ALADIN goes OPAL (OPALADIN)

(ALADIN: Generator für **A**ufgaben und **L**ösung(shilf)en  
**a**us **d**er **I**nformatik und angrenzenden Diszipline**n**)

**1 Einordnung in den Verbund**

ALADIN ist ein Software-Framework 1.) zur deklarativen Modellierung von Aufgabentypen, 2.) zur automatischen, zufallsbasierten Generierung von Aufgaben und zugehörigen Lösung(shilf)en, 3.) zur interaktiven Bearbeitung individualisierter Übungsaufgaben und 4.) zum asynchronen Austausch zwischen Studierenden und Lehrenden und zum asynchronen Nachvollziehen von Lösungsversuchen. ALADIN stellt den Studierenden Übungs- und Klausuraufgaben in beliebiger Zahl zum Üben zur Verfügung und begleitet das Üben. ALADIN reduziert den Aufwand der Lehrenden für das Erstellen und Korrigieren von Übungs- und Klausuraufgaben.

OPALADIN erweitert ALADIN um neue Aufgabentypen aus der (Wirtschafts)informatik, aber auch aus anderen Fachgebieten, wie z. B. Jura, Musik, Chemie, um seine Universalität zu belegen. OPALADIN strebt an, nicht nur syntaktisch korrekte, sondern auch semantisch sinnvolle Aufgaben ausreichender Typikalität automatisch zu generieren, was mit Hilfe großer Sprachmodelle und Wissensdatenbanken bzw. ‑graphen geschehen soll und noch Gegenstand aktueller Forschung ist. OPALADIN erlaubt zudem die rein deklarative Erstellung neuer Aufgabentypen durch Informatik-fremde Fachexpert(inn)en. OPALADIN soll über Standards bzw. Schnittstellen, wie z. B. Learning Tools Interoperability (LTI), Question & Test Interoperability (QTI) und Portable Custom Interactions“ (PCI), in OPAL und eventuell auch in ONYX integriert werden. OPALADIN erlaubt flexible statistische Auswertungen dem Studierenden über die eigenen Lösungsversuche und dem Lehrenden über die anonymisierten Lösungsversuche der Studierenden. OPALADIN strebt an, bestehende Aufgabentypen zu integrieren, und soll als zentrale Plattform zur Abbildung von Aufgabentypen dienen und Lehrenden Generatoren für Prüfungsaufgaben und Prüfungsvorleistungen anbieten.

OPALADIN gehört dem Handlungsfeld „E-Assessment und Kompetenzmessung“ an: OPALADIN stellt computergestützt Aufgaben, erlaubt den Studierenden, diese Aufgaben elektronisch bzw. online zu lösen, gibt Rückkopplung in Form von Lösungshilfen und ermöglicht den Studierenden, ihre eigene Kompetenz zu messen, und den Lehrenden, die Kompetenz der Studierenden zu messen.

**2 Projektziele**

Bei der Anwendung im Selbststudium soll OPALADIN Studierenden die Generierung praktisch beliebig vieler strukturierter und unstrukturierter Aufgaben mit individuellem Komplexitätsgrad erlauben. Zudem soll OPALADIN spezifischen Lösungshilfen innerhalb eines Lösungsversuchs und Lösungen zum Abgleich anbieten. Der Komplexitätsgrad der Aufgaben soll durch die Studierenden selbst bestimmt werden können oder anhand ihrer Nutzerhistorie festgelegt werden. Bei der Anwendung in Blended-Learning-Szenarien soll OPALADIN die strukturierten Aufgaben zur selbständigen Bearbeitung darbieten, um zuvor in Präsenz gelehrte Konzepte zu festigen und Kompetenzen aufzubauen. Bei der Anwendung in Prüfungsszenarien soll OPALADIN die Täuschungsversuche reduzieren, da jeder Prüfling eine individuelle Aufgabe erhält. OPALADIN soll mittels nutzerdefinierter generativer Grammatiken eine deklarative Konfiguration neuer Aufgabengeneratoren ermöglichen. OPALADIN soll die Veranschaulichung formaler Problemstellungen erlauben, indem es Ressourcen, wie z. B. Ontologien, Wissensgraphen und große vortrainierte Sprachmodelle, nutzt, um (kausale) Zusammenhänge zwischen Entitäten zu modellieren. OPALADIN soll Modellierungsfähigkeiten fördern hinsichtlich des syntaktischen Verständnisses verschiedener Modellierungssprachen, der Interpretation von Modellen unterschiedlicher Modelltypen und der Fähigkeit, aus unterschiedlichen Themengebieten resultierende Sachverhalte adäquat zu modellieren. OPALADIN soll die Internationalisierung dargebotener Aufgaben unterstützen, indem die Aufgabenstruktur von der Sprachdarstellung innerhalb der Aufgabengeneratoren entkoppelt wird. OPALADIN soll den Betreuungsaufwand von Lehrenden reduzieren, da es den asynchronen Austausch der Studierenden und Lehrenden über den Lösungsversuch ermöglicht und statistische Auswertungen der Lösungsversuche in aggregierter Form erlauben soll. OPALADIN soll den Korrekturaufwand von Lehrenden reduzieren, indem es Lösungen und Lösungshilfen automatisch generiert. OPALADIN soll Lehrende von monotonen Aufgaben entlastet, wie z. B. der manuellen Erstellung von und wiederholter Fragen zu den Übungs- und Klausuraufgaben. OPALADIN soll Studierende zur Bearbeitung von Aufgaben mittels Gamification- und Spaced-Repetition-Konzepten motivieren. OPALADIN soll die Erstellung/Konfiguration graphenbasierter Aufgabentypen durch Nicht-Informatiker ermöglichen. OPALADIN soll in OPAL mittels der LTI-Schnittstelle integriert werden.

