

Diplomarbeit

# Informationssysteme mit interaktiven Nutzungskomponenten am Beispiel des web-basierten Self-Assessments

Christoph Gerkens

Betreut von:

Prof. Dr. Joachim W. Schmidt,  
Rainer Marrone

Institut für Softwaresysteme  
Technische Universität Hamburg-Harburg

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Projekthintergrund und Motivation . . . . .	1
1.2	Ziel der Arbeit . . . . .	1
1.3	Gliederung . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Web-basiertes Self-Assessment und Interaktivität</b>	<b>3</b>
2.1	Web-basiertes Self-Assessment für Studieninteressierte . . . . .	3
2.1.1	Prinzip der Selbstausswahl für Studieninteressierte . . . . .	4
2.2	Begriffsdefinition . . . . .	5
2.2.1	Web-basierte Informationssysteme . . . . .	5
2.2.2	E-Assessment . . . . .	7
2.2.3	E-Learning . . . . .	8
2.2.4	E-Self-Assessment . . . . .	9
2.3	Interaktivität . . . . .	11
2.3.1	Interaktivität in Lernsystemen . . . . .	11
2.3.2	Interaktivität in Assessment-Systemen . . . . .	12
<b>3</b>	<b>HEAP: Ziele und Anforderungen</b>	<b>14</b>
3.1	Self-Assessment für die fundierte Studienwahl . . . . .	14
3.2	Anforderungsdefinition Psychologie (Universität Hamburg) . . . . .	15
3.2.1	Gliederung . . . . .	15
3.2.2	Testablauf und Navigation . . . . .	16
3.2.3	Self-Assessment Inhalte . . . . .	17
3.2.4	Abhängigkeiten zwischen Testelementen . . . . .	22
3.2.5	Unterbrechung des Selbsttests . . . . .	22
3.2.6	Fremdsystem-Anbindung . . . . .	22
3.3	Anforderungsdefinition Maschinenbau und Produktion (HAW Hamburg) . . . . .	23
3.3.1	Gliederung . . . . .	23
3.3.2	Testverlauf und Navigation . . . . .	23
3.3.3	Self-Assessment Inhalte . . . . .	24
3.3.4	Abhängigkeiten innerhalb des Selbsttests . . . . .	27
3.3.5	Testgenerierung . . . . .	27
3.3.6	Unterbrechung des Selbsttests . . . . .	27
3.3.7	Fremdsystem-Anbindung . . . . .	27
3.4	Anforderungen Wirtschaftswissenschaften (Universität Hamburg) . . . . .	28

## Inhaltsverzeichnis

3.5	Zusammenfassung der HEAP-Anforderungen . . . . .	29
3.5.1	Akteure und Anwendungsfälle . . . . .	29
3.5.2	Gliederung und Navigation . . . . .	29
3.5.3	Inhaltstypen . . . . .	30
3.5.4	Abhängigkeiten zwischen Testelementen . . . . .	31
3.5.5	Datenexport . . . . .	32
<b>4</b>	<b>Standards und Systeme</b>	<b>33</b>
4.1	Spezifikationen und Standards . . . . .	33
4.1.1	Question and Test Interoperability Specification (QTI) der IMS . .	34
4.1.2	Sharable Content Object Reference Model (SCORM) der ADL . .	38
4.1.3	Learning Object Metadata (LOM) der IEEE LTSC . . . . .	38
4.2	Ausgewählte Systeme mit Online-Testing/Assessment-Unterstützung . . .	38
4.2.1	ILIAS 3.5 . . . . .	39
4.2.2	Moodle 1.5.3 . . . . .	39
4.2.3	infoAsset Broker WebAC . . . . .	40
4.3	Bewertung der Systeme . . . . .	40
<b>5</b>	<b>Implementierung</b>	<b>42</b>
5.1	Die Online Test Extension des infoAsset Brokers . . . . .	42
5.1.1	Domänenmodell und Funktionalität . . . . .	42
5.1.2	Bewerbungsablauf . . . . .	45
5.2	Machbarkeitsstudie . . . . .	45
5.2.1	Gliederung . . . . .	46
5.2.2	Navigation . . . . .	47
5.2.3	Inhalte . . . . .	47
5.2.4	Unterbrechung des Tests . . . . .	48
5.2.5	Datenexport . . . . .	48
5.2.6	Zusammenfassung . . . . .	48
5.3	Realisierung der HEAP-Anforderungen . . . . .	49
5.3.1	Benutzeroberfläche . . . . .	49
5.3.2	Inhaltstypen . . . . .	49
5.3.3	Gliederung und Navigation . . . . .	51
5.3.4	Datenexport . . . . .	54
<b>6</b>	<b>Abschließende Betrachtungen</b>	<b>55</b>
6.1	Projektergebnisse . . . . .	55
6.2	Zusammenfassung . . . . .	56
6.3	Ausblick . . . . .	56
	<b>Anhang A</b>	<b>58</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>68</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>68</b>

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Prinzip der Selbstausswahl . . . . .	5
2.2	Schematische Struktur eines Informationssystems . . . . .	6
3.1	HEAP-Kooperationspartner . . . . .	15
3.2	Zustandsdiagramm für die Navigation des Psychologie-Selbsttests . . . . .	17
3.3	Interaktive Animation mit MouseOver-Ereignissen . . . . .	18
3.4	Interaktive Übungen zur Stundenplan-Erstellung . . . . .	20
3.5	Feedback zur Stundenplan-Erstellung (Ergebnis & Bewertung) . . . . .	21
3.6	Anwendungsfallmodell für Akteur „Studieninteressierter“ . . . . .	30
4.1	Kooperationsnetzwerk der Standardisierungsgremien . . . . .	33
4.2	Rollen des Assessments und Assessment Items . . . . .	35
4.3	„match_correct“ response processing template . . . . .	37
5.1	Domänenmodell der Online Test Extension . . . . .	43
5.2	Erweiterungen für zusätzliche Fragetypen . . . . .	50
5.3	Indexstruktur für die Kapitelgliederung und -Navigation . . . . .	53
6.1	QTI assessment item: choice interaction . . . . .	58
6.2	QTI assessment item: orderInteraction . . . . .	59
6.3	QTI assessment item: associateInteraction . . . . .	59
6.4	QTI assessment item: matchInteraction . . . . .	60
6.5	QTI assessment item: gapMatchInteraction . . . . .	60
6.6	QTI assessment item: inlineChoiceInteraction . . . . .	60
6.7	QTI assessment item: textEntryInteraction . . . . .	61
6.8	QTI assessment item: extendedTextInteraction . . . . .	61
6.9	QTI assessment item: hottextInteraction . . . . .	62
6.10	QTI assessment item: hotspotInteraction . . . . .	62
6.11	QTI assessment item: selectPointInteraction . . . . .	63
6.12	QTI assessment item: graphicOrderInteraction . . . . .	64
6.13	QTI assessment item: graphicAssociateInteraction . . . . .	65
6.14	QTI assessment item: graphicGapMatchInteraction . . . . .	66
6.15	QTI assessment item: positionObjectInteraction . . . . .	67
6.16	QTI assessment item: sliderInteraction . . . . .	67

# Tabellenverzeichnis

3.1	Datenexport-Schema für das Bonus-Programm der HAW . . . . .	28
4.1	Vergleich der Self-Assessment Unterstützung (ILIAS, WebAC, Moodle) . .	41
5.1	Anforderungsabdeckung durch die Online Test Extension (OTE) . . . . .	48
5.2	Zustandsmöglichkeiten eines Kapitels . . . . .	54

# Copyrights

Real, RealAudio, RealVideo, RealPlayer und Helix sind eingetragene Warenzeichen von RealNetworks Inc.

Flash ist eingetragenes Warenzeichen von Adobe Systems Inc.

Java und JavaScript sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen von Sun Microsystems, Inc.

# 1 Einleitung

## 1.1 Projekthintergrund und Motivation

Nach einer Änderung des Hochschulrahmengesetzes (HRG) können deutsche Hochschulen seit Anfang 2005 ihre Studierenden selbst auswählen. Hieraus ergibt sich die Frage, nach welchen Kriterien sich ein geeignetes Auswahlverfahren aufbauen läßt. Für Hochschule und Gesellschaft, für Lehrende und Forschende sowie insbesondere für die Studierenden selbst, wäre es ideal, wenn Studierende genau dasjenige Studium und denjenigen Beruf ergreifen würden, wofür sie von den Studieninteressen und -fähigkeiten her eine besondere Eignung besitzen.

Nach der Deutschen Gesellschaft für Psychologie ist die Abiturnote bislang der beste Einzelindikator für den Studienerfolg, gewichtete Einzelnoten können die prognostische Validität etwas verbessern. Auswahlgespräche werden nicht empfohlen, da sie (zumindest in unstandardisierter Form) zu subjektiv, anfällig für Urteilsfehler, in hohem Maße verfälschbar sind und vor allem nur eine mäßige prognostische Validität besitzen. Zusätzlich zu Schulnoten werden standardisierte fachspezifische Studierfähigkeitstests empfohlen. Ein solcher Test muß jedoch prognostisch valide und fälschungssicher sein, damit er juristisch nicht anzugreifen ist. Dies führt zu einem hohen Aufwand für die Erstellung und Testdurchführung. Das Hochschul-E-Assessment-Projekt (HEAP) geht einen anderen Weg, indem es auf Selbstauswahl setzt. Hierdurch lassen sich Überwachung und Rechtsprobleme umgehen und Kosten senken. Daneben wird auf das Bedürfnis nach Informiertheit und Selbstbestimmung bei der Studienentscheidung eingegangen.

Im HEAP-Kontext erproben drei Hamburger Hochschulen (Universität Hamburg, HAW Hamburg, TU Hamburg-Harburg) die Selbstauswahl im Rahmen virtueller Informationsangebote, deren Bestandteil u. a. ein web-basierter Selbsttest, gegebenenfalls kombiniert mit E-Learning Komponenten, sein soll. Für drei prototypische Studiengänge – Psychologie, Wirtschaftswissenschaften und Maschinenbau und Produktionstechnik – werden Inhalte und Anforderungen definiert, die anschließend informationstechnisch realisiert werden sollen. Das Angebot soll den Studieninteressierten dann als virtuelle Studienberatung online zur Verfügung gestellt werden. Die während des Betriebs gesammelten Daten und Feedbacks der Teilnehmer sollen zur Evaluation des Projekts hinzugezogen werden.

## 1.2 Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit soll eine web-basierte Lösung auf Basis eines Softwaresystems für die Realisierung der studiengangbezogenen Selbstauswahl (Self-Assessment) erarbei-

## 1 Einleitung

tet werden. Hierbei soll insbesondere auf die Bedürfnisse, die sich aus den speziellen Anforderungen der HEAP Prototypen ergeben, eingegangen werden. Diese sollen soweit wie möglich generalisiert und konzeptuell aufbereitet werden. Die Anforderungen werden als Kriterien für die Wahl eines geeigneten Softwaresystems herangezogen. Das Auswahlpektrum reicht von projektspezifischen Individuallösungen bis hin zu Standard-Software. Eine Lösung, die gänzlich auf Individual-Software setzt, kann nah an den speziellen Anforderungen entwickelt werden. Der Umfang der Prototypen und eine längerfristige Durchführung von web-basierten Self-Assessments führen jedoch zu einem nicht vertretbaren Aufwand. Andererseits werden Standard-Systeme den vielfältigen Anforderungen vermutlich nicht gerecht werden. Die geplanten Angebote befinden sich im Dreieck zwischen E-Assessment, E-Learning und Informationsportal und lassen sich nicht stereotypisch klassifizieren. Nicht zuletzt lassen sich die vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten nicht vollständig generisch von einem System umsetzen, sodaß als Lösung ein offenes Standard-System, zusammen mit spezifischen Erweiterungen bzw. Anpassungen, angestrebt wird.

### 1.3 Gliederung

In Kapitel 2 wird zunächst auf theoretische Grundlagen eingegangen. Es werden mögliche Vorgehensweisen für die Durchführung von web-basiertem Self-Assessment für Studieninteressierte vorgestellt und die damit verbundenen Begriffe erläutert. Danach werden die Anforderungen an ein web-basiertes Softwaresystem für das Self-Assessment im HEAP-Kontext im Kapitel 3 erarbeitet. Es werden die konzeptuellen Anforderungen der einzelnen HEAP-Prototypen identifiziert und diese zu einem Anforderungskatalog zusammengefaßt. In Kapitel 4 werden Spezifikationen aus dem E-Learning Umfeld vorgestellt. Anschließend werden ausgewählte Systeme mit Testing/Assessment-Unterstützung beschrieben und, in Bezug zu den aus Kapitel 3 gewonnenen Anforderungen, verglichen und bewertet. Kapitel 5 befaßt sich mit der Implementierung eines web-basierten Self-Assessment-Systems, daß zur Realisierung der HEAP-Prototypen verwendet werden soll. Abschließend wird in Kapitel 6 die Arbeit zusammengefaßt, Erfahrungen mit der Erstellung der Prototypen und erste Ergebnisse aus dem HEAP-Betrieb angesprochen, sowie ein Ausblick gegeben.

## 2 Web-basiertes Self-Assessment und Interaktivität

### 2.1 Web-basiertes Self-Assessment für Studieninteressierte

Um Studieninteressierten bei der Wahl eines, für sie geeigneten Studiengangs zu unterstützen, lassen sich zwei mögliche Vorgehensweisen unterscheiden:

1. Das Finden eines, zum Studieninteressierten bestmöglich passenden Studiengangs aus einer Vielzahl von möglichen Studiengängen.
2. Die Überprüfung des „Abdeckungsgrades“ bezüglich der Interessen und Fähigkeiten des Studieninteressierten und den Anforderungen, Inhalten und Zielen eines in Frage kommenden Studiengangs.

Die erste Vorgehensweise hat das Ziel, für einen Studieninteressierten den „optimalen“ Studiengang zu finden. Optimal bzw. bestmöglich bedeutet hier, einen Studiengang auszuwählen, der den Interessen und Fähigkeiten des Studieninteressierten am besten entsprechen. Die zweite Vorgehensweise geht davon aus, daß der Studieninteressierte bereits selbst eine Vorauswahl von für sich in Frage kommenden Studiengängen aus den angebotenen Studiengängen getroffen hat.

Die erste Vorgehensweise – einen Studiengang aus einer Menge auszuwählen – läßt sich theoretisch umsetzen, indem die zweite Vorgehensweise auf alle möglichen Studiengänge angewendet wird. Dieser Ansatz geht jedoch davon aus, daß die Überprüfung des Abdeckungsgrads eine messbare Größe als Ergebnis hat. In der Praxis wird sich ein solches Ergebnis jedoch nur schwer erreichen lassen. Ein „strenger“ Test mit einem Ergebnis der Form „i Prozent Abdeckung“ wird bei der Wahl eines Studiengangs höchstwahrscheinlich nicht alle Aspekte richtig erfassen, wie z. B. das Interesse und die Motivation des Studieninteressierten. Desweiteren wäre die n-fache Durchführung der Überprüfung des Abdeckungsgrads zu umfangreich. Dies führt zu der Idee, ein Profil des Studieninteressierten zu erstellen, das die Interessen, Motivation und Fähigkeiten des Studieninteressierten erfaßt und dieses Profil mit den Eigenschaften aller Studiengänge zu vergleichen. Dieser Ansatz ist nicht nur mit dem Problem verbunden, ein explizites Profil eines Studieninteressierten zu erstellen, sondern auch damit, ein automatisches oder manuelles Matchmaking für ein solches Profil und allen Studiengängen durchzuführen. Hierbei ist nicht nur – im Fall eines rechnergestützten, automatisierten Verfahrens – die Komplexität der beiden Schritte (Profiling, Matchmaking) ein Problem, sondern auch die mit den notwendigen Vereinfachungen verbundenen Verluste, die das ganze Verfahren unsicher machen können.

