

## **AP 9**

### **Transfer und Dokumentation**

Wesentlich ist die Dissemination der Ergebnisse und die Zurverfügungstellung der Entwicklungen, die in diesem AP bearbeitet wurden.

Die technische Dokumentation der Referenzarchitektur von StudyBuddy und BuddyAnalytics ist im Repository der Softwareveröffentlichung zu finden (9.1). Für den Regelbetrieb wurden verschiedene Lösungsansätze identifiziert und sondiert. Bereits heute können einzelne der fokussierten Studiengänge die Software für Studierende und Studiengangsdesigner:innen nutzen. Eine Bereitstellung kann zudem von einer einzelnen Hochschule für andere Hochschulen geleistet werden. Auch eine landeszentrale Verankerung (siehe dazu auch Clearingstelle) wurde als praktikable Lösung identifiziert. Die beiden letztgenannten Lösungen konnten aus Gründen der notwendigen dauerhaften Finanzierung und der zugleich angespannten Haushaltslage bisher nicht umgesetzt werden. Auch nach Projektende soll weiter nach einer Lösung für die Finanzierung gesucht werden (9.2). Eine für 2024 geplante Projekttagung (9.3) an der BUW wurde aufgrund mangelnden externen Interesses (verursacht u.a. aufgrund der im selben Jahr stattfindenden Tagung des Projekts MODUS der Hochschulrektorenkonferenz mit vergleichbarem thematischem Fokus) nicht durchgeführt und die Mittel sachgerecht für weitere Projektaufgaben umgewidmet.

Die Projektdokumentation erfolgte fortlaufend durch Tagungsteilnahmen, wissenschaftliche Publikationen, Blogbeiträge und die abschließende Softwaredokumentation (UAP 9.5). Publikationen und Präsentationen des Projekts können unter dem gemeinschaftlichen folgenden Link abgerufen werden: <https://aistudybuddy.uni-wuppertal.de/de/projektergebnisse/>

## **10. Konzept für Nachhaltigkeit, einschließlich Verwertungsplan**

Für die Nachhaltigkeit des Projekts wurden die entwickelten Technologien als Open Source verfügbar gemacht, um eine breite Nutzung an anderen Hochschulen zu ermöglichen. Insgesamt zeigt das Projekt AIStudyBuddy die Möglichkeit innovativer Lösungen zur Unterstützung von Studierenden in ihrer akademischen Laufbahn auf und hat sowohl wissenschaftliche als auch praktische Ergebnisse hervorgebracht.

## **11. Forschungsdatenmanagement**

Im Rahmen des Projekts AIStudyBuddy spielte das Forschungsdatenmanagement (FDM) eine wichtige Rolle, um die Qualität und Nachvollziehbarkeit der erhobenen Daten zu gewährleisten. Ein umfassendes Datenmanagementkonzept wurde entwickelt, das den gesamten Lebenszyklus der Forschungsdaten abdeckt – von der Erhebung über die Speicherung bis hin zur Analyse und Veröffentlichung. Die Erstellung eines detaillierten Datenmanagementplans ermöglichte es, Richtlinien für den Umgang mit sensiblen Informationen, insbesondere in Bezug auf Datenschutzbestimmungen wie die DSGVO, festzulegen. Beratungen durch Datenschutzstellen ergaben, dass die Klärung datenschutzrechtlicher Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Einsatz des Systems nicht trivial ist. Dem Projekt wurde deshalb geraten, sich von Anfang an vorrangig der Klärung des Datenmanagements im Regelbetrieb zu widmen. Die Frage der Forschungsdaten während der Produktentwicklung (=Vorbereitung des Regelbetriebs) sei dabei mitbeantwortet. Für die Ergebnisse im Record Store konnte Anonymität gewährleistet werden, sodass die dort gespeicherten Daten nicht der DSGVO unterliegen und der Forschung zur Verfügung gestellt werden konnten. Darüber hinaus wurde ein einheitliches Datenmodell (Version 3.6) verwendet, um sicherzustellen, dass alle Partnerhochschulen ihre Daten konsistent

erfassen und bereitstellen konnten. Die Integration von Metadatenstandards förderte zudem die Wiederverwendbarkeit der Daten und unterstützt zukünftige Forschungsprojekte.

## 12. Fachliteratur, Informations- und Dokumentationsdienste

Die Zitation erfolgt numerisch im Text. In der Literaturliste sind die Ziffern der Referenz vorangestellt. Alle weiteren, im Rahmen des Projektes entstandenen, Veröffentlichungen befinden sich in alphabetischer Reihenfolge darunter.

[1] Park, G. Liss, L. van der Aalst, W.M.P. Learning recommendations from educational event data in higher education. 2024, Journal of Intelligent Information Systems. pp. 1-20; <https://doi.org/10.1007/s10844-024-00873-w>

### Veröffentlichungen im Rahmen des Projekts

Folz-Weinstein, S. Rennert, C. Mannel, L.L. Bergenthum, R. van der Aalst, W.M.P. eST Miner – Process Discovery Based on Firing Partial Orders. 2025; [10.48550/arXiv.2504.08372]. Auch in: Krogstie J., Rinderle-Ma S., Kappel G., Proper H.A (Hrsg): Advanced information systems engineering: Proceedings of the 37<sup>th</sup> International Conference CaiSE 2025; Vienna, Austria; Springer Lecture Notes in Computer Science. pp. 59-75. 2025; [https://doi.org/10.1007/978-3-031-94571-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-94571-7_4)

Görzen, S., Röpke, R. Schroeder, U. BuddyAnalytics: A dashboard and reporting tool for study program analysis and student cohort monitoring. In: Schulz S., Kiesler N (Hrsg). DELFI 2024; Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik; Bonn 2024. pp. 527–531; [https://doi.org/10.18420/delfi2024\\_53](https://doi.org/10.18420/delfi2024_53)