**3 Geplantes Vorgehen**

Im Rahmen des Arbeitspaketes 1, der Anforderungsanalyse, werden u. a. nötige Anpassungen von ALADIN zur Integration in OPAL mittels der LTI-Schnittstelle ermittelt, Forschung betrieben zur Verknüpfung generativer Graph-Grammatiken (Modellsyntax) mit Constraint-Programmierung (Modellkomplexität) und semantischen Wissensdatenbanken (Modellsemantik), geeignete Spaced-Repetition-Algorithmen und Gamification-Konzepte zur Übertragung auf Übungsaufgaben ermittelt, um personalisierte Adaption zu ermöglichen und zum Üben zu motivieren. Zudem wird eruiert, wie Lösungsversuche datenschutzkonform aufgezeichnet werden dürfen und welche Aufgabentypen aus anderen Fachgebieten zur Abbildung in ALADIN geeignet sind.

Im Rahmen des Arbeitspaketes 2, Analyse des Standes der Technik, werden u. a. die Schnittstellen von OPAL (und ONYX) untersucht, in die OPALADIN integriert werden soll. Verfahren wie generative kontextsensitive Graph-Grammatiken zur Abbildung und Generierung, sowie Methoden der Constraint-Programmierung zur Steuerung der Komplexität der generierten Modelle, sollen auf ihre Praktikabilität zur Nutzung in dem genannten Anwendungsfall, insbesondere hinsichtlich ihrer Laufzeitkomplexität, überprüft werden. Zur Generierung von kontextualisierten Modellierungsaufgaben soll die Tauglichkeit aktuell frei zugänglicher großer vortrainierter Sprachmodelle zur semi-automatischen Erzeugung von semantischen Wissensdatenbanken erforscht werden. Die Übertragbarkeit von Spaced-Repetition-Algorithmen auf kompetenzorientierte Übungsaufgaben soll empirisch evaluiert werden. Bestehende etablierte Techniken des Natural Language Processing sollen auf ihre Übertragbarkeit zur semantischen Validierung von Textelementen der generierten Aufgaben überprüft werden

Im Rahmen des Arbeitspaketes 3, Entwurf, wird u.a. die Kopplung von ALADIN an OPAL mittels der LTI-Schnittstelle konzeptioniert. Es wird eine Verknüpfung von generativen Grammatiken, Constraint-Programmierung und semantischer Wissensdatenbanken, sowie eine Pipeline zur Extraktion neuer Wissensdatenbanken aus Sprachmodellen entworfen. Zur Übertragung geeigneter Spaced-Repetition-Algorithmen und Gamification-Elemente in OPALADIN wird ein Konzept erstellt. Zur Formalisierung von Modellierungsaufgaben in OPALADIN ist die Konzeption einer niederschwelligen deklarativen Sprache nötig. Mittels Wireframing soll die UI/UX-Qualität des visuellen Konfigurators, welcher an diese Sprache gekoppelt wird, sichergestellt werden. Um externe Validierungsanwendungen anbinden zu können, wird eine entsprechende Schnittstelle definiert. Es wird ein datenschutzkonformes Datenerfassungs- und Datenhaltungskonzept der Lernendendaten entworfen.