Der Ansatz, die Studienwahl durch persönliche Gespräche zwischen Studieninteressierten und Studienberater zu unterstützen, ist sehr personal-/kostenintensiv und nicht empfehlenswert (siehe 1.1). Die zweite Vorgehensweise läßt sich jedoch vereinfachen, indem die Verantwortung und ein Teil der Kompetenz zur Bewertung und Einschätzung auf den Studieninteressierten selbst übertragen wird. Dies soll mit Hilfe von studiengangbezogenen Selbsttests erreicht werden. Der Studieninteressierte absolviert einen Selbsttest, der neben Testelementen, die der automatischen Auswertung dienen, Informationen zu den Voraussetzungen, der Organisation und den Anforderungen des Studiengangs sowie des Berufsbildes enthält. Der Studieninteressierte erhält als Resultat Einschätzungen, wie seine Fähigkeiten im Hinblick auf die Anforderungen des Studiengangs zu beurteilen sind. Die Einschätzungen basieren auf den Auswertungen der beantworteten Fragen und Aufgaben des Selbsttests. Nicht allein diese Beurteilungen, sondern auch die vermittelten Informationen über das Studium, ermöglichen es dem Studieninteressierten, den Studiengang besser einzuschätzen und zu einer Entscheidung zu gelangen, ob er/sie die Fähigkeiten und das Interesse für den Studiengang besitzt. Am Ende steht die Selbstauswahl durch den Studieninteressierten (Self Assessment), im positiven Fall ein fundierter Entschluß, sich für den Studiengang zu bewerben.

Zusammenfassend läßt sich das Prinzip der studiengangbezogenen Selbstauswahl für Studieninteressierte ableiten.

### 2.1.1 Prinzip der Selbstauswahl für Studieninteressierte

Das Prinzip der Selbstauswahl zielt auf eine fundierte Studienentscheidung ab und stützt sich auf drei Elemente:

1. auf die „multimediale“ Präsentation von Informationen (Stichwort „Kennen“)
2. auf Übungen und Selbsttests, mit deren Bearbeitung die Studieninteressierten ihre Kompetenzen mit den Anforderungen des Studiengangs abgleichen (Stichwort „Können“),
3. auf Fragen und Hinweise, die die Studieninteressierten dazu anregen, ihre Studienmotivation kritisch zu reflektieren (Stichwort „Wollen“).



Abbildung 2.1: Prinzip der Selbstausswahl

## 2.2 Begriffsdefinition

Der Prozeß der Selbstausswahl wird in dieser Arbeit als Self-Assessment bezeichnet. Als Abgrenzung hierzu ist das Fremd-Assesment bekannt, welches zum Beispiel in konventionellen Assessment-Centern zum Einsatz kommt. Die Selbstausswahl soll computerunterstützt realisiert werden, womit, in Analogie zum E-Learning, die Bezeichnung E-Self-Assessment zutreffend ist. Self-Assessment kommt auch im E-Learning zum Einsatz, wo es als Evaluierung des Lernfortschritts verwendet wird. E-Self-Assessment sagt noch nicht, welche Kanäle bzw. Medien zur Kommunikation mit dem Studieninteressierten verwendet werden. Kommunikation und Medien können in online und offline unterteilt werden. Ein elektronischer Selbsttest auf CD-ROM ist ein Beispiel für ein offline Medium. In unserem Fall wird ein online System angestrebt, bei dem der Studieninteressierte über das Web mit einem oder mehreren Servern kommuniziert. Somit ist online Self-Assessment, bzw. genauer web-basiertes Self-Assessment, die zutreffende Bezeichnung für die Selbstausswahl im HEAP-Kontext. Für web-basierte Self-Assessment-Systeme läßt sich systemtechnisch die Oberklasse web-basierte Informationssysteme identifizieren.

In den nächsten Abschnitten werden die genannten Begriffe erläutert und zueinander in Beziehung gesetzt.

### 2.2.1 Web-basierte Informationssysteme

Ein Informationssystem dient der rechnergestützten Erfassung, Speicherung, Verwaltung, Verarbeitung, Verbreitung und Anzeige von Information. Es besteht aus Hardware, Software (Anwendungen, Datenbanken, etc.) und Daten. Vernachlässigt man den Hardware-Aspekt, so stellt ein Informationssystem ein spezielles Softwaresystem dar.

## 2 Web-basiertes Self-Assessment und Interaktivität

Nach Schmidt/Matthes lässt sich ein Informationssystem an den folgenden vier charakteristischen Eigenschaften definieren („PQRI-Anforderungen“) [1]:

**Persistenz** (Langlebigkeit) des Informationsbestands. Die Lebensdauer des Informationsbestands ist nicht durch die Lebensdauer der informationsverarbeitenden Vorgänge beschränkt.

**Quantität** des regulär strukturierten Informationsbestands. Die Größe des Informationsbestands ist nicht fest vorgegeben, sondern variiert über die Lebensdauer des Informationssystems.

**Reaktivität** bezüglich der Umgebung des Informationssystems. Das Informationssystem interagiert mit seiner Umgebung. Eingehende Informationen werden verarbeitet; das System antwortet gegebenenfalls und kann weitere Aktivitäten in der Umgebung auslösen.

**Integrität** des Informationsbestands. Das Informationssystem wahrt die Integritätsbedingungen ein- und ausgehender Informationen.

Abbildung 2.2 zeigt die schematische Struktur eines Informationssystems .

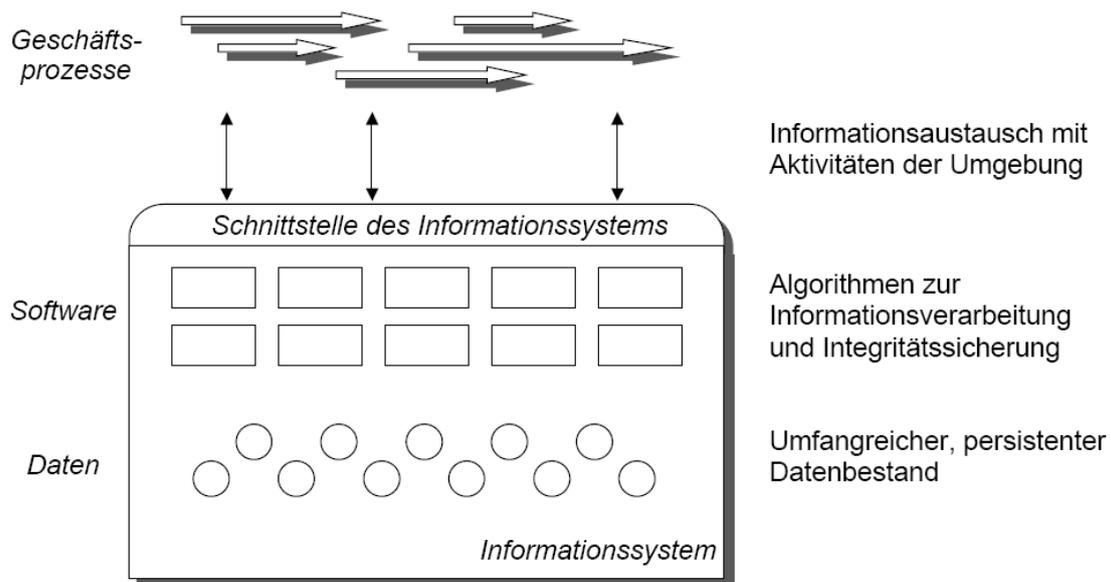


Abbildung 2.2: Schematische Struktur eines Informationssystems

(Entnommen aus [1])

Web-basierte Informationssysteme nutzen zum Informationsaustausch mit der Umgebung Web-Technologien. Der Benutzer kommuniziert/interagiert insbesondere mit dem Informationssystem (zugänglich via Web-Server) über einen Web-Browser (Web-Client). Als Kommunikationsprotokoll wird hauptsächlich HTTP verwendet; für die Repräsentation und Darstellung der Information kommen XML und HTML zum Einsatz. Sollen Informationen auf dem Client verarbeitet oder die Präsentations- und Interaktionsmöglichkeit erweitert werden, können Technologien wie JavaScript, Flash und Java Applets genutzt werden.

### 2.2.2 E-Assessment

Nach [2, E-Assessment] wird E-Assessment im weitesten Sinn, als die Verwendung von Informationstechnologie für assessmentbezogene Aktivitäten definiert. Durch die Ähnlichkeit zum E-Learning wird der Begriff E-Assessment häufig allgemein für die Verwendung von Computern im Assessment-Prozess benutzt. Diese Definition läßt sich auf ein weites Feld von assessmentbezogenen Aktivitäten anwenden, von der Verwendung eines Texteditors zum Erstellen von Assessment-Inhalten bis hin zur Durchführung von computergestützten Tests.

E-Assessment kann zur Beurteilung von kognitiven und praktischen Fähigkeiten verwendet werden. Kognitive Fähigkeiten werden mit Hilfe von E-Testing Software bestimmt; praktische Fähigkeiten können z. B. mit Simulationssoftware überprüft werden.

Ein E-Testing System besteht mindestens aus den zwei Komponenten *Assessment Engine* und *Item Bank*, optional kann noch ein Autorenwerkzeug zum Erstellen und Anpassen der Assessment-Inhalte (Items) integriert sein. Eine Assessment Engine ist für die Testdurchführung verantwortlich. Die Assessment-Elemente (Fragen, Aufgaben) sind nicht Bestandteil einer Assessment Engine, sie werden in einer Item Bank hinterlegt. Eine Assessment Engine besteht streng genommen aus Hard- und Software, jedoch ist mit dem Begriff meist nur die Software gemeint. Eine Assessment Engine kann im Allgemeinen mit Standard-Hardware betrieben werden kann und benötigt keine spezielle Hardware. Im Gegensatz zur Assessment Engine, die als Software-Produkt angeboten wird, müssen die Inhalte der Item Bank in der Regel selbst aufgebaut werden. Kommerziell angebotene Testinhalte werden in der Regel nur als Paket zusammen mit einer Assessment Engine vertrieben.

E-Assessment hat gegenüber dem herkömmlichen Assessment die folgenden Vorteile:

1. geringere Kosten (zumindest langfristig),
2. die Kandidaten können unmittelbar ihre Ergebnisse erhalten,
3. die Kandidaten können von beliebigen Orten und meist zu beliebigen Zeiten das System nutzen,
4. höhere Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit, da die Auswertungen automatisch erstellt werden.

E-Assessment kann nicht generell für jeden Typ von Aufgaben verwendet werden. Wenn die Antwortmöglichkeiten zu vielseitig und komplex sind oder sich kein automatisches Auswertungsverfahren finden läßt, ist zumindest teilweise die Beteiligung von Personen im Assessment-Prozeß unvermeidlich. Beispiel: Der Kandidat soll einen gegebenen Text übersetzen. Die Qualität der Antwort (die Übersetzung) läßt sich automatisch nur schwer oder ungenau bestimmen.

### Online Assessment und web-basiertes Assessment

Wird das Internet oder Intranet im Assessment-Prozeß verwendet, spricht man von online Assessment. Kommen Web-Technologien zum Einsatz (z. B. Web-Browser und Web-Server), kann der Begriff online Assessment zu web-basiertem Assessment spezialisiert werden. Die Nutzung des Netzes kann unterschiedlich stark ausgeprägt sein. So können beispielsweise die Daten von einem Server auf einen Assessment-Client geladen und nach Beendigung des Tests die Antworten oder Ergebnisse an den Server zurückgesendet werden. Dieses Szenario ist typisch für Flash-Anwendung oder Java Applets. Der andere Extremfall ist eine Client-Server-Kommunikation in Echtzeit. Die Kommunikationsnutzung liegt beim web-basierten Assessment im allgemeinen zwischen diesen beiden Fällen.

Durch Nutzung von online bzw. web-basierten Architekturen und Technologien für das Assessment läßt sich die Authentizität des Kandidaten und die Kontrolle der erlaubten Hilfsmittel nicht mehr sicherstellen, es sei denn, das Assessment wird unter Aufsicht in einer kontrollierbaren Umgebung (inkl. der Computer) durchgeführt. Nimmt ein Kandidat von zu Hause aus an einem Online-Test teil, ist es nicht möglich nachzuprüfen, ob es sich wirklich um die Person handelt, für den sich der Kandidat ausgibt. Selbst biometrische Authentifizierungsverfahren können dies nicht ändern, da trotzdem noch weitere Personen an der Absolvierung des Tests beteiligt sein können. Außer der Hilfe von Personen, läßt sich auch die Verwendung von anderen Hilfsmitteln nicht kontrollieren. Diese beiden Einschränkungen führen dazu, daß die Vorteile der zeit- und ortsunabhängigen Durchführbarkeit eines web-basierten Tests im (Fremd-)Assessment kaum genutzt werden. In der Regel werden solche Tests zu festgelegten Terminen vor Ort beim durchführenden Institut angeboten. Für das online Self-Assessment spielen die genannten Einschränkungen im Allgemeinen keine Rolle (siehe 2.2.4).

### 2.2.3 E-Learning

Nach M. Kerres werden unter E-Learning alle Formen von Lernen verstanden, bei denen digitale Medien für die Distribution von Lernmaterialien oder der Kommunikation zum Einsatz kommen. E-Learning läßt sich an Hand der verwendeten Technologien untergliedern. So läßt sich zwischen offline und online E-Learning-Technologien unterscheiden. Lernprogramme auf CD-ROM, die meist auf das Selbststudium abzielen, sind ein Beispiel für Computer Based Training (CBT), daß bereits seit den 80er Jahren existiert. Die netz-basierte Weiterentwicklung des CBT ist das Web Based Training (WBT), bei dem die Lerninhalte über das Internet oder ein Intranet verbreitet werden. Alle E-Learning Varianten haben die Gemeinsamkeit, daß die Lerninhalte multimediale Elemente enthalten

können, ortsungebunden und meistens auch zeitlich ungebunden sind.

Zum Erstellen des Lernangebots können Autorensysteme verwendet werden. Leistungsfähige Autorensysteme können zudem an Dokumentenmanagement-Systeme angeschlossen werden und besitzen Multi-User- und Versionierungsfunktionalität. Autorensysteme werden für das Editieren der Lerninhalte, der Seitenstruktur und der Navigation verwendet, wobei nicht alle Funktionen von jedem Autorensystem angeboten werden. Einige Autorensysteme unterstützen spezielle Standard-Formate, wie SCORM oder IMS (siehe 4.1). Viele Lernsysteme integrieren Autorenwerkzeuge; diese Systeme werden Learning Content Management Systeme genannt.