Judel, S. Johnen, T. Technical Report on the Data Reference Model v3.6 of the AIStudyBuddy; <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/YVN8C>

Judel, S. Batz, K. Röpke, R. Bär, D. Henao, J. L. Rumert, L. KI-gestützte Studienverlaufsplanung und -analyse mit AIStudyBuddy. In: Thiemo Leonhardt et al (Hrsg): Workshops der 21.Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI). Gesellschaft für Informatik. Bonn 2023. pp.193–19; <https://doi.org/10.18420/wsdelfi2023-55>

Judel, S. Röpke, R. KI-gestützte Studienplanung und Kohortenverfolgung – Über die Analyse von Studienverläufen, Campus Innovation 2023. Hamburg. [https://www.campus-innovation.de/fileadmin/dokumente/Praesentationen\\_CIHH23/CIHH23\\_Roepke\\_Judel.pdf](https://www.campus-innovation.de/fileadmin/dokumente/Praesentationen_CIHH23/CIHH23_Roepke_Judel.pdf)

Judel, S., Schnell, E. Schroeder, U. Ein Data Warehouse für die Zusammenführung von Hochschuldaten In: Köppen V., Strickroth S. (Hrsg). DELFI 2025 Lecture Notes in Informatics (LNI). Gesellschaft für Informatik Bonn 2025. pp. 229–236; <https://dl.gi.de/server/api/core/bitstreams/fb35c8b0-c464-44eb-a2a4-0858d675c0d5/content>

Liss ,L. van der Aalst, W.M.P. Learning recommendations from educational event data in higher education Journal of intelligent information systems. JIIS 2024; <https://doi.org/10.1007/s10844-024-00873>

Pitsch, C. Brockhoff, T. Adams, J.N. Leemans, S.J.J. Celi, L.A. van der Aalst, W.M.P. Hypothesis Testing for Processes In: Proceedings of the 7th International Conference on

Process Mining (ICPM), Montevideo Uruguay 20 Oct –24 Oct 2025 IEEE; <https://doi.org/10.1109/ICPM66919.2025.11220677>

Rafiei, M. Bayrak, D. Pourbafrani, M. Park, G. Helal, H. Lakemeyer, G. van der Aalst, W.M.P. Extracting rules from event data for study planning. 2023, International Conference on Process Mining. pp. 361-374; [https://doi.org/10.1007/978-3-031-56107-8\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-031-56107-8_28)

Rennert, C. Albers, J. Leemans, S.J.J. van der Aalst, W.M.P. Your Secret Is Safe With Me: Federated Directly-Follows Graph Discovery In: Proceedings of the 7th International Conference on Process Mining (ICPM), Montevideo Uruguay. 20 Oct –24 Oct 2025. IEEE; <https://doi.org/10.1109/ICPM66919.2025.11220699>

Rennert, C. Pourbafrani M. van der Aalst, W.M.P. Evaluation of study plans using partial orders. In: ICPM Workshops LNBIP vol533. pp. 154–166 Springer. 2024; <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.03314> und In: Revised Selected Papers from the ICPM 2024 International Workshops Lyngby Denmark October 14–18 Cham Springer Nature Switzerland Lecture Notes in Business Information Processing vol533. pp. 154–166. 2025; [https://doi.org/10.1007/978-3-031-82225-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-82225-4_12)

Röpke, R. AI-supported Study Planning and Cohort Monitoring Research Visit Utrecht. 2024.

Röpke, R. Scheffel, M. KI gestützte Studienplanung und Kohortenverfolgung – Über die Analyse von Studienverläufen KI-NEL Digitale Themenreihe How to be a learning aid?. 2024.; [https://aistudybuddy.uni-wuppertal.de/fileadmin/Dez6/aistudybuddy/20240215\\_Roepke\\_Scheffel\\_AIStudyBuddy-KI-NEL.pdf](https://aistudybuddy.uni-wuppertal.de/fileadmin/Dez6/aistudybuddy/20240215_Roepke_Scheffel_AIStudyBuddy-KI-NEL.pdf)

Röpke, R. Judel, S. Schroeder, U. Study path analyses for quality assurance and support of study planning Informatik. 2024. Spektrum 47. pp. 97–104; <https://doi.org/10.1007/s00287-024-01574-y>

Wagner-Schirrmeister, J. Röpke, R. Carpentier, R. Scheffel, M. Towards the design of an interactive study planning tool integrating AI-based feedback and learning analytics. 2024. In: Companion Proceedings of the Fourteenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK24). pp. 172–174.

Wagner-Schirrmeister, J. Röpke, R. Carpentier, R. Johnen, T. Schroeder, U. Scheffel, M. On the Design and Evaluation of an Interactive Study Planning Tool. 2025. In: Companion Proceedings of the Fifteenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK25). pp. 245–247; <https://doi.org/10.13154/294-12135>

Wagner-Schirrmeister, J., Röpke, R., Carpentier, R., Johnen, T., Schroeder, U., & Scheffel, M. Interactive long-term study planning for individual student support, leveraging process mining and AI. 2025. In: Companion Proceedings of the Fifteenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK25). p. 299; <https://doi.org/10.13154/294-12108>

Wagner, M. et al. A Combined Approach of Process Mining and Rule-Based AI for Study Planning and Monitoring in Higher Education In: Montali, M. Senderovich, A. Weidlich, M.(eds) Process Mining Workshops ICPM22 Lecture Notes in Business Information Processing. vol 468. Springer Cham; [https://doi.org/10.1007/978-3-031-27815-0\\_3\(23\)](https://doi.org/10.1007/978-3-031-27815-0_3(23))