

Untersuchung der Möglichkeiten der Kopplung des Audience Response Systems AMCS mit externen Learning-Management- Systemen (LMS)

Robert Peine

Matrikelnummer: 4512259

Immatrikulationsjahr: 2015

Bachelor-Arbeit

Betreuer

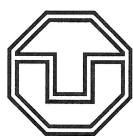
Dr.-Ing. Iris Braun

Dr.-Ing. Tenshi Hara

Betreuender Hochschullehrer

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Alexander Schill

Eingereicht am: 10. August 2018



Aufgabenstellung für die Bachelor-Arbeit

Thema: Untersuchung der Möglichkeiten der Kopplung des Audience Response Systems AMCS mit externen Learning-Management-Systemen (LMS)

Name:	Peine, Robert	Studiengang:	Bachelor Informatik
Matrikel-Nummer:	4512259	Projekt/Fokus:	AMCS
verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Alexander Schill			
involvierte Mitarbeiter:		Dr.-Ing. Iris Braun, Dr.-Ing. Tenshi Hara	
beginnen am:	25.5.2018	einreichen bis:	10.8.2018

Zielstellung

Am Lehrstuhl Rechnernetze wurden in den vergangenen Jahren mehrere prototypische Untersuchungen zum Einsatz technischer Werkzeuge im Lehrbetrieb durchgeführt. Unter anderem wurden Audience Response Systeme (ARS) in Vorlesungen und Übungen getestet; es wurden für den jeweiligen Einsatz valide Ergebnisse gewonnen. Am Ende der bisherigen Entwicklungen steht eine komplexe Anwendungsarchitektur und -plattform: Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS) mit zugehörigen mobilen Applikationen (Apps).

Derzeit ist es in AMCS nur eingeschränkt möglich, externe Inhalte einzubinden. Für Fragen können Anhänge deklariert werden, insbesondere können URLs zu extern gehosteten Inhalten, insbesondere Bildern, hinterlegt werden.

Ziel dieser Bachelor-Arbeit ist die Untersuchung der Möglichkeiten, Inhalte von Lehr-Management-Systemen (LMS) wie OLAT oder Moodle in AMCS transparent einzubinden. Dabei sollen den Nutzenden von AMCS in der Anzeige von Fragen diese Inhalte direkt angezeigt werden, ohne dass dabei erst ein Link angeklickt werden muss. Solche Inhalte können sein - sind aber nicht beschränkt auf - Bilder, Videos, Formeln, Skripte, aber auch Fragen an sich (bspw. aus Onyx).

Zur Erreichung des Ziels müssen verwandte Arbeiten untersucht, Schwierigkeiten identifiziert (bspw. XSS- und SOP-Mechanismen von Browsern), Anforderungen definiert, eine prototypische Implementierung durchgeführt, Nutzer befragt, und die Ergebnisse evaluiert werden. Am Ende soll nach Möglichkeit auch ein Empfehlungskatalog für die effiziente Nutzung der Einbindung für Lehrende stehen (in Form einer Bedienungsanleitung bzw. Nutzerdokumentation).

Prof. Dr. Alexander Schill

Schwerpunkte

- Analyse und Vergleich bestehender Ansätze und Lösungen,
- Definieren von Anforderungen und von Bewertungskriterien für die Anforderungserfüllung,
- Konzept zur Kopplung von AMCS mit externen LMS-Inhalten,
- prototypische Umsetzung des Konzepts am Bsp. eines externen Systems,
- Evaluation und Auswertung der Ergebnisse.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel *Untersuchung der Möglichkeiten der Kopplung des Audience Response Systems AMCS mit externen Learning-Management-Systemen (LMS)* selbstständig und ohne unzulässige Hilfe Dritter verfasst habe. Es wurden keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt. Die wörtlichen und sinngemäß übernommenen Zitate habe ich als solche kenntlich gemacht. Es waren keine weiteren Personen an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit beteiligt. Mir ist bekannt, dass die Nichteinhaltung dieser Erklärung zum nachträglichen Entzug des Hochschulabschlusses führen kann.

Dresden, 10. August 2018

Robert Peine

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	9
1.1. Motivation	9
1.2. Zielstellung	10
1.3. Aufbau der Arbeit	10
2. Grundlagen	13
2.1. IMS Question & Test Interoperability Specification (QTI)	13
2.2. Representational State Transfer (REST)	15
2.3. Open Authorization (OAuth)	15
2.4. IMS Learning Tools Interoperability (LTI)	16
3. Stand der Technik	17
3.1. Learning-Management-Systeme (LMS)	17
3.2. Audience-Response-Systeme (ARS)	20
4. Aktueller Stand von AMCS	25
5. Konzeption	31
5.1. Anforderungen	31
5.2. Möglichkeiten der Kopplung	33
5.3. Zusammenfassung	35
6. Implementierung	37
6.1. Kommunikation	38
6.2. Bereitstellung der Inhalte	38
6.3. Übersetzung in AMCS-Objekte	41
6.4. Übernahme von Fragen	43
6.5. Zusammenfassung	45
7. Validierung und Evaluation	47
7.1. Evaluationstechniken	47
7.2. Versuchsaufbau	49
7.3. Auswertung der Ergebnisse	51
7.4. Zusammenfassung	57
8. Zusammenfassung und Ausblick	59
Literatur	63

A. Anhang	i
A.1. Einleitung des Fragebogens	ii
A.2. Fragen vor dem Import der Einzelaufgaben	v
A.3. Fragen nach dem Import der Einzelaufgaben	ix
A.4. Übernahme mehrerer Fragen	x
A.5. Abschließende Fragen	xi
A.6. System Usability Scale	xii
A.7. User Experience Questionnaire	xiii
A.8. Freitextantworten im Rahmen der Befragung	xiv

1. Einleitung

1.1. Motivation

In unserer heutigen Leistungs- und Informationsgesellschaft nimmt Bildung einen hohen Stellenwert ein, da sie einen entscheidenden Einfluss auf den weiteren Werdegang einer Person besitzt. Es gab und gibt deshalb immer wieder Überlegungen, wie man die Vermittlung von Wissen und Können durch Lehrende an Lernende so gestalten kann, dass eine spätere Anwendung noch zu großen Teilen möglich ist.

In den Schulen kam lange Zeit ausschließlich der klassische Frontalunterricht zum Einsatz, bei dem die Lehrperson das Wissen im Rahmen eines Vortrages vermittelt. Da diese Methode mit den individuellen Lerngewohnheiten vieler Schüler nicht kompatibel zu sein schien, wurden andere Unterrichtsmethoden entwickelt, welche die Schüler durch die Abwechslung von Lehrvortrag und Interaktion bei der Erarbeitung des Lernstoffs stärker einbeziehen und durch eine Erhöhung der Aufmerksamkeit die Wahrscheinlichkeit, möglichst viele Lerninhalte behalten zu haben, verbessern sollen. [7]

Obwohl der Einsatz alternativer Lehrmethoden in Schulen mittlerweile allgemein üblich ist, wird im Rahmen der universitären Ausbildung nach wie vor auf das Modell der traditionellen Vorlesung gesetzt, welches ursprünglich im Mittelalter entstand, um mehreren Personen Buchinhalte durch das Vorlesen zugänglich zu machen, da zu jener Zeit nur wenige lesen konnten und Bücher teuer waren. [14]

Diese Divergenz zwischen der schulischen und universitären Ausbildung hinsichtlich der verwendeten Methodiken mag ihre Ursache darin haben, dass bei der akademischen Lehre eher fachliche und weniger didaktische Aspekte im Fokus stehen und beim Wissenserwerb die Eigeninitiative des Lernenden stärker vorausgesetzt werden soll. Ein großes Hindernis bestand zudem bisher darin, dass neuere Konzepte gerade bei großen Teilnehmerzahlen, wie sie an Universitäten üblich sind, nur schwierig realisiert werden konnten. [13]

Gerade in Vorlesungen mit hohen Teilnehmerzahlen findet die Kommunikation meist nur sehr einseitig in Form von Lehrvorträgen statt, welche den Studierenden keine aktive Teilnahme an der Wissensvermittlung, sondern nur ein rezeptives Lernen erlauben. Da die Aufmerksamkeitsspanne von Menschen nur rund 20 Minuten beträgt, nimmt ohne Formen der Interaktionen zwischen Lehrenden und Teilnehmenden im Verlauf der normalerweise 90 Minuten andauernden Vorträge die Konzentrationsfähigkeit und ebenso die Wahrscheinlichkeit, möglichst viel des vermittelten Lernstoffs behalten zu haben, schnell ab. [15] Aber auch wenn Lehrende ihren Vortrag zwischenzeitlich pausieren, um die Teilnehmenden beispielsweise durch Fragestellungen zu aktivieren, gibt es genügend Studierende, die nicht an einer Diskussion teilnehmen. Lehrende können auch deshalb auf Verständnisprobleme nur mangelhaft reagieren, da es ihnen gerade in größeren Veranstaltungen schwerfällt, einzuschätzen, inwieweit das soeben Erklärte von der Mehrheit der Studierenden erfasst wurde.

1. Einleitung

Moderne Technologien eröffnen den Lehrenden jedoch neue Möglichkeiten zur Gestaltung von Lehrveranstaltungen. Der Einsatz von Audience-Response-Systemen kann beispielsweise die Interaktivität zwischen Lehrenden und Studierenden erhöhen, da sie den Lehrenden erlauben, Fragen an die Teilnehmenden zu richten, die diese während der Veranstaltung anonym beantworten können, und anschließend auf das Ergebnis der Abstimmung zu reagieren. [13] Abstimmungssysteme können aber nicht nur dazu genutzt werden, um die Aufmerksamkeit der Studierenden im Verlauf der Vorlesung zu erhalten und die Diskussion zwischen Lehrenden und Lernenden zu fördern, sondern sie können auch den Wechsel des Lehrkonzeptes weg von einem statischen Frontalunterricht hin zu Methoden interaktiver Lehre begünstigen.

Aber auch außerhalb von Vorlesungen und Übungen können Learning-Management-System (LMS) zur Unterstützung des Lernprozesses eingesetzt werden, da sie Studierenden erlauben, zuvor bereitgestellte Lerninhalte abzurufen und im eigenen Lerntempo individuell zu verarbeiten. [3] Die Lerninhalte können dabei durch Lehrende mithilfe von Autorenwerkzeugen ohne Programmierkenntnisse für die Darstellung im Webbrowser aufbereitet und mit anderen audiovisuellen Medien kombiniert werden. Darüber hinaus können Tests mit vielfältigen Fragetypen, wie beispielsweise offenen Wissensfragen, Fragen mit Einfach- oder Mehrfachauswahl oder Freitextaufgaben, angelegt werden.

Die Erstellung von Fragen, welche zur Unterstützung des Lernprozesses bestmöglich geeignet sind, kann sich jedoch als sehr aufwendig darstellen, weshalb mit der Zusammenstellung qualitativ hochwertiger Tests auch ein hoher zeitlicher Aufwand verbunden sein kann. Es wäre deshalb erstrebenswert, dass einmal in Learning-Management-Systemen erstellte und durch diese zentral verwaltete Aufgaben in anderen Lernwerkzeuge, wie beispielsweise in Audience-Response-Systemen, wiederverwendet werden können.

1.2. Zielstellung

Am Lehrstuhl Rechnernetze der Technischen Universität Dresden wurden in den vergangenen Jahren mehrere prototypische Untersuchungen zum Einsatz technischer Werkzeuge im Lehrbetrieb durchgeführt. Im Zuge dessen wurde auch ein eigenes Audience-Response-System namens Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS) entwickelt.

Ziel dieser Bachelor-Arbeit ist es, zu untersuchen, inwiefern Inhalte von Learning-Management-Systemen in AMCS transparent eingebunden werden können. Dabei sollen den Nutzenden von AMCS die eingebundenen Inhalte bei der Darstellung von Fragen direkt angezeigt werden, ohne dass dabei erst ein Link angeklickt werden muss. Solche Inhalte können sein – sind aber nicht beschränkt auf – Bilder, Videos, Formeln, Skripte, aber auch Fragen an sich. Der Fokus liegt dabei auf einer Kopplung mit der Lernplattform OPAL, da diese an sächsischen Bildungseinrichtungen am häufigsten eingesetzt wird. Jedoch betrachtet die Arbeit auch von konkreten LMS unabhängige Konzepte und allgemeingültige Probleme, die bei einer derartigen Kopplung zweier Systeme berücksichtigt werden müssen.

Die prototypische Implementierung einer entsprechenden Kopplung hat außerdem zum Ziel, den Arbeitsablauf bei der Erstellung von Fragen in AMCS durch die Einbindung bereits vorhandener Inhalte zu vereinfachen und so die Nutzung für Lehrende attraktiver zu gestalten.

1.3. Aufbau der Arbeit

Nachdem die Zielstellung dieser Arbeit motiviert wurde, wird in Kapitel 2 das für die Analyse des Stands der Technik sowie die Auswahl geeigneter Konzepte notwendige Grundlagenwissen erläutert.

Nachfolgend wird im Kapitel 3 geprüft, inwiefern die zuvor vorgestellten Austauschformate und Protokolle zur Gewährleistung der Interoperabilität von gängigen Learning-Management-Systemen unterstützt werden. Außerdem werden andere Audience-Response-Systeme hinsichtlich vorhandener Kopplungsmöglichkeiten untersucht.

Im Kapitel 4 wird dann das Audience-Response-System AMCS kurz vorgestellt, wobei ein besonderes Augenmerk auf die Erstellung von Fragen sowie bestehende Funktionalitäten zur Einbindung externer Inhalte gelegt wird.

Das Kapitel 5 widmet sich zunächst der Auswahl geeigneter Anforderungen für eine Kopplung von AMCS mit Learning-Management-Systemen, um in der darauf aufbauenden Untersuchung verschiedene Lösungsansätze gegenüberzustellen und einen geeigneten Implementierungsentwurf anzufertigen.

Anschließend werden die Details der prototypischen Implementierung im Kapitel 6 unter Einbeziehung der technischen Voraussetzungen sowie der vorhandenen Technologien und Schnittstellen beschrieben.

Im Kapitel 7 wird geprüft, inwiefern die gestellten Anforderungen durch die prototypische Implementierung realisiert werden konnten. Um auch die Praxistauglichkeit überprüfen zu können, werden Nutzende befragt und Verlauf sowie Ergebnisse einer entsprechenden Evaluation präsentiert und interpretiert.

Eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse sowie weiterführende Gedanken zur Verbesserung der Interoperabilität beider Systemarten im Kapitel 8 runden die Arbeit ab.

2. Grundlagen

Um die Interoperabilität zwischen Systemen zu gewährleisten, müssen einerseits die Austauschformate, in denen die Nutzdaten kodiert werden, und andererseits die Protokolle bzw. Architekturen, mit deren Hilfe die Kommunikation stattfinden soll, zueinander kompatibel sein. Hinsichtlich der Interoperabilität zwischen Lernwerkzeugen haben sich einige Standards etabliert, deren Grundlagen für die Analyse des Stands der Technik sowie die Auswahl geeigneter Konzepte essenziell sind und deshalb im Nachfolgenden kurz erläutert werden sollen.

2.1. IMS Question & Test Interoperability Specification (QTI)

Ein direkter Austausch von Nutzdaten zwischen zwei Systemen ist nur dann möglich, wenn ein gemeinsames Datenformat verwendet wird. Die IMS Question & Test Interoperability Specification (QTI) ist ein vom IMS Global Learning Consortium definiertes Datenformat zur Darstellung von Tests, dessen Ziel es ist, den Austausch dieser Daten zwischen Lernplattformen zu ermöglichen. [12] Die momentan am häufigste genutzte Version dieser Spezifikation ist QTI 2.1, welche im September 2012 abschließend veröffentlicht wurde und auf die sich die weiteren Ausführungen beziehen. QTI ist zurzeit die einzige implementierungsunabhängige Spezifikation, die auch von einer Vielzahl an LMS unterstützt wird.

Die Spezifikation definiert zunächst ein Datenmodell, dass beispielsweise die Struktur von Fragen beschreibt, welches anschließend mithilfe von XML-Datenbindung in eine entsprechende XML-Repräsentation abgebildet wird. Die strukturellen und inhaltlichen Einschränkungen werden dabei durch ein XML-Schema (XSD) ausgedrückt. QTI stützt sich somit auf bereits vorhandene Standards, um bei der Implementierung des Formats auf bekannte Werkzeuge zurückgreifen zu können und den Aufwand damit gering zu halten. [10]

Es wäre wünschenswert, wenn dieses Datenformat erlauben würde, alle möglichen Fragetypen zu modellieren, um eine größtmögliche Interoperabilität zwischen Lernwerkzeugen herstellen zu können. Zu vielfältig sind jedoch die Möglichkeiten, Tests zu gestalten und es ist naheliegend, dass nicht jedes Lernwerkzeug alle Fragetypen unterstützen kann. Dennoch ist es das von QTI erklärte Ziel, eine Vielzahl möglicher Fragetypen abbilden zu können.

Das grundlegende Element von QTI ist das `assessmentItem`, welches sogenannte Interactions zusammen mit anderen Materialien, wie beispielsweise Texten und Bildern, sowie optionalen Regeln für die Berechnung der erreichten Punktzahlen beinhaltet. Um die grundlegende Funktionsweise zu veranschaulichen, ist in Abbildung 2.1 ein einfaches Beispiel für ein solches Item dargestellt, durch welches eine Multiple-Choice-Frage modelliert wird. Im Element `itemBody` ist die eigentliche Fragestellung sowie ein mit `choiceInteraction` bezeichnetes Element enthalten, welches einer von 20 durch QTI unterstützten Interaction entspricht und in den Elementen `simpleChoice` die für die jeweilige Interaction typischen Antwortoptionen beinhaltet. Innerhalb des Elements `itemBody` sind beliebig viele Interactions möglich. Dabei hilft

2. Grundlagen

das vergebene Attribut `responseIdentifier`, der jeweiligen Interaction die gültige `responseDeclaration` zuzuordnen. Die für die Interaction korrekten Antworten werden wiederum im zugehörigen Element `correctResponse` als Kindelemente `value` aufgeführt und durch den `identifier` des Elements `simpleChoice` referenziert. [11]