Learning Management Systeme (LMS) oder auch Lernplattformen verwalten das Online- oder Präsenz-Angebot und stellen zudem weitere Funktionen zur Durchführung von Lehrveranstaltungen bereit. Hierzu gehören das Planen und Zusammenstellen von Kursen und Seminaren, die Administration der Teilnehmer, die Bereitstellung der Lernunterlagen und der Evaluation z. B. durch Self-Assessment.

Learning Content Management Systeme (LCMS) vereinen Learning Management Systeme und Autorensysteme. Wie der Name erkennen läßt, handelt es sich bei LCMS um ein auf den E-Learning-Prozeß spezialisiertes Content Management System (LCMS = LMS + CMS). LCMS Systeme haben u. a. das Ziel, die Lerninhalten wiederverwendbar zu machen [3] [2, E-Learning].

### 2.2.4 E-Self-Assessment

Self-Assessment kann als abgewandeltes E-Assessment mit Selbstausswahl bzw. Selbsteinschätzung durch den Kandidaten verstanden werden. Beim konventionellen Assessment handelt es sich in der Regel um Fremd-Assessment, d. h. das Assessment wird von einer, den Kandidaten fremden Instanz (Arbeitgeber, Universität, etc.) durchgeführt, um die Kandidaten einzuschätzen und beurteilen zu können und auf dieser Grundlage eine Auswahl zu treffen. Beim Self-Assessment sind die Rollen anders verteilt: Das Self-Assessment unterstützt den Kandidaten dabei, sich selbst einzuschätzen und zu beurteilen, in wie weit seine/ihre Kompetenzen den gegebenen Anforderungen gerecht werden. Die Rolle des Beurteilenden verschmilzt mit der Rolle des zu Beurteilenden.

In Analogie zum E-Assessment und E-Learning, läßt sich E-Self-Assessment als die Verwendung von Informationstechnologie für Self-Assessment bezogene Aktivitäten definieren.

Ein E-Self-Assessment System ist in vielen Punkten identisch mit einem E-Testing System. Ein E-Testing System kann für das E-Self-Assessment verwendet werden, wenn es die abgeänderte Rollenverteilung unterstützt. Dies bedeutet, daß die Funktionalität zur Auswertung und Beurteilung dem Kandidaten zugänglich gemacht wird. Ein System, das E-Self-Assessment unterstützt, sollte dem Kandidaten an Hand von Feedbacks vermitteln, ob seine Antwort auf eine Frage richtig oder falsch ist, welche die richtige Antwort bzw. die richtigen Antworten sind (die Lösung) und eventuell warum die gewählte Antwort richtig oder falsch ist. Desweiteren sollte dem Kandidaten auch auf höheren Ebenen – Testebene und Abschnitts- bzw. Kapitelebene – die Qualität der erbrachten Leistungen vermittelt werden.

## 2 Web-basiertes Self-Assessment und Interaktivität

Ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem Fremd-Assessment ist, daß der Kandidat als Ressource eingeplant werden kann. In 2.2.2 ist das Problem aufgeführt, daß nicht jede denkbare Aufgabe für das E-Assessment geeignet ist, da nicht immer eine automatische Bewertung konstruiert werden kann. Die Aufgabe des Bewertens kann beim Self-Assessment mitunter der Kandidat übernehmen. Anstatt komplexe Aufgaben automatisch auszuwerten, kann dem Kandidaten, nach Beantwortung der Frage, z.B. eine Musterlösung vorgelegt werden, mit der er seine Antwort vergleichen soll. Anschließend kann der Kandidat dem System mitteilen, in wie weit seine Antwort die der Musterlösung entspricht. Beispiel: Der Kandidat soll eine Zusammenfassung zu einem Text erstellen. Die Musterlösung enthält die Kernthemen des Textes. Der Kandidat soll nun prüfen, welche der Kernthemen in seiner Antwort enthalten sind und diese dem System mitteilen. Die Möglichkeit hierbei zu „schummeln“, spielt beim E-Self-Assessment keine so bedeutende Rolle, wie beim E-Assessment, da der Kandidat sich höchstens selbst betrügt.

„Der wesentliche Unterschied eines Self-Assessments zu Eignungs- oder Einstellungstests ist, dass man es aus eigenem Interesse und zur Selbst-Auswertung absolviert.“ [4]

Es gibt einige Unternehmen (seriöse und unseriöse), die kommerziell Self-Assessments bzw. E-Self-Assessments anbieten. Die angebotenen Selbsttests zielen meist auf die Vorbereitung der Bewerbung für einen Arbeitsplatz ab, es gibt aber auch Angebote zur Wahl einer geeigneten Schule, Ausbildung oder eines Studiengangs. Der Teilnehmer soll seine Stärken und Schwächen kennenlernen, um sich z.B. nachher in der Bewerbung bzw. im Bewerbungsgespräch besser „verkaufen“ zu können. Die Selbsttests beziehen sich auf ein oder mehrere Themen (Anforderungen, Qualifikationen), wie emotionale Stabilität oder mathematische Fähigkeiten, fokussieren dabei jedoch selten speziell einen Beruf oder einen Studiengang an einer konkreten Universität.

Self-Assessment ist auch ein Bestandteil des E-Learnings, es wird hier meistens zur Überprüfung des Lernfortschritts genutzt. Das Standard-Szenario für Self-Assessment im E-Learning ist das Folgende: Nach Bearbeitung eines Kurses oder einer Lektion kann der Teilnehmer einen Selbsttest absolvieren, der sich auf die Inhalte des Kurses bzw. der Lektion bezieht. Dem Teilnehmer wird hiermit die Evaluation seiner Lernleistung ermöglicht. Man spricht in diesem Fall von summativen Assessment, im Sinne einer Qualitätskontrolle. Andererseits können die Assessment-Ergebnisse auch zur Überprüfung der Qualität des Kurses bzw. der Lektion verwendet werden. Scheitern z.B. viele Teilnehmer an den gleichen Fragen, so kann dies ein Zeichen dafür sein, daß die Lerninhalte nicht optimal vermittelt wurden. Eine Konsequenz hieraus könnte eine Überarbeitung des Lernmaterials und Aufbaus sein. Hierbei handelt es um eine Form des formativen Assesements, im Sinne einer Qualitätssicherung (vgl. [5]).

Neben administrativen Diensten (Kurskalender, Schwarzes Brett, etc.), Kommunikationssdiensten (Chat, Email, Foren) und Lehrfunktionen (Folien, Referenzen zu Netzadressen, etc.) stellt Self-Assessment ein Evaluationdienst dar in E-Learning Systemen dar (nach IMS Global Learning, [6]), . Self-Assessment oder Assessment muß aber nicht immer nur prüfenden Charakter besitzen, es kann auch als Lernmethode eingesetzt werden, z. B. als Learning-by-doing (siehe hierzu [7], [8, S. 11 ff.], [9]).

## 2.3 Interaktivität

Die Begriffe Interaktivität und Interaktion werden in verschiedenen Fachdisziplinen (Soziologie/Psychologie, Informatik, Biologie, Kunst) unterschiedlich verwendet. Selbst in einem Bereich können mitunter abweichende Definitionen auftreten. Allgemein kann Interaktion als das wechselseitige Einwirken von Akteuren oder/und Systemen bezeichnet werden, was die nahe Verwandtschaft zur Kommunikation erkennen läßt. Oft wird Interaktion und Kommunikation auch synonym verwendet, besonders in der Informatik ist dies häufig der Fall [2, Interaktion]. Was unter Interaktion bzw. Interaktivität zu verstehen ist und was nicht, hängt hier stark von der Art der beteiligten Systeme und dem Gegenstand der Interaktion ab. Betrachtet man die Schnittstelle zwischen Mensch und Computersystem (Mensch-Computer-Interaktion), läßt sich der Begriff Interaktion von der Kommunikation abgrenzen. Hier kommt es zur Interaktion zwischen Benutzer und Benutzerschnittstelle, wenn diese sich gegenseitig aufeinander beziehen (interagieren). Interaktion besitzt hier einen handelnden Charakter. Indessen bezieht sich die Kommunikation auf Übermittlung und Austausch von Daten und Informationen, was auch einseitig auftreten kann.

### 2.3.1 Interaktivität in Lernsystemen

Bei der Gestaltung multimedialer Lernsysteme bezeichnet Interaktivität die Eigenschaften der Software, dem Benutzer diverse Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten zu ermöglichen. Die Interaktivität soll ein individualisiertes Lernen möglich machen, indem die Auswahl und die Darstellungsform von Informationen dem Vorwissen, den Interessen und Bedürfnissen der Lernenden entsprechend angepaßt werden, bzw. von diesem manipuliert werden können [2, Interaktivität].

Schulmeister unterscheidet im Bezug auf Lernobjekte streng zwischen Interaktion und Navigation. Interaktion mit Lernobjekten hat für ihn kognitive, semantische und symbolische Dimension, während Navigation lediglich der Ablaufsteuerung und dem Wechseln des Displays dient [10]. Strzebkowski hingegen unterscheidet Steuerungsinteraktion und didaktische Interaktion. Steuerungsinteraktionen umfassen die Aktionen, die im engeren Sinne der Steuerung des Computers und der Software dienen. Didaktische Interaktionen sind dagegen wesentlich komplexer und dienen dem Erreichen von Lernzielen. Auf Lernsystemebene unterteilt Strzebkowski Interaktivität in Lernumgebungs-Aktivitäten, Navigations- und Dialogfunktionen, Aktivitäten bei der Informationspräsentation, Bearbeitungsfunktionen für präsentierte Inhalte und Bearbeitungsmöglichkeiten der Datenbasis [11, 2].

Nach der Learning Object Metadata Spezifikation (LOM) des IEEE Learning Technology Standards Committees werden für Lernobjekte drei Interaktivitätstypen definiert: aktiv, expositiv und gemischt. Expositive Objekte sind im wesentlichen Informationsquellen, während der Benutzer über aktive Objekte auch Informationen an das System übermitteln kann. Weiter werden 16 Ressourcetypen festgelegt: Übungen, Simulationen, Umfragen/Fragebögen, Diagramme, Abbildungen, Graphen, Inhaltsverzeichnisse, Folien, Tabellen, Texte, Prüfungen, Experimente, Fragestellungen, Self-Assessment und Lektio-

nen. Außerdem gibt es fünf, nicht sehr aussagekräftige, Interaktivitätsniveaus von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“.

Schulmeister macht mit der „Taxonomie von interaktiven Komponenten“ einen Vorschlag für eine objektive Skalierung von Multimedia-Komponenten. Diese umfaßt sechs Interaktivitätsstufen, die danach differenziert sind, in wie weit der Benutzer die Repräsentationform und den Inhalt manipulieren kann [10]:

1. Objekte betrachten und rezipieren. (keine Interaktion)
2. Multiple Darstellungen betrachten und rezipieren.
3. Die Repräsentationsform variieren.
4. Den Inhalt der Komponente modifizieren.
5. Das Objekt bzw. den Inhalt der Repräsentation konstruieren.
6. Den Gegenstand bzw. Inhalt der Repräsentation konstruieren und durch manipulierende Handlungen intelligente Rückmeldung vom System erhalten.

In der ersten Stufe kann der Benutzer die Objekte lediglich betrachten (Bilder, Animation) oder abspielen (Video, Audio). Es gibt keinen Einfluß auf Repräsentationform oder Inhalt und damit auch keine Interaktion. Objekte der zweiten Stufe ermöglichen es dem Benutzer mehrere Varianten einer Repräsentationform zu wählen. Es können z. B. unterschiedliche Qualitäten für ein Video gewählt werden. Wie in der ersten Stufe, kann weder die Darstellung noch der Inhalt verändert werden. In der dritten Stufe kann die Repräsentationform verändert werden, nicht jedoch der Inhalt. Z. B. kann durch Verschieben von vorgegebenen Lehrveranstaltungen ein Stundenplan zusammengestellt werden (siehe 3.2.3). Objekte der vierten Stufe können inhaltlich verändert werden. Die Inhalte werden nach den Vorgaben des Benutzers generiert. Es können beispielsweise die Parameter einer Funktion eingegeben werden, woraufhin der Graph der Funktion gezeichnet wird. In der fünften Stufe befinden sich Objekte, deren Inhalt bzw. das Objekt selbst konstruiert werden kann. Beispiele hierfür sind Editoren und Konstruktionsprogramme. Die sechste und höchste Stufe ergänzt die fünfte Stufe um inhaltsbezogene intelligente Rückmeldungen vom System an den Benutzer. Das System muß dafür die Semantik des konstruierten Objekts verstehen [10].

### 2.3.2 Interaktivität in Assessment-Systemen

Die Definitionen für Interaktivität, bezogen auf Lernsysteme aus dem vorherigen Abschnitt, läßt sich weitestgehend auch auf Assessment-Systeme anwenden. Dies ist nicht verwunderlich, da Self-Assessment ein möglicher Dienst von Lernplattformen ist. Ein Online-Test enthält im Allgemeinen deutlich mehr Elemente, die die Interaktion des Benutzers erwarten, als dies bei einem Online-Kurs der Fall ist. Dieses Verhältnis entschärft sich, je mehr „Learning-by-doing“-Elemente im Lernangebot verwendet werden. Die Objekte in einem Online-Test lassen sich als Komposition von Informations- und

Test/Assessment-Elementen beschreiben. Die Informationselemente werden überwiegend benötigt, um Fragen und Aufgaben zu formulieren oder allgemein Hinweise zum Testablauf und Kontext zu vermitteln. Indessen stellen Testelemente die Antwortmöglichkeiten des Benutzers dar. Während die Informationselemente (Texte, Bilder, Videos, Audios, selbstablaufende Animationen, etc.) in der Interaktions-Taxonomie nach Schulmeister (siehe 2.3.1) auf den unteren Stufen 1-3 angesiedelt sind, finden sich die Testelemente (Multiple-Choice-Auswahl, Texteingaben, An- und Zuordnungskomponenten mit Drag & Drop, Objekte in Grafiken platzieren, etc.) eher auf den höheren Interaktionsstufen 4-6 wieder. Der Informationsfluß bzw. -Kreislauf gestaltet sich für ein Test-Objekt folgendermaßen: Vom System zum Benutzer über die Informationselemente und vom Benutzer zum System über die Testelemente. Die Testelemente bewirken sozusagen eine Umkehrung des Informationsflusses, der allgemein in Informationssysteme meist vom System zum Benutzer verläuft<sup>1</sup>.

In der QTI-Spezifikation des IMS Global Learning Consortiums werden die Objekte eines Online-Tests – genannt Assessment Items – nicht nach dem Typ einer Frage, sondern nach dem Typ der geforderten Interaktion aufgebaut. Elementare QTI-Interaktionen (Simple Items) sind z. B. choice interaction, graphic Order interaction oder position object interaction, was deutlich den interaktiven Schwerpunkt der Testelemente erkennen läßt (siehe 4.1.1 und Anhang A) .

---

<sup>1</sup>Gilt für Informationssysteme, auf die öfter lesend als schreibend zugegriffen wird (einmal erfaßte Informationen werden x-mal abgerufen).

