



Masterarbeit

ENTWICKLUNG EINES PROTOTYPS ZUR AUSWAHL UND ZUM EINSATZ TECHNISCHER WERKZEUGE/WERK- ZEUGKOMBINATIONEN IN UNTER- SCHIEDLICHEN LEHRFORMEN

Tommy Kubica
Mat.-Nr.: 3680797

Betreuer:
Dr.-Ing. Tenshi Hara
und:
Dr.-Ing. Iris Braun

Verantwortlicher Hochschullehrer:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Alexander Schill

Eingereicht am 26. August 2016

KURZZUSAMMENFASSUNG

Seitdem mobile Endgeräte einen großen Teil unseres täglichen Lebens bestimmen und allgegenwärtig sind, ist es nicht mehr möglich, diese in der Lehre zu ignorieren. Während früher versucht wurde, die Benutzung dieser Geräte in Lehrveranstaltungen zu untersagen, gibt es heutzutage die Möglichkeit, eine sinnvolle Integration dieser in Lehrveranstaltungen zu erlauben. Dazu werden *Audience Response Systeme (ARS)* benutzt, die technische Werkzeuge mit unterschiedlichen Funktionalitäten bereitstellen. Verschiedene Untersuchungen haben ergeben, dass durch den Einsatz von ARS Verbesserungen der Lernqualität erzielt werden können, was den Einsatz für Dozenten in eigenen Lehrveranstaltungen sehr interessant macht. An der TU Dresden wurden in den vergangenen Jahren mehrere prototypische Untersuchungen zum Einsatz mobiler Endgeräte in Vorlesungen als auch in Übungen untersucht. Zum Einsatz wurden dabei jeweils verschiedene, für die Lehrveranstaltung optimierte, Werkzeuge entwickelt. In dieser Arbeit werden die Ergebnisse dieser Untersuchungen in einem Prototypen zusammengeführt, der in der Lage ist, unterschiedliche Lehrformen aus einem System heraus zu bedienen. Zur Optimierung wird der Prototyp durch eine, den Benutzer unterstützende, vorschlagsbasierte Funktionsauswahl erweitert. Diese erlaubt es, dem Dozenten einen für den angegebenen Veranstaltungskontext sinnvollen Funktionsumfang bereitzustellen, wodurch dem Einsatz von ARS in künftigen Lehrveranstaltungen verschiedenen Typs nichts mehr im Weg steht.

„Der Mensch hat sich einen neuen Lebensraum erobert:
die digitale Welt“

– Ibrahim Evsan

ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit zum Thema

Entwicklung eines Prototyps zur Auswahl und zum Einsatz technischer Werkzeuge / Werkzeugkombinationen in unterschiedlichen Lehrformen

selbständig, unter Angabe aller Zitate und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Dresden, 26. August 2016

INHALTSVERZEICHNIS

Aufgabenstellung	i
Abbildungsverzeichnis	m
Tabellenverzeichnis	q
Auflistungsverzeichnis	s
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	3
1.2 Zielstellung	4
1.3 Definitionen	5
2 Recherche verwandter Arbeiten	7
2.1 Funktionsübersicht	9
2.1.1 Fragen beantworten	9
2.1.2 Fragen stellen	15
2.1.3 Question & Answer (Q&A)	16
2.1.4 Instant-Feedback	19
2.1.5 Stopp-Knopf	20
2.1.6 Nachrichten	22
2.1.7 Konditionale Freigaben	22

2.1.8	Gezeichnete Antworten	23
2.1.9	Bereitstellung und Bearbeitung von Dokumenten	24
2.2	Funktionsauswahlmechanismen	25
2.2.1	Fester Funktionsumfang	25
2.2.2	Funktionsumfang auswählen (ohne Erklärung)	26
2.2.3	Funktionsumfang auswählen (mit Erklärung)	27
2.2.4	Vorschlagsbasierte, unterstützte Auswahl des Funktionsumfangs	29
2.3	Zusammenfassung	29
3	Analyse des aktuellen Standes	33
3.1	Auditorium Mobile Classroom Service („AMCS“)	35
3.1.1	Funktionsübersicht	35
3.1.2	Funktionsauswahlmechanismus	42
3.2	Exercise Tutorial Tool Kit („ETTK“)	43
3.2.1	Funktionsübersicht	43
3.2.2	Funktionsauswahlmechanismus	51
3.3	Zusammenfassung	52
4	Konzeption	55
4.1	Zielsetzungen der Funktionen und Auswahl von Teilfunktionen	57
4.1.1	Fragen beantworten	58
4.1.2	Fragen stellen und Question & Answer	60
4.1.3	Instant Feedback	62
4.1.4	Nachrichten mit konditionalen Freigaben	62
4.2	Bestimmung von Faktoren zur Auswahl	62
4.2.1	Pflichtfaktoren	63
4.2.2	Optionale Faktoren	65
4.2.3	Automatisch erhobene Faktoren	66
4.3	Zusammenführung der Faktoren mit den Funktionen	66
4.4	Zielsetzungen der Funktionsauswahl	71
4.5	Zusammenfassung	74

5 Implementierung	79
5.1 Erweiterung des Funktionsumfangs	81
5.1.1 Fragen beantworten	81
5.1.2 Fragen stellen und Question & Answer	86
5.2 Unterstützte Funktionsauswahl	91
5.3 Zusammenfassung	96
6 Evaluation	97
6.1 Evaluationstechniken	99
6.1.1 System Usability Scale (SUS)	99
6.1.2 Thinking Aloud Test	101
6.2 Durchführung der Evaluation	102
6.2.1 Erste Iteration	102
6.2.2 Anpassungen entsprechend den Ergebnissen von Iteration 1	103
6.2.3 Zweite Iteration	105
6.3 Bewertung der Benutzbarkeit (Usability)	107
6.3.1 Erste Iteration	108
6.3.2 Zweite Iteration	108
6.4 Beurteilung der Ergebnisse der Funktionsauswahl	109
6.5 Überprüfung der Anforderungsanalyse, sowie der Zielsetzungen	113
6.5.1 Gezeichnete Antworten	114
6.5.2 Fragen stellen und Question & Answer	114
6.5.3 Lehrveranstaltungserstellung	114
6.6 Zusammenfassung	115
7 Zusammenfassung und Ausblick	117

A Anhang	I
A.1 Einleitung der Evaluation der ersten Iteration	III
A.2 Einleitung der Evaluation der zweiten Iteration	IV
A.3 Aufgaben zum Kennenlernen der Teilsysteme	V
A.4 Ergebnis der Funktionsauswahl und Bewertungsfragebogen	VII
A.5 System Usability Scale Fragebogen	VIII
Literaturverzeichnis	IX
Danksagung	XI



Aufgabenstellung für die Master-Arbeit

THEMA: Entwicklung eines Prototyps zur Auswahl und zum Einsatz technischer Werkzeuge/Werkzeugkombinationen in unterschiedlichen Lehrformen

Name:	Kubica, Tommy	Studiengang:	Master Medien-Inf. (PO 2010)
Matrikel-Nummer:	3680797	Projekt/Fokus:	Tech-enhanced Learning
verantwortlicher Hochschullehrer:	Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Alexander Schill		
involvierte Mitarbeiter:	Dipl.-Inf. Tenshi Hara, Dr.-Ing. Iris Braun		
Beginn am:	12. Februar 2016	einzureichen bis:	22. Juli 2016

ZIELSTELLUNG

Am Lehrstuhl Rechnernetze wurden in den vergangenen Jahren mehrere prototypische Untersuchungen zum Einsatz technischer Werkzeuge im Lehrbetrieb durchgeführt. Unter anderem wurden Werkzeuge in Vorlesungen und Übungen getestet; es wurden für den jeweiligen Einsatz valide Ergebnisse gewonnen.

Ziel dieser Master-Arbeit ist die Zusammenführung dieser Ergebnisse in einen Prototyp, der geeignet ist, unterschiedliche Lehrformen aus einem System heraus zu bedienen. Dem Lehrenden soll bei der Nutzung auf Basis von im Rahmen dieser Master-Arbeit zu bestimmen, sinnvollen Parametern eine Empfehlung von Werkzeugen und/oder Werkzeugkombinationen gemacht werden. Beispielsweise könnten auf Grundlage der Abwesenheit eines Beamers im Lehrraum alle einen Beamer benötigenden Werkzeuge ausgeblendet werden, oder auf Grundlage einer Lehrmethode wie Peer Instruction könnte eine entsprechende Werkzeugkombination aus Discussion und Whiteboard vorgeschlagen werden.

Um einen entsprechenden Prototypen implementieren zu können sollten in einem ersten Arbeitsschritt die bisher untersuchten Werkzeuge betrachtet und auf ihre Kombinierbarkeit untersucht werden. Dazu ist die Recherche verwandter Arbeiten zur Ermittlung des aktuellen Standes in Forschung und Technik zwingend notwendig. Im nächsten Schritt sind mögliche Anforderungen zu definieren, beispielsweise in Abhängigkeit von der Raumgröße, der Teilnehmerzahl, dem didaktischen Zweck, et cetera. Erst danach sollte die zielgerichtete Implementierung zu einer die Parameter bestätigenden/widerlegenden Evaluation führen. Die Ergebnisse sind am Ende im Kontext der anfangs festgelegten Anforderungen zu bewerten so, dass zukünftige Nutzer (insbesondere Lehrende) einen schnellen Einstieg in die Verwendung auf Basis von automatisierten Empfehlungen erhalten können.

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Alexander Schill
(verantwortlicher Hochschullehrer)

SCHWERPUNKTE

- Untersuchung verwandter Arbeiten aus aktuellem Stand in Forschung und Technik,
- Definieren von Anforderungen,
- Definieren von Bewertungskriterien für die Anforderungserfüllung,
- Konzeption einer Evaluationsmethodik,
- Proof-of-Concept-Implementierung, und
- Evaluation und Auswertung der Ergebnisse.



Fakultät Informatik Prüfungsamt

Antrag auf Verlängerung der Bearbeitungszeit

Master-Arbeit (maximal 13 Wochen)

Bachelor-Arbeit (maximal 13 Wochen)

Zutreffendes ankreuzen

Name Kubica	Vorname Tommy
Geburtsdatum 10.06.1991	Fachsemester 6
Matrikelnummer 3680797	Studiengang Master Medien-Inf (PO 2010)

Betreuender HSL: Prof. Dr. Dr. h.c. Alexander Schill

Beginn: 12. Februar 2016

Abgabe: 22. Juli 2016

Dauer der Verlängerung: 5 Wochen

Neuer Abgabetermin: 26. August 2016

Begründung der Verlängerung:

Auf Grund eines Todesfalls im Familienkreis ist der Fortschritt der Abschlussarbeit nicht mehr im Zeitplan.

Das Vorgehen wurde mit dem Betreuer abgestimmt.

T. Kubica
Unterschrift Antragsteller

Zustimmung betreuender HSL Schill

Dieser Antrag ist mit einer Kopie der Aufgabenstellung für die Master-Arbeit termingerecht im Prüfungsamt vorzulegen.

20. Juni 2016
Datum

Technische Universität Dresden
Fakultät Informatik
Prüfungsamt
01062 DRESDEN

[Signature]
Unterschrift Prüfungsamt

Entscheidung des Prüfungsausschusses:

Dem Antrag auf Verlängerung wird — stattgegeben / nicht stattgegeben
21. Juni 2016 [Signature]
Datum/Unterschrift Prüfungsausschuss

Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Groh
Vorsitzender des Prüfungsausschusses
Studiengang Medieninformatik
Technische Universität Dresden
Fakultät Informatik

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

1.1	Einleitung: Beispiel einer modernen Vorlesung	2
2.1	Recherche verwandter Arbeiten: Übersicht vorhandener webbasierter Audience Response Systeme	8
2.2	polleverywhere: Möglichkeiten, um auf eine Frage zu antworten	10
2.3	ARSnova: Beispiel einer Vorbereitungsfrage	11
2.4	ARSnova: Beispiel einer falsch beantworteten Vorbereitungsfrage	12
2.5	ARSnova: Beispiel der Gesamtauswertung der Vorbereitungsfrage	12
2.6	ARSnova: Beispielfrage zur Einschätzung des Vorwissens der Studenten	13
2.7	Socrative: Beispiel einer Quiz-Frage	14
2.8	Socrative: Beispiel der Auswertung des Quiz'	14
2.9	ARSnova: Formular zum Senden einer Frage/Feedback	15
2.10	ARSnova: Darstellungsmöglichkeiten der Auswertung der Fragen/Feedbacks	15
2.11	tweedback: Beispiel der Studentenansicht der Chatwall	16
2.12	tweedback: Beispiel der Dozentenansicht der Chatwall	16
2.13	SMILE: Erstellung einer Diskussionsfrage	17
2.14	SMILE: Beispiel der Diskussionsfragenübersicht	17
2.15	SMILE: Beispiel der Detailansicht einer Frage	18
2.16	Piazza: Beispiel der Diskussionsübersicht und Detailansicht einer Frage	18
2.17	Backchannel: Abgabe von Instant-Feedback	19

2.18 ARSnova: Abgabe von Instant-Feedback	20
2.19 SMILE: Abgabe von Instant-Feedback	20
2.20 tweedback: Panik-Button	21
2.21 tweedback: Gedrückter Panik-Button	21
2.22 tweedback: Auswertung des Panik-Buttons	21
2.23 ARSnova: Erstellung einer Nachricht	22
2.24 Pinnion: Erstellung einer Vorbedingung für eine Frage	22
2.25 Infuse Learning: Optionen des Grafikeditors	23
2.26 Infuse Learning: Abgabe einer gezeichneten Antwort	23
2.27 Letsfeedback: Sitzungsdokumente hinzufügen	24
2.28 Echo360: Lesezeichen und Notizen zur Präsentation hinzufügen	25
2.29 Letsfeedback: Funktionsauswahl	26
2.30 SMILE: Funktionsauswahl	26
2.31 tweedback: Funktionsauswahl	27
2.32 ARSnova: Funktionsauswahl	28
2.33 ARSnova: Eigene Funktionsauswahl	28
3.1 Analyse des aktuellen Standes: Beispiel der Benutzung vom Auditorium Mobile Classroom Service zur Evaluation einer Lehrveranstaltung	34
3.2 AMCS: „Instant-Feedback“ Abgabe	39
3.3 AMCS: „Instant-Feedback“ Auswertung	40
3.4 AMCS: Nachrichtenerstellung mit konditionalen Freigaben	41
3.5 AMCS: Benachrichtigung über Nachricht	42
3.6 ETTK: „Fragen beantworten“ Tutorfeedback Abgabe	43
3.7 ETTK: „Fragen beantworten“ Tutorfeedback Auswertung	44
3.8 ETTK: „Fragen beantworten“ Tutorfeedback Auswertung über die Zeit	44
3.9 ETTK: „Fragen beantworten“ Lernbedarfsanalyse	45
3.10 ETTK: „Fragen stellen“	46
3.11 ETTK: „Question & Answer“ Übersicht der Fragen	47
3.12 ETTK: „Question & Answer“ Detailansicht einer Frage	47

3.13	ETTK: „Instant-Feedback“	48
3.14	ETTK: „Stopp-Knopf“ in Verbindung mit der „Question & Answer“ Funktion	49
3.15	ETTK: Oberfläche zur Erstellung einer „gezeichneten Antwort“	50
3.16	ETTK: Auswertung der „gezeichneten Antworten“	51
3.17	ETTK: Funktionsauswahlmechanismen	52
3.18	ETTK: Weitere Konfiguration einer Funktion	52
4.1	Konzeption: Mindmap verschiedener Einflussfaktoren	56
4.2	Konzeption: Mockups für grafische Antworten der „Fragen beantworten“ Funktion	59
4.3	Konzeption: Mockups für grafische Antworten der „Fragen beantworten“ Funktion	61
4.4	Konzeption: Gliederung der Einflussfaktoren	63
4.5	Konzeption: Bestimmung der Bewertungen für Anwendungsfälle und Auswahl von Teilfunktionen	71
4.6	Konzeption: Mockups für die Lehrveranstaltungserstellung	74
5.1	Implementierung: Frontend mit Übersicht des vorgeschlagene Funktionsumfangs	80
5.2	Implementierung: Erweiterung des Backends um Fragetyp GraphicalQuestion	82
5.3	Implementierung: Studentenansicht zur Abgabe grafischer Antworten	84
5.4	Implementierung: Dozentenansichten zur Übersicht und Präsentation grafischer Antworten	86
5.5	Implementierung: Erweiterung des Backends um Tutor-, Voting- und Diskussionsfragen sowie Votes	87
5.6	Implementierung: Umsetzung grafischer Antworten der „Fragen beantworten“ Funktion.	90
5.7	Implementierung: Erweiterung der Lehrveranstaltung um eine Konfiguration der Freischaltungen	91
5.8	Implementierung: Umsetzung der Lehrveranstaltungserstellung	95
5.9	Implementierung: Validierung der Eingaben in der Lehrveranstaltungserstellung	96
6.1	Evaluation: Beispiel der Auswertung der in der Evaluation abgegebenen grafischen Antworten	98
6.2	Evaluation: Zusammenhang zwischen Zahl der Prüfer und Quote der erkannten Probleme	100
7.1	Zusammenfassung und Ausblick: Beispiel des Einsatzes eines Prototypen von ETTK, der grafische Antworten in einer Übung erlaubt	118

TABELLENVERZEICHNIS

2.1	Recherche verwandter Arbeiten: Zusammenfassung des Funktionsumfangs	30
2.2	Recherche verwandter Arbeiten: Zusammenfassung der Funktionsauswahlmechanismen	31
3.1	AMCS: Fragetypen	36
3.2	AMCS: „Fragen beantworten“ Anwendungsszenarien	37
3.3	AMCS: Auswertung nach Fragetyp	38
3.4	AMCS und ETTK: Zusammenfassung des Funktionsumfangs	53
3.5	AMCS und ETTK: Anforderungsanalyse des Zielsystems	54
4.1	Konzeption: „Fragen beantworten“ Zusammenhang zwischen Anwendungsszenario und Fragenkontext	59
4.2	Konzeption: Wertebereiche von Pflichtfaktoren	64
4.3	Konzeption: Wertebereiche optional abgebarer Einflussfaktoren	65
4.4	Konzeption: Wertebereiche automatisch erhobener Einflussfaktoren	66
4.5	Konzeption: Bewertungen für Wertebereiche von Pflichtfaktoren	68
4.6	Konzeption: Bewertungen für Wertebereiche von optionalen Faktoren	69
4.7	Konzeption: Bewertungen für Wertebereiche von automatischen Faktoren	70
4.8	Konzeption: Beispiel für abgegebene Werte der Pflichtfaktoren und Einordnung in den zugehörigen Wertebereich	75
4.9	Konzeption: Beispielhafte Berechnung der Bewertungen der Anwendungsfälle	76

4.10	Konzeption: Beispiel für Auswahl der Teilfunktionen anhand von Bewertungen . . .	76
6.1	Evaluation: Systemkonfiguration	102
6.2	Evaluation: Rahmenbedingungen der ersten Iteration	102
6.3	Evaluation: Rahmenbedingungen der zweiten Iteration	105
6.4	Evaluation: System Usability Scale Auswertung der ersten Iteration	108
6.5	Evaluation: System Usability Scale Auswertung der zweiten Iteration	108
6.6	Evaluation: Bewertung der Funktionsauswahl von Anwendungsfall 1	110
6.7	Evaluation: Bewertung der Funktionsauswahl von Anwendungsfall 2	111
6.8	Evaluation: Bewertung der Funktionsauswahl von Anwendungsfall 3	112
6.9	Evaluation: Überprüfung der Anforderungsanalyse anhand der Implementierung .	113

AUFLISTUNGSVERZEICHNIS

5.1	Implementierung: JSON-Format der Ausgabe des responsive-sketchpads	83
5.2	Implementierung: Anbindung der Zeichenoberfläche an das bestehende System .	83
5.3	Implementierung: Erzeugung einer Zeichnung aus einem JSON-String	85
5.4	Implementierung: Veränderungen der Routes-Datei	88
5.5	Implementierung: Initiale Datenstruktur zur Anzeige und Bewertung der Teilfunktionen	93

1 EINLEITUNG

„Das Internet ist wie eine Welle:
Entweder man lernt, auf ihr zu schwimmen,
oder man geht unter.“

– Bill Gates



Abbildung 1.1: Beispiel einer modernen Vorlesung, in der die Benutzung mobiler Endgeräte durch die Studenten bereits ein fester Bestandteil geworden ist (<http://www1.wdr.de/nachrichten/landspolitik/universitaeten-hoersaele-digitale-medien-foerderprogramm-100.html> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

EINLEITUNG

Dieses Kapitel soll einen kurzen Einstieg in die Thematik geben, die Zielstellung motivieren sowie die im Folgenden bearbeitete Aufgabe darstellen. Beendet wird das Kapitel durch Festlegung von Definitionen, die in der Masterarbeit verwendet werden.

1.1 MOTIVATION

Jeder, der bereits einmal in einer Vorlesung saß oder eine Vorlesung selbst gehalten hat, kennt die darin auftretenden Probleme: Studenten können dem Dozenten thematisch nicht folgen oder wissen gar nicht, ob sie bestimmte Themen richtig verstanden haben. Sie steigen nach einer gewissen Zeitperiode gedanklich aus, sind gelangweilt und verlassen teilweise sogar die Vorlesung, weil sie sich nicht als Teil dieser integriert fühlen. Oftmals werden Vorlesungen anschließend nicht mehr besucht und es wird versucht, den Stoff mit Hilfe der Vorlesungsfolien selbst zu erarbeiten, was keinesfalls die Zielstellung von Präsenzveranstaltungen ist.

In der Vorlesung fehlt eine aktive Beteiligung der Studenten, sei es durch Überprüfungsfragen zur Ermittlung des Wissensstandes der Studenten oder durch Abgabe von Feedback zur Vortragsweise des Dozenten. Aufgrund der sehr hohen Teilnehmerzahlen sind solche Aufgaben mit klassischen Lehrmethoden schwierig bis gar nicht umzusetzen. Das direkte Ansprechen einzelner Studenten stellt sich oft als zwanghafter Versuch der Integration der Studenten dar, der aus Angst vor Blamage meistens von diesen abgelehnt wird. Eine Abstimmung durch Handmeldungen ist aufgrund der schwierigen Auswertung ebenfalls nicht immer sinnvoll.

In einigen Vorlesungssälen wurden aufgrund dieser Probleme Clicker-Systeme¹, vorstellbar wie die in der Fernsehsendung „Wer wird Millionär“ beim Publikumsjoker eingesetzten Abstimmungsgeräte, installiert. Mittels dieser kleinen, handlichen Sender ist ein aktives, jedoch anonymes Abstimmen der Studenten möglich. Das erlaubt dem Dozenten während der Vorlesung Überprüfungsfragen zu stellen, um den Wissensstand der Studenten abzufragen. Auf Grundlage der Ergebnisse kann anschließend auf bestimmte Themen noch einmal eingegangen oder die Vorlesung weiter fortgesetzt werden [Bru07]. Studenten bewerten dies als sehr angenehm und erzielen einen größeren Wissenszuwachs als beim klassischen Frontalunterricht [MHDJ+08]. Zudem werden Lehrveranstaltungen durch den Einsatz dieser Systeme öfter besucht und Studenten arbeiten konzentrierter mit [KL09]. Die hohen Anschaffungskosten und der noch zu geringe Funktionsumfang solcher Clicker-Systeme sind jedoch Gründe dafür, dass der Einsatz noch nicht in jeder Universität stattfindet oder stattgefunden hat [KES14].

Durch die immer weitere Verbreitung von Smartphones, Laptops und anderen mobilen Endgeräten sowie der in Lehranstalten installierten Systeme für den drahtlosen Internet-Zugang, werden fest installierte Clicker-Systeme zunehmend durch Online-Systeme abgelöst. Dass dies ohne Einschränkung der Qualität der Ergebnisse möglich ist, beweisen [MJ15] und [Sto15]. Unter „Bring your own device“ (Bringe dein eigenes Gerät mit) verstehen wir einen Ansatz, bei dem Audience Response Systeme (Clicker-Systeme) mit Hilfe des selbst mitgebrachten Geräts vor Ort verwendet werden können. Geräte, die einst vom Dozenten als Ablenkung der Studenten gesehen wurden, werden damit frei nach dem Motto „mobile phones in the classroom: if you can't beat them, join them“ (Mobiltelefone im Klassenraum: wenn du sie nicht schlagen kannst, dann schließe dich ihnen an) [SHM09] zum Lerninstrument und können gewinnbringend in der Vorlesung eingesetzt werden.

Neben der Einsparung hoher Anschaffungskosten können damit auch neue Möglichkeiten bereitgestellt werden, die mit klassischen Clicker-Systemen nicht möglich waren. Der Funktionsumfang beinhaltet laut [KL16] beispielsweise:

¹Clicker-Systeme werden auch Audience Response Systeme (ARS), Classroom Response Systeme (CRS) oder Students Response Systeme (SRS) genannt.

- Die Überprüfung durch verschiedenste Fragetypen,
- Benutzung einer Wohlfühlskala, um direktes Feedback zur Verständlichkeit oder Geschwindigkeit des Dozenten zu geben,
- Fragen schicken/stellen zum aktuell behandelten Thema
- und viele weitere.

Der Funktionsumfang einzelner Systeme ist sehr variabel. In aktiven Prototypen wird untersucht, welche neuen Funktionalitäten für den Lernerfolg der Studenten sinnvoll sind und welche eher für Ablenkung sorgen.

Neben dem Funktionsumfang solcher Systeme ist ebenfalls die Art der Lehrveranstaltung, in der diese eingesetzt werden, ein Forschungsthema.

1.2 ZIELSTELLUNG

Mit dem Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS)² und dem Exercise Tutorial Tool Kit („ETTK“)³ wurden am Lehrstuhl Rechnernetze der TU Dresden zwei Systeme entwickelt, die in verschiedenen Lehrveranstaltungen dabei helfen können, Studenten aktiv daran zu beteiligen.

Während AMCS bisher eher darauf abzielte, Vorlesungen zu unterstützen, wurde mit dem ETTK der Einsatz von Audience Response Systemen (ARS) in kleineren Lehrveranstaltungen wie Übungen oder Seminaren evaluiert. Für beide Einsatzszenarien wurden valide Ergebnisse erzielt. Auch in der Literatur finden sich sowohl Beweise für die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von ARS zur Verbesserung des aktiven Lernens in Massenveranstaltungen [CRS+14], als auch in kleineren Lehrveranstaltungen [NE14].

Ziel der Masterarbeit ist, wie in [HKBS15] schlussfolgernd angedacht, die Kombination beider Systeme in einem Zielsystem, welches in der Lage ist, verschiedene Lehrformen aus einem System heraus zu bedienen.

Neben der Kombination ist ebenfalls die Analyse einzelner Funktionen unter Betrachtung des aktuellen Standes der Technik nötig. Dabei muss abgewogen werden, welche Funktionen im Zielsystem in welcher Art von Bedeutung sein könnten und wie diese umgesetzt werden sollen.

Um den Einsatz des Zielsystems zu optimieren, soll neben der Zusammenführung eine Unterstützung des Lehrenden bei der Benutzung des Systems erfolgen. Dadurch kann unter anderem der Zusatzaufwand bei der eigentlichen Lehrvorbereitung minimiert werden. Zur Realisierung müssen sinnvolle Parameter bestimmt werden, auf deren Grundlage Empfehlungen für Funktionen bzw. Funktionskombinationen erzeugt werden können.

²<https://www.mobileclassroom.inf.tu-dresden.de> - letzter erfolgreicher Aufruf am 02.08.2016

³Eine Kombination des Funktionsumfangs der zwei Prototypen Rechnernetze-Übungswerkzeug (RNUW) und Exercise-Tool

1.3 DEFINITIONEN

Der Begriff „Funktion“ wird in der Masterarbeit als Synonym für den Begriff „Werkzeug“ verwendet. Analog dazu ist unter dem Funktionsumfang eines Systems der Umfang aller Werkzeuge eines Systems zu verstehen.

„Clicker-Systeme“ werden synonym zum Begriff „Audience Response Systeme“; der „Lernende“ synonym zum Begriff „Dozent“; sowie „gezeichnete Antworten“ synonym zum Begriff „grafische Antworten“ benutzt.

Unter dem Exercise Tutorial Tool Kit („ETTK“) verstehen wir die Kombination des Funktionsumfangs der zwei Prototypen Rechnernetze-Übungswerkzeug (RNUW⁴) und ExerciseTool⁵.

Abbildungen werden nachfolgend mit * markiert, wenn es sich um eigene Bildschirmfotos handelt; andernfalls erfolgt die Quellenangabe an der Abbildung selbst.

⁴<https://rnuw.de/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

⁵<http://exercisetool.inf.tu-dresden.de/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 26.05.2016

2 RECHERCHE VERWANDTER ARBEITEN

RECHERCHE VERWANDTER ARBEITEN

Im folgenden Abschnitt wird der Funktionsumfang von Audience Response Systemen zusammengefasst. Neben klassischen Funktionen, die anhand von bekannten Systemen vorgestellt werden, wurde nach weiteren, bisher eher weniger verbreiteten Funktionen, gesucht, die beispielsweise in kleineren Lehrveranstaltungen wie Übungen oder Seminaren zum Einsatz kommen könnten. Dazu wurden unter anderem die in Abbildung 2.1 aufgelisteten Systeme untersucht.

Nach Zusammenfassung des Funktionsumfangs folgt die Vorstellung von Freigabemechanismen für Funktionen. Dabei wurde in den Systemen unter anderem danach Ausschau gehalten, ob es eine Unterstützung bei der Auswahl des Funktionsumfangs gibt.

2.1 FUNKTIONSÜBERSICHT

Untersucht wurden webbasierte Audience Response Systeme, sowohl kommerziell, als auch open-source eingesetzte. Die Vielzahl der untersuchten Systeme benutzt Session-ID's, auch Vorlesungs-ID's oder PIN's genannt, um als Student einer Veranstaltung beizutreten. Der Beitritt erfolgt in der Regel anonym, d. h. ohne die Notwendigkeit einer Registrierung. Das ist für Audience Response Systeme ein sehr wichtiger Aspekt, weil es die Hemmschwelle der Studenten bei der Teilnahme an solchen Systemen senkt. Nach erfolgreichem Beitritt können Studenten mit Hilfe verschiedenster Funktionen aktiv an einer Veranstaltung teilnehmen. Der Funktionsumfang wird nachfolgend zusammengefasst und anhand prägnanter Beispiele vorgestellt.

2.1.1 Fragen beantworten

Fragen an die Studenten zu stellen und diese beantworten zu lassen ist eine der Grundfunktionalitäten eines Audience Response Systems. Einige Systeme wie z. B. polleverywhere¹ beschränken sich sogar auf diese Funktionalität. In der Literatur wird oftmals auch von „webbasierten Clickern“ gesprochen.

Die Beantwortung der gestellten Fragen kann durch die Studenten auf verschiedenste Weise erfolgen. Im Musterbeispiel von polleverywhere ist es, wie in Abbildung 2.2 dargestellt, sowohl möglich per Web-Interface zu antworten, als auch per SMS oder in Verbindung mit dem Twitter-Account.

Während sich die Vielzahl der untersuchten Systeme lediglich auf Beantwortung per Web-Interface oder mobiler App beschränkt, ist die Beantwortung per SMS als sinnvolle Alternative für den Einsatz an Lehranstalten ohne fest installierte Systeme für den drahtlosen Internet-Zugang zu sehen.

¹<https://www.polleverywhere.com> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016



Abbildung 2.2*: Möglichkeiten für Studenten, um auf eine Frage zu antworten im System poll-everywhere.

Je nach System variieren neben den Antwortabgabemöglichkeiten auch die einsetzbaren Fragetypen. Dabei gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten²:

- Einfachauswahl-Fragen (z. B. ja/nein, wahr/falsch, Benotung/Bewertungsskala, Evaluation mittels Likert-Skala),
- Mehrfachauswahl-Fragen,
- Offene Fragen (Freitext),
- Numerisch,
- Ranking/Sortierreihenfolge,
- Abstimmen,
- Demographisch,
- Lernkarte,
- Bildpunkt auf Foto-Abbildung bestimmen,
- Foto-Antwort schicken,
- Lückentext-Frage
- und gezeichnete Antwort (mehr dazu in Unterabschnitt 2.1.8).

Jedes System unterstützt mit seinen Fragetypen verschiedene Einsatzmöglichkeiten, die nachfolgend untersucht werden sollen.

²Gliederung nach http://ilias.uni-giessen.de/ilias/goto.php?target=cat_25037 - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen

Ziel dieser Fragen ist es, die meist anonymen Studenten zu profilieren. Das geschieht oft zu Beginn einer Veranstaltungsreihe. Beispielsweise kann nach dem Studiengang oder dem Grund des Veranstaltungsbesuchs gefragt werden. Während die Gesamtauswertung als reine Informationsquelle dient, können die Ergebnisse jedes einzelnen Studenten dessen weitere Benutzung des Systems beeinflussen (siehe Unterabschnitt 2.1.7).

Vorbereitungsfragen für die Lehrveranstaltung

Oftmals soll ein Thema in Vorbereitung auf die Lehrveranstaltung selbst erarbeitet werden. Vorbereitungsfragen unterstützen diese Funktion und bieten anschließend die Möglichkeit, das gewonnene Wissen anhand von Einfachauswahl-/Mehrfachauswahl-Fragen (mit hinterlegter richtiger Antwort) selbst zu testen. Dabei bekommen Studenten Rückmeldung über ihre abgegebenen Antworten, um ihren Lernfortschritt selbst bewerten zu können.

ARSnova³ ist eines der Systeme, das solche Vorbereitungsfragen unterstützt. Wie in Abbildung 2.3 beispielhaft zu sehen, können sich Studenten durch weiterführende Links auf ein Thema vorbereiten. Anschließend erfolgt die Überprüfung des gewonnenen Wissens anhand einer Frage.

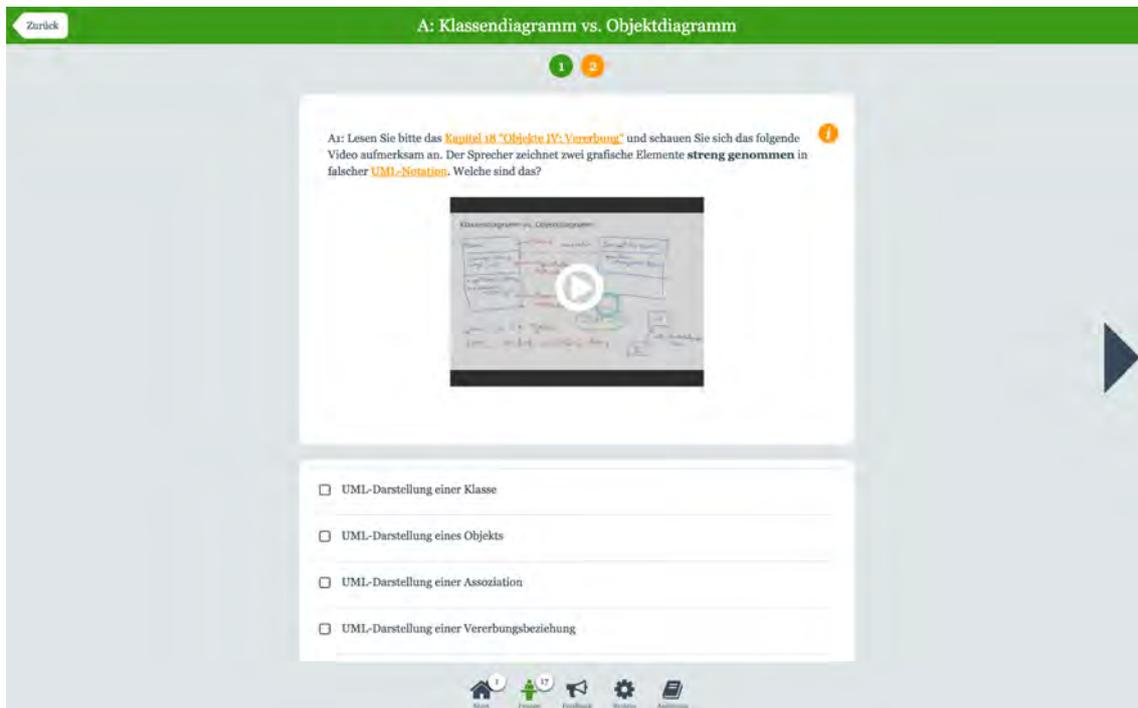


Abbildung 2.3*: Beispiel einer Vorbereitungsfrage in ARSnova, bei der innerhalb eines Videos Fehler bei der Erstellung eines UML-Diagramms gefunden werden sollen.

Bestätigt man seine Antwort bekommt man Rückmeldung über deren Korrektheit, wie in Abbildung 2.4 zu sehen ist.

³<https://arsnova.eu/mobile/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

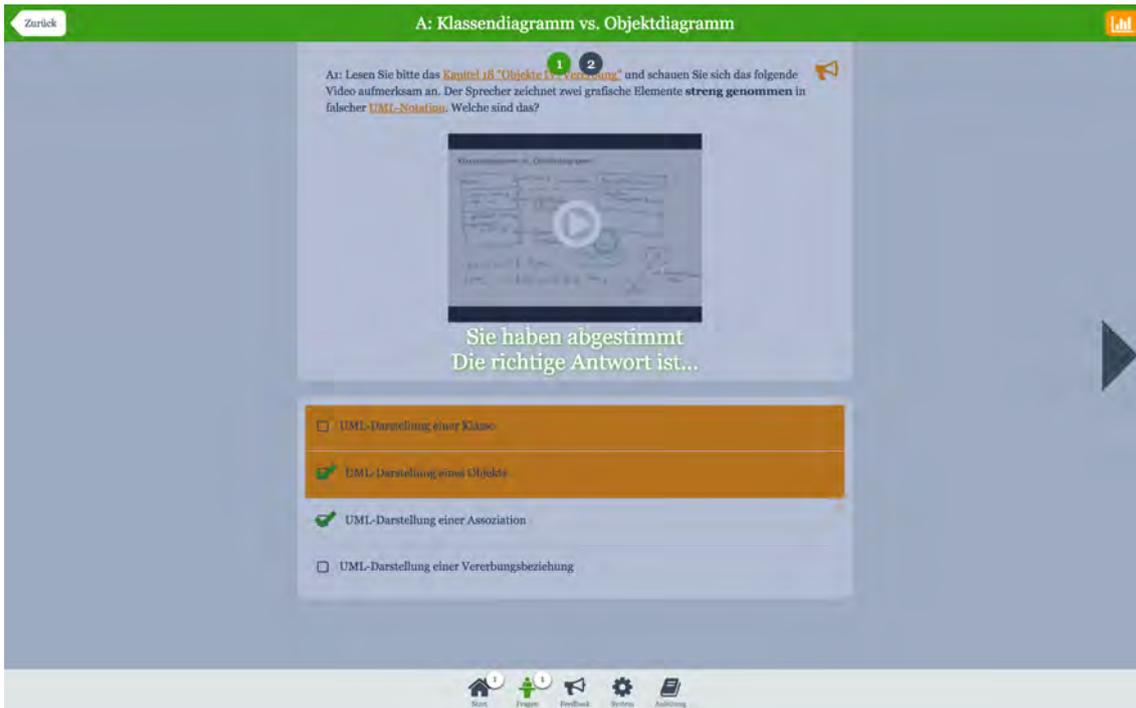


Abbildung 2.4*: Beispiel einer falsch beantworteten Vorbereitungsfrage im System ARSnova.

Anschließend bekommt man die Möglichkeit, die Antworten aller Studenten anzuzeigen, um sich selbst in der Masse einordnen zu können, ähnlich wie bei früheren Klassendurchschnitten.

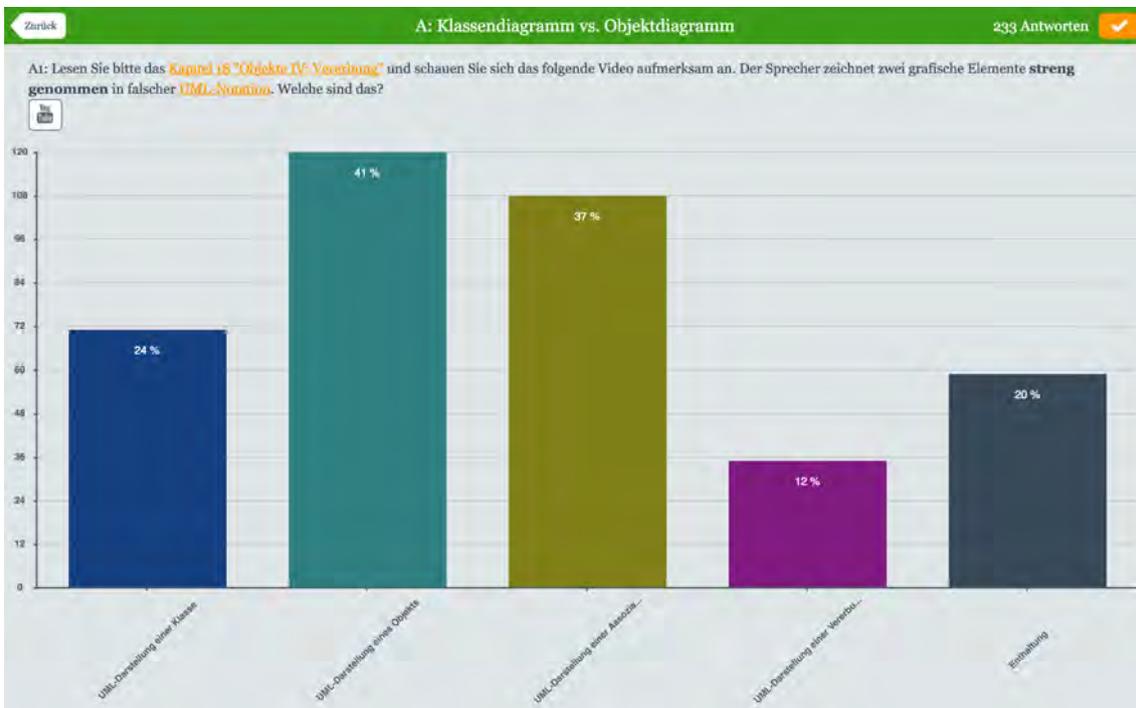


Abbildung 2.5*: Beispiel der Gesamtauswertung der Vorbereitungsfrage in ARSnova, die für Studenten nach der Beantwortung angezeigt werden kann.

Abfrage des Wissensstandes/Vorwissens der Studenten

Diese Fragen dienen dazu, den Wissensstand der Studenten zu ermitteln, um die Lehrveranstaltung gezielt auf deren Lernbedürfnisse hin anzupassen. Beispielsweise können Studenten danach gefragt werden, ob ein bestimmtes Thema bereits in vorherigen Lehrveranstaltungen behandelt wurde. Im Gegensatz zu Vorbereitungsfragen ist kein selbständiger Erwerb von Wissen nötig.