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <assessmentItem xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p1" xmlns:xsi="
  http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.
  imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p1 http://www.imsglobal.org/xsd/qti/ktiv2p1/
  imsqti_v2p1.xsd" identifier="choice" title="Example" adaptive="false"
  timeDependent="false">
3   <responseDeclaration identifier="RESPONSE" cardinality="multiple"
    baseType="identifier">
4     <correctResponse>
5       <value>AntwortA</value>
6       <value>AntwortC</value>
7     </correctResponse>
8   </responseDeclaration>
9   <outcomeDeclaration identifier="SCORE" cardinality="single"
    baseType="float">
10    <defaultValue>
11      <value>0</value>
12    </defaultValue>
13  </outcomeDeclaration>
14  <itemBody>
15    <p></p>
16    <choiceInteraction responseIdentifier="RESPONSE" shuffle="true"
      maxChoices="0">
17      <prompt>Welche Antwort ist richtig?</prompt>
18      <simpleChoice identifier="AntwortA"><p>Antwort A</p></simpleChoice>
19      <simpleChoice identifier="AntwortB"><p>Antwort B</p></simpleChoice>
20      <simpleChoice identifier="AntwortC"><p>Antwort C</p></simpleChoice>
21    </choiceInteraction>
22  </itemBody>
23  <responseProcessing template="http://www.imsglobal.org/question/qti_v2p1/
    rptemplates/match_correct" />
24 </assessmentItem>
```

Quelltext 2.1: Repräsentation einer Multiple-Choice-Frage als `assessmentItem`

Neben der Darstellung von Fragen kann auch die Auswertung von Lösungen mittels einer eigenen Programmiersprache innerhalb des Elements `responseProcessing` modelliert werden. Hierzu können beispielsweise die Elemente `and`, `not`, `sum`, `responseIf` oder sogar `patternMatch` zum Einsatz kommen. Die Spezifikation empfiehlt jedoch, für einfache Szenarien auf vorgefertigte Templates zurückzugreifen, um die Interoperabilität zwischen Systemen, die nur eine begrenzte Anzahl an Bewertungsmethoden besitzen, zu gewährleisten.

Beliebig viele `assessmentItem`-Elemente können zu einem Element `assessmentSection` und dieses wiederum zu einem Element `assessmentTest` zusammengefasst werden. Alle Dateien eines Tests werden entsprechend der Spezifikation IMS Content Packaging zu einem ZIP-Archiv hinzugefügt. Weiterhin ist in diesem Archiv eine Datei namens *imsmanifest.xml* enthalten, welche alle im Archiv vorhandenen Ressourcen aufführt. [11]

Aus den Möglichkeiten, den Inhalt des Elements `itemBody` beliebig zu gestalten, die insgesamt 20 von QTI unterstützten Interactions miteinander zu kombinieren und die Auswertung von Tests mittels einer eigenen Programmiersprache während des Response Processing zu steuern, wird schnell ersichtlich, dass es sich bei QTI um eine sehr umfangreiche Spezifikation handelt, durch die sich sehr viele Fragetypen und Auswertungsverfahren modellieren lassen. Gleichwohl folgt daraus auch, dass der Import von Tests im QTI-Format sehr aufwendig sein kann, wenn die Quelle und damit mögliche Einschränkungen, beispielsweise auf bestimmte Fragetypen, nicht vorab bekannt sind. Bei näherer Betrachtung zeigt sich auch, dass die Eigenschaften einzelner Elemente unterspezifiziert sind. So erlaubt QTI beispielsweise ein Item ohne `itemBody`, erklärt jedoch nicht, welche Bedeutung dies haben soll. Es ist nicht in allen Fällen gewährleistet, dass ein Test so importiert wird, wie es von der ursprünglichen Quelle bestimmt war, selbst wenn von beiden Systemen sämtliche Fragetypen in allen erdenklichen Varianten unterstützt werden. So zeigen Untersuchungen von Gorissen aus dem Jahr 2006, dass die von ihm untersuchten Systeme nur kleine Untermengen von QTI unterstützten. [6]

2.2. Representational State Transfer (REST)

Representational State Transfer (REST) ist ein von Roy Fielding im Jahre 2000 entwickelter Architekturstil, dessen Hauptziel der automatisierte Austausch von Informationen zwischen Systemen ist. REST beschreibt keinen eigenen Standard, greift aber auf andere standardisierte Protokolle oder Formate, wie beispielsweise HTTP, JSON oder XML, zurück.

Die Grundlage des Architekturstils bilden die folgenden Prinzipien [5]:

- Die Eigenschaften einer Client-Server-Architektur müssen erfüllt sein. Dabei kann der Client eine Ressource vom Server anfordern, der diese Anforderung beantwortet.
- Client und Server kommunizieren dabei zustandslos, d.h. jede Anfrage des Clients beinhaltet alle für den Server notwendigen Informationen, insbesondere wie sie zu verarbeiten ist.
- Caching kann genutzt werden, um einmal gesendete Daten bei gleichen Anforderungen nicht erneut vom Server anfragen zu müssen.
- Die Skalierbarkeit kann unter Einsatz mehrschichtiger Systeme verbessert werden.
- Einzelne Ressourcen werden in Anfragen identifiziert, zum Beispiel mit URIs in webbasierten REST-Systemen.
- Die Ressourcen selbst sind von den Darstellungen, die an den Client zurückgegeben werden, getrennt. Je nach Anforderungen können die Daten in verschiedene Darstellungsformen, wie beispielsweise JSON oder XML, zurückgegeben werden.
- Darstellungen können auf weitere Ressourcen verweisen.

REST fordert kein spezielles Protokoll auf der Anwendungsschicht, dennoch kommt hauptsächlich HTTP zum Einsatz. Dabei werden die Ressourcen per URL in einem HTTP-Request angesprochen, welcher im Header weitere Meta-Informationen über die Anforderung und im Content zum Beispiel die zu aktualisierenden Daten beinhalten kann. Die für den Request genutzte HTTP-Methode beschreibt dabei, welche Operation vom Server auszuführen ist. GET fordert beispielsweise eine bestimmte Ressource an, POST fügt eine neue Ressource unter einer angegebenen Ressource ein, PUT aktualisiert eine vorhandene Ressource und DELETE löscht eine bestimmte Ressource. Diese Methoden entsprechen demnach den grundlegenden CRUD-Operationen persistenter Speicher zum Erstellen (create), Lesen (read), Aktualisieren (update) und Löschen (delete).

2.3. Open Authorization (OAuth)

Da der Zugriff auf bestimmte Ressourcen ggf. nur von ausgewählten Personen möglich sein soll, ist es notwendig, dass sich diese authentifizieren. Hierzu wäre es naheliegend, Benutzername und Passwort mit jeder REST-Anfrage mitzuschicken. Dieses Vorgehen hat nicht nur den Nachteil, dass das Passwort und die Befugnisse des Nutzenden mit jedem Aufruf geprüft werden müssen. Es wird insbesondere problematisch, wenn ein Client (beispielsweise eine andere Webanwendung) im Namen des Nutzenden Ressourcen anfordern möchte, was voraussetzen würde, dass der Client die Benutzerdaten kennt und sämtliche Befugnisse wie der Nutzende selbst hat. Man spricht dabei vom sogenannten Password Anti-Pattern, welches die größte Motivation für die Entwicklung von Open Authorization (OAuth) war. Es handelt sich dabei um ein offenes Protokoll, das eine Token-basierte Authentifizierung ermöglicht und sich mittlerweile zum De-facto-Standard der Clientautorisierung bei APIs entwickelt hat.

OAuth 2.0 unterscheidet zwischen vier Rollen. Der Resource Owner ist diejenige Entität, die einem Client Zugriff auf seine geschützte Ressource geben möchte, welche durch den Resource Server zur Verfügung gestellt wird. Der Resource Server akzeptiert jedoch nur vom jeweiligen Resource Owner autorisierte Zugriffe. Diese Autorisierung wird mittels Access Tokens nachgewiesen, die vom Authorization Server nach erfolgreicher Authentifizierung des Nutzenden und Autorisierung für den jeweiligen Zugriff ausgestellt werden. [8]

2. Grundlagen

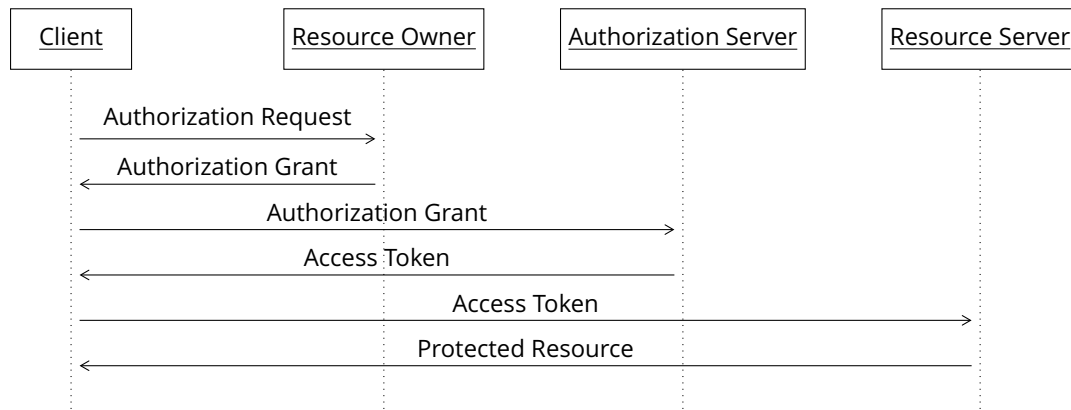


Abbildung 2.1.: Abstrakter Protokollfluss von OAuth 2.0 nach [8]

In Abbildung 2.1 ist ein abstrakter Ablauf des OAuth-2.0-Protokolls dargestellt. Um Zugriff auf die geschützte Ressource erhalten zu können, schickt der Client eine Autorisierungsanfrage an den Ressource Owner. Diese Aufforderung kann direkt, beispielsweise durch die Nachfrage nach den Benutzerdaten, geschehen, wird jedoch meist durch eine Weiterleitung im Browser des Nutzens über den Authorization Server als Mittler abgewickelt. Stimmt der Resource Owner zu, erhält der Client eine Autorisierungsgenehmigung. Diese Genehmigung nutzt der Client, um einen Access Token vom Authorization Server anzufordern, der diesen nur dann ausstellt, wenn die Autorisierungsgenehmigung des Resource Owners tatsächlich vorliegt. Der Client fragt abschließend mithilfe des Access Token die geschützte Ressource an, die er vom Resource Server nach Prüfung des Tokens erhält. [8]

2.4. IMS Learning Tools Interoperability (LTI)

Da es eine Vielzahl an unterschiedlichen Lernwerkzeugen gibt, ist der Wunsch, diese miteinander verbinden zu können, seit jeher vorhanden. Das IMS Global Learning Consortium hat hierzu einen Standard namens Learning Tools Interoperability (LTI) entwickelt, der es ermöglicht, externe Lernwerkzeuge mit Learning-Management-Systemen zu verbinden.

Um eine externe Anwendung (LTI-Tool-Provider) als Kursinhalt in einem LMS (LTI-Consumer) einbinden zu können, teilt der Administrator der externen Anwendung dem Kursadministrator die URL, einen Schlüssel (key) und ein Geheimnis (secret) mit, der diese wiederum gegenüber dem LMS mitteilt. Wählt der Nutzende einen LTI-Kursinhalt aus, nutzt das LMS diese Daten, um die externe Anwendung beim Nutzenden innerhalb eines Inlineframes oder eines neuen Browserfensters zu starten. Dem Nutzenden ist dabei nicht zwingend bewusst, dass das von ihm genutzte Lernwerkzeug außerhalb des LMS läuft, da es wie jedes andere transparent im LMS eingebunden werden kann. Die externe Anwendung erhält bei diesem Aufruf zudem eine Information zur Identität des Nutzenden in Form einer ID, Kursinformationen, die Rollen des Nutzenden sowie weitere Daten wie Name und E-Mail-Adresse, wobei die Übertragung der letztgenannten Details die Zustimmung des Nutzenden erfordert. [9]

3. Stand der Technik

3.1. Learning-Management-Systeme (LMS)

Nachdem in Kapitel 2 Austauschformate und Protokolle bzw. Architekturen vorgestellt wurden, welche die Interoperabilität zwischen Systemen gewährleisten sollen, wird nachfolgend geprüft, inwiefern diese von gängigen Learning-Management-Systemen unterstützt werden. Es existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Learning-Management-Systemen, die wiederum plattformabhängige Besonderheiten aufweisen. Die Untersuchung der durch LMS unterstützten Austauschformate und Zugriffsmöglichkeiten soll sich deshalb zunächst auf ausgewählte LMS beschränken, die eine möglichst hohe Verbreitung aufweisen.

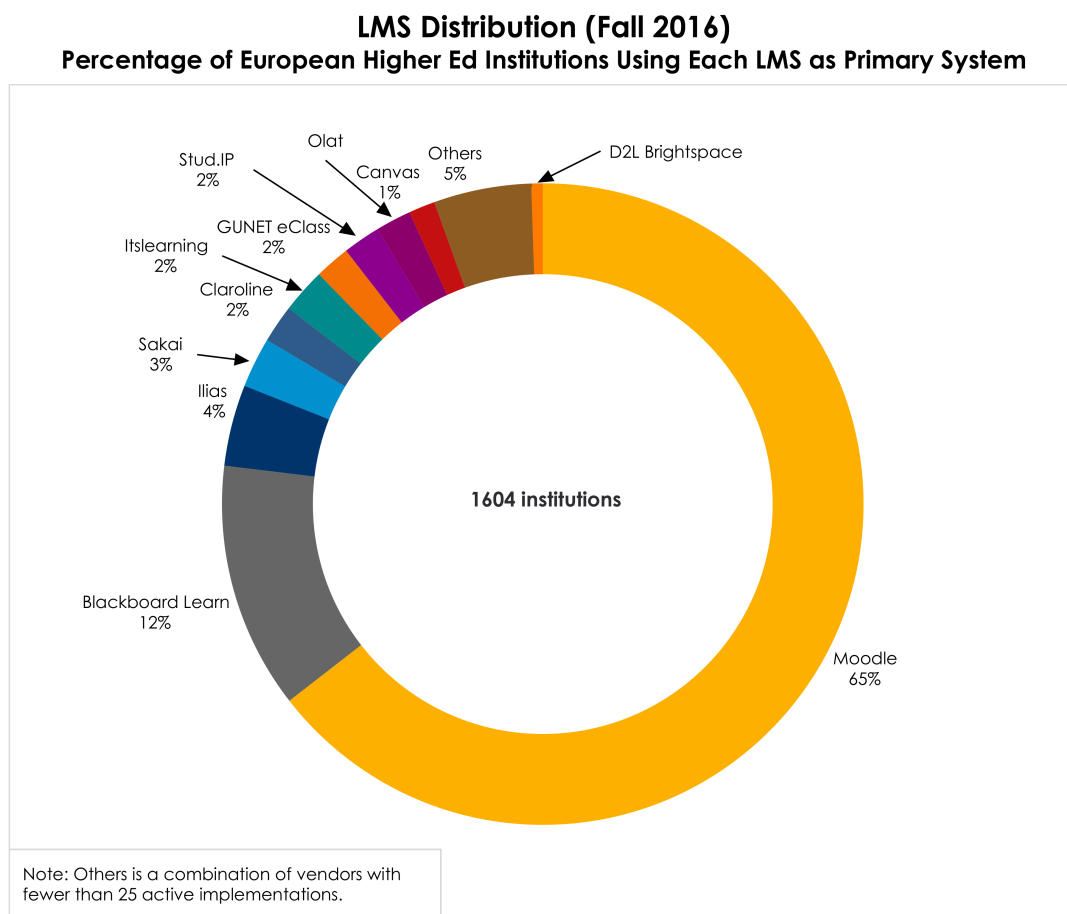


Abbildung 3.1.: Verbreitung von LMS an europäischen Hochschuleinrichtungen [16]

3. Stand der Technik

Im Herbst 2016 untersuchte MindWires [16], welches LMS an insgesamt 1604 europäischen Hochschuleinrichtungen primär eingesetzt wird. Wie der grafischen Darstellung dieser Ergebnisse in Abbildung 3.1 entnommen werden kann, ist Moodle mit einer Verbreitung von 64 % das am häufigsten eingesetzte LMS im europäischen Raum, gefolgt von Blackboard Learn, dessen Verbreitung jedoch von ursprünglich 30 % auf 12 % gesunken ist. Da in dieser Übersicht auch viele regionenspezifische Lösungen aufgeführt sind, AMCS jedoch momentan nur an deutschen Einrichtungen zum Einsatz kommt, erscheint es sinnvoll, die Situation an deutschen Hochschuleinrichtungen genauer zu betrachten.

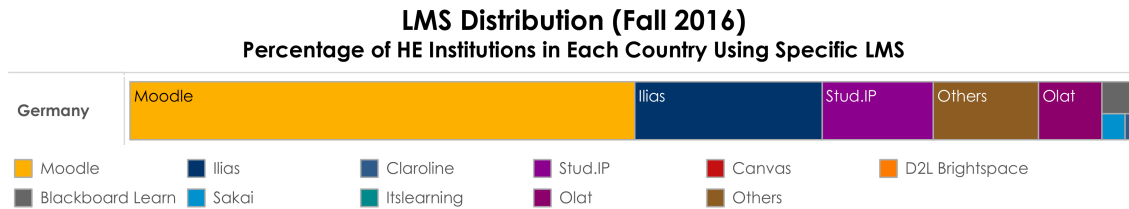


Abbildung 3.2.: Verbreitung von LMS an Hochschuleinrichtungen in Deutschland [16]

Die Aufschlüsselung der Verbreitung nach Ländern in Abbildung 3.2 zeigt wiederum, dass es sich bei Moodle¹, Ilias², Stud.IP³ und OLAT⁴ um die am häufigsten in Deutschland genutzten LMS handelt.

Moodle bietet keine Unterstützung für ein plattformunabhängiges Austauschformat für Fragen wie beispielsweise QTI, sondern nutzt ein eigenes auf dem XML-Standard basierendes Format für den Ex- und Import. Weiterhin ist es möglich, einige plattformspezifische Formate anderer LMS zu importieren. Nach der Aktivierung sogenannter Webservices durch die Administration ist der Zugriff auf Daten durch externe Anwendungen mittels REST, SOAP, XMLRPC oder AMF möglich. Hierzu sind bei der Einrichtung eines Services die gewünschten Funktionalitäten auszuwählen. Damit die Anwendung im Namen des Nutzenden agieren kann, muss dieser einen Sicherheitsschlüssel generieren und jenen anschließend in der externen Applikation hinterlegen.

Ilias unterstützt hingegen standardmäßig das QTI-Format für den Ex- und Import von Fragen. Eine Schnittstelle zur Nutzung von Daten durch externe Anwendungen existiert aber nicht. Das Hochschulrechenzentrum der Philipps-Universität Marburg entwickelte jedoch eine Erweiterung, die einen externen Zugriff mittels REST ermöglicht. Die Authentifizierung erfolgt durch eine Implementierung von OAuth.

Auch Stud.IP ermöglicht seit Version 3.0 den Zugriff auf Daten mittels einer REST-Schnittstelle. Diese Funktionalität muss durch die Administration aktiviert und die gewünschten REST-Routen separat freigeschaltet werden. Auf die meisten Ressourcen kann nur nach erfolgreicher Autorisierung zugegriffen werden. Neben der Anmeldung mit Nutzernamen und Passwort ist auch eine Authentifizierung via OAuth möglich. Die Nutzung gewisser REST-Routen kann dabei für die einzelnen Anwendungen freigeschaltet oder eingeschränkt werden. Für den Ex- und Import unterstützt Stud.IP aber kein plattformunabhängiges Austauschformat.

Wie anhand dieser Beispiele leicht zu erkennen ist, wäre es nur mit einem erheblichen Aufwand möglich, eine Kopplung dieser drei LMS mit AMCS herzustellen, da ebenso drei verschiedene Austauschformate betrachtet werden müssten, um einen Ex- und Import von Fragen zu ermöglichen. Es erscheint deshalb sinnvoll, aus der Vielzahl der LMS ein geeignetes auszuwählen, dass unter den Nutzenden von AMCS eine große Verbreitung besitzt und im Idealfall ein plattformunabhängiges Austauschformat unterstützt, sodass ebenso die Kopplung mit anderen LMS weitestgehend problemlos möglich ist. Dennoch sollte der zu implementierende Prototyp derart modular aufgebaut sein, dass die Unterstützung weiterer Austauschformate später ergänzt werden kann.

¹<https://moodle.org> (besucht am 07.08.2018)

²<https://www.ilias.de> (besucht am 07.08.2018)

³<http://www.studip.de> (besucht am 07.08.2018)

⁴<https://olat.org> (besucht am 07.08.2018)

Zu den am häufigsten an deutschen Hochschuleinrichtungen verwendeten LMS gehört auch OLAT. Auf dieses soll im Folgenden ein besonderes Augenmerk gelegt werden, da es als Basis für das an sächsischen Bildungseinrichtungen eingesetzte OPAL⁵ dient.

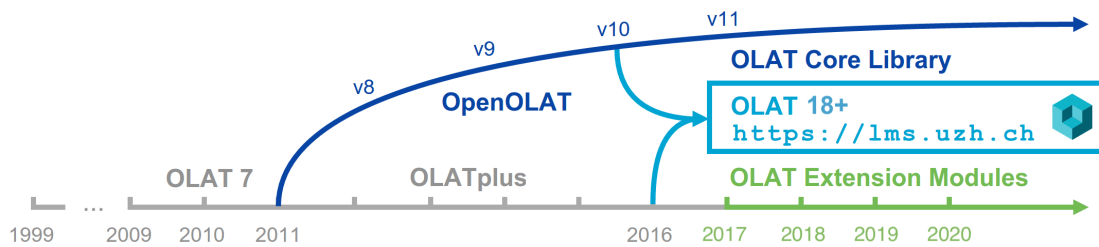


Abbildung 3.3.: Entwicklungsgeschichte von OLAT und OpenOLAT

In Abbildung 3.3 ist die Entwicklungsgeschichte von OLAT und OpenOLAT⁶ dargestellt. OLAT wird seit 1999 an der Universität Zürich entwickelt. Seit der Version 7 bietet OLAT eine REST-Schnittstelle für die Anbindung externer Anwendungen, die Möglichkeit zur Einbindung externer Lernwerkzeuge mittels mit LTI sowie die Unterstützung des Ex- und Imports von Fragen im Format QTI 2.1. Im Jahr 2011 entstand ein auf OLAT 7.1 aufbauender, unabhängiger Entwicklungszweig unter dem Namen OpenOLAT, der stetig weiterentwickelt wurde. 2016 wurden alle Änderungen von OpenOLAT bis zur Version 11 in OLAT integriert. OpenOLAT bildet seitdem die OLAT Core Library. Der Fokus der Universität Zürich richtet sich nun auf der Entwicklung neuer Funktionen im Rahmen sogenannter OLAT Extension Modules.

Es gibt eine umfangreiche Dokumentation der REST-API in OpenOLAT. Dabei wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass nicht alle Funktionen, die über die Weboberfläche nutzbar sind, mittels dieser Schnittstelle angesprochen werden können. So gibt es beispielsweise bis einschließlich der Version 12.4 keine Möglichkeit, Elemente aus dem Fragenpool zu exportieren. Jedoch ist es möglich, auf hochgeladene Dateien in Kursen oder in persönlichen Ordnern zuzugreifen und Lernressourcen oder vollständige Kurse zu exportieren. Im Zuge dieser Arbeit wurde ein Fehler festgestellt, der den Export einzelner Tests mittels der API verhinderte, aber nach einer entsprechenden Meldung sogleich in Version 13.4.2 behoben wurde. Problematisch stellt sich jedoch das historisch gewachsene Rechtesystem dar. So ist es beispielsweise nur möglich, Tests zu exportieren, die zuvor für alle Autoren freigegeben wurden, obwohl man als Besitzer der Lernressource auch ohne diese Freigabe Tests exportieren können sollte. Ebenso wird kein OAuth-ähnliches Protokoll zur Authentifizierung unterstützt.

OPAL wiederum ist ein durch die BPS Bildungsportal Sachsen GmbH verwaltetes LMS, das auf OLAT bzw. OpenOLAT basiert. Die Erstellung und Durchführung von Tests wird allerdings durch das eigens entwickelte Testsystem ONYX realisiert, welches in OPAL integriert ist, jedoch auch mittels LTI in andere Learning-Management-Systeme eingebunden werden kann. ONYX erlaubt den Ex- und Import von Fragen im Format QTI 2.1. Es ist bekannt, dass OPAL über eine REST-Schnittstelle verfügt, die jedoch nicht öffentlich dokumentiert ist, deren Funktionalitäten jedoch mit denen älterer OpenOLAT-Versionen weitgehend übereinstimmen.

⁵<https://bildungsportal.sachsen.de/opal> (besucht am 07.08.2018)

⁶<https://www.openolat.com> (besucht am 07.08.2018)

3.2. Audience-Response-Systeme (ARS)

Zur Untersuchung von Kopplungsmöglichkeiten wurden andere Audience-Response-Systeme hinsichtlich ihres Funktionsumfanges betrachtet. Die Systeme tweedback⁷, feedbackr⁸, Cliqr⁹ und invote¹⁰ besitzen weder eine Möglichkeit zur automatischen Kopplung mit anderen Lernwerkzeugen, noch ist ein Import von Fragen aus anderen Systemen möglich. Bei Cliqr handelt es sich um ein Plugin für das LMS Stud.IP, welches als solches auf die Datenbank des LMS direkt zugreift. Ziel bei der Konzipierung dieses ARS war es, spontan Fragen innerhalb von Lehrveranstaltungen stellen zu können und dabei nicht auf einen vorher angelegten Fragenpool zurückzugreifen, sondern die Fragen während der Veranstaltung zu formulieren. Das ARS feedbackr erlaubt zwar keinen Import, bietet jedoch einen Export von Daten in einem eigenen Format als XLSX- oder CSV-Datei an, insbesondere um die Antworten individuell auswerten zu können. Erwähnenswert bei diesem ARS ist, dass dieser Ergebnisexport direkt mit Google Sheets gekoppelt werden kann, um innerhalb einer Tabellendatei automatisch eine ständig aktuelle, komplexe Auswertung der Daten durchzuführen.

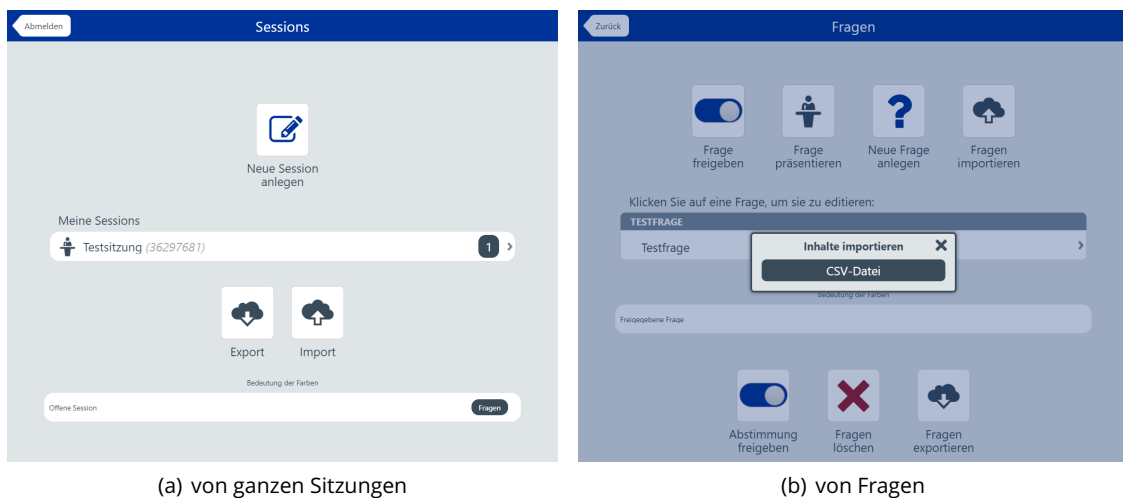


Abbildung 3.4.: Export und Import in ARSnova

ARSnova¹¹ bietet zwar keine automatische Kopplungsmöglichkeit mit LMS an, besitzt jedoch Funktionalitäten zum Export und Import ganzer Sitzungen sowie von Fragen, deren äußeres Erscheinungsbild in Abbildung 3.4 dargestellt ist.

Fragen können in einem eigenen Format als CSV-Datei exportiert und wieder importiert werden. Beim Export können jedoch keine einzelnen Fragen ausgewählt, sondern nur alle Fragen einer sogenannten Funktion der jeweiligen Sitzung wie beispielsweise Hörsaalfragen, Vorbereitungsaufgaben und Vortragsfolien gleichzeitig exportiert werden. Ebenso werden beim Import alle in der CSV-Datei enthaltenen Fragen hinzugefügt. Möchten Lehrende nur einige in der Datei enthaltenen Fragen importieren, müssen sie demnach entweder zuvor die CSV-Datei von Hand bearbeiten oder nachträglich die nicht gewünschten Fragen löschen. Da ARSnova keine Möglichkeit bietet, Dateien wie beispielsweise Bilder zur Einbindung in Fragen hochzuladen, müssen solche Ressourcen beim Export und Import nicht berücksichtigt werden. Die zur Formatierung von Texten genutzte Auszeichnungssprache Markdown wird auch beim Export und Import unterstützt.

Hinsichtlich des Imports reagiert das System ungewöhnlich, wenn Dateien nicht im geforderten Format vorliegen. Der Nutzende erhält über das Fehlschlagen des Imports keine Meldung. Ist gar ein für das System unbekannter Fragetyp angegeben, werden selbst korrekte

⁷<https://tweedback.de> (besucht am 07.08.2018)

⁸<https://www.feedbackr.io> (besucht am 07.08.2018)

⁹<http://www.cliqr.de> (besucht am 07.08.2018)

¹⁰<https://invote.de> (besucht am 07.08.2018)

¹¹<https://arsnova.app> (besucht am 07.08.2018)

Fragen nicht hinzugefügt und ein Dialogfenster zeigt für unbekannte Dauer an, dass der Import im Gange sei. Ein Weiterarbeiten ist nur nach dem Neuladen des Browserfensters möglich. Wie bereits erwähnt, ist weiterhin der Export und Import der gesamten Sitzung inklusive aller Fragen in einem eigenen Format als JSON-Datei möglich. Fehlen beim Importieren bestimmte Attribute, erscheint ebenfalls keine Fehlermeldung und die Sitzung wird erstellt. Alle, auch möglicherweise korrekte, Fragen werden jedoch nicht angezeigt. Dieses Problem lässt sich nur durch Löschen und Neuanlegen der gesamten Sitzung lösen.

Abbildung 3.5.: Formular zum Importieren von Fragen in PINGO