## 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

### 3.1 Self-Assessment für die fundierte Studienwahl

Eine fundierte Studienwahl erfordert Informationen über Voraussetzungen, Organisation und Anforderungen eines Studiengangs sowie über seine Berufsbilder. Dabei ist es wichtig, diese Informationen nicht nur in Textform mitzuteilen, sondern anschaulich erfahrbar und nachvollziehbar zu machen. HEAP (Hochschul E-Assessment Projekt) soll derartige Studieninformation interaktiv und online für ausgewählte Studiengänge Hamburger Hochschulen – Betriebswirtschaft (Uni), Maschinenbau (HAW), Psychologie (Uni) sowie technischer Studiengänge (TUHH) – anbieten. Verschiedenartige Online-Module - etwa mit Aufgaben zu mathematischen Anforderungen oder Information über Berufstätigkeiten - werden im HEAP-Verbundprojekt entwickelt, im Netz angeboten und im Hinblick auf Akzeptanz und Studienwahlsicherheit evaluiert.

Für Hochschule und Gesellschaft, für Lehrende und Forschende sowie insbesondere für die Studierenden selbst, wäre es ideal, wenn Studierende genau dasjenige Studium ergreifen würden (und dürften), für das sie von Interesse und Fähigkeit her geeignet sind. Leider ist dies oft nicht der Fall. Zu viele geeignete Studierende erhalten in NC-Fächern keinen Studienplatz und weichen auf andere Studienfächer aus. Andere wählen ein Studium, für das sie zwar motiviert, aber nicht geeignet sind. Manche merken zu spät, dass ihr eigentliches Berufsinteresse ein anderes Studium erfordert. Ein Eignungstestsystem, das diese Irrwege ausschließt, gibt es zurzeit nicht.

Ab 2005 können deutsche Hochschulen ihre Studierenden selbst auswählen. Vor diesem Hintergrund wurde das HEAP-Projekt mit dem Ziel initiiert, potenziellen Studienplatzbewerbern und -bewerberinnen die Gelegenheit zu geben, sich vor einer Bewerbung umfassend zu informieren und sich damit gewissermaßen selbst auszuwählen (self assessment). Mit HEAP wird eine Alternative zur Fremdauswahl evaluiert, die angesichts ihrer methodischen, logistischen und rechtlichen Probleme umstritten ist.

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

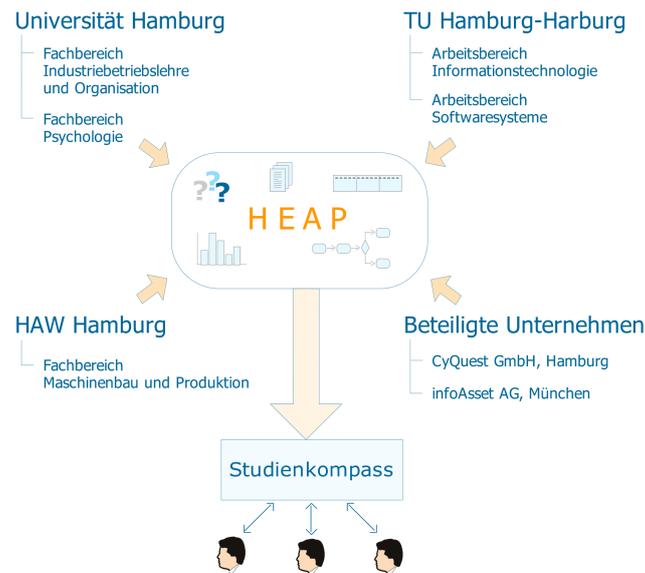


Abbildung 3.1: HEAP-Kooperationspartner

## 3.2 Anforderungsdefinition Psychologie (Universität Hamburg)

Im Folgenden werden die Anforderungen an das online Self-Assessment Angebot für den Fachbereich Psychologie der Universität Hamburg beschrieben.

### 3.2.1 Gliederung

Der Selbsttest soll in drei Bereiche, „Start“, „Module“ und „Abschluss“, unterteilt werden. Der Bereich „Module“ beinhaltet acht thematisch-unterschiedliche Module: „Berufswelt“, „Studienkultur“, „Englisch“ (obligatorisch), „Mathematik“ (obligatorisch), „Kommunikation“, „Forschung“ (obligatorisch), „Studienplanung“ (obligatorisch) und „Warnung“ (obligatorisch). Jedes Modul soll in Unterbereiche gegliedert sein und sowohl Informationen als auch Übungen (abgesehen vom Modul „Warnung“) enthalten.

Der Bereich „Start“ soll in Unterbereiche mit öffentlich-zugänglichen Informationsseiten und der Registrierung, sowie den Unterbereich „Fragen zu Ihnen“, der nur für registrierte Benutzer zugänglich ist, unterteilt werden.

Pro Seite sollen dem Studieninteressierten Informationen, Fragen, Feedbacks oder Ergebnisse präsentiert werden. Es kommt durchaus vor, dass dabei auf einer Seite mehrere Fragen zusammen gezeigt werden.

Die Gliederung, sowie die aktuelle Position des Studieninteressierten innerhalb des Selbsttests, soll fortlaufend am linken Rand angezeigt sein. Die Unterkapitel sollen nur für das jeweils aktuelle Kapitel eingblendet werden. Zusätzlich ist das aktuelle Unterkapitel

hervorzuheben und der Fortschritt des aktuellen Moduls mit einem Fortschrittsbalken bzw. einer Füllstandanzeige zu visualisieren. Der Studieninteressierte soll so abschätzen können, wieviel Zeit er in etwa für die Bearbeitung des Moduls noch brauchen wird.

Der Unterbereich „Start“ > „Fragen zu Ihnen“, die Module und der Bereich „Abschluß“ bilden den eigentlichen Selbsttest und sollen nur für registrierte Studieninteressierte zugänglich sein.

#### 3.2.2 Testablauf und Navigation

Es sind für den Studieninteressierten zwei Möglichkeiten vorgesehen, im Selbsttest zu navigieren:

**Sequenzielle Navigation** innerhalb der Module bzw. Bereiche. Der Studieninteressierte gelangt über eine „Weiter“-Schaltfläche innerhalb des Start- oder Abschlußbereichs oder der Module eine Seite nach vorne. Falls die aktuelle Seite Fragen enthält, müssen diese beantwortet sein, ansonsten wird dem Studieninteressierten die Seite erneut gezeigt und auf die noch zu beantwortenden Fragen hingewiesen.

Nach dem letzten Unterpunkt („Fragen zu Ihnen“) des Start-Bereichs, soll der Selbsttest im ersten Modul fortgeführt werden. Wird ein Modul am Ende mit der Schaltfläche „Modul abschliessen“ beendet, springt der Selbsttest in das nächste, nicht-abgeschlossene Modul. Dieses Modul soll in der Reihenfolge, wie sie in 3.2.1 angegeben ist, ausgehend vom zuletzt abgeschlossenen Modul, gesucht werden. Wird bis zum letzten Modul kein nicht-abgeschlossenes Modul gefunden, wird die Suche beim ersten Modul vorgesetzt. Sind alle Module abgeschlossen, soll der Selbsttest mit dem Bereich „Abschluß“ fortfahren.

**Modul/Bereichsnavigation** zwischen Modulen bzw. Bereichen. Der Studieninteressierte soll (mit Einschränkungen) zwischen Bereichen und Modulen hin und her wechseln können. Die Einschränkungen sind:

1. Abgeschlossene Unterbereiche („Fragen zu Ihnen“) und Module werden deaktiviert, d. h. sie können nicht über die Navigation erreicht werden.
2. Die Module sind deaktiviert, solange nicht „Fragen zu Ihnen“ oder bereits alle Module abgeschlossen wurden.
3. „Abschluß“ ist deaktiviert, solange nicht alle obligatorischen Module abgeschlossen sind.

Abbildung 3.2 zeigt den Ablauf und die geforderten Navigationsmöglichkeiten eines Studieninteressierten als Zustandsdiagramm. Der Zustand muß persistent gehalten werden, um nach einem Logout oder Neustart nicht verloren zu gehen. Das System muß sich sozusagen an den Fortschritt bzw. Verlauf des Studieninteressierten im Selbsttest „erinnern“.

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

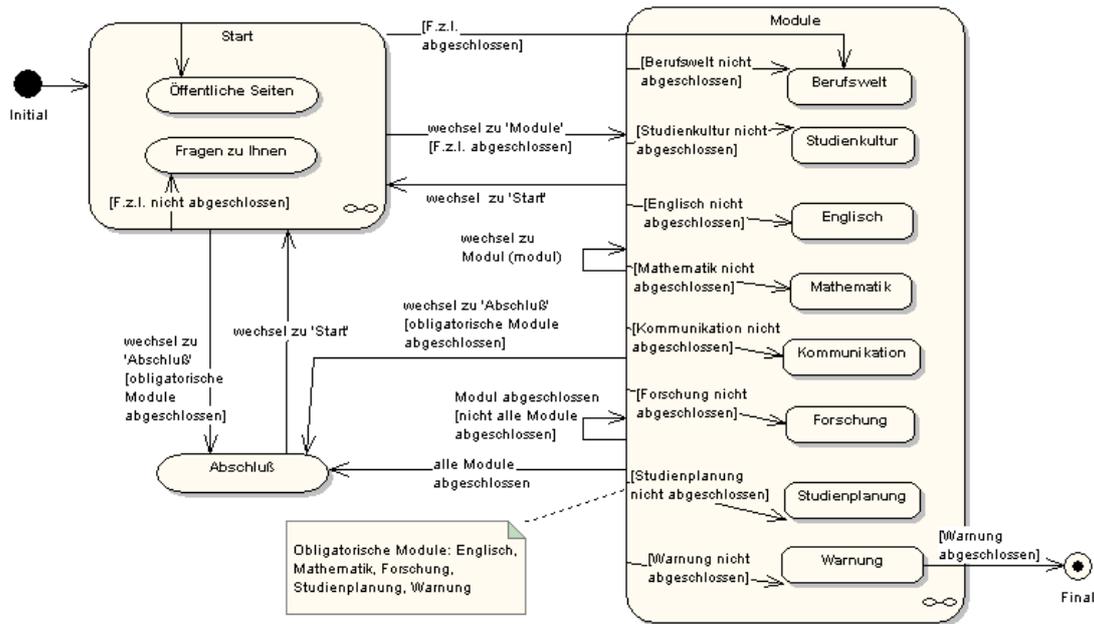


Abbildung 3.2: Zustandsdiagramm für die Navigation des Psychologie-Selbsttests

#### 3.2.3 Self-Assessment Inhalte

Das Online-Self-Assessment Angebot des Fachbereichs Psychologie der Universität Hamburg setzt einen der Schwerpunkte darauf, den Studieninteressierten mit Hilfe von multimedialen Präsentationen über den Studiengang zu informieren (Stichwort „Kennen“ 1). Es sollen Videos (Video-Streaming), Audios (Audio-Streaming), animierte Grafiken, Texte und Links zu weiteren Informationen rund um das Studium der Psychologie, als auch zu Vertiefungen der Themen, bereitgestellt werden.

#### Text- und Multimedia-Inhalte

**Audio- und Videostreams:** Die Informationsinhalte, als auch die Fragen des Selbsttests, sollen verstärkt in multimedialer Form kommuniziert werden. Hierfür kommen zu einem großen Teil Audio- und Videostreams zum Einsatz. So sollen z.B. Audio- und Videoaufzeichnungen von Interviews mit Studierenden, Absolventen und Fachvertretern präsentiert oder Fragen mit Hilfe von Audio- und Video-Sequenzen formuliert werden.

Die Audio- und Video-Inhalte werden im RealAudio bzw. RealVideo-Format produziert. Der Studieninteressierte benötigt daher zum Abspielen einen RealPlayer. Die Streams werden entweder direkt in die Seite eingebettet oder über Links zugänglich gemacht, die automatisch den RealPlayer starten. Die zuletzt genannte Möglichkeit ist im Rahmen dieses Selbsttests überwiegend vorgesehen, da es so möglich ist, dem Studieninteressierten die Streams in verschiedenen Qualitäten (Bitraten) – optimiert für eine Modem/ISDN-Verbindung und einer DSL-Verbindung – zur Auswahl anzubieten. Der

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

RealPlayer unterstützt zwar die automatische Wahl der „optimalen“ Qualität, es versperrt dem Studieninteressierten jedoch die Möglichkeit – zu Lasten seiner Wartezeit – mit einer niedrigen Bandbreite die qualitativ bessere Variante eines Streams zu wählen.

**Animationen:** Es sind zwei Arten von Animationen im Selbsttest geplant: selbstablaufende und interaktive. Die selbstablaufenden Animationen ähneln Videos, die der Studieninteressierte nicht beeinflussen kann. Die interaktiven Animationen hingegen reagieren auf spezielle Aktionen des Studieninteressierten (siehe Abbildung 3.3). In diesem Selbsttest kommen interaktive Animationen zum Einsatz, die auf MouseOver-Ereignisse<sup>1</sup> reagieren.

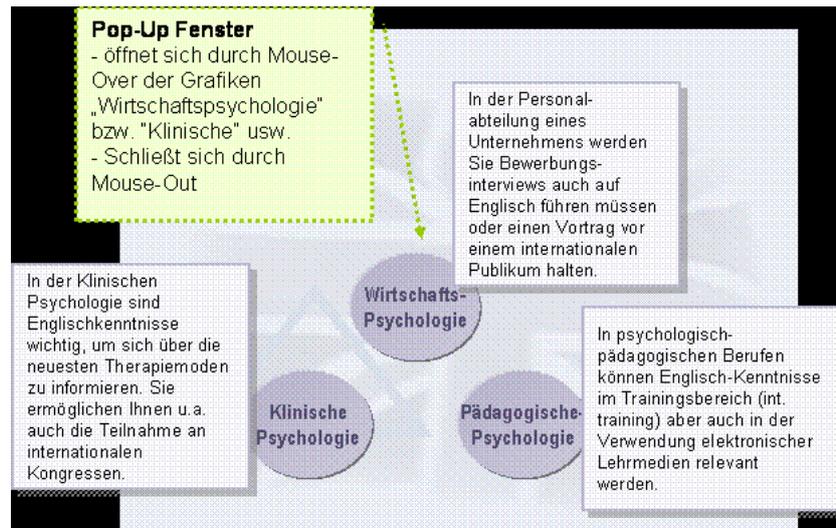


Abbildung 3.3: Interaktive Animation mit MouseOver-Ereignissen

(Quelle: Anforderungs-Drehbuch)

### Fragen und Übungen

Folgende Frage- bzw. Aufgabentypen sind für den Selbsttest vorgesehen:

#### Generalisierte Fragen:

**Auswahlfragen (Multiple-Choice)** Ein großer Teil der Fragen werden in Form einer Auswahlfrage mit Einfach- oder teilweise auch Mehrfachauswahlmöglichkeit gestellt. Fragen mit einfacher Antwortmöglichkeit erfordern genau eine Auswahl vom Studieninteressierten, Fragen mit Mehrfachauswahl erlauben keine, eine oder auch mehrere ausgewählte Antwortalternativen.

<sup>1</sup>Der Benutzer löst ein Ereignis aus, wenn der mit dem Mauszeiger über einen definierten Bereich fährt.

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

**Texteingabefragen** Einige Aufgaben erwarten vom Studieninteressierten vollständige Texte als Eingabe. Die Antwort soll nicht vom System ausgewertet, sondern dem Studieninteressierten im Laufe des Tests wieder vorgelegt werden. Dabei soll es möglich sein, den Text zu erweitern (in mehreren Teilfragen wird vom Studieninteressierten inkrementell eine Gesamt-Antwort erarbeitet) oder den Text vom Studieninteressierten, z. B. nach Vorlage einer Musterlösung, selbst inhaltlich zu bewerten. Im zweiten Fall wird das Problem der recht komplexen automatischen Textanalyse durch die Verlagerung auf den Benutzer gelöst: Der Studieninteressierte bewertet sich selbst.