Als Beispiel wird eine Vorlesungsfrage von ARSnova betrachtet, bei der Studenten mittels Klebepunkt eine der vier Antwortmöglichkeiten auswählen und bestätigen können. Dieser Fragetyp ist nichts anderes als eine klassische Frage mit Einfachauswahl. Gefragt wird hierbei nach dem Vorwissen der Studenten in Bezug auf deren Erfahrungen mit Audience Response Systemen.



Abbildung 2.6*: Beispielfrage zur Einschätzung des Vorwissens der Studenten in ARSnova.

Quiz-Fragen

Ein Quiz während der Lehrveranstaltung dient dazu, die von den Studenten erworbenen Kenntnisse zu überprüfen. Dabei gibt es verschiedene Arten der Steuerung durch das Quiz und zur Überprüfung der Antworten. Anhand von socrative⁴ werden diese vorgestellt:

- „Student Paced - Immediate Feedback“, bei dem Studenten sofort nach Abgabe einer Antwort Rückmeldung über die Korrektheit ihrer Antwort erhalten sowie eine mögliche Erklärung dafür,
- „Student Paced - Student Navigation“, bei dem Studenten die Möglichkeit bekommen Fragen zu editieren, zu überspringen und ihren eigenen Weg durchs Quiz festzulegen,
- sowie „Teacher Paced“, wo der Dozent die Steuerung der Fragen übernimmt, immer nur eine Frage aktiv ist und die Ergebnisse explizit durch den Dozenten gezeigt werden müssen.

⁴<http://www.socrative.com/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

Eine Quiz-Frage kann für Studenten, wie beispielhaft in Abbildung 2.7 gezeigt, so aussehen.

1 OF 5

Refresh

What is the world's longest river?

A The Mississippi River

B The Nile River

C The Danube River

D The Amazon River

E The Yangtze River

SUBMIT ANSWER

Abbildung 2.7*: Beispiel einer Quiz-Frage im System Socrative.

Nach Bestätigung der Antwort folgt je nach Einstellung des Dozenten ein Feedback über die Korrektheit der Antwort. Der weitere Anzeigeverlauf ist ebenfalls von den vorangegangenen Quiz-Einstellungen des Dozenten abhängig.

Auf Dozentenseite ist die Auswertung des Quiz' in Echtzeit zu sehen, wie in Abbildung 2.8 verdeutlicht.

World Facts Quiz

Show Names Show Answers

Name	Progress	#1	#2	#3	#4	#5
Tommy	100% ✓	A	True	A	False	pacific
Class Total		0%	100%	0%	100%	100%

Click on Question #s or Class Total %s for a detailed question view

Abbildung 2.8*: Beispiel der Auswertung des Quiz' mit Möglichkeit der Ein- und Ausblendung von Namen und Ergebnissen im System Socrative.

Evaluationsfragen

Bei Evaluationsfragen handelt es sich um klassische Umfragen, die das Ziel haben, Feedback über die aktuelle Lehrveranstaltung oder eine gesamte Lehrveranstaltungsreihe zu sammeln. Beispielsweise könnte mit Hilfe von Likert-Skalen⁵ danach gefragt werden, was den Studenten besonders gut gefallen hat und wo sie Verbesserungsvorschläge sehen.

Auf Grundlage dieses Feedbacks können künftige Lehrveranstaltungen/Lehrveranstaltungsreihen angepasst werden, um sie für die Studenten zu optimieren.

2.1.2 Fragen stellen

Eine Vielzahl an Systemen erlaubt es den Studenten, Fragen an den Dozenten zu stellen oder ihm Feedback zu senden.

Bei ARSnova geschieht dies mit einem Klick auf „Ich habe eine Frage“, woraufhin sich ein Formular zum Absenden des Feedbacks öffnet, das in Abbildung 2.9 dargestellt ist.

Abbildung 2.9*: Formular zum Senden von Fragen/Feedback in ARSnova.

Anschließend bekommt der Dozent die Fragen und Feedbacks als Liste oder Twitter Wall, wie in Abbildung 2.10 visualisiert, angezeigt.



(a) Darstellung der Fragen/Feedbacks als Liste.

(b) Darstellung der Fragen/Feedbacks als Twitter Wall.

Abbildung 2.10*: Verschiedene Darstellungsmöglichkeiten der Auswertung der Fragen/Feedbacks im System ARSnova.

⁵Die Likert-Skala dient im engeren Sinn dazu, die Einstellung einer befragten Person zu einem Thema zu erfassen. Es handelt sich üblicherweise um eine Skala mit 5 Merkmalsausprägungen von „stimme voll zu“ bis „stimme gar nicht zu“ (https://de.statista.com/statistik/lexikon/definition/82/likert_skala/ - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

Mittels Twitter Wall ist ein schneller Überblick über alle Fragen/Feedbacks möglich und Spam oder andere unrelevante Beiträge können schnell gelöscht werden, bevor sie mit den Studenten besprochen werden.

Tweedback erweitert die „Fragen stellen“-Funktion durch seine „Chat-Wall“ in soweit, dass die Fragen nicht nur für den Dozenten sichtbar sind, wodurch doppelte Fragen vermieden werden können. Wie in Abbildung 2.11 zu sehen ist, können Fragen zudem mittels Bewertungsfunktion durch alle Teilnehmer nach oben gevotet werden. Eigene Fragen können zudem gelöscht werden.

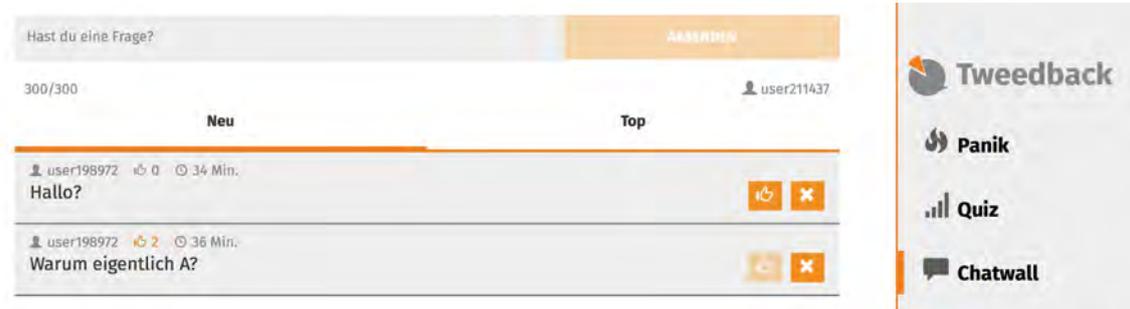


Abbildung 2.11*: Beispiel der Chatwall eines Studenten mit einem Feld zum Absenden einer Frage sowie einer Übersicht über alle Fragen und einer Bewertungsfunktion im System tweedback.

Da durch solche öffentlichen Chats leicht Spam durch die Teilnehmer abgegeben werden kann, besitzt der Dozent optional die Möglichkeit, die Chatwall zu moderieren. Damit ist es möglich, Fragen vor der Anzeige zu überprüfen und erst danach freizugeben. Dies geschieht mittels Buttons zum Freischalten oder Ablehnen einer Frage.

Neben diesen optionalen Funktionen besitzt der Dozent jederzeit die Möglichkeit, sich einzelne Fragen zu merken oder zu löschen.



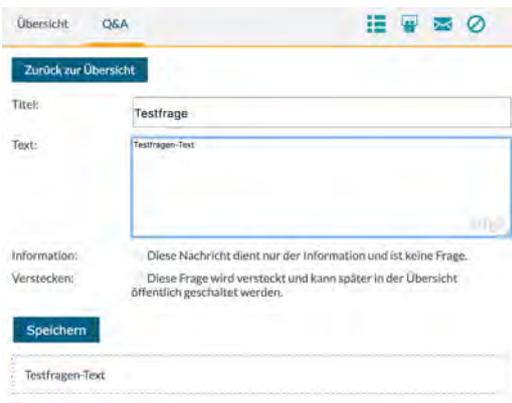
Abbildung 2.12*: Beispiel der Chatwall des Dozenten mit optionaler Moderationsfunktion im System tweedback.

2.1.3 Question & Answer (Q&A)

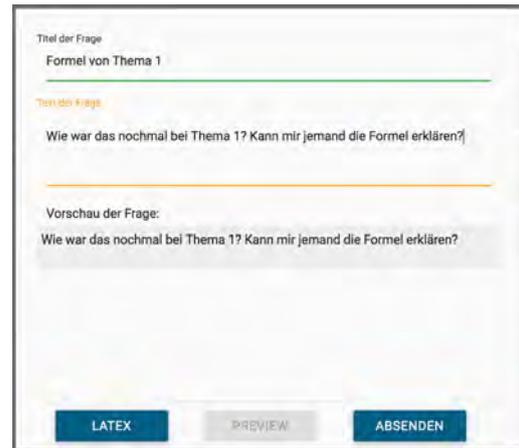
Die Question & Answer (Frage und Antwort) Funktion erweitert die „Fragen stellen“ Funktion (Unterabschnitt 2.1.2) und bietet die Möglichkeit, durch Studenten oder den Dozenten gestellte

Fragen zur Diskussion freizugeben. Jeder hat dabei die Möglichkeit eine Antwort auf die gestellte Frage zu geben. Je nach System und Konfiguration können Fragen und Antworten bewertet werden, Antworten kommentiert oder durch den Fragesteller oder Dozenten als richtig markiert werden.

SMILE⁶ besitzt explizit eine Q&A Funktion, die auf der Übersichtsseite der Veranstaltung durch den Dozenten aktiviert werden kann. Wie in Abbildung 2.13 zu sehen, können sowohl die Studenten als auch der Dozent Fragen zur Diskussion stellen. Dabei kann Latex in die Frage eingebunden werden, um die Darstellung von Formeln zu realisieren. Der Dozent bekommt zudem die Möglichkeit, statt einer Frage eine Nachricht zur Information (vgl. Unterabschnitt 2.1.6) oder auch Fragen versteckt anzulegen, die später in der Übersicht freigegeben werden können.



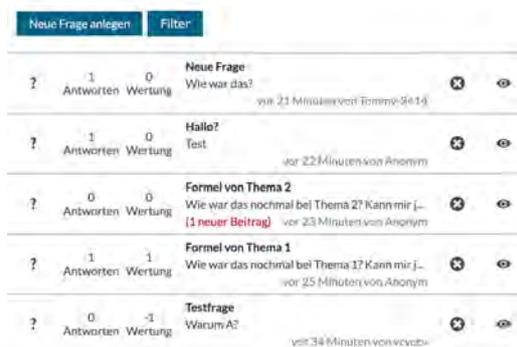
(a) Erstellung einer Frage als Dozent.



(b) Erstellung einer Frage als Student.

Abbildung 2.13*: Erstellung einer Diskussionsfrage in SMILE.

In der Übersicht sind, wie in Abbildung 2.14 sichtbar, der Fragetitel, der Status der Frage, die Bewertung der Frage, die Anzahl der Antworten, sowie Informationen über den Ersteller der Frage und die Anzahl neuer Beiträge sichtbar. Als Dozent besitzt man zudem die Möglichkeit, eine Frage zu löschen oder zu verstecken.



(a) Fragenübersicht als Dozent.



(b) Fragenübersicht als Student.

Abbildung 2.14*: Beispiel der Diskussionsfragenübersicht in SMILE.

Klickt man in der Übersicht auf eine der Fragen, so gelangt man in die Detailansicht der Frage, die in Abbildung 2.15 dargestellt ist. Neben dem Fragetitel ist auch der Fragetext sichtbar sowie

⁶<https://www.smile.informatik.uni-freiburg.de/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

die Bewertung der Frage, die durch alle Teilnehmer außer dem Fragesteller geändert werden kann. Analog zur Frageerstellung ist es nach Klick auf „Neue Antwort“ bzw. „+“ über ein Formular möglich, eine Antwort auf die Frage zu geben. Auch Antworten können bewertet werden, solange man nicht selbst der Ersteller dieser ist.



(a) Detailansicht einer Frage als Dozent.

(b) Detailansicht einer Frage als Student.

Abbildung 2.15*: Beispiel der Detailansicht einer Frage in SMILE.

Lediglich der Dozent besitzt die Möglichkeit eine Antwort als richtige Antwort zu markieren, wodurch die Frage in der Übersicht als erledigt angezeigt wird. Ebenfalls kann der Dozent sowohl die Frage als auch die Antworten bearbeiten oder löschen.

Eine interessante Q&A Funktion bietet auch Piazza⁷, die in Abbildung 2.16 zu sehen ist. Dabei sind in der linken Spalte alle Fragen nach Datum sortiert sichtbar. In der rechten Spalte ist die Frage sichtbar, die von Teilnehmern als „gute Frage“ bewertet werden kann. Eine negative Bewertung ist nicht möglich.

Das Interessante an Piazza sind die Antworten. Sowohl das Kollektiv aller Studenten als auch das Kollektiv aller Dozenten versucht über ein Wiki gemeinsam eine Antwort auf die Frage zu formulieren, wodurch es höchstens zwei Antworten auf eine Frage geben kann. Ebenso ist es möglich, eine weiterführende Diskussion an die Frage anzuschließen.

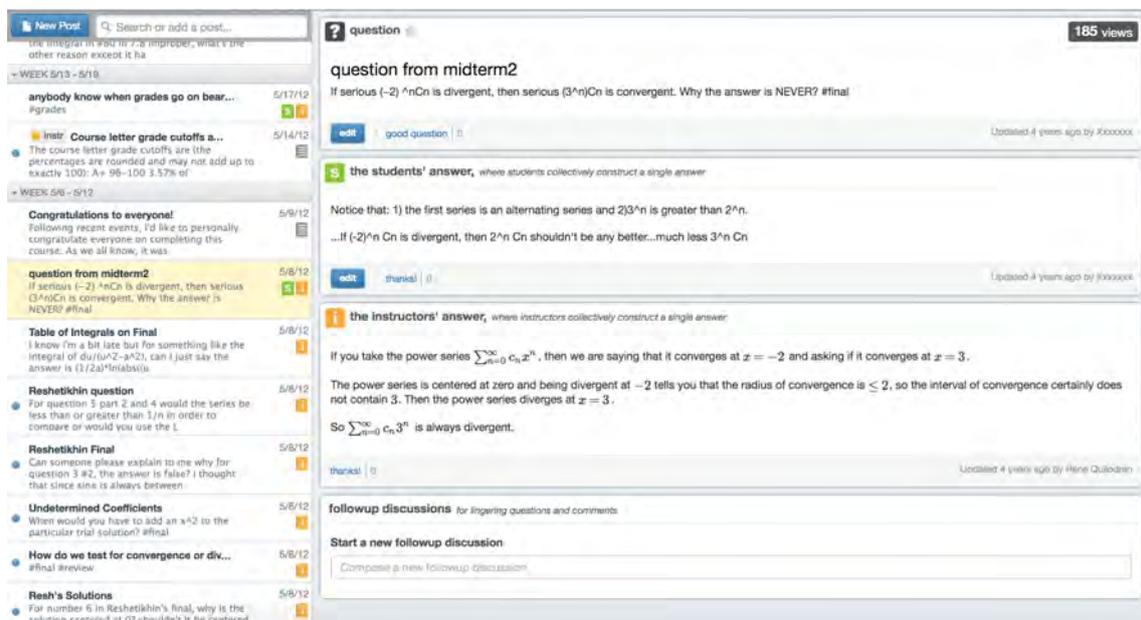


Abbildung 2.16*: Beispiel der Diskussionsübersicht und Detailansicht einer Frage in Piazza.

⁷<https://piazza.com/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

2.1.4 Instant-Feedback

Instant-Feedback, oder auch Immediate-Feedback bzw. Live-Feedback genannt, gibt Studenten die Möglichkeit, in Echtzeit Feedback zur laufenden Veranstaltung zu geben, ohne diese unterbrechen zu müssen. Dem Dozenten gibt das die Möglichkeit, jederzeit ein Stimmungsbild der stattfindenden Veranstaltung zu bekommen, ohne explizit danach fragen zu müssen. Auf Grundlage dieses Stimmungsbildes kann er seinen Vortrag bzw. seine Vortragsweise gezielt an die Wünsche der Studenten anpassen.

Backchannel⁸ ist ein System, das es den Studenten erlaubt, anonymisiert über drei verschiedene Feedback-Dimensionen abzustimmen: „Zufriedenheit“, „Verständnis“ und „Vortragsgeschwindigkeit“. Das geschieht, wie in Abbildung 2.17(a) dargestellt, über eine Skala, deren Extremwerte mit verständlichen Bildern versehen sind. Analog dazu ist, wie in Abbildung 2.17(b) sichtbar, für Studenten und Dozenten die Auswertung der Abstimmungen aller Studenten sowie die Anzahl der eingeloggten Studenten sichtbar. Jeder eingeloggte Student wird in der Auswertung als Teilnehmer gezählt, auch wenn dessen Skalen initial auf neutral gestellt sind. Im Gegensatz zu anderen Systemen kann damit auch ein positives Stimmungsbild ausgedrückt werden, wenn beispielsweise die Vortragsgeschwindigkeit als angenehm empfunden wird.

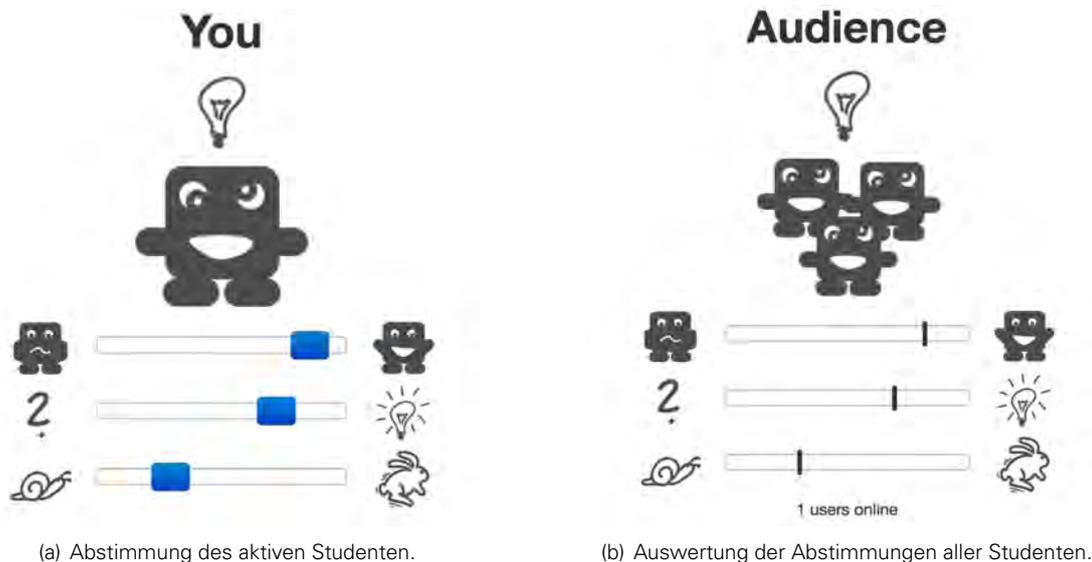


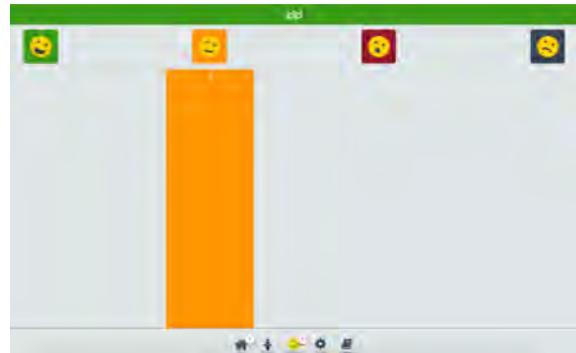
Abbildung 2.17*: Abgabe von Instant-Feedback im System Backchannel.

ARSnova besitzt eine Instant-Feedback Option unter dem Namen „Verständnisbarometer“. Die Feedback-Dimensionen „Verständnis“ und „Vortragsgeschwindigkeit“ werden zu vier vordefinierten Werten, die von Studenten gewählt werden können, zusammengefasst: „Kann folgen“, „Bitte schneller“, „Zu schnell“ und „Abgehängt“. Wie in Abbildung 2.18(a) zu sehen, werden diese ähnlich wie bei Backchannel mit Grafiken repräsentiert. Je nach eingestelltem Funktionsumfang bietet das System für weiteres Feedback die „Fragen stellen“-Funktion aus Unterabschnitt 2.1.2 an. Die Auswertung geschieht, wie in Abbildung 2.18(b) visualisiert, als klassisches Balkendiagramm. Je Student kann nur ein Wert gewählt werden. Die Auswertung ist sowohl für Studenten als auch für Dozenten sichtbar.

⁸<http://backchannel.cnc.io/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016



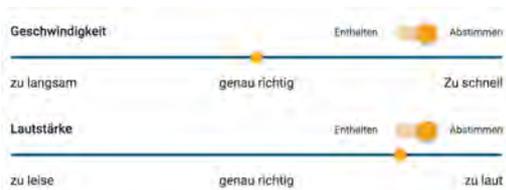
(a) Instant-Feedback Abstimmung für Studenten.



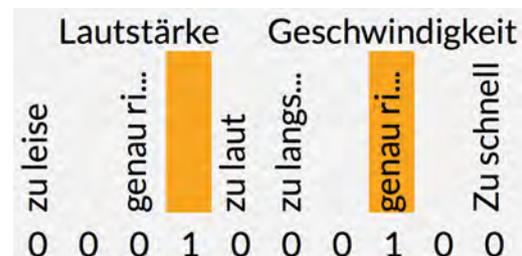
(b) Auswertung der Abstimmungen aller Studenten.

Abbildung 2.18*: Abgabe von Instant-Feedback im System ARSnova.

SMILE bietet die Möglichkeit, Instant-Feedback mit selbst definierten Feedback-Dimensionen zu erstellen. Der Dozent kann dabei sowohl den Namen der Feedback-Dimension als auch den Namen der Extremwerte samt Mittelwert und Anzahl der Schritte festlegen. 2.19(a) zeigt ein Beispiel von zwei erstellten Feedback-Dimensionen. Ähnlich wie bei beiden zuvor vorgestellten Systemen können Studenten immer nur einen Wert auswählen oder sich ganz enthalten. Die Auswertung erfolgt, wie in Abbildung 2.19(b) zu sehen, als Balkendiagramm, wobei die Werte zwischen Mittelwert und Extremwert zusammengefasst werden.



(a) Instant-Feedback Abstimmung für Studenten.



(b) Auswertung der Abstimmungen aller Studenten.

Abbildung 2.19*: Abgabe von Instant-Feedback im System SMILE.

2.1.5 Stopp-Knopf

Der Stopp-Knopf, oder auch Panik-Button genannt, soll dann von den Studenten gedrückt werden, wenn das vorgetragene Thema nicht verstanden wurde. Er ist ähnlich wie das Instant-Feedback ein Live-Feedback, was von den Studenten jederzeit abgegeben werden kann mit dem Unterschied, dass als Bewertung nur ein Wert möglich ist.

Die Funktion wird beispielsweise im System tweedback⁹ verwendet. Dabei bekommen Studenten, wie in Abbildung 2.20 zu sehen, die Möglichkeit, den Panik-Button zu drücken, wenn sie etwas nicht verstanden haben, oder die Geschwindigkeit zu hoch ist, was oft ein Auslöser für das Unverständnis ist.

⁹<http://www.tweedback.de/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016



Abbildung 2.20*: Panik-Button von tweedback, den Studenten bei Unverständnis oder zu hoher Geschwindigkeit drücken sollen.

Nach Betätigung des Panik-Buttons läuft ein 90 Sekunden Countdown, nachdem der Panik-Button erst erneut gedrückt werden kann.



Abbildung 2.21*: Gedrückter Panik-Button von tweedback mit Countdown für die nächste Möglichkeit der Betätigung.

Wie in Abbildung 2.22 visualisiert, sind in der Auswertung des Panik-Buttons zwei Graphen für die Anzahl der Geräte, sowie die Anzahl der Panik-Button-Betätigungen der letzten 15 Minuten zu sehen. Damit ist es für den Dozenten möglich, den Prozentsatz der in Panik geratenen Studenten abzuschätzen, um gegebenenfalls das zuletzt behandelte Thema zu wiederholen.

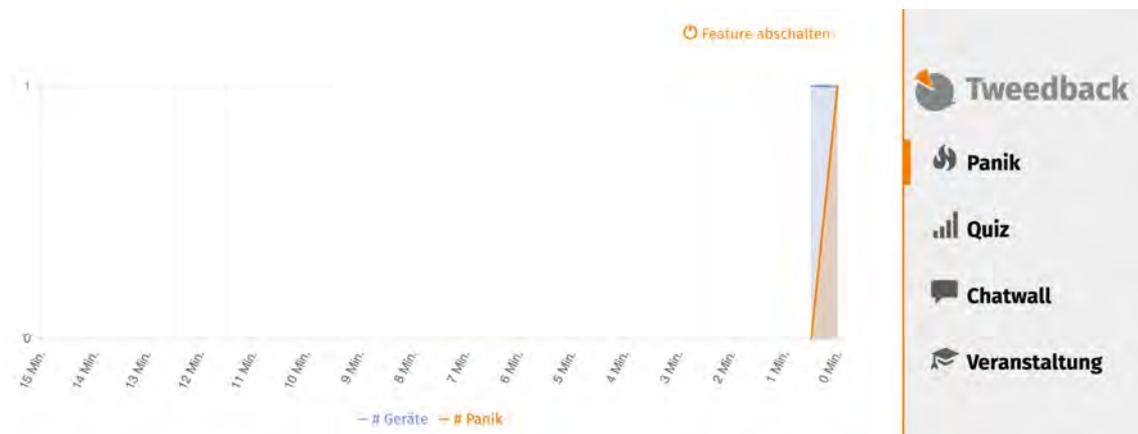


Abbildung 2.22*: Auswertung des Panik-Buttons von tweedback mit zwei Graphen für die Anzahl der Geräte, sowie die Anzahl der Panik-Button-Betätigungen.

2.1.6 Nachrichten

Nachrichten dienen dazu, bestimmte Informationen an Studenten freizugeben. Wie bereits in Unterabschnitt 2.1.3 erwähnt, hat man als Dozent im System SMILE die Möglichkeit, neben Fragen zur Diskussion auch Nachrichten zur reinen Informationsübertragung zu erstellen.

In ARSNova kann man Nachrichten für Studenten über eine bestimmte Zeitspanne erstellen, in der diese angezeigt werden. Die Erstellung ist in Abbildung 2.23 zu sehen.

Schlagzeile	
[Rich text editor icons: info, bold, italic, link, list, math, code, quote, image, video, audio]	
Nachricht	
Anzeigenstart	18.5.2016
Anzeigenende	25.5.2016

Abbildung 2.23*: Erstellung einer Nachricht in ARSNova.

2.1.7 Konditionale Freigaben

Das System pinnion¹⁰ bietet die Möglichkeit, Fragen in Abhängigkeit von Ergebnissen vorangegehener Fragen anzuzeigen. Das wird realisiert, indem man für Fragen Konditionen definiert, wie es in Abbildung 2.24 sichtbar ist. Damit ist es beispielsweise möglich, je nach Studiengang des Studenten verschiedene Fragen zu stellen.

Add Prerequisite

Determine By: Testing for specific answer conditions

Related Question: Wählen Sie A aus

Required Answer(s): A B C D

Answer Logic: AND - all of the answers above are selected

Logic: Only ask this question if the answer to: Wählen Sie A aus contains A

Buttons: Cancel, Add

Abbildung 2.24*: Erstellung einer Vorbedingung für eine Frage im System Pinnion.

¹⁰<http://www.pinnion.com> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

2.1.8 Gezeichnete Antworten

Bei Fragen mit gezeichneten Antworten handelt es sich um einen Fragetyp, bei dem Studenten mittels eines webbasierten Zeichenwerkzeuges eine vorhandene Zeichnung ergänzen oder gar selbst eine Zeichnung anfertigen sollen.

Infuse Learning¹¹ stellt diese Funktionen mittels „Infuse Draw“ bereit. Der Grafikeditor mit seinen Optionen ist in Abbildung 2.25 zu sehen.

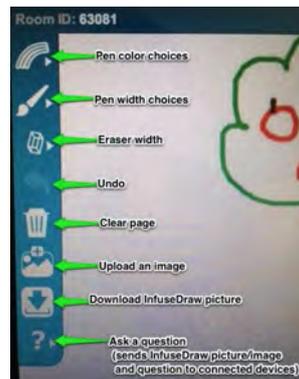
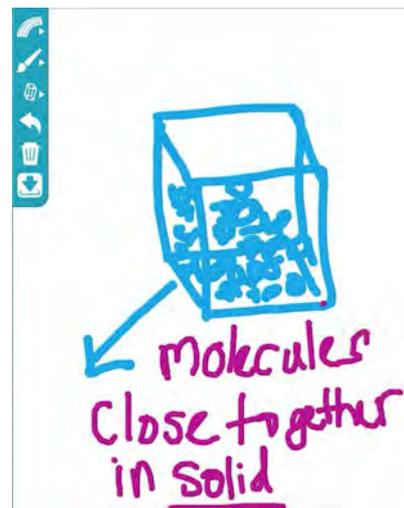


Abbildung 2.25*: Optionen des Grafikeditors von Infuse Learning (<https://snapguide.com/guides/use-infusedraw/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

Der Dozent hat sowohl die Möglichkeit, eine Zeichnung selbst zu erstellen, die anschließend durch die Studenten ergänzt werden soll, als auch eine Textfrage durch eine gezeichnete Antwort der Studenten beantworten zu lassen. In Abbildung 2.26 kann die Studentenansicht beider Möglichkeiten gesehen werden. Vom Dozenten selbst erstellte Zeichnungen können je nach Auswahl auch durch andere Antworttypen wie Textantwort oder numerische Antwort beantwortet werden.



(a) Ergänzung einer vorhandenen Zeichnung.



(b) Erstellung einer eigenen Zeichnung.

Abbildung 2.26*: Abgabe einer gezeichneten Antwort im System Infuse Learning (2.26a von <https://snapguide.com/guides/use-infusedraw/>; 2.26b von <https://snapguide.com/guides/get-started-with-infuselearning/> - letzter erfolgreicher Aufruf jeweils am 25.08.2016).

¹¹<http://www.infuselearning.com/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

In der Auswertung bekommt der Dozent eine Übersicht aller abgegebenen Zeichnungen mit dem Benutzernamen der Ersteller angezeigt. Hier hat er auch die Möglichkeit, die Zeichnungen abzuspeichern.

2.1.9 Bereitstellung und Bearbeitung von Dokumenten

Einige Systeme, wie beispielsweise Letsfeedback¹², erlauben es dem Dozenten, beliebige Dateien/Sitzungsdokumente zur Veranstaltung hinzuzufügen, um sie für Studenten zugänglich zu machen. Mögliche Anwendungen wären beispielsweise die Bereitstellung der Präsentationsfolien oder auch die Bereitstellung von weiteren Zusatzdokumenten/-grafiken zur aktuellen Veranstaltung. Ein Anwendungsbeispiel ist in Abbildung 2.27 zu sehen.

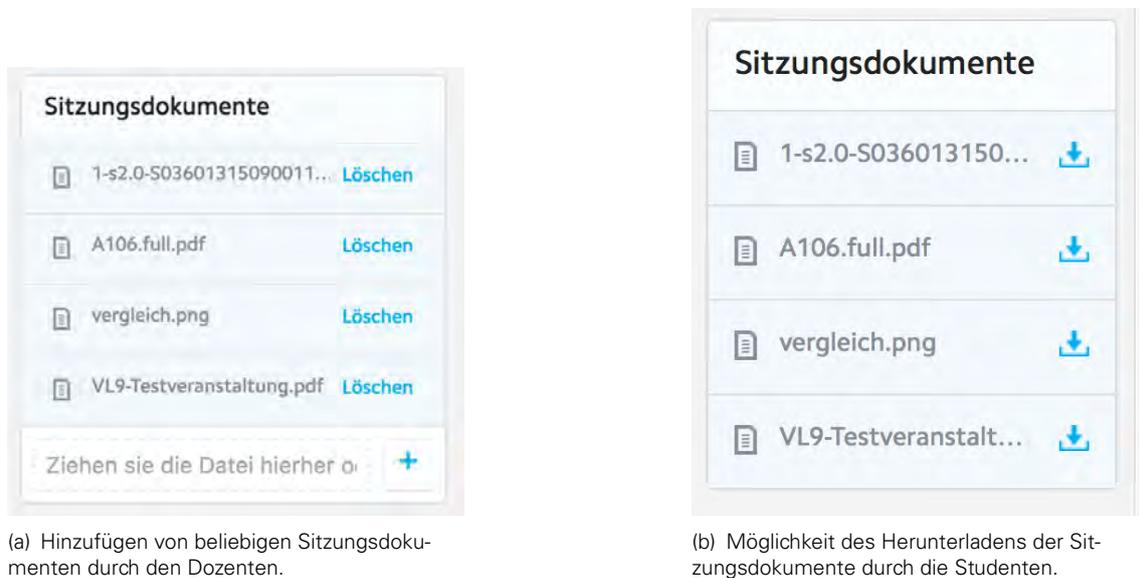


Abbildung 2.27*: Sitzungsdokumente hinzufügen im System Letsfeedback.

Die Dateien können lediglich durch die Studenten heruntergeladen, jedoch nicht in der eigentlichen Weboberfläche angezeigt werden.

Echo360¹³ gibt Studenten die Möglichkeit, die Präsentationsfolien online während der Veranstaltung anzuzeigen und sie dabei um persönliche Lesezeichen und Notizen zu ergänzen. Neben Präsentationsfolien können auch Präsentationsvideos ergänzt werden. In beiden Fällen wird eine Information über die aktuelle Foliennummer, bzw. den Zeitpunkt im Video gespeichert. Ein Anwendungsbeispiel ist in Abbildung 2.28 zu sehen.

¹²<http://letsfeedback.com/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

¹³<https://echo360.org/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016



Abbildung 2.28: Lesezeichen und Notizen zur Präsentation hinzufügen im System Echo360 (http://help.echo360.org/StudentUserGuide_ALP.pdf - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

Nach der Veranstaltung können Studenten im „Study Guide“ die Lesezeichen und Notizen vergangener Veranstaltungen einsehen, bearbeiten und bei Bedarf auch herunterladen, um sie außerhalb des Echo360-Interfaces einzusehen. Bei der Datei handelt es sich um eine Textdatei, die durch jeden gängigen Editor lesbar ist.

2.2 FUNKTIONSAUSWAHLMECHANISMEN

Der Funktionsumfang heutiger Audience Response Systeme ist sehr variabel. Einige besitzen einen sehr weitgefassten Funktionsumfang, um möglichst alle Anwendungsfälle abzudecken, andere hingegen beschränken sich auf einzelne Funktionalitäten, um bestimmte Anwendungsfälle bestmöglich zu unterstützen.

Wie in [LVC14] im Abschnitt „Limits“ aufgezeigt, ist es nicht immer sinnvoll, jede Funktion für jede Art von Lehrveranstaltung einzusetzen. Daher gibt es in den Systemen mit großem Funktionsumfang oftmals eine Möglichkeit, diesen an die Bedürfnisse der Lehrveranstaltung anzupassen. Nachfolgend werden die Möglichkeiten der Funktionsauswahl bekannter Audience Response Systeme untersucht.

2.2.1 Fester Funktionsumfang

Viele Systeme beschränken sich auf die Unterstützung einzelner Anwendungsfälle. Hierzu zählen beispielsweise Backchannel, womit lediglich „Instant-Feedback“ unterstützt wird, oder auch polleverywhere zur Unterstützung der „Fragen beantworten“ Funktion.

An polleverywhere ist ersichtlich, dass es nicht immer verkehrt ist, nur einzelne Funktionen zu unterstützen. Der Leitspruch „Qualität vor Quantität“ sticht hierbei besonders heraus. Im Gegensatz zu herkömmlichen „Fragen beantworten“ Funktionen größerer Systeme bietet polleverywhere:

- die Unterstützung von nahezu jeder Veranstaltung (bis zu 50000 Teilnehmer),
- weitere Fragetypen (Brainstorming-Umfragen, klickbare Bild-Umfragen, ...),
- zahlreiche Möglichkeiten auf Umfragen zu antworten (Webinterface, SMS, Twitter)
- sowie Echtzeit-Ergebnisse, die per Web-Interface oder nach Einbindung in Powerpoint, Keynote oder Google Slides gezeigt werden können.

Eine Steuerung dieses festen Funktionsumfangs ist in dem Sinne gegeben, dass Dozenten das Beantworten von Fragen freigeben, pausieren und beenden können.

2.2.2 Funktionsumfang auswählen (ohne Erklärung)

Audience Response Systeme, die einen größeren Funktionsumfang besitzen, erlauben es oftmals, diesen selbst festzulegen.

Letsfeedback erlaubt es, wie in Abbildung 2.29 dargestellt, die „Fragen der Zuhörer“ oder die „Begrüßungsnachricht“ über die Veranstaltungsoptionen an- oder auszustellen. Die „Fragen beantworten“ Funktion kann wie im Beispiel von polleverywhere gesteuert werden, indem Fragen freigegeben, pausiert und beendet werden können. Aufgrund des sehr geringen Funktionsumfangs und der selbsterklärenden Funktionsnamen ist die Auswahl der Funktionen intuitiv.

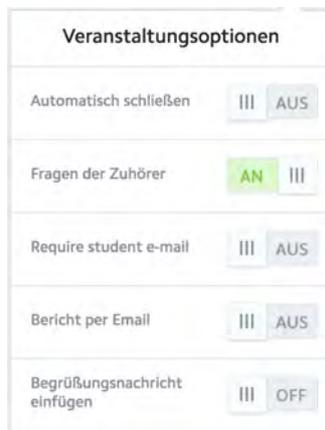


Abbildung 2.29*: Funktionsumfang auswählen im System Letsfeedback über die Veranstaltungsoptionen.

Ähnlich geschieht die Funktionsauswahl bei SMILE, die in Abbildung 2.30 zu sehen ist. In der Übersicht der Veranstaltung können sogenannte „Module“ aktiviert oder deaktiviert werden. Ist ein Modul aktiv geschaltet, so wird ein neuer Tab in der Navigation angezeigt. Mittels Klick auf den jeweiligen Tab kann das Modul weiter konfiguriert werden.



Abbildung 2.30*: Funktionsumfang auswählen im System SMILE.

Auch wenn der Funktionsumfang sehr gering ist, ist die Auswahl der Funktionen aufgrund der gewählten, mehrdeutigen Namenskonventionen nicht unbedingt intuitiv. Eine bessere Art der Umsetzung zeigen die Beispiele in Unterabschnitt 2.2.3.

2.2.3 Funktionsumfang auswählen (mit Erklärung)

Ein in der Funktionsauswahl SMILE sehr ähnliches System ist tweedback. Im Gegensatz zu SMILE wird die Funktionsauswahl, wie in Abbildung 2.31 sichtbar, durch aussagekräftige Beschreibungen unterstützt. Eine ansprechende Optik und Bedienung rundet die Funktionsauswahl ab.

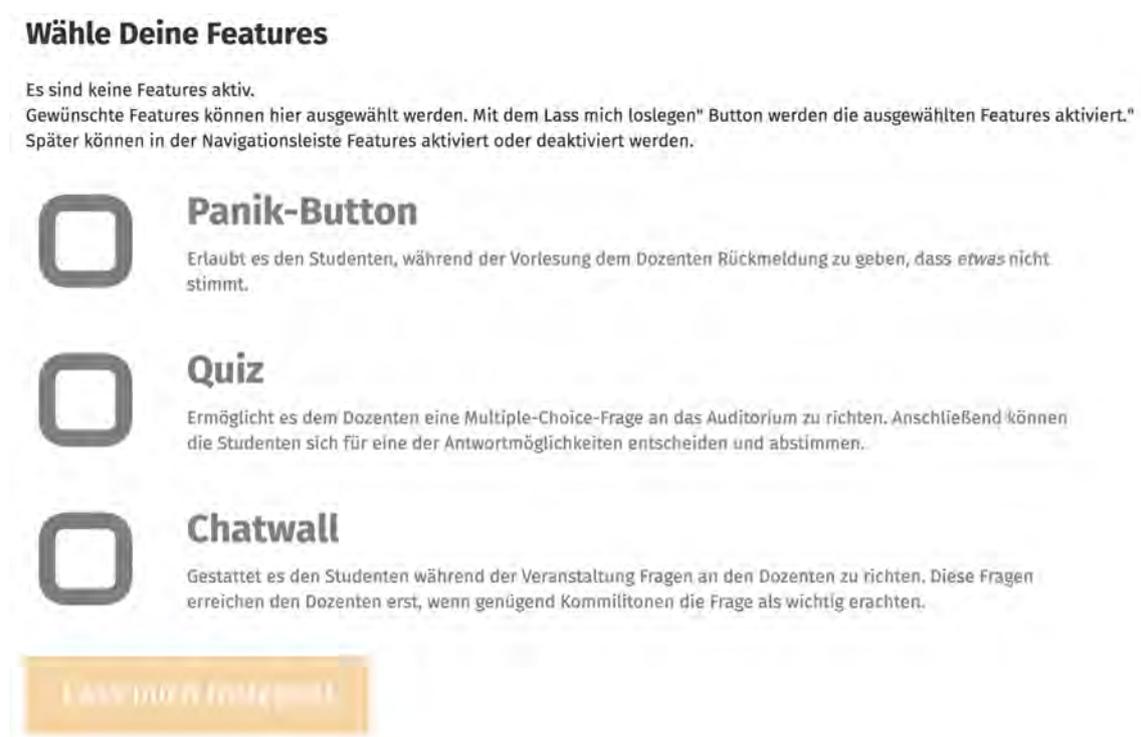
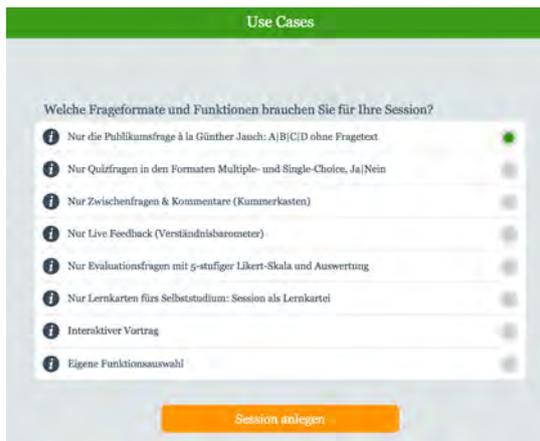


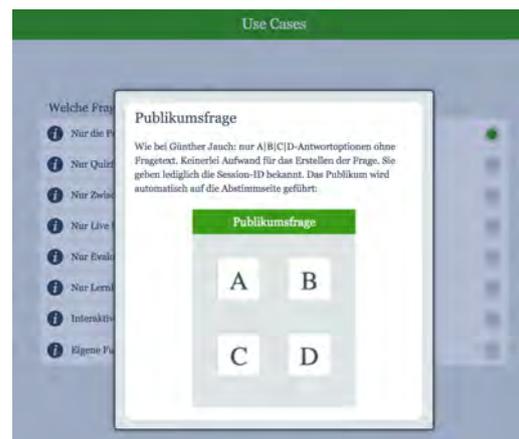
Abbildung 2.31*: Funktionsumfang auswählen im System tweedback.