In Hinblick auf die Problemstellung dieser Arbeit stellt sich die Betrachtung der Vorgehensweise beim Export und Import von Fragen im Audience-Response-System PINGO¹² als besonders wichtig heraus. Zwar bietet auch dieses ARS keine Möglichkeit zur automatischen Kopplung mit externen Lernwerkzeugen, wie jedoch in Abbildung 3.5 zu sehen ist, erlaubt PINGO aber den Import von Fragen in verschiedenen Formaten und beschränkt sich dabei gleichzeitig auf die jeweiligen Quellen. So bietet das ARS beispielsweise keine Unterstützung für QTI im Allgemeinen, jedoch für die im QTI-Format exportierten Fragen des LMS Ilias, wenngleich aus anderen Quellen stammende Dateien im QTI-Format interpretiert werden können, dies jedoch nicht garantiert wird.

Nach der Auswahl des Formats werden die aus den jeweiligen Quellen zu erwartenden Frage-typen aufgeführt und angegeben, welche von diesen in PINGO unterstützt werden. Mit dem Absenden des Formulars wird die ausgewählte Datei hochgeladen und serverseitig ausgewertet, wobei die maximale Dateigröße durch die Konfiguration des Servers beschränkt ist. Da jedoch keine Archive, die möglicherweise in die Fragen eingebundene Bilder enthalten könnten, unterstützt werden, stellt diese Begrenzung kein größeres Problem dar. Ohnehin ist die Unterstützung von Archiven in PINGO nicht zwingend notwendig, da das ARS weder eine Möglichkeit zum Hochladen von Dateien noch zur Einbindung externer Inhalte mittels URL erlaubt.

¹²<https://pingo.upb.de> (besucht am 07.08.2018)

3. Stand der Technik

Darüber, dass Archive nicht auswertbar sind, werden Nutzende jedoch erst nach dem Absenden des Formulars und dem Hochladen der Datei durch eine nicht genau auf das Problem hinweisende Fehlermeldung informiert. Da das LMS Ilias beispielsweise in bestimmten Fällen beim Export von Fragen ein Archiv erstellt, muss dieses vor einem Import in PINGO durch Lehrende manuell entpackt und die korrekte XML-Datei von Hand ausgewählt werden.

Fehler beim Import der folgenden Fragen:

Frage	Art des Fehlers
Ordering Question	Frage typ nicht unterstützt

Die folgenden Fragen konnten erfolgreich importiert werden:

Frage
Multiple Choice Question (Single Answer)
Multiple Choice Question (Multiple Answers)
Numeric Question

Abbildung 3.6.: Erfolgs- und Fehlermeldungen nach dem Import in PINGO

Nach der serverseitigen Auswertung der hochgeladenen Datei wird für Fragen, die in PINGO nicht unterstützt werden können, eine wie in Abbildung 3.6 dargestellte Fehlermeldung angezeigt. Die übrigen Fragen werden ohne erneute Rückfrage oder der Möglichkeit, bestimmte Fragen zum Import aus- oder abzuwählen, direkt hinzugefügt. Sollen nur einige der in der Datei enthaltenen Fragen hinzugefügt werden, ist es demnach erforderlich, dass die Datei zuvor von Hand bearbeitet wird oder die nicht benötigten Fragen nachträglich wieder entfernt werden müssen. Da das ARS keine Auszeichnungssprache unterstützt, werden eventuell vorkommende Tags nicht interpretiert, sondern als Text angegeben.

Tritt bei der Auswertung ein unerwarteter Fehler auf, beispielsweise wegen einer fehlenden Frageformulierung, werden die übrigen, korrekte Fragen ebenfalls nicht hinzugefügt und es erscheint die in Abbildung 3.7 dargestellte Fehlermeldung, welche jedoch nicht direkt auf das konkrete Problem hinweist.

Fehler beim Import der folgenden Fragen:

Frage	Art des Fehlers
Fehler in Datei	Datei konnte nicht importiert werden. Möglicherweise ist sie falsch formatiert oder nicht im ausgewählten Format.

Abbildung 3.7.: Meldung bei unerwarteten Fehlern während des Imports in PINGO

Ein Blick in den Quellcode von PINGO zeigt den Aufbau der serverseitigen Auswertung der hochgeladenen Datei. Anhand der Formulareingabe wird der zu verwendende Parser ausgewählt und ein Objekt der jeweiligen Parser-Klasse erstellt. Auf dieses Objekt wird die durch jede Parser-Klasse bereitgestellte Methode `import()` aufgerufen.

Das Importformat *Ilias QTI* (wobei es sich um QTI 1.2 handelt) betrachtend wird innerhalb dieser Methode das XML-Dokument mittels eines DOM-Parsers eingelesen und über die einzelnen Fragenelemente iteriert. In jedem Iterationsschritt wird der Fragetyp anhand eines XML-Elementinhaltes bestimmt und ein Objekt des jeweiligen Fragetyps in PINGO erstellt, sofern dieser denn in PINGO unterstützt wird. Andernfalls wird eine Fehlermeldung hinzugefügt, die besagt, dass entweder der Fragetyp zwar bekannt aber nicht unterstützt wird oder dass er gänzlich unbekannt ist. Wird der Typ jedoch unterstützt, werden die entsprechenden Inhalte, wie beispielsweise der Fragetext und die Antwortoptionen, über die durch den DOM-Parser angelegte Baumstruktur entnommen und dem zuvor erstellten Frageobjekt zugewiesen.

Da die Angabe, ob eine Antwortoption korrekt ist, nicht direkt in jeder Antwortoption, sondern als Auflistung in einem anderen Teil des Dokuments steht, wird zunächst jede Option erstellt, der zugehörige Identifikator zwischengespeichert und im Anschluss über alle korrekten Optionen iteriert, um bei einer Übereinstimmung mit den zwischengespeicherten Identifikatoren das entsprechende Attribut des Antwortobjekts in PINGO zu setzen.

Die Methode `import()` sorgt dann dafür, dass das so erstellte Frageobjekt gespeichert wird und liefert als Rückgabewerte eine Liste mit Fehler- und Erfolgsmeldungen, die jeweils aus einem Typ und einem individuellen Text bestehen. Der Import aus anderen Format erfolgt ähnlich, jedoch erreicht keines der unterstützten Formate die im Kapitel 2 beschriebene Komplexität von QTI 2.1.

4. Aktueller Stand von AMCS

Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS) ist ein am Lehrstuhl Rechnernetze der Technischen Universität Dresden entwickeltes Audience-Response-System, das es Lehrenden ermöglicht, Fragen an Teilnehmende zu richten. Im Nachfolgenden soll der Ablauf bei der Erstellung von Fragen sowohl aus Sicht der Nutzenden als auch aus Anwendungssicht betrachtet werden, da dieser Prozess bei der Untersuchung der Möglichkeiten zur Einbindung externer Inhalte sowie der Implementierung eines Prototyps eine wesentliche Rolle einnimmt. Weiterhin wird untersucht, welche Funktionen zur Einbindung externer Inhalte in AMCS bereits existieren.

Abbildung 4.1.: Dialogfenster zur Fragenerstellung

4. Aktueller Stand von AMCS

Es wird zwischen Kursen und Lehrveranstaltungen in AMCS unterschieden, wobei mehrere Lehrveranstaltungen einem Kurs zugeordnet werden können und damit beispielsweise einzelne Vorlesungs- oder Übungstermine modellieren. Nach dem Login sehen Lehrende eine Übersicht über die von ihnen betreuten Lehrveranstaltungen und Kurse.

In AMCS ist es zwar momentan möglich, die Fragen eines Kurses oder einer Veranstaltung inklusive der Antworten durch Drücken der Schaltfläche  zu exportieren. Die als CSV-Datei zusammengestellten Daten können jedoch weder in AMCS noch in anderen Lernwerkzeugen mangels eines gemeinsam unterstützten Austauschformats importiert werden.

Um eine neue Frage hinzufügen zu können, muss eine neue Lehrveranstaltung angelegt oder eine bestehende ausgewählt und in den Fragen-Tab gewechselt werden. Durch Drücken der Schaltfläche  öffnet sich das in Abbildung 4.1 gezeigte modale Dialogfenster. In diesem kann zunächst der zu verwendende Fragekontext ausgewählt werden, welcher später die Sichtbarkeit der Frage beeinflusst. Dabei sind Folienfragen nur während einer bestimmten Folie aktiv, wohingegen Vorbereitungsfragen vor, Veranstaltungsfragen während und Nachbereitungsfragen nach einer Veranstaltung aktiv sind. Kursfragen sind im gesamten Kurskontext sichtbar.

Die Angabe eines Titels und einer Frageformulierung ist obligatorisch. Beide Felder sind in ihrer Zeichenlänge nicht begrenzt, lassen jedoch mangels der Unterstützung einer Auszeichnungssprache keine Möglichkeiten der Formatierung zu. Auch ist es im Moment nur möglich, auf externe Inhalte mittels eines Links innerhalb der Formulierung hinzuweisen. Seit März 2018 wird deshalb an einer Möglichkeit gearbeitet, Anhänge zu Fragen hinzufügen zu können. Abbildung 4.2 zeigt den Stand der Entwicklung im Juni 2018. Zu einer Frage können beliebig viele Anhänge vom Typ URL, Bild, Video, Code und Latex hinzugefügt werden, die aus der Sicht des an der Abstimmung Teilnehmenden untereinander nach der Frageformulierung aufgeführt werden. Für jeden Anhang ist der Inhalt sowie eine Beschreibung anzugeben, wobei der Inhalt bei Anhängen vom Typ Bild und Video nicht die Datei selbst, sondern ein externer Link zu diesen Dateien ist, da ein Dateiupload in AMCS nicht vorhanden ist.

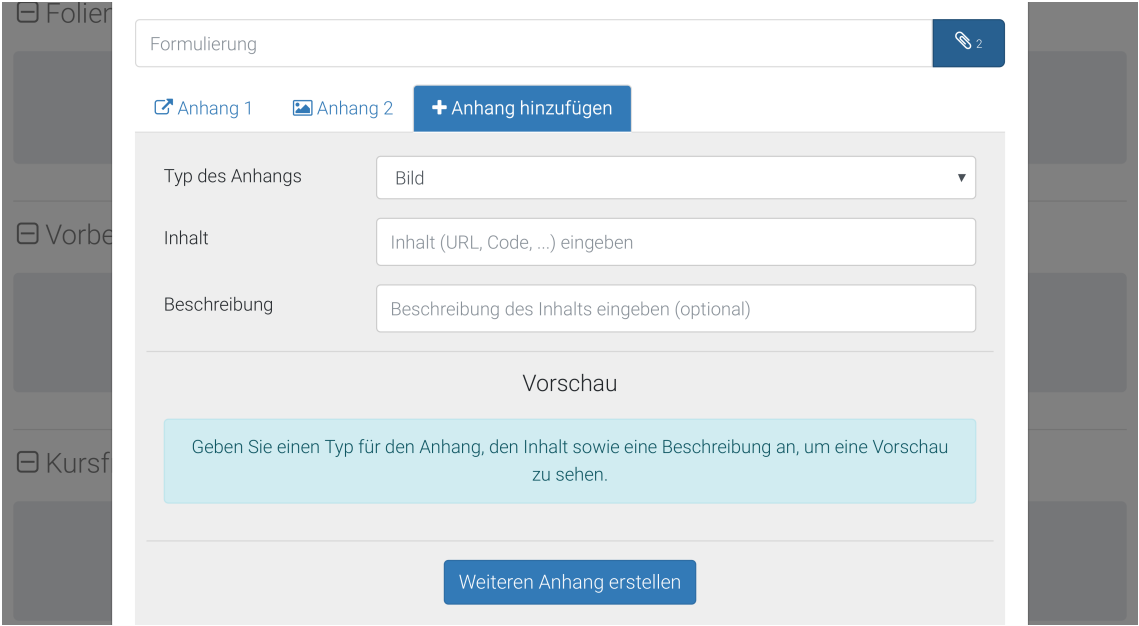


Abbildung 4.2.: Hinzufügen von Anhängen

Weiterhin ist einer von acht in AMCS unterstützten Fragetypen auszuwählen, deren besondere Eigenschaften Tabelle 4.1 entnommen werden können. Nach der Auswahl des gewünschten Fragetyps können die Antwortmöglichkeiten festgelegt werden, die in ihrer Anzahl sowie Zeichenlänge nicht begrenzt sind und ebenfalls keine Formatierung ermöglichen.

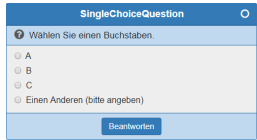
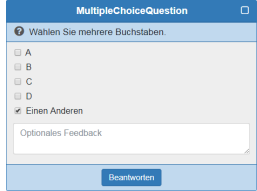
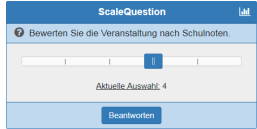
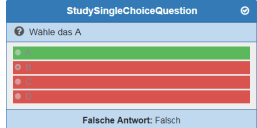
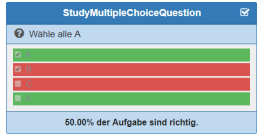
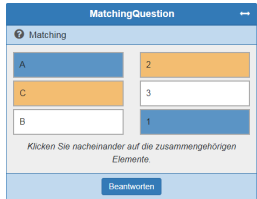
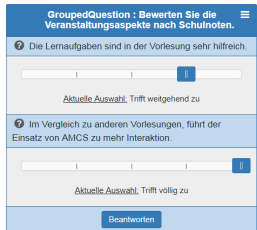
Frage­typ	Beschreibung	Beispiel
Einfachauswahl	Bei der Beantwortung kann genau eine Antwort ausgewählt werden. Bei der Erstellung müssen mindestens zwei Antwortoptionen eingerichtet werden, wobei für jede Option angegeben werden kann, ob Nutzende bei Auswahl der jeweiligen Antwort zusätzlich einen Text eingeben können.	
Mehrfachauswahl	Zur Beantwortung können mehrere Antworten ausgewählt werden. Es muss jedoch mindestens eine Option gewählt werden. Die Besonderheiten bei der Erstellung von Fragen mit Einfachauswahl gelten hier analog.	
Skalenfrage	Bei der Beantwortung kann genau eine Option mittels einer Skala gewählt werden. Ansonsten entspricht das Verhalten dem einer Frage mit Einfachauswahl.	
Einfachauswahl mit richtiger Antwort	Zur Beantwortung kann genau eine Antwort ausgewählt werden. Wurde eine falsche Antwort gewählt, kann die Frage ein weiteres Mal beantwortet werden. Bei der Erstellung müssen mindestens zwei Antwortoptionen eingerichtet sowie genau eine als korrekt markiert werden. Weiterhin muss für jede Option ein Feedbacktext angegeben werden, welcher nach der Beantwortung angezeigt wird.	
Mehrfachauswahl mit richtigen Antworten	Bei der Beantwortung können mehrere Antworten ausgewählt werden. Ansonsten entspricht das Verhalten dem einer Frage mit Einfachauswahl mit richtiger Antwort mit der Ausnahme, dass bei der Erstellung mindestens zwei Optionen als korrekt markiert werden müssen.	
Freitextfrage	Zur Beantwortung kann ein beliebiger Text gewählt werden. Die Eingabe des Nutzenden wird gespeichert, jedoch nicht mit einer möglicherweise gewünschten Antwort verglichen.	
Zuordnungsfrage	Bei der Beantwortung müssen die Optionen paarweise einander zugeordnet werden. Unvollständige Zuordnungen können hierbei nicht abgeschickt werden. Bei der Erstellung werden die korrekten Antwortpaare angegeben, wobei jedem Quellelement genau ein Zielelement zugeordnet wird. Die Angabe einer falschen Antwortalternative ist somit nicht möglich.	
Gruppierte Skalenfrage	Hierbei werden lediglich mehrere Skalenfragen mit gleichen Antwortmöglichkeiten zusammengefasst.	

Tabelle 4.1.: Fragetypen in AMCS

Nachdem insbesondere die Interaktion des Nutzens bei der Erstellung von Fragen betrachtet wurde, soll nachfolgend ein Überblick über das Zusammenspiel der beteiligten Klassen des Frontends gegeben werden. In Abbildung 4.3 sind die Klassen *Question*, *Answer*, *Matching*, *Choice* und *Group* in einem UML-Klassendiagramm dargestellt. Abhängig von der Ausprägung des Attributs *type*, welche den Fragetyp bestimmt, werden Aggregationen zu Entitäten der übrigen Klassen gebildet.

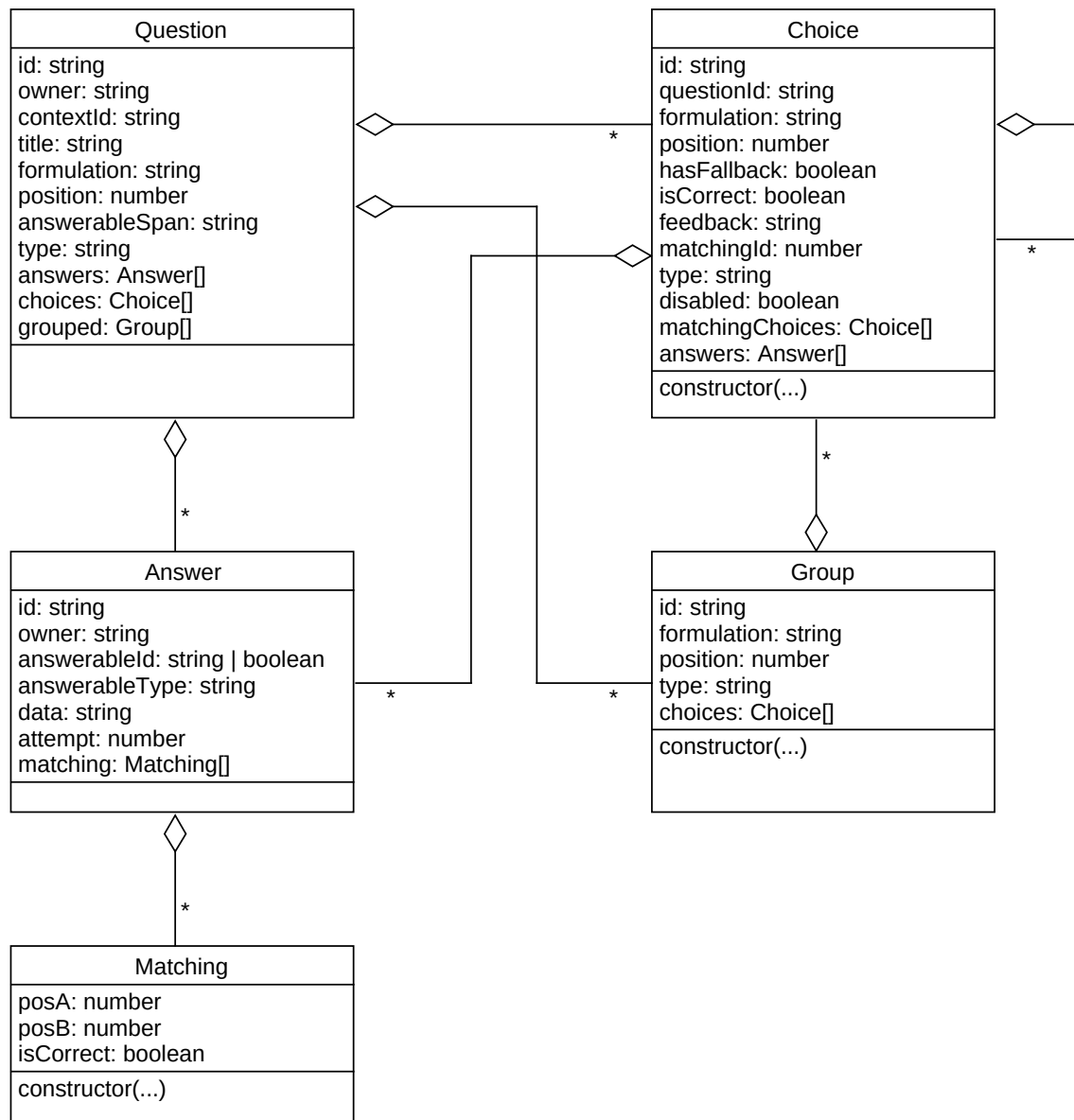


Abbildung 4.3.: UML-Klassendiagramm von *Question*, *Answer*, *Matching*, *Choice* und *Group*

Des Weiteren sind die Klassen *QuestionOverviewComponent*, *QuestionCreationAndOverviewComponent*, *QuestionCreationAndEditComponent* sowie *QuestionService* maßgeblich an der Erstellung und Bearbeitung von Fragen beteiligt. Dabei sorgt die Klasse *QuestionOverviewComponent* lediglich für die Darstellung einzelner Fragen innerhalb dem von der Klasse *QuestionCreationAndOverviewComponent* erzeugten Überblick. Sie stellt überdies Methoden zur Bearbeitung und Löschung ausgewählter Fragen zur Verfügung. Die Methode *deleteQuestion* nutzt dabei die gleichnamige Methode der Klasse *QuestionService*, welche ausschließlich für die Kommunikation mit dem Backend Verwendung findet. Anschließend wird die Methode *removeQuestion* der Klasse *QuestionCreationAndOverviewComponent* aufgerufen, um die im Überblick angezeigten Fragen zu aktualisieren.

Da für die Bearbeitung von Fragen ein eigenes Dialogfenster geöffnet werden muss, ruft die Methode `editQuestion` der Klasse `QuestionOverviewComponent` die Methode `receivedEditQuestion` der Klasse `QuestionCreationAndOverviewComponent` auf, die wiederum ihren Kontext auf das Bearbeiten von Fragen ändert und das Öffnen des Fensters veranlasst. Das Fenster ist Teil der Klasse `QuestionCreationAndEditComponent`, deren Methode `ngOnInit` beim Öffnen des Dialogs aufgerufen wird und beispielsweise dafür sorgt, das Formular mit den aktuellen Daten der Frage auszufüllen. Mit dem Absenden des Formulars wird die Methode `createOrEditQuestion` der Klasse `QuestionCreationAndEditComponent` aufgerufen, welche nach der Validierung der Eingaben des Nutzens und nach etwaigen Anpassungen an den genutzten Datenstrukturen die Methode `editQuestion` der Klasse `QuestionService` nutzt, um die Änderungen dem Backend bekannt zu geben. Abschließend wird die Methode `finishEditingQuestion` aufgerufen, die das Dialogfenster schließt und die Methode `editQuestion` der Klasse `QuestionCreationAndOverviewComponent` aufruft, um die im Überblick angezeigten Fragen zu aktualisieren.

Das Erstellen neuer Fragen erfolgt auf vergleichbare Art und Weise, nur dass der Kontext der Klasse `QuestionCreationAndOverviewComponent` vor dem Öffnen des Dialogfensters auf das Erstellen neuer Fragen geändert wird. Hierdurch ändert sich unter anderem das Verhalten der Methode `createOrEditQuestion` beim Absenden des Formulars.

5. Konzeption

Dieses Kapitel widmet sich zunächst der Auswahl geeigneter Anforderungen für eine Kopplung von AMCS mit Learning-Management-Systemen, um in der darauf aufbauenden Untersuchung verschiedene Lösungsansätze gegenüberzustellen und einen geeigneten Implementierungsentwurf anzufertigen.

5.1. Anforderungen

Um geeignete Konzepte zur Realisierung einer Kopplung zwischen AMCS und LMS auszuwählen, wurden folgende Anforderungen aufgestellt:

1. Die Passwörter der LMS-Nutzenden dürfen AMCS nicht bekannt sein.

Möchte AMCS im Namen eines bestimmten Nutzenden Ressourcen vom LMS anfordern, könnte es sich direkt mit den Benutzerdaten des LMS-Nutzenden authentifizieren. Dieses als Password Anti-Pattern bezeichnete Vorgehen sollte jedoch vermieden werden, da damit AMCS über die Benutzerdaten verfügt und sämtliche Befugnisse wie der Nutzende selbst besitzt. Selbst wenn dem Nutzenden dieses Vorgehen bekannt ist und er damit einverstanden ist, dass ein Dritter die eigenen Benutzerdaten kennt, trägt es doch zugleich dazu bei, dass Unbefugten eine weitere Möglichkeit geboten wird, durch Sicherheitslücken an geschützte Ressourcen oder die Benutzerdaten selbst zu kommen.

2. AMCS soll nur auf die einbindbaren LMS-Inhalte Zugriff erhalten.

Die Zugriffsberechtigungen von AMCS auf LMS-Inhalte sollte so restriktiv gestaltet werden können, wie es zur Erfüllung des Zwecks gerade noch notwendig ist. Im Falle dessen, dass der Nutzende den Zugriff auf bestimmte Daten durch AMCS zunächst bestätigen muss, bestünde andernfalls die Gefahr, dass Nutzende von der Kopplung keinen Gebrauch machen, da sie Bedenken bezüglich zu umfangreicher gestalteter Befugnisse auf ihre Daten haben. Ebenso werden durch das Einräumen zu großzügiger Berechtigungen Unbefugten mehr Möglichkeiten geboten, beispielsweise durch Sicherheitslücken in AMCS, an geschützte Daten zu gelangen. Deshalb sollten sich die Befugnisse von AMCS im Wesentlichen auf einen lesenden Zugriff prinzipiell einbindbarer Inhalte beschränken. Dahingehend entspricht es nicht dem Zweck der Kopplung, dass AMCS in der Lage ist, beispielsweise die eigenen Benutzerdaten im LMS zu ändern.

3. Die Anonymität bei der Teilnahme an Abstimmungen muss gewährleistet werden.

Sollte es notwendig sein, dass sich Teilnehmende zur Beteiligung an Abstimmungen in AMCS zunächst mit ihren Nutzerdaten des LMS einloggen müssen, würde dies der für Audience-Response-Systeme typischen Eigenschaft der anonymen Teilnahme zuwiderlaufen, da Teilnehmende den Eindruck gewinnen könnten, dass die von ihnen abgegebene Antwort nachträglich ihrer Person zugeordnet werden kann, was zu einer geringeren Partizipationsbereitschaft führen könnte. Selbst wenn die Zuordnung von Antworten zu Personen technisch ausgeschlossen sein sollte, ist einem unwissenden Nutzenden nur schwierig glaubhaft zu

vermitteln, dass durch AMCS keine Rückschlüsse zur eigenen Person getroffen werden können, wenn sie sich zuvor in einem System einloggen müssen, in welchem Daten wie Namen und E-Mail-Adresse hinterlegt sind oder gar eine Verknüpfung mit dem Universitätsaccount vorliegt. Ebenso kann ein vorher notwendiger Login die Benutzerfreundlichkeit negativ beeinflussen, da die Teilnahme an Abstimmungen häufig mit mobilen Endgeräten erfolgt, über welche die zusätzliche Eingabe von Benutzername und Passwort zeitaufwendig sein kann. Dies könnte ebenfalls eine geringere Partizipationsbereitschaft zur Folge haben, was zu vermeiden ist.

4. Die eingebundenen Inhalte sollen unabhängig von der Erreichbarkeit des LMS abrufbar sein.

Auf plötzliche Störungen der Erreichbarkeit des LMS, beispielsweise aufgrund von unangekündigten Wartungsarbeiten oder Überlastungen, kann AMCS als externes System nicht kurzfristig reagieren. Müssen jedoch zur Durchführung von Abstimmungen Inhalte vom LMS abgerufen werden und ist dieses zum Zeitpunkt der Veranstaltung nicht erreichbar, können folglich keine Abstimmungen durchgeführt werden. Der Zeitraum, indem auf Inhalte des LMS zugegriffen wird, sollte demnach so gering wie möglich und der Zeitpunkt des Zugriffs so unflexibel wie nötig gehalten werden, damit etwaige Erreichbarkeitsprobleme den Ablauf von Veranstaltungen nicht stören können.

5. Alle von AMCS und LMS gemeinsam unterstützten Frageformate sollen eingebunden werden können.

Wie in Tabelle 4.1 zu sehen ist, unterstützt AMCS im Vergleich zu gängigen Learning-Management-Systemen mit grundsätzlich nur 5 sich stark unterscheidenden Varianten und insgesamt 8 Typen eine begrenzte Anzahl an Frageformen. So unterstützt Onyx beispielsweise hingegen 13 verschiedene Fragetypen. Die Implementierung in AMCS fehlender, jedoch von gängigen LMS unterstützter Frageformen, scheint jedoch nicht zielführend zu sein, da sich viele Frageformate für Audience-Response-Systeme nicht eignen, unter anderem auch deswegen, weil sie sich nicht spontan mit einem mobilen Endgerät beantworten lassen. Die minimale Anforderung einer Kopplung besteht deshalb darin, dass gemeinsam unterstützte Frageformate in AMCS eingebunden werden können.

6. Wenn die Einbindung nicht möglich ist, sollen sinnvolle Fehlermeldungen zurückgegeben werden.

Es ist abzusehen, dass durch die eingeschränkte Anzahl an unterstützten Fragetypen von AMCS wegen fehlender Kompatibilität des Öfferns bei der Einbindung Fehler auftreten können. Aussagekräftige Fehlermeldungen sollen den Lehrenden dabei helfen, die einzubindenden Inhalte ggf. so anzupassen, dass sie eingebunden werden können. Auf angemessene Fehlerhinweise ist auch deshalb zu achten, da damit zu rechnen ist, dass AMCS nicht nur von technisch versierten Nutzenden bedient wird. Diese müssen ebenso auf Abweichungen des normalen Ablaufs reagieren können. Weiterhin sind die durch den Benutzer oder ein LMS bereitgestellten Daten zu validieren, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass diese vollständig dem jeweils genutzten Standard entsprechen. Auf für die Einbindung relevante Abweichungen sind Nutzende hinzuweisen, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

7. Wenn ein Test nicht vollständig eingebunden werden kann, sollen zumindest die von AMCS unterstützten Teile eingebunden werden.

Tests können aus mehr als einer Frage bestehen. Kann ein Element des Tests nicht eingebunden werden, so sollte dies keinen Einfluss auf die übrigen Elemente haben, sofern diese auf das nicht einbindbare Element verzichten können. Diese Anforderung soll der Vereinfachung des Arbeitsablaufs des Lehrenden dienen, indem auf eine manuelle Korrektur des Tests innerhalb des LMS oder der Manipulation einer vom LMS exportierten Datei verzichtet wird, wenn Lehrende auf die nicht unterstützten Elemente ohnehin verzichten können, da sie sich beispielsweise im Kontext von ARS nicht eignen würden.

8. Die Reihenfolge der einzubindenden Fragen soll erhalten bleiben.

Fragen als Bestandteil von Tests haben innerhalb von Learning-Management-Systemen eine festgelegte Position, da sie aufeinander aufbauen können oder dem Verlauf der Veranstaltung bzw. eines zugrundeliegenden Skripts folgen. Einerseits kann diese Reihenfolge durch den Lehrenden aus eben dieser Gründe auch innerhalb von AMCS gewünscht sein, andererseits würde es bei Lehrenden für Irritationen sorgen, wenn die Fragen in AMCS in beliebiger