Im Rahmen des Arbeitspaketes 4, Implementierung, wird u.a. die Integration von ALADIN in OPAL über die LTI-Schnittstelle, die Verknüpfung generativer Grammatiken, Constraint Programmierung und semantischer Wissensdatenbanken und einer Pipeline zur Extraktion neuer Wissensdatenbanken implementiert. Zudem werden Spaced-Repetition-Algorithmen und Gamification-Elemente realisiert. Die deklarative Sprache zur Formalisierung der Modellierungsaufgaben und der daran gekoppelte visuelle Konfigurator wird gemäß dem Entwurf und der Wireframes umgesetzt. Die konzeptionierte Erfassung und Haltung der Lernendendaten wird implementiert, sowie Schnittstellen zur Integration externer Validierungsanwendungen bereitgestellt.

Im Rahmen des Arbeitspaketes 5, Test, werden u.a. Funktions- und Lasttests bezüglich der LTI-Schnittstellen, als auch der Generatorfunktionen von OPALADIN durchgeführt. Es werden Feldtests mit Lehrenden zur Deklaration von graphenbasierten Modellierungsaufgaben anhand einer graphischen Oberfläche und Feldtests zur Evaluierung der Lerneffizienz der Studierenden mit OPALADIN abgehalten. Zur Bestimmung der Effektivität von Spaced-Repetition-Algorithmen und Gamification-Elemente in E-Assessments werden empirische Studien durchgeführt.

Im Rahmen des Arbeitspaketes 6, Dokumentation, werden u.a. die deklarative Anlage von Aufgabentypen mittels des graphischen Konfigurators, die optimale Nutzung der individualisierten Lernpläne für die Studierenden und die offenen Schnittstellen für externe Validierungsanwendungen dokumentiert.

Themen mit hohem Forschungsanteil werden mittels PoCs in kleineren Teilprojekten oder studentischen Abschlussarbeiten erprobt. Beispielsweise wird die Anwendung großer vortrainierter Sprachmodelle und bestehender Wissensgraphen zur Generierung von anschaulichen Aufgaben mit einem semantisch plausiblen und ausreichend typikalischen Kontext hinsichtlich des Aufgabentyps „SQL-Abfragen“ im Rahmen einer derzeitigen Masterarbeit erforscht.

Weitere klar separierbare Teilaspekte, wie die Umsetzung neuer Aufgabentypen, werden in mehreren Modulen zur Bearbeitung durch Studierende ausgeschrieben. Beispielsweise wurde die Umsetzung der Aufgabentypen, „Modellierung eines textuell beschriebenen Geschäftsprozess“, „Analyse und Synthese von chemischen Molekülen“, „Prüfmuster gemäß juristischer Paragraphennetzwerke“ und „Triadische Transformationen in Eulerschen Tonnetzen“ als Projektseminar der Bachelorstudiengänge Wirtschaftsinformatik, Medieninformatik und Informatik und als F&E-Themen für den Masterstudiengang Angewandte Informatik ausgeschrieben.

Die beschriebenen Erweiterungen des ALADIN Frameworks und die Integration in OPAL werden durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter ab Ende dieses Jahrs bis zum Projektabschluss umgesetzt.

**4 Erwartete Ergebnisse**

Die erwarteten Ergebnisse entsprechen den bereits formulierten Zielen.

Eventuelle Abweichungen dieser Ziele ergeben sich aus möglichen Limitationen hinsichtlich noch zu erforschender Themenbereiche. Dies betrifft insbesondere die womöglich zu hohe Laufzeitkomplexität generativer Grammatiken zur Generierung von Aufgaben, die fehlende Übertragbarkeit von Spaced-Repetition-Algorithmen auf kompetenzorientierte Aufgaben und eventuell nicht hinreichender Ressourcen zur Kontextualisierung von Modellierungsaufgaben. Es besteht zudem ein Risiko, dass die bereitgestellten Ressourcen zur Umsetzung der Ziele nicht ausreichen. Diesem Risiko wird entgegengetreten indem möglichst viele Teilaspekte in studentischen Projekt- und Abschlussarbeiten angeboten und umgesetzt werden.

Ziele aus Einleitung hier noch mal und umformulieren?

Risiken und Abweichungen gegenüber den Zielen?