Im Mathematik-Modul soll ein Gleichungssystem gelöst werden. In diesem Fall muß die Antwort (Werte für  $x$  und  $y$ ) vom System auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

**Zuordnungsfragen** In einer Aufgaber des Moduls „Studienkultur“ sollen drei Szenarien aus dem Studium (Seminar, Tutorium und Projektgruppe), je zwei Lehr-, Lern- bzw. Präsentationsmethoden (PowerPoint-Präsentation, Flipchart-Blätter, Pinnwand mit Kärtchen, Rollenspiel, Thesenpapier, Videofeedback) per Drag & Drop zugeordnet werden. Die Präsentationsformen werden damit in disjunkten Mengen klassifiziert bzw. gruppiert. Es handelt sich hier um eine Mehrfach-Zuordnungsaufgabe.

**Assoziationsfragen** Im Modul „Forschung“ sollen Ursache-Wirkung-Zusammenhänge erkannt werden. Hierfür müssen in zwei Aufgaben für die Assoziationstypen „einseitiger Zusammenhang“, „wechselseitiger Zusammenhang“ und „kein Zusammenhang“ vom Studieninteressierten je ein Variablenpaar (Assoziationen zwischen Phänomenen oder Ereignissen) gebildet werden. Dies soll interaktiv geschehen, indem der Studieninteressierte per Drag & Drop die Variablen den Assoziationstypen zuordnet.

Die beiden Aufgaben des Zuordnens bzw. Assoziierens werden sehr ähnlich präsentiert und verlangen nahezu die gleichen Intaktionen vom Studieninteressierten. Auch lassen sie sich eventuell identisch realisieren; sie besitzen jedoch konzeptionell unterschiedliche Intensionen und sind deshalb an dieser Stelle getrennt aufgeführt.

#### **Komplexe, spezialisierte Fragen:**

Nicht alle Fragen lassen sich zu allgemeinen Typen zusammenfassen. Hierbei handelt es sich meistens um komplexere Aufgaben, die für ein spezielles Thema entworfen sind. Aber auch die zuvor genannten generalisierten Fragetypen können durch Hinzunahme von einschränkenden Bedingungen an die zulässigen Antworten oder durch spezielle Verfahren zur Punktevergabe nicht mehr generisch abgebildet werden und werden an dieser Stelle separat erfaßt. Für diesen Selbsttest ist die Aufgabe zur Stundenplan-Erstellung ein Beispiel für eine komplexe und spezialisierte Frage bzw. Übung.

**Stundenplan-Erstellung:** In dieser Übung soll der Studieninteressierte per Drag & Drop einen Semester-Stundenplan aus Seminaren und Veranstaltungen, sowie Vor- und Nachbereitungszeiten zusammenstellen. Die Termine sollen sich im Stundenraster beliebig auf die Wochentage verteilen lassen (siehe Abbildung 3.4).

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

**Psychologie** | UnitH | Kontakt

Ihr Stundenplan: WiSe 2004/05

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8-10	Vorbereitung	Begleitseminar zur Vorlesung Allgemeine Psychologie II, B	Nachbereitung	Vorlesung Sozialpsychologie	Seminar: Datenerhebungsverfahren, A
10-12	Vorlesung Allgemeine Psychologie II	Seminar: Menschenbilder in der Psychologie	Vorbereitung	Nachbereitung	Nachbereitung
12-14	Nachbereitung	Freizeit	Freizeit	Begleitseminar zur Vorlesung Sozialpsychologie, A	Begleitseminar zur Vorlesung Entwicklungspsychologie A
14-16	Nachbereitung	Seminar: Statistik in der Psychologie I, B	Vorlesung: Entwicklungspsychologie	Freizeit	Nachbereitung
16-18	Vorbereitung	Nachbereitung	Nachbereitung	Freizeit	Vorbereitung
18-20	Vorbereitung	Nachbereitung	Vorbereitung	Vorbereitung	Freizeit

Hinweis: Diese Seminare & Vorlesungen werden über vier Semester angeboten

Vertiefendes Seminar zur Allgemeinen Psychologie I	Vertiefendes Seminar zur Allgemeinen Psychologie I, B	Vorlesung Allgemeine Psychologie II	Begleitseminar zur Vorlesung Allgemeine Psychologie II, A
Begleitseminar zur Vorlesung Allgemeine Psychologie II, B	Begleitseminar zur Vorlesung Allgemeine Psychologie II, C	Vertiefendes Seminar zur Biopsychologie	Vertiefendes Seminar zur Differentiellen Psychologie A
Vertiefendes Seminar zur Differentiellen Psychologie B	Vorlesung: Entwicklungspsychologie	Begleitseminar zur Vorlesung Entwicklungspsychologie A	Begleitseminar zur Vorlesung Entwicklungspsychologie B
Begleitseminar zur Vorlesung Entwicklungspsychologie C	Begleitseminar zur Vorlesung Entwicklungspsychologie D	Vorlesung Sozialpsychologie	Begleitseminar zur Vorlesung Sozialpsychologie A
Begleitseminar zur Vorlesung Sozialpsychologie, B	Begleitseminar zur Vorlesung Sozialpsychologie, C	Begleitseminar zur Vorlesung Sozialpsychologie, D	Einführung in die Wissenschaftstheorie
Seminar: Menschenbilder in der Psychologie	Seminar: Statistik in der Psychologie I, A	Seminar: Statistik in der Psychologie I, B	Seminar: Statistik in der Psychologie II, A
Seminar: Statistik in der Psychologie II, B	Seminar: Datenerhebungsverfahren, A	Seminar: Datenerhebungsverfahren, B	Seminar: Empirisches Praktikum I, A
Seminar: Empirisches Praktikum I, B	Seminar: Empirisches Praktikum I, C	<b>Seminar: Empirisches Praktikum II, A</b>	<b>Seminar: Empirisches Praktikum II, B</b>
<b>Seminar: Empirisches Praktikum II, C</b>	<b>Seminar: Frauenspezifische Aspekte der Psychologie</b>		

Diese Seite hat farblich durchaus noch Optimierungspotential...

Abbildung 3.4: Interaktive Übungen zur Stundenplan-Erstellung

Im Anschluß soll dem Studieninteressierten eine Auswertung des Stundenplans präsentiert werden, bestehend aus der Anzahl der Semesterwochenstunden, der Anzahl der jeweiligen Stunden für Vor- und Nachbereitung und der Stunden für Arbeit und Freizeit. Abhängig von der Anzahl der Semesterwochenstunden wird ein Beurteilungstext dargestellt. Die Vor- und Nachbereitungszeit wird jeweils mit den Semesterwochenstunden in Beziehung gesetzt und – in Abhängigkeit der daraus resultierenden Verhältnisse – die Beurteilungstexte ausgewählt. Das Verhältnis von Arbeitszeit zu Freizeit soll für die gesamte Woche, sowie einzeln für jeden Wochentag, bewertet werden (siehe Abbildung 3.5).

#### Ergebnisse und Bewertungen

Nach dem Beantworten einer Frage soll dem Studieninteressierten unmittelbar mitgeteilt werden, ob seine Lösung richtig war oder nicht. Desweiteren ist die richtig Lösung anzuzeigen. Pro Frage sollen teilweise auch spezielle Feedbacktexte angezeigt werden, die wiederum von der gegebenen Antwort (richtig oder falsch) abhängig sein können. Somit soll dem Studieninteressierten genauer mitgeteilt werden können, warum welche Antwort richtig ist. Das Feedback zu der Übung, in der das Zusammenstellen eines Semester-Stundenplans trainiert werden soll, erfordert eine komplexere Auswertung und ist im Abschnitt 3.2.3 erläutert.

Mit Ausnahme der Module „Studienkultur“ und „Warnung“, ist für alle Module nach den Übungen und der Selbstreflexion ein Ergebnis- und Bewertungsteil vorgesehen, der

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

**Fachbereich Psychologie** 9

Home | Links | FAQ | UniHH | Kontakt

**Dynamische Feedbacks**

**0 sws**  
Bitte füllen sie Ihren Stundenplan! Klicken Sie dazu auf der vorhergehenden Seite die Stundenblöcke mit der linken Maustaste an, halten diese gedrückt und ziehen sie sie auf die Felder des Stundenplans.

**SWS = (Vorbereitungszeit / 2)**  
In Anbetracht der Anzahl Ihrer Semesterwochenstunden ist Ihre Vorbereitungszeit angemessen.

**SWS > (Vorbereitungszeit / 2)**  
In Anbetracht der Anzahl Ihrer Semesterwochenstunden ist das zu viel Vorbereitungszeit.

**SWS < (Vorbereitungszeit / 2)**  
In Anbetracht der Anzahl Ihrer Semesterwochenstunden ist das zu wenig Vorbereitungszeit.

**SWS = (Nachbereitungszeit / 2)**  
In Anbetracht der Anzahl Ihrer Semesterwochenstunden ist Ihre Nachbereitungszeit angemessen.

**SWS > (Nachbereitungszeit / 2)**  
In Anbetracht der Anzahl Ihrer Semesterwochenstunden ist das zu viel Nachbereitungszeit.

**SWS < (Nachbereitungszeit / 2)**  
In Anbetracht der Anzahl Ihrer Semesterwochenstunden ist das zu wenig Nachbereitungszeit.

**Feedback**

**Anzahl der belegten Kurse**

Sie haben  Semesterwochenstunden belegt.

Das ist unserer Erfahrung nach zu viel. Versuchen Sie, zwischen 15 und 20 Stunden pro Semester einzuplanen.

**Zeit zur Vor- und Nachbereitung**

Sie haben sich  Stunden für die Vorbereitung und  Stunden für die Nachbereitung reserviert.

In Anbetracht der Anzahl Ihrer Semesterwochenstunden ist das zu wenig Vorbereitungszeit.

In Anbetracht der Anzahl Ihrer Semesterwochenstunden ist Ihre Nachbereitungszeit angemessen.

Wir empfehlen eine Vorbereitungs- und Nachbereitungszeit von je etwa der Hälfte der tatsächlichen Veranstaltungszeit. Dazu kommt Zeit für das Ausarbeiten von Referaten, Hausarbeiten und dem Lesen von Literatur. Ein nicht unerheblicher Posten ist zudem die **Vorbereitungszeit auf Prüfungen!**

**Dynamische Feedbacks**

**0 sws**  
Bitte füllen sie Ihren Stundenplan! Klicken Sie dazu auf der vorhergehenden Seite die Stundenblöcke mit der linken Maustaste an, halten diese gedrückt und ziehen sie sie auf die Felder des Stundenplans.

**1 – 14 sws**  
Sie haben relativ wenige Veranstaltungen belegt. Für ein ordentliches Studium sollten Sie in etwa 15 bis 20 Stunden pro Semester belegen.

**15 – 20 sws**  
Das ist unserer Meinung nach ein guter Wert! Sie sollten versuchen, zwischen 15 und 20 Stunden pro Semester einzuplanen.

**21+ sws**  
Das ist unserer Erfahrung nach zu viel. Versuchen Sie, zwischen 15 und 20 Stunden pro Semester einzuplanen.

**Fachbereich Psychologie** 10

Home | Links | FAQ | UniHH | Kontakt

**module**

Englisch

Mathematik

Kommunikation

**Studienplan**

Information

Übungen

Reflexion

Feedback

**Studienkultur**

**Forschung**

**Berufswelt**

**Warnung**

**Arbeit-Freizeit-Balance**

Insgesamt haben Sie  Stunden Freizeit bei  Stunden Arbeit eingeplant.

Das ist ein gesundes Verhältnis!

Über die Tage:

Mo    
 Di    
 Mi    
 Do    
 Fr

**Arbeitszeit =**  
SWS + Vorbereitungszeit + Nachbereitungszeit

**Freizeit =**  
60 - Arbeitszeit

**Dynamische Feedbacks**

**Wenn Freizeit = zwischen (Arbeit-3) und (Arbeit+3)**  
Dann:  
Das ist ein gesundes Verhältnis!

**Wenn mehr:**  
Sie sollten mehr Arbeitsstunden einplanen!

**Wenn weniger:**  
Sie sollten weniger Arbeitsstunden einplanen!

**Dynamische Feedbacks für jeden Tag**

**Arbeitszeit = 6-8 Stunden**  
Gute Balance.

**Arbeitszeit > 8 Stunden**  
Zu wenig Freizeitausgleich. Das ist nicht vorteilhaft.

**Arbeitszeit < 6 Stunden**  
Zu wenig Arbeitszeit.

Abbildung 3.5: Feedback zur Stundenplan-Erstellung (Ergebnis & Bewertung)

sich in Auswertung der Übungen und Auswertung der Selbstreflexion unterteilt. Die Übungen werden entweder einzeln oder in Gruppen ausgewertet.

Auswahlfragen mit Mehrfachauswahl, sowie Zuordnungs- und Assoziationsfragen sind meist einzeln auszuwerten. Das Ergebnis soll in diesem Fall entweder textuell, in der Form „Sie haben  $i$  von  $n$  Zuordnungen gefunden“ oder grafisch, in Form einer Skala, dargestellt werden. Bezogen auf das Ergebnis, soll meist noch eine Bewertung ausgegeben werden: Im textuellen Fall ein zusätzlicher Text, der in Abhängigkeit des Ergebnisses gewählt wird und dem Studieninteressierten mitteilen soll, wie sein Ergebnis einzuschätzen ist. Für die grafische Variante ist der Bereich auf der Skala hervorzuheben, in dem sich das Ergebnis nach Möglichkeit befinden sollte. Dem Studieninteressierten muß über eine Legende die Bedeutung der Anzeige verständlich gemacht werden.

Vor dem Auswertungs-Teil sind für die meisten Module Fragen vorgesehen, die der Selbstreflexion dienen. Der Studieninteressierte soll sich auf einer diskreten Skala selbst bewerten bzw. einschätzen. Die Reflexionsfragen helfen das eigene Können, Wissen und Wollen (siehe 2.1.1, Prinzip der Selbstauswahl) einzuschätzen. Die Bewertung erfolgt für die Reflexionsfragen grafisch als Skala.

#### 3.2.4 Abhängigkeiten zwischen Testelementen

Wie in 3.2.3 beschrieben, sind vom Studieninteressierten eingegebene Texte, im Verlauf des Selbsttests zur Weiter- bzw. Wiederverwendung vorgesehen, entweder als reine Anzeige oder als Vorgabe in einem Textfeld, um vom Studieninteressierten erweitert werden zu können. Es ist also erforderlich, für ein Testelement (Aufgabe, Hinweis- oder Feedbackseite) eine Referenz auf die Antwort zu einer anderen Frage zu definieren und über eine Variable die Antwort in das Testelement einzubinden. Die Variable kann dann innerhalb eines Textes oder als Vorgabe für eine Textantwort verwendet werden.

Welche Randbedingungen, z. B. auf die Navigation, sich durch die Referenzen entstehenden Abhängigkeiten ergeben, wird in 3.5.4 genauer beschrieben. Es wird an dieser Stelle angemerkt, daß die Randbedingungen für diesen Selbsttest erfüllt sind, da Referenzen nur als Rück-Referenzen innerhalb eines Modules vorkommen werden, in Modulen nur sequenziell fortlaufend navigiert werden kann und jede Frage beantwortet werden muß.