Für den Funktionsumfang von tweedback ist diese Art der Funktionsauswahl sehr intuitiv.

Das wohl umfangreichste System der Recherche, bezogen auf die Funktionsauswahl, ist ARSnova. ARSnova bietet die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Use-Cases zu wählen, wie es in Abbildung 2.32 visualisiert ist. Diese besitzen intuitive Namen und durch einen Klick auf das Fragezeichen-Icon können zusätzliche Informationen über den Use-Case erworben werden.



(a) Use-Case Auswahl.



(b) Anzeige von zusätzlichen Informationen über einen Use-Case.

Abbildung 2.32*: Use-Case Auswahl im System ARSnova.

Neben den vordefinierten Use-Cases kann mittels Klick auf „eigene Funktionsauswahl“ die Wahl der nötigen Funktionen selbst getroffen werden. Wie in Abbildung 2.33 sichtbar wird, können „Hauptfunktionen“ und „Optionale Funktionen“ ausgewählt werden. Leider fehlt hierbei die Möglichkeit der Einblendung zusätzlicher Informationen, gerade weil neue Begrifflichkeiten zur vorangegangenen Ansicht eingeführt werden.



Abbildung 2.33*: Eigene Funktionsauswahl im System ARSnova.

2.2.4 Vorschlagsbasierte, unterstützte Auswahl des Funktionsumfangs

Unterabschnitt 2.2.3 hat anhand von Beispielen aufgezeigt, dass viele Systeme versuchen, ihre Funktionsauswahl durch Beschreibungen der Funktionen zu unterstützen. Leider erwähnt kein System die in [LVC14] angesprochenen Beschränkungen der Funktionen oder macht gar Vorschläge für eine sinnvolle Auswahl. Dozenten werden mit ihren eigenen Einschätzungen der Sinnhaftigkeit einzelner Funktionen für ihre Lehrveranstaltung oftmals alleine gelassen. Ein System, das den Dozenten durch Funktionsvorschläge, basierend auf eingestellten Parametern, unterstützt, muss in den folgenden Kapiteln selbst konzipiert werden.

2.3 ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Kapitel wurde der Funktionsumfang von Audience Response Systemen vorgestellt. Anhand von prägnanten Beispielen wurde jede Funktion aufgearbeitet und dem Leser verdeutlicht, um einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik zu bekommen. In Tabelle 2.1 werden die Ergebnisse der Funktionsumfang-Recherche zusammengefasst.

Anschließend wurden Freigabemechanismen der Systeme für diesen Funktionsumfang untersucht. Es wurde danach Ausschau gehalten, ob es eine Unterstützung bei der Auswahl der Funktionen gibt. Tabelle 2.2 fasst die Ergebnisse der Freigabemechanismen-Recherche zusammen. Dabei ist anzumerken, dass die in der Zielstellung dieser Masterarbeit vorgesehene unterstützte, vorschlagsbasierte Funktionsauswahl in keinem Audience Response System, das Teil der Recherche war, integriert ist. In den folgenden Kapiteln muss eine eigene Art der Umsetzung konzipiert werden.

Funktion	Beschreibung	Beispielsysteme
Fragen beantworten	<ul style="list-style-type: none"> • Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen • Vorbereitungsfragen für die Lehrveranstaltung • Abfrage des Wissensstandes/Vorwissens der Studenten • Quiz-Fragen • Evaluationsfragen 	<ul style="list-style-type: none"> • polleverywhere • ARSnova • Socrative
Fragen stellen	<ul style="list-style-type: none"> • Fragen und Feedback an den Dozenten senden • Möglichkeiten: Anonyme Fragen, freigegebene Fragen und öffentliche Fragen 	<ul style="list-style-type: none"> • ARSnova • tweedback
Question & Answer (Q&A)	<ul style="list-style-type: none"> • Vom Dozenten gestellte Fragen durch die Studenten diskutieren lassen • Von Studenten gestellte Fragen diskutieren • Finden interessanter Fragen und Auswahl einer richtigen Antwort durch Bewertungsmöglichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • SMILE • Piazza
Instant-Feedback	<ul style="list-style-type: none"> • Abfrage eines Stimmungsbilds • Möglichkeit verschiedener Feedback-Dimensionen; Unterstützung von Grafiken zur Repräsentation der Extremwerte 	<ul style="list-style-type: none"> • Backchannel • ARSnova • SMILE
Stopp-Knopf	<ul style="list-style-type: none"> • Signalisierung der Studenten, dass vorgetragenes Thema nicht verstanden wurde (in Echtzeit) 	<ul style="list-style-type: none"> • tweedback
Nachrichten	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen für die Studenten bereitstellen (über einen Zeitraum, zur Begrüßung in der Veranstaltung, während der Veranstaltung) 	<ul style="list-style-type: none"> • ARSnova • SMILE
Konditionale Freigaben	<ul style="list-style-type: none"> • Fragen nur nach Erfüllung einer Vorbedingung (Antwort auf andere Frage) freigeben 	<ul style="list-style-type: none"> • Pinnion
Gezeichnete Antworten	<ul style="list-style-type: none"> • Mit Hilfe eines webbasierten Grafikeditors selbst eine Zeichnung anfertigen • Eine vom Dozenten angefertigte Zeichnung ergänzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Infuse Learning
Bereitstellung und Bearbeitung von Dokumenten	<ul style="list-style-type: none"> • Freigabe bel. Dateien/Sitzungsdokumente • Online-Anzeige von Präsentation/Video und Hinzufügen von Lesezeichen 	<ul style="list-style-type: none"> • Letsfeedback • Echo360

Tabelle 2.1: Zusammenfassung des Funktionsumfangs aktueller Audience Response Systeme.

Funktionsumfang	Beschreibung	Beispielsysteme
Fester Funktionsumfang	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung einzelner Anwendungsfälle • Möglichst optimale Umsetzung der Funktion • Bereitstellung erweiterter Unterstützungsmechanismen zur Funktion 	<ul style="list-style-type: none"> • polleverywhere • Backchannel
Funktionsumfang auswählen (ohne Erklärung)	<ul style="list-style-type: none"> • Einfaches An- und Ausschalten einzelner Funktionen • Selbstbeschreibung der Funktionen durch den Namen 	<ul style="list-style-type: none"> • Letsfeedback • SMILE
Funktionsumfang auswählen (mit Erklärung)	<ul style="list-style-type: none"> • Einfaches An- und Ausschalten einzelner Funktionen • Unterstützung durch Definition von Use-Cases und/oder Beschreibung der Funktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • tweedback • ARSnova
Vorschlagsbasierte, unterstützte Auswahl des Funktionsumfangs	<ul style="list-style-type: none"> • Anhand von eingegebenen Parametern (z. B. Teilnehmerzahl) einen geeigneten Funktionsumfang vorschlagen • Unterstützung durch Beschreibung der Funktionen 	keine Beispiele vorhanden

Tabelle 2.2: Zusammenfassung der Funktionsauswahlmechanismen aktueller Audience Response Systeme.

3 ANALYSE DES AKTUELLEN STANDES

„Wenn du es einem Sechsjährigen nicht erklären kannst,
dann hast du es selbst nicht verstanden.“

– Albert Einstein

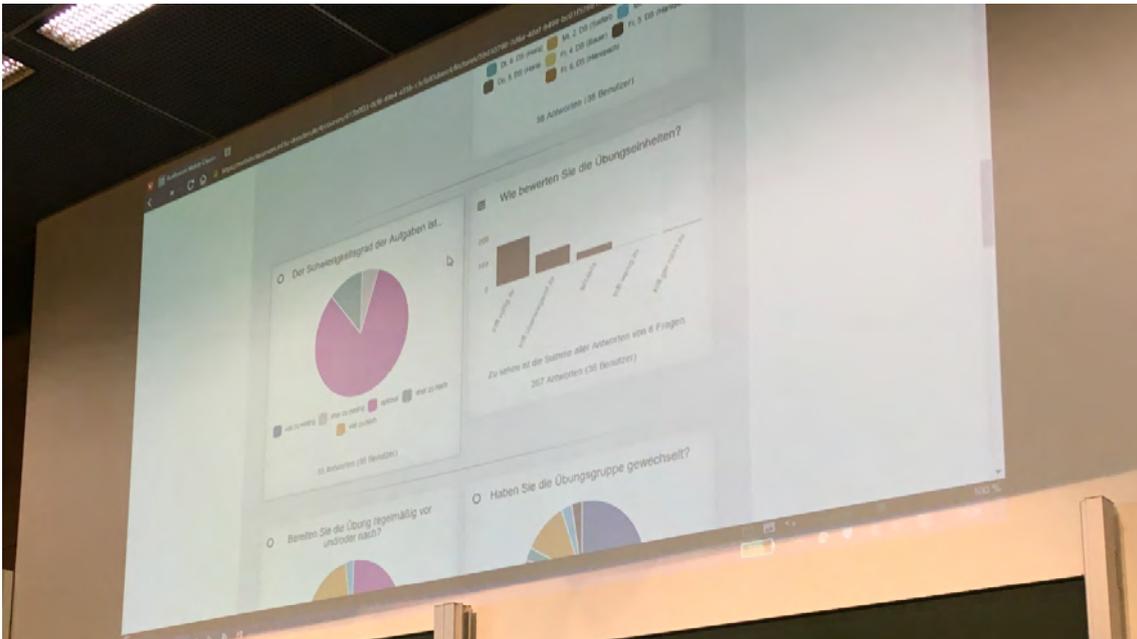


Abbildung 3.1*: Beispiel der Benutzung vom Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS) zur Evaluation der Lehrveranstaltung „Rechnernetze“

ANALYSE DES AKTUELLEN STANDES

Nach der Betrachtung aktueller Audience Response Systeme mit deren Funktionsumfang und Funktionsauswahlmechanismen in Kapitel 2 werden mit Auditorium Mobile Classroom Service („AMCS“) und den Systemen des Tutorial Tool Kit's („ETTK“) in diesem Kapitel die an der TU Dresden entwickelten Prototypen analysiert. Dabei wird sowohl auf den Funktionsumfang als auch auf die Funktionsauswahl eingegangen.

Das Kapitel endet mit einer Zusammenfassung des Vorgestellten sowie der Festlegung von daraus resultierenden Anforderungen des Zielsystems.

3.1 AUDITORIUM MOBILE CLASSROOM SERVICE („AMCS“)

Auditorium Mobile Classroom Service bietet Studenten und Dozenten bestimmte Möglichkeiten der Interaktion in Vorlesungen an. Ziel des Systems ist es, eine bessere adaptive Passung zwischen den Lehrzielen der Dozenten und den Lernzielen der Studenten sowie eine einfachere Regulierung der individuellen Lernprozesse zu ermöglichen [BKKS15].

Die Teilnahme der Studenten am System erfolgt anonym über die Auswahl eines Pseudonyms¹, welches dazu benötigt wird, um Studenten bei mehrmaliger Systembenutzung deren Antworten eindeutig zuordnen zu können. Die Sinnhaftigkeit des Pseudonyms wird in Unterabschnitt 3.1.1.3 aufgezeigt. Nach erfolgreicher Auswahl des Pseudonyms kann die Veranstaltung ausgewählt werden. Im Gegensatz zu klassischen, session-basierten Systemen, bei denen Veranstaltungen durch Eingabe einer Session-ID gewählt werden, sind die Veranstaltungen bisher in Kursen unterteilt zugreifbar, wie sie im universitären Umfeld bekannt sind. Der Ablauf der Veranstaltung im System folgt ebenfalls universitären Regeln. Dabei wird für eine Veranstaltung eine Anzahl von Folien erstellt, die der Anzahl der Präsentationsfolien entspricht. Die aktuelle Folie im AMCS-System entspricht der aktuellen Folie der Präsentation. Der Folienwechsel in AMCS kann manuell im Webbrowser oder automatisch mittels Verbindung zu Powerpoint mit Hilfe einer Windows-App [Joh16] bzw. unter Mac-OS in Powerpoint direkt mittels Powerpoint-Erweiterung [Sch16] erfolgen. Studenten können je nach aktueller Folie verschiedene, zuvor erstellte Funktionen benutzen, die nachfolgend vorgestellt werden. Neben den Folien besitzt eine Veranstaltung zudem einen Online-/Sichtbarkeits-Status, der in Unterabschnitt 3.1.2 genauer besprochen wird.

3.1.1 Funktionsübersicht

3.1.1.1 Fragen beantworten

Fragen beantworten ist eine der Hauptfunktionen, die von AMCS unterstützt werden. Dabei werden verschiedene Fragetypen unterstützt, die in Tabelle 3.1 aufgelistet werden.

¹Das Pseudonym besitzt vorzugsweise ein festes Format und wird aus den Anfangsbuchstaben des Vornamens der Mutter sowie deren Tag ihres Geburtsdatums und dem eigenen Tag des Geburtsdatums gebildet.

Fragetyp	Beschreibung	Beispiel
Frage mit Einfachauswahl	Klassische „Single Choice“ Frage, bei der nur eine Antwort ausgewählt werden kann.	
Frage mit Mehrfachauswahl	Klassische „Multiple Choice“ Frage, bei der mehrere Antworten ausgewählt werden können.	
Lernfrage	„Single Choice“ Frage, bei der nur eine Antwort richtig ist. Es kann bis zu zweimal geantwortet werden. Je nach Auswahl bekommt man Feedback zur getroffenen Antwort.	
Skalenfrage	„Single Choice“ Frage in der Repräsentation einer Skala, bei der nur eine Antwort ausgewählt werden kann.	
Freitextfrage	Frage, die mit einem beliebigen Text beantwortet werden kann.	
Evaluationsfrage	Zusammenfassung mehrerer Skalenfragen mit gleichen Antwortmöglichkeiten.	

Tabelle 3.1: Fragetypen von AMCS.

Fragen mit Einfachauswahl, Fragen mit Mehrfachauswahl und Skalenfragen erlauben es, zusätzlich festzulegen, ob pro Antwort zusätzlich eine Freitextantwort abgegeben werden kann. Beispielsweise könnte dabei für die Antwort „sonstiges“ eine Freitextantwort optional abgegeben werden oder für einen Skalenwert eine Begründung der Auswahl des jeweiligen Wertes.

Entsprechend der in der Einleitung dieses Kapitels erwähnten Kurs-Veranstaltung-Hierarchie kön-

nen Fragen sowohl an Kurse, Veranstaltungen oder einzelne Folien gebunden werden, womit es möglich ist, verschiedene Einsatzmöglichkeiten zu realisieren. Die Möglichkeiten werden in Tabelle 3.2 dargestellt.

Fragenkontext	Beschreibung	Anwendungsszenarien
Kursfragen	Fragen, die für jede Veranstaltung des Kurses sichtbar sind.	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Interessen und persönliche Ziele abfragen ⊖ Vorbereitungsfragen ⊖ Wissensstand/Vorwissen abfragen ⊖ Quiz-Fragen ⊖ Evaluationsfragen
Veranstaltungsfragen	Fragen, die eine gesamte Veranstaltung lang sichtbar sind.	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Interessen und persönliche Ziele abfragen ⊕ Vorbereitungsfragen ⊕ Wissensstand/Vorwissen abfragen ⊖ Quiz-Fragen ⊖ Evaluationsfragen
Folienfragen	Fragen, die bei Auswahl der Folie sichtbar geschaltet werden.	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Interessen und persönliche Ziele abfragen ⊖ Vorbereitungsfragen ⊖ Wissensstand/Vorwissen abfragen ⊕ Quiz-Fragen ⊕ Evaluationsfragen

Tabelle 3.2: „Fragen beantworten“ Anwendungsszenarien von AMCS. Mit ⊕ markierte Anwendungsfälle sind im gewählten Fragenkontext sinnvoll. Mit ⊖ markierte Anwendungsfälle sind nicht sinnvoll.

Die Auswertung erfolgt in Echtzeit je nach Fragetyp mit verschiedenen Diagrammtypen. Dazu gibt es je Fragenkontext eine Übersicht mit den Ergebnissen der dazugehörigen Fragen. Außerdem sind sowohl die Anzahl der Antworten als auch die Anzahl der einzigartigen Beantworter sichtbar. Bei einem Klick auf eine Frage öffnet sich eine Detailansicht, in der die Frage sowie die Formulierung der Antworten ungekürzt zusammen mit einer erweiterten Auswertung sichtbar ist. Eine Übersicht der Auswertungen der einzelnen Fragetypen zeigt Tabelle 3.3.

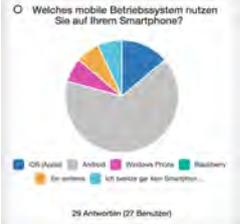
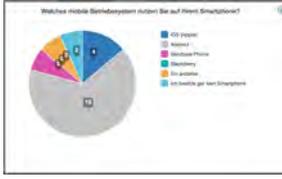
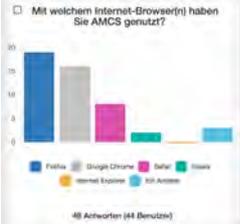
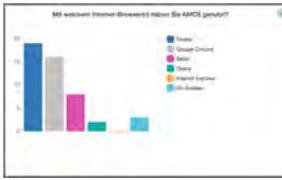
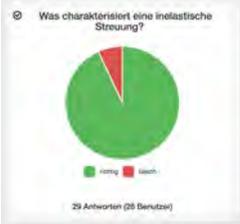
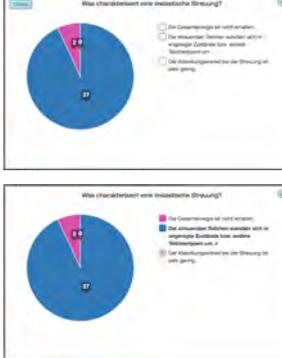
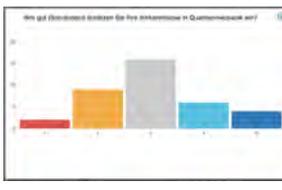
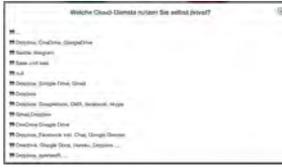
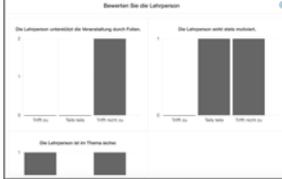
Fragetyp	Beschreibung	Beispiel in Übersicht	Beispiel in Detailansicht
Frage mit Einfachauswahl	<ul style="list-style-type: none"> Übersicht und Detailansicht zeigen Ergebnisse als Kreisdiagramm Antworten werden in einer Legende gezeigt 	 <p>Welches mobile Betriebssystem nutzen Sie auf Ihrem Smartphone?</p> <p>29 Antworten (27 Benutzer)</p>	 <p>Welches mobile Betriebssystem nutzen Sie auf Ihrem Smartphone?</p> <p>29 Antworten (27 Benutzer)</p>
Frage mit Mehrfachauswahl	<ul style="list-style-type: none"> Übersicht und Detailansicht zeigen Ergebnisse als Balkendiagramm Antworten werden in einer Legende gezeigt 	 <p>Mit welchem Internet-Browser(n) haben Sie AMCS genutzt?</p> <p>48 Antworten (44 Benutzer)</p>	 <p>Mit welchem Internet-Browser(n) haben Sie AMCS genutzt?</p> <p>48 Antworten (44 Benutzer)</p>
Lernfrage	<ul style="list-style-type: none"> Übersicht zeigt Kreisdiagramm mit Anzahl richtiger/falscher Antworten Detailansicht zeigt Kreisdiagramm mit Antworten in einer Legende Ein Klick auf „Lösung“ markiert die richtige Antwort 	 <p>Was charakterisiert eine inelastische Störung?</p> <p>29 Antworten (28 Benutzer)</p>	 <p>Was charakterisiert eine inelastische Störung?</p> <p>29 Antworten (28 Benutzer)</p>
Skalenfrage	<ul style="list-style-type: none"> Übersicht und Detailansicht zeigen Ergebnisse als Balkendiagramm mit Beschriftungen direkt am Diagramm 	 <p>Wie gut (Schulnoten) schätzen Sie Ihre Vorkenntnisse in Quantenmechanik ein?</p> <p>37 Antworten (37 Benutzer)</p>	 <p>Wie gut (Schulnoten) schätzen Sie Ihre Vorkenntnisse in Quantenmechanik ein?</p> <p>37 Antworten (37 Benutzer)</p>
Freitextfrage	<ul style="list-style-type: none"> Übersicht zeigt ersten 5 Antworten Detailansicht zeigt alle Antworten 	 <p>Welche Cloud-Dienste nutzen Sie selbst privat?</p> <p>13 Antworten (13 Benutzer)</p>	 <p>Welche Cloud-Dienste nutzen Sie selbst privat?</p> <p>13 Antworten (13 Benutzer)</p>
Evaluationsfrage	<ul style="list-style-type: none"> Übersicht zeigt Summe aller Antworten der Evaluationsfrage Detailansicht zeigt Auswertung der Teilfragen 	 <p>Bewerten Sie die Lehrperson</p> <p>3 Antworten (1 Benutzer)</p>	 <p>Bewerten Sie die Lehrperson</p> <p>3 Antworten (1 Benutzer)</p>

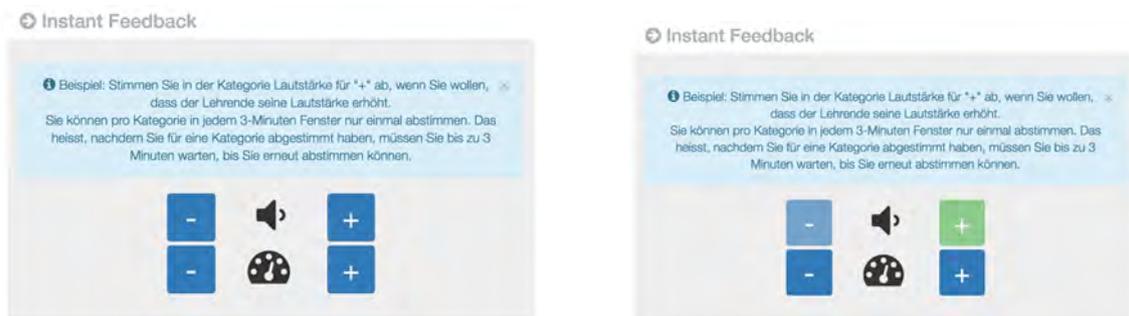
Tabelle 3.3: Auswertung nach Fragetyp im System AMCS.

Fazit:

- ⊕ Jeder vorgestellte Anwendungsfall ist umsetzbar.
- ⊕ Fragen zur Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen, sowie Lernfragen können als Vorbedingung für spätere Nachrichten (siehe Unterabschnitt 3.1.1.3) dienen [BK13, BKKS14, BKKS15, KBH16].
- ⊕ Neue Möglichkeiten zur Evaluation einer Veranstaltungen werden bereitgestellt [KBH16].
- ⊕ Intuitive Auswertung in Echtzeit.
- ⊖ Beim Beantworten ist keine Enthaltung möglich.
- ⊖ Grafische Antworten sind nicht möglich.
- ⊖ Export der Ergebnisse ist nur bedingt möglich (SPSS prototypisch implementiert).

3.1.1.2 Instant-Feedback

Instant-Feedback ist im System für die Feedback-Dimensionen „Lautstärke“ und „Geschwindigkeit“ möglich. Wie in Abbildung 3.2 zu sehen, können dabei je Dimension zwei Extremwerte abgestimmt werden. Nach Abstimmung wird die Funktion für die jeweilige Feedback-Dimension 3 Minuten lang für den Studenten deaktiviert.



(a) Möglichkeit Instant-Feedback für die Feedback-Dimensionen „Lautstärke“ und „Geschwindigkeit“ zu geben.

(b) Abgegebenes Instant-Feedback - es wird gewünscht, dass der Dozent seine Lautstärke erhöht.

Abbildung 3.2*: „Instant-Feedback“ Abgabe im System AMCS.

Die Auswertung des Instant-Feedbacks erfolgt je Feedback-Dimension separat. Dazu werden, wie für die Feedback-Dimension „Lautstärke“ in Abbildung 3.3 dargestellt, sowohl ein Diagramm für den Zusammenhang zwischen Instant-Feedback Abgaben und aktueller Folie, als auch ein Diagramm für den Zusammenhang zwischen Instant-Feedback Abgaben und der Zeit (in 3 Minuten Intervallen) angezeigt. Die Instant-Feedback Abgaben werden in Prozent zu allen in der Lehrveranstaltung aktiven Studenten angezeigt. Positive Werte (blau) spiegeln die Abstimmung nach oben wider, negative Werte (gelb) die Abstimmung nach unten. Im Beispiel wurde am Anfang der Veranstaltung vom Großteil der Studenten dafür abgestimmt, dass der Dozent seine Lautstärke erhöhen soll. Später von einem geringen Teil der Studenten, dass die Lautstärke zu hoch ist.

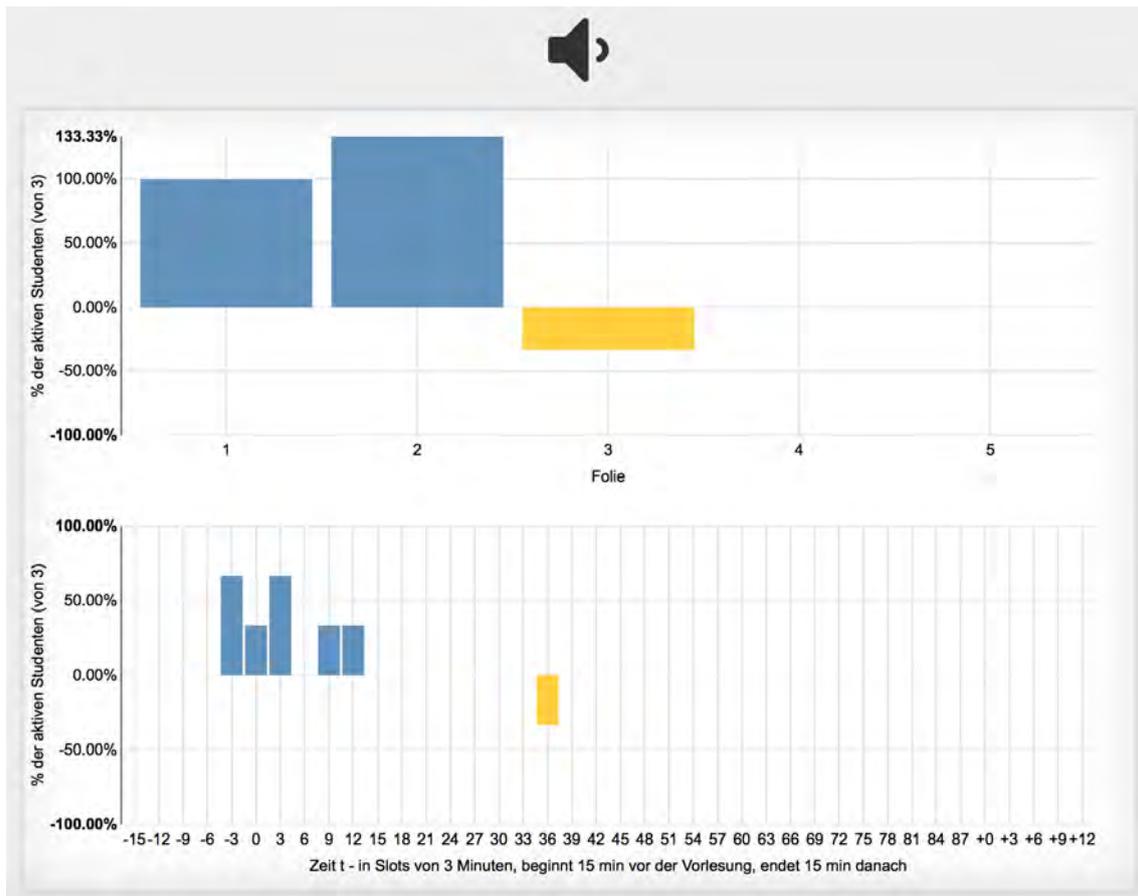


Abbildung 3.3*: „Instant-Feedback“ Auswertung für die Feedback-Dimension Lautstärke im System AMCS.

Fazit:

- ⊕ Kann als Livefeedback, sowie zur Nachbereitung der eigenen Lehrveranstaltung benutzt werden [KBH16].
- ⊕ Zusammenhang zwischen aktiven Studenten und Anzahl der Instant-Feedback Abgaben.
- ⊕ Diagramm mit Verlauf in Zeit-Intervallen.
- ⊕ Verbindung mit Smart-Watch möglich, um unmittelbar auf Instant-Feedback reagieren zu können.
- ⊖ Festgelegte Feedback-Dimensionen.
- ⊖ Nur Extremwerte abstimmbare, keine Zwischenwerte (wie z. B. „Lautstärke gering erhöhen“).
- ⊖ Instant-Feedback Abgabe ohne Beschreibung nicht intuitiv („Lautstärke erhöhen“ vs. „Lautstärke zu hoch“).
- ⊖ Werte über 100% möglich, wenn Studenten auf gleicher Folie mehrfach abstimmen.
- ⊖ Kein Export der Ergebnisse möglich.

3.1.1.3 Nachrichten und konditionale Freigaben

AMCS erweitert das Konzept von Nachrichten um konditionale Freigaben. Damit können Nachrichten (Prompts) in Abhängigkeit von zuvor gegebenen Antworten angezeigt werden.

Laut [BK13,KBKS14,BKKS15,KBH16] können damit sowohl metakognitive Prompts², als auch kognitive Prompts³ realisiert werden. Ebenso ist die Bereitstellung von weiterführenden Materialien und Links möglich.

In Abbildung 3.4 ist das Beispiel einer Nachrichtenerstellung zu sehen. Wenn ein Student bei einer vorangegangenen Matheaufgabe nicht die richtige Antwort gewählt hat, soll er eine kognitive Nachricht bekommen, dass auf der aktuellen Folie das Thema noch einmal wiederholt wird.

Nachrichtenerstellung

Foliennummer 5

Titel Wiederholung Matheaufgabe

Formulierung Sie haben die vorangegangene Matheaufgabe falsch beantwortet. Auf der aktuellen Folie wird sie noch e

Click to select question and choose a choice for message...

Course Questions folgen....

Lecture Questions

Slide Questions folgen....

Wähle A oder B
A oder B?

Matheaufgabe I
1+1 = ?

11

2

3

Click to negate and choose connection operation...

Matheaufgabe I
2

Nachricht erstellen

Abbildung 3.4*: Nachrichtenerstellung mit konditionalen Freigaben im System AMCS.

²Je nach Präferenz (z. B. Lernzielorientierung, Leistungszielorientierung, Prüfungsvorbereitung oder Interesse am Thema) werden durch metakognitive Prompts strategische Hinweise für die Vorbereitung und Nachbereitung des Vorlesungsstoffs gegeben [BKKS15].

³Studierende, die bei Lernaufgaben am Beginn der Vorlesung Fehler gemacht haben, können zu einem späteren Zeitpunkt eine Nachricht bekommen, wenn das in der Lernaufgabe behandelte Thema noch einmal wiederholt wird [BKKS15].

Es ist zudem möglich, mehrere Antworten mehrerer Fragen als Bedingung der Nachricht zu definieren. Diese können durch „AND“ oder „OR“ miteinander verknüpft werden.

Studenten werden bei erstmaliger Benutzung der Website dazu aufgefordert, Benachrichtigungen des Browsers auf der Website zuzulassen. Akzeptieren sie das und ist es im aktuellen Browser auch möglich (vgl. <http://caniuse.com/#feat=notifications>), so bekommen sie, wenn die Website im Hintergrund geöffnet ist und alle definierten Bedingungen erfüllt sind, eine Benachrichtigung. Diese kann ähnlich wie in Abbildung 3.5 aussehen. Bei einem Klick auf die Benachrichtigung öffnet sich die Website und die Nachricht wird in voller Länge angezeigt.



Abbildung 3.5*: Benachrichtigung über eine Nachricht im System AMCS.

Fazit:

- ⊕ Sinnvolle Kombination zweier Funktionalitäten.
- ⊕ Individuelle Nachrichten, die an die Bedürfnisse der Studenten angepasst sind.
- ⊕ Realisierung der Aktivierung passiver Studenten.
- ⊖ Nicht für alle Geräte möglich. Mobile Geräte benötigen Apps (Android-/iOS-App existieren).
- ⊖ Bisher nur prototypisch implementiert. Kaum getestet.

3.1.2 Funktionsauswahlmechanismus

Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS) besitzt derzeit einen festen Funktionsumfang. Wurde die Lehrveranstaltung auf aktiv gesetzt, so ist der Funktionsumfang wie nachfolgend beschrieben angezeigt.

Fragen sind genau dann sichtbar, wenn Dozenten diese anlegen. Ansonsten wird darauf hingewiesen, dass derzeit keine Fragen vorhanden sind. Ganz abschaltbar ist die Funktion jedoch nicht.

Ähnlich geschieht das bei den Nachrichten. Diese sind genau dann sichtbar, wenn sie existieren und die Bedingungen für deren Anzeige erfüllt sind. Existieren keine Nachrichten, so ist die Funktion im Grunde abgeschaltet. Lediglich eine leere „Nachrichtenübersicht“ und das „Nachrichten erstellen“ Formular sind für den Dozenten sichtbar. Studenten bekommen keinen Hinweis über nicht vorhandene Nachrichten.

Das Instant-Feedback wird dauerhaft angezeigt und ist in keiner Form abschaltbar. Studenten haben immer die Möglichkeit, die Abstimmungsknöpfe zu bedienen, und Dozenten sehen immer die Auswertungsdiagramme des Instant-Feedbacks.

Aufgrund des noch steigenden Funktionsumfangs wird eine den Dozenten unterstützende, vorschlagsbasierte Auswahl des Funktionsumfangs nötig. Diese wird im folgenden Kapitel konzipiert.

3.2 EXERCISE TUTORIAL TOOL KIT („ETTK“)

Die Systeme des Exercise Tutorial Tool Kit's entstanden mittels Fast Prototyping⁴. Ziel war die Konzeption und prototypische Umsetzung von Funktionen, die auch für kleinere Lehrveranstaltungen wie Übungen oder Seminare von Interesse sein könnten. Die Sinnhaftigkeit des Einsatzes eines ARS in solchen Lehrveranstaltungstypen beweist [NE14].

Die Teilnahme der Studenten am System erfolgt, parallel zu AMCS, anonym über die Auswahl eines Pseudonyms [HKBS15]. Im Gegensatz zu AMCS werden Veranstaltungen jedoch nicht in Kurse unterteilt, was auf die prototypische Implementierung zurückzuführen ist. Nach Auswahl einer Lehrveranstaltung können Studenten nach Eingabe eines Freigabe-PIN's, der verifizieren soll, dass Studenten vor Ort sind, an dieser teilnehmen. Einige Funktionen müssen vor der Benutzung durch den Dozenten freigegeben werden. Andere Funktionen sind sofort nutzbar.

3.2.1 Funktionsübersicht

3.2.1.1 Fragen beantworten

In einem Prototypen des ETTK ist die „Fragen beantworten“ Funktion durch vorgefertigte bzw. zuvor festgelegte Fragen und Antworten möglich.

Tutorfeedback

Studenten haben die Möglichkeit, den Dozenten anhand vorgefertigter Skalenfragen zu bewerten. Ebenso ist es möglich, die Bewertung durch zusätzliches textuelles Feedback zu erweitern. Ein Beispiel einer möglichen Anwendung ist in Abbildung 3.6 zu sehen.

Tutorfeedback

Bewerte deinen Tutor. Das dient dazu, dass der Tutor einen Überblick über seine Stärken und Schwächen bekommt, wodurch er sich optimal auf die nächste Übung vorbereiten kann. Dabei profitiert nicht nur er, sondern auch ihr als Übungsteilnehmer, da durch die wöchentliche Evaluation auf eure Wünsche eingegangen werden kann.

Tempo des Tutors in der Übung	30%
Motivation des Tutors in der Übung	70%
Verwendung von Hilfsmitteln während der Übung	80%
Kommunikation des Tutors mit den Studenten	60%
Wissenszuwachs durch die Übung	70%

Zusätzliches Feedback

Weiter so! Aber nächstes mal wäre es gut, wenn alle Aufgaben geschafft werden.

Tutorfeedback absenden

Abbildung 3.6*: „Fragen beantworten“ in Form von Tutorfeedback in einem Prototypen des ETTK.

⁴Eine Methode der Softwareentwicklung, die schnell zu ersten Ergebnissen führt und frühzeitiges Feedback bezüglich der Eignung eines Lösungsansatzes ermöglicht ([https://de.wikipedia.org/wiki/Prototyping_\(Softwareentwicklung\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Prototyping_(Softwareentwicklung))) - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

Die Auswertung erfolgt, wie in Abbildung 3.7 zu sehen, in einem animierten Skilldiagramm. Je Bewertungsoption ist ein Kreis sichtbar, der die Bewertung widerspiegelt. Bewegt man die Maus über eines der Elemente, ist dessen Bewertung prozentual sichtbar.

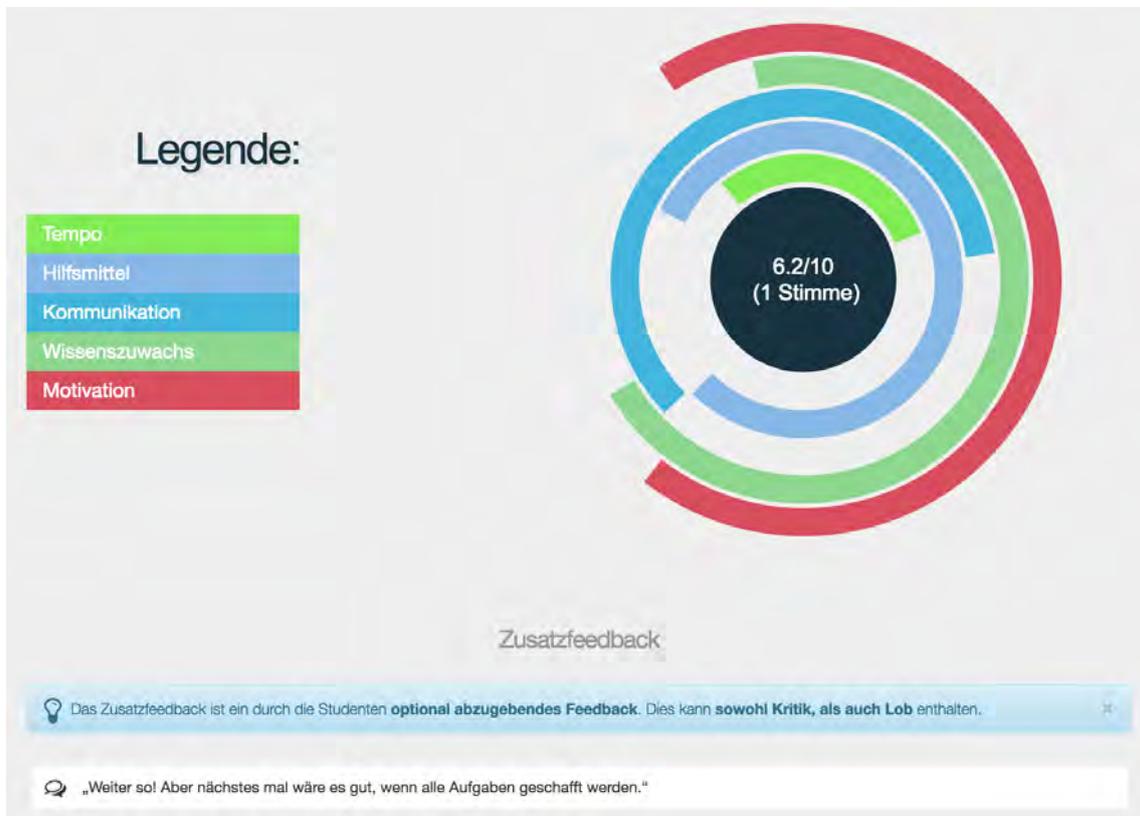


Abbildung 3.7*: „Fragen beantworten“ Auswertung des Tutorfeedbacks in einem Prototypen des ETKK.

Neben dieser aktuellen Auswertung kann die Entwicklung der Bewertungen über die Zeit verfolgt werden. Wie in Abbildung 3.8 sichtbar, ist das einerseits zusammengefasst über Fortschrittsbalken, als auch pro Bewertungsoption einzeln über ein erweitertes Punkt-Diagramm möglich, deren Radius jeweils den Wert widerspiegelt.



(a) Fortschrittsbalken, die je Veranstaltung den Durchschnitt der Bewertungen zeigen zur Analyse der Durchschnittsbewertung über die Zeit.



(b) Erweitertes Punkt Diagramm zur Analyse einzelner Bewertungsoptionen über die Zeit.

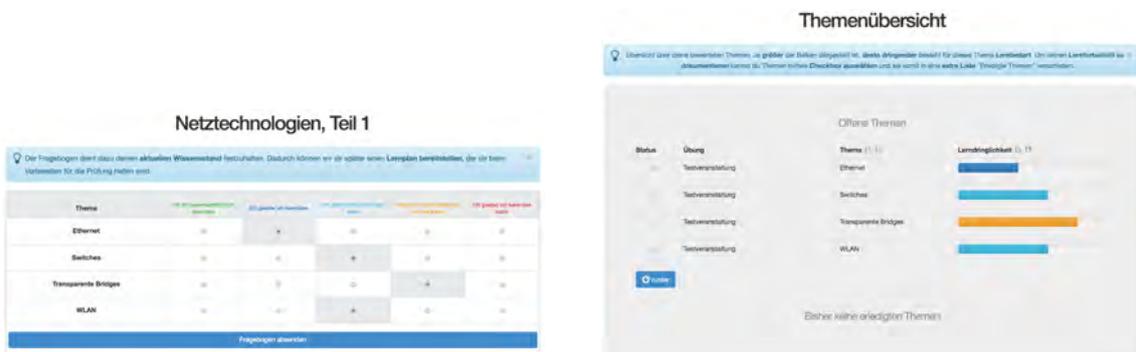
Abbildung 3.8*: „Fragen beantworten“ Auswertung über die Zeit des Tutorfeedbacks in einem Prototypen des ETKK.

Fazit:

- ⊕ Einfache Möglichkeit zur Einschätzung der eigenen Leistung als Dozent.
- ⊕ Entwicklung über die Zeit analysierbar.
- ⊖ Feste Werte für Skalen, keine Likert-Skalen.
- ⊖ Fehlendes Verständnis der Studenten. Mehraufwand ohne direkten Nutzen.