Reihenfolge vorliegen würden, obwohl sie doch innerhalb des LMS sortiert sind, insbesondere im Umgang mit Fehlermeldungen aufgrund fehlender Kompatibilität. Auf den Erhalt der Reihenfolge ist jedoch besonders bei asynchronen Abrufen oder paralleler Verarbeitung gesondert zu achten.

9. Bei der Einbindung kompletter Tests durch den Lehrenden sollen einzelne Fragen übersprungen werden können.

Da der Lehrende bei der Einbindung mehrerer Fragen als Bestandteil eines Tests jederzeit abbrechen kann, muss darauf geachtet werden, dass bei einem erneuten Versuch bereits eingebundene Fragen zumindest manuell übersprungen werden können. Diese Anforderungen hat weiterhin zum Ziel, den Arbeitsablauf des Lehrenden zu vereinfachen, da Korrekturen des betreffenden Tests durch Löschen der nicht einzubindenden Fragen innerhalb des LMS oder einer vom LMS exportierten Datei nicht notwendig sind.

5.2. Möglichkeiten der Kopplung

Im Folgenden sollen einige konzeptionelle Überlegungen zur Herstellung einer Kopplung dargestellt werden. Dabei wird zunächst unabhängig von vorhandenen Technologien und Schnittstellen geprüft, ob diese den in Abschnitt 5.1 formulierten Anforderungen genügen. Sollte dies der Fall sein, werden die technischen Voraussetzungen in die Auswahl eines geeigneten Konzepts einbezogen.

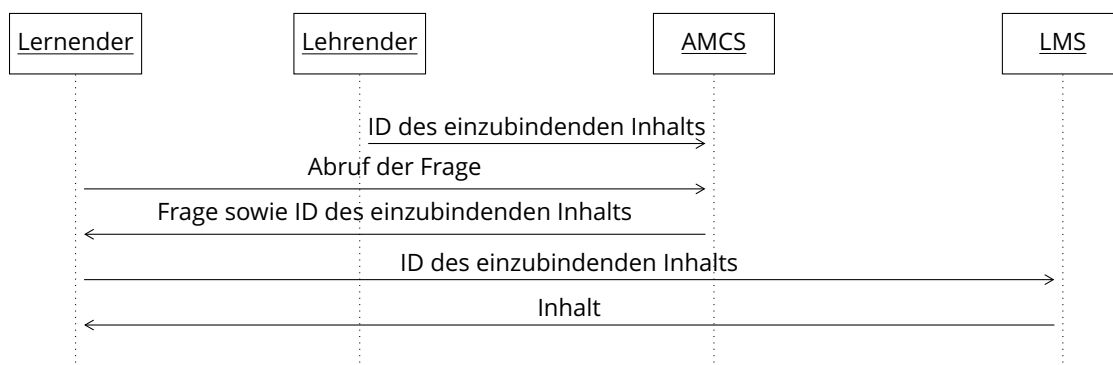


Abbildung 5.1.: Abruf externer Inhalte durch Client des Lernenden

Die erste in Abbildung 5.1 dargestellte Möglichkeit besteht darin, dass der Lehrende AMCS eine ID bekannt gibt, mit dessen Hilfe der einzubindende Inhalt des LMS eindeutig bestimmt werden kann. Beim Abruf der Frage, in die der Inhalt eingebunden werden soll, erhält der Client neben den übrigen Frageinhalten die ID des einzubindenden Inhalts. Der Client wendet sich damit an das LMS und erhält von diesem den angeforderten Inhalt, der daraufhin transparent eingebunden wird. Sofern die Inhalte zugriffsbeschränkt sind, muss sich jedoch bei dieser Variante der Client des Lernenden gegenüber dem LMS authentifizieren. Hierzu wäre eine Eingabe von Benutzername und Passwort durch den Lernenden notwendig, wodurch die Anforderung 3 nicht erfüllt wird. Weiterhin kann es zu Komplikationen kommen, wenn das LMS während der Veranstaltung nicht erreichbar ist, da die Daten vom Client des Lernenden beim LMS üblicherweise genau zu diesem Zeitpunkt abgerufen werden sollen. Die Anforderung 4 kann folglich ebenfalls nicht erfüllt werden.

5. Konzeption

Um das Problem der Authentifizierung des Clients gegenüber dem LMS zu umgehen, wird in Abbildung 5.2 eine Variante gezeigt, bei welcher der Inhalt des LMS nicht direkt vom Client des Lernenden, sondern von AMCS abgerufen wird. AMCS dient damit als Mittler des einzu-bindenden Inhalts zwischen Lernenden und dem LMS. Bei dieser Variante muss sich jedoch AMCS gegenüber dem LMS authentifizieren, was voraussetzt, dass AMCS die Berechtigung zum Zugriff auf alle prinzipiell einbindbaren Inhalte des LMS erhält oder zuvor vom Lehren-den eine Zugriffsberechtigung eingeräumt wird. Letzteres ist im Sinne der Anforderung 2 klar zu bevorzugen. Der Verwendung von AMCS als Mittler führt jedoch auch zu einer höheren Netzwerkauslastung des AMCS-Systems durch wiederholte Zugriffe auf das LMS, die auch unter Nutzung von Caching-Verfahren zu erwarten ist. Weiterhin wird durch diese Lösung die Anforderung 4 offensichtlich nicht erfüllt.

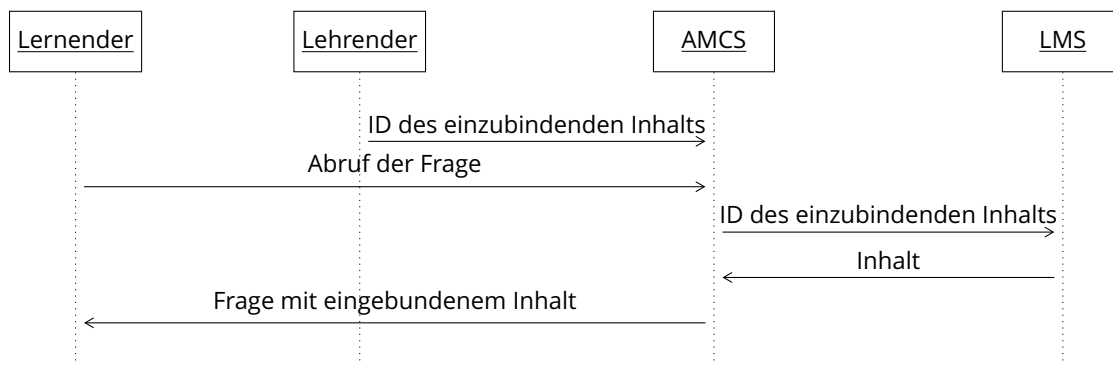


Abbildung 5.2.: Abruf externer Inhalte durch AMCS

Um dieser Anforderung gerecht zu werden, zeichnet sich ab, dass die Inhalte während Veranstaltungen nicht vom LMS, sondern von AMCS bereitgestellt werden müssen. Abbildung 5.3 zeigt, dass bei der Einbindung von externen Inhalten diese durch AMCS vom LMS abgerufen und in AMCS gespeichert werden, sodass AMCS in der Lage ist, diese Inhalte dem Lernenden beim Abruf der Frage direkt bereitzustellen. Die Anforderung 4 wird damit erfüllt, da die Erreichbarkeit der Inhalte während der Durchführung von Veranstaltungen nicht mehr von der Erreichbarkeit des LMS abhängt. Nur bei der initialen Einbindung ist die Erreichbarkeit des LMS notwendig, was jedoch der Anforderung nicht widerspricht, da der Zeitraum des Zugriffs so gering wie möglich ist und nicht zwingend zu einem bestimmten Zeitpunkt zu-gegriffen werden muss. Bei dieser Variante ist es immer noch erforderlich, dass sich AMCS gegenüber dem LMS authentifiziert, um auf zugriffsbeschränkte Inhalte zugreifen zu kön-nen. Wie bereits bei der Betrachtung der vorhergehenden Möglichkeit festgestellt wurde, sollte der Lehrende hierzu AMCS eine Zugriffsberechtigung erteilen. Die Eingabe der eigenen Benutzerdaten in AMCS würde wiederum gegen die Anforderung 1 verstoßen, weshalb statt-dessen ein Token-basiertes Verfahren einzusetzen ist. Wichtig hierbei wäre, dass AMCS bei diesem Verfahren nur die für die Einbindung notwendigen Befugnisse eingeräumt werden können, um der Anforderung 2 gerecht zu werden.

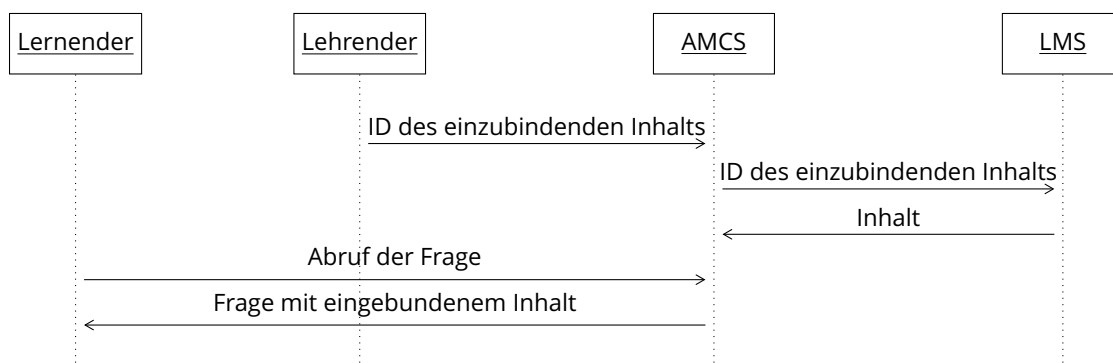


Abbildung 5.3.: Speicherung des Inhalts in AMCS nach direktem Abruf

Aus diesem Grund wurde die in Abbildung 5.3 dargestellte Variante entwickelt, bei welcher der Client des Lehrenden als Mittler zwischen AMCS und LMS agiert. Die Inhalte werden dabei vom Client des Lehrenden direkt beim LMS abgefragt, was dazu führt, dass AMCS keinerlei Berechtigung für den Zugriff eingeräumt werden muss. Damit erfüllt diese Variante automatisch die Anforderung 1, da AMCS nicht im Besitz von Passwörtern sein muss, und die Anforderung 2, weil AMCS zu keinem Zeitpunkt mit dem LMS kommuniziert. Der Client des Lehrenden kann sich mittels der eingegebenen Benutzerdaten gegenüber dem LMS authentifizieren und erhält somit Zugriff auf den einzubindenden Inhalt, der wiederum an AMCS übertragen wird.

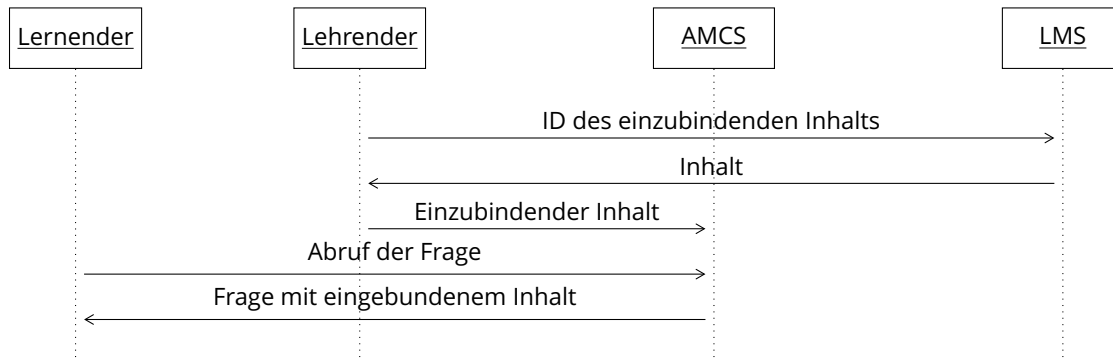


Abbildung 5.4.: Speicherung des Inhalts in AMCS mit Lehrendem als Mittler

Nachteilig bei dieser Variante ist jedoch die offensichtlich höhere Übertragungszeit bei der initialen Einbindung von Inhalten durch größere Übertragungswege. Gleichzeitig muss damit gerechnet werden, dass die Verbindung des Lehrenden zum AMCS bzw. LMS ohnehin eine geringere Bandbreite als eine direkte Verbindung zwischen beiden Systemen aufweist. Erhöhtend kommt hinzu, dass Breitbandanschlüssen für Konsumenten mit höherer Empfangs- als Senderate ausgestattet sind und damit die Übertragung der Inhalte vom Client zu AMCS automatisch eine längere Zeit in Anspruch nimmt. Idealerweise würde eine solche Variante so implementiert werden, dass für den Nutzenden nicht sichtbar ist, dass sein Client als Mittler zwischen beiden Systemen tätig wird. Der Zugriff auf das LMS und der anschließende Upload der Inhalte in AMCS könnte mittels JavaScript, das von aktuellen Webbrowsern unterstützt wird und zur Nutzung von AMCS ohnehin aktiviert sein muss, im Hintergrund geschehen.

5.3. Zusammenfassung

Im Rahmen der Anforderungsanalyse ergab sich, dass bei der Konzeption ein besonderer Wert darauf gelegt werden sollte, dass die Passwörter der LMS-Nutzenden AMCS nicht bekannt sein dürfen, AMCS nur auf die einbindbaren LMS-Inhalte Zugriff erhalten soll, die Anonymität bei der Teilnahme an Abstimmungen gewährleistet werden muss und die eingebundenen Inhalte unabhängig von der Erreichbarkeit des LMS abrufbar sein sollen.

Daneben wurden aber auch funktionelle Anforderungen formuliert. So sollten alle von AMCS und LMS gemeinsam unterstützten Frageformate eingebunden werden können und im Fehlerfall sinnvolle Hinweise zurückgegeben werden. Wenn ein Test nicht vollständig eingebunden werden kann, so sollen zumindest die von AMCS unterstützten Teile eingebunden werden. Außerdem sollen bei der Einbindung kompletter Tests einzelne Fragen übersprungen werden können und die Reihenfolge der einzubindenden Fragen erhalten bleiben.

Nachdem diese Anforderungen aufgestellt und begründet wurden, konnten vier Konzepte zur Herstellung einer Kopplung vorgestellt und hinsichtlich ihrer Anforderungserfüllung geprüft werden. Tabelle 5.1 zeigt zusammenfassend das Ergebnis dieser Prüfung, wobei die mit dem Symbol — gekennzeichnete Felder darauf hinweisen, dass die Anforderung nur unter bestimmten technischen Voraussetzungen erfüllt werden kann.

	Abruf externer Inhalte durch Client des Lernenden	Abruf externer Inhalte durch AMCS	Speicherung des Inhalts in AMCS nach direktem Abruf	Speicherung des Inhalts in AMCS mit Lehrendem als Mittler
Unwissen über Passwörter	✓	–	–	✓
Zugriffsbe- schränkung	–	–	✓	✓
Gewährleistung der Anonymität	✗	✓	✓	✓
Unabhängigkeit von der Erreich- barkeit	✗	✗	✓	✓

Tabelle 5.1.: Überblick über die Anforderungserfüllung der Konzepte

Die erste Variante, bei welcher der Client des Lernenden die extern eingebundenen Inhalte beim LMS abrufen, konnte aufgrund der notwendigen Authentifizierung bei Abstimmungen die Anonymität nicht gewährleisten. Ebenso können die eingebundenen Inhalte während Abstimmungen nur abgerufen werden, wenn das LMS zu dieser Zeit auch erreichbar ist. Die Anforderungen hinsichtlich der Unabhängigkeit von der Erreichbarkeit des LMS wird auch bei der zweiten Variante verletzt, bei welcher die externen Inhalte durch AMCS bei jedem Aufruf des Clients abgerufen werden. Lediglich die zwei verbleibenden Konzepte, bei denen die externen Inhalte in AMCS gespeichert werden, konnten alle zuvor formulierten Anforderungen erfüllen.

Da die übrigen Anforderungen in allen Konzepten grundsätzlich realisierbar sind, wurden diese im Rahmen der Prüfung nicht näher betrachtet. Diese sind jedoch bei der prototypischen Implementierung entsprechend zu berücksichtigen. Nachdem zwei Konzepte ohne Beachtung vorhandener Technologien und Schnittstellen den Anforderungen genügen, werden im nachfolgenden Kapitel die technischen Voraussetzungen in die Auswahl eines geeigneten Konzepts einbezogen.

6. Implementierung

Hinsichtlich der Realisierbarkeit stellt sich die im Kapitel 5 letztgenannte Variante, bei welcher der Inhalt in AMCS gespeichert wird und der Lehrende als Mittler dient, als die beste heraus, da sie zunächst keinen Widerspruch mit den aufgeführten Anforderungen aufweist. Zwar verletzt die Variante, bei der die Inhalte durch AMCS abgefragt und dort gespeichert werden, auch keine Anforderungen, jedoch besitzen wie in Kapitel 3 beschrieben die wenigsten Learning-Management-Systeme Mechanismen zur Token-basierten Authentifizierung. Dahingegen gibt es weitaus mehr LMS, die eine Schnittstelle anbieten, über welche sich mittels Benutzername und Passwort authentifiziert werden kann. Die letztgenannte Variante stellt demnach geringere Voraussetzungen an die LMS zur Anforderungserfüllung und ist deshalb grundsätzlich zu mehr LMS kompatibel. Da Opal keine Token-basierte Authentifizierung anbietet, ist sie für diesen konkreten Fall die einzige Variante, welche keinen Widerspruch zu den gestellten Anforderungen besitzt.

Die letztgenannte Variante betrachtend ergeben sich zwei verschiedene Implementierungsansätze, die sich in dem Ort der Übersetzung der vom LMS stammenden Inhalte in AMCS-Objekte unterscheiden. In einem ersten Ansatz ist es denkbar, dass diese Übersetzung serverseitig stattfindet und der Client des Lehrenden tatsächlich nur als Mittler dient. Gegen diesen Ansatz spricht jedoch, dass viele nicht für die Übersetzung benötigten Informationen übertragen und ausgewertet werden müssen. So ist es beispielsweise denkbar, dass ein hochgeladenes Archiv eine Vielzahl an Dateien beinhaltet, die für die Einbindung gar nicht erforderlich sind, dennoch einerseits die Übertragungszeit erhöhen, andererseits aber auch die serverseitige Last durch das Entpacken des Archivs und die Auswertung der Dateien unnötig steigern. Ebenso ist es nur schwierig realisierbar, an den zu importierenden Inhalten vor der Übernahme Änderungen oder Ergänzungen vorzunehmen, wie sie beispielsweise bei einigen Fragetypen in AMCS erforderlich sind, jedoch durch die verwendeten Exportformate nicht zwingend abgebildet werden können. Beispielhaft genannt sei die Angabe des Feedbacks bei Single- und Multiple-Choice-Fragen wie dies aus Tabelle 4.1 hervorgeht. Um dies realisieren zu können, wäre es erforderlich, dass die serverseitig ausgewerteten Elemente zurück an den Client übermittelt werden, dort während des Importvorgangs bearbeitet werden können und die überarbeiteten Elemente zurück an den Server übertragen werden. Andernfalls wäre es denkbar, dass die Elemente sofort importiert werden und Lehrende zur Bearbeitung die bereits zur Verfügung stehenden Funktionen nutzen müssen, um einzelne Fragen zu bearbeiten. Fraglich bleibt dann jedoch, wie mit unvollständigen Fragen in AMCS umgegangen werden soll.

Um den Implementierungsaufwand möglichst gering zu halten und auf bestehende Funktionalitäten bestmöglich zurückgreifen zu können, kann die Übersetzung des Inhalts auch im Client des Lehrenden erfolgen. Das Frontend von AMCS beherbergt, wie in Kapitel 4 gezeigt, bereits die Funktionalitäten zum Erstellen und Bearbeiten von Fragen. Es ist demnach notwendig, die Übertragung der Inhalte vom LMS an den Client des Lehrenden, die Übersetzung der Inhalte in Frageobjekte im Frontend von AMCS sowie die Übertragung dieser vom Client des Lehrenden an das AMCS-Backend zu betrachten.

6.1. Kommunikation

Hinsichtlich der Kommunikation zwischen LMS und Client des Lehrenden wäre es natürlich wünschenswert, wenn dies automatisch und so transparent wie möglich geschehen könnte. Hierfür wäre es notwendig, dass das LMS eine geeignete Schnittstelle anbietet, die es erlaubt, dass nach der Eingabe des Benutzernamens und des Passworts des Lehrenden innerhalb des AMCS-Frontend die zu importierenden Inhalte ausgewählt und der Prozess gestartet werden kann. Die für den Import notwendigen Dateien sollen dann in den Browserspeicher geladen und im nächsten Schritt weiterverarbeitet werden können. Dabei stellt sich jedoch der Zugriff auf das LMS durch einen im AMCS-Frontend eingebundenen JavaScript-Code problematisch dar, weil alle modernen Webbrowser zum Schutz vor Angriffen die sogenannte Same-Origin-Policy befolgen. Diese Richtlinie verhindert, dass durch clientseitige Skriptsprachen wie JavaScript auf Inhalte unter einer anderen Webseite zugegriffen werden kann. Der anfragende Server kann einen solchen Zugriff für bestimmte Clients mittels Cross-Origin Resource Sharing aufheben. Erfolgt dies jedoch nicht, ist ein solcher Zugriff in gängigen Browsern unmöglich, wenn nicht seitens des LMS JavaScript Object Notation unterstützt wird, was jedoch unwahrscheinlich erscheint und in AMCS zu weitreichenden Sicherheitsproblemen führt, da das LMS so die Möglichkeit hätte, beliebigen JavaScript-Code auszuführen.

Auch unter der Annahme, dass die Same-Origin-Policy kein Hindernis darstellt, wäre eine Kopplung mit Opal nicht möglich, wenn zum Login ein Universitätsaccount und kein eigens eingerichteter Account benutzt wird, da die Authentifizierung mittels Shibboleth und damit nicht bei Opal als Service-Provider geschieht. Dies kann kein Bestandteil der Rest-API von Opal sein, da Opal selbst die Benutzerdaten des Universitätsaccounts nicht bekannt sein dürfen. Eine weitestgehend im Hintergrund stattfindende Kommunikation beider Systeme ist beim Einsatz von Opal für die meisten praktischen Einsatzzwecke ausgeschlossen und bei anderen LMS von deren Serverkonfiguration abhängig und dadurch zumindest erschwert. Es bleibt demnach keine Alternative, als dass die zu importierenden Inhalte zuvor manuell exportiert und jene Dateien im AMCS-Frontend zum Import ausgewählt werden müssen.

6.2. Bereitstellung der Inhalte

Nachfolgend soll der Schritt des Auswählens der Datei bis zur Verfügbarmachung der Datei-inhalte für die Übersetzung der Inhalte in AMCS-Frageobjekte betrachtet werden.

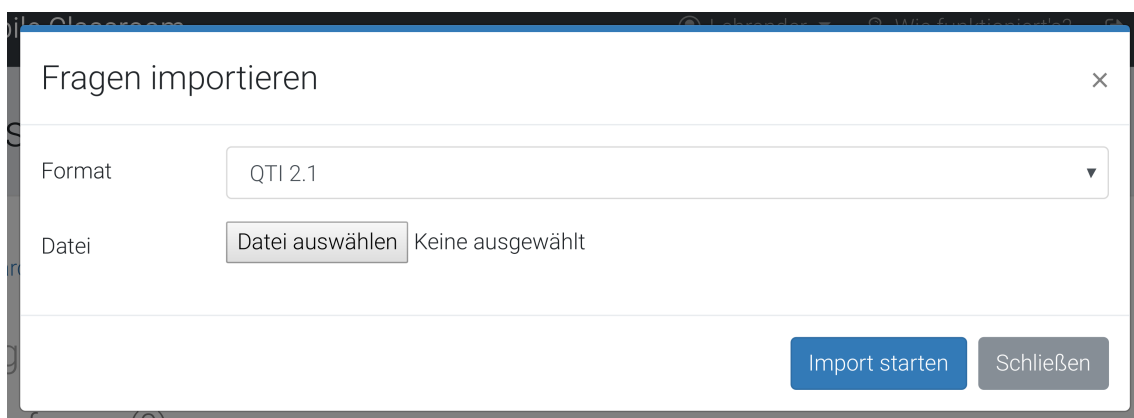


Abbildung 6.1.: Auswahl des Importformats und der auszuwertenden Datei

Mit der Initialisierung des Importprozesses öffnet sich das in Abbildung 6.1 dargestellte Dialogfenster, dessen Darstellung dabei durch die Klasse `QuestionImportComponent` realisiert wird und in dem die Nutzenden zunächst zur Auswahl des verwendeten Formats und der auszuwertenden Datei aufgefordert werden. Zwar ist es prinzipiell möglich, das Format automatisch zu erkennen, der damit verbundene Mehraufwand erscheint jedoch im Vergleich zum daraus resultierenden Nutzen unverhältnismäßig, insbesondere deswegen, weil einige Formate sich nicht anhand einer Metainformation oder Ähnlichem, sondern nur anhand der Struktur identifizieren lassen.

Durch Auswahl des Formats wird gleichzeitig auch die zu verwendende Import-Klasse ausgewählt, welche das Interface `QuestionImportAbstract` implementiert und somit die Verfügbarkeit der Methoden `start()`, `stop()` und `hasGeneralError()` sowie Attribute `subject`, `name`, `progress`, `step`, `importableElementAmount`, `totalElementAmount`, `importElements` sowie `generalErrors` garantiert und auf die seitens der Klasse `QuestionImportComponent` unabhängig von der verwendeten Import-Klasse zugegriffen werden kann. Das entworfene Modell ist damit leicht um die Unterstützung anderer Formate beim Import von Fragen erweiterbar, da lediglich die Logik für die Übersetzung der Fragenelemente in AMCS-Frageobjekte realisiert werden muss, der Importablauf inklusive der Darstellung im Browser des Lehrenden und des Fehlermanagements jedoch wiederverwendet werden kann. Für die Erweiterbarkeit ist es demnach nur erforderlich, eine eigene Import-Klasse zu erstellen, die das Interface `QuestionImportAbstract` sinnvoll implementiert, und ein Objekt dieser Klasse in der Liste `supportedImporters` der Klasse `QuestionImportComponent` hinzuzufügen. Das in Abbildung 6.2 dargestellte Klassendiagramm soll einerseits einen Überblick über diese Eigenschaft bieten und andererseits die Grundlage für die nachfolgenden Betrachtungen bilden.

Mit dem Betätigen der Schaltfläche „Import starten“ wird die Methode `start()` der entsprechenden Import-Klasse aufgerufen. Für die Darstellung des weiteren Ablaufs soll die Klasse `QuestionImportQTI` beispielhaft betrachtet werden. Diese Import-Klasse erwartet dem QTI-Standard folgend ein ZIP-Archiv als Datei, sodass für die Auswertung der einzelnen Dateien neben dem Laden der Datei in den Browserspeicher ein vorheriges Entpacken zwingend notwendig ist. Hierbei ergäben sich grundsätzlich zwei Ansätze: In einem ersten Ansatz würden die einzelnen Elemente erst bei Bedarf entpackt werden, in einem zweiten würden zunächst alle Elemente entpackt werden. Gegen den ersten Ansatz spricht, dass dies einen Gesamtüberblick vor dem Übernehmen der Frageobjekte in AMCS unmöglich macht und alle Frageobjekte einzeln betrachtet werden müssten. Gleichwohl kann in den einzelnen Fragen auf andere im ZIP-Archiv befindlichen Ressourcen wie beispielsweise Bilder verwiesen werden, die wiederum in einem zweiten Schritt nach Auswertung der Fragedatei entpackt werden müssten, damit sie bei der Erstellung der Frage berücksichtigt werden könnten. Es erschien deshalb sinnvoll, nach dem Laden der ausgewählten Datei, alle Elemente zu entpacken, wobei dieser Entpackprozess durch das externe Paket `JSZip` realisiert wird.

Da sowohl das Laden als auch das Entpacken bei großen Dateien für längere Zeit viele Ressourcen bindet, musste überdacht werden, ob dieser rechenintensiver Schritt zusammen mit dem Rendering der Benutzeroberfläche im JavaScript-Hauptthread des Browsers ausgeführt werden soll. Nutzende sollten währenddessen weiterhin die Möglichkeit haben, mit dem Browser angemessen interagieren zu können und auch den aktuellen Fortschritt angezeigt bekommen. Um beides gewährleisten zu können, könnte nach jedem Verarbeitungsschritt eine geringe Zeit gewartet werden, um die Aktualisierung der Benutzeroberfläche zu ermöglichen. Nachteilig an dieser Variante ist, dass moderne Webbrowser beim Wechsel des Browser-tabs diese Wartezeit zum Teil erheblich erhöhen, sodass der Fortschritt bei der zwischenzeitlichen Arbeit in einem anderen Tab verzögert wird. Deshalb wurde sich für den Einsatz der sogenannten Web-Worker-Technologie entschieden, bei der ein Teil des JavaScript-Codes in einem separaten Thread ausgeführt wird, was es durch das automatische Scheduling des Betriebssystems erlaubt, weiterhin mit dem Browser interagieren und die Aktualisierungen der Benutzeroberfläche durch JavaScript sehen zu können. Der Web-Worker wurde dabei so konzipiert, dass er auch in anderen Import-Klassen benutzt werden kann, sofern zur Auswertung der Datei ein vorheriges Entpacken notwendig ist. Die Kommunikation zwischen Hauptthread und Web-Worker erfolgt dabei mittels Nachrichten, die in der Abbildung 6.3 für den konkreten Fall dargestellt sind.

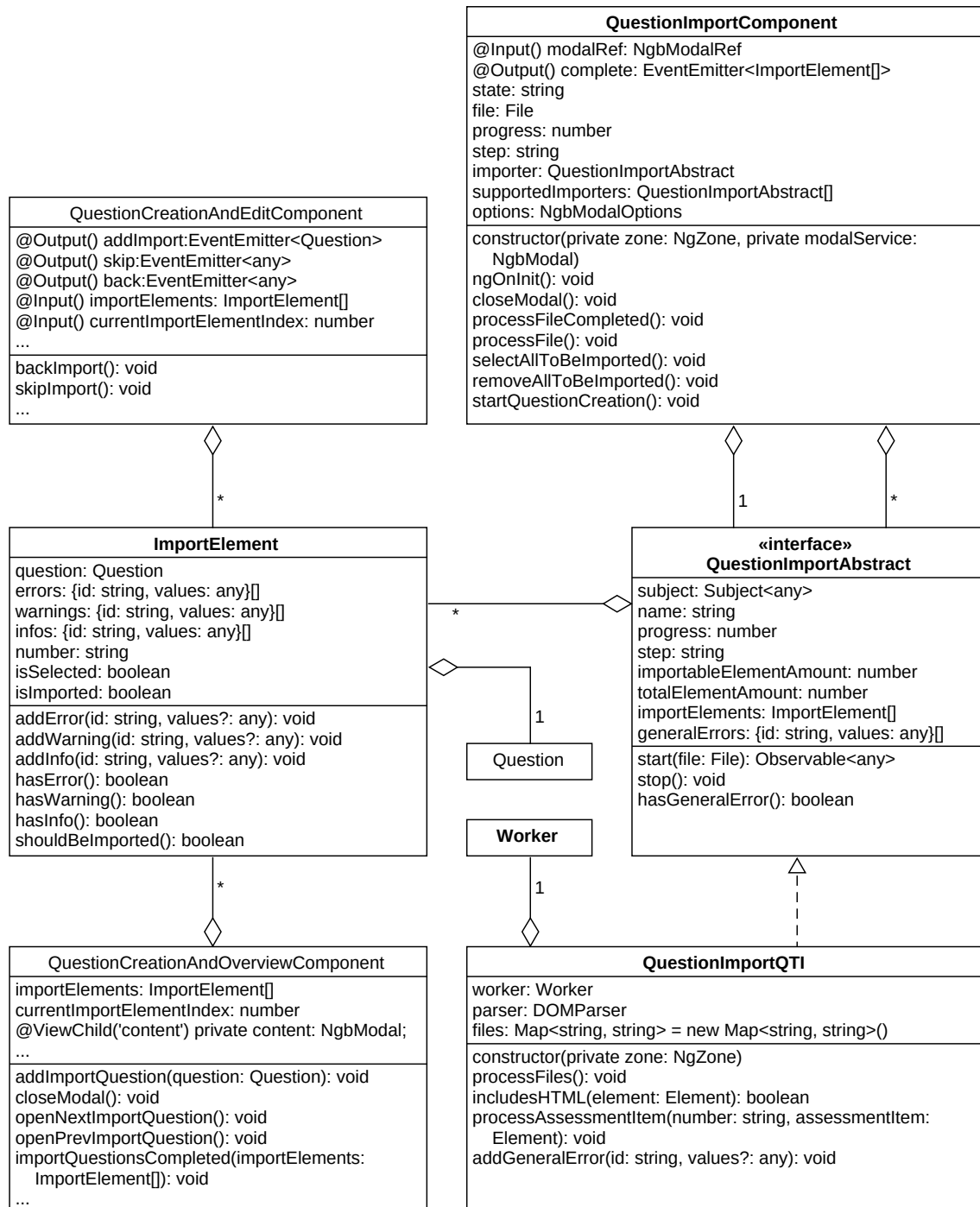


Abbildung 6.2.: UML-Klassendiagramm der hinzukommenden Klassen (fett dargestellt) und überarbeiteten Klassen

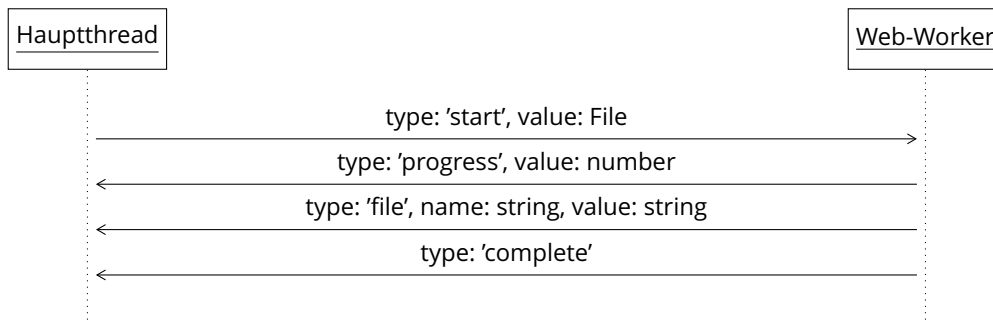


Abbildung 6.3.: Nachrichten zwischen Hauptthread und Web-Worker