#### 3.2.5 Unterbrechung des Selbsttests

Der Selbsttest soll über eine Logout-Funktion unterbrochen werden können. Nach einem erneuten Login soll der Selbsttest an der zuletzt angezeigten Position vor dem Logout fortgesetzt werden.

#### 3.2.6 Fremdsystem-Anbindung

Mit Ausnahme eines Email-Servers, muß das System mit keinen weiteren Fremdsystemen direkt kommunizieren. Um die gesammelten Daten flexibel auswerten zu können, ist eine Export-Schnittstelle gewünscht, die es ermöglicht, die Daten mit anderen Anwendungen beliebig weiterzuverarbeiten.

#### Datenexport

Zu Evaluationszwecken sollen die persönlichen Daten, die Antworten, die Bearbeitungszeiten und Fortschritte der Module, sowie die Navigationspfade zwischen den Modulen der Studieninteressierten, im CSV-Format exportiert werden können. Diese Daten können dann mit Datenanalyse-Programmen weiter verarbeitet werden.

### 3.3 Anforderungsdefinition Maschinenbau und Produktion (HAW Hamburg)

Das Online-Self-Assessment Angebot des Departments „Maschinenbau und Produktion“ der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg) richtet sich an Studieninteressierte der Studiengänge Maschinenbau sowie Produktionstechnik und -management. Da sich die beiden Studiengänge – zumindest im Grundstudium – stark ähneln, werden sie den Studieninteressierten zusammen präsentiert. Das Angebot beinhaltet allgemeine Informationen zum Studium und einen Selbsttest, der die Erwartungen der HAW gegenüber ihren Studierenden verdeutlichen soll. Der Selbsttest wird in deutscher Sprache gestellt.

Grundlage der folgenden Anforderungsdefinition ist ein Foliensatz in Form eines Drehbuchs, der vom Fachbereich bereitgestellt wurde. Er zeigt die Inhalte des Selbsttests, die mit „Regieanweisungen“ angereichert sind und Hinweise zur Realisierung der Online-Anwendung darstellen. Aspekte, die die konkreten Inhalte sowie das Layout im Detail betreffen, werden nicht in der Anforderungsanalyse behandelt. Hierzu wird auf den Foliensatz verwiesen.

#### 3.3.1 Gliederung

Für den Selbsttest ist eine Gliederung in Kapitel – „Studium & Beruf“, „Mathematik“, „Zahlen & Fakten“, „Technikverständnis“, „Informatik“ und „Englisch“ – vorgesehen. Jedes Kapitel enthält drei Unterkapitel: „Information“, „Übungen“ und „Feedback“.

Die Gliederung, sowie die aktuelle Position des Studieninteressierten, soll fortlaufend am linken Rand angezeigt werden. Die Unterkapitel sollen nur für das aktuelle Kapitel eingeblendet und das aktuelle Unterkapitel zusätzlich optisch hervorgehoben werden.

#### 3.3.2 Testverlauf und Navigation

Der Selbsttest soll sequenziell vom ersten Kapitel „Studium & Beruf“ bis zum letzten Kapitel „Englisch“ durchlaufen werden. Eine Navigation zwischen bzw. innerhalb der Kapitel ist z. Z. nicht gewünscht und durch sequenzielle Abhängigkeiten der Fragen untereinander auch nicht uneingeschränkt möglich (siehe 3.3.4).

Der Studieninteressierte soll über eine „Weiter“-Schaltfläche einen Schritt bzw. Seite im Selbsttest voran gelangen. Bedingung ist dabei, daß alle Fragen auf der aktuellen Seite beantwortet wurden, ansonsten soll dem Studieninteressierten die letzte Seite erneut gezeigt und auf die noch zu beantwortenden Fragen hingewiesen werden.

### 3.3.3 Self-Assessment Inhalte

#### Text- und Multimedia-Inhalte

Eine Aufgabe im Selbsttest soll mit Hilfe eines Audiostreams gestellt werden, in dem ein englischer Text vorgelesen wird. Mit Ausnahme von Grafiken, sind keine weiteren Multimedia-Inhalte, wie z. B. Videos, vorgesehen.

Im ersten Kapitel „Studium & Beruf“ muß sich der Bewerber für einen der Studiengänge, Maschinenbau oder Produktionstechnik und -management, entscheiden. Einige Textinhalte – Frage- und Antworttexte eingeschlossen – beziehen sich auf den Studiengang, den der Bewerber gewählt hat. Abhängig von der Wahl des Studiengangs, soll in einigen (Aufgabe-)Texten im Testverlauf der Name des gewählten Studiengangs (bzw. des nicht-gewählten Studiengangs) substituiert werden. Auf diese Abhängigkeit wird in 3.3.4 weiter eingegangen.

#### Fragen

Folgende generalisierten Fragetypen werden für den Selbsttest benötigt:

**Auswahlfragen (Multiple-Choice)** Die Fragen des Selbsttests sind zum größten Teil in Form von Auswahlfragen mit Einfach- oder Mehrfachauswahl gegeben. Einige Mehrfachauswahlfragen erwarten eine bestimmte Anzahl von Antworten, wie z. B. die zwei Seiten einer Bilanz.

**Texteingabefragen** Ein weiterer Teil der Fragen ist so konzipiert, daß als Antwort Texteingaben (beinhaltet auch numerische Werte) erwartet werden. Die Anzahl der erwarteten Eingaben variiert hierbei zwischen ein und zwei Texteingaben pro Frage. Wenn alle vom Studieninteressierten gegebenen Eingaben mit den korrekten Werten übereinstimmen, soll die Frage als richtig beantwortet gelten. So soll z. B. nach der chemischen Formel für Kochsalz gefragt (NaCl) oder nach der Lösung einer quadratischen Gleichung (bestehend aus  $x_1$  und  $x_2$ ) werden.

**Zuordnungsfragen** Zwei Aufgaben sehen das Bilden von Paaren vor. In einer Aufgabe sollen vier mathematische Funktionen ihren Graphen zugeordnet werden. Die Anzahl der Abbildungen von Graphen stimmt hierbei mit der Anzahl der mathematischen Funktionen überein. Eine weitere Aufgabe stellt eine Waage mit unterschiedlich langen Armen dar (die Armlängen werden mitangegeben). Aus einer Menge von Gewichten sollen zwei ausgewählt und der linken bzw. rechten Seite der Waage zugeordnet werden, so daß die Waage sich anschließend im Gleichgewicht befindet.

#### Parametrisierung von Fragen

Die Anforderungen sehen vor, den Studieninteressierten die Aufgaben eines Kapitels in unterschiedlicher Ausprägung zu stellen. So soll verhindert werden, daß jeder Studieninteressierte Aufgaben mit identischen Lösungen erhält.

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

Beispiel: Anstatt nur eine Aufgabe mit einer quadratischen Gleichung  $x^2 - 14x + 48 = 0$  (und der Lösung  $x_1 = 6$ ;  $x_2 = 8$ ) zu formulieren, soll die Aufgabe mit Hilfe von Parametern gestellt werden: Die Frage  $M03$  nach der Lösung  $x_1$  und  $x_2$  von  $x^2 + ax + b = 0$ , wobei  $a$ ,  $b$ ,  $x_1$  und  $x_2$  die Parameter  $P_{M03}$  darstellen. Der Aufgabe wird zusätzlich eine Menge von Parametrisierungen (Parameterwerten)  $\mathbf{PW}_{M03} = \{\mathbf{pw}_1, \mathbf{pw}_2, \dots, \mathbf{pw}_n\}$  zugeordnet, wobei jede Parametrisierung die Form  $\mathbf{pw}_i = (a = a_i, b = b_i, x_1 = x_{1i}, x_2 = x_{2i})$  hat. Eine Parametrisierung der Aufgabe  $M03$  entspricht also einem 4-Tupel  $(a, b, x_1, x_2)$ .

Allgemein besteht eine *parametrisierbare Frage*  $PF = (FV, P)$ , kurz  $PF_{FV,P}$ , aus einer *Fragenvorlage*  $FV$ , die wie eine normale Frage aufgebaut ist und aus Fragetext, Bildern, Antworten etc. besteht. Zusätzlich besitzt eine Fragenvorlage eine Indexmenge  $P$  (*Parameter*), die in die Vorlage eingebettet ist. Um zu einer parametrisierten Frage zu kommen, also einer speziellen Ausprägung einer Fragenvorlage, wird eine Parametrisierung  $\mathbf{pw}_p$  benötigt:  $\{\mathbf{pw}_p \mid p \in P\}$ .

Zusammen mit einer Parametrisierung wird eine parametrisierbare Frage in eine konkrete Frage  $F$  überführt:

$$PF_{FV,P}(\mathbf{pw}_p) \rightarrow F$$

Wird eine Menge von Parametrisierungen  $\mathbf{PW}_p$  zur Verfügung gestellt, können aus einer Fragenvorlage  $|\mathbf{PW}_p|$  unterschiedliche Fragen generiert werden. Es wird für jeden Studieninteressierten und jede parametrisierbare Frage zufällig eine Parametrisierung aus einer vorgegebenen Menge ausgewählt und daraus eine Frage erstellt. Mit  $n$  parametrisierbaren Fragen können so

$$\prod_{i=1}^n |\mathbf{PW}_{p_i}|$$

verschiedene Frage-Kombinationen generiert werden. Mit 27 parametrisierbaren Fragen ( $n = 27$ ) und je fünf Parametrisierungen ( $|\mathbf{PW}_{p_i}| = 5$ ) ergeben sich demnach  $5^{27} \approx 7,45 \cdot 10^{18}$  Kombinationen.

Die Verwendung von web-basierten, parametrisierbaren Fragen als Lernwerkzeug wird in [9] evaluiert.

### Ergebnisse und Bewertungen

Nach dem Beantworten einer Aufgabe soll dem Studieninteressierten unmittelbar mitgeteilt werden, ob seine Lösung richtig war oder nicht. Desweiteren ist die richtig Lösung anzuzeigen.

Am Ende jedes Kapitels soll dem Studieninteressierten sein Ergebnis für das gesamte Kapitel mitgeteilt werden. Ursprünglich war geplant, das Ergebnis als Anteil der richtig beantworteten Fragen zu präsentieren („Sie haben  $x$  von  $n$  Fragen richtig beantwortet.“). Dieses Ergebnis enthält jedoch nur soviel Information, wie die Summe der unmittelbaren Feedbacks. Außerdem ist diese Metrik für die Ergebnisse nicht besonders „sensitiv“, da jede Frage mit 0 oder 1 bewertet wird und hierbei teilrichtige Lösungen, wie sie des Öfteren bei Auswahlfragen mit Mehrfachauswahl auftreten, nicht berücksichtigt werden.

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

Aus diesen Gründen wurde die Anforderung dahingehend geändert, dass jede Aufgabe mit Punkten bewertet wird und das Ergebnis als Summe der erreichten Punkte in dem Kapitel dargestellt wird („Sie haben in diesem Kapitel  $x$  von  $n$  Punkten erreicht.“). Dieses Vorgehen ermöglicht auch eine unterschiedliche Gewichtung der einzelnen Fragen, falls dies zukünftig gewünscht werden sollte.

Die Punkte, die mit einer Frage maximal erreicht werden können, ergeben sich aus den Lösungsmöglichkeiten. Im einfachsten Fall, der atomaren Lösung, d. h. eine Lösung, die nur aus einer Komponente besteht, wie es z. B. bei Auswahlfragen mit Einfachauswahl der Fall ist, wird die volle Punktzahl für die richtige Lösung gegeben und keine Punkte für eine falsche Antwort.<sup>2</sup> Bei Lösungen, die aus mehreren Teilen bestehen, sind zwei Bewertungsregeln für die Vergabe der Punkte vorgesehen, die abhängig von der jeweiligen Frage, angewendet werden:

1. Punkte für jede richtige Lösungskomponente (volle Punktzahl, wenn alle Lösungskomponenten richtig sind)
2. Volle Punktzahl, wenn und nur wenn alle Lösungskomponenten richtig sind

Der 2. Fall entspricht, bis auf den Gewichtungsaspekt, der Bewertung nach Anzahl der richtig beantworteten Fragen.

Falsche Komponenten der Antwort sollen zu Punktabzügen führen, da sonst z. B. eine Auswahlfrage mit Mehrfachauswahl mit der vollen Punktzahl bewertet wird, wenn stupide alle Antworten ausgewählt werden. In welchem Maße falsche Antwortteile die erreichte Punktzahl einer Frage reduzieren, läßt sich über die Vergabe von negativen Punkten für falsche Antwortalternativen steuern. Im strengsten Fall wird bereits eine falsche Teilantwort mit dem Negativen der Maximal-Punktzahl bewertet, d. h. die Frage gilt, unabhängig von weiteren Teilen der Antwort, als falsch beantwortet. Da keine negativen Punkte für eine gesamte Aufgabe vergeben werden sollen, werden die Fälle, in denen die Summe der Punktzahl für eine Aufgabe negativ ist, mit Null Punkten bewertet.

Im Bereich „Abschluß“ sollen dem Studieninteressierten noch einmal alle Bewertungen der einzelnen Kapitel dargestellt werden und zudem ein Gesamt-Testergebnis aus den Kapitel-Ergebnissen nach der Formel

$$\begin{aligned} \text{Testergebnis} = & (1 \cdot \text{StudiumBeruf} + 2 \cdot \text{Mathematik} + 2 \cdot \text{ZahlenFakten} \\ & + 2 \cdot \text{Technikverstaendis} + 2 \cdot \text{Informatik} + 1 \cdot \text{Englisch})/10 \end{aligned}$$

berechnet werden. Abhängig vom Testergebnis, für das die Kapitel „Mathematik“, „Zahlen & Fakten“, „Technikverständnis“ und „Informatik“ doppelt so stark wie die Kapitel „Studium & Beruf“ und „Englisch“ gewichtet werden, soll dem Studieninteressierten eine der folgenden Meldungen gezeigt werden:

- 66%  $\leq$  Testergebnis : „Herzlichen Glückwunsch, Sie haben’s geschafft! Ihre Testergebnisse zeigen, dass ein Studium am Department Maschinenbau und Produktion für Sie das richtige sein könnte.“

---

<sup>2</sup>Es ist denkbar, hier auch teilrichtige Antworten zu akzeptieren und diese mit einem Teil der Maximal-Punktzahl zu bewerten. Dieser Fall ist für diesen Selbsttest jedoch nicht vorgesehen.