Lernbedarfsanalyse

Zur Ermittlung des Lernbedarfs werden die Themen der Veranstaltung in einem Fragebogen, bei dem über das aktuelle Wissen zu einem Thema abgestimmt werden soll, zusammengefasst. Studenten bekommen die Möglichkeit, diesen Fragebogen vor der Veranstaltung zu beantworten, um dem Dozenten die Möglichkeit zu geben, bestimmte Themen intensiver dafür vorzubereiten. Nach der Veranstaltung bekommen die Studenten noch einmal den gleichen Fragebogen angezeigt. Das dient dazu, dass der durch die Veranstaltung erzeugte Wissenszuwachs festgehalten werden kann. Für Studenten ist es soweit von Vorteil, dass die Themen in einer Übersicht zusammengefasst werden. Füllen sie den Fragebogen erneut aus, so aktualisiert sich diese Themenübersicht. Am Ende des Semesters ist eine vollständige Übersicht zum Lernen von noch nicht sicher beherrschten Themen möglich. Eine beispielhafte Anwendung zeigt Abbildung 3.9.



(a) Fragebogen über Wissensstand einzelner Themen.

(b) Themenübersicht der Studenten mit Möglichkeit der Sortierung nach Lerndringlichkeit.



(c) Auswertung des Fragebogens vor der Veranstaltung.

(d) Auswertung des Fragebogens nach der Veranstaltung. Eine Verbesserung ist sichtbar.

Abbildung 3.9*: „Fragen beantworten“ Lernbedarfsanalyse in einem Prototypen des ETTK.

Fazit:

- ⊕ Möglichkeit der Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung für Studenten und Dozenten.
- ⊖ Tendenz der Abstimmung dazu, dass Thema nicht beherrscht wird.
- ⊖ Viel Aufwand für Studenten mit scheinbar wenig Nutzen für sie selbst.
- ⊖ Der Fragebogen vor der Lehrveranstaltung wird oft kurz vor der Lehrveranstaltung ausgefüllt, der Fragebogen nach der Lehrveranstaltung oft gar nicht.
- ⊖ Teilnehmeranzahl repräsentiert nicht die Masse.

3.2.1.2 Fragen stellen

In einem Prototypen des ETTK wurde eine „Fragen stellen“ Funktion, die sehr der in Unterabschnitt 2.1.2 mit dem System tweedback vorgestellten Funktion ähnelt, implementiert. Wie in Abbildung 3.10 sichtbar, können Fragen und Kommentare zur Veranstaltung abgegeben werden. Studenten besitzen die Möglichkeit, diese positiv oder negativ zu bewerten. Je Frage bzw. Kommentar wird die Summe aus positiven und negativen Bewertungen gebildet und angezeigt. Diese Funktion dient dazu, dass Fragen und Kommentare während der Lehrveranstaltung gesammelt werden, die am Ende dieser je nach verbleibender Zeit sortiert nach den Bewertungen vom Dozenten vertiefend betrachtet werden können.



(a) Studentenansicht der „Fragen stellen“ Funktion: Der Frage-/Kommentarersteller besitzt die Möglichkeit diese zu löschen. Andere Studenten können eine Bewertung abgeben.

(b) Dozentenansicht der „Fragen stellen“ Funktion mit zusätzlicher Möglichkeit, Fragen/Kommentare als erledigt auszuwählen. Zudem kann die Funktion gestoppt werden, um keine weiteren Fragen/Kommentare zuzulassen.

Abbildung 3.10: „Fragen stellen“ Funktion in einem Prototypen des ETTK [Har16].

Fazit:

- ⊕ Einfache Möglichkeit, um Fragen und Kommentare der Studenten zu sammeln.
- ⊕ Auswertung nach Relevanz durch Bewertungen möglich. Spam wird durch Studenten aussortiert.
- ⊕ Intuitive Oberfläche für Studenten und Dozenten.
- ⊕ Möglichkeit des Stoppens der Funktion, um die Auswertung vorzunehmen.
- ⊖ Schwierig, wenn das Beantworten der Fragen/Kommentare Echtzeit erfordert.
- ⊖ Lediglich blanker Text als Frage/Kommentar möglich.
- ⊖ Mehraufwand für den Dozenten, da Fragen/Kommentare nicht durch Studenten beantwortet/kommentiert werden können.

3.2.1.3 Question & Answer

Die im Prototypen implementierte „Question & Answer“ Funktion erinnert stark an das System von stackoverflow⁵. Jeder Teilnehmer der Veranstaltung, egal ob Student oder Dozent, hat die Möglichkeit, eine Frage zu stellen. Diese erscheint anschließend in einer Übersicht, die an einem Beispiel in Abbildung 3.11 verdeutlicht wird. Mit Klick auf eine Frage öffnet sich die Detailansicht dieser. Teilnehmer haben hier die Möglichkeit, eine Bewertung für die Frage abzugeben, die in der Übersicht summiert zur Sortierung benutzt wird.



(a) Fragenübersicht ohne Bewertung der Fragen.



(b) Fragenübersicht mit Bewertung der Fragen.

Abbildung 3.11*: Übersicht der Fragen der „Question & Answer“ Funktion in einem Prototypen des ETKK.

Außerdem haben Teilnehmer die Möglichkeit, die Frage in der Detailansicht zu beantworten. Antworten können, genau wie Fragen, bewertet werden, solange es sich nicht um einen selbst erstellten Beitrag handelt. Ähnlich wie in der Fragenübersicht, werden die Antworten nach der Summe positiver und negativer Bewertungen sortiert, wodurch die relevantesten Antworten weiter oben angezeigt werden. Parallel zu stackoverflow hat der Fragesteller die Möglichkeit, eine hilfreiche Antwort für seine Frage auszuwählen. Ist diese ausgewählt, wird sie dauerhaft als oberste Antwort angezeigt. Die Möglichkeit weiter zu antworten bleibt jedoch offen, weil davon auszugehen ist, dass vom Frageersteller nicht immer die beste Antwort ausgewählt wird. Ein Beispiel der Detailansicht einer Frage wird in Abbildung 3.12 gezeigt.



(a) Fragen-Detailansicht des Frageerstellers auf die Antworten zu seiner Frage sowie die Möglichkeit, Bewertungen oder den Hilfreich-Status abzugeben.



(b) Fragen-Detailansicht nach Auswahl einer hilfreichen Antwort durch den Frageersteller.

Abbildung 3.12*: Detailansicht einer Frage der „Question & Answer“ Funktion in einem Prototypen des ETKK.

⁵<http://www.stackoverflow.com> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

Nach Auswahl einer hilfreichen Antwort wird die dazugehörige Frage in der Übersicht farblich als erledigt markiert und komplett nach unten sortiert, da neue Antworten nicht mehr nötig sind.

Im Prototyp kann zwischen verschiedenen, festgelegten Teilmengen der Möglichkeiten der Q&A Funktion gewählt werden. Beispielsweise können Bewertungen für Fragen und Antworten deaktiviert, Fragen und Antworten jedoch zugelassen werden. Damit können verschiedene Anwendungsszenarien realisiert werden. Die aktuelle Konfiguration der Funktion wird den Studenten ebenfalls in der Übersicht angezeigt. Eine genauere Betrachtung dieser Konfigurationsmöglichkeiten erfolgt in Unterabschnitt 3.2.2.

Fazit:

- ⊕ Einfaches und intuitives Frage-Antwort-System in Echtzeit.
- ⊕ Erkennung sinnvoller Fragen und Antworten durch Bewertungen anderer Studenten.
- ⊕ Keine zusätzliche Belastung für den Dozenten, da Studenten anderen Studenten auf Fragen antworten können.
- ⊕ Möglichkeit, Fragen als erledigt anzuzeigen, indem hilfreiche Antwort ausgewählt wird.
- ⊕ Möglichkeit der Deaktivierung der Funktion sowie weiterer Teilfunktionen.
- ⊖ Lediglich blanker Text als Frage möglich.
- ⊖ Funktionskonfigurationen müssen genauer untersucht werden.
- ⊖ Echtzeit-Funktion nur bedingt sinnvoll, da das direkte Neuordnen der Fragen (nach Bewertungen anderer Studenten) im Prototypen zum Zurücksetzen von eingegebenen Antworten führte.

Eine ähnliche Implementierung in Verbindung mit einem „Stopp-Knopf“ wird in Unterabschnitt 3.2.1.5 vorgestellt.

3.2.1.4 Instant-Feedback

Instant-Feedback ist in einem Prototypen des ETTK für die Feedback-Dimensionen „Lautstärke“, „Geschwindigkeit“ und „Erklärung“ möglich. Im Gegensatz zum Instant-Feedback von AMCS wird pro Feedback-Dimension abgestimmt, wie gut diese umgesetzt wird. Es können drei Werte abgestimmt werden: „schlecht“ (-), „neutral“ (0) und „gut“ (+). Pro Student ist immer ein Wert aktiv, der grau hinterlegt ist und initial auf „neutral“ steht. Unter den Abstimmungsknopfen ist die Auswertung für die jeweilige Feedback-Dimension zu sehen: Der linke Wert steht für die Bewertung der Studenten, der rechte Wert dafür, wie viel Prozent der eingeloggtten Studenten teilgenommen haben. Je nach Ergebnis der Abstimmung wird die Feedback-Dimension unterschiedlich eingefärbt, wie im Beispiel von Abbildung 3.13 erkennbar ist.

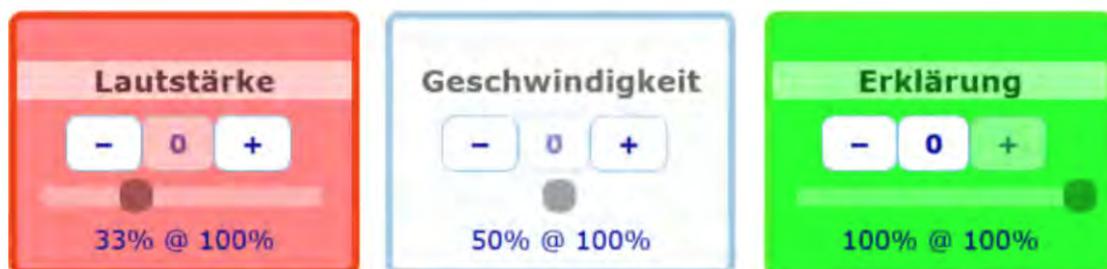


Abbildung 3.13: „Instant Feedback“ in einem Prototypen des ETTK [Har16].

Fazit:

- ⊕ Jeder Student hat einen aktiven Wert.
- ⊕ Die Auswertung wird durch Einfärbungen unterstützt.
- ⊕ Studenten sehen ebenfalls die Auswertung.
- ⊕ Möglichkeit der Deaktivierung dieser Funktion.
- ⊖ Bei Bewertung von „schlecht“ (-) nicht immer intuitiv, welcher Extremwert erreicht ist („Tempo zu gering“ vs. „Tempo zu hoch“).

3.2.1.5 Stopp-Knopf

In einem Prototypen des ETTK wurde ein Stopp-Knopf mit einer „Question & Answer“ Funktion kombiniert, wie es beispielhaft in Abbildung 3.14 dargestellt ist. Neben Fragen und Kommentaren, die Studenten anschließend bewerten und diskutieren können, kann der Wunsch nach einem Stopp der Lehrveranstaltung gestellt werden, sobald man nicht mehr folgen kann.

In einem späteren Prototypen wurde der Stopp-Knopf, im Gegensatz zum in Unterabschnitt 2.1.5 vorgestellten Beispiel, durch die Abgabe einer Erklärung für das Drücken erweitert. Sobald er gedrückt wird, öffnet sich ein Textfeld zur Eingabe einer Begründung. Anschließend ist für alle Studenten sichtbar, dass ein Stopp-Wunsch abgegeben wurde und was der Grund dafür ist.

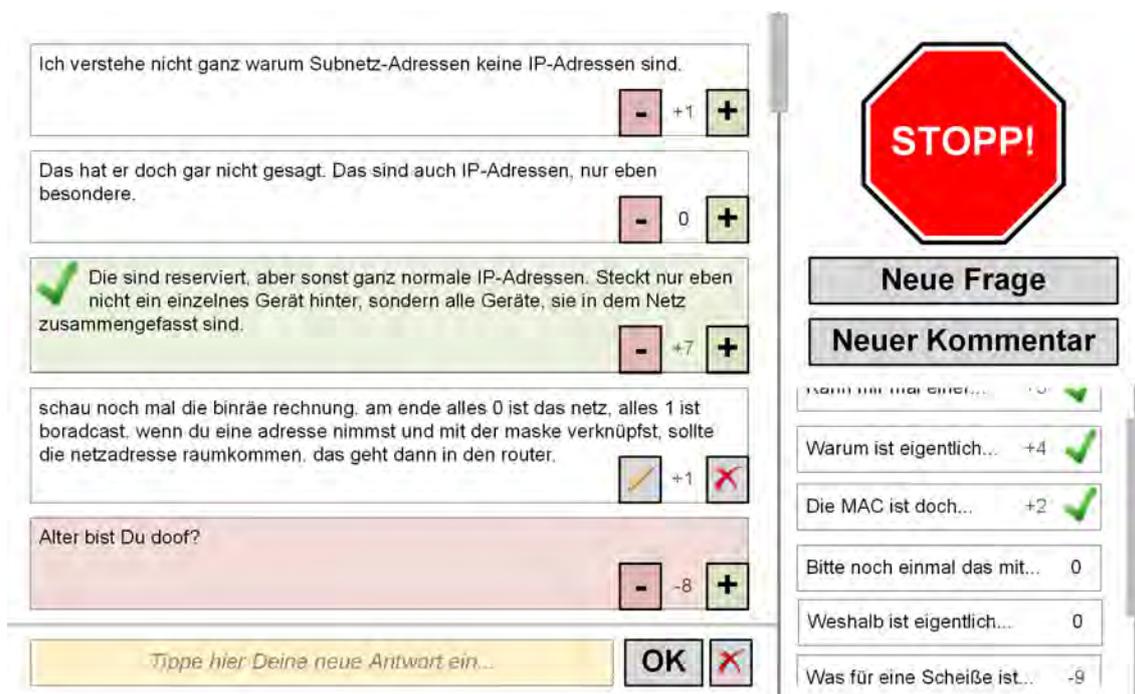


Abbildung 3.14: „Stopp-Knopf“ in Verbindung mit der „Question & Answer“ Funktion in einem Prototypen des ETTK [Har16].

Fazit:

- ⊕ Sinnvolle Kombination der Funktionen Stopp-Knopf und Question & Answer.
- ⊕ Sinnvolle Erweiterung des Stopp-Knopfes durch Abgabe eines Grundes.
- ⊖ Studenten fragen in kleinen Lehrveranstaltungen lieber mündlich beim Dozenten nach, als den Stopp-Knopf zu verwenden.
- ⊖ Studenten wünschen sich eine zeitliche Verzögerung bei der Abgabe oder eine anonyme Abgabe, damit der Stopp-Wunsch nicht auf einen Einzelnen zurückzuführen ist.

3.2.1.6 Gezeichnete Antworten

Ähnlich wie die Funktion von „Infuse Learning“ aus Unterabschnitt 2.1.8 ermöglicht der Prototyp Studenten mittels einem Paint⁶-ähnlichen Zeichenwerkzeug, eine grafische Antwort auf eine Frage zu geben. Im Gegensatz zu „Infuse Learning“ ist es lediglich möglich, als Student eine Zeichnung abzugeben. Zeichnungen des Dozenten können nicht als Vorlage für die Zeichnungen der Studenten genommen werden.

Ein Beispiel der Zeichenoberfläche der Funktion ist in Abbildung 3.15 sichtbar. Es werden verschiedene, hilfreiche Eingabemöglichkeiten unterstützt: Stift, Rechteck, durchgängige sowie gestrichelte Linie, verschiedene Pfeilarten und Radiergummi.

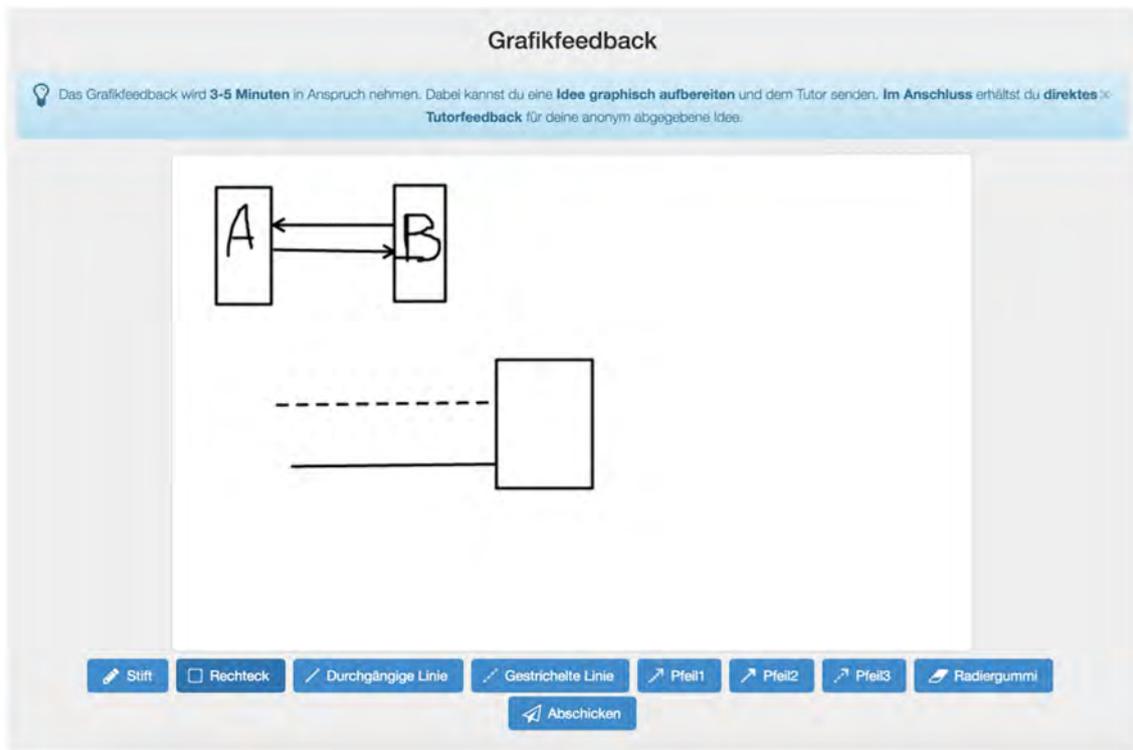


Abbildung 3.15*: Oberfläche zur Erstellung einer „gezeichneten Antwort“ in einem Prototypen des ETTK.

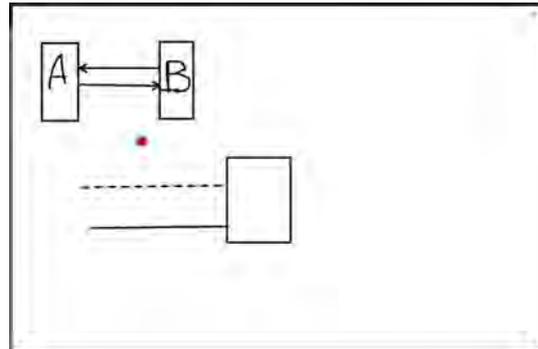
⁶Eine in Microsoft Windows integrierte Grafiksoftware, die eine einfache Erstellung und Bearbeitung von Rastergrafiken erlaubt (https://de.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Paint - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

In der Auswertung, die in Abbildung 3.16 beispielhaft visualisiert ist, bekommt der Dozent eine Liste aller abgegebenen Zeichnungen angezeigt. Um eine Abschätzung des aktuellen Fortschrittes vorzunehmen, bekommt er Hinweise über die Anzahl der Studenten, die bereits eine Zeichnung abgegeben haben, und die Anzahl der im System in die Übung eingeschriebenen Studenten.

Zur weiteren Diskussion kann der Dozent eine für ihn relevante Zeichnung auswählen, um den Präsentationsmodus dafür zu öffnen. Mit Hilfe eines Laserpointers als Cursor kann er die Zeichnung erklären und gegebenenfalls positive sowie negative Aspekte kommentieren.



(a) Übersicht aller abgegebenen Grafiken der Übung.



(b) Präsentationsmodus für eine erstellte Zeichnung.

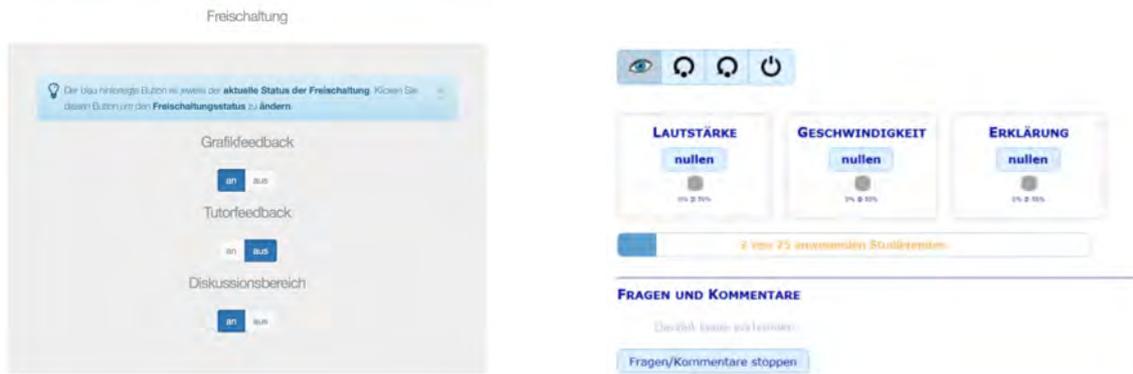
Abbildung 3.16*: Auswertung der „gezeichneten Antworten“ in einem Prototypen des ETTK.

Fazit:

- ⊕ Intuitive Oberfläche mit Formen zur Unterstützung der Erstellung einer Zeichnung.
- ⊕ Möglichkeit der Deaktivierung dieser Funktion.
- ⊖ Keine Undo/Redo Funktion.
- ⊖ Sehr fehleranfällig, da nur bedingt responsive.
- ⊖ Abspeicherung als Bild-Datei, wodurch kein Rückschluss auf die Reihenfolge des Zeichenvorgangs vorgenommen werden kann.
- ⊖ Dozent kann Zeichnungen lediglich kommentieren, jedoch nicht selbst erweitern/verbessern.

3.2.2 Funktionsauswahlmechanismus

Die Prototypen des Exercise Tutorial Tool Kit's erlauben es, den Funktionsumfang größtenteils selbst festzulegen. Je nach Prototyp können einzelne Funktionen oder der gesamte Funktionsumfang auf einmal aktiviert bzw. deaktiviert werden, wie es in Abbildung 3.17 zu sehen ist. Die Auswahl des Funktionsumfangs wird in den Prototypen nur teilweise durch Erklärungen unterstützt. Vorschläge für einen sinnvollen Funktionsumfang sind nicht vorhanden. Für einzelne Funktionen ist die Wahl der Freischaltung nicht möglich.



(a) Möglichkeit mittels Toggle-Buttons einzelne Funktionen zu aktivieren/deaktivieren.

(b) Möglichkeit mittels „Turn On“/„Turn Off“ Icon (oberes rechtes Icon) den kompletten Funktionsumfang zu deaktivieren. Andere Icons/Buttons dienen zum Zurücksetzen der Stimmen oder zum Stoppen der Funktionen.

Abbildung 3.17: Funktionsauswahlmechanismen in den Prototypen des ETTK (3.17a ist ein eigenes Bildschirmfoto; 3.17b wird bereitgestellt durch [Har16]).

In der in Unterabschnitt 3.2.1.3 vorgestellten „Question & Answer“ Funktion sind interessante, erweiterte Ansätze zur Funktionsauswahl vorhanden. Dabei kann zwischen unterschiedlichen Konfigurationen der Funktion gewählt werden, bei der einzelne Teilfunktionen (z. B. Bewertungen) abgeschaltet werden. Ein Beispiel der Auswahl ist in Abbildung 3.18 zu sehen.



Abbildung 3.18*: Weitere Konfiguration der „Question & Answer“ Funktion in einem Prototypen des ETTK (Fragezeichen steht für die Möglichkeit, Fragen zu stellen, Sprechblasen dafür, Antworten zu geben und mit Sternen markierte Symbole für die jeweilige Bewertungsmöglichkeit).

Besonders bei umfangreichen Funktionen ist die Aktivierung bzw. Deaktivierung einzelner Teilfunktionen sehr sinnvoll, um unterschiedliche Anwendungsszenarien zu unterstützen.

Bei einer Funktionsauswahl ohne Erklärung ist das jedoch, wie in der aktuellen Implementierung von Abbildung 3.18 zu sehen, nicht sehr intuitiv. Eine den Dozenten unterstützende vorschlagsbasierte Auswahl des Funktionsumfangs ist notwendig.

3.3 ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Kapitel wurden die an der TU Dresden entwickelten Prototypen auf ihren Funktionsumfang und ihre Funktionsauswahlmechanismen analysiert. Die Ergebnisse werden in Tabelle 3.4 zusammengefasst.

Funktion	AMCS	ETTK
Fragen beantworten	<ul style="list-style-type: none"> • Interessen und persönliche Ziele abfragen • Vorbereitungsfragen • Wissensstand/Vorwissen abfragen • Quiz-Fragen • Evaluationsfragen 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorgefertigte bzw. zuvor festgelegte Fragen und Antworten: <ul style="list-style-type: none"> – Tutorfeedback: Bewertung des Dozenten anhand vorgefertigter Skalenfragen – Lernbedarfsanalyse: vor & nach der Veranstaltung Wissen über Themen mit Likert-Skala bewerten
Fragen stellen	X	<ul style="list-style-type: none"> • Fragen und Kommentare hinzufügen, die für alle sichtbar und bewertbar sind
Question & Answer (Q&A)	X	<ul style="list-style-type: none"> • Fragen stellen & Antworten geben <ul style="list-style-type: none"> – Bewertung von Fragen und Antworten („sinnvoll“ vs. „nicht sinnvoll“) – Hilfreiche Antwort auswählbar
Instant Feedback	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung der Feedback-Dimensionen „Lautstärke“ und „Geschwindigkeit“ durch Auswahl eines Extremwertes („zu gering“ vs. „zu hoch“) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung der Feedback-Dimensionen „Lautstärke“, „Geschwindigkeit“ und „Erklärung“ durch deren Art der Umsetzung (Auswahl von „schlecht“, „neutral“ oder „gut“)
Stopp-Knopf	X	<ul style="list-style-type: none"> • Abgabe von Grund für „Stopp“ • Kombination mit „Q&A“ Funktion
Nachrichten mit konditionalen Freigaben	<ul style="list-style-type: none"> • Metakognitive Prompts: Nachrichten basierend auf Präferenz der Studenten („Interesse am Thema“ vs. „Prüfung bestehen“) • Kognitive Prompts: Nachrichten basierend auf Ergebnissen vorangegangener Lernaufgaben • Bereitstellung von weiterführenden Materialien und Links 	X
Gezeichnete Antworten	X	<ul style="list-style-type: none"> • Zeichnungen per Freihand oder durch Unterstützung von verschiedenen geometrischen Formen

Tabelle 3.4: Zusammenfassung des Funktionsumfangs von AMCS und ETTK (Grün markiert sind Funktionen, die Freischaltung erlauben; gelb Markierte erlauben eine teilweise Freischaltung; rot Markierte erlauben keine Freischaltung).

Aus der Analyse des Funktionsumfangs und der Funktionsauswahlmechanismen der bestehenden Prototypen ergeben sich die Anforderungen an das Zielsystem, die in Tabelle 3.5 aufgelistet werden.

	<i>Beschreibung</i>	<i>Priorität</i>	<i>Umsetzbarkeits- abschätzung</i>
Funktionsauswahl			
A1	<i>Auswahl von Funktionen</i>		
A1.1	Funktionen müssen ein- und ausschaltbar gemacht werden.	hoch	mittel
A1.2	Die Funktionsauswahl soll durch Funktionsvorschläge unterstützt werden.	hoch	schwer
A2	<i>Auswahlalgorithmus</i>		
A2.1	Die Auswahl der einzugebenden Parameter soll nachvollziehbar sein.	hoch	mittel
A2.2	Die Eingabe der Parameter soll intuitiv gestaltet und notfalls unterstützt werden.	mittel	schwer
Funktionsumfang erweitern			
A3	<i>Grafische Fragen</i>		
A3.1	Studenten müssen in der Lage sein, grafische Antworten abzugeben.	hoch	mittel
A3.2	Der Grafikeditor muss auf verschiedenen Geräten lauffähig sein.	hoch	schwer
A3.3	Der Dozent muss eine Übersicht aller Grafikantworten bekommen, um diese zu präsentieren.	mittel	schwer
A4	<i>Fragen stellen und Diskussionen anregen</i>		
A4.1	Studenten müssen in der Lage sein, Fragen zu stellen.	hoch	schwer
A4.2	Je nach Einstellung des Dozenten sollen Fragen nur an den Dozenten, an alle Studenten mit Möglichkeit Bewertung oder an alle Studenten zur freien Diskussion gestellt werden.	mittel	schwer
A4.3	Der Dozent soll in den ersten beiden Fällen in der Lage sein zu entscheiden, ob er Fragen selbst beantwortet oder sie durch Studenten diskutieren lässt.	mittel	schwer

Tabelle 3.5: Anforderungsanalyse des zu entwickelnden Zielsystems mit dessen Funktionsauswahlmechanismen und Zielfunktionsumfang.

4 KONZEPTION

„Die erste Konzeption ist immer die natürlichste und beste.
Der Verstand irrt, das Gefühl nicht.“

– Robert Schuhmann

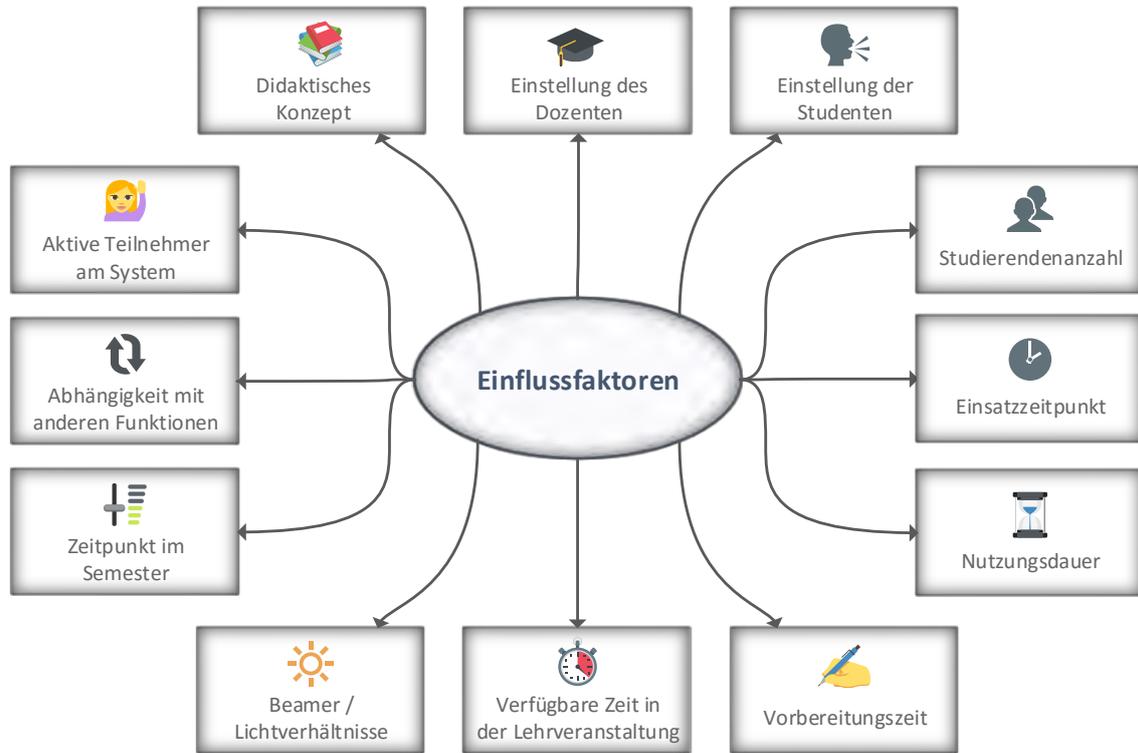


Abbildung 4.1*: Mindmap verschiedener Einflussfaktoren für die Funktionsauswahl.

KONZEPTION

In diesem Kapitel soll das Zielsystem konzipiert werden. Der Fokus dabei liegt entsprechend der Aufgabenstellung auf Änderungen im Frontend¹. Änderungen des Backends² sind notwendig, sollten jedoch durch kleinere Anpassungen realisierbar sein.

Nachfolgend sollen die in Abschnitt 3.3 zusammengefassten Ergebnisse des Funktionsumfangs durch Zielsetzungen einzelner Funktionen erweitert werden. Es muss entschieden werden, wie eine Implementierung oder Erweiterung dieser in welchem Umfang umgesetzt werden soll. Mockups sollen die Konzeptideen zusammenfassen. Parallel dazu wird jede Funktion auf mögliche Teilfunktionen untersucht, für die eine separate Freischaltung im Zielsystem sinnvoll erscheint.

Um eine vorschlagsbasierte, unterstützte Auswahl des Funktionsumfangs zu ermöglichen, müssen anschließend Einflussfaktoren definiert werden, von denen der Einsatz der einzelnen Teilfunktionen abhängt. Je Faktor müssen hierbei Wertebereiche festgelegt werden, die zur Zuordnung abgegebener Werte dienen.

Danach werden die Einflussfaktoren mit den Funktionen zusammengeführt. Ziel dieser Zusammenführung ist die Festlegung von Bewertungen je Wertebereich der Funktion, die als Grundlage für den zu erarbeitenden Algorithmus dienen.

Schlussendlich werden die Ergebnisse in Zielsetzungen der Funktionsauswahl zusammengefasst. Mockups sollen den konzipierten Ablauf veranschaulichen.

Das Kapitel endet mit einer Zusammenfassung der vorgestellten Konzeption. Anhand von Beispielrechnungen für verschiedene Anwendungsfälle soll die Sinnhaftigkeit der Konzeptidee verdeutlicht werden.

4.1 ZIELSETZUNGEN DER FUNKTIONEN UND AUSWAHL VON TEILFUNKTIONEN

Wie in [HKBS15] schlussfolgernd erwähnt, handelt es sich beim Auditorium Mobile Classroom Service („AMCS“) um ein bereits gut etabliertes System, während die Systeme des Tutorial Tool Kit's („ETTK“) nach der Methode des „Fast Prototyping“ entwickelt wurden und nur als Prototypen existieren. Mit diesem Vorwissen ist es sinnvoll, AMCS als Grundlage für das Zielsystem zu benutzen und den Funktionsumfang entsprechend der Anforderungsanalyse in Abschnitt 3.3 zu erweitern. Nachfolgend sollen die Anforderungen der hinzuzufügenden Funktionen durch Zielsetzungen verfeinert werden.

Im Gegensatz zu den Prototypen des ETTK ist in AMCS, wie in Tabelle 3.4 zu sehen, nur beschränkt die Möglichkeit gegeben, den Funktionsumfang anzupassen. Während die Funktionen „Fragen beantworten“ und „Nachrichten mit konditionalen Freigaben“ durch Nichtanlegen vom Lehrenden bedingt noch deaktiviert werden können, ist das „Instant Feedback“ immer sichtbar.

Die Ergänzung von Funktionsauswahlmechanismen muss konzipiert werden. Um Anwendungsfälle möglichst genau spezifizieren zu können, muss nach Teilfunktionen Ausschau gehalten werden, die einer separaten Freischaltung bedürfen.

¹Bei einer Web-Anwendung bezeichnet das Frontend den Bereich der Software, den der Benutzer sieht, also die Oberfläche (<https://www.programmfabrik.de/wissen/frontend-backend/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

²Das Backend bezeichnet den Teil der Software, der für die Funktionalität und Logik des Programms zuständig ist. Es liegt im Hintergrund und wird vom Benutzer nicht gesehen (<https://www.programmfabrik.de/wissen/frontend-backend/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

4.1.1 Fragen beantworten

Die Funktion wird von AMCS, wie in Unterabschnitt 3.1.1.1 vorgestellt, übernommen. Ergänzt werden sollen Fragen mit „gezeichnete Antworten“ als neuer Fragetyp für Quiz-Fragen, die in Übungen oder kleineren Vorlesungen besonders sinnvoll eingesetzt werden können.

Zielsetzungen

Studenten sollen in der Lage sein, grafische Ideen (z. B. Diagramme) über eine, von jedem internetfähigen Gerät benutzbare Weboberfläche, umzusetzen. Was sonst nur auf dem eigenen Blatt oder an der Tafel während der Lehrveranstaltung möglich ist, soll durch die Verwendung des eigenen Endgeräts bereitgestellt werden.

Die Erstellung der grafischen Ideen soll durch die Bereitstellung verschiedener Eingabeformen, wie beispielsweise Rechteck oder Linie sowie durch verschiedene Farben, Eingabe von Text und einer Undo-/Redo-Funktion („Rückgängig machen“ / „Wiederholen“) unterstützt werden.

Der Dozent soll in der Lage sein, alle Zeichnungen zu einer Frage in einer Übersicht zu sehen. Dabei soll er relevante Zeichnungen markieren können, die den Studenten anschließend in einem Vollbildmodus präsentiert werden.

Um Fehler in angefertigten Zeichnungen nachzuvollziehen, ist es sinnvoll, die Reihenfolge des Erstellungsprozesses einsehen zu können. Der Dozent soll dabei in der Lage sein, die Erstellung der Zeichnung bis zu einem bestimmten Zeitpunkt abzuspielen und danach gegebenenfalls die Zeichnung zu ergänzen. Anschließend sollen Zeichnungen an die Studenten freigegeben werden können, um die richtige Lösung auch im Nachhinein noch einsehen zu können.

Nachfolgend werden die Zielsetzungen gezeichneter Antworten zusammengefasst.

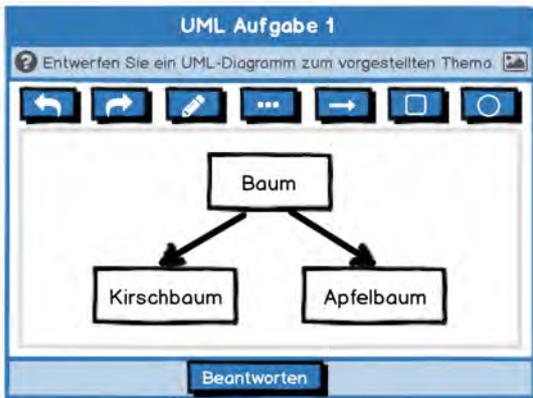
1. Studentenfunktionen

- (a) Webbasierte Anfertigung und Abgabe von Zeichnungen.
- (b) Auf jedem internetfähigen Gerät und gängigen Browser uneingeschränkt benutzbar.
- (c) Unterstützung der Eingabe durch Bereitstellung verschiedener Formen (Rechteck, Linie, ...).
- (d) Unterstützung der Eingabe durch verschiedene Farben.
- (e) Unterstützung der Eingabe durch das Hinzufügen von Text.
- (f) Möglichkeit von Undo/Redo während des Zeichnens.

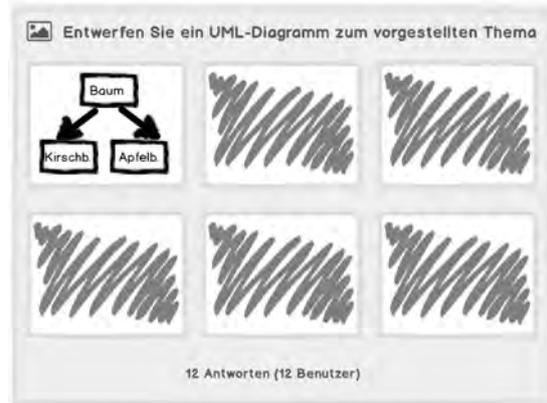
2. Dozentenfunktionen

- (a) Übersicht aller Zeichnungen.
- (b) Auswahl relevanter Zeichnungen und Öffnen eines Präsentationsmodus.
- (c) Nachvollziehen des Erstellungsprozesses mit der Möglichkeit des Abspielens/Anhaltens.
- (d) Ergänzung der Zeichnung durch den Dozenten.
- (e) Freigabe von Zeichnungen an die Studenten.

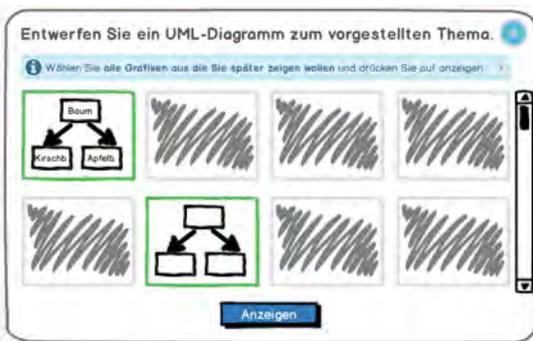
Anhand von Mockups wird in Abbildung 4.2 versucht, die Zielsetzungen in verschiedenen Studenten- und Dozentenansichten zu veranschaulichen.



(a) Studentenansicht: Abgabe von grafischen Antworten.



(b) Dozentenansicht: Übersicht über grafische Antworten.



(c) Dozentenansicht: Auswahl relevanter grafischer Antworten.



(d) Dozentenansicht: Anzeige ausgewählter Antworten mit Möglichkeit des Abspielens/ Anhaltens sowie der Ergänzung und Freigabe.

Abbildung 4.2*: Mockups für grafische Antworten der „Fragen beantworten“ Funktion.

Auswahl von Teilfunktionen

Betrachtet man Tabelle 3.2, so fällt auf, dass jedes Anwendungsszenario mit genau einem Fragenkontext realisiert werden kann. Der Zusammenhang wird in Tabelle 4.1 verdeutlicht.

Anwendungsszenarien	Fragenkontext
Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen	Kursfragen
Vorbereitungsfragen für die Lehrveranstaltung	Veranstaltungsfragen
Abfrage des Wissensstandes/Vorwissens der Studenten	Veranstaltungsfragen
Quiz-Fragen	Folienfragen
Evaluationsfragen	Folienfragen

Tabelle 4.1: Zusammenhang zwischen Anwendungsszenario und Fragenkontext in der „Fragen beantworten“ Funktion von AMCS.

Da es in der späteren Funktionsauswahl möglich sein soll, zwischen unterschiedlichen Anwendungsszenarien gezielt auswählen zu können, ist es sinnvoll, die verschiedenen Fragenkontexte (Folienfragen, Veranstaltungsfragen, Kursfragen) als Teilfunktionen in der Freischaltung zu sehen.