Entsprechend dieser Nachrichten wird dem Nutzer der Fortschritt angezeigt und neben einer Prozentangabe, welche im Attribut `progress` hinterlegt wird, auch der momentan ausgeführte Schritt (`step`) ausgegeben.

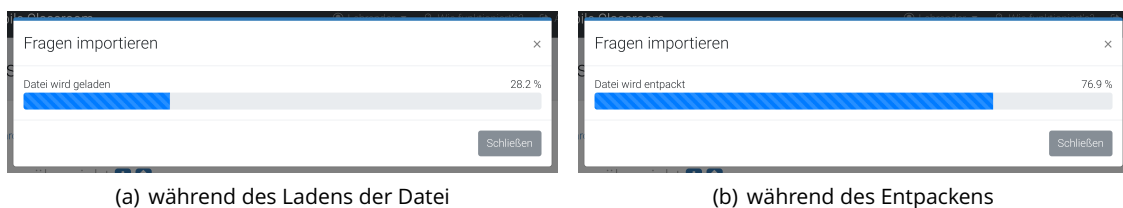


Abbildung 6.4.: Fortschrittsanzeige

Ist das Entpacken einer Datei abgeschlossen, so wird diese an die Import-Klasse mittels der Nachricht vom Typ `file` übertragen und dort in die Map namens `files` unter dem Dateipfad inklusive Dateiname als Schlüsselwert aufgenommen. Ist das Entpacken aller Dateien abgeschlossen, sendet der Web-Worker eine Nachricht vom Typ `complete`, welche die Auswertung der Dateien durch Aufruf der Methode `processFiles()` anstößt.

6.3. Übersetzung in AMCS-Objekte

Die Auswertung der XML-Dateien erfolgt mittels eines DOM-Parsers. Für den Fall, dass Fehler auftreten, die keinem einzelnen Element zugewiesen werden können, wird eine Liste namens `generalErrors` geführt, die Elemente mit der jeweiligen Fehler-ID und weiteren optionalen Werten zur näheren Spezifikation der Fehlerursache beinhaltet. Geprüft wird, ob die Startdatei `imsmanifest.xml` existiert, in ihr auf Tests verwiesen wird, die dort verlinkten Tests als Datei vorliegen und die darin referenzierten Dateien, welche die Elemente namens `assessmentItem` beinhalten, existieren. Für jedes `assessmentItem`-Element wird dann die Methode `processAssessmentItem()` aufgerufen, die wie der Name vermuten lässt, die Übersetzung dieser Elemente in AMCS-Frageobjekte realisiert.

Innerhalb der Methode wird für jedes dieser Elemente ein Objekt der Klasse `ImportElement` erzeugt, welches der Liste `importElements` der Import-Klasse hinzugefügt wird. Ein Objekt dieser Klasse beinhaltet neben dem eigentlichen Frageobjekt weitere Metainformationen, wie Fehler-, Warn- und Informationsmeldungen sowie eine baumstrukturierte Nummer, die sich aus der Reihenfolge der Übersetzung ergibt.

Wie im Kapitel 2 festgestellt wurde, ergibt sich der eingesetzte Fragetyp im QTI-Format maßgeblich aus der genutzten Interaktion innerhalb des `itemBody`-Elements. Aus diesem Grund wird die Anzahl der im `itemBody`-Element vorkommenden Interaktionen ermittelt. Für den Fall, dass das `itemBody`-Element keine Interaktion enthält, was grundsätzlich standardkonform ist, wird dem erzeugten `ImportElement` eine entsprechende Fehlermeldung hinzugefügt. Für den Normalfall, dass genau eine Interaktion gefunden wurde, wird diese für die weitere Betrachtung herangezogen.

Wurde eine Interaktion namens `extendedTextInteraction` gefunden, handelt es sich dabei um eine Freitextaufgabe, die als solche direkt übernommen werden kann. Sie entspricht in AMCS dem Fragetyp `FreeTextQuestion`. Der Fragetitel ergibt sich direkt aus dem Attributwert `title` des `assessmentItem` und die Frageformulierung folgt aus dem Inhalt des `itemBody` ohne die Interaktion. Da AMCS keine Auszeichnungssprache und damit insbesondere nicht die im QTI-Standard unterstützte HTML-Formatierung unterstützt, wird eine Informationsmeldung hinzugefügt, wenn innerhalb des `itemBody` HTML-Tags verwendet wurden. Bei der Übernahme von Frageformulierungen und Antwortoptionen werden möglicherweise vorhandene Tags automatisch entfernt.

Wurde hingegen die Interaktion `choiceInteraction` erkannt, werden zunächst innerhalb des zugehörigen Knotens `responseDeclaration`, welcher über einen Wert `identifier` der Interaktion zugeordnet werden kann, die `identifier`-Werte der korrekten Antwortoptionen ermittelt und zwischengespeichert. Weiterhin gibt das Attribut `cardinality` an, ob es sich um eine Frage mit Einfachauswahl (`single`) oder Mehrfachauswahl (`multiple`) handelt, um den AMCS-Fragetyp `StudySingleChoiceQuestion` bzw. `StudyMultipleChoiceQuestion` zu wählen. Anschließend wird für alle Elemente `simpleChoice` ein `Choice`-Objekt in AMCS angelegt und neben der Formulierung der Antwort mittels der zuvor zwischengespeicherten `identifier`-Werte ermittelt, ob es sich um eine korrekte Antwort handelt, um das Attribut `isCorrect` entsprechend zu setzen. Eine Liste aller so erstellten `Choice`-Objekte wird dann dem Attribut `choices` des Frageobjektes zugewiesen. Die Zuweisung des Titels und der Frageformulierung erfolgt anschließend wie bei der Interaktion `extendedTextInteraction` und bleibt auch in der Betrachtung anderer Interaktionen unverändert.

Weiterhin unterstützt wird die Interaktion `matchInteraction`, bei der es sich gemeinhin um eine Zuordnungsfrage handelt, welche im einfachsten Fall durch den in AMCS vorhandenen Fragetyp `MatchingQuestion` realisiert werden kann. Im Gegensatz zur Interaktion `choiceInteraction` sind dabei die korrekten Antworten innerhalb des Knotens `responseDeclaration` Paare von `identifier`-Werten, für die jeweils die beiden zugehörigen `simpleAssociableChoice`-Elemente innerhalb der Interaktion ermittelt werden, um den Inhalt der Antwortoptionen zu erhalten und den paarweise erzeugten `Choice`-Objekten zuweisen zu können. Der Standard erlaubt, dass `simpleAssociableChoice`-Elemente angegeben werden, die nicht als Element eines korrekten Paares auftauchen. Diese sind als falsche Antwortalternativen zu interpretieren, die in AMCS nicht abgebildet werden können, da dort lediglich korrekte Antwortpaare darstellbar sind. Folglich wird für diesen Fall dem `ImportElement` eine Warnmeldung hinzugefügt, die auf diesen Umstand hinweist, die Übernahme der Frage aber dennoch erlaubt, da davon auszugehen ist, dass der Sinn der Frage auch ohne falsche Antwortalternativen im Wesentlichen erhalten bleibt. Weiterhin ist es auch möglich, dass ein `simpleAssociableChoice`-Element mehr als einem anderen Element zugeordnet werden muss. Dieser Umstand ergibt sich aus dem Attribut `matchMax` des Elements `simpleAssociableChoice`, wobei ein Wert ungleich 1 auf ein mehrfaches Vorkommen hinweist. Ein äquivalenter Fragetyp existiert in AMCS nicht, sodass für das `ImportElement` eine Fehlermeldung hinzugefügt wird. Allerdings lassen sich solche Fragen in mehrere Multiple-Choice- bzw. Single-Choice-Fragen aufteilen, was sodann vorbereitet wird, um Lehrenden diese Option vorschlagen zu können.

Ebenso kann die Interaktion `orderInteraction` abgebildet werden, bei der Elemente in die korrekte Reihenfolge gebracht werden sollen. Der zugehörige Knoten `responseDeclaration` enthält die `identifier`-Werte in der korrekten Reihenfolge, was durch das Attribut `cardinality` mit dem Wert `ordered` ausgedrückt wird. Für jeden dort aufgeführten `identifier` wird der Inhalt des zugehörigen `simpleChoice`-Elements einem `Choice`-Objekt zugewiesen und ein weiteres `Choice`-Objekt mit der Positionsnummer erzeugt. Diese Interaktion wird somit als `MatchingQuestion` in AMCS abgebildet und damit als Zuordnungsfrage behandelt, bei der auf einer Seite die Antwortoptionen und auf der anderen Seite die Positionsnummern aufgetragen sind und entsprechend zugeordnet werden müssen.

Die Interaktion `sliderInteraction` kann als `ScaleQuestion` in AMCS abgebildet werden, wobei es nicht möglich ist, eine korrekte Antwort festzulegen, da dies von dem genutzten AMCS-Fragetyp nicht unterstützt wird. Vielmehr werden die `Choice`-Objekte automatisch aus der unteren Grenze (Attribut `lowerBound` der Interaktion), der oberen Grenze (Attribut `upperBound`) sowie der Schrittweite (Attribut `step`) bestimmt.

Für den Fall, dass mehrere Interaktionen innerhalb eines `assessmentItem` vorkommen, werden auf diese nacheinander die Methode `processAssessmentItem()` ausgeführt, wobei die übrigen Interaktionen jeweils entfernt werden. Für das ursprüngliche `ImportElement` wird eine Fehlermeldung hinzugefügt, welche auf die Aufteilung der Frage hinweist.

6.4. Übernahme von Fragen

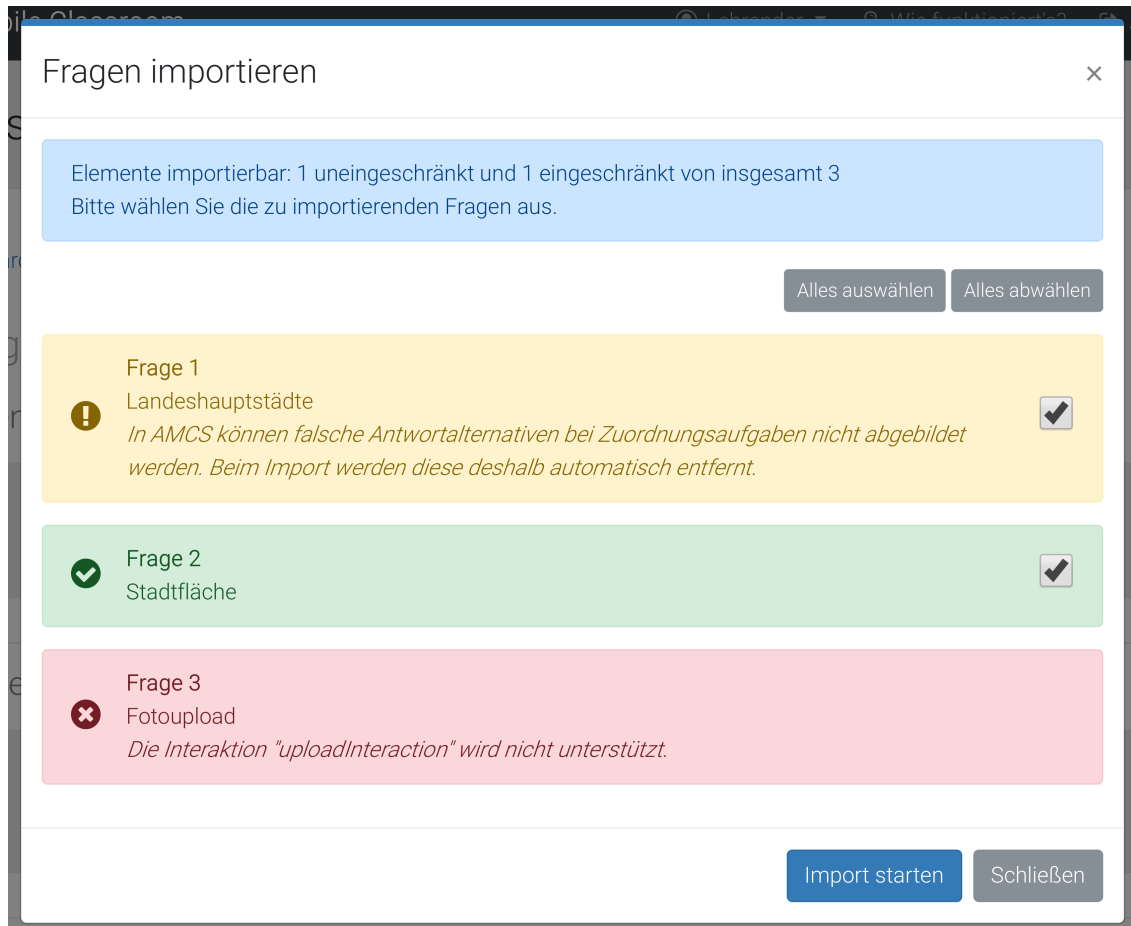


Abbildung 6.5.: Überblick über die zu importierenden Fragen

Wurden alle `assessmentItem`-Elemente ausgewertet, wird das `Observable` genutzt, um der Klasse `QuestionImportComponent` mitzuteilen, dass dieser Schritt abgeschlossen wurde. Als Reaktion darauf werden alle in der Liste `importElements` der Import-Klasse enthaltenen `ImportElement`-Objekte wie in Abbildung 6.5 aufgelistet. Neben einer Elementnummer wird der ermittelte Fragentitel angegeben, um eine Identifikation des ursprünglichen Frageelements zu ermöglichen. Je nachdem, welche Meldungen zum jeweiligen `ImportElement` gespeichert wurden, wird die Farbgebung und das zugehörige Symbol der Boxen gewählt. Liegt eine Fehlermeldung vor, kann das `ImportElement` nicht in AMCS übernommen werden und wird folglich rot dargestellt. Eine gelbe Box erscheint, wenn das `ImportElement` zwar keine Fehlermeldung, allerdings eine Warnung enthält, die beispielsweise darauf hinweist, dass bestimmte Eigenschaften des ursprünglichen Fragetyps nicht abbildbar sind. Eine grüne Box deutet hingegen darauf hin, dass eine Übernahme der Frage ohne größere Einschränkungen möglich ist. Lediglich Hinweise, wie beispielsweise jener, dass HTML-Tags nicht unterstützt werden, machen auf mögliche Einschränkungen aufmerksam. Die Abbildung 6.6 zeigt hingegen die Darstellung der Zusammenfassung im Falle dessen, dass ein ursprüngliches Frageelement in mehrere `ImportElement`-Elemente aufgeteilt wurde. Die Erzeugung der baumstrukturierten Fragennummern soll dabei einer besseren Orientierung dienen.

6. Implementierung

Frage 4
Beitritt zur EU

✖ *Zuordnungsaufgaben mit der Möglichkeit der mehrfachen Zuordnung werden nicht unterstützt. Meist lassen sich solche Aufgaben durch mehrere Single- bzw. Multiple-Choice-Fragen darstellen. Die Aufgabe wurde deshalb automatisch in die Fragen 4.1 bis 4.2 aufgeteilt.*

✔ **Frage 4.1**
Beitritt zur EU

✔ **Frage 4.2**
Beitritt zur EU

Abbildung 6.6.: Aufteilung von Frageelementen

In jener Übersicht können die zu übernehmenden `ImportElement` ausgewählt werden. Mit dem Absenden des Formulars öffnet sich das bereits aus Kapitel 4 bekannte Dialogfenster zum Hinzufügen von Fragen, wobei dieses mit den vorher übersetzten AMCS-Frageobjekten befüllt wird. Mittels Pfeilen neben dem Titel können einzelne Fragen übersprungen oder wieder zurück navigiert werden. Mit der Erstellung der Frage wird automatisch zur nächsten Frage vorangeschritten. Da in diesem Fall ebenfalls zu den möglicherweise bereits importierten Fragen zurückgekehrt werden kann, zeigt die in Abbildung 6.7 dargestellte Hinweisbox an, ob jenes Element ggf. auch nach einer Bearbeitung durch den Lehrenden bereits hinzugefügt wurde.

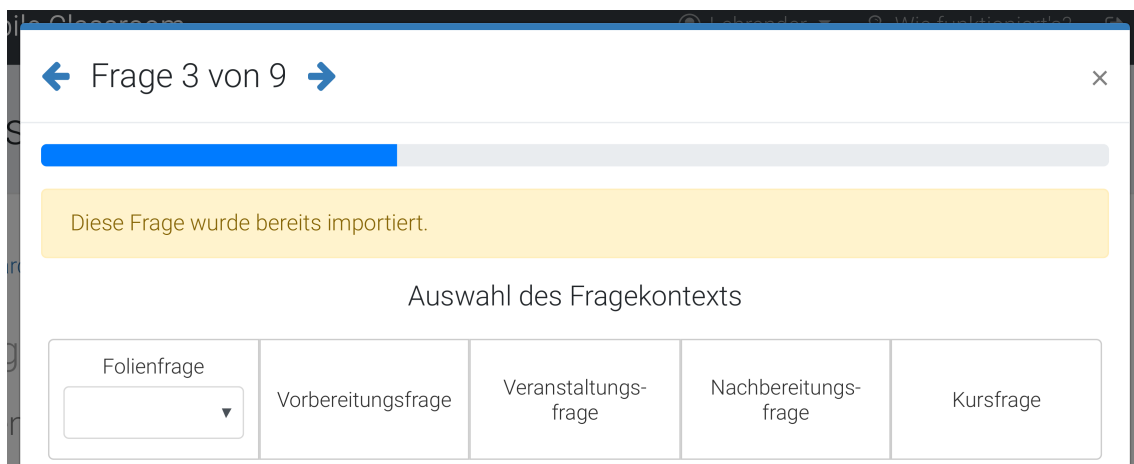


Abbildung 6.7.: Hinweis bei bereits importierten Fragen

6.5. Zusammenfassung

Da die wenigsten Learning-Management-Systeme Verfahren zur Token-basierten Authentifizierung besitzen, stellte sich unter Einbeziehung der technischen Voraussetzungen die Variante, bei welcher der Inhalt in AMCS gespeichert wird und der Lehrende als Mittler dient, als die beste heraus.

Es ergaben sich zwei verschiedene Ansätze, die sich in dem Ort der Übersetzung der vom LMS stammenden Inhalte in AMCS-Objekte unterscheiden. Weil bei einer serverseitigen Übersetzung viele nicht für diesen Vorgang benötigten Informationen übertragen und ausgewertet werden müssten und sich ebenso Änderungen oder Ergänzungen von Inhalten vor der Übernahme schwierig gestalten würden, erfolgt die Übersetzung des Inhalts in AMCS-Frageobjekte im Client des Lehrenden.

Auch wenn es wünschenswert wäre, wenn die Kommunikation zwischen LMS und dem Client des Lehrenden im Hintergrund automatisch stattfinden würde, ist dies bei einer Kopplung mit Opal für die meisten praktischen Einsatzzwecke nicht möglich, da die Authentifizierung mittels Shibboleth und damit nicht bei Opal als Service-Provider geschieht. Bei der Kopplung mit anderen LMS ist die Möglichkeit der automatischen Kommunikation von der jeweiligen Serverkonfiguration abhängig, die Ausnahmen von der Same-Origin-Policy zulassen sollte. Es verblieb demnach keine Alternative, als dass die zu importierenden Inhalte zuvor manuell durch den Lehrenden exportiert und jene Dateien im Frontend zum Import ausgewählt werden müssen.

Für die Bereitstellung der Dateiinhalte wurde die Web-Worker-Technologie eingesetzt, um die rechenintensiven Schritte zum Laden und Entpacken großer Dateien in einem separaten Thread ausführen zu können und damit durch das automatische Scheduling des Betriebssystems zu gewährleisten, dass während dieser Zeit Interaktionen mit dem Browser möglich sind und Aktualisierungen der Benutzeroberfläche vorgenommen werden können.

Auch wenn der entwickelte Prototyp zunächst nur den Import von Fragen im QTI-Format ermöglicht, lässt er sich leicht um die Unterstützung anderer Formate beim Import von Fragen erweitern, da lediglich eine eigene Logik für die Übersetzung der Fragenelemente in AMCS-Frageobjekte realisiert werden muss, der Importablauf inklusive der Darstellung im Browser des Lehrenden und des Fehlermanagements jedoch wiederverwendet werden kann.

Fragetyp in Onyx	Interaktion in QTI	Fragetyp in AMCS	Hinweis
Freitextaufgabe	extendedTextInteraction	Freitextfrage	
Auswahlaufgabe (einfache Auswahl)	choiceInteraction	Einfachauswahl mit richtiger Antwort	Feedbacktext für jede Antwort muss manuell angegeben werden
Auswahlaufgabe (mehrfache Auswahl)	choiceInteraction	Mehrfachauswahl mit richtigen Antworten	Feedbacktext für jede Antwort muss manuell angegeben werden
Einfache Zuordnung (Drag-and-Drop)	matchInteraction	Zuordnungsfrage	falsche Antwortal- ternativen werden nicht unterstützt
Mehrfache Zuordnung (Matrix)	matchInteraction	mehrere Fragen mit Einfach- oder Mehr- fachauswahl	mehrfache Zuord- nung wird in mehre- re Fragen aufgeteilt
Reihenfolgeaufgabe	orderInteraction	Zuordnungsfrage	
<i>keine Unterstützung</i>	sliderInteraction	Skalenfrage	korrekte Antwort kann nicht vorgege- ben werden

Tabelle 6.1.: Übersicht über die unterstützten Fragetypen

6. Implementierung

Die Auswertung der für das QTI-Format typischen XML-Dateien erfolgt mittels eines DOM-Parsers. Da sich der eingesetzte Fragetyp im QTI-Format maßgeblich aus der genutzten Interaktion ergibt, liefert Tabelle 6.1 einen Überblick über die unterstützten Typen und mögliche Einschränkungen. Für den Fall, dass ein Element mehrere Interaktionen beinhaltet, wird dieses automatisch aufgeteilt. Weiterhin ist zu beachten, dass HTML-Formatierungen nicht berücksichtigt werden, da AMCS über keine Möglichkeiten zur Formatierung verfügt.

Ist die Auswertung abgeschlossen, werden alle Elemente zusammengefasst in einem Dialogfenster mit den zugehörigen Fehler-, Warn- und Informationsmeldungen dargestellt und entsprechend farblich markiert. In jener Übersicht können dann die zu übernehmenden Elemente ausgewählt werden. Mit dem Absenden des Formulars öffnet sich das Dialogfenster zum Erstellen von Fragen, wobei dieses mit den vorher übersetzten AMCS-Frageobjekten befüllt wird. Mit der Erstellung der Frage wird automatisch zur nächsten Frage vorangeschritten, wobei jederzeit einzelne Fragen übersprungen oder wieder zurück navigiert werden kann.

7. Validierung und Evaluation

In diesem Kapitel wird geprüft, inwiefern die gestellten Anforderungen durch die prototypische Implementierung realisiert werden konnten. Ziel der Evaluation ist es insbesondere, die Gebrauchstauglichkeit (engl. Usability) des entwickelten Prototyps zu ermitteln und die User Experience bei der Nutzung des Systems einzuschätzen, welche neben der Gebrauchstauglichkeit auch von den Erwartungen, Wahrnehmungen, Reaktionen und Emotionen der Nutzenden beeinflusst wird.

Empirische Methoden sollen dabei helfen, aussagekräftige Erkenntnisse zu gewinnen, diese anhand vorgegebener Bewertungskriterien zu beurteilen und daraus Entscheidungen ableiten zu können. Neben der Überprüfung bezüglich gewünschter Eigenschaften sollen mögliche Lösungsansätze für bereits bekannte Systemmängel erarbeitet werden.

7.1. Evaluationstechniken

7.1.1. System Usability Scale (SUS)

Der von John Brooke [4] entwickelte System Usability Scale (SUS) ist ein technologieunabhängiger Fragebogen, mit dessen Hilfe die Gebrauchstauglichkeit eines Systems quantitativ bestimmt werden kann. Er umfasst lediglich fünf positiv und fünf negativ formulierte Aussagen. Für jede dieser Aussagen sollen die Testpersonen den Grad ihrer Zustimmung mithilfe einer 5-stufigen Likert-Skala angeben, wobei die Spannweite von „ich stimme voll zu“ bis „ich stimme gar nicht zu“ reicht.

Die von Brooke vorgeschlagenen Aussagen des SUS lauten:

- Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.
- Ich empfinde das System als unnötig komplex.
- Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.
- Ich denke, dass ich technischen Support brauchen würde, um das System zu nutzen.
- Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Systems gut integriert sind.
- Ich finde, dass es im System zu viele Inkonsistenzen gibt.
- Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das System schnell zu beherrschen lernen.
- Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich.
- Ich habe mich bei der Nutzung des Systems sehr sicher gefühlt.
- Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte.

Zur Ermittlung des sogenannten SUS-Score eines Fragebogens werden den einzelnen Aussagen Werte zwischen 0 und 4 zugeordnet. Wenn es sich um eine positiv formulierte Aussage handelt, wird der negativsten Antwort eine 0 und der positivsten eine 4 zugewiesen. Bei negativ formulierten Aussagen erfolgt die Zuordnung genau umgekehrt. Die über alle Aussagen eines Fragebogens gebildete Summe wird abschließend mit 2,5 multipliziert, um einen Wert zwischen 0 und 100 zu erhalten, wobei ein Score von 100 das bestmögliche Ergebnis darstellt.

Auch wenn diese Form der Bewertung recht simpel erscheint, wurde SUS in zahlreichen Umfragen eingesetzt und valide Ergebnisse gewonnen [1]. Weiterhin haben Bangor, Kortum und Miller [2] fast 1000 SUS-Scores ausgewertet, um den eigenen Score mit denen anderer Systeme besser vergleichen und eine Einordnung vornehmen zu können. Aber auch wenn der SUS-Score damit einen zuverlässigen Hinweis hinsichtlich der Usability liefert, sind andere Tests erforderlich, um eventuell vorhandene Probleme identifizieren zu können.

7.1.2. User Experience Questionnaire (UEQ)

Der ursprünglich von SAP entwickelte User Experience Questionnaire (UEQ) ist ein Fragebogen, welcher in seinem Ergebnis neben der Gebrauchstauglichkeit auch die User Experience berücksichtigt. Er beinhaltet 26 bipolare Wortpaare, die sich den folgenden sechs Faktoren zuordnen lassen [17]:

- Attraktivität: Wie ist der Gesamteindruck? Mögen Nutzer das System oder nicht?
- Durchschaubarkeit: Ist es einfach, sich mit dem System vertraut zu machen? Ist es leicht zu lernen, wie man das System benutzt?
- Effizienz: Können Benutzer ihre Aufgaben ohne unnötigen Aufwand lösen?
- Steuerbarkeit: Hat der Benutzer die Kontrolle über die Interaktion?
- Stimulation: Ist es aufregend und motivierend, das System zu verwenden?
- Originalität: Ist das System innovativ und kreativ? Beeinflusst das System das Interesse der Nutzer?

Zwischen den 26 Gegensatzpaaren können die Testpersonen eine von sieben Abstufungen wählen, um die Zustimmung zu einem Begriff zu äußern. Der Bereich der Skalen liegt demnach für jedes Begriffspaar zwischen -3 und +3. In vielen realen Anwendungen werden jedoch durch die Mittelwertbildung selten Werte unter -2 oder über +2 beobachtet, weshalb es notwendig ist, die Bewertung mit denen anderer Systeme zu vergleichen, um eine aussagekräftigere Einschätzung zu erhalten. Der UEQ bietet hierzu einen Benchmark-Datensatz mit 246 Bewertungen unterschiedlichster Systeme und Produkte mit insgesamt 9905 Teilnehmenden. [17]

7.1.3. Thinking-Aloud-Test

Bei einem Thinking-Aloud-Test sollen die Testpersonen parallel zur Bearbeitung von Aufgaben laut mitdenken und all das aussprechen, was sie tun und denken, worauf sie schauen und was sie fühlen.

Die auch als „Lautes Denken“ bezeichnete Methode ermöglicht es auf diese Weise, Einblicke in die kognitiven Prozesse der Versuchspersonen während der Bearbeitung von Aufgaben zu erhalten. Es erlaubt besondere Rückschlüsse auf das Problemlösungsverhalten der Testpersonen und offenbart, welche Aspekte bei der Planung und Entwicklung unzureichend berücksichtigt wurden, wenn unmittelbar festgestellt wird, welche Überlegungen die Testperson bei der Lösung anstellt und welche Konzepte fehlinterpretiert werden.

Auch wenn sich aus der Thinking-Aloud-Methode viele Vorteile ergeben, stellt es für ungeübte Testpersonen eine ungewohnte Situation dar, laut mitzudenken. Aus der Schwierigkeit bei der Formulierung von Gedanken und aus Sorge, etwas falsch zu machen, kann das Verhalten im Umgang mit dem System verfälscht werden.

7.2. Versuchsaufbau

Um den Testpersonen eine geeignete Möglichkeit zu bieten, sich mit dem entwickelten Prototyp vertraut zu machen und ihn anschließend mittels des System Usability Scales und dem User Experience Questionnaire adäquat bewerten zu können, sollen die Testpersonen typische Aufgaben innerhalb des Systems bearbeiten. Dabei ist es wichtig, die zu bearbeitenden Aufgaben so auszuwählen, dass sie sich nicht nur hinsichtlich des Fragetyps, sondern auch durch grundsätzliche Eigenschaften voneinander unterscheiden, um den Probanden einen möglichst tiefen Einblick in die Funktionsweise des Systems zu erlauben und auf diese Weise mögliche Lösungsansätze für bereits bekannte Systemmängel durch Erkenntnisse des Thinking-Aloud-Tests erarbeiten zu können.