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

- $33\% \leq \text{Testergebnis} < 66\%$  : „Herzlichen Glückwunsch, Sie haben den Test vollständig abgearbeitet. Ihre Testergebnisse sind gut, auch wenn in einigen Bereichen Defizite erkennbar sind. Diese lassen sich bei entsprechender Bereitschaft aber sicherlich beheben.“
- $\text{Testergebnis} \leq 33\%$  : „Herzlichen Glückwunsch, Sie haben den Test vollständig abgearbeitet. Allerdings sind Ihre Testergebnisse nicht besonders gut. Das muss nicht unbedingt bedeuten, dass Sie für ein Ingenieurstudium am Department Maschinenbau und Produktion nicht geeignet sind. Allerdings ist es uns sehr wichtig, dass Sie schon im Vorwege wissen, worauf Sie sich einlassen. Dies müsste durch den Test eigentlich klar geworden sein.“

#### 3.3.4 Abhängigkeiten innerhalb des Selbsttests

Wie bereits in 3.2.4 beschrieben, sind die Testelemente, die sich auf die vom Bewerber gegebene Antwort der Frage nach dem Studiengang beziehen, von dieser Frage bzw. der Antwort abhängig. Die Randbedingungen, die sich hieraus ergeben, sind in 3.5.4 erläutert. Diese Randbedingungen werden erfüllt, da die Anforderungen z. Z. nur einen möglichen Ablauf des Selbsttests vorsehen (eine freie Navigation zwischen den Kapiteln ist z. B. nicht gewünscht), der Aufbau der Kapitel und Fragen stellt dies sicher. Sollte jedoch zu einem späteren Zeitpunkt eine Navigation zwischen den Kapiteln gewünscht sein, muß diese Navigationsmöglichkeit weiterhin die Übereinstimmung gewährleisten. Die Anforderungen sehen für diesen Selbsttest kein Überspringen (leere Antworten) von Aufgaben vor.

#### 3.3.5 Testgenerierung

Der Selbsttest besteht zu einem großen Teil aus Fragen, die für jeden Studieninteressierten zufällig ausgewählt werden sollen (siehe 3.3.3). Verschiedene Studieninteressierte werden somit erwartungsgemäß unterschiedlich zusammengestellte Tests erhalten.

#### 3.3.6 Unterbrechung des Selbsttests

Der Selbsttest soll über eine Logout-Funktion unterbrochen werden können. Nach einem erneuten Login ist der Selbsttest an der zuletzt angezeigten Position vor dem Logout fortzusetzen.

#### 3.3.7 Fremdsystem-Anbindung

##### Datenexport

Die HAW möchte im Bewerbungsverfahren einen Bonus an jene Bewerber vergeben, die den Selbsttest vollständig durchgearbeitet haben. Hierzu soll halbjährlich, am Ende der Bewerbungsfrist, die Daten der Benutzer, die den Selbsttest vollständig absolviert haben, exportiert werden. Die Export-Datei soll im CSV-Format folgende Daten enthalten:

<b>Bewerber-Nr.</b>	Falls bei der Registrierung angegeben
<b>Name</b>	Nachname
<b>Vorname</b>	
<b>E-Mail-Adresse</b>	
<b>Geb.-Datum</b>	
<b>Studiengang-ID</b>	'104' für Maschinenbau, '202' für Produktionstechnik und Management

Tabelle 3.1: Datenexport-Schema für das Bonus-Programm der HAW

### 3.4 Anforderungen Wirtschaftswissenschaften (Universität Hamburg)

Der Selbsttest für das Department Wirtschaftswissenschaften der Universität Hamburg ist in vier Module – „Studiengang“, „Mathematik“, „Deutsch“ und „Englisch“ – sowie einem Abschluß-Bereich gegliedert. Das Modul „Studiengang“ beinhaltet einige spezielle Aufgaben, die sich nicht oder nur schwer auf generalisierte Fragetypen abbilden lassen. Als Beispiel wird nachfolgend die Aufgabe „Business Case Auftragsplanung“ vorgestellt.

#### Aufgabe: Business Case

Im Rahmen einer Fallstudie soll sich der Bewerber in die Rolle eines Abteilungsleiters versetzen und einen möglichst profitablen Auftragsplan für das nächste Quartal erarbeiten. Die Aufgabe ist in fünf Teilaufgaben gegliedert und schließt mit Erstellung des Auftragsplans ab. Es stehen fünf mögliche Aufträge zur Disposition, die sich hinsichtlich der Umsatzgröße, der verursachten (variablen) Kosten und der benötigten Manpower unterscheiden. Bei der Auftragsplanung sind Randbedingungen wie Mitarbeiterzahl, Arbeitstage und -zeiten sowie Fixkosten der Abteilung zu berücksichtigen.

Die fünf Teilaufgaben sehen die Eingabe von jeweils ein oder zwei Werten (Mannstunden oder Währungsbeträge) vor. Der Bewerber hat bis zu drei Versuche, um zur Lösung zu gelangen. Nach jeder falschen Antwort wird dem Bewerber ein Feedback angezeigt, daß eine Hilfestellung zur Aufgabe gibt. Das Feedback nach der zweiten Falscheingabe konkretisiert die Hilfestellung, so daß die Aufgabe nun noch einfacher zu lösen ist. Das dritte Feedback deckt schließlich die Lösung auf.

Die abschließende Auftragsplanung besteht aus der Auswahl der Aufträge (per Drag & Drop), die im nächsten Quartal angenommen werden sollen. Zudem sollen die anfallenden Gesamtkosten eingegeben werden. Das unmittelbar folgende Feedback besteht aus zwei Teilen: Ein Teil faßt die Kennzahlen der Auftragsplanung zusammen (Anzahl der Aufträge, Quartalsumsatz, variable Kosten, Gesamtkosten, angegebene Gesamtkosten, Betriebsergebnis, Arbeitsmenge), der andere Teil besteht aus einem Text, der abhängig von der Auftragsplanung des Bewerbers ist, die Planung detailliert erläutert und beurteilt. Anschließend kann die Auftragszusammenstellung noch maximal zweimal wiederholt werden.

Was die Aufgabe speziell macht, sind die drei möglichen Lösungsversuche der Teilaufgabe zusammen mit jeweils unterschiedlichen Feedbacks, sowie das Feedback zu allen 32 möglichen Auftragsplänen.

Die übrigen Module – „Mathematik“, „Deutsch“, „Englisch“ – führen, im Vergleich zu den beiden anderen Prototypen „Psychologie“ und „Maschinenbau und Produktion“, zu keinen konzeptionell neuen Anforderungen. Mit den Mitteln, die ausreichend für die Umsetzungen der Anforderungen aus 3.2 und 3.3 sind, lassen sich auch die Anforderungen für dieses Projekt umsetzen. Aus diesem Grund wird auf eine detaillierte Anforderungsanalyse verzichtet.

## 3.5 Zusammenfassung der HEAP-Anforderungen

Die Anforderungen der einzelnen Projekte werden nachfolgend zu einem allgemeinen Anforderungskatalog zusammengefaßt. Dieser Anforderungskatalog soll alle konzeptionellen Anforderungen der HEAP-Prototypen „Psychologie“, „Maschinenbau- und Produktion“ und „Wirtschaftswissenschaften“ beinhalten und zur Auswahl eines geeigneten Systems dienen, auf dessen Basis sich die Prototypen realisieren lassen. Die einzelnen Anforderungen werden nicht im Detail beschrieben, hierzu wird auf Anforderungsdefinitionen und -Drehbücher der einzelnen Prototypen verwiesen.

### 3.5.1 Akteure und Anwendungsfälle

Aus den Anforderungen lassen sich fachlich folgende Akteure ableiten:

**Redakteur** erstellt den Selbsttest und pflegt die Inhalte im System.

**Studieninteressierter** möchte sich über ein Studiengang informieren und am Selbsttest teilnehmen (siehe Anwendungsfalldiagramm 3.6).

**Evaluator** wertet die gesammelten Daten (Testergebnisse, etc.) aus und übergibt diese an Fremdsysteme.

### 3.5.2 Gliederung und Navigation

Die Selbsttests werden hierarchisch in ein bis zwei Ebenen (Kapitel und Abschnitte) gegliedert. Die Navigation erfolgt entweder komplett sequenziell oder frei zwischen Kapiteln + sequenziell innerhalb der Kapitel. Die freie Navigation zwischen Kapiteln kann durch Abhängigkeiten eingeschränkt sein, d. h. daß ein Kapitel  $K$  erst zugänglich ist, wenn alle Kapitel, von denen das Kapitel  $K$  abhängt, abgeschlossen wurden (Beispiel: 3.2 in 3.2.2). Hierdurch wird eine strikte Halbordnung der Kapitel definiert, die für die Navigation berücksichtigt werden muß (vgl. 3.5.4).

Die aktuelle Position im Selbsttest soll in der Navigations- bzw. Gliederungsleiste hervorgehoben sein. Für das aktuelle Kapitel soll der relative Fortschritt im Kapitel angezeigt werden.

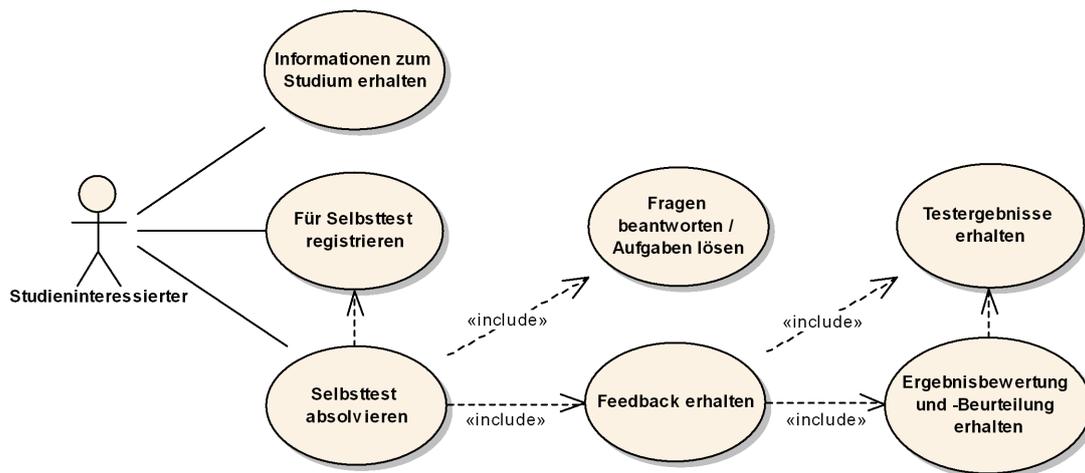


Abbildung 3.6: Anwendungsfallmodell für Akteur „Studieninteressierter“

### 3.5.3 Inhaltstypen

Die nachfolgenden Typen von Inhalten werden für die Selbsttests verwendet und müssen vom System unterstützt werden.

#### Text- und Multimedia-Inhalte

Texte, Bilder, (interaktive) Animationen, Audio und Videostreams (alternative Audio- und Videodateien) werden für die Präsentation der Informationen und Fragen verwendet und sollen sich mit dem System verwalten bzw. in das System integrieren lassen. Die Texte sollen online editier- und formatierbar sein.

#### Fragen und Übungen

Texteingabefragen, Auswahlfragen, das Zuordnen von Paaren bzw. allgemein Tupeln (Zuordnungsfragen), das Bilden von Assoziationen (Assoziationsfragen), sowie komplexe, spezielle Aufgaben sind Bestandteile der Selbsttests.

Texteingaben kommen zum einem in Form von Freitexten vor, in denen der Bewerber Texte verfassen kann, die ihm im Verlauf des Selbsttests wieder vorgelegt werden können. Zum anderen werden Fragen gestellt, deren Antwort in der Eingabe ein oderer mehrerer Parameterwerte besteht (z. .B. bei mathematischen Aufgaben). Es werden nur Punkte für die vollständig richtige Antwort vergeben (alle Parameterwerte sind korrekt, d. h. sie stimmen mit den vordefinierten Lösungswerten der Parameter überein).

Auswahlfragen werden mit Einfach- oder Mehrfachauswahl verwendet. Für Fragen mit Einfachauswahl werden die Punkte vergeben, die für die gewählte Alternative hinterlegt sind. Ist die Punktzahl Null, gilt die Aufgabe als falsch beantwortet. Für Fragen mit Mehrfachauswahl wird die Punktzahl aus der Summe der hinterlegten Punkte der gewählten Alternativen berechnet. Alternativen, die als falsch verstanden werden, können

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

auch mit negativen Punkten versehen werden. Somit läßt sich erreichen, daß nicht die stupide Auswahl aller Alternativen als komplett richtig gewertet wird. Es sollen jedoch keine negativen Punkte für eine Frage als Ganzes vergeben werden.

Die Anforderungen sehen teilweise komplexe, spezielle Aufgaben vor, die sich nicht eindeutig typisieren lassen. Diese Aufgaben besitzen u. a. einen komplexeren Ablauf, erfordern mehr Interaktion vom Bewerber und besitzen spezielle Bewertungsalgorithmen (Beispiel: Stundenplanerstellung in 3.4). Solche Aufgaben lassen sich nicht generisch realisieren, sondern müssen manuell erstellt werden, sich aber trotzdem in den Selbsttest integrieren lassen.

Für einen Prototyp ist vorgesehen, den Selbsttest für einen Bewerber zufällig aus einer Auswahl von Fragen (aus zuvor angelegten „Fragen-Pools“) zu generieren oder Fragen zufällig zu parametrisieren (aus einer zuvor definierten Menge von Parametrisierungen, siehe 3.3.3).

#### Unmittelbare Feedbacks

Unmittelbare Feedbacks, die direkt nach dem Beantworten einer oder mehrerer Fragen die Lösung offenlegen, müssen unterstützt werden. Hierzu gehört auch optional eine Meldung, die für jede Frage eine spezielle Erläuterung zur Lösung bzw. Aufgabe gibt. Der Inhalt der Meldung hängt davon ab, ob die gegebene Lösung richtig oder falsch ist.

#### Ergebnisse und Bewertungen

Alle beschriebenen Selbsttests zeigen den Teilnehmern, meist gegen Ende eines Kapitels oder des gesamten Selbsttests, eine Zusammenfassung der Ergebnisse an. Die Ergebnisse können sich auf einzelne Fragen oder auf mehrer Fragen zusammen beziehen und entsprechen im einfachsten Fall der Form „i-von-N richtig beantworteten Fragen“ oder „i-von-N Punkten erreicht“. Durch Punktevergabe pro gegebener Antwort, können die einzelnen Fragen unterschiedlich gewichtet werden. Die Bewertungen klassifizieren den Teilnehmer: Ein oder mehrere Ergebnisse werden auf eine Klasse, wie z. B. „gut informiert“ oder „schlecht informiert“, abgebildet. Die Abbildungsvorschriften können sehr unterschiedlich aussehen, in den meisten Fällen läßt sich das Ergebnis mittels einer (abschnittweise-definierten) linearen Abbildung bewerten. Eine Bewertung wird dem Kandidaten als dynamisch-ausgewählter Text und grafisch als Ist- und Soll-Bereich auf einer Skala dargestellt (Ist-Bereich = eigenes Ergebnis, Soll-Bereich = erwartetes Ergebnis).

#### 3.5.4 Abhängigkeiten zwischen Testelementen

Die Anforderung, daß Testelemente auf Antworten anderer Fragen zurückgreifen, führt zu Abhängigkeiten zwischen den Testelementen. Die Abhängigkeiten lassen sich als eine strikte Halbordnung<sup>3</sup> < („vor“) der Testelemente auffassen, wobei für jede Referenz von *B* (*referenzierendes Element*) nach *A* (*referenzierendes Element*) gilt:  $B < A$ .

---

<sup>3</sup>eine irreflexive, asymmetrische, transitive Ordnungsrelation

### 3 HEAP: Ziele und Anforderungen

Es ist darauf zu achten, daß der Selbsttest nur so durchlaufen werden kann, daß die sequenzielle Abfolge der Testelemente in Übereinstimmung mit der Ordnung  $<$  steht. Dies läßt sich durch eine geeignete Kapitelstruktur erreichen (siehe 3.5.2).