4.1.2 Fragen stellen und Question & Answer

Wie in Unterabschnitt 2.1.2 bereits am System tweedback ersichtlich, ist die „Fragen stellen“ Funktion sehr nahe mit der „Question & Answer“ Funktion verbunden. Eine Kombination beider Funktionen erscheint als nützlich.

Zielsetzungen

Studenten sollen in der Lage sein, Fragen zu stellen. Mittels eines WYSIWYG³-Editors sind diese zum Beispiel durch Links und andere Elemente erweiterbar. Je nach Einstellung des Dozenten sollen Fragen lediglich für den Dozenten sichtbar (Tutorfragen), für alle Studenten sichtbar und bewertbar (Votingfragen) oder für alle Studenten sichtbar, bewertbar und kommentierbar sein (Diskussionsfragen). Dabei soll immer nur eine Einstellung aktiv sein.

Im Falle von Tutor- und Votingfragen soll der Dozent jedoch die Möglichkeit besitzen, die Fragen an Studenten zur Diskussion freizugeben, wodurch diese mit Diskussionsfragen kombiniert werden können. Im Gegensatz zum klassischen Selbstbeantworten der Fragen durch den Dozenten besitzen Studenten in der Diskussion die Möglichkeit, anonyme Antworten auf Fragen zu geben. Diese können ebenfalls durch Studenten bewertet werden, um sinnvolle Antworten hervorzuheben. Ist der Fragesteller mit einer Antwort zufrieden, so kann er diese als hilfreich markieren. Im Falle von freigegebenen Fragen könnte der Dozent eine hilfreiche Antwort auswählen.

Neben der Möglichkeit der Freigabe soll ebenfalls eine Möglichkeit der Löschung gegeben werden, um in der Lehrveranstaltung beantwortete Fragen oder Spam zu entfernen.

Die Zielsetzungen der kombinierten „Fragen stellen“ und „Question & Answer“ Funktion werden nachfolgend zusammengefasst.

1. Studentenfunktionen

- (a) Anonyme Fragen (an den Dozenten oder an die Studenten) senden.
- (b) WYSIWYG-Editor zum Hinzufügen von Links und anderen Elementen zur Frage.
- (c) Möglichkeit, Voting- und Diskussionsfragen zu bewerten.
- (d) Möglichkeit, freigegebene Fragen oder Diskussionsfragen zu kommentieren und Antworten zu bewerten.
- (e) Möglichkeit der Auswahl einer sinnvollen Antwort auf eine eigene Diskussionsfrage.

2. Dozentenfunktionen

- (a) Übersicht über Tutor-, Voting- und Diskussionsfragen.
- (b) Möglichkeit, Fragen (Tutor/Votingfragen) selbst in der Lehrveranstaltung zu beantworten oder Fragen an Studenten freizugeben.
- (c) Löschen von Fragen, um erledigte Fragen oder Spam zu entfernen.

³Akronym für den Grundgedanken „What You See Is What You Get“ (englisch für „Was du siehst, ist [das], was du bekommst.“) (<https://de.wikipedia.org/wiki/WYSIWYG> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).



(a) Studentenansicht: Formular zum Stellen einer Frage mit WYSIWYG-Editor für die Formulierung. Je nach Einstellung des Dozenten werden die Fragen nur an den Dozenten oder an alle Studenten gestellt.



(b) Studentenansicht: Übersicht aller Fragen mit Möglichkeit der Bewertung (grün markiert sind eigene Bewertungen, grau markiert sind nicht mögliche Bewertungen). Je nach Einstellung des Dozenten kann auf Fragen geantwortet werden.



(c) Studentenansicht: Detailsicht einer Diskussionsfrage mit der Möglichkeit zu antworten. Durch den Fragesteller wurde bereits eine Antwort als hilfreich ausgewählt, die durch die Studenten ebenfalls am positivsten bewertet wurde.



(d) Dozentenansicht: Übersicht der Tutorfragen mit der Möglichkeit, Fragen an Studenten zur Diskussion freizugeben oder Fragen zu löschen (zuvor ggf. in der Lehrveranstaltung beantwortet).



(e) Dozentenansicht: Übersicht der Votingfragen mit der Möglichkeit, Fragen an Studenten zur Diskussion freizugeben oder Fragen zu löschen. Die Fragen sind für Studenten sichtbar und können durch diese bewertet werden.



(f) Dozentenansicht: Übersicht der Diskussionsfragen mit der Möglichkeit, Fragen zu löschen. Studenten können Fragen bewerten oder beantworten. Antworten sind ebenfalls bewertbar.

Abbildung 4.3*: Mockups für grafische Antworten der „Fragen beantworten“ Funktion.

Auswahl von Teilfunktionen

Die verschiedenen möglichen Einstellungen der Funktion sollen als Teilfunktionen definiert werden: Tutorfragen, Votingfragen und Diskussionsfragen. Wird eine dieser Teilfunktionen aktiviert, so müssen die anderen Funktionen automatisch deaktiviert werden. Eine Kombination der Funktionen ist nur wie oben beschrieben möglich.

4.1.3 Instant Feedback

Die Funktion wird von AMCS übernommen. Mögliche Veränderungen, die in Unterabschnitt 3.2.1.4 vorgestellt wurden, werden vorerst nicht vorgenommen und lediglich im Ausblick der Arbeit aufgenommen, da diese den Rahmen dieser Masterarbeit übersteigen.

Auswahl von Teilfunktionen

Die verschiedenen Feedback-Dimensionen (Lautstärke, Geschwindigkeit) sollen im Folgenden als Teilfunktionen in der Freigabe gesehen werden, die einzeln aktiviert bzw. deaktiviert werden können.

4.1.4 Nachrichten mit konditionalen Freigaben

Die Funktion wird von AMCS übernommen und nicht verändert.

Auswahl von Teilfunktionen

Die verschiedenen Frage-Arten (metakognitive Prompts, kognitive Prompts und Bereitstellung von weiterführenden Materialien und Links) werden im Folgenden als Teilfunktionen in der Freigabe gesehen und können einzeln aktiviert bzw. deaktiviert werden.

4.2 BESTIMMUNG VON FAKTOREN ZUR AUSWAHL

Einleitend in das Kapitel wurden in Abbildung 4.1 eine Vielzahl von Ideen für mögliche Einflussfaktoren zur Auswahl des Funktionsumfangs aufgezeigt, die als Eingabe des Auswahlalgorithmus dienen könnten.

Betrachtet man diese Faktoren genauer, werden verschiedene Klassen ersichtlich. Es gibt sowohl Faktoren, die automatisch erhoben werden können, als auch Faktoren, die manuell vom Lehrenden eingegeben werden müssen. Die manuell einzutragenden Faktoren können in Pflichtfaktoren und optionale Faktoren unterschieden werden. Die Gliederung wird in Abbildung 4.4 zusammengefasst.

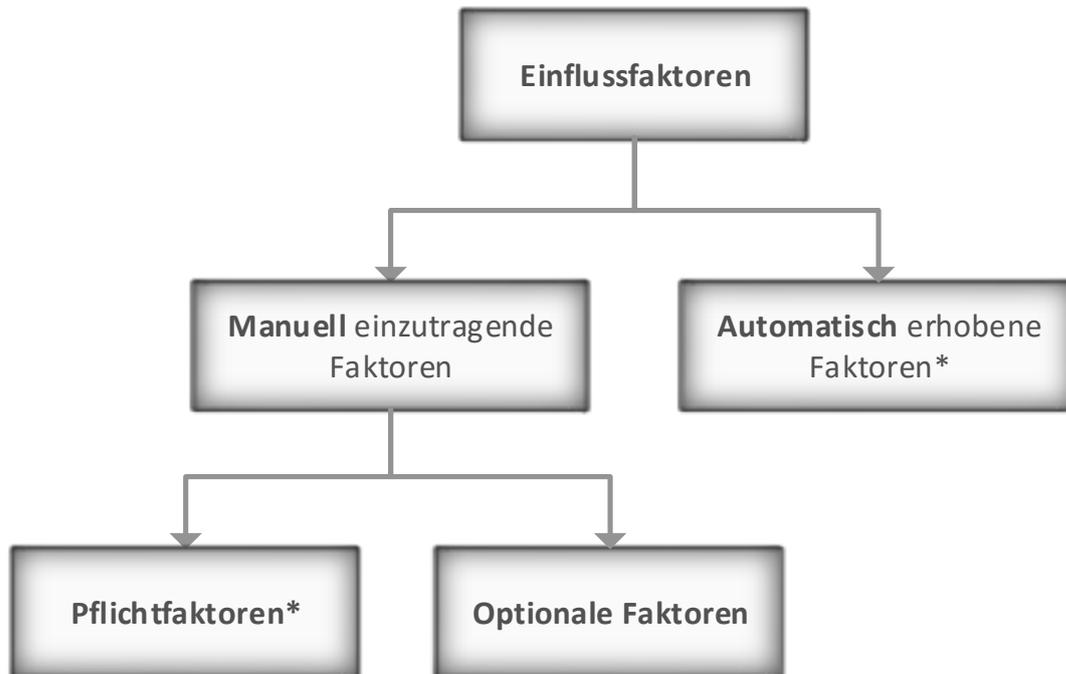


Abbildung 4.4*: Gliederung der Einflussfaktoren nach manuell einzugebenden Faktoren und automatisch erhobenen Faktoren. Mit * gekennzeichnete Faktoren sind für das Ergebnis des Algorithmus erforderlich, weitere Faktoren dienen lediglich zur Verbesserung der Ergebnisse.

Für jeden ausgewählten Faktor werden drei Wertebereiche festgelegt, die für eine spätere Bewertung notwendig sind. Diese Beschränkung wurde vom Autor festgelegt, um spätere Normalisierungsprobleme, die durch die Wahl unterschiedlich großer Wertebereiche auftreten würden, zu vermeiden.

4.2.1 Pflichtfaktoren

Bei Pflichtfaktoren handelt es sich um Faktoren, für die jeder Lehrende, der den Auswahlalgorithmus benutzt, einen Wert angeben muss. Eine Enthaltung ist nicht möglich, da die Ergebnisse dieser Faktoren einen der Hauptbestandteile des Algorithmus bilden. Als Pflichtfaktoren werden ausgewählt:

- **Studentenanzahl:** Der Lehrende gibt einen Wert an, wie viele Teilnehmer geschätzt an der vorzubereitenden Lehrveranstaltung teilnehmen.
- **Beamer/Lichtverhältnisse:** Der Lehrende gibt an, ob ein Beamer im Raum vorhanden ist und ob die Lichtverhältnisse ausreichend sind, sodass jeder Student das auf dem Beamer Gezeigte uneingeschränkt wahrnehmen kann.
- **Vorbereitungszeit:** Der Lehrende gibt einen Wert an, wie viel Zeit er für die Vorbereitung der Lehrveranstaltung investieren möchte.
- **Verfügbare Zeit in der Veranstaltung:** Der Lehrende gibt einen Wert an, wie viel Zeit er in der Lehrveranstaltung für weiterführende Funktionen besitzt.
- **Zeitpunkt im Semester:** Der Lehrende gibt an, ob die Lehrveranstaltung zu Beginn, in der Mitte oder am Ende des Semesters stattfindet.

Faktor	Wertebereich	Beschreibung
Studentenanzahl	1-25 Personen	kleine Lehrveranstaltung (z. B. Seminar, kleinere Übung)
	26-50 Personen	mittelgroße Lehrveranstaltung (z. B. Übung, kleinere Vorlesung)
	> 51 Personen	große Lehrveranstaltung (z. B. Vorlesung)
Beamer/Lichtverhältnisse	kein Beamer oder sehr schlechte Lichtverhältnisse	keine Sichtbarkeit
	Beamer, jedoch mittelmäßige Lichtverhältnisse	geringe Sichtbarkeit
	Beamer mit guten Lichtverhältnissen	gute Sichtbarkeit
Vorbereitungszeit	0-10 min	geringe Vorbereitungszeit
	11-30 min	mittlere Vorbereitungszeit
	> 31 min	hohe Vorbereitungszeit
Verfügbare Zeit in der Lehrveranstaltung	0-5 min	kaum Zeit in der Lehrveranstaltung
	6-15 min	Zeit in der Lehrveranstaltung
	> 16 min	viel Zeit in der Lehrveranstaltung
Zeitpunkt im Semester	Beginn des Semesters	die ersten Lehrveranstaltungen
	Mitte des Semesters	Hälfte der Lehrveranstaltungen vorbei
	Ende des Semesters	die letzten Lehrveranstaltungen

Tabelle 4.2: Bestimmung der Wertebereiche der Pflichtfaktoren.

Ein weiterer Pflichtfaktor ist der **Einsatzzeitpunkt**. Dieser kann die Werte „vor“, „während“ oder „nach der Lehrveranstaltung“ annehmen. Da es sich hierbei um einen hinreichenden Faktor handelt, dessen Auswahl das Ergebnis des Algorithmus zu stark beeinflusst, wird dieser lediglich zur Unterstützung der Funktionsauswahl angezeigt. Auf die Möglichkeit der Auswahl mehrerer Werte für einen Faktor soll zur Wahrung der Einfachheit des Algorithmus verzichtet werden.

4.2.2 Optionale Faktoren

Bei der Eingabe von optionalen Faktoren handelt es sich um Werte, die zur Verfeinerung des Ergebnisses des Algorithmus dienen, jedoch nicht essentiell sind und nur bei Bedarf vom Lehrenden angegeben werden müssen. Als optionale Faktoren werden ausgewählt:

- Einstellung der Studenten: Hierbei ist anzugeben, wie aktiv die Studenten in der Lehrveranstaltung mitarbeiten.
- Einstellung des Dozenten: Dabei ist nach einer Selbsteinschätzung gefragt, wie aktiv der Dozent die Studenten in die Lehrveranstaltung einbezieht.
- Aktive Teilnehmer am System: Auch wenn AMCS viele positive Stimmen in der Vergangenheit bekommen hat, gibt es Studenten, die am Projekt nicht teilnehmen wollen. Anzugeben ist ein Wert, wie viel Prozent der Studenten gewillt sind, am System teilzunehmen und aufgrund von technischen Voraussetzungen überhaupt teilnehmen kann.

Faktor	Wertebereich	Beschreibung
Einstellung der Studenten	kaum Mitarbeit	Studenten hören überwiegend nur zu
	vereinzelte Mitarbeit	einzelne Studenten diskutieren aktiv mit
	aktive Mitarbeit	der Großteil der Studenten diskutiert aktiv mit
Einstellung des Dozenten	kein Einbezug der Studenten	Dozent fragt sehr selten bis gar nicht nach Meinungen der Studenten
	Studenten werden geringfügig einbezogen	Dozent fragt vereinzelt nach Meinungen der Studenten
	Studenten werden aktiv einbezogen	Dozent fragt oft nach Meinungen der Studenten
Aktive Teilnehmer am System	0-40%	geringe Anzahl der anwesenden Teilnehmer benutzt System
	41-75%	System wird vom Großteil benutzt
	76-100%	fast jeder benutzt System

Tabelle 4.3: Bestimmung der Wertebereiche von optional abgebbaren Einflussfaktoren.

Will der Lehrende in der Lehrveranstaltung gezielt ein **didaktisches Konzept** verfolgen, kann er dieses optional auswählen. Je nach Auswahl wird ein zuvor fest definierter Funktionsumfang vorgeschlagen.

4.2.3 Automatisch erhobene Faktoren

Darunter zählen alle Faktoren, die vom System automatisch und ohne Mehraufwand des Lehrenden erhoben werden. Als automatisch erhobene Faktoren werden ausgewählt:

- Nutzungsdauer: Die Nutzungsdauer gibt an, wie lange der Lehrende das System bereits benutzt. Damit soll festgestellt werden, wie vertraut der Lehrende mit dem System ist.
- Abhängigkeit mit anderen Funktionen: Hierbei muss geschaut werden, ob sich Funktionen gegenseitig ausschließen, oft zusammen verwendet werden oder sogar aufeinander aufbauen. Diese Abhängigkeiten müssen im Ergebnis des Algorithmus berücksichtigt werden.

Faktor	Wertebereich	Beschreibung
Nutzungsdauer	1 Veranstaltung	keine Erfahrung mit dem System
	2 - 5 Veranstaltungen	geringe Erfahrung mit dem System
	> 5 Veranstaltungen	Erfahrung mit dem System
Abhängigkeit mit anderen Funktionen	Funktionen schließen sich gegenseitig aus	lediglich eine der Funktionen kann ausgewählt werden
	geringe Abhängigkeit	Funktionen werden oft zusammen verwendet
	komplette Abhängigkeit	Funktion baut auf anderer Funktion auf

Tabelle 4.4: Bestimmung der Wertebereiche von automatisch erhobenen Einflussfaktoren.

4.3 ZUSAMMENFÜHRUNG DER FAKTOREN MIT DEN FUNKTIONEN

Um im Algorithmus einen Ergebniswert zu bekommen, werden nachfolgend die Funktionsanwendungsfälle durch Bewertungen für die Wertebereiche der einzelnen Faktoren ergänzt. Dabei gibt es sowohl negative, neutrale und positive Bewertungen.

Für Pflichtfaktoren werden lediglich Bewertungen von „-1“ für einen negativen Einfluss, „0“ für keinen Einfluss, sowie „+1“ für einen positiven Einfluss vergeben. Auf weitere Gewichtungen von Bewertungen wurde für Pflichtfaktoren gezielt verzichtet, um den Algorithmus nicht durch Normalisierungsprobleme unnötig aufzublähen. Die Sinnhaftigkeit der Erweiterung um Gewichte muss in einem späteren Kapitel geklärt werden. Die Möglichkeit der neutralen Bewertung wird damit begründet, dass es Anwendungsfälle gibt, bei denen bestimmte Faktoren keinen Einfluss auf dessen Einsatz haben. Es spielt beispielsweise für das „Instant Feedback“ keine Rolle, ob ein Beamer im Raum vorhanden ist oder nicht.

Die Zusammenführung der Pflichtfaktoren mit den Funktionen ist in Tabelle 4.5 zu sehen. Auffällig nach Vergabe aller Bewertungen ist, dass die mittleren Wertebereiche der Faktoren nie Einfluss

auf das Ergebnis haben. Das könnte in der späteren Implementierung essentiell werden, wenn Initialwerte für Faktoren gesucht werden.

Für optionale Einflussfaktoren werden aussagekräftigere, gewichtete Bewertungen von -2 bis +2 verwendet, damit persönliche Präferenzen, die dadurch abgedeckt sind, einen stärkeren Einfluss auf das Ergebnis des Algorithmus bekommen. Bewertungen wie -1 oder +1 werden bei optionalen Faktoren trotzdem benutzt, um kleinere Abhängigkeiten abzubilden. Normalisierungsprobleme treten in diesen Fällen nicht auf, da einige Wertebereiche der optionalen Einflussfaktoren ausdrücklich einen größeren Einfluss auf das Ergebnis besitzen sollen.

Die Zusammenführung der optionalen Faktoren mit den Funktionen ist in Tabelle 4.6 zu sehen. Auffällig nach der Vergabe der Bewertungen ist, dass die mittleren Wertebereiche durch die Möglichkeit der Gewichtung einen Einfluss auf das Ergebnis bekommen. Zudem fallen besonders positiv bewertete Wertebereiche, wie beispielsweise der Fall, dass der Dozent die Studenten sehr selten bis gar nicht in die Lehrveranstaltung einbezieht, als auch sehr negativ bewertete Wertebereiche, wie beispielsweise der Fall, dass lediglich eine geringe Anzahl der anwesenden Teilnehmer gewillt ist, das System zu nutzen, auf. Diese Auffälligkeit ist als positiv zu beurteilen, da es sich hierbei genau um die Fälle handelt, bei denen der Einsatz vieler Funktionen in der Lehrveranstaltungen sehr sinnvoll ist bzw. nicht sehr sinnvoll ist.

Automatische Faktoren benutzen für den Faktor „Nutzungsdauer“ die von Pflichtfaktoren bekannten Standardbewertungen von „-1“ für einen negativen Einfluss, „0“ für keinen Einfluss sowie „+1“ für einen positiven Einfluss. „Abhängigkeit mit anderen Funktionen“ untersucht, ob Beziehungen zwischen Funktionen bestehen und listet diese auf.

Die Ergebnisse der Zusammenführung der automatischen Faktoren mit den Funktionen ist in Tabelle 4.7 zu sehen. Bei der Nutzungsdauer fällt auf, dass der mittlere Wertebereich keinen Einfluss auf das Ergebnis hat. Dieses Phänomen wurde bereits bei den Pflichtfaktoren beobachtet und ist auf die Beschränkung der Bewertungen von -1 bis +1 zurückzuführen, womit mögliche Teileinflüsse nicht abgebildet werden können.

Anwendungsfall	Freischaltung	Studentenanzahl		Beamer/Lichtverh.		Vorbereitungszeit		Verfügbare LV-Zeit		Semesterzeitpkt.				
Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen	Kurzfragen	0	0	+1	0	0	-1	0	+1	0	0	-1		
Vorbereitungsfragen auf die LV	Veranstaltungsfragen	0	0	0	0	0	-1	0	+1	0	0	-1	0	
Abfrage des Wissensstandes / Vorwissens der Studenten	Veranstaltungsfragen	+1	0	-1	0	0	-1	0	+1	0	0	0	-1	
Quiz-Fragen	Folienfragen	0	0	0	-1	0	-1	0	+1	-1	0	+1	0	-1
Evaluationsfragen	Folienfragen	0	0	0	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1	0	+1
Metakognitive Nachrichten	Metakognitive Nachrichten	0	0	+1	0	0	-1	0	+1	0	0	0	0	0
Kognitive Nachrichten	Kognitive Nachrichten	0	0	+1	0	0	-1	0	+1	0	0	0	0	0
Bereitst. weiterf. Materialien /Links	Bereitst. weiterf. Materialien /Links	0	0	0	0	0	-1	0	+1	0	0	0	0	0
Instant Feedback Lautstärke	Instant Feedback Lautstärke	-1	0	+1	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	-1
Instant Feedback Geschwindigkeit	Instant Feedback Geschwindigkeit	-1	0	+1	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	-1
Tutorfragen	Tutorfragen	+1	0	-1	0	0	0	0	-1	0	+1	0	0	0
Votingfragen	Votingfragen	-1	0	+1	0	0	0	0	-1	0	+1	0	0	0
Diskussionsfragen	Diskussionsfragen	0	0	-1	0	0	0	0	+1	0	0	0	0	0

Tabelle 4.5: Bestimmung der Bewertungen für Wertebereiche der Pflichtfaktoren.

Anwendungsfall	Freischaltung	Einstellung der Studenten			Einstellung des Dozenten			Aktive Teilnehmer am System		
Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen	Kursfragen	+1	0	+1	+2	+1	0	-1	0	0
Vorbereitungsfragen auf die LV	Veranstaltungsfragen	0	0	+1	0	0	0	0	0	0
Abfrage des Wissensstandes / Vorwissens der Studenten	Veranstaltungsfragen	0	0	0	+2	+1	0	-1	0	0
Quiz-Fragen	Folienfragen	+2	+1	0	+2	+1	0	-1	0	0
Evaluationsfragen	Folienfragen	0	0	0	0	0	0	-2	-1	0
Metakognitive Nachrichten	Metakognitive Nachrichten	+1	0	+1	+2	+1	0	-1	0	0
Kognitive Nachrichten	Kognitive Nachrichten	+2	+1	0	+2	+1	0	-1	0	0
Bereitst. weiterf. Materialien /Links	Bereitst. weiterf. Materialien /Links	+1	0	+2	+2	+1	0	-1	0	0
Instant Feedback Lautstärke	Instant Feedback Lautstärke	+1	0	0	+2	+1	0	-1	0	0
Instant Feedback Geschwindigkeit	Instant Feedback Geschwindigkeit	+1	0	0	+2	+1	0	-1	0	0
Tutorfragen	Tutorfragen	0	0	0	0	+1	+2	0	0	0
Votingfragen	Votingfragen	-1	0	+1	0	+1	+2	-1	0	+1
Diskussionsfragen	Diskussionsfragen	-2	0	+2	+2	+1	0	-1	0	+1

Tabelle 4.6: Bestimmung der Bewertungen für Wertebereiche der optionalen Faktoren.

Anwendungsfall	Freischaltung	Nutzungsdauer			Abhängigkeit mit anderen Funktionen		
Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen	Kursfragen	0	0	+1	X	X	X
Vorbereitungsfragen auf die LV	Veranstaltungsfragen	-1	0	+1	X	X	X
Abfrage des Wissensstandes / Vorwissens der Studenten	Veranstaltungsfragen	0	0	0	X	X	X
Quiz-Fragen	Folienfragen	0	0	+1	X	X	X
Evaluationfragen	Folienfragen	-1	0	+1	X	X	X
Metakognitive Nachrichten	Metakognitive Nachrichten	-1	0	+1	X	X	Abfrage v. Interessen + pers. Zielen
Kognitive Nachrichten	Kognitive Nachrichten	-1	0	+1	X	X	Quiz-Fragen
Bereitst. weiterf. Materialien /Links	Bereitst. weiterf. Materialien /Links	0	0	0	X	X	X
Instant Feedback Lautstärke	Instant Feedback Lautstärke	0	0	0	X	IF Geschw.	X
Instant Feedback Geschwindigkeit	Instant Feedback Geschwindigkeit	0	0	0	X	IF Lautstärke	X
Tutorfragen	Tutorfragen	0	0	0	Votingfragen, Diskussionstr.	X	X
Votingfragen	Votingfragen	-1	0	+1	Tutorfragen, Diskussionstr.	X	X
Diskussionsfragen	Diskussionsfragen	-1	0	+1	Tutorfragen, Votingfragen	X	X

Tabelle 4.7: Bestimmung der Bewertungen für Wertebereiche der automatischen Faktoren.

4.4 ZIELSETZUNGEN DER FUNKTIONSAUSWAHL

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten Funktionen, Einflussfaktoren und Bewertungen festgelegt wurden, werden diese Ergebnisse in einem Funktionsauswahlalgorithmus zusammengeführt.

Die Einflussfaktoren dienen als Eingabe in den Algorithmus. Je nach angegebenen Wert ist je Faktor einer der drei Wertebereiche ausgewählt. Die dort eingetragene Bewertung für den Anwendungsfall wird mit den weiteren Bewertungen der anderen Faktoren summiert zu einem Ergebniswert, auf dessen Grundlage die Sinnhaftigkeit des Anwendungsfalls für die ausgewählten Einflussfaktoren bestimmt werden kann. Veranschaulicht wird der Ablauf in Abbildung 4.5.

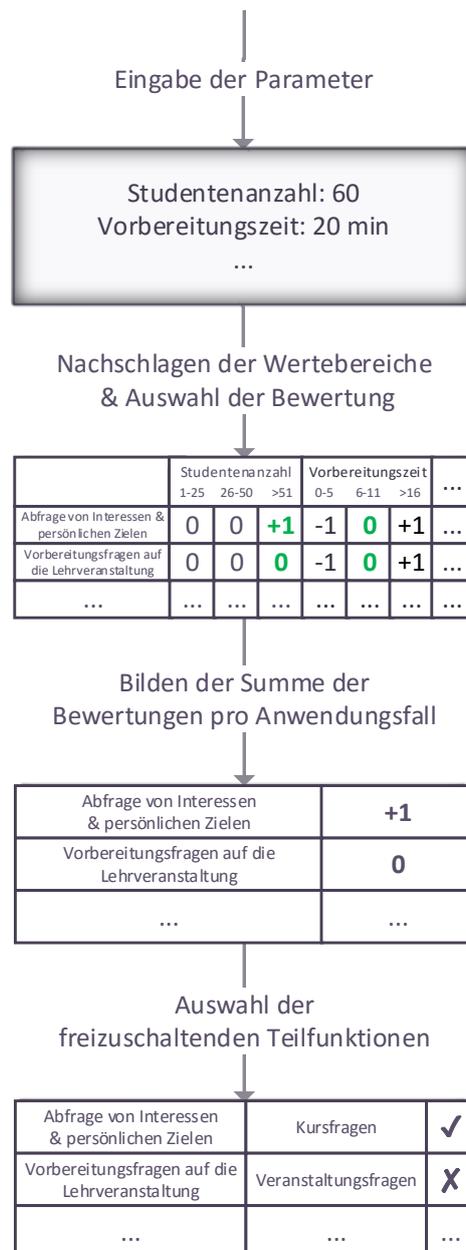


Abbildung 4.5*: Ablauf für die Bestimmung von Bewertungen einzelner Anwendungsfälle und die Auswahl von Teilfunktionen.

Die Summe der Bewertungen, die je Anwendungsfall bestimmt werden muss, wird sowohl aus den Bewertungen der Pflichtfaktoren, als auch aus den Bewertungen der optionalen und automatischen Faktoren gebildet. Gewichtungen, die in optionalen Faktoren verwendet werden, sind bereits in deren Bewertungen enthalten und müssen nicht separat hinzugefügt werden. Die Berechnung der Bewertung wird mit

$$\begin{aligned}
 UseCaseRating = & \sum_{p=0}^{P-1} (r_{p_0} * e_{r_{p_0}} + r_{p_1} * e_{r_{p_1}} + r_{p_2} * e_{r_{p_2}}) \\
 & + \sum_{o=0}^{O-1} (r_{o_0} * e_{r_{o_0}} + r_{o_1} * e_{r_{o_1}} + r_{o_2} * e_{r_{o_2}}) \\
 & + \sum_{a=0}^{A-1} (r_{a_0} * e_{r_{a_0}} + r_{a_1} * e_{r_{a_1}} + r_{a_2} * e_{r_{a_2}})
 \end{aligned} \tag{4.4.1}$$

beschrieben, wobei P die Summe aller Pflichtfaktoren, O die Summe aller optionalen Faktoren und A die Summe aller automatischen Faktoren angibt. r steht jeweils für die Bewertung (Rating) des Wertebereichs des Faktors und e (Enabled) dafür, ob der abgegebene Wert in diesem Wertebereich liegt oder nicht.

Ist das Ergebnis der Summe der Bewertungen des Anwendungsfalls positiv, also größer als 0, so wird der Anwendungsfall als sinnvoll eingestuft und die dafür benötigte Teilfunktion dem Benutzer vorgeschlagen. Dies ist auch der Fall, wenn nur einer der Anwendungsfälle der Teilfunktion als sinnvoll eingestuft wird.

Der Faktor der „Abhängigkeit mit anderen Funktionen“ muss separat betrachtet werden, nachdem alle Bewertungen getätigt wurden. Hängt eine vorgeschlagene Funktion von einer anderen Funktion ab, so muss diese auch vorgeschlagen werden. Ebenso darf bei Funktionen, die sich gegenseitig ausschließen, lediglich eine der Funktionen vorgeschlagen werden. Dabei wird jeweils die Funktion mit der höchsten Bewertung größer 0 vorgeschlagen.

Nach Klärung der konzeptionellen Idee wird folgend die Funktionsauswahl des Zielsystems durch Zielsetzungen ergänzt. Um den Ablauf der Funktionsauswahl für jeden Benutzer möglichst intuitiv zu gestalten, soll dieser dem klassischen Checkout beim Onlineeinkauf ähneln. Dieser besitzt meist den folgenden Ablauf:

1. Eingabe der persönlichen Informationen wie Name oder Adresse,
2. Auswahl der Versand-/Zahlungsmethode,
3. Zusammenfassung der Bestellung.

Ebenso ist oftmals ein Fast-Checkout möglich, bei dem einzelne Schritte übersprungen werden können, da die benötigten Informationen bereits vorhanden sind.

Im Zielsystem soll die Funktionsauswahl ähnlich ablaufen. Integriert wird die Funktionsauswahl in die Erstellung einer Lehrveranstaltung. Nachdem der Benutzer allgemeine Informationen über die Lehrveranstaltung eingetragen hat, kann er auswählen, ob er eine „unterstützte Funktionsauswahl“ wünscht oder eine „manuelle Funktionsauswahl“.

Wählt er die unterstützte Funktionsauswahl, muss er anschließend spezifische Informationen über seine zu erstellende Lehrveranstaltung angeben. Dabei handelt es sich um die Eingabe von Werten für die zuvor als „Faktoren“ bezeichneten Einflüsse der Funktionen. Auf Grundlage der eingegebenen Werte werden die Funktionen bewertet und automatisch ausgewählt. Wählt der Benutzer die manuelle Funktionsauswahl, werden keine Funktionen ausgewählt. In beiden

Fällen kann der Funktionsumfang jedoch nach Belieben angepasst werden. Im letzten Schritt werden die Informationen über die Lehrveranstaltung, als auch der ausgewählte Funktionsumfang zusammengefasst. Wählt der Benutzer „Erstellen“ aus, so wird die Lehrveranstaltung mit der zuvor festgelegten Konfiguration angelegt.

Nachfolgend werden die Schritte der Erstellung einer Lehrveranstaltung zusammengefasst:

1. Eingabe allgemeiner Informationen über die Lehrveranstaltung,
2. (Eingabe spezifischer Angaben),
3. Funktionsauswahl,
4. Zusammenfassung.

Die „Eingabe allgemeiner Informationen über die Lehrveranstaltung“ soll grafisch an die anderen im System bereits vorhandenen Formulare angepasst werden. Dabei ist im linken Bereich jeweils die Formulierung des einzugebenden Werts zusammen mit einem passenden Icon und im rechten Bereich ein Eingabefeld dafür dargestellt. Die Eingabe wird durch HTML5 Eingabetypen unterstützt und muss vor dem Fortfahren bereits validiert werden. Es ist anschließend sowohl möglich, die unterstützte Funktionsauswahl als auch die manuelle Funktionsauswahl zu benutzen. Da die unterstützte Funktionsauswahl für den Einstieg empfohlen wird, soll diese Option durch einen Button größer dargestellt werden, um den Fokus von unerfahrenen Benutzern darauf zu lenken. Die manuelle Funktionsauswahl soll lediglich durch einen Link erreichbar sein.

Die „Eingabe spezifischer Angaben“ sollte zur Motivation der Benutzer optisch von den normalen Eingabefeldern abweichen, dennoch intuitiv zu bedienen sein. Dazu wird die Eingabe mehrerer Faktoren in Boxen nebeneinander dargestellt. Neben dem Faktornamen unterstützen passende Emoji⁴-Icons, die bereits in Abbildung 4.1 verwendet wurden, die intuitive Eingabe. Zur Eingabe selbst dienen entweder Nummern-Eingaben für Faktoren wie die Studentenzahl oder Auswahllisten mit vorgegebenen Werten für Faktoren wie den Semesterzeitpunkt. Durch Fragezeichen-Icons sollen Hilfestellungen zu Faktoren gegeben werden. Stern-Icons signalisieren, dass die Eingabe eines Faktors zum Fortfahren notwendig ist. Eine Validierung der abgegebenen Werte stellt die Eingabe sicher.

In der „Funktionsauswahl“ sollen die Funktionen nach Wichtigkeit sortiert aufgelistet werden. Die höchste Bewertung eines durch Teilfunktionen ausgewählten Anwendungsfalls dient als Sortierkriterium. Eine nachträgliche Änderung des Funktionsumfangs oder eine komplette Selbstauswahl des Funktionsumfangs, die bei einer manuellen Funktionsauswahl nötig ist, soll nach Belieben möglich sein. Mittels Slider⁵ sollen im rechten Bereich der Seite Beispiele für die ausgewählten Anwendungsfälle angezeigt werden.

Die „Zusammenfassung“ dient zur Auflistung der eingetragenen Lehrveranstaltungsinformationen sowie der ausgewählten Funktionen. Es soll möglich sein, sowohl die Lehrveranstaltungsinformationen, als auch den Funktionsumfang in diesem Schritt noch einmal zu ändern.

Die Zielsetzungen der Funktionsauswahl werden nachfolgend zusammengefasst.

1. Dozentenfunktionen

- (a) Die Lehrveranstaltungserstellung sollte dem Checkout beim Onlineeinkauf ähneln und in verschiedenen Schritten ablaufen.

⁴Ein Emoji (Bildschriftzeichen) ist ein Ideogramm, das insbesondere in SMS und Chats längere Begriffe ersetzt (<https://de.wikipedia.org/wiki/Emoji> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

⁵Dabei handelt es sich um eine Komponente, die es erlaubt, verschiedene Elemente zu durchlaufen und diese anzuzeigen.

- (b) Die unterstützte Funktionsauswahl soll für unerfahrene Benutzer hervorgehoben werden.
- (c) Validierungen sollen fehlerhafte Eingaben vermeiden.
- (d) Die Eingabe der Werte für die Einflussfaktoren soll intuitiv und ansprechend gestaltet werden.
- (e) Eine manuelle Funktionsauswahl oder das Ändern der unterstützten Funktionsauswahl soll möglich sein.
- (f) Die Funktionsauswahl soll durch Beispiele unterstützt werden.
- (g) Eine Zusammenfassung soll die Möglichkeit bieten, Informationen und Funktionen nachträglich zu ändern.

The screenshot shows the 'Allgemeine Informationen' step of the 'Neue Veranstaltung erstellen' process. It includes input fields for Name, Beschreibung, Beginn (04.01.2017), Dauer (90 min), Folienname, and Folienanzahl. A highlighted button at the bottom is labeled 'Unterstützte Funktionsauswahl' with the subtext 'manuelle Funktionsauswahl'.

(a) Eingabe allgemeiner Informationen über die Lehrveranstaltung.

The screenshot shows the 'Spezifische Angaben' step. It features several input fields: Studentenzahl, Beamer/Lichtverhältnisse, Vorbereitungszeit, Zeit in der Veranstaltung, and Zeitpunkt im Semester. A plus sign icon and the text 'Optionale Faktoren anzeigen' are also present. 'zurück' and 'weiter' buttons are at the bottom.

(b) Eingabe spezifischer Angaben.

The screenshot shows the 'Funktionsauswahl' step. It displays a list of application cases with checkboxes and brief descriptions: 'Fragen beantworten' (with sub-items 'Folienfragen' and 'Kurzfragen'), 'Nachrichten' (with sub-items 'Metakognitive NR' and 'Kognitive NR'), and 'Instant Feedback' (with sub-item 'IF Lautstärke').

(c) Funktionsauswahl.

The screenshot shows the 'Zusammenfassung' step. It provides a summary of the event data (Name: Testveranstaltung, Beschreibung: Test, Beginn: 04.01.2017, Dauer: 90 min, Folienname: Test.pdf, Folienanzahl: 11) and the selected 'Funktionsumfang' (Fragen beantworten, Nachrichten, Instant Feedback, Fragen stellen und Q&A). 'zurück' and 'Erstellen' buttons are at the bottom.

(d) Zusammenfassung.

Abbildung 4.6*: Mockups für den Prozess der Lehrveranstaltungserstellung.

4.5 ZUSAMMENFASSUNG

Im diesem Kapitel wurde das Zielsystem konzipiert. Neben einem durch Zielsetzungen erweiterten Funktionsumfang wurden Teilfunktionen in Form von Anwendungsfällen für jede Funktion bestimmt sowie verschiedene Einflussfaktoren, die als Eingabe des Auswahlalgorithmus dienen. Je nach eingegebenem Wert wird für jeden Anwendungsfall auf Grundlage vorher definierter Wertebereiche eine Bewertung ausgewählt. Die Summe aller Bewertungen eines Anwendungsfalles bildet den Ergebniswert, mit dem entschieden werden kann, ob der Anwendungsfall für die Lehrveranstaltung sinnvoll ist oder nicht.

Anhand einer Beispielrechnung soll die Sinnhaftigkeit der Konzeption aufgezeigt werden.

Anwendungsfall: Einführungsveranstaltung einer sehr gut besuchten Erstsemestervorlesung in Mathematik.

Die nachfolgenden Werte wurden nach eigenem Empfinden abgegeben. Auf die Abgabe optionaler Faktoren wurde der Einfachheit halber verzichtet. Der automatisch erhobene Faktor Nutzungsdauer wird ebenfalls vorerst nicht betrachtet, da keine Aussage darüber vorgenommen werden kann. Der Faktor der Abhängigkeit mit anderen Funktionen soll im Ergebnis diskutiert werden.

Faktor	Abgegebener Wert	Zugehöriger Wertebereich
Studentenanzahl	250	> 51 Personen
Beamer/Lichtverhältnisse	Beamer, jedoch mittelmäßige Lichtverhältnisse	Beamer, jedoch mittelmäßige Lichtverhältnisse
Vorbereitungszeit	30 min	Mittlere Vorbereitungszeit
Verfügbare Zeit in der Lehrveranstaltung	25 min	> 16 min
Zeitpunkt im Semester	Beginn des Semesters	Beginn des Semesters

Tabelle 4.8: Beispiel für abgegebene Werte der Pflichtfaktoren und Einordnung in den zugehörigen Wertebereich.

Aus den ausgewählten Wertebereichen ergeben sich die nachfolgend aufgelisteten Bewertungen je Faktor für die Anwendungsfälle.

Anwendungsfall	Stud.-anzahl	Beamer	Vorber.-zeit	Zeit in LV	Zeitpkt.	Σ
Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen	+1	0	0	0	+1	+2
Vorbereitungsfragen auf die LV	0	0	0	0	-1	-1
Abfrage des Wissensstandes/Vorwissens der Studenten	-1	0	0	0	0	-1
Quiz-Fragen	0	0	0	+1	0	+1
Evaluationsfragen	0	0	0	+1	-1	0
Metakognitive Nachrichten	+1	0	0	0	0	+1
Kognitive Nachrichten	+1	0	0	0	0	+1
Bereitstellung von weiterführenden Materialien/Links	0	0	0	0	0	0

Instant Feedback Lautstärke	+1	0	0	0	0	+1
Instant Feedback Geschwindigkeit	+1	0	0	0	0	+1
Tutorfragen	-1	0	0	+1	0	0
Votingfragen	+1	0	0	+1	0	+2
Diskussionsfragen	-1	0	0	0	0	-1

Tabelle 4.9: Beispielhafte Berechnung der Bewertungen der Anwendungsfälle.

Auf Grundlage der Tatsache, dass eine Teilfunktion genau dann vorgeschlagen wird, wenn einer der Anwendungsfälle eine Bewertung über 0 besitzt, ergibt sich folgende Auswahl.

Teilfunktion	Anwendungsfälle	Bewertung	Auswahl
Kursfragen	Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen	+2	✓
Veranstaltungsfragen	Vorbereitungsfragen auf die LV	-1	✗
	Abfrage des Wissensstandes /Vorwissens der Studenten	-1	
Folienfragen	Quiz-Fragen	+1	✓
	Evaluationsfragen	0	
Metakognitive Nachrichten	Metakognitive Nachrichten	+1	✓
Kognitive Nachrichten	Kognitive Nachrichten	+1	✓
Bereitstellung von weiterführenden Materialien /Links	Bereitstellung von weiterführenden Materialien /Links	0	✗
Instant Feedback Lautstärke	Instant Feedback Lautstärke	+1	✓
Instant Feedback Geschwindigkeit	Instant Feedback Geschwindigkeit	+1	✓
Tutorfragen	Tutorfragen	0	✗
Votingfragen	Votingfragen	+2	✓
Diskussionsfragen	Diskussionsfragen	-1	✗

Tabelle 4.10: Beispiel für Auswahl der Teilfunktionen anhand von Bewertungen.