Zunächst erhalten die Probanden eine kurze schriftliche Einführung dahingehend, was Fragekontexte sind, welche Fragetypen in AMCS unterstützt werden und wodurch sich diese auszeichnen (siehe Anhang A.1). Dabei werden nicht mehr Informationen bereitgestellt, als ohnehin in der offiziellen Vorstellung des Funktionsumfanges auf der AMCS-Website verfügbar sind.

Nach einer kurzen Information darüber, dass im Rahmen der Befragung der Prototyp einer Importfunktion zu testen sei, indem Aufgaben übernommen werden, die bereits in einem anderen System erstellt und exportiert wurden, erhalten die Testpersonen die Gelegenheit, offene Fragen zu formulieren, bevor sie mit der Lösung der Aufgaben beginnen. Weiterhin sollen sie angeben, ob sie schon einmal Fragen in AMCS beantwortet haben und ob sie bereits Fragen erstellt oder bearbeitet haben. Diese Angabe erlaubt es bei der späteren Auswertung festzustellen, ob mögliche Unterschiede im Antwortverhalten durch den unterschiedlichen Wissensstand begründet sein könnten. Dabei ist auch interessant, ob Probanden Fragen bereits beantwortet haben, da diese möglicherweise bereits mit einigen Fragetypen, allenfalls aber mit dem grundlegenden Aufbau beispielsweise hinsichtlich der Navigation besser vertraut sind, als Probanden, die noch nie mit dem System gearbeitet haben.

Die Probanden sollen zunächst vier Einzelaufgaben übernehmen, die bereits in einem anderen System erstellt und exportiert wurden (siehe Anhang A.2). Die Testpersonen bekommen jeweils die Ansicht der Aufgabenstellung innerhalb des externen Systems gezeigt und ggf. den verwendeten Fragetyp beschrieben. Sie sollen daraufhin formulieren, welches Ergebnis sie nach Abschluss des Imports erwarten. Nachdem die Probanden den Importprozess für eine Aufgabe durchlaufen haben, sollen sie selbst einschätzen, inwiefern ihre zuvor formulierten Erwartungen erfüllt wurden. Durch diese Selbsteinschätzung erhält man möglicherweise ein realistischeres Bild bezüglich der Zufriedenheit der Testpersonen mit dem Endergebnis.

Ebenso sollen die Testpersonen angeben, ob sie es positiv oder negativ finden, dass die zuvor formulierten Erwartungen erfüllt bzw. nicht erfüllt wurden, da aus der alleinigen Angabe, inwiefern das Systemverhalten erwartungskonform war, nicht ableitbar ist, ob die Probanden mit dem Ergebnis zufrieden sind (siehe Anhang A.3). So könnte beispielsweise die zuvor formulierte Erwartung, dass eine Aufgabe nicht importiert werde, nicht zutreffen, wenn die Aufgabe dennoch übernommen wird, was aber durchaus positiv sein kann.

Abschließend sollen die Probanden mithilfe einer 5-stufigen Likert-Skala, deren Spannweite von „trifft völlig zu“ bis „trifft gar nicht zu“ reicht, bewerten, ob das Endergebnis ihren Anforderungen zum Einsatz in Lehrveranstaltungen genügt. Insbesondere bei Aufgaben, die nur mit Einschränkungen übernommen werden können, unterstützt diese Angabe die Einschätzung, für wie schwerwiegend die Probanden diese Einschränkungen für den praktischen Einsatz erachten.

Durch ein optionales Anmerkungsfeld erhalten die Testpersonen überdies die Möglichkeit, ihre Antworten zu begründen oder zu erklären, wie die Angaben zu interpretieren seien. Dies erlaubt es in der späteren Auswertung, mögliche Fehlinterpretationen der Aufgabenstellung zu erkennen oder Gründe für Ausreißer in der Messreihe anzuführen.

Die zu übernehmenden Einzelaufgaben wurden so ausgewählt, dass weitgehend alle beim Import von einzelnen Fragen im Normalfall auftretenden Szenarien abgedeckt werden. Als Beispiel für einen Fragetyp, der in AMCS ebenfalls vorhanden ist, wurde eine Frage mit Mehrfachauswahl gewählt, die jedoch zwei Besonderheiten aufweist. So enthält sie als einzige

Aufgabe HTML-Formatierungen, die von AMCS nicht unterstützt werden, um zu überprüfen, ob die Formatierung für die Testpersonen ein entscheidender Faktor für den praktischen Einsatz ist. Weiterhin stimmt die Reihenfolge der in der Ansicht dargestellten Antwortoptionen mit der in der vorbereiteten Exportdatei bewusst nicht überein, um festzustellen, ob die Testpersonen dies als ausschlaggebenden Gesichtspunkt wahrnehmen oder nicht.

Daneben ist eine Reihenfolgeaufgabe zu übernehmen, bei der die bereitgestellten Elemente in eine geforderte Anordnung gebracht werden sollen. Dieser Fragetyp existiert als solcher zwar nicht in AMCS, kann jedoch alternativ als Zuordnungsfrage ohne Einschränkungen dargestellt werden. Dabei soll festgestellt werden, ob die Probanden von einer Importfunktion erwarten, dass eine solche Übersetzung automatisch vorgenommen wird, wenn der eigentliche Fragetyp nicht unterstützt wird.

Als Steigerung dazu soll eine Matrixaufgabe übernommen werden, bei der Lernenden eine Tabelle angezeigt wird, in welcher Zuordnungen zwischen den in den Zeilen und Spalten dargestellten Elementen getroffen werden sollen. Diese Aufgabe lässt sich im Gegensatz zur Reihenfolgeaufgabe nicht durch eine einzelne Frage darstellen. Die Importfunktion sieht vor, diese Frage in mehrere Multiple- bzw. Single-Choice-Fragen zu übersetzen. Es soll einerseits geprüft werden, ob die Testpersonen auch eine solche komplexe Umwandlung erwarten. Andererseits ist insbesondere interessant, inwiefern die Probanden mit dem Ablauf, dass aus ursprünglich einer Frage mehrere entstehen, umgehen und ob die aktuelle Darstellungsweise den Ansprüchen der Probanden an ein übersichtliches Design gerecht wird.

Mit der Übernahme einer Hotspotaufgabe wird ein letzter Anwendungsfall simuliert, bei dem eine Aufgabe nicht importiert werden kann. Dies dient nicht nur dazu, allgemeine Erkenntnis darüber zu erhalten, ob die Form der Fehlerdarstellung angemessen gewählt wurde. Es soll auch geprüft werden, wie sich das Frustrationspotenzial bei einer nicht importierbaren Frage auf das Antwortverhalten niederschlägt. Sollten Probanden erwarten, dass die Aufgabe in eine alternative Darstellungsform übersetzt wird, ist weiterhin interessant, wie sie sich das unter Nutzung der bereits vorhandenen Fragetypen vorstellen.

Da nicht ausgeschlossen ist, dass sich die Erwartungshaltung der Probanden nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben ändert, sollen die Einzelaufgaben in einer zufälligen Reihenfolge gestellt werden. Es ist wahrscheinlich, dass ein Proband, der zunächst die nicht importierbare Hotspotaufgabe übernehmen soll, erwartet, dass dies nicht funktioniert. Eine andere Testperson, die diese Aufgabe zuletzt gestellt bekommt und demnach weiß, dass beispielsweise bei der Matrixaufgabe komplexe Übersetzungen vorgenommen werden, erwartet womöglich ein vergleichbares Verfahren auch bei der Hotspotaufgabe.

Die letzte praktische Aufgabe im Umgang mit dem System besteht darin, eine zusammengesetzte Aufgabe zu bewältigen (siehe Anhang A.4). Dabei umfasst die auszuwählende Datei mehrere Fragen, von denen einige uneingeschränkt, manche jedoch nur eingeschränkt oder gar nicht importierbar sind. Von diesen Fragen sollen die Testpersonen zunächst nur jene importieren, die ohne Einschränkungen übernommen werden können. Weiterhin soll eine bestimmte Frage im Endergebnis an erster Position stehen. Nachdem die Testpersonen jeweils nur eine Aufgabe übernehmen mussten, soll damit ein weitaus realistischeres Szenario hinsichtlich der Usability getestet werden. Auch kann dabei festgestellt werden, wie aufwendig es für die Probanden ist, innerhalb der Übersicht zu erkennen, welche Fragen uneingeschränkt importierbar sind. Die Notwendigkeit, die Position der Elemente während des Imports zu ändern, soll überdies zeigen, welche bestehenden Möglichkeiten die Testpersonen nutzen oder ob eine zusätzliche Sortierfunktion innerhalb der Übersicht vor dem Import sinnvoll erscheint.

Abschließend können die Probanden äußern, was sie verändern würden, um die Benutzerfreundlichkeit zu erhöhen und was sie bereits als sehr benutzerfreundlich empfinden (siehe Anhang A.5). Um die Gebrauchstauglichkeit und die User Experience auch quantitativ zu bestimmen, folgen darauf die standardisierten Fragebögen System Usability Scale und User Experience Questionnaire.

7.3. Auswertung der Ergebnisse

7.3.1. Übernahme einer Frage mit Mehrfachauswahl

Die Erwartung aller Probanden vor dem Importieren war, dass die Frage in AMCS übernommen werden kann, da es einen äquivalenten Fragetyp gibt. Lediglich Proband 4 gab im Vorfeld an, dass die Formatierung innerhalb der Aufgabenstellung vermutlich nicht übernommen wird.

Proband	Erwartungen erfüllt	Ergebnis positiv	Anforderungen für LV erfüllt
1	73 %	73 %	1
2	93 %	95 %	1
3	95 %	96 %	1
4	98 %	97 %	1
5	97 %	96 %	1
6	71 %	64 %	2
7	14 %	50 %	2
8	95 %	95 %	1
Mittelwert	80 %	83 %	1,25

Tabelle 7.1.: Ergebnisse bei der Übernahme einer Frage mit Mehrfachauswahl

Nach dem Import zeigte sich, dass die Erwartungen der Mehrheit der Probanden erfüllt wurden. Proband 7 hatte damit gerechnet, dass die Frage exakt repräsentiert werde, was wegen der fehlenden Formatierung jedoch nicht der Fall war und er seine Erwartungen deshalb nur zu 14 % erfüllt sah. Ebenso hat Proband 6 bedauert, dass Formatierungen nicht übernommen werden konnten. Die Probanden 4 und 7 bemängelten, dass für die Erstellung einer Frage mit Mehrfachauswahl zwingend für jede Antwortoption ein Feedbacktext eingegeben werden muss, was einen manuellen Eingriff in den Importprozess erforderte und diesen insofern verlängerte. Nur Probanden 3 und 6 achteten auf die Reihenfolge der Antwortmöglichkeiten nach dem Import, bemerkten dabei Inkonsistenzen zur ursprünglichen Aufgabe und machten deutlich, dass die korrekte Reihenfolge für sie von Bedeutung sei.

7.3.2. Übernahme einer Reihenfolgeaufgabe

Auch wenn es die Reihenfolgeaufgabe in AMCS nicht gibt, erwarteten alle Probanden, dass die Aufgabe als Zuordnungsfrage übernommen werden kann. Da die Frage tatsächlich entsprechend importiert wurde, konnten die Erwartungen aller Probanden in besonderem Maße erfüllt werden.

Proband	Erwartungen erfüllt	Ergebnis positiv	Anforderungen für LV erfüllt
1	73 %	80 %	1
2	97 %	97 %	1
3	97 %	97 %	1
4	98 %	98 %	1
5	97 %	96 %	1
6	94 %	96 %	1
7	79 %	90 %	1
8	94 %	94 %	1
Mittelwert	91 %	94 %	1,00

Tabelle 7.2.: Ergebnisse bei der Übernahme einer Reihenfolgeaufgabe

7.3.3. Übernahme einer Hotspotaufgabe

Alle Probanden gaben im Vorfeld an, dass diese Aufgabe nicht exakt in AMCS repräsentiert werden kann, da es keinen entsprechenden Fragetyp in AMCS gibt. Die Probanden 2 und 8 erwarteten jedoch, dass die Aufgabe automatisch durch eine Frage mit Einfachauswahl ersetzt wird, bei der das Bild in Raster eingeteilt wird und Lernende das korrekte Raster auswählen können. Auch wenn die Probanden 1 und 6 diese Möglichkeit ebenfalls zuvor erwähnten, erwarteten sie keine automatische Umwandlung.

Proband	Erwartungen erfüllt	Ergebnis positiv	Anforderungen für LV erfüllt
1	69 %	69 %	1
2	22 %	29 %	5
3	95 %	48 %	2
4	97 %	50 %	5
5	98 %	50 %	4
6	92 %	46 %	5
7	100 %	66 %	5
8	5 %	5 %	5
Mittelwert	72 %	45 %	4,00

Tabelle 7.3.: Ergebnisse bei der Übernahme einer Hotspotaufgabe

Entsprechend hoch sind auch die Unterschiede in der Einschätzung der Probanden, inwiefern ihre Erwartungen erfüllt wurden. Da die Probanden 2 und 8 eine alternative Darstellung erwarteten, wurden ihre Erwartungen weitgehend nicht erfüllt. Weil alle anderen Probanden davon ausgingen, dass die Frage nicht übernommen werden kann, wurden ihre Erwartungen hingegen überwiegend erfüllt. Da aus dem Import kein Ergebnis resultierte, gab die Mehrheit der Probanden an, dass ihnen das Endergebnis nicht für den Einsatz in Lehrveranstaltung genügen würde. Die Probanden 1 und 3 schlugen vor, dass die Schaltfläche „Import starten“ im Falle dessen, dass keine Fragen importiert werden können, deaktiviert werden soll.

7.3.4. Übernahme einer Matrixfrage

Proband	Erwartungen erfüllt	Ergebnis positiv	Anforderungen für LV erfüllt
1	54 %	74 %	1
2	92 %	94 %	1
3	96 %	97 %	1
4	50 %	96 %	1
5	5 %	93 %	2
6	92 %	84 %	1
7	62 %	36 %	3
8	50 %	72 %	4
Mittelwert	63 %	81 %	1,75

Tabelle 7.4.: Ergebnisse bei der Übernahme einer Matrixfrage

Alle Probanden waren sich einig, dass dieser Fragetyp von AMCS nicht unterstützt wird. Die Probanden 2 und 7 erwarteten jedoch, dass die Aufgabe in mehrere Fragen mit Mehrfachauswahl aufgespalten wird. Die Probanden 1 und 3 schlugen neben dieser Alternative auch die gruppierte Skalenfrage als Möglichkeit vor. Die Probanden 4 und 6 erwarteten zumindest

eine beliebige Darstellungsform als Alternative. Dabei schlug Proband 4 die gruppierte Skalenfrage vor, Proband 6 nannte überdies noch die Zuordnungsfrage vor. Die Probanden 5 und 8 hingegen sahen keine Möglichkeit der Umsetzung.

So unterschiedlich die Erwartungen vor dem Import waren, so verschieden waren auch die Einschätzungen der Probanden darüber, inwiefern sie diese nach dem Import erfüllt sahen. Probanden, die keine Möglichkeit der Umsetzung sahen, sahen ihre Erwartungen tendenziell weniger erfüllt, als Probanden, die einen Alternativvorschlag erwarteten. Insbesondere bei Proband 1 ist nicht direkt ersichtlich, weshalb er seine Erwartungen nur zu 54 % erfüllt sah. Seine Anmerkungen, dass eine Einrückung der erzeugten Unterfragen wünschenswert sei, um die Zugehörigkeit zur ursprünglichen Frage besser deutlich zu machen, könnte jedoch ein Hinweis auf dieses Stimmverhalten sein. Proband 7 befürwortete zwar die alternative Darstellungsform, bemängelte jedoch gleichzeitig, dass für eine der drei erzeugten Aufgaben nicht eine Frage mit Mehrfachauswahl, sondern eine Frage mit Einfachauswahl vorgeschlagen wurde. Die Ursache für die Wahl einer Frage mit Einfachauswahl lag darin, dass AMCS keine Mehrfachauswahl mit einer richtigen Antwort unterstützt. Seiner Meinung nach stellt dies einen zum Teil erheblichen Unterschied zur ursprünglichen Aufgabenstellung dar, da Lernende durch den Einsatz einer Frage mit Einfachauswahl wissen, dass nur eine Antwort richtig sein kann, dies jedoch aus der Aufgabe anfänglich nicht ersichtlich war. Diesen Umstand bemerkte ebenfalls Proband 2, der dies jedoch als weitaus weniger störend empfand. Proband 8 bemängelte allgemein, dass statt einer Frage drei erzeugt werden müssen, um die Aufgabe zu übernehmen und war der Meinung, dass das Ergebnis seinen Ansprüchen für den Einsatz in Lehrveranstaltungen eher weniger genügt.

7.3.5. Übernahme mehrerer Fragen

Alle Probanden hatten Probleme, herauszufinden, welche der Fragen uneingeschränkt importierbar seien. Anhand der Angabe in der Informationsbox war lediglich ersichtlich, wie viele Fragen auszuwählen seien, nicht jedoch welche.

Jene Frage, die HTML-Formatierungen beinhaltete, wurde als eingeschränkt eingestuft, jedoch nicht gelb, sondern wie alle uneingeschränkt importierbaren Elemente grün markiert. Ursächlich dafür ist, dass in der späteren Anwendung hauptsächlich Fragen aus dem ONYX-System importiert werden sollen, die jedoch stets HTML-Tags beinhalten und damit alle Fragen als eingeschränkt importierbar eingestuft werden würden. Jedoch zeigte sich, dass diese Einstufung die Entscheidung in einem erheblichen Maße beeinflusst, ob eine Frage durch Nutzende als uneingeschränkt wahrgenommen und damit importiert wird oder nicht.

Weiterhin kam bei dieser zusammengesetzten Aufgabe ein Problem zutage, dass bereits bei der Übernahme der Matrixfrage von Proband 1 bemerkt wurde. Die Übersichtlichkeit bei der Aufspaltung von Fragen ist nicht gewährleistet. Schnell wurde ein auf eine aufgesplittete Frage folgendes Element ebenfalls versehentlich ab- bzw. angewählt, da nicht auf den ersten Blick ersichtlich war, dass es sich dabei um ein neues Element handelte. Ebenso war allen Probanden nicht klar, dass eine in mehrere Fragen aufgeteilte Aufgabe als eingeschränkt eingestuft wird, da nur die ursprüngliche Frage rot markiert wurde, die erzeugten Unterfragen jedoch durch die grüne Färbung suggerierten, dass keine Einschränkung vorlag.

Im Gegensatz dazu haben alle Testpersonen unmittelbar das gelb markierte Element als eingeschränkt wahrgenommen und gemäß der Aufgabenstellung deselektiert.

Interessant war auch die Herangehensweise der Probanden, um die Elemente zu sortieren. Alle Expertennutzer entschieden sich dazu, die Fragen nacheinander zu erstellen und jene, die an erster Position stehen sollte, bei der Erstellung mit der entsprechenden Positionsnummer zu versehen. Ein Nicht-Expertennutzer wählte im Importfenster zunächst die an erster Position zu stehende Frage aus, importierte diese und startete den Importprozess für die anderen Fragen erneut. Ein anderer Nutzer wählte alle zu importierenden Fragen aus, nutzte die Navigationspfeile, um zu der gewünschten Frage zu kommen, importierte diese und sprang zur ersten Frage zurück. Die beiden anderen Nicht-Expertennutzer erstellten zunächst alle Fragen und überprüften dann, wie sie nachträglich die Position der Fragen verändern können.

7.3.6. System Usability Scale (SUS)

Tabelle 7.5 zeigt die Antworten der Probanden innerhalb des System Usability Scale, wobei die Bezeichnungen A1 bis A10 den durch die Testpersonen zu bewertenden Aussagen entsprechen. Gemäß der in Abschnitt 7.1.1 beschriebenen Berechnungsvorschrift ergibt sich damit der SUS-Score für jeden einzelnen Fragebogen.

Proband	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	SUS-Score
1	1	4	1	5	1	5	1	5	2	5	95,00
2	1	5	2	5	1	5	3	5	2	4	87,50
3	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	100,00
4	1	5	2	3	2	4	1	5	2	2	77,50
5	2	4	2	5	2	4	1	4	3	5	80,00
6	1	4	1	5	2	4	1	4	2	4	85,00
7	1	5	2	5	2	4	1	5	2	4	87,50
8	1	5	2	5	2	4	1	5	1	5	92,50

Tabelle 7.5.: System Usability Scale pro Fragebogen

Die sich aus den Fragebögen ergebenden SUS-Score liegen zwischen 77,5 und 100,0. Der Mittelwert von 88,13 befindet sich nach Bangor, Kortum und Miller [2] im Vergleich zu anderen Systemen im oberen Quartil und deutet auf eine ausgezeichnete Usability hin. Diese in Abbildung 7.1 dargestellte Einstufung basiert auf der Auswertung von fast 1000 SUS-Scores und soll die Vergleichbarkeit erleichtern. Zwar lässt sich somit sagen, dass es keine größeren Mängel hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit gibt, es lassen sich jedoch aus dem so ermittelten Wert keine konkreten Handlungsempfehlungen zur weiteren Verbesserung der Usability ableiten.

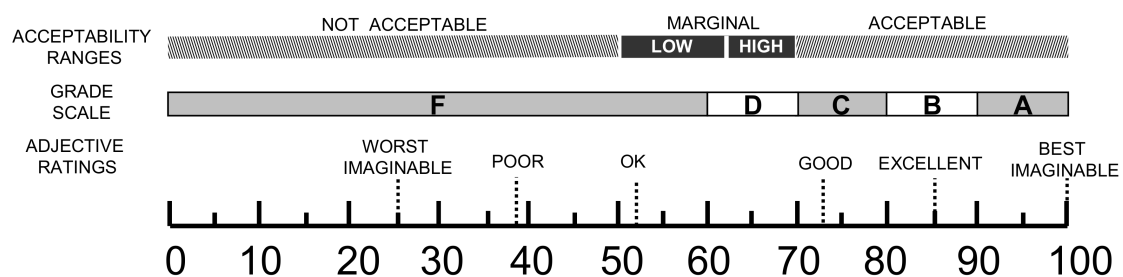


Abbildung 7.1.: Übersetzung des SUS-Scores in Akzeptierbarkeit, Schulnoten und Adjektive nach [2]

7.3.7. User Experience Questionnaire (UEQ)

Der User Experience Questionnaire liefert die in Tabelle 7.6 dargestellten Mittelwerte und erlaubt durch die Zuordnung der 26 Gegensatzpaare zu sechs Faktoren, Vermutungen über jene Bereiche zu machen, in denen Verbesserungen die größte Wirkung erzielen können. Die berechneten Mittelwerte liegen zwischen 1,1 und 2,1. Da die Skalen Werte von -3 bis +3 annehmen können, befinden sie sich somit im Allgemeinen in einem positiven Bereich.

Skala	Mittelwert	Varianz
Attraktivität	1,958	0,14
Durchschaubarkeit	1,813	0,58
Effizienz	2,125	0,27
Steuerbarkeit	1,688	0,89
Stimulation	1,594	0,61
Originalität	1,188	0,35

Tabelle 7.6.: UEQ-Skalen mit Mittelwert und Varianz

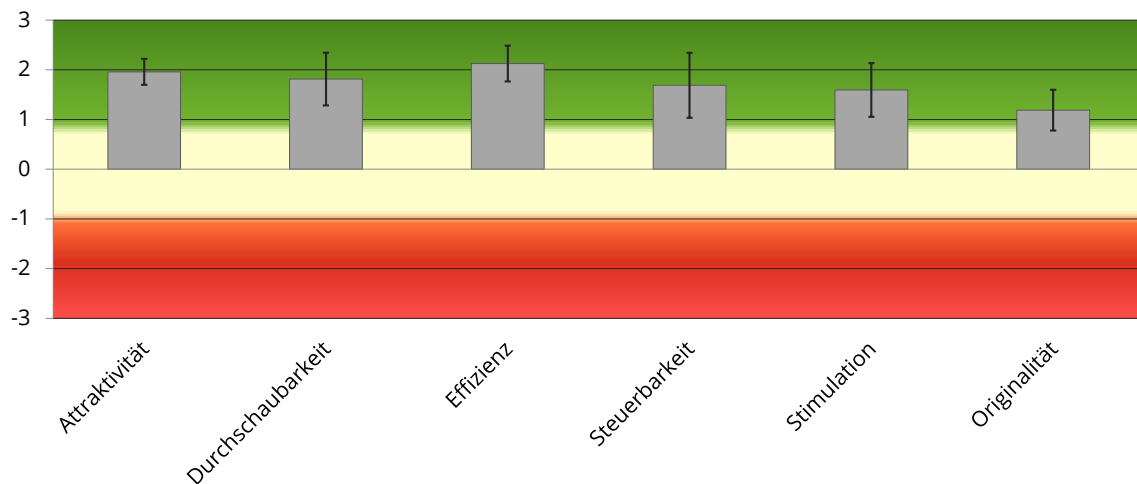


Abbildung 7.2.: Grafische Darstellung der UEQ-Skalen mit Mittelwert und Varianz

Der in Abbildung 7.3 dargestellte Vergleich der Ergebnisse mit dem auf 246 Bewertungen basierenden UEQ-Benchmark setzt die gemessenen Skalenmittel in Relation zu den bestehenden Werten des Benchmark-Datensatzes und lässt damit Rückschlüsse auf die relative Qualität im Vergleich zu anderen Systemen zu. Dabei bedeutet eine Zuordnung zur Kategorie „ausgezeichnet“, dass der ermittelte Wert im Bereich der 10 % besten Ergebnisse liegt. In der Kategorie „gut“ sind hingegen 10 % der Ergebnisse besser und 75 % schlechter.

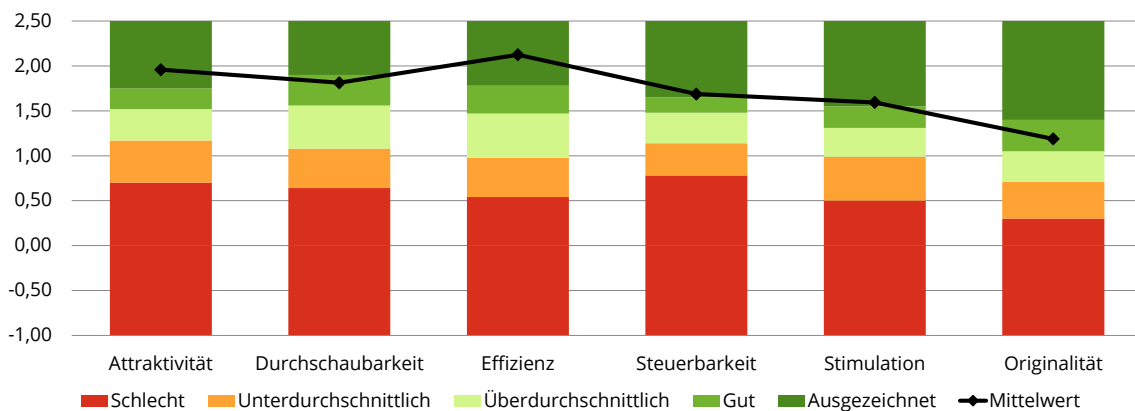


Abbildung 7.3.: Vergleich des Ergebnisses mit UEQ-Benchmark

7. Validierung und Evaluation

Aufgrund der Beschaffenheit des Fragebogens ergibt es jedoch keinen Sinn, eine Gesamtbewertung beispielsweise durch die Mittelwertbildung über alle Skalen vorzunehmen, da dieser Wert nicht richtig interpretiert werden könnte. Ein besonderes Augenmerk soll jedoch im Folgenden auf die als lediglich „gut“ eingestuften Skalen gelegt werden.

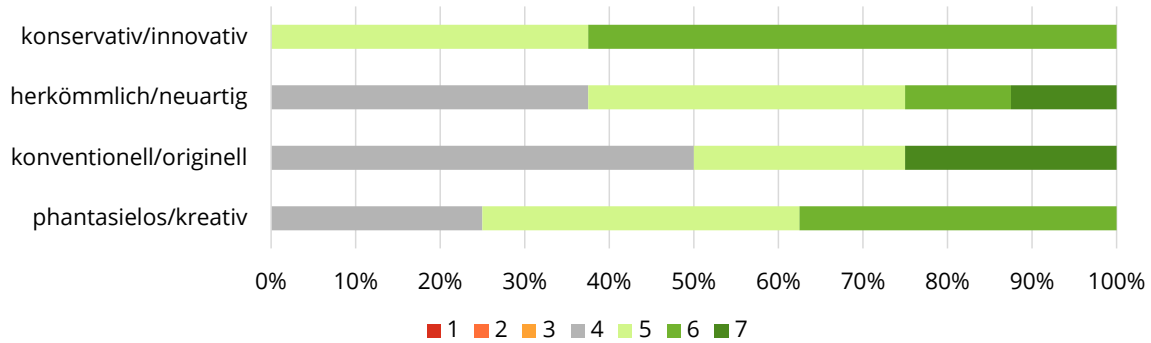


Abbildung 7.4.: Verteilung der Bewertungen zur Skala *Originalität*

Die Skala *Originalität* ergibt sich aus den Bewertungen zu den Begriffspaaren kreativ/phantasielos, originell/konventionell, herkömmlich/neuartig sowie konservativ/innovativ. Um tiefgehende Einblicke zu erhalten, zeigt Abbildung 7.4 die Verteilung der Bewertungen zu diesen Begriffspaaren. Da die Importfunktion im Wesentlichen dem entsprach, was die Probanden von einer solchen Funktion erwarteten, wird sie im Allgemeinen nicht als besonders neuartig oder originell eingestuft. Etwaige Funktionalitäten sind den Nutzenden bereits aus anderen Anwendungen bekannt. Es fällt jedoch auf, dass die Probanden das System eher als innovativ statt konservativ bezeichneten. Auch wenn sich aus dem Stimmverhalten bei einem einzelnen Gegensatzpaar keine generellen Rückschlüsse ableiten lassen, könnte vermutet werden, dass die Probanden von der sonst eher unüblichen automatischen Übersetzung in alternative Darstellungsformen positiv überrascht waren. Es ist jedoch auch nicht ausgeschlossen, dass die Probanden eine allgemeine Ablehnung bezüglich bestimmter Begriffe besitzen.