Durch den Algorithmus wurde die Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen mittels Kursfragen vorgeschlagen. Eine Bewertung von „+2“ deutet darauf hin, dass es sich um einen sehr sinnvollen Anwendungsfall im definierten Veranstaltungskontext handelt. Die Bewertung ist damit zu begründen, dass besonders zu Beginn des Semesters Abfragen nach Studiengang oder Zielen der Studenten besonders interessant sind. Vorbereitungsfragen hingegen sind zu Beginn des Semesters nicht sinnvoll und wurden daher negativ bewertet. Die Abfrage nach dem Wissensstand oder auch Vorwissen der Studenten wurde ebenfalls negativ bewertet. Das ist darauf zurückzuführen, dass bei einer großen Studentenzahl immer noch genug Studenten dabei sind, die das notwendige Wissen nicht besitzen, weshalb der Dozent dies noch einmal erklären müsste. Quiz-Fragen wurden aufgrund der hohen ausgewählten Zeit in der Lehrveranstaltung vorgeschlagen und sind im ausgewählten Veranstaltungskontext als sinnvoll zu betrachten, da sie die Studenten motivieren, aktiv an der Veranstaltung teilzunehmen, was in Vorlesungen nicht immer gegeben ist. Evaluationsfragen sind zu Beginn des Semesters nicht sinnvoll und wurden deshalb nicht ausgewählt.

Metakognitive Nachrichten, bei denen je nach Präferenz der Studenten strategische Hinweise für die Vorbereitung und Nachbereitung des Vorlesungsstoffs gegeben werden, wurden aufgrund der hohen Studentenzahl vorgeschlagen. Auch wenn diese eine hohe Vorbereitungszeit bedürfen, ist der daraus entstehende Nutzen sehr positiv zu bewerten. Parallel dazu wurden kognitive Nachrichten, bei denen Studierende, die bei Lernaufgaben am Beginn der Vorlesung Fehler gemacht haben, eine Nachricht bekommen, wenn das in der Lernaufgabe behandelte Thema noch einmal wiederholt wird, vorgeschlagen. Auch hier steht der große Nutzen der Vorbereitungszeit gegenüber. Die Bereitstellung von weiterführenden Materialien und Links wurde nicht vorgeschlagen, da dies eher am Ende des Semesters sinnvoll ist, falls Studenten an wissenschaftlichen Arbeiten oder Ähnlichem interessiert sind.

Instant Feedback wurde sowohl für die Feedback-Dimension Lautstärke, als auch für die Feedback-Dimension Geschwindigkeit vorgeschlagen. Aufgrund der hohen Studentenzahl ist eine Abfrage dieser Werte immer sinnvoll.

Tutorfragen und Diskussionsfragen hingegen sind für diese Studentenzahl nicht geeignet und wurden daher nicht vorgeschlagen. Anders ist dies bei Votingfragen. Während der Dozent bei Tutorfragen aufgrund der Masse der Fragen, die durch die hohe Studentenzahl zu erwarten ist, überflutet wird, können durch Votingfragen wichtige Fragen hervorgehoben werden. Da ebenfalls die nötige Zeit in der Lehrveranstaltung besteht, ist diese Art der Fragen im Veranstaltungskontext sehr positiv zu betrachten.

Der Faktor der Abhängigkeit mit anderen Funktionen spielt im Ergebnis keine Rolle. Lediglich eine der „Fragen stellen“-Arten wurde vorgeschlagen. Instant Feedback wurde in beiden Dimensionen vorgeschlagen und auch Kurs- und Veranstaltungsfragen, die für metakognitive und kognitive Nachrichten als Vorbedingung definiert wurden, sind ausgewählt.

5 IMPLEMENTIERUNG

„Erfolg besteht aus drei Komponenten:
Leidenschaft, harter Arbeit und dem unbeirrbareren Glauben an die Zielerreichung.“

– Christian Bischoff

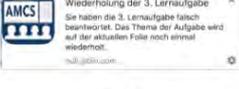
+2 Fragen beantworten ?

<input checked="" type="checkbox"/> Kursfragen	+2 Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen. ⌵	<p>Beispiel einer Abfrage von pers. Informationen</p> 
<input checked="" type="checkbox"/> Folienfragen	+1 Quiz-Fragen zur Überprüfung des gelernten Wissens. ⌵ Fragen zur Evaluation der Lehrveranstaltung/ des Kurses. ⌵	
<input type="checkbox"/> Veranstaltungsfragen	-1 Vorbereitungsfragen für die Lehrveranstaltung. ⌵ -1 Abfrage des Wissensstandes/Vorwissens der Studenten. ⌵	

+2 Fragen stellen und Q&A ?

<input checked="" type="checkbox"/> Votingfragen	+2 Von Studenten gestellte Fragen sind für andere Studenten zur Bewertung sichtbar. Der Dozent kann die Fragen selbst beantworten oder zur Diskussion freigeben. ⌵	<p>Beispiel der Auswertung von Votingfragen</p> 
<input type="checkbox"/> Tutorfragen	Von Studenten gestellte Fragen sind nur für den Dozent sichtbar. Dieser kann die Fragen selbst beantworten oder zur Diskussion freigeben. ⌵	
<input type="checkbox"/> Diskussionsfragen	-1 Von Studenten gestellte Fragen sind für andere Studenten zur Bewertung und Beantwortung sichtbar. Antworten werden durch Diskussion gefunden. ⌵	

+1 Nachrichten ?

<input checked="" type="checkbox"/> Metakognitive Nachrichten	+1 Je nach Präferenz des Studenten werden strategische Hinweise für Vor-/Nachbereitung der Veranstaltung gegeben. ⌵	<p>Beispiel einer kognitiven Nachricht</p> 
<input checked="" type="checkbox"/> Kognitive Nachrichten	+1 Studenten, die eine Lernaufgabe falsch beantwortet haben, werden benachrichtigt, wenn das darin behandelte Thema wiederholt wird. ⌵	
<input type="checkbox"/> Bereitstellung von Links/ Materialien	Für das aktuell angesprochene Thema werden weitere Informationen bereitgestellt. ⌵	

+1 Instant Feedback ?

<input checked="" type="checkbox"/> Lautstärke	+1 Die Studenten können abstimmen, ob der Dozent seine Lautstärke verringern oder erhöhen soll. ⌵	<p>Beispiel der Auswertung einer Feedback-Dimension nach Folie</p> 
<input checked="" type="checkbox"/> Geschwindigkeit	+1 Die Studenten können abstimmen, ob der Dozent seine Geschwindigkeit verringern oder erhöhen soll. ⌵	

Abbildung 5.1*: Frontend mit Übersicht des vorgeschlagene Funktionsumfangs für das Beispiel aus dem vorherigen Kapitel.

IMPLEMENTIERUNG

In diesem Kapitel wird die Umsetzung der vorangegangenen Konzeption besprochen. Dabei wird zuerst auf den erweiterten Funktionsumfang eingegangen und anschließend auf die Umsetzung der unterstützten Funktionsauswahl.

5.1 ERWEITERUNG DES FUNKTIONSUMFANGS

Nachfolgend wird die Implementierung der hinzugefügten Funktionen betrachtet. Dabei muss darauf eingegangen werden, welche Zielstellungen wie umgesetzt wurden.

Vorgestellt werden jeweils die nötigen Erweiterungen im Backend sowie im Frontend.

5.1.1 Fragen beantworten

„Fragen beantworten“ ist eine der Hauptfunktionen von AMCS. Nach aktuellem Stand stehen dazu folgende Fragetypen bereit:

- Frage mit Einfachauswahl (SingleChoiceQuestion),
- Frage mit Mehrfachauswahl (MultipleChoiceQuestion),
- Frage mit Einfachauswahl und richtiger Antwort (StudyQuestion),
- Skalenfrage mit Einfachauswahl (ScaleQuestion),
- Freitextfrage (FreetextQuestion)
- und mehrere Skalenfragen mit gleichen Antworten kombiniert (EvaluationQuestion).

Nachfolgend sollen Fragen mit grafischen Antworten in das bestehende System integriert werden, um Studenten die Möglichkeit zu geben, grafische Ideen auf dem eigenen Endgerät umzusetzen.

Backend

Im Backend erbt jeder der oben genannten Fragetypen von der Klasse „Question“, womit jede Frage unter anderem einen Titel und eine Formulierung besitzt. Je nach Art des Fragetyps besitzt dieser eine Menge an „Choices“. Die „FreetextQuestion“ sticht dabei als Einzige ohne „Choices“ heraus.

Zur Integration von Fragen mit grafischen Antworten wurden die bestehenden Fragetypen um einen weiteren Fragetyp erweitert, der sich „GraphicalQuestion“ nennt. Parallel zur „FreetextQuestion“ werden keine „Choices“ benötigt, da jede Antwort einen benutzerdefinierten Inhalt darstellt.

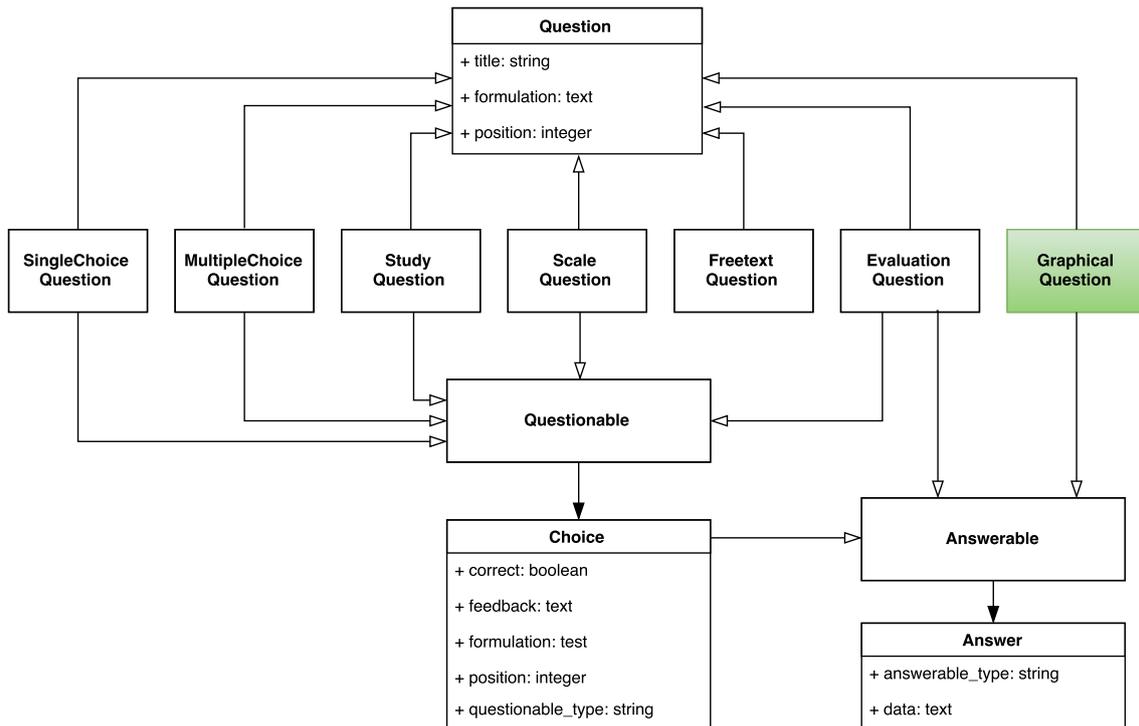


Abbildung 5.2*: Erweiterung des Backends um Fragetyp GraphicalQuestion im Zielsystem. Aufgrund der Tatsache, dass keine Choices benötigt werden, wird direkt von Answerable geerbt, wodurch ähnlich zu FreetextQuestions freie Antworten gegeben werden können.

Antworten der „GraphicalQuestion“ werden genau wie bei „FreetextQuestions“ als Text abgespeichert und nicht als Bild-Datei. Die dazu benötigte Datenstruktur und die Vorteile, die sich daraus ergeben, werden nachfolgend vorgestellt.

Frontend

Grundlage für die Umsetzung grafischer Antworten bildet responsive-sketchpad¹. Dabei handelt es sich um eine HTML5 canvas-basierte Zeichenoberfläche, die sowohl auf dem Desktop, als auch auf mobilen Browsern benutzt werden kann und sowohl Undo-, als auch Redo-Operationen während des Zeichenvorgangs erlaubt. Dies ist möglich, da die Daten als JSON-Format gespeichert werden. Ein verkürztes Beispiel der Ausgabe einer angefertigten Zeichnung ist in Auflistung 5.1 zu sehen.

In einem nächsten Schritt war es nötig, eine Möglichkeit der Integration dieses Tools in das bestehende Frontend bereitzustellen. Da im derzeitigen Frontend AngularJS² verwendet wird, musste zur Integration eine Directive³ erstellt werden, um die Zeichenoberfläche als Eingabemöglichkeit nahtlos einzubinden. In Auflistung 5.2 ist ein Ausschnitt dieser Directive zu sehen, in der die Zeichenoberfläche erstellt wird und der aktuelle Wert je nach Endgerät auf eine Model-Variable geschrieben wird.

¹<https://github.com/theisensanders-wf/responsive-sketchpad> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

²AngularJS ist ein clientseitiges JavaScript-Webframework zur Erstellung von Single-page-Webanwendungen nach einem Model-View-ViewModel-Muster (<https://de.wikipedia.org/wiki/AngularJS> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

³AngularJS erlaubt es HTML mit neuen Attributen/Elementen zu erweitern. Dies geschieht durch Directives (http://www.w3schools.com/angular/angular_directives.asp - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

```

1 {"version":1,
2  "aspectRatio":1,
3  "strokes":[{
4    "points":[
5      {"x":0.3269537480063796,"y":0.5454545454545454},
6      {"x":0.3269537480063796,"y":0.543859649122807},
7      {"x":0.3269537480063796,"y":0.5374800637958532},
8      {"x":0.3269537480063796,"y":0.532695374800638},
9      {"x":0.3269537480063796,"y":0.5247208931419458},
10     {"x":0.3269537480063796,"y":0.5167464114832536},
11     {"x":0.3269537480063796,"y":0.5135566188197768},
12     {"x":0.3269537480063796,"y":0.5087719298245614},
13     {"x":0.3269537480063796,"y":0.5007974481658692},
14     {"x":0.3269537480063796,"y":0.4944178628389155},
15     ...
16   ],
17   "color":"#000",
18   "cap":"round",
19   "join":"round",
20   "miterLimit":10}]
21 }

```

Auflistung 5.1: JSON-Format der Ausgabe des responsive-sketchpads. Neben den einzelnen Punkten wird beispielsweise auch die Farbe („color“), oder das Seitenverhältnis („aspectRatio“) abgespeichert.

```

1 ...
2 // Neben dem Kontext des Elements und allgemeinen Optionen (Höhe, Farbe, ..)
3 // wurde hinzugefügt, welche Buttons angezeigt werden sollen
4 var sketchboard = new Sketchpad(element.context, opts, buttons);
5
6 if(ngModel)
7 {
8   ngModel.$setViewValue(sketchboard.toJSON());
9
10  // Um neben Desktop-Geräten auch Smartphones zu unterstützen muss der
11  // Handler geändert werden
12  var clickHandler = ("ontouchend" in document.documentElement ? "touchend" :
13    "click");
14
15  // Setze den aktuellen Wert als Scope-Variable
16  element.bind(clickHandler, function(e) {
17    scope.$apply(function() {
18      ngModel.$setViewValue(sketchboard.toJSON());
19    });
20  });
21 }
22 ...

```

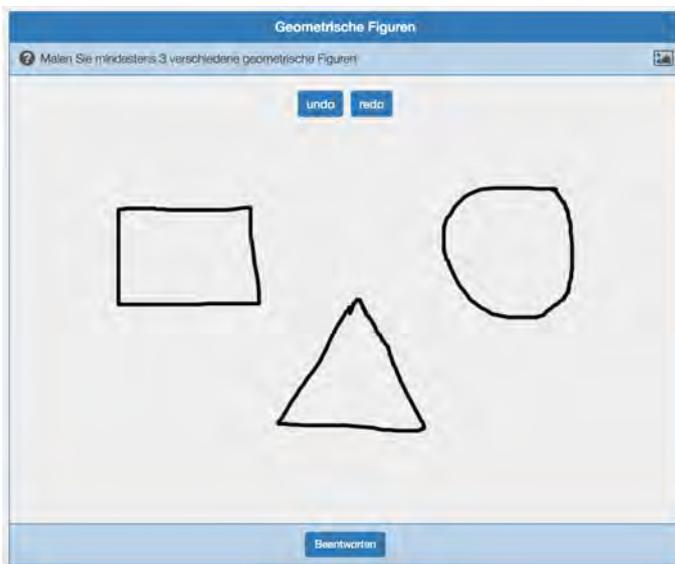
Auflistung 5.2: Anbindung der Zeichenoberfläche an das bestehende System.

Bei der Umsetzung wurde der Fokus auf die geräteunabhängige Eingabe gelegt, wie auszugswiese auch in Auflistung 5.2 zu erkennen ist. Es sollte möglich sein, sowohl vom Browser auf dem Desktop, als auch vom mobilen Browser eine grafische Eingabe zu tätigen.

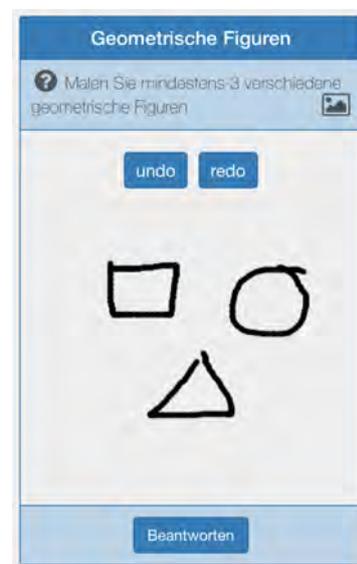
Der Einfachheit halber wurde sich auf die Funktionen „freies Zeichnen“, „Schritt rückgängig“ (Undo) und „Schritt vorwärts“ (Redo), die essentiell zur Erstellung von Grafiken sind, beschränkt. Die Umsetzung der in der Konzeption geplanten weiterführenden Funktionen, wie beispielsweise die Bereitstellung verschiedener Eingabeformen, wäre lediglich mit unverhältnismäßigem Mehraufwand realisierbar gewesen und muss in kommenden Arbeiten thematisiert werden.

Hierbei möchte ich auf die Masterarbeit „Graphical Discussion System“ [Che16] von Kaijun Chen verweisen, der sich u. a. mit der Bereitstellung eines grafischen Editors beschäftigt hat.

Nachfolgend sind die im Prototypen umgesetzten Studentenansichten auf dem Desktop-Browser und dem mobilen Browser sichtbar.



(a) Studentenansicht: Beispiel der Abgabe einer grafischen Antwort auf dem Browser des Desktops.



(b) Studentenansicht: Beispiel der Abgabe einer grafischen Antwort auf dem mobilen Browser.

Abbildung 5.3*: Studentenansicht zur Abgabe grafischer Antworten im Zielsystem.

In der Dozentenansicht sollte eine Übersicht der grafischen Antworten bereitgestellt werden, um dem aktuellen Stand der Auswertung anderer Fragen zu ähneln. Ähnlich wie in der Studentenansicht konnte dies durch Anwendung der erstellten Directive erfolgen. Die Anzeige der Antworten ist möglich, indem die oben vorgestellte JSON-Datenstruktur als Input des responsive-sketchpad gesetzt wird, wie es im Ausschnitt der Directive in Auflistung 5.3 zu sehen ist.

```

1  ...
2  if(attrs.jsonContent) {
3      // Prüfe, ob die Eingabe ein valides JSON Format ist
4      var json;
5      try {
6          json = JSON.parse(attrs.jsonContent);
7      } catch (exception) {
8          json = null;
9      }
10
11     // Lade die JSON Daten in die Zeichenoberfläche - Wiederherstellung der
12     // Zeichnung
13     if (json) {
14         sketchboard.loadJSON(attrs.jsonContent);
15     }
16     ...

```

Auflistung 5.3: Setzen des Inputs der Zeichenoberfläche, um abgegebene Zeichnungen aus einem abgegebenen JSON-String zu erzeugen.

In der Fragenübersicht werden lediglich die ersten sechs Antworten angezeigt. Ähnlich wie bei „FreetextQuestions“ ist es aufgrund der Möglichkeit der Abgabe individueller Antworten nicht möglich, diese zusammenzufassen. Für einen ersten Eindruck ist die Übersicht der ersten sechs Antworten jedoch sehr gut geeignet.

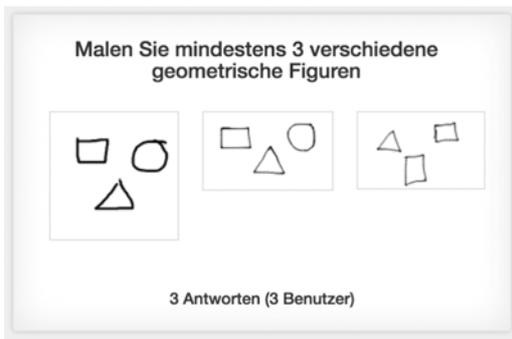
Durch einen Klick auf die Übersicht der Frage gelangt man in deren Detailansicht, wo alle Antworten eingesehen werden können. Eine Scrollbar stellt sicher, dass auch längere Anzeigen möglich sind.

Um den Studenten interessante Antworten zu präsentieren, können diese durch einen Klick auf die Grafik ausgewählt werden. Ein grüner Rand signalisiert die Auswahl. Anschließend können ausgewählte Grafiken in einem Slider-Carousel im vergrößerten Präsentationsmodus angezeigt werden. Dazu wird `bxslider-4`⁴ benutzt, um einen modernen, responsive Slider bereitzustellen.

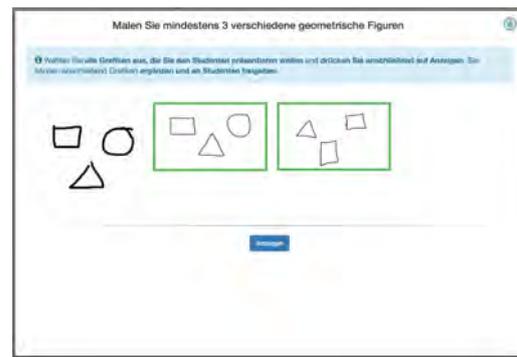
Der Dozent besitzt nun die Möglichkeit, den Studenten die zuvor ausgewählten Zeichnungen zu präsentieren. Will er Fehler aufdecken, so kann er die Zeichnung „abspielen“. Ähnlich wie in einem Video wird der Malvorgang gestartet. Tritt ein Fehler auf, so kann der Dozent das Abspielen mittels erneutem Klick pausieren. Anschließend kann er gegebenenfalls Korrekturen an der Zeichnung vornehmen. Dazu dient ein Rotstift. Hat der Dozent eine richtige Antwort ausgewählt oder eine falsche Antwort zu einer richtigen Antwort korrigiert, so kann er diese an die Studenten freigeben. Die Funktionalität der Freigabe sowie die Anzeige für freigegebene Zeichnungen nach der Lehrveranstaltung bleibt aufgrund des eigenen gelegten Fokus auf den Zielfunktionsumfang offen und muss in späteren Arbeiten diskutiert und implementiert werden.

In Abbildung 5.4 sind Bildschirmfotos der aktuellen Umsetzung von Fragen mit grafischen Antworten zu sehen.

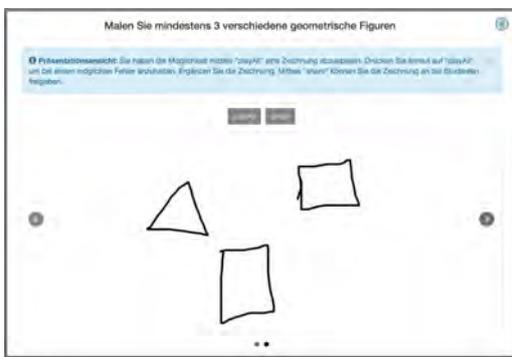
⁴<https://github.com/stevenwanderski/bxslider-4> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016



(a) Dozentenansicht: Übersicht über die Antworten einer grafischen Frage.



(b) Dozentenansicht: Komplette Übersicht aller Antworten einer grafischen Frage mit Möglichkeit der Auswahl von Antworten.



(c) Dozentenansicht: Präsentationsmodus der grafischen Antworten. Eine für den Dozenten interessante Antwort wurde ausgewählt.



(d) Dozentenansicht: Nach Abspielen und Pausieren der grafischen Antwort wurde diese durch den Dozenten ergänzt und kann anschließend an die Studenten freigegeben werden.

Abbildung 5.4*: Dozentenansicht zur Übersicht und Präsentation grafischer Antworten im Zielsystem.

5.1.2 Fragen stellen und Question & Answer

Bisher war es für Studenten in AMCS lediglich möglich, Fragen und Feedback zur Lehrveranstaltung über vom Dozenten gestellte Fragen abzugeben oder mittels Instant Feedback die Lautstärke oder Geschwindigkeit des Dozenten zu bewerten.

Die Möglichkeit, zu jeder Zeit eine Frage zur Lehrveranstaltung zu stellen, war nicht gegeben bzw. lediglich durch die klassische Anwendung des Meldens, was durch den Großteil der Studenten gemieden wird. Das Fehlen an Anonymität sowie das Lenken der Aufmerksamkeit auf die eigene Person sind Gründe dafür.

In der Konzeption wurden drei unterschiedliche Einstellungen einer „Fragen stellen“-Funktion gefordert: Tutorfragen, Votingfragen und Diskussionsfragen.

Für Voting- und Diskussionsfragen soll es, neben der Möglichkeit eine anonyme Frage zu stellen, zusätzlich möglich sein, Bewertungen für Fragen abzugeben, um sinnvolle Beiträge zu erkennen. Diskussionsfragen sollen zudem beantwortbar sein, wobei Antworten wiederum bewertbar sind. Ist man der Ersteller einer Diskussionsfrage, so soll man die Möglichkeit bekommen, eine hilfreiche Antwort auszuwählen. Um die Teilfunktionen sinnvoll zu kombinieren, soll es für den Dozenten außerdem möglich sein, einzelne Tutor- und Votingfragen zur Diskussion freizugeben, um sie für Studenten beantwortbar zu machen.

2. und eine Dozentenansicht mit der Übersicht aller Fragen sowie deren Bewertungen und Antworten und der Möglichkeit, Fragen freizugeben oder zu löschen.

Zur Formulierung einer Frage bzw. einer Antwort durch Studenten wurde Angular-trix⁵ verwendet, um einen WYSIWYG-Editor zum Formatieren von Text und Hinzufügen von Links bereitzustellen. Für eine Frage ist zusätzlich ein Titel einzugeben, um das Thema der Frage kurz zu beschreiben. Die Abgabe von Fragen und Antworten durch den Dozenten ist nicht möglich, da dieser höchstens aktiv in der Lehrveranstaltung auf die Fragen eingehen soll.

Unter dem Fragen-Editor ist eine Übersicht der für Studenten sichtbaren Fragen zu sehen. Bei Tutorfragen können lediglich mögliche freigegebene Diskussionsfragen gesehen werden, bei Voting- und Diskussionsfragen hingegen sind alle Fragen sichtbar. Die Sortierung erfolgt je Fragetyp nach verschiedenen Kriterien:

1. Tutorfragen werden nach dem Erstellungsdatum sortiert (nur für Dozent sichtbar).
2. Voting- und Diskussionsfragen werden zuerst nach der Summe aus positiven und negativen Votes und anschließend nach dem Erstellungsdatum sortiert.
3. Freigegebene Diskussionsfragen werden nach dem Erstellungsdatum (=Freigabedatum) sortiert. Die Möglichkeit der Abgabe von Votes entfällt bei dieser Frageart, da es sich um durch den Dozenten ausgewählte Fragen handelt.

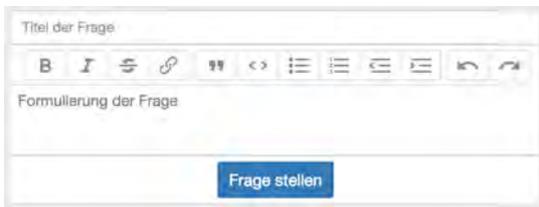
Voting- und Diskussionsfragen können in der Übersicht durch die Studenten bewertet werden. Ähnlich wie in Stackoverflow⁶ wird zur positiven Bewertung ein Pfeil nach oben benutzt („caret-up“) und zur negativen Bewertung ein Pfeil nach unten („caret-down“). Die erfolgreiche Abgabe wird durch eine grüne Einfärbung des jeweiligen Pfeils signalisiert. Anschließend wird die Frage nach der Summe der Bewertungen in der Übersicht neu einsortiert. Ein erneutes Voting oder Entfernen des vorhandenen Votings für die Frage ist nicht möglich und wird durch eine graue Einfärbung des zweiten Pfeils verdeutlicht. Ebenso können keine eigenen Fragen bewertet werden.

Handelt es sich um eine Diskussionsfrage bzw. eine freigegebene Diskussionsfrage können Studenten Antworten auf die Fragen geben. Dies geschieht mittels Klick auf die Frage, woraufhin die Detailansicht geöffnet wird. Diese besteht sowohl aus dem bekannten WYSIWYG-Editor zur Formulierung einer Antwort sowie aus einer Liste aller Antworten, die durch die Studenten bewertet werden können. Ist man selbst der Ersteller der dazugehörigen Frage, kann man eine hilfreiche Antwort für die Lösung mittels Klick auf einen Haken auswählen. Diese kann nachträglich verändert werden, um mögliche bessere Antworten, die später folgen, auszuwählen. Das ist sinnvoll, da beispielsweise bei Stackoverflow die ausgewählte hilfreiche Antwort nicht immer die beste Antwort ist, die von den meisten Personen als positiv bewertet wurde.

Für den Dozenten sind die Ansichten ähnlich wie für die Studenten gestaltet. Je nach ausgewähltem Fragetyp bekommt er eine Übersicht aller Fragen des jeweiligen Typs. Die Möglichkeit der Abgabe von Fragen, Votes oder Antworten ist nicht gegeben. Dafür besitzt der Dozent im Falle von Tutor- und Votingfragen die Möglichkeit, diese mit einem Share-Button an die Studenten freizugeben, woraufhin die Frage als Tutor/Votingfrage gelöscht wird und als Diskussionsfrage neu erstellt wird. Anschließend können Studenten Antworten darauf geben. Eine sinnvolle Antwort kann durch den Dozenten ausgewählt werden. Ebenso besitzt der Dozent die Möglichkeit, einzelne Fragen zu löschen. Das kann zum Beispiel dann sinnvoll sein, wenn er die Frage in der Lehrveranstaltung mit den Studenten diskutiert hat oder es sich bei der Frage um eine Spam-Nachricht handelt.

⁵<https://sachinchoolur.github.io/angular-trix/> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016

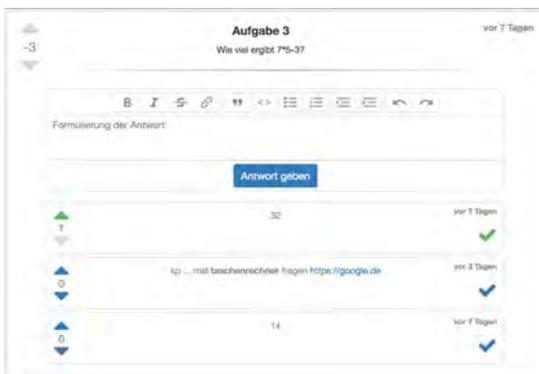
⁶<http://stackoverflow.de> - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016



(a) Studentenansicht: Formular zum Stellen einer Frage mit WYSIWYG-Editor für die Formulierung. Je nach Einstellung des Dozenten werden die Fragen nur an den Dozenten oder an alle Studenten gestellt.



(b) Studentenansicht: Übersicht aller Fragen mit Möglichkeit der Bewertung (grün markiert sind eigene Bewertungen, grau markiert sind nicht mögliche Bewertungen). Je nach Einstellung des Dozenten kann auf Fragen geantwortet werden.



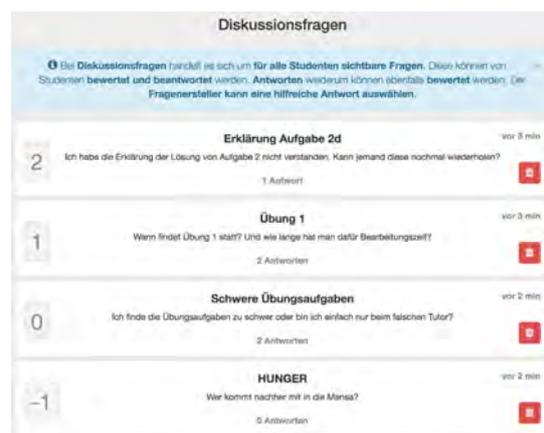
(c) Studentenansicht: Detailsicht einer Diskussionsfrage mit der Möglichkeit zu antworten. Als Fragesteller wurde bereits die richtige Antwort als hilfreich ausgewählt.



(d) Dozentenansicht: Übersicht der Tutorfragen mit der Möglichkeit, Fragen an Studenten zur Diskussion freizugeben oder Fragen zu löschen (zuvor ggf. in der Lehrveranstaltung beantwortet).



(e) Dozentenansicht: Übersicht der Votingfragen mit der Möglichkeit, Fragen an Studenten zur Diskussion freizugeben oder Fragen zu löschen. Die Fragen sind für Studenten sichtbar und können durch diese bewertet werden.



(f) Dozentenansicht: Übersicht der Diskussionsfragen mit der Möglichkeit Fragen zu löschen. Studenten können Fragen bewerten oder beantworten. Antworten sind ebenfalls bewertbar

Abbildung 5.6*: Umsetzung der grafischen Antworten der „Fragen beantworten“ Funktion.

5.2 UNTERSTÜTZTE FUNKTIONSAUSWAHL

Bislang erlaubte es AMCS nur durch Nichtanlegen von Fragen/Nachrichten diese Funktionen zu deaktivieren. Andere Funktionen, wie das Instant Feedback, konnte gar nicht deaktiviert werden.

Konzipiert wurde eine, auf Einflussfaktoren basierende, den Benutzer unterstützende Funktionsauswahl.

Nachfolgend werden die dafür nötigen Änderungen in Backend und Frontend vorgestellt.

Backend

In der Konzeption wurden je Funktion verschiedene Teilfunktionen festgelegt, für die eine extra Freischaltung sinnvoll erschien. Im Backend war es nötig, eine Abspeicherung dieser Freischaltungen vorzunehmen. Dazu wurde die Klasse „LectureConfig“ erstellt, die für jede Teilfunktion eine Boolean-Variable⁷ abspeichert.

Je Lehrveranstaltung („Lecture“) gibt es genau eine „LectureConfig“, die beim Erstellen dieser angelegt wird und nachträglich verändert werden kann. Eine „LectureConfig“ ist immer einer „Lecture“ zugeordnet.

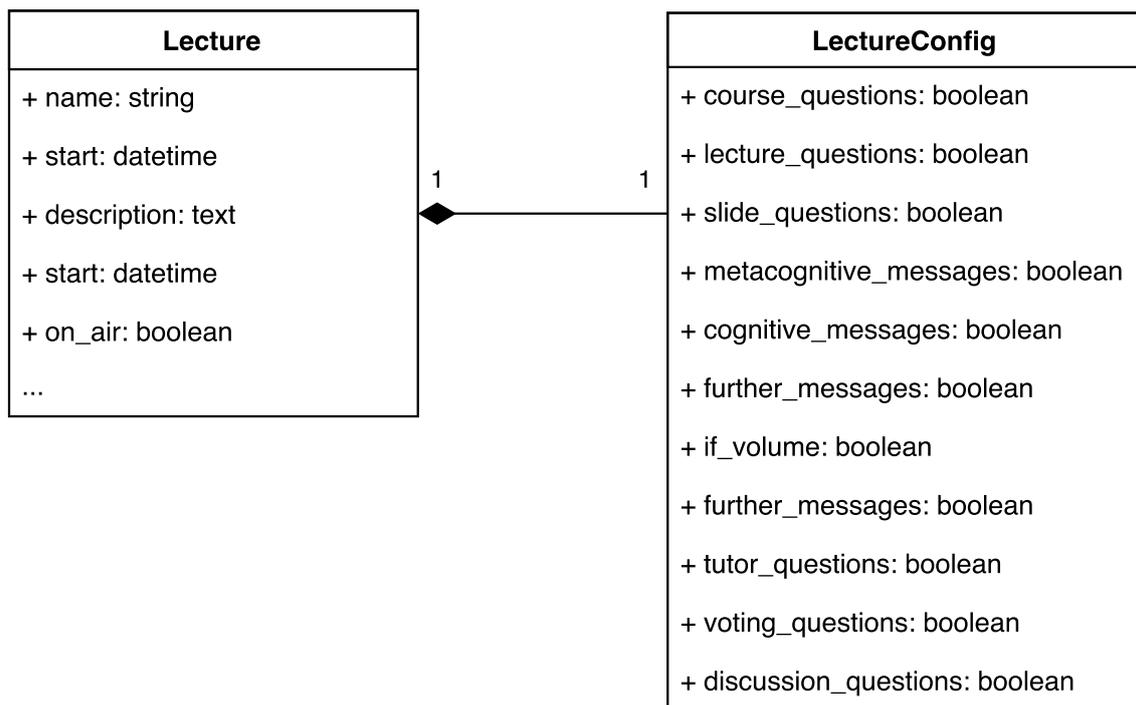


Abbildung 5.7*: Erweiterung der Lehrveranstaltung um eine Konfiguration der Freischaltungen im Zielsystem.

Zur Veränderung der Freischaltungen kann die komplette, geänderte „LectureConfig“ an die „Lecture“ gesendet werden.

⁷Eine Variable, die entweder „wahr“ oder „falsch“ sein kann

Frontend

Im Frontend läuft der eigentliche Funktionsauswahlalgorithmus. Wie in der Konzeption bereits aufgezeigt, ist es sinnvoll, die Funktionsauswahl in den Prozess der Lehrveranstaltungserstellung zu integrieren.

Während die Eingabe der allgemeinen Lehrveranstaltungsinformationen aus dem aktuellen Stand übernommen wurde, werden beim Fortfahren erste Änderungen sichtbar.

Für die Anzeige und Bewertung der Teilfunktionen musste eine geeignete Datenstruktur gefunden werden, die später zum einfachen Iterieren mittels AngularJS benutzt werden kann. Dabei musste darauf geachtet werden, dass Bewertungen im Falle einer manuellen Funktionsauswahl nicht immer vorhanden sind.

In Auflistung 5.5 wird ein Auszug der initialen Datenstruktur an einer Hauptfunktion dargestellt. Diese besitzt eine Menge von Teilfunktionen, die wiederum einen oder mehrere Anwendungsfälle besitzen. Jeder Anwendungsfall besitzt einen Namen, eine Bewertung („rating“) sowie einen oder mehrere sinnvolle Einsatzzeitpunkte („timeOfUse“).

Wählt der Dozent die unterstützte Funktionsauswahl, so gelangt er zur Eingabe der Werte für die in der Konzeption ausgewählten Einflussfaktoren, die durch Informationstexte beschrieben werden. Dabei sind Werte für Pflichtfaktoren zwingend anzugeben (diese sind mit * markiert). Werte für optionale Faktoren sind hingegen freiwillig anzugeben.

Nachdem alle Werte durch den Dozenten eingetragen wurden und „weiter“ ausgewählt wurde, wird der passende Wertebereich jedes Einflussfaktors bestimmt und abgespeichert. Anschließend werden die Anwendungsfälle bewertet. Die Berechnungsformel, die in der Konzeption vorgestellt wurde, musste für den Prototypen angepasst werden, indem der automatische Faktor der Nutzungsdauer, der initial im ersten Wertebereich liegt, bei der Berechnung vorerst keine Rolle spielt, um Verzerrungen der Ergebnisse zu vermeiden. Die Sinnhaftigkeit der Erweiterung um die Nutzungsdauer muss in späteren Arbeiten diskutiert werden. In der Berechnung entfallen somit die automatischen Faktoren, da auch der zweite Einflussfaktor der Abhängigkeiten mit anderen Funktionen erst nach der Bewertung in das Ergebnis einfließt. Zudem spielt der optionale Faktor des didaktischen Konzepts vorerst keine Rolle, da es hierbei nötig wäre, den kompletten Funktionsumfang vorzugeben, der für dieses Konzept geeignet ist. Auch dieser Faktor muss in späteren Arbeiten diskutiert werden. Die Berechnung der Bewertung eines Anwendungsfalls im Prototypen wird somit durch

$$\begin{aligned} UseCaseRating = & \sum_{p=0}^{P-1} (r_{p_0} * e_{r_{p_0}} + r_{p_1} * e_{r_{p_1}} + r_{p_2} * e_{r_{p_2}}) \\ & + \sum_{o=0}^{O-1} (r_{o_0} * e_{r_{o_0}} + r_{o_1} * e_{r_{o_1}} + r_{o_2} * e_{r_{o_2}}) \end{aligned} \quad (4.4.1a)$$

beschrieben, wobei P die Summe aller Pflichtfaktoren und O die Summe aller optionalen Faktoren angibt. r steht jeweils für die Bewertung (Rating) des Wertebereichs des Faktors und e (Enabled) dafür, ob der abgegebene Wert in diesem Wertebereich liegt oder nicht.

Die Ergebnisse werden in der oben vorgestellten Datenstruktur in das „rating“-Feld des jeweiligen Anwendungsfalls eingetragen und stellen die Sinnhaftigkeit des Anwendungsfalls im festgelegten Veranstaltungskontext dar.

Anschließend wird das höchste Rating aller Anwendungsfälle einer Teilfunktion in das Feld „highest_rating“ eingetragen. Liegt der Wert über 0, so wird das „selected“-Feld auf „true“ gesetzt, wodurch die Teilfunktion später vorgeschlagen wird.

```

1  [{
2    'functions': [{
3      'application_cases': [{
4        name: "Abfrage von Interessen und persönlichen Zielen.",
5        rating: 0,
6        timeOfUse: [0,1,0]
7      }],
8      'highest_rating': 0,
9      'selected': false,
10     'type': 'Kursfragen',
11     'entry': 'course_questions'
12   },
13   {
14     'application_cases': [{
15       name: "Vorbereitungsfragen für die Lehrveranstaltung.",
16       rating: 0,
17       timeOfUse: [1,0,0]
18     }],
19     {
20       name: "Abfrage des Wissensstandes/Vorwissens der Studenten.",
21       rating: 0,
22       timeOfUse: [0,1,0]
23     }],
24     'highest_rating': 0,
25     'selected': false,
26     'type': 'Veranstaltungsfragen',
27     'entry': 'lecture_questions'
28   },
29   {
30     'application_cases': [{
31       name: "Quiz-Fragen zur Überprüfung des gelernten Wissens.",
32       rating: 0,
33       timeOfUse: [0,1,0]
34     }],
35     {
36       name: "Fragen zur Evaluation der Lehrveranstaltung/ des Kurses.",
37       rating: 0,
38       timeOfUse: [0,1,1]
39     }],
40     'highest_rating': 0,
41     'selected': false,
42     'type': 'Folienfragen',
43     'entry': 'slide_questions'
44   }],
45   'highest_rating': 0,
46   'selected': false,
47   'type': 'Fragen beantworten'
48 },
49 ...]