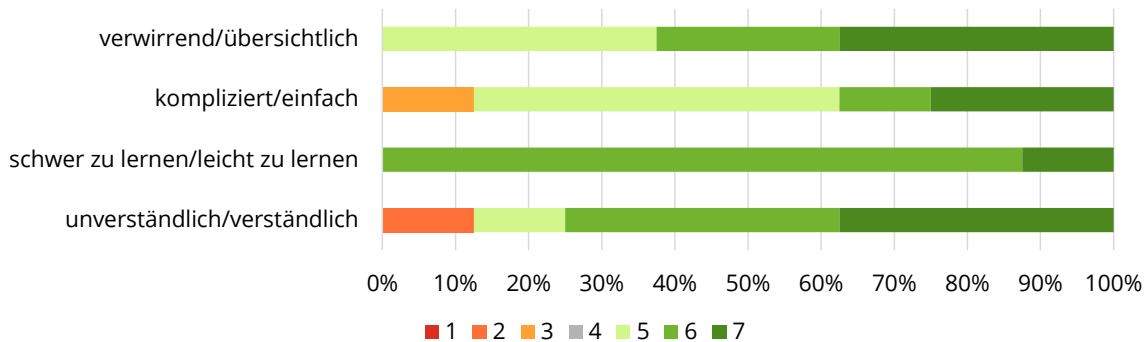


Abbildung 7.5.: Verteilung der Bewertungen zur Skala *Durchschaubarkeit*

Die Bewertungen zu den Begriffspaaren unverständlich/verständlich, schwer zu lernen/leicht zu lernen, kompliziert/einfach und verwirrend/übersichtlich bilden die Grundlage für die Skala *Durchschaubarkeit*. In Abbildung 7.5 ist zu sehen, dass je ein Proband das System eher als kompliziert bzw. unverständlich einstufte. Im Gegensatz dazu befanden aber alle Probanden, dass der Umgang mit der Importfunktion leicht zu erlernen sei. Dies lässt vermuten, dass das System als Ganzes zwar eine hohe Komplexität aufweist, dennoch die Fähigkeit besitzt, den Nutzenden zu ermöglichen, die korrekte Verwendung zu erlernen, also eine hohe Erlernbarkeit (engl. Learnability) verfügt.

7.4. Zusammenfassung

Nicht zuletzt die Ergebnisse des System Usability Scale und des User Experience Questionnaire zeigen, dass der Prototyp eine hohe Qualität hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und der User Experience aufweist. Aus den Ergebnissen des letzteren lässt sich bis auf den Faktor der *Durchschaubarkeit* kein Bereich erkennen, in denen Verbesserungen die größte Wirkung erzielen könnten. Gerade in diesem Bereich hat sich durch Betrachtung der betroffenen Begriffspaare jedoch gezeigt, dass das System wohl eine hohe Learnability aufweist und dies schlechtere Bewertungen beispielsweise hinsichtlich des Komplexitätsgrads oder der Unverständlichkeit ausgleicht.

Frage 4
Beitritt zur EU

✖ *Zuordnungsaufgaben mit der Möglichkeit der mehrfachen Zuordnung werden nicht unterstützt. Meist lassen sich solche Aufgaben durch mehrere Single- bzw. Multiple-Choice-Fragen darstellen. Die Aufgabe wurde deshalb automatisch in die Fragen 4.1 bis 4.2 aufgeteilt.*

✓ Frage 4.1
Beitritt zur EU

✓ Frage 4.2
Beitritt zur EU

✓ Frage 5
Stadtfläche

Abbildung 7.6.: Einrückung von erzeugten Unterfragen

Aus den Beobachtungen bei der Lösung der praktischen Aufgaben ergeben sich aber Änderungen, die vor einem produktiven Einsatz an der Importfunktion vorgenommen werden sollten. Erzeugte Unterfragen sollten als solche besser dargestellt werden, damit deren Zugehörigkeit zur ursprünglichen Frage deutlicher hervorgeht und eine Verwechslung mit darauffolgenden Elementen vermieden werden kann. Ein möglicher Lösungsansatz hierfür ist in Abbildung 7.6 dargestellt.

Weiterhin ist zu überdenken, inwiefern Aufgaben, die HTML-Formatierungen enthalten, farblich gekennzeichnet werden können. Auch wenn die Probanden feststellten, dass diese Aufgaben nur eingeschränkt importiert werden können, verwirrte sie die grüne Farbgebung. Alternativ könnte man zur Beseitigung dieses Mangels Elemente mit HTML-Formatierungen als gelb markieren, was durch die standardmäßige Erzeugung von Paragraph-Elementen durch Plattformen wie ONYX dazu führt, dass alle Fragen gelb markiert werden würden und damit faktisch eine Reduzierung der ursprünglich drei Importkategorien (grün, gelb, rot) auf lediglich zwei Kategorien (gelb, rot) erfolgen würde. Als Mittelweg könnte man eine Lösung implementieren, bei der im Falle des Vorhandenseins eines einzelnen Paragraph-Elements, dass den kompletten Fragetext beinhaltet und damit keine Auswirkungen auf die Darstellung hat, keine Warnung ausgegeben wird. Dabei würden Fragen lediglich bei dem Vorhandensein weiterer Tags als eingeschränkt importierbar klassifiziert werden. Sofern Formatierungen durch AMCS zukünftig unterstützt werden können, verliert diese Lösung an Bedeutung und Warnungen müssten nur ausgegeben werden, wenn nicht unterstützte Formatierungen enthalten sind oder eine Übersetzung aus anderen Gründen nicht stattfinden kann.

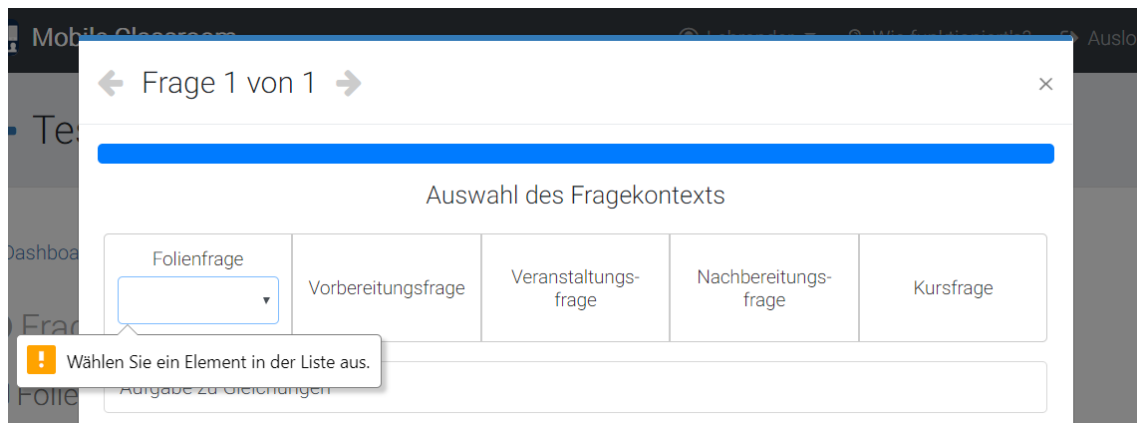


Abbildung 7.7.: Hinweis beim Absenden des Formulars ohne Fragekontext

Da die Importfunktion auf den bereits in AMCS bestehenden Ablauf zum Erstellen von Fragen zurückgreift, wurden auch Probleme dahingehend identifiziert. So ist derzeit die Vergabe eines Feedbacktextes bei dem Fragetyp der Mehrfachauswahl mit richtigen Antworten obligatorisch, obwohl diese Information den Lernenden zu keinem Zeitpunkt angezeigt wird. Weiterhin wäre zu überdenken, ob man Fragen mit Mehrfachauswahl auch dann zulassen sollte, wenn nur eine der Antworten als richtig markiert wird. Dies würde durch einen vergleichsweise geringen Änderungsaufwand die Möglichkeiten erweitern, bestimmte Aufgaben stellen zu können. Bei der Nutzung des Formulars zur Erstellung von Fragen zeigten sich zwei weitere Probleme: Wie in Abbildung 7.7 dargestellt, werden Nutzende beim Absenden des Formulars ohne Auswahl eines Fragekontexts nicht dazu aufgefordert, einen Kontext zu wählen, sondern eine Folie für die Erstellung einer Folienfrage auszuwählen. Dieser Umstand sorgte dafür, dass einige der Nicht-Expertennutzer versehentlich eine Folienfrage anlegten, obwohl sie ursprünglich eine Veranstaltungsfrage erstellen wollten. Außerdem wird bei der Wahl eines Fragekontexts das mit dem Platzhalter „Position“ beschriftete Eingabefeld mit der nächsten Position automatisch befüllt. Alle Nicht-Expertennutzer wussten anschließend nicht, wofür die dort eingetragene Zahl steht, da der Platzhalter durch das Befüllen des Eingabefelds mit Text verschwindet.

8. Zusammenfassung und Ausblick

Vor dem Hintergrund, dass sich Audience-Response-Systeme und Learning-Management-Systeme für den Einsatz in universitären Lehrveranstaltungen einer zunehmenden Beliebtheit erfreuen, da sie Lehrenden neue Möglichkeiten zur Gestaltung von Veranstaltungen bieten und Studierende während des Lernprozesses unterstützen können, war es das Ziel dieser Arbeit, zu untersuchen, inwiefern Inhalte von Learning-Management-Systemen in das am Lehrstuhl Rechnernetze der Technischen Universität Dresden entwickelte Audience-Response-System AMCS transparent eingebunden werden können. Weil sich insbesondere die Erstellung von Fragen als sehr aufwendig erweisen kann, wäre es wünschenswert, dass einmal in Learning-Management-Systemen erstellte und durch diese zentral verwaltete Aufgaben in anderen Lernwerkzeuge, wie beispielsweise in Audience-Response-Systemen, wiederverwendet werden können.

Zunächst wurden bestehende Austauschformate und Kommunikationsprotokolle analysiert, welche die Interoperabilität zwischen Systemen gewährleisten sollen. Dabei wurde QTI als Datenformat zur Darstellung von Tests, REST als Kommunikationsarchitektur zum Austausch von Informationen zwischen Systemen, OAuth als Verfahren zur Clientautorisierung mithilfe einer Token-basierten Authentifizierung sowie LTI als Möglichkeit, externe Lernwerkzeuge mit Learning-Management-Systemen zu verbinden, kurz vorgestellt, da sie für die Analyse des Stands der Technik sowie die Auswahl geeigneter Konzepte essenziell sind.

Nachfolgend wurde geprüft, inwiefern diese Austauschformate und Protokolle bzw. Architekturen von gängigen Learning-Management-Systemen unterstützt werden. Dabei stellte sich heraus, dass eine Kopplung mit den drei am häufigsten in Deutschland genutzten Learning-Management-Systemen Moodle, Ilias und Stud.IP nur mit einem erheblichen Aufwand möglich wäre, da ebenso drei verschiedene Austauschformate betrachtet werden müssten, um einen Ex- und Import von Fragen zu ermöglichen. Es erschien deshalb sinnvoll, aus der Vielzahl der LMS ein geeignetes auszuwählen, dass unter den Nutzenden von AMCS eine große Verbreitung besitzt und im Idealfall ein plattformabhängiges Austauschformat unterstützt, sodass ebenso die Kopplung mit anderen LMS weitestgehend problemlos möglich ist. Hierzu wurde ein besonderes Augenmerk auf OLAT gelegt, da es einerseits das QTI-Format unterstützt und andererseits als Basis für das an sächsischen Bildungseinrichtungen eingesetzte OPAL dient.

Neben Learning-Management-Systemen wurden auch andere Audience-Response-Systeme hinsichtlich ihres Funktionsumfangs betrachtet. Die häufig genutzten Systeme tweedback, feedbackr, Cliqr und invote besitzen weder eine Möglichkeit zur automatischen Kopplung mit anderen Lernwerkzeugen, noch ist ein Import von Fragen aus anderen Systemen möglich. Lediglich ARSnova verfügt über Funktionalitäten zum Ex- und Import von Fragen, beschränkt sich jedoch dabei auf ein eigenes Austauschformat. In Hinblick auf die Problemstellung dieser Arbeit stellte sich die Betrachtung der Vorgehensweise im Audience-Response-System

PINGO als besonders wichtig heraus. Zwar bietet auch dieses ARS keine Möglichkeit zur automatischen Kopplung mit externen Lernwerkzeugen, erlaubt aber den Import von Fragen aus verschiedenen Quellen und bedient sich dabei auch plattformunabhängiger Austauschformate. Deshalb wurde das Vorgehen beim Import von Fragen sowohl aus Sicht der Nutzenden als auch unter Auswertung des Quellcodes genauer untersucht, um Rückschlüsse auf mögliche Schwierigkeiten bei der Realisierung einer eigenen Importfunktion zu ziehen.

Nach der Analyse des Stands der Technik wurden geeignete Anforderungen für eine Kopplung von AMCS mit Learning-Management-Systemen aufgestellt, um in der darauf aufbauenden Untersuchung verschiedene Lösungsansätze gegenüberzustellen und einen geeigneten Implementierungsentwurf anzufertigen. Neben der Erfüllung eher funktioneller Anforderungen erschien es dabei auch besonders wichtig, dass die Passwörter der LMS-Nutzenden AMCS nicht bekannt sein dürfen, AMCS nur auf die einbindbaren LMS-Inhalte Zugriff erhalten soll, die Anonymität bei der Teilnahme an Abstimmungen gewährleistet werden muss und die eingebundenen Inhalte unabhängig von der Erreichbarkeit des LMS abrufbar sein sollen. Anschließend wurden einige konzeptionelle Überlegungen zur Herstellung einer Kopplung dargestellt und unabhängig von vorhandenen Technologien und Schnittstellen geprüft, ob diese den zuvor formulierten Anforderungen genügen. Eine Variante, bei welcher der Client des Lernenden die extern eingebundenen Inhalte beim LMS abrufen, konnte aufgrund der notwendigen Authentifizierung bei Abstimmungen die Anonymität nicht gewährleisten. Ebenso konnten die eingebundenen Inhalte während Abstimmungen nur abgerufen werden, wenn das LMS zu dieser Zeit auch erreichbar ist. Die letztgenannte Anforderung wird auch bei einer weiteren Variante verletzt, bei welcher die externen Inhalte durch AMCS bei jedem Aufruf des Clients abgerufen werden. Lediglich die zwei verbleibenden Möglichkeiten, bei denen die externen Inhalte in AMCS gespeichert werden, konnten alle Anforderungen erfüllen. Dabei wurde zwischen dem Abruf der Inhalte beim LMS durch AMCS selbst sowie durch den Lehrenden als Mittler zwischen LMS und AMCS unterschieden.

Bei der Implementierung zeigte sich, dass die Bedingungen zur anforderungsgerechten Umsetzung der erstgenannten Möglichkeit aufgrund fehlender Schnittstellen nicht realisierbar sind, da die wenigsten Learning-Management-Systeme Mechanismen zur Token-basierten Authentifizierung besitzen, die jedoch für die Umsetzung zwingend notwendig wären. Aus diesem Grund wurde jene Variante prototypisch realisiert, bei welcher die Inhalte bei der Einbindung zunächst vom Lehrenden im LMS abgerufen und in AMCS hochgeladen werden. Auch wenn es wünschenswert wäre, dass die Kommunikation zwischen LMS und Client des Lehrenden automatisch im Hintergrund geschehen würde, zeigte sich, dass dies beim Einsatz von Opal für die meisten praktischen Einsatzzwecke ausgeschlossen und bei anderen LMS von deren Serverkonfiguration abhängig und dadurch zumindest erschwert ist. Die zu importierenden Inhalte müssen demnach zuvor manuell durch Lehrende exportiert und in AMCS zum Import ausgewählt werden. Um auf bereits bestehende Funktionalitäten bestmöglich zurückgreifen zu können, wurde festgestellt, dass es besser sei, die anschließende Übersetzung der vom LMS stammenden Inhalte in AMCS-Objekte direkt im Client des Lehrenden vorzunehmen. Da jedoch das Laden großer Dateien für längere Zeit viele Ressourcen bindet, wurde die Web-Worker-Technologie eingesetzt, um diese rechenintensiven Schritte in einem separaten Thread ausführen zu können. Dabei erlaubt der eingesetzte Web-Worker ebenso wie die anderen Teile der Implementierung eine leichte Erweiterbarkeit um die Unterstützung anderer Formate beim Import von Fragen, da lediglich eine eigene Logik für die Übersetzung der Fragenelemente in AMCS-Frageobjekte realisiert werden muss, der Importablauf inklusive der Darstellung im Browser des Lehrenden und des Fehlermanagements jedoch wiederverwendet werden kann.

Nicht zuletzt die Ergebnisse des System Usability Scale und des User Experience Questionnaire zeigten, dass der Prototyp eine hohe Qualität hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und der User Experience aufweist. Aus den Beobachtungen bei der Lösung der praktischen Aufgaben ergaben sich aber Änderungen, die vor einem produktiven Einsatz an der Importfunktion vorgenommen werden sollten. So ist es notwendig, dass erzeugte Unterfragen als solche besser dargestellt werden, damit deren Zugehörigkeit zur ursprünglichen Frage deutlicher hervorgeht und eine Verwechslung mit darauffolgenden Elementen vermieden werden kann. Weiterhin ist zu überdenken, inwiefern Aufgaben, die HTML-Formatierungen enthalten, farblich gekennzeichnet werden können. Da die Importfunktion auf den bereits in

AMCS bestehenden Ablauf zum Erstellen von Fragen zurückgreift, wurden auch Probleme dahingehend identifiziert. So war beispielsweise die Bedeutung der Felder zur Festlegung des Fragekontexts und der Frageposition für Nutzende, die das System erstmals einsetzen, nicht sofort ersichtlich. Weiterhin stellte sich heraus, dass es sinnvoll sei, Fragen mit Mehrfachauswahl auch dann zuzulassen, wenn nur eine der Antworten als richtig markiert wird. Nichtsdestotrotz deutete sich an, dass das System den Nutzenden ermöglicht, intuitiv zu erlernen, wie es zu bedienen ist, weshalb eine ausführliche Erklärung der Funktion für Lehrende vor der Nutzung nicht zwingend erforderlich erscheint. Lehrende sollten jedoch wissen, wie sie Tests im QTI-Format in dem von ihnen verwendeten Lernwerkzeug exportieren können und sich mit den bisher in Learning-Management-Systemen eingesetzten Aufgaben und deren Übertragbarkeit für einen didaktisch geeigneten Einsatz in Audience-Response-Systemen auseinandersetzen.

Abschließend lässt sich feststellen, dass mit der ausgearbeiteten Konzeption und der Umsetzung einer Importfunktion eine notwendige Voraussetzung für eine weitergehende Kopplung von AMCS mit Learning-Management-Systemen geschaffen wurde. Auch wenn es momentan aufgrund technischer Einschränkungen nicht möglich ist, eine automatische Kommunikation zu etablieren oder vollständige Kompatibilität herzustellen, leistet die vorliegende Arbeit einen ersten Beitrag zur Herstellung der Interoperabilität beider Systemarten und bietet beim Vorliegen weiterer Voraussetzungen neue Möglichkeiten zu deren Verbesserung. Beispielsweise würde der momentan in Planung befindliche Wechsel von der Nutzung nativer Applikationen hin zu Progressive Web Apps die Unterstützung von Formatierungen erleichtern und auf diese Weise auch die Kompatibilität mit anderen Lernwerkzeugen erhöhen. Aber auch mit der Einführung einer korrespondierenden Exportfunktion in AMCS könnte nicht nur der Informationsaustausch in die Rückrichtung ermöglicht, sondern auch interne Abläufe beispielsweise beim Austausch von Fragen vereinfacht werden. Es zeigt sich also, dass auf diese Weise auch die stetig fortschreitenden Arbeiten an AMCS vielfältige Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung der Interoperabilität eröffnen.

Literatur

- [1] Aaron Bangor, Philip T. Kortum und James T. Miller. „An Empirical Evaluation of the System Usability Scale“. In: *International Journal of Human-Computer Interaction* 24.6 (2008), S. 574–594.
- [2] Aaron Bangor, Philip T. Kortum und James T. Miller. „Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale“. In: *Journal of Usability Studies* 4.3 (2009), S. 114–123.
- [3] Peter Baumgartner, Harmut Häfele und Kornelia Maier-Häfele. „Evaluierung von Lernmanagement-Systemen: Theorie – Durchführung – Ergebnisse“. In: *Handbuch E-Learning* (2002). Hrsg. von Andreas Hohenstein und Karl Wilbers.
- [4] John Brooke. „SUS: A quick and dirty usability scale“. In: 189.194 (1996), S. 4–7.
- [5] Roy Thomas Fielding. „Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures“. Diss. 2000.
- [6] Pierre Gorissen. *Quickscan QTI - 2006. Usability study of QTI for The Digitale Universiteit (DU)*. Techn. Ber. The Digitale Universiteit (DU), 2006.
- [7] Herbert Gudjons. *Frontalunterricht - neu entdeckt: Integration in offene Unterrichtsformen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 2011.
- [8] Dick Hardt. *The OAuth 2.0 Authorization Framework*. RFC 6749. 2012. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6749> (besucht am 25.05.2018).
- [9] IMS. *Basic Overview of how LTI® Works*. 2012. URL: <https://www.imsglobal.org/basic-overview-how-lti-works> (besucht am 25.05.2018).
- [10] IMS. *Question & Test Interoperability (QTI) XSD Binding*. 2012. URL: http://www.imsglobal.org/question/ctiv2p1/imsqti_bindv2p1.html (besucht am 25.05.2018).
- [11] IMS. *Question & Test Interoperability Implementation Guide*. 2012. URL: https://www.imsglobal.org/question/ctiv2p1/imsqti_implv2p1.html (besucht am 25.05.2018).
- [12] IMS. *Question & Test Interoperability Overview*. 2012. URL: http://www.imsglobal.org/question/ctiv2p1/imsqti_oviewv2p1.html (besucht am 25.05.2018).
- [13] Johannes Magenheimer u. a. „Einsatz mobiler Endgeräte zur Verbesserung der Lehrqualität in universitären Großveranstaltungen“. In: *E-Learning Symposium* (2012).
- [14] Eric Mazur. „Peer Instruction: Wie man es schafft, Studenten zum Nachdenken zu bringen“. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule* 4.55 (2006), S. 12–13.
- [15] Joan Middendorf und Alan Kalish. „The "Change-up in Lectures“. In: *National Teachers Learning Forum* 5.2 (1995), S. 1–5.
- [16] MindWires. *European LMS Market Dynamics Fall 2016*. 2016. URL: <http://mfeldstein-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/11/e-Literate-European-LMS-Market-Dynamics-Fall-2016.pdf> (besucht am 01.06.2018).
- [17] Martin Schrepp. *User Experience Questionnaire Handbook*. Version Version 4. 2018.

A. Anhang

A.1. Einleitung des Fragebogens

Fragebogen

**zur Evaluation eines Prototyps im Rahmen der Bachelorarbeit zum Thema
„Untersuchung der Möglichkeiten der Kopplung des Audience Response
Systems AMCS mit externen Learning-Management-Systemen (LMS)“**

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

vielen Dank, dass Sie sich die Zeit genommen haben, um an dieser Befragung teilzunehmen.

Die Bearbeitung des Fragebogens dauert etwa 30 Minuten.

Diese Befragung dient dazu, einen Prototyp im Rahmen der Bachelorarbeit zum Thema „Untersuchung der Möglichkeiten der Kopplung des Audience Response Systems AMCS mit externen Learning-Management-Systemen (LMS)“ zu evaluieren. Hierzu sollen Sie nachfolgend einige typische Aufgaben in dem entwickelten System lösen.

Um die Benutzerfreundlichkeit des Systems zu bewerten, sollen Sie parallel zur Bearbeitung der Aufgaben laut mitdenken. Sprechen Sie all das aus, was Sie tun und denken, worauf Sie schauen und was Sie fühlen. Diese Methode ermöglicht es, Einblicke in die kognitiven Prozesse während der Bearbeitung der Aufgaben zu erhalten.

Zur Erleichterung der nachfolgenden Analyse wird dieser Prozess durch Stimm- und Bildschirmaufnahmen dokumentiert. Diese Aufnahmen dienen ausschließlich der Auswertung und werden im Anschluss gelöscht.

Im Fokus der Befragung stehen Ihre individuellen Einschätzungen und Gewohnheiten. Es gibt demnach keine richtigen oder falschen Verhaltensweisen oder Antworten.

Beschreibung des Testsystems

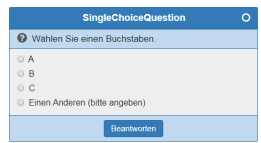
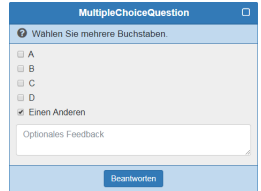
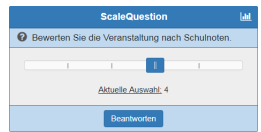
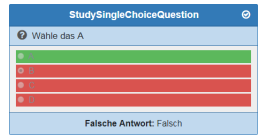
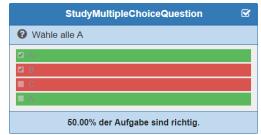
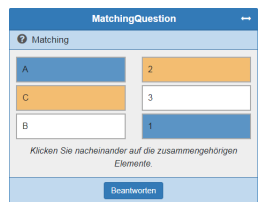
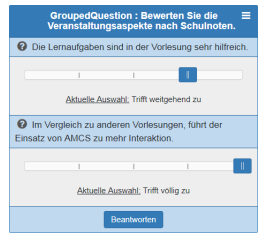
Zur Bearbeitung der Aufgaben werden Sie das System „Auditorium Mobile Classroom Service“ (kurz: AMCS) nutzen.

Dieses System ermöglicht es Lehrpersonen, Fragen an Studierende zu stellen, welche diese anonym beantworten können. Es kann damit beispielsweise für Vorwissensüberprüfungen, Orientierungstests, Verständnisüberprüfungen oder auch zur Aktivierung bzw. Motivation während einer Lehrveranstaltung eingesetzt werden.

AMCS unterscheidet zwischen 5 verschiedenen Fragekontexten, welche die Sichtbarkeit von erstellten Fragen bestimmen:

- Folienfragen: Fragen, die nur für eine Folie aktiv sind, z.B. Quizfragen.
- Vorbereitungsfragen: Fragen, die vor der Veranstaltung aktiv sind, z.B. um Themen im Selbststudium vorzubereiten.
- Veranstaltungsfragen: Fragen, die während der gesamten Veranstaltung aktiv sind, z.B. zur Abfrage des Wissensstandes.
- Nachbereitungsfragen: Fragen, die nach der Veranstaltung aktiv sind, z.B. um gewonnenes Wissen (im Selbststudium) zu überprüfen.
- Kursfragen: Fragen, die im gesamten Kurskontext sichtbar sind, z.B. zur Abfrage persönlicher Interessen oder Informationen (Abfrage nach Studiengang, etc.).

AMCS unterstützt 7 verschiedenen Fragetypen, welche die Frage an sich beeinflussen:

Fragetyp	Beschreibung	Beispiel
Einfachauswahl	Eine Frage, bei der genau eine Antwort ausgewählt werden kann.	
Mehrfachauswahl	Eine Frage, bei der mehrere Antworten ausgewählt werden können.	
Skalenfrage	Eine Frage, bei der genau eine Antwort mittels Skala ausgewählt werden kann.	
Einfachauswahl mit richtiger Antwort	Eine Frage mit Einfachauswahl, bei der eine richtige Antwort sowie Feedback an die Studierenden für jede Antwort hinterlegt ist.	
Mehrfachauswahl mit richtigen Antworten	Eine Frage mit Mehrfachauswahl, bei der mehrere richtige Antworten hinterlegt sind und jede Antwort Feedback an die Studierenden beinhaltet.	
Freitextfrage	Eine Frage, die mit einem beliebigen Freitext beantwortet werden kann.	
Zuordnungsfrage	Eine Frage, bei der Antworten paarweise einander zugeordnet werden müssen.	
Gruppierte Skalenfrage	Eine Gruppierung von mehreren Skalenfragen mit gleichen Items.	

Weiterhin ist zu beachten, dass der Fragentitel, die Fragenformulierung und die Antwortmöglichkeiten keine Formatierung oder direkte Einbindung von externen Inhalten wie beispielsweise Bildern zulassen, in der maximalen Zeichenanzahl jedoch nicht beschränkt sind.

Ausgangssituation

Das Testsystem wurde um eine Importfunktion erweitert, welche die Übernahme von Fragen aus anderen Quellen erleichtern soll.

Versetzen Sie sich bei der Bearbeitung der Aufgaben in die Lage einer Lehrperson, die bereits Fragen in einem anderen System angelegt und in einem speziellen Format namens „QTI 2.1“ exportiert hat. Diese sollen nun in AMCS eingepflegt werden. Dazu haben Sie bereits eine Lehrveranstaltung angelegt, jedoch noch keine Fragen erstellt.

Sie möchten, dass alle Fragen während der Veranstaltung von den Studierenden beantwortet werden und entscheiden sich deshalb dafür, den Fragekontext „Veranstaltungsfrage“ zu wählen.

Allgemeine Fragen

Welche offenen Fragen haben Sie, bevor Sie mit der Lösung der Aufgaben beginnen?

Haben Sie schon einmal Fragen in AMCS beantwortet?

ja

☐

nein

☐

Haben Sie schon einmal Fragen in AMCS erstellt oder bearbeitet?

☐☐

Übernahme einer Reihenfolgeaufgabe

Sie möchten gern eine in einem anderen System angelegte Reihenfolgeaufgabe in AMCS übernehmen, bei der die bereitgestellten Elemente in eine geforderte Anordnung bzw. Reihenfolge gebracht werden sollen. Die Frage wird dabei in dem anderen System wie folgt dargestellt:

Sortieren von Buchstaben

Sortieren Sie die Buchstaben nach ihrer Reihenfolge im Alphabet.

C	1
H	2
M	3

Welches Ergebnis erwarten Sie nach Abschluss des Imports in AMCS?

Öffnen Sie das Fenster zum Importieren von Fragen und wählen Sie die Datei „reihenfolge.zip“ aus. Durchlaufen Sie den Importprozess und legen Sie die Frage an. Nachdem Sie diesen Vorgang beendet haben, betrachten Sie das angelegte Element und beantworten Sie die folgenden Fragen.

Übernahme einer Matrixfrage

Sie möchten gern eine in einem anderen System angelegte Matrixfrage in AMCS übernehmen, bei der Lernenden eine Tabelle angezeigt wird, in welcher Zuordnungen zwischen den in den Zeilen und Spalten dargestellten Elementen getroffen werden sollen. Die Frage wird dabei in dem anderen System wie folgt dargestellt:

Mitgliedschaft von Staaten

Welcher Staat ist Mitglied welcher Organisationen?

	EU	OECD	NATO
Schweiz	☐	☐	☐
Deutschland	☐	☐	☐
Norwegen	☐	☐	☐

Welches Ergebnis erwarten Sie nach Abschluss des Imports in AMCS?

Öffnen Sie das Fenster zum Importieren von Fragen und wählen Sie die Datei „matrix.zip“ aus. Durchlaufen Sie den Importprozess und legen Sie die Frage an. Nachdem Sie diesen Vorgang beendet haben, betrachten Sie das angelegte Element und beantworten Sie die folgenden Fragen.

Übernahme einer Hotspotaufgabe

Sie möchten gern eine in einem anderen System angelegte Hotspotaufgabe in AMCS übernehmen, bei der bestimmte Bereiche auf einer gegebenen Abbildung markiert werden sollen. Die Frage wird dabei in dem anderen System wie folgt dargestellt:

Geographie

Wählen Sie die Stadt Dresden in der Karte aus.



Welches Ergebnis erwarten Sie nach Abschluss des Imports in AMCS?

Öffnen Sie das Fenster zum Importieren von Fragen und wählen Sie die Datei „hotspot.zip“ aus. Durchlaufen Sie den Importprozess und legen Sie die Frage an. Nachdem Sie diesen Vorgang beendet haben, betrachten Sie das angelegte Element und beantworten Sie die folgenden Fragen.

A.3. Fragen nach dem Import der Einzelaufgaben

Inwiefern wurden Ihre zuvor formulierten Erwartungen erfüllt? Finden Sie es positiv oder negativ, dass Ihre formulierten Erwartungen erfüllt bzw. nicht erfüllt wurden? Setzen Sie einen Punkt innerhalb des folgenden Rahmens zur Beantwortung dieser Fragen.

positiv

gar nicht erfüllt

voll erfüllt

negativ

	trifft völlig zu	trifft über- wiegend zu	teils/teils	trifft wenig zu	trifft gar nicht zu
Das Endergebnis genügt meinen Anforderungen zum Einsatz in Lehrveranstaltungen.	☐	☐	☐	☐	☐

Welche Anmerkungen haben Sie zu Ihren Antworten in den beiden vorherigen Aufgaben?

A.4. Übernahme mehrerer Fragen

Übernahme mehrerer Fragen

Die auszuwählende Datei beinhaltet mehrere Fragen. Sie möchten diese in einem Importschritt übernehmen. Dabei entscheiden Sie sich dazu, nur jene Fragen zu übernehmen, die ohne jegliche Einschränkungen in AMCS abbildbar sind. Weiterhin möchten Sie, dass von den auf diese Weise importierten Fragen jene mit dem Titel „Stadtfläche“ an erster Stelle steht.

Wie ist Ihre Strategie zur Lösung dieser Aufgabe?

Öffnen Sie das Dialogfenster zum Importieren von Fragen und wählen Sie die Datei „aufgaben.zip“ aus. Importieren Sie die Fragen wie oben beschrieben.

Inwiefern konnten Sie Ihre Strategie anwenden?

Nachdem Sie alle Fragen übernommen und den Vorgang beendet haben, fällt Ihnen ein, dass Sie die Frage mit dem Titel „Landeshauptstädte“ auch trotz möglicher Einschränkungen übernehmen möchten. Übernehmen Sie diese Frage in AMCS.

A.5. Abschließende Fragen

Abschließende Fragen

Beziehen Sie bei der Beantwortung der folgenden Fragen alle Ihre durch die Bearbeitung der Aufgaben gesammelten Erfahrungen bei der Nutzung des Systems zum Import von Fragen ein.

Was würden Sie verändern, um die Benutzerfreundlichkeit zu erhöhen?

Was empfinden Sie bereits als sehr benutzerfreundlich?

A.6. System Usability Scale

System Usability Scale

Markieren Sie für jede der folgenden Aussagen ein Feld, das Ihre erste Reaktion am besten beschreibt. Denken Sie dabei nicht zu lange über jede Aussage nach.

Bitte kreuzen Sie immer eine Antwort an, auch wenn Sie bei der Einschätzung zu einer Aussage unsicher sind.

	stimme voll zu				stimme gar nicht zu
Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich empfinde das System als unnötig komplex.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich denke, dass ich technischen Support brauchen würde, um das System zu nutzen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Systems gut integriert sind.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich finde, dass es im System zu viele Inkonsistenzen gibt.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das System schnell zu beherrschen lernen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich habe mich bei der Nutzung des Systems sehr sicher gefühlt.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte.	☐	☐	☐	☐	☐

A.7. User Experience Questionnaire

User Experience Questionnaire

Nachfolgend sind Gegensatzpaare von Eigenschaften aufgelistet, die das System haben kann. Abstufungen zwischen den Gegensätzen sind durch Kreise dargestellt. Durch Ankreuzen eines dieser Kreise können Sie Ihre Zustimmung zu einem Begriff äußern.

Beispiel: attraktiv ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ unattraktiv

Mit dieser Beurteilung sagen Sie aus, dass Sie das System eher attraktiv als unattraktiv einschätzen.

Entscheiden Sie möglichst spontan. Es ist wichtig, dass Sie nicht lange über die Aussagen nachdenken, damit Ihre unmittelbare Einschätzung zum Tragen kommt.

Bitte kreuzen Sie immer eine Antwort an, auch wenn Sie bei der Einschätzung zu einem Begriffspaar unsicher sind oder finden, dass es nicht so gut zum System passt.

	1	2	3	4	5	6	7	
unerfreulich	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	erfreulich
unverständlich	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	verständlich
kreativ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	phantasielos
leicht zu lernen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	schwer zu lernen
wertvoll	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	minderwertig
langweilig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	spannend
uninteressant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	interessant
unberechenbar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	voraussagbar
schnell	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	langsam
originell	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	konventionell
behindernd	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	unterstützend
gut	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	schlecht
kompliziert	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	einfach
abstoßend	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	anziehend
herkömmlich	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	neuartig
unangenehm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	angenehm
sicher	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	unsicher
aktivierend	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	einschläfernd
erwartungskonform	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	nicht erwartungskonform
ineffizient	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	effizient
übersichtlich	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	verwirrend
unpragmatisch	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	pragmatisch
aufgeräumt	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	überladen
attraktiv	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	unattraktiv
sympathisch	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	unsympathisch
konservativ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	innovativ

A.8. Freitextantworten im Rahmen der Befragung

Nachfolgend sind die Antworten der Probanden auf die Freitextaufgaben im Rahmen der Befragung in unveränderter Form aufgelistet.

A.8.1. Übernahme einer Frage mit Mehrfachauswahl

Welches Ergebnis erwarten Sie nach Abschluss des Imports in AMCS?

Proband	Antwort
1	(1) Auswahl mehrerer Antworten (2) Anzeige der richtigen Antwort (3) Feedback
2	Korrektes Übernehmen der Aufgabe. Eventuell noch Ergänzen von Feedback und Position in Veranstaltung (also Auswahl als Veranstaltungsfrage)
3	Das die Frage in der selben Form für die Studierenden zu sehen ist.
4	Übernahme der Aufgabenstellung mit nicht korrekt formatierten Text Antwortmöglichkeiten als Mehrfachauswahl dargestellt
5	Es funktioniert, da es „Mehrfachauswahl“ auch in AMCS gibt
6	das die Frage problemlos übernommen wird
7	Exakte Repräsentation der Frage
8	Eine Mehrfachauswahl wäre möglich

Welche Anmerkungen haben Sie zu Ihren Antworten in den beiden vorherigen Aufgaben?

Proband	Antwort
1	(1) Ansicht der Studierenden nicht sichtbar (2) Fragenimport auch bei Fragenbearbeitung sichtbar
2	Nach der zwischenzeitlichen Rückmeldung, dass es Probleme mit der Aufgabe gab, hätte ich erwartet, dass ich Teile neu eingeben muss. Was insofern positiv überrascht, dass die Aufgabe vollständig vorhanden war.
3	Die umgekehrte Reihenfolge hat mich im ersten Moment verwirrt!
4	Eventuell gleich um Feedback erweitern
6	• gut das man die Aufgabe importieren kann • geänderte Reihenfolge nicht positiv • schade, dass man nichts hervorheben kann (dickgedruckt, unterstrichen)
7	Formatierung fehlt, dafür zwangsweise Feedback gleicht sich aus, daher Punkt in der Mitte der neg-pos Skala.

A.8.2. Übernahme einer Reihenfolgeaufgabe

Welches Ergebnis erwarten Sie nach Abschluss des Imports in AMCS?

Proband	Antwort
1	(1) Alternative Darstellung, da Fragetyp nicht unterstützt - MatchingQuestion (ähnlich oben) - (mehrere Fragen erzeugen) - GroupedQuestion
2	Die Aufgabe wird als eine Zuordnungsaufgabe umgesetzt.
3	Sollte genau in dieser Form in AMCS importierbar sein.
4	genaue Umsetzung der Abbildung per Zuordnungsfrage
5	Es funktioniert. Es gibt zwar keinen solchen Fragentyp, aber ich erwarte, dass es in eine Zuordnungsfrage umgewandelt wird.
6	wird funktionieren
7	Paarweise Zuordnung, Buchstaben zu Platz.
8	Zuordnungsfrage wird ausgegeben.

Welche Anmerkungen haben Sie zu Ihren Antworten in den beiden vorherigen Aufgaben?

Proband	Antwort
2	Entsprach voll und ganz meiner Erwartung. Ergebnis ist auch sehr gut.
3	Dieses mal stimmte die Reihenfolge!
4	Sehr gut automatisch erkannt
6	keine Probleme bei der Umsetzung

A.8.3. Übernahme einer Hotspotaufgabe

Welches Ergebnis erwarten Sie nach Abschluss des Imports in AMCS?

Proband	Antwort
1	Kein Import, da weder Bilder noch Position unterstützt wird Alternative, sofern Bilder unterstützt werden: - Raster über Bilder legen - Rasteritem wählen (z.B. C3)
2	Da es dieses Aufgabenformat leider nicht gibt, wird die Aufgabe anders aussehen. Aktuell ist maximal vorstellbar, dass das Bild mit abgebildet wird und man Antwortoptionen angibt, die sich auf Areale in Bild beziehen.
3	Nach meiner Erfahrung ist die Frage mit AMCS nicht umzusetzen.
4	kann unter AMCS nicht umgesetzt werden
5	Es funktioniert nicht, da sich die Frage wahrscheinlich nicht mit einem anderen Typen darstellen lässt
6	• Aufgabenstellung wäre kein Problem • Problem mit dem Einbinden von Bildern • müsste dann Punkte auf Karte markieren und diese als Antwortmöglichkeiten darstellen
7	Keine Unterstützung des Formats.
8	Einfachauswahl mit richtiger Antwort. Karte wird mit mehreren Punkten markiert und eine Auswahl ist korrekt.

Welche Anmerkungen haben Sie zu Ihren Antworten in den beiden vorherigen Aufgaben?

Proband	Antwort
1	„Import starten“ bei 0 importierbaren Items evtl. umbenennen/disablen
2	→ meine Erwartung war nicht, dass die Aufgabe in AMCS umgesetzt wird, aber schon dass Alternativen in einem möglichen Format angeboten werden
3	Ich hätte erwartet das die Import Starten ausgegraut wird. (Mindestens 1ne importierbare Frage)
4	System/Fragen müssen erweitert werden Hinweis: keine Frage importiert
6	hatte erwartet, dass nicht funktioniert, aber zumindest das Einbinden von „einfachen“ Bildern sollte möglich sein
7	Kein Ergebnis?

A.8.4. Übernahme einer Matrixfrage

Welches Ergebnis erwarten Sie nach Abschluss des Imports in AMCS?

Proband	Antwort
1	Alternative Darstellung als mehrere MC-Aufgaben. Je nach Header GroupedQuestion, wobei eher für numerische Werte geeignet.
2	Keine direkte Übernahme, da es diese Aufgabenart nicht gibt. Ich würde mir eine Lösung als drei Mehrfachantwort - mit Feedback - Aufgabe wünschen. Ist aber wahrscheinlich nach der Erfahrung aus Aufgabe 1 der Evaluation unwahrscheinlich.
3	Ich würde vermuten das die Frage in 3 Fragen aufgespaltet wird. Da es sich um eine Skala handelt könnte es auch eine G.S. werden. Auch wenn der Fragetyp nicht für diese spezifische Aufgabe gedacht ist.
4	zumindest ähnliche Darstellung Umsetzung per GroupedQuestion
5	Es funktioniert nicht
6	würde in dieser Darstellungsform nicht funktionieren, könnte aber als Zuordnungsfrage eventuell machen (?) Ansonsten Freitext oder Skalenfrage
7	Mehrfachauswahl mit mehreren richtigen Antworten für jedes Land (oder Organisation).
8	Keine Möglichkeit der Umsetzung.

Welche Anmerkungen haben Sie zu Ihren Antworten in den beiden vorherigen Aufgaben?

Proband	Antwort
1	(1) Einrückung von Fragen 1.1 - 1.3 damit Zugehörigkeit zu Frage 1 deutlich (2) „Gemeinsame“ Aus-/Abwahl von allen Items (3) MC vs. StudyMC
2	Sehr gute Lösung - Umsatz in AMCS kompatible Aufgaben ⇒ bei der Gelegenheit gemerkt, dass man Mehrfachaufgaben auch mit nur einer richtigen Lösung zulassen sollte.
3	Ich war mir im Vorhinein nicht sicher welcher Fragetyp gewählt wird. Ich fand den Split eine sehr gute Lösung. Anwendungsfall G.S.F.?
6	• schlägt automatisch andere Darstellungsform da, sehr positiv • passt automatisch die Fragen an die Darstellungsform an
7	Mehrere Fragen wie erwartet, aber bei Frage zur Schweiz: Einfachauswahl unpassend, daher negative Stimmung. Würde das Ergebnis einsetzen aber nicht zur vollsten Zufriedenheit.
8	Leider werden statt einer Frage 3 ausgegeben.

A.8.5. Übernahme mehrerer Fragen

Wie ist Ihre Strategie zur Lösung dieser Aufgabe?

Proband	Antwort
1	(1) Herausfinden, welche Fragen 1:1 abbildbar sind → ggf. an/abwählen einzelner Elemente (2) Verschieben der Frage „Stadtfläche“ an erste Stelle
2	(1) Verzeichnis öffnen (2) Ergebnis der Prüfung anschauen (3) Aufgaben ohne Fehlermeldung importieren (4) Position der Aufgabe „Stadtfläche“ nach dem Anlegen auf 1 setzen
3	Deselektieren der nicht benötigten Fragen. Stadtfläche Position 1 zuweisen.
4	über den Importdialog die entsprechenden Fragen auswählen Sortierung in der Fragenübersicht/Dialog Fenster
5	Ich würde die Datei importieren und schauen, welche Möglichkeiten mir das Programm bietet
6	• vorher darüber nachdenken, was AMCS umsetzen kann und ausschließlich diese Dateien auswählen • muss „Stadtfläche“ als erstes hochladen, damit an erster Stelle
7	Ausprobieren und auf gutes Interface vertrauen.
8	Aussuchen von Fragen, welche sich zu 100 % übernehmen lassen.

Inwiefern konnten Sie Ihre Strategie anwenden?

Proband	Antwort
1	(1) Abbildbarkeit teils schwierig ersichtlich - eingeschränkt vs. uneingeschränkt - HTML-Formatierung - warum das nicht gelb - Frage 4 → siehe Feedback vorherige Aufgabe → wirkt nicht als Einheit (2) Nicht möglich in der Auswahl → erst später bei Erstellung, da mit System vertraut
2	Hat alles geklappt. Hab die Position dann doch gleich verändert (also bei Einbinden der Frage statt Position 8, direkt Position 1 angegeben).
3	Ich konnte die Strategie anwenden, jedoch gab es Probleme bei der Unterscheidung zwischen „mit“ und „ohne jeglicher Einschränkung“. Besonders bei der aufgesplitteten Frage war dies nicht ersichtlich!
4	Strategie hat gut funktioniert, nur die Übersichtlichkeit kann verbessert werden
5	Die Strategie hat funktioniert, auch wenn ich eine Frage bearbeiten musste nach Erstellung, was aber ohne Komplikationen funktioniert hat
6	• wurde vom AMCS angezeigt, was ohne Einschränkungen importierbar war • kann den 2. Punkt von oben manuell eingeben und muss nicht getrennt hochladen
7	Strategie so allgemein gehalten, dass immer funktioniert.
8	Auswahl der importierbaren Fragen funktionierte. Leichtes Handling. Nummerierung/Reihenfolge der Fragen leider nicht auswählbar.

A.8.6. Abschließende Fragen

Was würden Sie verändern, um die Benutzerfreundlichkeit zu erhöhen?

Proband	Antwort
1	(1) Templates vs. Import → Position von einem anpassen (2) Zusammengehörigkeit von (Teil-)fragen anzeigen
2	→ Vorschau der Aufgaben nach dem Import [allg. Feature] → um die Struktur der ursprünglichen Frage beizubehalten, müsste auch „Mehrfachantwortenfrage“ trotz nur einer richtigen Antwort gehen [allg. Feature] → eventuell Vorschaubild auf der Seite wo für den Import geprüft wird, so daß man sieht was übernommen wird und was wegfällt ⇒ Alles in allem sehr überzeugende, praktische, gut nutzbare Anwendung
3	Ich finde die Useability sehr gut! Mir war sofort der Unterschied zwischen Fragen bewusst die ich übernehmen kann, bei welchen es Probleme gibt und welche nicht gehen. Einzige Ausnahme Import ohne gültige Frage!
4	Erklärung der Farben bzw. eingeschränkt/uneingeschränkt
5	Aufteilung von Fragen sollten erkenntlicher angezeigt werden
6	• Vorschau, wie Frage bei Änderung aussehen wird • Größere Symbole, findet alles schneller
7	Mehrfachauswahl ohne Einschränkungen Änderungen an Fragen → Einschränkungen immer gelb anzeigen Beim Import mehrerer Fragen zur nächsten importierten Frage springen Beim Aufsplitten von Matrixfragen das Ergebnis gruppieren

Was empfinden Sie bereits als sehr benutzerfreundlich?

Proband	Antwort
1	(1) Gesamttablauf - Erklärungen/Hinweistexte - Vorauswahl - Ladebalken/Zsm.fassung wie viele Fragen - Anzeige aktueller Frage/Fortschritte (2 von 3)
2	Alles! → Import, Auswahl, Unterteilung in drei Kategorien (gelb, rot, grün), Übernahme in die bekannte AMCS Maske (zur Aufgabenerstellung), Auswahl einzelner Aufgabe für den Import
4	Sehr einfacher Import
5	Die Anzeige von den erstellten Fragen ist übersichtlich dargestellt und Optionen zu den Fragen sind schnell zu erkennen
6	• die farbige Darstellung inwiefern ein Import möglich ist • Darstellung erstellter Fragen kann für Details ausklappen • schlichtes Design
7	Sehr intuitives Feedback → Ausprobieren und auf gutes Interface vertrauen funktioniert Import funktioniert erwartungskonform