```

Auflistung 5.5: Initiale Datenstruktur zur Anzeige und Bewertung der Teilfunktionen.

Im nächsten Schritt wird der höchste Wert aller Teilfunktionen als „highest_rating“ der Hauptfunktion gesetzt. Dieser Wert dient nachfolgend als Sortierung, wodurch die Hauptfunktion mit dem sinnvollsten Anwendungsfall im Veranstaltungskontext ganz oben steht. Das „selected“-Feld der Hauptfunktion, das bei einem „highest_rating“ größer 0 auf „true“ gesetzt wird, wird lediglich zur Optimierung der Anzeige benutzt.

Nachdem alle Bewertungen und Auswahlen gesetzt wurden, wird der automatische Faktor der „Abhängigkeit mit anderen Funktionen“ in das Ergebnis integriert. Ist eine Teilfunktion ausgewählt, die eine andere Teilfunktion als Vorbedingung besitzt, so muss diese Vorbedingung ebenfalls ausgewählt werden. Teilfunktionen, die einander ausschließen, werden darauf überprüft, welche dieser Funktionen die höchste Bewertung größer 0 besitzt. Lediglich diese wird anschließend aus- und alle anderen abgewählt.

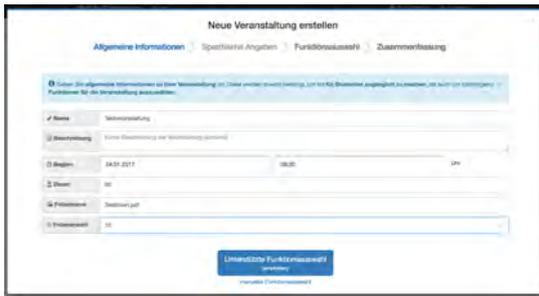
Nach Überprüfung aller Abhängigkeiten und eventueller Änderung der Funktionsauswahl werden die Ergebnisse in einer Übersicht dargestellt. Hauptfunktionen werden mit der höchsten Bewertung der Anwendungsfälle der Teilfunktionen angezeigt und ebenfalls danach sortiert. Ist das „highest_rating“ kleiner oder gleich 0, so wird die Funktion grau hinterlegt, da keine Teilfunktion vom Auswahlalgorithmus vorgeschlagen wurde. Ist eine Teilfunktion durch den Algorithmus vorgeschlagen („selected“), so werden im rechten Bereich der Seite Beispiele der Anwendungsfälle dafür angezeigt. Ebenfalls sind die ausgewählten Anwendungsfälle mit deren Bewertung als Text sowie dem Einsatzzeitpunkt als Icon hinterlegt, um dem Dozenten eine eigene Einschätzung der Sinnhaftigkeit der einzelnen Funktionen im Lehrveranstaltungskontext zu erlauben.

Ist dieser mit der Auswahl nicht zufrieden, so können jederzeit Änderungen an der Auswahl der Teilfunktionen vorgenommen werden. Die Beispiele der ausgewählten Teilfunktionen werden dementsprechend angepasst, genau wie die höchste Bewertung der Hauptfunktion.

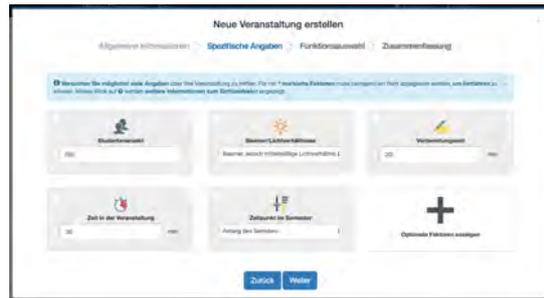
Im Falle der Auswahl der manuelle Funktionsauswahl sind keine Funktionen ausgewählt. Hierbei besitzt der Dozent die Möglichkeit, eine freie Auswahl des Funktionsumfangs vorzunehmen. Ähnlich wie bereits zuvor beschrieben, wird die Auswahl durch Beschreibungen der Anwendungsfälle sowie durch Beispiele für den ausgewählten Anwendungsfall unterstützt.

Ist der Dozent schließlich mit dem Funktionsumfang zufrieden, so bekommt er mittels Klick auf „weiter“ eine Zusammenfassung aller relevanten Informationen angezeigt. Dabei sind sowohl die allgemeinen Informationen der Lehrveranstaltung als auch der Funktionsumfang aufgelistet. Der Dozent besitzt die Möglichkeit, letzte Änderungen dieser Informationen vorzunehmen. Ist er mit der Zusammenfassung zufrieden, so kann er die Lehrveranstaltung erstellen.

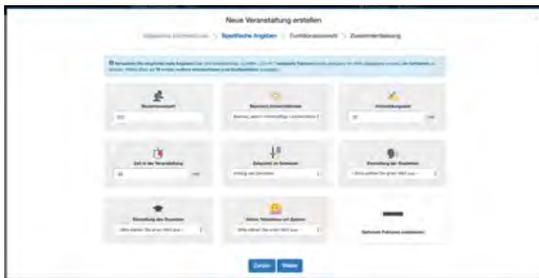
Nachfolgend wird die Umsetzung dieser Schritte anhand von Bildschirmfotos präsentiert.



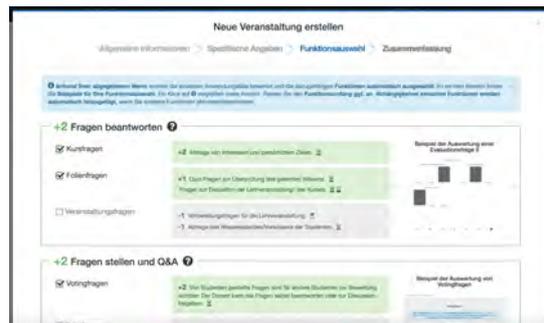
(a) Eingabe allgemeiner Informationen über die Lehrveranstaltung.



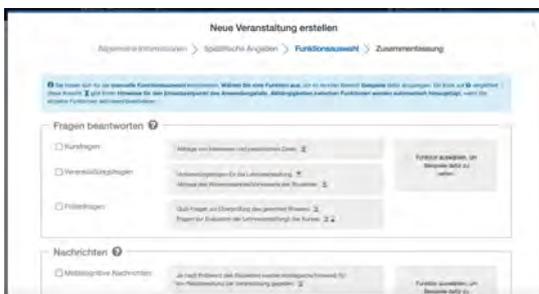
(b) Eingabe spezifischer Angaben für Pflichtfaktoren. Optionale Faktoren werden durch Klick sichtbar.



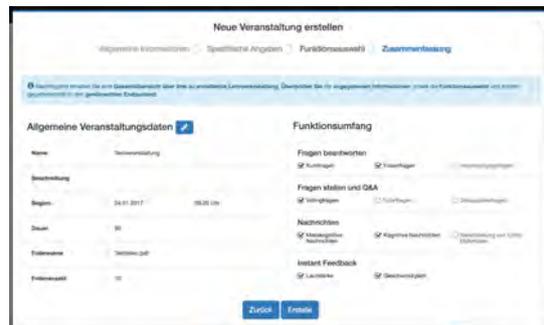
(c) Pflichtfaktoren wurden durch einen Klick eingeblendet.



(d) Unterstützte Funktionsauswahl mit bewerteten Anwendungsfällen und automatischer Auswahl sinnvoller Teilfunktionen.



(e) Manuelle Funktionsauswahl.



(f) Zusammenfassung.

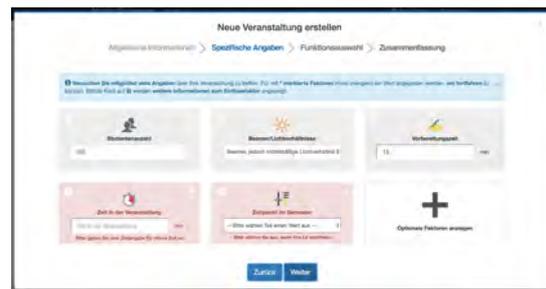
Abbildung 5.8*: Umsetzung für den Prozess der Lehrveranstaltungserstellung.

Um sicherzustellen, dass der Prozess der Lehrveranstaltungserstellung fehlerfrei abläuft, wurde je Schritt eine Validierung der Eingaben vorgenommen. Dabei es ist beispielsweise nötig, alle für die Erstellung der Lehrveranstaltung nötigen allgemeinen Informationen auf Existenz zu überprüfen. Bei der Eingabe spezifischer Angaben muss darauf geachtet werden, dass für jeden Pflichtfaktor ein Wert abgegeben wurde.

Anhand zweier Beispiele wird nachfolgend die Fehlerüberprüfung einzelner Schritte gezeigt.



(a) Überprüfung der allgemeinen Informationen.



(b) Überprüfung der Werte der optionalen Faktoren.

Abbildung 5.9*: Validierung der Eingaben in der Lehrveranstaltungserstellung.

5.3 ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Kapitel wurde der Funktionsumfang von AMCS um weitere Funktionalitäten erweitert:

1. Die Erstellung von Fragen mit grafischen Antworten sowie die Abgabe grafischer Antworten, die mittels einer webbasierten Zeichenoberfläche erstellt wurden. Der Dozent bekommt die Möglichkeit, alle grafischen Antworten in einer Übersicht zu sehen sowie relevante Antworten auszuwählen, die anschließend in einem Präsentationsmodus angezeigt werden.
2. Fragen stellen durch die Studenten mit verschiedenen Einstellungen: Tutor-, Voting- und Diskussionsfragen. Im Falle von Tutor- und Votingfragen können einzelne Fragen durch den Dozenten freigegeben werden, die anschließend durch die Studenten diskutiert werden können. Für Voting- und Diskussionsfragen ist zudem die Abgabe von Bewertungen möglich.

Neben diesen Erweiterungen des Funktionsumfangs wurde eine Freischaltung von Teilfunktionen in das System integriert. Mittels einer unterstützten Funktionsauswahl wird, auf der Grundlage von für Einflussfaktoren abgegebenen Werten, ein Funktionsumfang vorgeschlagen. Eine Überprüfung und Änderung dieses Funktionsumfangs ist jederzeit möglich und wird durch Beschreibungstexte und Beispiele möglicher Anwendungsfälle unterstützt.

6 EVALUATION

„Gäbe es kein Problem,
hätten wir das Problem,
kein Problem zu haben.“

– Gerald Dunkel

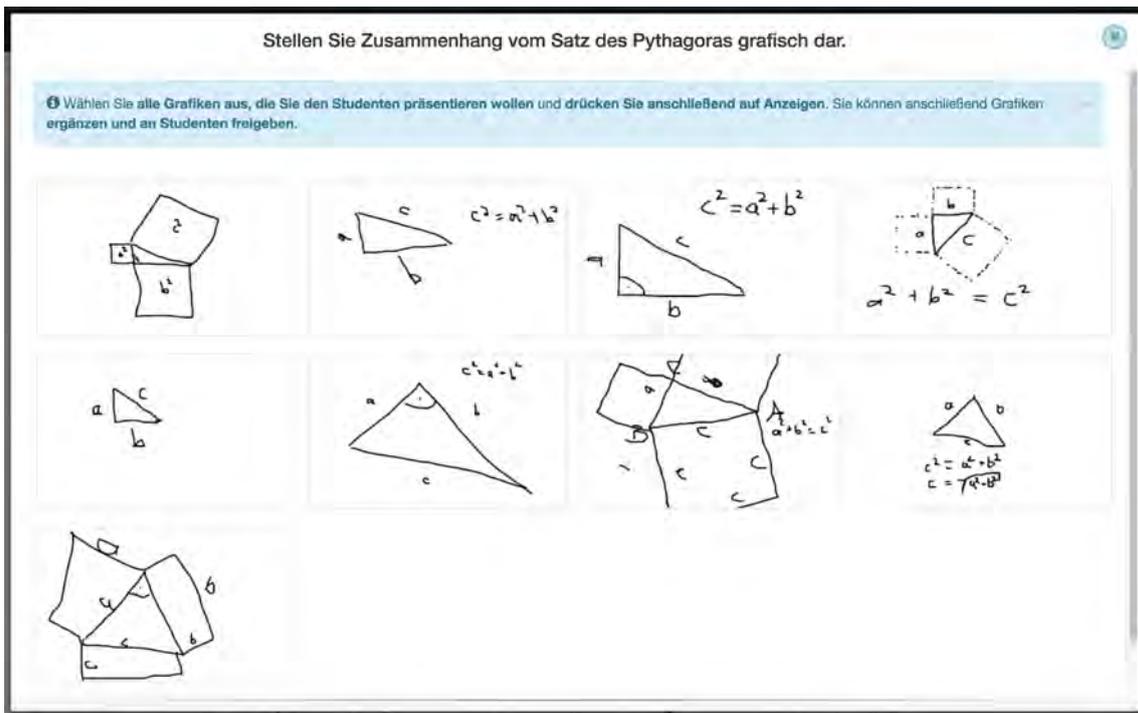


Abbildung 6.1*: Beispiel der Auswertung der in der Evaluation abgegebenen grafischen Antworten.

EVALUATION

Nachfolgend sollen die zu implementierenden Komponenten der Masterarbeit evaluiert werden. Dabei werden sowohl der Funktionsumfang, die Benutzerfreundlichkeit, als auch die Ergebnisse der Funktionsauswahl bewertet.

6.1 EVALUATIONSTECHNIKEN

Zum besseren Verständnis werden die zu benutzenden Evaluationstechniken vorgestellt.

6.1.1 System Usability Scale (SUS)

„Die System Usability Scale (SUS) ist ein einfacher und technologieunabhängiger Fragebogen, um damit die Gebrauchstauglichkeit eines Systems zu bewerten“ [Wikipedia]. Er umfasst zehn Fragen, die nach der Likert-Skala bewertet werden sollen und von völliger Ablehnung bis hin zu vollständiger Zustimmung reichen („Ich stimme überhaupt nicht zu“ bis „Ich stimme vollständig zu“). Diese sind nachfolgend aufgelistet.

- 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.

Je nach Anwendungsgebiet können die Fragen gegebenenfalls angepasst werden. Der Test kann von beliebig vielen Personen, die das System benutzt haben, ausgeführt werden, wobei durch sieben Personen etwa 80% der Schwachstellen entdeckt werden. Jeder weitere Test verbessert den Mittelwert, wie es in Abbildung 6.2 zu sehen ist. Dieser Zusammenhang basiert auf Untersuchungen von Jakob Nielsen [Nie95]

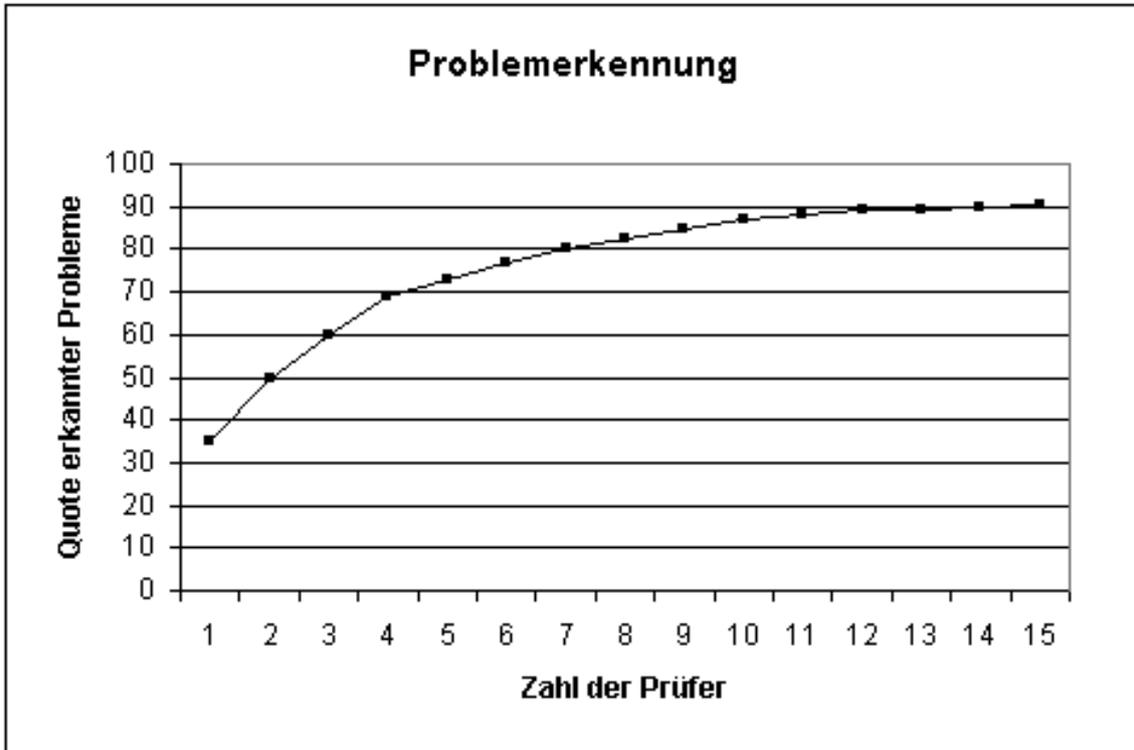


Abbildung 6.2: Zusammenhang zwischen Zahl der Prüfer und Quote der erkannten Probleme laut Jakob Nielsen (http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/phil_Fak_II/Psychologie/Doktoranden/absolventen/eichinger_armin/u-evaluation.html - letzter erfolgreicher Aufruf am 25.08.2016).

Zur Auswertung des Tests werden die Kategorien der Likert-Skala mit Werten von 0 bis 4 kodiert. Dabei hängt die Kodierung von der jeweiligen Formulierung ab. Handelt es sich um eine positiv formulierte Vorgabe (z. B. „Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.“) erhält die Antwort „Ich stimme vollständig zu“ den Wert 4 und die Antwort „Ich stimme überhaupt nicht zu“ den Wert 0. Handelt es sich um eine negativ formulierte Vorgabe (z. B. „Ich empfinde das System als unnötig komplex.“) ist dies genau andersherum [Rau11].

Das Ergebnis berechnet sich, indem die Summe aller Werte, die zwischen 0 und 40 liegt, genommen und anschließend mit 2,5 multipliziert wird. Daraus resultiert der sogenannte SUS-Score, der laut [Rau11] wie folgt interpretiert werden kann:

- 100% entsprechend einem System ohne jegliche Usability-Probleme.
- Werte über 80% deuten auf eine gute bis nahezu exzellente Usability hin.
- Werte zwischen 60% und 80% sind als grenzwertig bis gut zu bewerten.
- Werte unter 60% sind Hinweise darauf, dass es erhebliche Usability-Probleme gibt.

Die System Usability Scale (SUS) bietet eine schnelle Methode, um die Usability von Software zu bestimmen. Der Fragebogen besitzt eine sehr kurze Bearbeitungszeit und das Ergebnis kann einfach interpretiert werden. Ebenfalls ist der Usability-Test sehr kostengünstig, je nach Art der Ausführung sogar gratis, und benötigt eine sehr geringe Vorbereitungszeit. Oftmals wird der SUS daher als Quick-and-dirty („Schnell und schmutzig“)-Methode zur Messung der Benutzerfreundlichkeit einer Anwendung bezeichnet [B+96].

Neben diesen Vorteilen ist jedoch zu erwähnen, dass durch die SUS keine genauen Hinweise zu Schwächen der Software bestimmt werden können. Außerdem können einzelne Tester nicht differenziert werden. Der Vergleich zweier System ist ebenfalls relativ unscharf, wodurch der Ergebniswert nicht auf eine Stelle verglichen werden kann.

Alles in allem bietet SUS jedoch eine äußerst interessante und aussagekräftige Methode zum Test der Benutzerfreundlichkeit von Software an. Es kann sehr einfach bestimmt werden, ob Software für Endbenutzer geeignet ist oder nicht. Um genaue Hinweise zu Schwächen der Software zu bekommen, müssen jedoch weitere Tests durchgeführt werden.

6.1.2 Thinking Aloud Test

„Bei einem Thinking-Aloud-Test handelt es sich um ein psychologisches Experiment, das es ermöglicht, die Benutzerfreundlichkeit einer Benutzeroberfläche festzustellen“ [Wikipedia]. Während dieses Tests sollen die Benutzer der Software bei der Anwendung einzelner Funktionen laut denken. Dabei werden meist unbewusst Äußerungen abgegeben, die registriert und später ausgewertet werden.

Im Gegensatz zu gleichwertigen Tests, wie beispielsweise dem Eye Tracking, benötigt der Thinking Aloud Test keine umfangreichen technischen Gerätschaften. Oftmals reicht das schnelle Mitschreiben oder die Aufnahme von Audio und Video. Das ist der Grund, weshalb dieses Testverfahren relativ schnell eingesetzt werden kann und zu den am meisten angewendeten Usability-Testverfahren gehört.

Der Thinking Aloud Test läuft üblicherweise in den folgenden Schritten ab:

1. Erstellung eines Testszenarios mit möglichst realen Aufgaben und Zielen.
2. Einweisung des Probanden in das System, sowie in die Aufgaben.
3. Beginn des Probanden mit der Lösung der Aufgaben und dem lauten Mitdenken. Durch den Testleiter sollten bei Fragen des Probanden nie Lösungen präsentiert werden.
4. Abfrage von Erfahrung und Eindrücken des Probanden nach dem Test.
5. Auswertung der Notizen sowie der Audio- und Videoaufnahmen.

Die aus dem Experiment gewonnen Erkenntnisse sind größtenteils individuelle Eindrücke der Testpersonen. Damit können leicht Fehler im Ablauf des Systems gefunden werden. Die Effizienz des Systems ist jedoch nicht festzustellen, da das laute Mitdenken und die damit verbundenen Verzögerungen diese beeinflussen.

Der Thinking Aloud Test stellt dennoch einen sehr guten Ansatz bereit, um schnell Fehler und damit verbundene nötige Verbesserungen in Abläufen zu erkennen. Ebenso kann auf Wünsche der Testpersonen eingegangen werden, um das Zielsystems bestmöglich auf den Endbenutzer abzustimmen.

6.2 DURCHFÜHRUNG DER EVALUATION

In der Evaluation wurden den Probanden anhand von beispielhaften, selbst zu lösenden Aufgaben fünf Teilsysteme vorgestellt:

1. Die Erstellung einer Lehrveranstaltung mit Hilfe der unterstützten Funktionsauswahl,
2. die Abgabe einer grafische Antwort mittels Zeichenwerkzeug,
3. die Auswertung der grafischen Antworten,
4. die Abgabe von Fragen, Bewertungen und Antworten
5. sowie die Auswertung dieser (bewerteten) Fragen und Antworten.

Hierbei ging es darum, die Teilsysteme kennenzulernen, um anschließend verschiedene Fragen, wie beispielsweise die Empfindung der Benutzerfreundlichkeit, beantworten zu können.

Um die Ergebnisse nicht zu verfälschen und einen reibungslosen Ablauf der Evaluation zu gewährleisten, wurde für jeden Test das gleiche System benutzt.

Hardware	MacBook Pro, 16 GB RAM, 3.1 GHz Intel Core i7
Betriebssystem	OS X El Capitan Version 10.11.3
Webbrowser	Google Chrome Version 52.0.2743.116 (64-bit)
Bildschirmauflösung	2560 x 1600 - skaliert auf 1440 x 900
Bildschirmgröße	13,3-Zoll

Tabelle 6.1: Systemkonfiguration.

Den Probanden wurde freigestellt, eine Maus oder das Touchpad des Geräts zu benutzen, je nachdem mit welcher Eingabemethode sie sich sicherer bei der Benutzung fühlen.

Die Durchführung der Evaluation erfolgt in zwei Iterationen und wird nachfolgend mit deren jeweiligen Zielsetzungen beschrieben.

6.2.1 Erste Iteration

Datum	15.08.2016 - 10:00 Uhr bis 14:00 Uhr
Anzahl Probanden	3
Anzahl Expertenbenutzer¹	3
Dauer pro Person	rund 1 Stunde
Durchgeführte Tests	Thinking Aloud Test, System Usability Scale

Tabelle 6.2: Rahmenbedingungen der ersten Iteration.

Der Test begann mit einer Einleitung, in der dem Probanden zuerst für seine Teilnahme gedankt und anschließend der Ablauf des Tests beschrieben wurde (Abschnitt A.1). Dabei wurde unter anderem auch darauf hingewiesen, dass die Durchführung mittels Audio- und Videoaufnahmen unterstützt wird.

War der Proband mit allen Punkten einverstanden, folgte anschließend eine Aufgabenliste, die die fünf Teilsysteme mit dazu durchzuführenden Aufgaben enthielt (Abschnitt A.3). Der Proband sollte diese als Thinking Aloud Test lösen. Dabei wurde untersucht, welche Schwachstellen beim Ablauf des Lösens der Aufgaben auftreten.

Das erste Teilsystem der unterstützten Funktionsauswahl sollte anhand von drei Beispielszenarien getestet werden. Der Proband musste sich dabei in die Rolle eines Dozenten versetzen und folgende Lehrveranstaltungen nach seinem Empfinden erstellen:

1. Einführungsveranstaltung einer sehr gut besuchten Erstsemestervorlesung in Mathematik.
2. Eine kleinere Übung zu der zuvor erstellten Mathematik-Vorlesung, die während des Semesters stattfindet.
3. Die letzte Seminarveranstaltung vor den Prüfungen.

Anschließend wurde mit den Probanden der resultierende Funktionsumfang besprochen und diskutiert. Hierbei sollten durch die Probanden Bewertungen abgegeben werden, wie sehr sie der Auswahl einzelner Funktionen zustimmen, bzw. nicht zustimmen (Abschnitt A.4). Da es sich bei den Testpersonen um eine reine Expertengruppe handelte, sind diese Einschätzungen zur Beurteilung des Auswahlresultates sehr hilfreich.

Danach konnte das Funktionsauswahlsystem noch einmal frei benutzt werden und sollte anschließend mittels System Usability Scale bewertet werden, um dessen Benutzerfreundlichkeit einzuschätzen (Abschnitt A.5).

Die restlichen vier Teilsysteme sollten hingegen jeweils mit der Lösung einer Aufgabe kennengelernt und anschließend direkt mittels System Usability Scale bewertet werden.

Um neben der Einschätzung der Benutzerfreundlichkeit auch erkannte Schwächen des Systems festzuhalten, wurde der System Usability Scale Fragebogen um ein optionales Feld für Verbesserungsvorschläge der Teilfunktion ergänzt.

6.2.2 Anpassungen entsprechend den Ergebnissen von Iteration 1

Die Verbesserungsvorschläge basieren auf den Beobachtungen der Probanden bei der Lösung der Aufgaben sowie der im optionalen Feld des System Usability Scale Fragebogens vorgeschlagenen Verbesserungen.

Vorschläge, die mit ✓ markiert sind, wurden vor der zweiten Iteration eingearbeitet. Vorschläge, die mit ✗ markiert sind, konnten noch nicht umgesetzt werden und müssen nachfolgend diskutiert werden.

¹Als Expertenbenutzer sind hierbei Probanden gemeint, die mit bestimmten Teilen des System bereits vertraut sind.

Lehrveranstaltungserstellung mit unterstützter Funktionsauswahl:

- ✓ Bei der Eingabe der allgemeinen Informationen sollte die „Folienanzahl“ in „Folien-/Themenanzahl“ umformuliert werden, um für Lehrveranstaltungen wie Übungen oder Seminare ebenfalls eindeutig zu sein.
- ✓ Der Foliename sollte optional gemacht werden und bei Nichteingabe automatisch aus dem Namen der Veranstaltung erzeugt werden.
- ✓ Der Faktor der „Vorbereitungszeit“ sollte umformuliert werden, da nicht klar ist ob es sich um die eigene Vorbereitungszeit handelt oder die der Studenten. Zudem ist unklar, ob sich die Vorbereitungszeit auf die gesamte Lehrveranstaltung oder lediglich auf die Vorbereitung mittels des Systems bezieht.
- ✓ Die „Zeit in der Veranstaltung“ sollte ebenfalls umformuliert werden, damit eindeutig wird, dass es sich hierbei um die freie Zeit in der Lehrveranstaltung handelt und nicht um deren Dauer.
- ✓ Die Icons zur Bereitstellung weiterer Informationen über einen Faktor sowie die Kennzeichnung der Pflichtfaktoren sollte farblich deutlicher gemacht werden. Anzudenken ist auch die Bereitstellung weiterer Informationen bei Mouseover des jeweiligen Icons des Faktors.
- ✓ Die Funktionsauswahl sollte durch Hilfestellungen erweitert werden, um beispielsweise zu erklären, was die Wichtung (+/-) bei den Vorschlägen bedeutet.
- ✓ Die Beispiele der Anwendung sollte im Slider verlangsamt werden.
- ✗ Abhängigkeiten zwischen Funktionen sollten sichtbar sein. Wenn durch die Auswahl/Abwahl einer Funktion die Auswahl einer anderen Funktion geändert wird, muss darauf hingewiesen werden (z. B. mittels Modal-Box). Ebenso muss darauf hingewiesen werden, wenn Teilfunktionen nicht zusammen ausgewählt werden können.

Abgabe einer grafischen Antwort durch den Studenten:

- ✗ Bereitstellung der Möglichkeit von Texteingaben.
- ✓ Anderer Maus-Cursor in der Zeichenfläche, z. B. ein Stift.
- ✗ Bereitstellung weiterer Farben sowie Werkzeuge für gerade Linien, Kreise, Vierecke.

Auswertung grafischer Antworten durch den Dozenten:

- ✓ Anpassung des Styles an bestehendes System.
- ✓ Anderer Maus-Cursor in der Zeichenfläche, z. B. ein Stift.
- ✗ Statt „playAll“ eher ein Play-Button und ein Stop-Button zum Anhalten.
- ✓ Was „share“ macht, müsste besser beschrieben werden. Wird nur die ausgewählte Zeichnung geteilt oder trifft das auf alle zu?
- ✓ Sinnvolle Benennungen für Buttons.
- ✗ Möglichkeit, richtige und falsche Antworten zu markieren.
- ✓ Möglichkeit von Undo und Redo.
- ✗ Bereitstellung eines Radierers sowie von Werkzeugen wie gerader Linie, Kreise, Vierecke.

Abgabe von Fragen, Bewertungen und Antworten durch den Studenten:

- ✓ Autofokus auf Antwort-Eingabefeld bei Öffnen der Detailansicht der Frage.
- ✓ In der Detailansicht der Frage einen Button bereitstellen, um die Antworten wieder einzuklappen.

Auswertung der Fragen durch den Dozenten:

- ✗ Möglichkeit des Zurückstellens einer Frage, die man selbst beantworten will, dies aber nicht sofort kann. Setzen eines Reminders, um nach einer definierten Zeit noch einmal daran erinnert zu werden.
- ✗ Möglichkeit, Fragen als Tutor zu beantworten und an die Studenten freizugeben.
- ✗ Möglichkeit, freigegebene Fragen wieder zu sperren.
- ✓ Voting bei freigegebenen Diskussionsfragen entfernen, da diese durch den Dozenten ausgewählt wurden.

6.2.3 Zweite Iteration

Datum	17.08.2016 bis 19.08.2016
Anzahl Probanden	8
Anzahl Expertenbenutzer	2
Dauer pro Person	rund 45 Minuten
Durchgeführte Tests	System Usability Scale

Tabelle 6.3: Rahmenbedingungen der zweiten Iteration.

Nachdem es in der ersten Iteration darum ging, mittels reiner Expertengruppe durch Anwendung eines Thinking Aloud Tests möglichst viele Fehler und Verbesserungen im Ablauf der Benutzung der Teilsysteme zu finden, dient die zweite Iteration dazu, die Benutzerfreundlichkeit der Teilsysteme auch durch Nichtexperten beurteilen zu lassen.

Ähnlich wie in der ersten Iteration begann der Test mit einer Einleitung, in der dem Probanden für die Teilnahme gedankt und die Durchführung des Tests kurz erklärt wurde (Abschnitt A.2).

Anschließend sollten dieselben Aufgaben wie in der ersten Iteration von den Probanden gelöst werden, jedoch mit dem Unterschied, dass kein Thinking Aloud Test stattfand. Im Falle der Funktionsauswahl wurde mit den Probanden der vorgeschlagene Funktionsumfang besprochen und auf Sinnhaftigkeit überprüft. Im Falle von Tests mit Experten sollten Bewertungen der ausgewählten Funktionen vorgenommen werden, die in Abschnitt 6.4 ausgewertet werden. Am Ende jeder Aufgabe sollte der System Usability Score Fragebogen, der identisch mit dem der ersten Iteration war, ausgefüllt werden. Nachfolgend werden die oben bereits erwähnten, offenen Aspekte durch die Verbesserungsvorschläge der zweiten Iteration ergänzt, um eine nahezu vollständige Liste nötiger Verbesserungen bereitzustellen.

Lehrveranstaltungserstellung mit unterstützter Funktionsauswahl:

- Abhängigkeiten zwischen Funktionen sollten sichtbar sein. Wenn durch die Auswahl/Abwahl einer Funktion die Auswahl einer anderen Funktion geändert wird, muss darauf hingewiesen werden (z. B. mittels Modal-Box). Ebenso muss darauf hingewiesen werden, wenn Teilfunktionen nicht zusammen ausgewählt werden können. Radio-Buttons könnten eine mögliche Lösung darstellen.
- Für Vorbereitungszeit und freie Zeit in der Lehrveranstaltung sollte die Eingabe einer Minutenanzahl entfernt werden und durch drei Bereiche ersetzt werden, da sich Benutzer sonst unwohl fühlen, etwas Falsches einzugeben.
- Ein interaktives Tutorial, eine Führung oder ein Beispielablauf der Benutzung könnte den Einstieg erleichtern.
- Die Wertebereiche der optionalen Auswahlfelder sollte verändert werden, um eine klare Unterscheidung der drei Bereiche zu bekommen. „Geringfügig“ könnte in „moderat“ oder „mittelmäßig“ umbenannt werden.
- Die Benutzung mehrerer „Fragen stellen“ Typen sollte in der Lehrveranstaltung möglich sein. Beispielsweise könnte man am Anfang durch Votingfragen ermitteln, was die Masse der Studenten wissen will, und im späteren Veranstaltungsverlauf durch Tutorfragen, was jeder Einzelne wissen will.

Abgabe einer grafischen Antwort durch den Studenten:

- Bereitstellung der Möglichkeit von Texteingaben.
- Bereitstellung weiterer Farben sowie Werkzeuge für gerade Linien, Kreise, Vierecke.
- Einfügen eines leeren Koordinatensystems.
- Erneute Antwortmöglichkeit, um die eigene Zeichnung zu verbessern. Gegebenenfalls die alte Zeichnung wieder laden und verändern.
- Undo/Redo übersetzen, da die Begriffe ohne Symbole schwer zu verstehen sind.
- Verbesserung der Genauigkeit durch Zoom. Es ist schwierig, komplexe Zeichnungen zu erstellen.

Auswertung grafischer Antworten durch den Dozenten:

- Statt „playAll“ eher ein Play-Button und ein Stop-Button zum Anhalten.
- Möglichkeit, richtige und falsche Antworten zu markieren.
- Bereitstellung eines Radierers sowie von Werkzeugen wie gerader Linie, Kreise, Vierecke.
- Möglichkeit des Stoppens der Zeichnung und Vornehmen von Ergänzungen (wurde aufgrund von Fehlern vor der zweiten Iteration entfernt).
- Verbesserung der Beschreibung der Freigabe. Tooltips verwenden, da Infotexte kaum beachtet werden.
- Beispiele für Nutzung wären sinnvoll.

Abgabe von Fragen, Bewertungen und Antworten durch den Studenten:

- Beschränkung der Anzahl der Abgaben pro Benutzer, um Spam zu verhindern.
- Button dafür, dass man auf die Frage klicken kann, um eine Antwort zu geben (z. B. Mail-Icon oder Reply-Icon).
- Extra Popup/Modal zum Fragen stellen und nicht direkt über Fragen, da sonst die anderen Fragen nicht beachtet werden.
- „Fragen stellen“-Formular unter der Fragenübersicht, damit zuerst die vorhandenen Fragen gelesen werden.
- Eigene negativ abgegebene Bewertungen sollten rot statt grün dargestellt werden.
- Bewertungspfeile sind nicht für jeden Benutzer intuitiv und sollten durch Tooltips erweitert werden.

Auswertung der Fragen durch den Dozenten:

- Möglichkeit des Zurückstellens einer Frage, die man selbst beantworten will, dies aber nicht sofort kann. Setzen eines Reminders, um nach einer definierten Zeit noch einmal daran erinnert zu werden.
- Möglichkeit, Fragen als Tutor zu beantworten und an die Studenten freizugeben.
- Möglichkeit, freigegebene Fragen wieder zu sperren.
- Den Share-Button durch den klassischen Share-Button ersetzen, da dieser intuitiver ist.
- Tooltips für alle Symbole.
- Verschönerung des Löschen-Alerts.
- Notizfeld für den Dozenten bei Fragen.

6.3 BEWERTUNG DER BENUTZBARKEIT (USABILITY)

Zur Bewertung der Benutzbarkeit wurden von den Probanden je Teilsystem ein System Usability Scale Fragenbogen ausgefüllt. Da zwischen den Iterationen Veränderungen der Oberfläche vorgenommen wurden, werden die Ergebnisse der Iterationen separat betrachtet.

Zur besseren Übersicht und Vermeidung unnötiger Komplexität werden die Ergebnisse lediglich pro Proband zusammengefasst.

6.3.1 Erste Iteration

Proband	Erstellung einer LV mit unterstützter Funktionsauswahl	Abgabe einer grafischen Antwort	Auswertung grafischer Antworten	Abgabe von Fragen, Bewertungen und Antworten	Auswertung der Fragen
1*	85%	77,5%	77,5%	100%	100%
2*	97,5%	95%	90%	97,5%	92,5%
3*	82,5%	97,5%	72,5%	85%	100%
∅	88,33%	90%	80%	94,17%	97,5%

Tabelle 6.4: Auswertung der System Usability Scale Fragebögen der ersten Iteration. Mit Stern markierte Probanden sind Expertenbenutzer.

Alle fünf Teilsysteme wurden von den Probanden der ersten Iteration mit Werten zwischen 80% und 100% bewertet, was auf eine gute bis nahezu exzellente Usability hinweist. Besonders positiv bewertet wurden die Studenten- und Dozentenansichten der „Fragen stellen“ Funktion. Die Dozentenansicht zur Auswertung grafischer Antworten wies bei der Durchführung kleinere Mängel auf, wodurch die Bewertung niedriger ausfällt. Die Bewertung für den Prozess der Lehrveranstaltungserstellung mit unterstützter Funktionsauswahl ist besonders interessant, da hierauf der Hauptfokus der Masterarbeit lag.

6.3.2 Zweite Iteration

Proband	Erstellung einer LV mit unterstützter Funktionsauswahl	Abgabe einer grafischen Antwort	Auswertung grafischer Antworten	Abgabe von Fragen, Bewertungen und Antworten	Auswertung der Fragen
1*	67,5%	92,5%	82,5%	90%	77,5%
2	95%	92,5%	100%	100%	100%
3	77,5%	80%	67,5%	87,5%	72,5%
4*	87,5%	100%	95%	100%	97,5%
5	87,5%	67,5%	92,5%	90%	87,5%
6	67,5%	97,5%	90%	95%	100%
7	97,5%	92,5%	92,5%	100%	100%
8	65%	90%	75%	32,5%	82,5%
∅	80,63%	89,06%	86,88%	86,88%	89,69%

Tabelle 6.5: Auswertung der System Usability Scale Fragebögen der zweiten Iteration. Mit Stern markierte Probanden sind Expertenbenutzer.

Ähnlich wie in der ersten Iteration liegen alle Bewertungen zwischen 80% und 100%, was auf eine gute bis nahezu exzellente Usability hinweist. Auffällig ist, dass im Gegensatz zur ersten Iteration vier der fünf Bewertungen geringer ausfallen, drei dieser sogar signifikant geringer. Das ist darauf zurückzuführen, dass in diesem Test lediglich 25 Prozent der Probanden Expertenbenutzer waren. Einige der Probanden taten sich bei der Benutzung einzelner Teilsysteme schwer, was an starken Abweichungen einzelner Werte einer Spalte der Tabelle zu erkennen ist. Durch die Abgabe von Verbesserungsvorschlägen, die im vorherigen Abschnitt zusammengefasst wurden, konnten jedoch Wünsche geäußert werden, die in Zukunft zur intuitiveren Bedienung beitragen können.

Die Verbesserung der Bewertung für die Auswertung grafischer Antworten ist auf die vorgenommenen Änderungen zurückzuführen, wodurch die Funktion ohne Bugs benutzbar gemacht wurde.

6.4 BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE DER FUNKTIONSAUSWAHL

An der Evaluation haben, wie in Tabelle 6.4 und Tabelle 6.5 mit * markiert, iterationsübergreifend fünf Experten teilgenommen. Diese wurden mittels Fragenbogen aus Abschnitt A.4 jeweils danach gefragt, wie sie das Ergebnis des Funktionsumfangs einschätzen.

Da zwischen den Iterationen lediglich die Oberfläche angepasst wurde, der Auswahlalgorithmus jedoch gleich blieb, können die Ergebnisse der Befragungen zusammengefasst werden.

Nachfolgend werden die drei Beispielszenarios, die während der Evaluation mittels unterstützter Funktionsauswahl erstellt wurden, mit deren sinnvollen Ergebnissen zusammengefasst.

Dabei handelte es sich um folgende Szenarios:

1. Einführungsveranstaltung einer sehr gut besuchten Erstsemestervorlesung in Mathematik.
2. Eine kleinere Übung zu der zuvor erstellten Mathematik-Vorlesung, die während des Semesters stattfindet.
3. Die letzte Seminarveranstaltung vor den Prüfungen.

Einführungsveranstaltung einer sehr gut besuchten Erstsemestervorlesung in Mathematik

Funktion	Diskussion der Sinnhaftigkeit	Wie oft vorge-schlagen?	Ergebnis sinnvoll?
Kursfragen	Abfragen von Interessen und persönlichen Zielen sind zu Beginn des Semesters sehr sinnvoll und besonders bei einer großen Studentenzahl geeignet.	5/5	✓
Veranstaltungs- fragen	Vorbereitungsfragen machen zu Beginn des Semesters keinen Sinn. Eine Abfrage des Wissensstand ist auf Grundlage der großen Studentenzahl ebenfalls nicht sinnvoll, weil immer wieder Studenten dabei sein werden, die das geforderte Wissen nicht besitzen und eine Wiederholung benötigen.	1/5	✓
Folienfragen	Quiz-Fragen sind zur Abfrage gelernter Informationen im Veranstaltungskontext als sinnvoll zu betrachten. Evaluationsfragen sind nur am Ende des Semesters sinnvoll.	5/5	✓
Metakognitive Nachrichten	Nachrichten auf Grundlage persönlicher Präferenzen sind als sinnvoll zu betrachten.	5/5	✓
Kognitive Nachrichten	Nachrichten auf Grundlage von Quiz-Fragen sind ebenfalls sinnvoll.	5/5	✓
Bereitstellung von Links oder Materialien	Bereitstellung von Links oder Materialien kann am Anfang des Semesters als sinnvoll angesehen werden, ist jedoch von der Meinung der Dozenten abhängig.	4/5	$\frac{1}{2}$
Instant Feedback Lautstärke	Instant Feedback ist besonders am Anfang des Semesters sinnvoll, um ggf. Änderungen über das gesamte Semester vorzunehmen.	5/5	✓
Instant Feedback Ge- schwindigkeit	Instant Feedback ist besonders am Anfang des Semesters sinnvoll, um ggf. Änderungen über das gesamte Semester vorzunehmen.	5/5	✓
Tutorfragen	Tutorfragen sind für große Veranstaltungen ungeeignet, da bei vielen Fragen leicht der Überblick über sinnvolle Fragen verloren wird.	0/5	✓
Votingfragen	Votingfragen sind optimal für große Veranstaltungen, da sinnvolle Beiträge nach oben gewertet werden können.	4/5	✓
Diskussions- fragen	Diskussionsfragen sind aufgrund der Studentenzahl nicht sinnvoll, da es zu viel Spam-Beträge geben würde.	0/5	✓

Tabelle 6.6: Bewertung der Funktionsauswahl von Anwendungsfall 1.

Eine kleine Übung zu der zuvor erstellten Mathematik-Vorlesung, die während des Semesters stattfindet

Funktion	Diskussion der Sinnhaftigkeit	Wie oft vorgeschlagen?	Ergebnis sinnvoll?
Kursfragen	Abfragen von Interessen und persönlichen Zielen ist während des Semesters nicht mehr unbedingt sinnvoll.	0/5	✓
Veranstaltungsfragen	Vorbereitungsfragen können bei Übungen als sinnvoll angesehen werden, da eine Vorbereitung auf eine Übung sowieso vorgesehen ist. Die Abfrage des Wissensstandes macht zu Beginn der Veranstaltung ebenfalls Sinn, da so der Fokus auf einzelne Aufgaben gelegt werden kann.	4/5	✓
Folienfragen	Quiz-Fragen sind in Übungen sehr sinnvoll, beispielsweise könnten Fragen mit grafischen Antworten vorgeschlagen werden. Evaluationsfragen machen erst am Ende des Semesters Sinn.	4/5	✓
Metakognitive Nachrichten	Nachrichten auf Grundlage persönlicher Präferenzen sind aufgrund der geringen Studentenzahl in Übungen nicht geeignet.	0/5	✓
Kognitive Nachrichten	Nachrichten auf Grundlage von Quiz-Fragen machen wegen der geringen Studentenzahl wenig Sinn und sind eher als Bonus bei einer hohen Vorbereitungszeit zu sehen.	2/5	$\frac{1}{2}$
Bereitstellung von Links oder Materialien	Bereitstellung von Links oder Materialien ist für die geringe Studentenzahl nicht geeignet.	1/5	✓
Instant Feedback Lautstärke	Instant Feedback macht bei kleinen Veranstaltungen keinen Sinn.	0/5	✓
Instant Feedback Geschwindigkeit	Instant Feedback macht bei kleinen Veranstaltungen keinen Sinn.	0/5	✓
Tutorfragen	Tutorfragen sind für kleine Veranstaltungen optimal, da jeder anonyme Fragen stellen kann.	4/5	✓
Votingfragen	Votingfragen können in großen Übungen interessant werden.	1/5	$\frac{1}{2}$
Diskussionsfragen	Diskussionsfragen können ebenfalls je nach Größe der Veranstaltung interessant werden.	0/5	$\frac{1}{2}$

Tabelle 6.7: Bewertung der Funktionsauswahl von Anwendungsfall 2.

Die letzte Seminarvorlesung vor den Prüfungen

Funktion	Diskussion der Sinnhaftigkeit	Wie oft vorgeschlagen?	Ergebnis sinnvoll?
Kursfragen	Abfragen von Interessen und persönlichen Zielen sind am Ende des Semesters nicht mehr sinnvoll.	2/4	✗
Veranstaltungsfragen	Sowohl Vorbereitungsfragen als auch die Abfrage des Wissensstand macht am Ende des Semesters keinen Sinn.	1/4	✓
Folienfragen	Quiz-Fragen können vor den Prüfungen interessant werden. Evaluationsfragen machen am Ende des Semesters besonders Sinn.	4/4	✓
Metakognitive Nachrichten	Je nach ausgewähltem persönlichem Ziel könnten diese Nachrichten sinnvoll sein.	2/4	$\frac{1}{2}$
Kognitive Nachrichten	Nachrichten auf Grundlage von Quiz-Fragen sind besonders vor den Prüfungen sinnvoll.	2/4	$\frac{1}{2}$
Bereitstellung von Links oder Materialien	Bereitstellung von Links oder Materialien ist am Ende des Semesters sinnvoll, um weiterführende Arbeiten anzubieten.	2/4	$\frac{1}{2}$
Instant Feedback Lautstärke	Instant Feedback macht am Ende des Semesters keinen Sinn mehr.	1/4	✓
Instant Feedback Geschwindigkeit	Instant Feedback macht am Ende des Semesters keinen Sinn mehr.	1/4	✓
Tutorfragen	Tutorfragen sind für kleine Seminare optimal, da jeder anonyme Fragen stellen kann.	1/4	$\frac{1}{2}$
Votingfragen	Votingfragen können in großen Seminaren interessant werden, um Fragen der Studenten zu sammeln.	2/4	$\frac{1}{2}$
Diskussionsfragen	Diskussionsfragen sind am Ende des Semesters nicht mehr sinnvoll.	0/4	✓

Tabelle 6.8: Bewertung der Funktionsauswahl von Anwendungsfall 3.

In der Diskussion während der Auswertung der Funktionsauswahl wurde deutlich, wie unterschiedlich die Vorstellungen einzelner Probanden für die Benutzung unterschiedlicher Funktionen in bestimmten Lehrveranstaltungen sein können. Die obigen Begründungen wurden auf Grundlage der Mehrheit der Probanden getroffen, sind jedoch nicht für jede abgegebene Meinung passend. Die Ergebnisse der Funktionsauswahl sind dennoch als sehr positiv zu betrachten, da gerade die für den ausgewählten Veranstaltungskontext sinnvollsten Funktionen für den Großteil der Probanden vorgeschlagen wurden. Anzumerken ist zudem, dass es sich bei der Auswahl der Funktionen um einen Vorschlag handelt, der durch den Dozenten jederzeit nach seinem Empfinden angepasst werden kann.

6.5 ÜBERPRÜFUNG DER ANFORDERUNGSANALYSE, SOWIE DER ZIELSETZUNGEN

	<i>Beschreibung</i>	<i>Priorität</i>	<i>Umsetzbarkeits- abschätzung</i>	<i>Umsetz- ung</i>
Funktionsauswahl				
A1	<i>Auswahl von Funktionen</i>			
A1.1	Funktionen müssen ein- und ausschaltbar gemacht werden.	hoch	mittel	✓
A1.2	Die Funktionsauswahl soll durch Funktionsvorschläge unterstützt werden.	hoch	schwer	✓
A2	<i>Auswahlalgorithmus</i>			
A2.1	Die Auswahl der einzugebenden Parameter soll nachvollziehbar sein.	hoch	mittel	$\frac{1}{2}$
A2.2	Die Eingabe der Parameter soll intuitiv gestaltet und notfalls unterstützt werden.	mittel	schwer	$\frac{1}{2}$
Funktionsumfang erweitern				
A3	<i>Grafische Fragen</i>			
A3.1	Studenten müssen in der Lage sein, grafische Antworten abzugeben.	hoch	mittel	✓
A3.2	Der Grafikeditor muss auf verschiedenen Geräten lauffähig sein.	hoch	schwer	✓
A3.3	Der Dozent muss eine Übersicht aller Grafikantworten bekommen, um diese zu präsentieren.	mittel	schwer	✓
A4	<i>Fragen stellen und Diskussionen anregen</i>			
A4.1	Studenten müssen in der Lage sein, Fragen zu stellen.	hoch	schwer	✓
A4.2	Je nach Einstellung des Dozenten sollen Fragen nur an den Dozenten, an alle Studenten mit Möglichkeit Bewertung oder an alle Studenten zur freien Diskussion gestellt werden.	mittel	schwer	✓
A4.3	Der Dozent soll in den ersten beiden Fällen in der Lage sein zu entscheiden, ob er Fragen selbst beantwortet oder sie durch Studenten diskutieren lässt.	mittel	schwer	✓

Tabelle 6.9: Überprüfung der Anforderungsanalyse anhand der Implementierung.

Nachdem in Tabelle 6.9 die Anforderungen positiv auf deren Umsetzung überprüft wurden und lediglich zwei dieser Verbesserungen benötigen, werden nachfolgend die eigenen gesetzten Zielsetzungen überprüft.

6.5.1 Gezeichnete Antworten

Studenten haben die Möglichkeit, Zeichnungen webbasiert anzufertigen und abzugeben (1a). Dazu wird lediglich ein internetfähiges Gerät mit einem gängigen Browser benötigt (1b). Mittels Undo und Redo können einzelne Schritte während des Zeichnens rückgängig bzw. wiederholt werden (1f). Die Unterstützung verschiedener Formen (Rechteck, Linie, ...), Farben und von Text muss in späteren Arbeiten thematisiert werden (1c, 1d, 1e).

Dozenten bekommen je grafischer Frage eine Übersicht aller Zeichnungen (2a). Sie können relevante Zeichnungen auswählen und anschließend einen Präsentationsmodus öffnen (2b). Hierbei gibt es die Möglichkeit, die Zeichnung abzuspielen, um den Zeichenprozess nachzuvollziehen (2c). Die Möglichkeit des Anhaltens wurde aufgrund von Fehlern nach der ersten Iteration entfernt und muss in späteren Arbeiten thematisiert werden. Durch den Dozenten können jedoch durch Benutzung von Undo und Redo Zeitpunkte innerhalb der Zeichnung ausgewählt und Ergänzungen mittels Rotstift vorgenommen werden (2d). Anschließend sollen Zeichnungen an Studenten freigegeben werden, was funktional noch nicht implementiert wurde.

6.5.2 Fragen stellen und Question & Answer

Die Studenten besitzen die Möglichkeit, anonyme Fragen an den Dozenten oder an die Studenten (je nach Einstellung des Dozenten) zu senden (1a). Ein WYSIWYG-Editor hilft beim Hinzufügen von Links und anderen Elementen zur Frage (1b). Sind Voting- oder Diskussionsfragen aktiv, so können diese bewertet werden (1c). Wurden Diskussionsfragen ausgewählt oder Tutor- bzw. Votingfragen freigegeben, so können diese kommentiert werden und Antworten wiederum bewertet werden (1d). Für eigene Diskussionsfragen ist es möglich, eine hilfreiche Antwort auszuwählen (1e).

Der Dozent besitzt die Möglichkeit, je nach Einstellung eine Übersicht über Tutor-, Voting- oder Diskussionsfragen zu bekommen (2a). Tutor- und Votingfragen können von ihm selbst während der Veranstaltung beantwortet oder an die Studenten freigegeben werden (2b). Erledigte Fragen oder Spam können jederzeit gelöscht werden (2c).

6.5.3 Lehrveranstaltungserstellung

Der Dozent kann eine Lehrveranstaltung mittels einer dem Checkout eines Onlineeinkaufs ähnlichen Oberfläche erstellen (1a). Nach der Eingabe allgemeiner Informationen kann er mittels vorgeschlagener unterstützter Funktionsauswahl fortfahren, die hervorgehoben wird (1b). Sind Fehler im Formular, bekommt der Dozent Hinweise darüber, wie diese zu lösen sind (1c). Die Eingabe der Werte für die Einflussfaktoren ist mittels Icons und Beschreibungen intuitiv und ansprechend gestaltet (1d). Will der Dozent die unterstützte Funktionsauswahl nicht benutzen, so kann er die manuelle Funktionsauswahl benutzen. Wählt er die unterstützte Funktionsauswahl, kann er trotzdem jederzeit Änderungen der Funktionsauswahl vornehmen (1e). Beispiele unterstützen die Funktionsauswahl (1f). Mittels einer Zusammenfassung können im letzten Schritt alle Veranstaltungsinformationen noch einmal eingesehen sowie nachträglich geändert werden. Das ist sowohl für die allgemeinen Informationen als auch für den Funktionsumfang möglich (1g).

6.6 ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Kapitel wurde die Umsetzung der Evaluation beschrieben und die Ergebnisse dieser präsentiert.

Zuerst wurden die in der Evaluation benutzten Verfahren, „System Usability Scale“ und „Thinking Aloud Test“, vorgestellt, danach der Ablauf der durchgeführten zweistufigen Evaluation beschrieben und anschließend die Ergebnisse zur Beurteilung verschiedener Aspekte ausgewertet:

- Benutzerfreundlichkeit der Teilsysteme,
- Sinnhaftigkeit der Ergebnisse der Funktionsauswahl
- sowie die Überprüfung der Umsetzung der Anforderungen und Zielsetzungen.

Im Test der Benutzerfreundlichkeit, bewertet mittels System Usability Scale, wurden je Iteration und je Teilsystem SUS-Werte zwischen 80% und 100% erzielt, was auf eine gute bis nahezu exzellente Benutzerfreundlichkeit hinweist. Dennoch sind Verbesserungen der Teilsysteme notwendig, um die Benutzerfreundlichkeit weiter zu steigern. Die von den Probanden abgegebenen Verbesserungsvorschläge wurden in Unterabschnitt 6.2.3 in einer Liste zusammengefasst und müssen in späteren Arbeiten noch einmal aufgegriffen werden.

Die Ergebnisse der Funktionsauswahl wurden auf Grundlage der Bewertungen von fünf Expertenbenutzern getätigt. Hierbei wurde je Anwendungsfall versucht, die Sinnhaftigkeit der einzelnen Teilfunktionen zu bewerten, wobei sich auf die Meinung der Mehrheit der Probanden bezogen wurde. Danach wurde aufgelistet, wie oft jede der Teilfunktionen vorgeschlagen wurde und ob dieses Ergebnis, in Bezug auf die Beurteilung der Sinnhaftigkeit, als korrekt zu bewerten ist oder nicht. Auffällig war, dass die Meinungen der Probanden zur Auswahl eines sinnvollen Funktionsumfangs teilweise sehr weit auseinander gingen. Dennoch ist anzumerken, dass eindeutig zuzuordnende Teilfunktionen für einen Großteil der Probanden vorgeschlagen wurden.

Abschließend wurden die Anforderungen des Funktionsumfangs sowie der Funktionsauswahl überprüft. Dabei ergab sich, dass alle zuvor gesetzten Anforderungen erfüllt wurden, wobei die Umsetzung zweier Aspekte verbesserungswürdig erscheint. Parallel dazu wurden die Zielsetzungen der Funktionen überprüft. Diese wurden zum Großteil erfüllt, wobei offene Punkte in den von den Probanden abgegebenen Verbesserungsvorschlägen enthalten sind.

7 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

„Nichts ist entspannender, als das anzunehmen, was kommt.“

– Dalai Lama

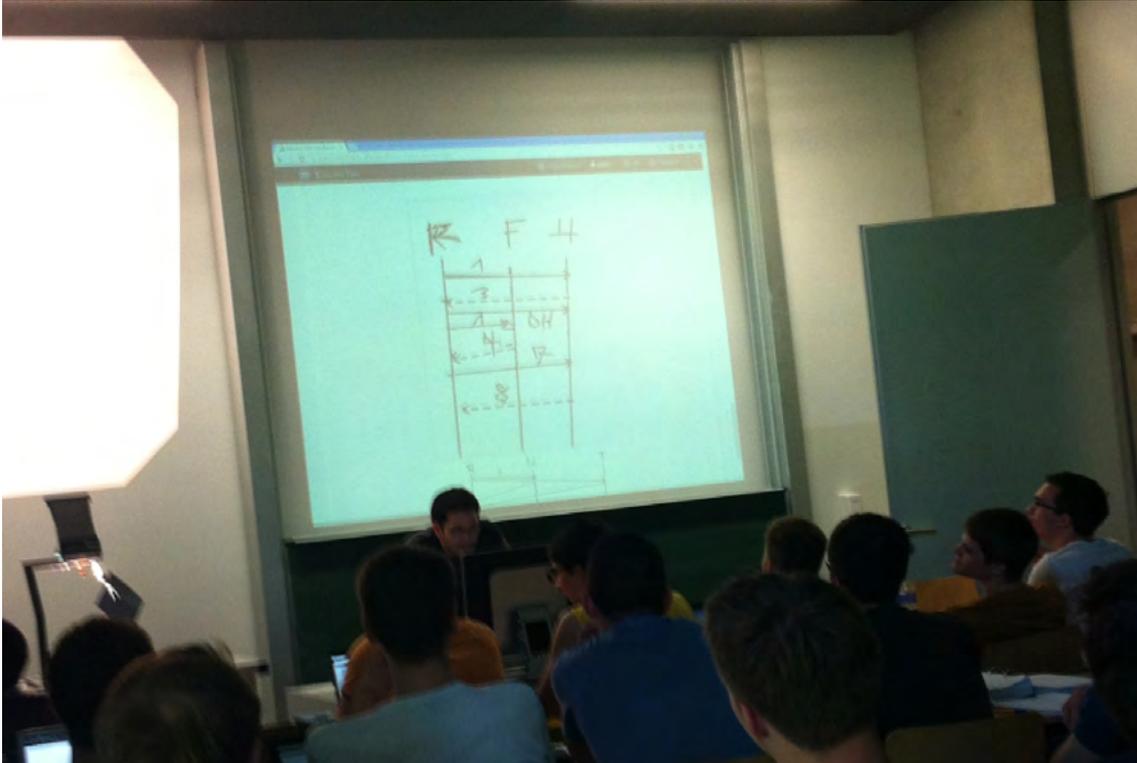


Abbildung 7.1*: Beispiel des Einsatzes eines Prototypen von ETTK, der die Abgabe grafischer Antworten in einer Übung erlaubt. Im Zielsystem ist das als möglicher Anwendungsfall zu sehen.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

In dieser Arbeit wurde entsprechend der Aufgabenstellung ein Prototyp zur Auswahl und zum Einsatz technischer Werkzeuge/Werkzeugkombinationen in unterschiedlichen Lehrformen entwickelt.

Zu Beginn der Arbeit wurde in Kapitel 1 die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von *Audience Response Systemen (ARS)* in verschiedenen Lehrveranstaltungen motiviert. Frei nach dem Motto „Mobiltelefone im Klassenraum: wenn du sie nicht schlagen kannst, dann schließe dich ihnen an“ werden mobile Endgeräte zum Lerninstrument und können auf verschiedenste Weise zur Verbesserung des Lernprozesses eingesetzt werden.

Die Möglichkeiten des Einsatzes wurden in Kapitel 2 untersucht und reichen von *Fragen beantworten*, über *Fragen stellen*, bis hin zu *Instant Feedback*, bei dem zu jeder Zeit der Lehrveranstaltung ein Feedback für zuvor definierte Feedback-Dimensionen, wie die Geschwindigkeit oder Lautstärke des Dozenten, gegeben werden kann. Parallel dazu wurden verschiedene Verfahren der *Funktionsauswahl* vorgestellt. Die gewünschte vorschlagsbasierte unterstützte Auswahl wurde jedoch durch keines der untersuchten Systeme bereitgestellt und konnte lediglich angedacht werden.

In Kapitel 3 wurde der *aktuelle Stand* der an der TU Dresden entwickelten Systeme *AMCS* und *ETTK* untersucht, indem jeweils der Funktionsumfang als auch die vorhandenen Funktionsauswahlmechanismen vorgestellt wurden. Dabei fiel auf, dass *AMCS* besonders durch die Möglichkeit, verschiedenste Arten von Fragen zu stellen, einen kompakteren Funktionsumfang bietet. Im Gegensatz zu den Systemen des *ETTK* ist nur teilweise die Möglichkeit gegeben, den Funktionsumfang nach eigenen Wünschen anzupassen. Dennoch wurde *AMCS* als Grundlage für das Zielsystem gewählt, da es sich hierbei um ein bereits gut etabliertes System handelt und die Systeme des *ETTK* lediglich prototypisch implementiert wurden [HKBS15]. Anhand von Anforderungen wurden sowohl eine *Funktionsauswahl* als auch notwendige Erweiterungen des Funktionsumfangs um *Fragen mit grafischen Antworten* sowie eine *Fragen stellen* Funktion definiert.

In Kapitel 4 wurde ein *Konzept* zur Umsetzung entwickelt. Dabei wurde der durch Anforderungen definierte, erweiterte Funktionsumfang um *Zielsetzungen* der einzelnen Funktionen erweitert. Um anschließend eine Funktionsauswahl zu konzipieren, mussten *Teilfunktionen*, für die eine separate Freischaltung sinnvoll erscheint, festgelegt werden. Danach wurden *Einflussfaktoren*, von denen der Einsatz der Teilfunktionen abhängig ist, definiert. Diese wurden nach Pflichtfaktoren, optionalen Faktoren und automatisch erhobenen Faktoren gegliedert. Für jeden der definierten Faktoren wurden *drei Wertebereiche* festgelegt, die zur Einordnung abgegebener Werte dienen sollten. In einem letzten Schritt wurden je Teilfunktion *Bewertungen* für die Sinnhaftigkeit der einzelnen Wertebereiche abgegeben. Danach wurde die konzipierte Funktionsauswahl um Zielsetzungen für deren Umsetzung erweitert und anhand eines Beispiels getestet.

Kapitel 5 diente dazu, die Konzeption *umzusetzen*. In einem ersten Schritt wurde der Funktionsumfang erweitert. Mittels sinnvoller Ergänzungen des Backends um *weitere Fragetypen* konnten die gewünschten Änderungen erzielt werden. Der Fokus lag jedoch auf dem Frontend, in dem versucht wurde, die zuvor definierten Zielstellungen umzusetzen und möglichst *nahtlos* in das vorhandene System zu *integrieren*. Parallel dazu wurde die Funktionsauswahl umgesetzt, wobei im Backend lediglich die *Abspeicherung der Auswahl* ergänzt werden musste. Im Frontend wurde der vorhandene Prozess der Erstellung einer Lehrveranstaltung um die *Funktionsauswahl* erweitert.

Im Kapitel der Evaluation wurde das entwickelte System nach verschiedenen Kriterien getestet. Nach *Beurteilung der Benutzerfreundlichkeit* mittels von Probanden ausgefüllter System Usability Scales, wurde auch die *Sinnhaftigkeit der Ergebnisse der Funktionsauswahl* getestet, indem die Meinungen von fünf Experten zusammengefasst wurden. Zu guter Letzt wurde die *Umsetzung der Anforderungen und Zielsetzungen* überprüft und zusammengefasst.

Die *Ergebnisse* der Beurteilungen der Benutzerfreundlichkeit waren sehr positiv und ergaben für jedes Teilsystem einen SUS-Wert zwischen 80% und 100%, was auf eine gute bis nahezu exzellente Benutzerfreundlichkeit hinweist. Die Ergebnisse der Funktionsauswahl sind ebenfalls positiv zu bewerten, da jeweils für den gegebenen Veranstaltungskontext eindeutig zuzuordnende Teilfunktionen für den Großteil der Probanden vorgeschlagen wurden.

Zur Optimierung der Teilsysteme wurden während der Evaluation sowie beim Schreiben der Arbeit verschiedene Vorschläge für weiterführende Arbeiten gemacht, die nachfolgend aufgegriffen werden.

Für die *Lehrveranstaltungserstellung mittels unterstützter Funktionsauswahl* ist ein *interaktives Tutorial, eine Führung oder das Aufzeigen eines Beispielablaufs* notwendig, um einen schnellen Einstieg in das doch recht komplexe Teilsystem zu gewährleisten.

Zur Verbesserung der *Abgabe grafischer Antworten* sollte der Zeicheneditor um verschiedene Eingabeformen, Farben sowie die Möglichkeit der Eingabe von Text erweitert werden. Hierzu sollte der in [Che16] entworfene Editor in das System integriert werden.

In der *Auswertung grafischer Antworten* ist die Konzeption und Umsetzung der angedachten Teilen-Funktion notwendig, um Zeichnungen für Studenten nach der Lehrveranstaltung sichtbar zu machen.

Die *Fragen stellen* Funktion sollte in soweit erweitert werden, dass sie während der Veranstaltung *pausiert* oder auch *deren Einstellung geändert werden kann*. In diesem Kontext sollte auch die Sinnhaftigkeit des Pausierens weiterer Teilfunktionen untersucht werden.

Die Funktion des *Instant Feedbacks* wurde im Rahmen dieser Masterarbeit von AMCS übernommen, bedarf jedoch in späteren Arbeiten Verbesserungen. Hierbei möchte ich auf die in Unterabschnitt 3.2.1.4 vorgestellte Implementierung verweisen.

Für alle Teilsysteme ist vor der Integration in AMCS eine *Erweiterung um die Mehrsprachigkeit* notwendig, da der Prototyp lediglich in Deutsch integriert wurde.

Um die *Ergebnisse der eigentlichen Funktionsauswahl zu verbessern*, sollten die in der Implementierung herausgelassenen Faktoren der *didaktischen Konzepte* als auch die *Nutzungsdauer* auf Sinnhaftigkeit untersucht und gegebenenfalls integriert werden. Zudem sollte die Einführung von *Gewichten* für die Bewertung von Pflichtfaktoren diskutiert werden, wodurch eine stärkere Abhängigkeit einzelner Faktoren mit Teilfunktionen abgebildet werden kann. Außerdem sollte eine Möglichkeit der automatischen Anpassung der bisher subjektiv abgegebenen Bewertungen bereitgestellt werden. Diese könnte beispielsweise auf Bewertungen der Werkzeuge durch Dozenten nach erfolgreichem Abschluss einer Lehrveranstaltung basieren.

A ANHANG

A.1 EINLEITUNG DER EVALUATION DER ERSTEN ITERATION

Einleitung

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen, an diesem Test teilzunehmen. Nachfolgend werden Sie 5 Teilsysteme kennenlernen, indem Sie mit diesen verschiedene Aufgaben lösen.

Der Lösungsvorgang soll durch einen Thinking Aloud Test erfolgen. Dabei handelt es sich um ein psychologisches Experiment, das es ermöglicht, die Benutzerfreundlichkeit einer Benutzeroberfläche festzustellen. Um den Test durchzuführen sollen Sie beim Lösen der Aufgaben laut mitdenken. Versuchen Sie dabei, all das auszusprechen, was Sie gerade denken, worauf Sie gerade schauen, was Sie tun und fühlen, noch während Sie parallel dazu die Aufgabe bearbeiten. Das dient dazu, Daten über den menschlichen Bearbeitungsprozess zu einer Aufgabe aus erster Hand zu gewinnen. Der Test wird durch Bildschirm- und Stimm-
aufnahmen unterstützt, die lediglich zur Auswertung genutzt und anschließend gelöscht werden.

Nach Beendigung einer Aufgabe erfolgt eine kurze Pause des Thinking Aloud Tests. Dabei sollen verschiedene Fragebögen ausgefüllt werden, die sich auf das zuvor benutzte Teilsystem, das zum Lösen der Aufgabe benutzt wurde, beziehen. Beachten Sie hierbei auch die auf dem Fragebogen befindlichen Hinweise.

Sie können während des Tests nichts falsch machen. Es gibt kein richtiges oder falsches Verhalten während des Thinking Aloud Tests und ebenso auch keine richtigen oder falschen Antworten beim Ausfüllen der Fragebögen.

A.2 EINLEITUNG DER EVALUATION DER ZWEITEN ITERATION

Einleitung

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen, an diesem Test teilzunehmen. Nachfolgend werden Sie 5 Teilsysteme kennenlernen, indem Sie mit diesen verschiedene Aufgaben lösen.

Nach Beendigung einer Aufgabe soll jeweils ein Fragebogen ausgefüllt werden, der sich auf das zuvor benutzte Teilsystem, das zum Lösen der Aufgabe benutzt wurde, bezieht. Beachten Sie hierbei auch die auf dem Fragebogen befindlichen Hinweise.

Sie können während des Tests nichts falsch machen. Es gibt kein richtiges oder falsches Verhalten während der Ausführung der Aufgaben und ebenso auch keine richtigen oder falschen Antworten beim Ausfüllen der Fragebögen.

A.3 AUFGABEN ZUM KENNENLERNEN DER TEILSYSTEME

Testfälle

Um die Teilsysteme kennenzulernen, sollen verschiedene Beispielaufgaben von Ihnen gelöst werden. Eine kurze Einleitung soll jede Funktion kurz vorstellen, um Ihnen die Bearbeitung der Aufgabe zu erleichtern.

Testfall 1: Benutzung der unterstützten Funktionsauswahl

Im Zielsystem wurde die Erstellung einer Lehrveranstaltung um eine unterstützte Funktionsauswahl erweitert. Es ist möglich anhand von anzugebenen Parametern, wie der Studentenanzahl, einen sinnvollen Funktionsumfang für eine Lehrveranstaltung auszuwählen.

Aufgabe: Versetzen Sie sich nachfolgend in die Lage eines Dozenten und versuchen Sie die beschriebenen Lehrveranstaltungen nach Ihren Vorstellungen zu erstellen.

1. Einführungsveranstaltung einer sehr gut besuchten Erstsemestervorlesung in Mathematik.
2. Eine kleinere Übung zu der zuvor erstellen Mathematik-Vorlesung, die während des Semesters stattfindet.
3. Die letzte Seminarveranstaltung vor den Prüfungen.

Benutzen Sie für alle Lehrveranstaltungen die unterstützte Funktionsauswahl. Bewerten Sie jeweils nach erfolgreicher Erstellung die Ergebnisse der Funktionsauswahl nach Ihrem Empfinden.

Nach Lösen aller Aufgaben zu diesem Gebiet kann die Funktionsauswahl noch einmal freigestestet werden. Anschließend soll ein „System Usability Scale“ Fragebogen über den Prozess der Erstellung einer Lehrveranstaltung ausgefüllt werden.

Testfall 2: Abgabe einer grafischen Antwort

Das Zielsystem wurde um einen neuen Fragetypen erweitert, der es erlaubt, grafische Antworten auf eine Frage zu geben. Ähnlich wie an der Tafel können damit grafische Ideen umgesetzt werden.

Aufgabe: Lösen Sie die im Zielsystem angezeigte Aufgabe und bewerten Sie anschließend das Teilsystem zum Erstellen grafischer Antworten mittels „System Usability Scale“ Fragebogen.

weiter auf nächster Seite ↷

Testfall 3: Auswertung grafischer Antworten

Das Zielsystem erlaubt es, grafische Antworten auszuwerten und zu korrigieren. Dazu können Grafiken ausgewählt werden, die anschließend im Präsentationsmodus abgespielt, angehalten und ergänzt werden.

Aufgabe: Rufen Sie die Detailansicht der Auswertung der angezeigten Frage auf und wählen Sie mindestens 2 der Antworten aus. Korrigieren Sie eine der Antworten entsprechend der Aufgabenstellung. Bewerten Sie anschließend das Teilsystem zur Auswertung grafischer Antworten mittels „System Usability Scale“ Fragebogen.

Testfall 4: Fragen, antworten und bewerten

Das Zielsystem erlaubt es, Fragen zu stellen. Je nach Einstellung des Dozenten können diese entweder für den Dozenten oder für alle Studenten (und den Dozenten) sichtbar sein. Sind die Fragen für alle Studenten sichtbar können diese bewertet werden. Handelt es sich zusätzlich um Diskussionsfragen, so können Antworten auf Fragen gegeben werden, die ebenfalls bewertet werden können.

Aufgabe: Führen Sie folgende Teilaufgaben aus:

1. Erstellen Sie eine Frage, in der Sie mindestens ein Element des Editors benutzen.
2. Bewerten Sie die angezeigten Fragen nach Ihrem Empfinden.
3. Geben Sie eine Antwort auf mindestens eine Frage.

Bewerten Sie anschließend das Teilsystem zum Erstellen von Fragen, Antworten und Bewertungen mittels „System Usability Scale“ Fragebogen.

Testfall 5: Auswertung von Fragen

Wie bereits zuvor erwähnt sind Fragen entweder für den Dozenten oder für alle Studenten sichtbar, wobei nochmal unterschieden wird, ob die Fragen lediglich bewertet werden können oder ebenfalls beantwortet/diskutiert werden können. Sind Fragen durch Studenten nicht beantwortbar besitzt der Dozent die Möglichkeit, diese selbst zu beantworten oder sie an Studenten freizugeben, um sie von diesen diskutieren zu lassen.

Aufgabe: Der Dozent hat mittels unterstützter Funktionsauswahl Votingfragen als „Fragen stellen“ Typ ausgewählt. Studenten haben dabei für sie interessante Fragen nach oben gevotet. Benutzen Sie die Übersicht, um diese Fragen an Studenten zur Diskussion freizugeben. Löschen Sie unrelevante Fragen. Bewerten Sie anschließend das Teilsystem zur Auswertung von Fragen mittels „System Usability Scale“ Fragebogen.

A.4 ERGEBNIS DER FUNKTIONSAUSWAHL UND BEWERTUNGSFRAGEBOGEN

Ergebnis der Funktionsauswahl

Anwendungsfall: Einführungsveranstaltung einer sehr gut besuchten Erstsemestervorlesung in Mathematik.

Faktoren	Wert
Studentenanzahl	
Beamer/Lichtverhältnisse	
Vorbereitungszeit	
Verfügbare Zeit in der Lehrveranstaltung	
Semesterzeitpunkt	
Einstellung der Studenten	
Einstellung des Dozenten	
Aktive Teilnehmer am System	

Nachfolgend ist anzugeben, wie sehr Sie der Auswahl der einzelnen Funktionen für den angegebenen Anwendungsfall zustimmen. Dabei sind Bewertungen von 1 (Ich stimme überhaupt nicht zu) bis 5 (Ich stimme völlig zu) abzugeben.

Funktion	Bewertung	Auswahl	Zustimmung
Kursfragen			
Veranstaltungsfragen			
Folienfragen			
Metakognitive NR			
Kognitive NR			
Bereitstellung von Links oder Materialien			
IF Lautstärke			
IF Geschwindigkeit			
Tutorfragen			
Votingfragen			
Diskussionsfragen			

A.5 SYSTEM USABILITY SCALE FRAGEBOGEN

Hinweise

Bitte wählen Sie das Feld aus, dass Ihre erste Reaktion auf die Aussage widerspiegelt. Denken Sie nicht zu lange über jede Aussage nach. Versuchen Sie auf jede Aussage zu antworten. Wenn Sie nicht wissen wie Sie darauf antworten sollen, wählen Sie das dritte Feld ([3]). Als System ist der zuvor benutzte Teil des Gesamtsystems zu sehen.

Fragebogen

	Ich stimme überhaupt nicht zu					Ich stimme völlig zu
1. Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.	1	2	3	4	5	
2. Ich empfinde das System als unnötig komplex.	1	2	3	4	5	
3. Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.	1	2	3	4	5	
4. Ich denke, dass ich technischen Support brauchen würde, um das System zu nutzen.	1	2	3	4	5	
5. Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Systems gut integriert sind.	1	2	3	4	5	
6. Ich finde, dass es im System zu viele Inkonsistenzen gibt.	1	2	3	4	5	
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das System schnell zu beherrschen lernen.	1	2	3	4	5	
8. Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich.	1	2	3	4	5	
9. Ich habe mich bei der Nutzung des Systems sehr sicher gefühlt.	1	2	3	4	5	
10. Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte.	1	2	3	4	5	

Verbesserungsvorschläge (optional): _____

LITERATURVERZEICHNIS

- [B+96] BROOKE, John u. a.: SUS-A quick and dirty usability scale. In: *Usability evaluation in industry* 189 (1996), No. 194, pp. 4–7
- [BK13] BRAUN, Iris ; KAPP, Felix: Interaktivere Vorlesungen durch den Einsatz mobiler Endgeräte. (2013)
- [BKKS15] BRAUN, Iris ; KAPP, Felix ; KÖRNDLE, Hermann ; SCHILL, Alexander: Onlinegestützte Audience Response Systeme: Förderung der kognitiven Aktivierung in Vorlesungen und Eröffnung neuer Evaluationsperspektiven. In: *Wissensgemeinschaften 2015*, 2015, pp. 157–165
- [Bru07] BRUFF, Derek: Clickers: A classroom innovation. In: *National Education Association Advocate* 25 (2007), No. 1, pp. 5–8
- [Che16] CHEN, Kaijun: *Graphical Discussion System*, TU Dresden, Masterarbeit, 2016
- [CRS+14] CARROLL, Julie-Anne ; RODGERS, Jess ; SANKUPELLAY, Mangalam ; NEWCOMB, Michelle ; COOK, Roger: Systematic evaluation of GoSoapBox in tertiary education: a student response system for improving learning experiences and outcomes. In: *INTED2014 Proceedings* (2014)
- [Har16] HARA, Tenshi: *Analysis on tech-enhanced and anonymous Peer Discussion as well as anonymous Control Facilities for tech-enhanced Learning*, TU Dresden, Dissertation, 2016
- [HKBS15] HARA, Tenshi ; KAPP, Felix ; BRAUN, Iris ; SCHILL, Alexander: Comparing Tool-supported Lecture Readings and Exercise Tutorials in classic University Settings. In: *Psychology* 90 (2015), pp. 30
- [Joh16] JOHST, Martin: *Entwicklung einer Applikation zur Steuerung von Präsentationen in einer Vorlesung mit Smartwatches und der Kopplung mit der ARS-Plattform AMCS*, TU Dresden, Bachelorarbeit, 2016
- [KBH16] KAPP, Felix ; BRAUN, Iris ; HARA, Tenshi: Evaluating Lectures through the Use of Mobile Devices - Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS) as a Means to bring Evaluation to the next Level. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Computer Supported Education*, 2016, pp. 251–257
- [KBKS14] KAPP, Felix ; BRAUN, Iris ; KÖRNDLE, Hermann ; SCHILL, Alexander: Metacognitive Support in University Lectures Provided via Mobile Devices. In: *INSTICC; Proceedings of CSEDU 2014* (2014)

- [KES14] KÜHBECK, Felizian ; ENGELHARDT, Stefan ; SARIKAS, Antonio: OnlineTED.com - a novel web-based audience response system for higher education. A pilot study to evaluate user acceptance. In: *GMS Zeitschrift für medizinische Ausbildung* 31 (2014), No. 1, pp. 1–13
- [KL09] KAY, Robin H. ; LESAGE, Ann: Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. In: *Computers & Education* 53 (2009), No. 3, pp. 819–827
- [KL16] KRAUSS LEÓN, Christian: *Live-Feedback-Systeme und Evaluationstools in Vorlesungen*, TU Dresden, Hauptseminararbeit, 2016
- [LVC14] LEIDING, Benjamin ; VETTERICK, Jonas ; CAP, Clemens H.: Exploring Classroom Response Systems in Practical Scenarios. (2014)
- [MHDJ+08] MACGEORGE, Erina L. ; HOMAN, Scott R. ; DUNNING JR, John B. ; ELMORE, David ; BODIE, Graham D. ; EVANS, Ed ; KHICHADIA, Sangeetha ; LICHTI, Steven M. ; FENG, Bo ; GEDDES, Brian: Interactive lectures: Clickers or personal devices? In: *Educational Technology Research and Development* 56 (2008), No. 2, pp. 125–145
- [MJ15] MORRELL, Lesley J. ; JOYCE, Domino A.: Student evaluation of audience response technology in large lecture classes. In: *F1000Research* 4 (2015), pp. 64
- [NE14] NITSCHKE, Kathrin ; EYMANN, Torsten: Erfahrungen mit mobile Learning in der Hochschullehre-Vergleich zwischen Massenveranstaltung und Seminar. In: *DeLFI*, 2014, pp. 217–228
- [Nie95] NIELSEN, Jakob: How to Conduct a Heuristic Evaluation. In: *Heuristic Evaluation* (1995). <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>
- [Rau11] RAUER, Matthias: Quantitative Usability-Analysen mit der System Usability Scale (SUS). (2011). <https://blog.seibert-media.net/blog/2011/04/11/usability-analysen-system-usability-scale-sus/>
- [Sch16] SCHUBOTZ, Antje: *Entwicklung einer Lecturer App zur Kopplung einer Präsentationssoftware mit der ARS-Plattform AMCS*, TU Dresden, Bachelorarbeit, 2016
- [SHM09] SCORNAVACCA, Eusebio ; HUFF, Sid ; MARSHALL, Stephen: Mobile phones in the classroom: if you can't beat them, join them. In: *Communications of the ACM* 52 (2009), No. 4, pp. 142–146
- [Sto15] STOWELL, Jeffrey R.: Use of clickers vs. mobile devices for classroom polling. In: *Computers & Education* 82 (2015), pp. 329–334

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich recht herzlich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Masterarbeit auf vielfältige Weise unterstützt haben.

Zuerst möchte ich mich bei meiner gesamten Familie, sowie meinen Freunden bedanken, die mich immer wieder aufs Neue ermutigt haben, meinen Weg durchzuziehen, in guten wie in schlechten Zeiten. Ihr seid die Besten!

Anschließend möchte ich meinen Betreuern, Herrn Dr.-Ing. Tenshi Hara und Frau Dr.-Ing. Iris Braun, bedanken, die mir sowohl im Rahmen dieser Arbeit als auch im gesamten Studium jederzeit hilfsbereit zur Seite standen. Ihr habt die Realisierung dieser Arbeit erst möglich gemacht.

Ein weiterer Dank geht an Herrn Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Alexander Schill, der als zuständiger Hochschullehrer agierte und die Vergabe dieser Masterarbeit genehmigte.

Darüber hinaus bedanke ich mich beim gesamten Team von AMCS. Hierbei erwähnen möchte ich Dr. rer. nat. Felix Kapp, B. Sc. Patrick Buchholz sowie B. Sc. Markus Heider, die mich während der Arbeit auf verschiedenste Weise unterstützt haben.

Ein besonderer Dank geht außerdem an Angelika Barth für ihren freiwilligen Einsatz als Korrekturleserin.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die sich als Testperson für meine Evaluation bereiterklärt haben.

„Life’s too short to be afraid
- step inside the sun!“

– Robbie Williams