Weiterhin muß eine Frage, von deren Antwort andere Testelemente abhängig sind, auch beantwortet werden. Ein Überspringen dieser Frage ist im Allgemeinen nicht möglich. Der Ausdruck  $a < b$  bedeutet also nicht nur „ $a$  vor  $b$  anzeigen“, sondern strenger „ $a$  beantworten bevor  $b$  anzeigen.“

#### 3.5.5 Datenexport

Es soll möglich sein, die persönlichen Daten, die gegebenen Antworten, die Bearbeitungszeiten für die einzelnen Kapitel und die Position der Bewerber innerhalb der Kapitel zu exportieren. Desweiteren sollen die Pfade, in denen die Studieninteressierten die Kapitel durchlaufen haben (z. B.  $K1 \triangleright K2 \triangleright K3 \triangleright K2 \triangleright K4 \triangleright K5$ ) enthalten sein.

Die Verwendungszwecke für die Daten sind vielseitig. Zum einen sollen sie statistisch zur Evaluation der Selbsttests dienen, um z. B. festzustellen, welche Aufgaben zu einfach oder zu schwer gestellt sind. Über die letzte Position der Bewerber in den Kapiteln sollen sich häufende Abbruchstellen und über die Navigationspfade eventuelle Interessenschwerpunkte der Studieninteressierten feststellen lassen. Die persönlichen Daten können für eine Nachbefragung per Email genutzt oder in den Bewerbungsprozeß für einen Studiengang integriert werden (z. B. durch einen „Bonus“ für einen vollständig absolvierten Selbsttest).

Die Daten sollen im CSV-Format exportiert werden, um einfach weiterverarbeitet werden zu können.

# 4 Standards und Systeme

## 4.1 Spezifikationen und Standards

Es existieren eine ganze Reihe von Organisationen, die sich mit E-Learning bezogenen Spezifikationen befassen. Diese arbeiten mittlerweile zusammen, wobei die einzelnen Organisationen unterschiedliche Rollen einnehmen. Abbildung 4.1 zeigt das Kooperationsnetzwerk der Standardisierungs- bzw. Spezifizierungsgremien.

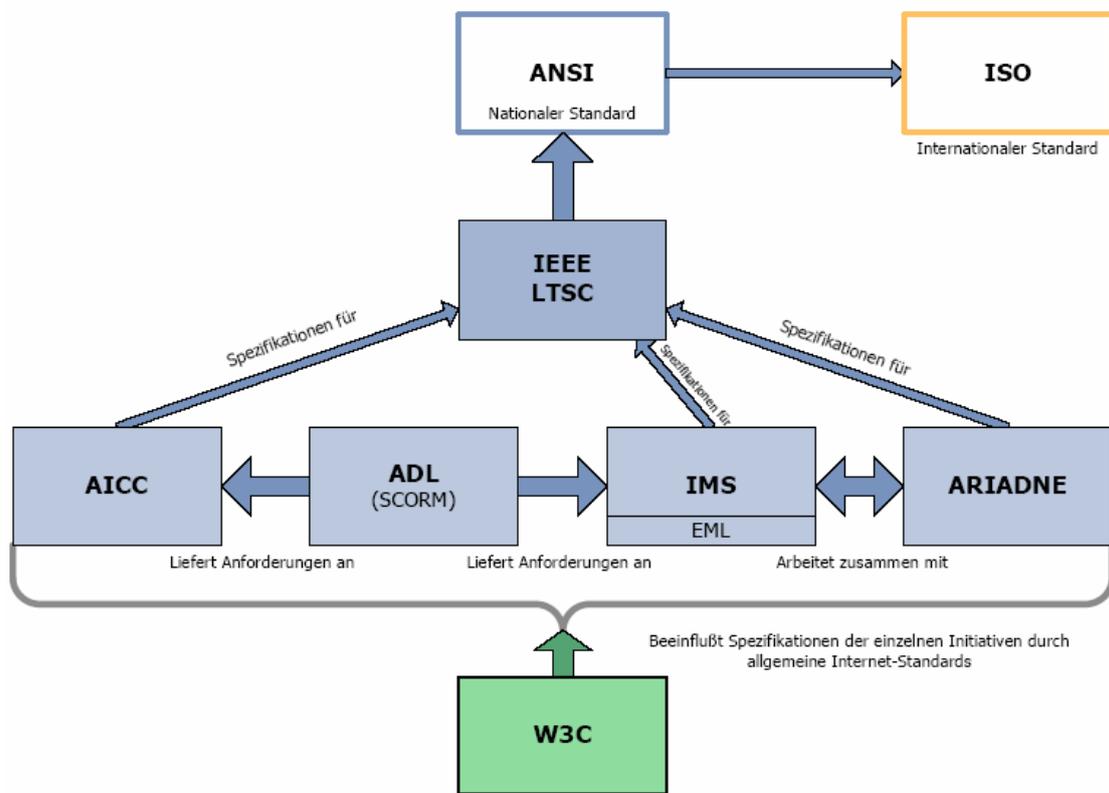


Abbildung 4.1: Kooperationsnetzwerk der Standardisierungsgremien

(Entnommen aus [12])

### 4.1.1 Question and Test Interoperability Specification (QTI) der IMS

IMS (Instructional Management Systems) ist eine non-profit Organisation, die innerhalb des IMS Global Learning Consortiums technische Spezifikationen für interoperable E-Learning Technologien entwickelt und vorantreibt. Der IMS gehören weltweit über 50 Mitglieder aus dem E-Learning Sektor an, u. a. Software- und Hardware-Hersteller.[13] IMS hat eine ganze Reihe von Spezifikationen veröffentlicht, wobei die „Question and Test Interoperability Specification“ (IMS-QTI) sich speziell auf das Assessment bezieht. Weitere Spezifikationen befassen sich mit der Zusammenstellung von interoperablen, verteilbaren Lerneinheiten („Content Packaging Specification“), dem didaktischen und pädagogischen Aufbau/Ablauf des Lernmaterials („Learning Design Specification“) und der Beschreibung von Lernressourcen durch Metadaten („Meta-Data Specification“).

IMS-QTI beschreibt ein einheitliches Format für das Assessment von Lernenden. Hierfür wird ein Datenmodell zur Repräsentation von Fragen (assessmentItem), Tests (assessment) und den Ergebnissen des Kandidaten definiert. Dies soll es ermöglichen, Fragen, Tests und Ergebnisse zwischen verschiedenen Systemen austauschen zu können. Kompatible Systemtypen sind:

**Autoren-Werkzeuge** (authoringTool) für das Erstellen und Editieren von assessment items,

**Lern-Systeme** (learningSystem) um Kandidaten durch Tests zu führen,

**Test-Auslieferungssysteme** (assessmentDeliverySystem) zur Verteilung der Fragen an die Kandidaten und zur (automatischen) Bewertung der Antworten,

**Fragen-Datenbanken** (itemBank) zum Sammeln und Verwalten der assessment items.

Abbildung 4.2 zeigt, wie die genannten Systeme zusammenhängen und mit welchen Akteuren sie kommunizieren.

Das Datenmodell wird durch ein abstraktes Modell in UML beschrieben. Für den Austausch zwischen den Systemen wird ein XML-Binding bereitgestellt.

**Items** Ein Item besteht aus einer Menge von *Interaktionen* und beschreibender Artefakte, wie z. B. Bilder, sowie optional einer Menge von Auswertungsregeln. Die Auswertungsregeln berechnen aus den Antworten des Kandidaten die Assessment-Ergebnisse. Wieviele Interaktionen zu einem Item zusammengefaßt werden, wird durch die Spezifikation nicht genau festgelegt. Es wird lediglich darauf hingewiesen, daß Interaktionen, die nicht zusammengehören und für sich alleine stehen können, auf mehrere Items aufgeteilt werden sollten. Es liegt in der Verantwortung des Autoren, geeignete Größen für die Items zu entwerfen. Hierbei sollte eine mögliche Wiederverwendung der Items berücksichtigt werden.

**Einfache Items** Einfache Items bestehen nur aus einer Interaktion eines Typs. Die QTI-Spezifikation sieht hierfür u. a. folgende Interaktionstypen vor (Abbildungen von Implementierungsvorschlägen der Interaktionen finden sich im Anhang A):

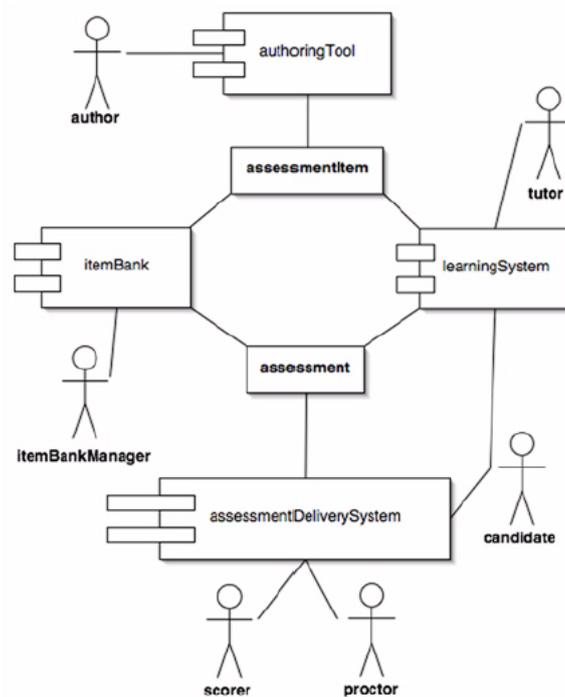


Abbildung 4.2: Rollen des Assessments und Assessment Items

(Quelle: [14])

**choiceInteraction:** ChoiceInteractions sind Auswahlfragen (Multiple-Choice). Die Antwort kann aus genau einem Element (bei Einfachauswahl) oder einer Menge von Elementen (bei Mehrfachauswahl) bestehen.

**(graphic)OrderInteraction:** Bei der orderInteraction müssen Elemente, z. B. per Drag & Drop, in die richtige Reihenfolge gebracht werden. Bei der graphicOrderInteraction sind die Elemente fest in einer Grafik platziert. Die Reihenfolge lässt sich in diesem Fall durch die Indices der Reihe repräsentieren, die vom Kandidaten auf die Elemente verteilt werden. Die Antwort stellt eine Liste von Elementen dar.

**(graphic)AssociateInteraction:** Für die associateInteraction müssen Elemente untereinander in Beziehung gesetzt werden. Die Beziehungen sind ungerichtet und können binär oder von höherem Grad sein. Bei der graphicAssociateInteraction sind die Elemente in einer Grafik platziert. Die Beziehungen können dann z. B. durch Zeichnen von Verbindungslinien innerhalb der Grafik erstellt werden. Die Antwort besteht aus ungerichteten Paaren (bei binären Assoziationen), bzw. allgemein aus Mengen von Elementen.

**matchInteraction:** Bei der `matchInteraction` werden, wie bei der `associateInteraction`, Elemente in Beziehung gesetzt. In diesem Fall sind die Beziehungen jedoch gerichtet; jedes Element einer Beziehung stammt aus einer eigenen Menge. Die Antwort besteht aus gerichteten Paaren. Beispiel: Das Zuordnen von Charakteren zu Theaterstücken.

**(graphic)GapMatchInteraction:** Die `gapMatchInteraction` ähnelt der `matchInteraction`, nur beziehen sich hier die Elemente einer Menge der Beziehung auf Lücken (Gaps) in einem Text. Durch jede Zuordnung wird eine Lücke mit einem Element gefüllt (siehe Abbildung 6.5 auf Seite 60). Bei der `graphicGapMatchInteraction` sind die Lücken in einer Grafik statt in einem Text platziert.

**inlineChoiceInteraction:** Die `inlineChoiceInteraction` ähnelt der `gapMatchInteraction`, die Lücken werden jedoch direkt im Text durch eine Auswahl (z. B. mit einer Drop-Down-Box) gefüllt. Der zweite Unterschied besteht darin, daß mehrere Lücken unabhängig voneinander gefüllt werden; jede Lücke besitzt eine eigene Auswahlmenge.

**textEntryInteraction:** Hierbei handelt es sich um die dritte Variante der Interaktionen, die das Füllen von Lücken vorsehen. Bei der `textEntryInteraction` muß der Kandidat eine Lücke durch Eingabe eines Textes füllen.

**extendedTextEntryInteraction:** Diese Interaktion ist für die Eingabe von größeren Texten gedacht. Die Spezifikation sieht für die Antwort der `extendedTextEntryInteraction` keine Verarbeitung vor.

**hottextInteraction:** Die `hottextInteraction` zeigt einen Text, in dem Wörter oder Sätze hervorgehoben sind und von Kandidaten ausgewählt werden können, um z. B. einen Fehler zu identifizieren. Die `hottextInteraction` unterscheidet sich von der `choiceInteraction` dadurch, daß die Auswahlmöglichkeit im Kontext des umgebenen Textes präsentiert wird.

**hotspotInteraction:** Die `hotspotInteraction` ähnelt der `hottextInteraction` mit dem Unterschied, daß keine Textteile, sondern Teile einer Grafik hervorgehoben sind und vom Kandidaten ausgewählt werden können.

**selectPointInteraction:** Bei der `selectPointInteraction` muß ein Punkt auf einer Grafik ausgewählt werden. Die Antwort besteht aus den Koordinaten des gewählten Punktes.

**positionObjectInteraction:** Diese Interaktion sieht das Platzieren von Objekten auf einer Grafik vor. Die Antwort ist eine Liste von Koordinaten.

**sliderInteraction:** Es wird ein Schieberegler dargestellt, der vom Kandidaten eingestellt werden kann. Die Positionen des Reglers werden auf ganze Zahlen abgebildet.

**Zusammengesetzte Items** Zusammengesetzte Items sind Items, die aus mehreren Instanzen von Interaktionen bestehen. Es können hierfür unterschiedliche Interaktionstypen verwendet werden.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <responseProcessing
    xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p0"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation=
      "http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p0_imsqti_v2p0.xsd">
    <responseCondition>
      <responseIf>
        <match>
          <variable identifier="RESPONSE"/>
          <correct identifier="RESPONSE"/>
        </match>
        <setOutcomeValue identifier="SCORE">
          <baseValue baseType="integer">1</baseValue>
        </setOutcomeValue>
      </responseIf>
      <responseElse>
        <setOutcomeValue identifier="SCORE">
          <baseValue baseType="integer">0</baseValue>
        </setOutcomeValue>
      </responseElse>
    </responseCondition>
  </responseProcessing>

```

Abbildung 4.3: „match\_correct“ response processing template

**Verarbeitung der Antworten** Wie eine Antwort verarbeitet wird, wird durch ein responseProcessing eines Items festgelegt. Ein responseProcessing besteht aus einer Reihe von Regeln, die die Antworten auf einen Ergebniswert abbilden. Oft werden identische responseProcessings verwendet, diese können in response processing templates ausgelagert werden. In vielen Fällen kann das „match\_correct“ template verwendet werden, daß eine richtige Antwort mit „1“ und eine falsche Antwort mit „0“ bewertet. Die Sprache, in der die Regeln beschrieben werden, wird durch die QTI-Spezifikation festgelegt. Abbildung 4.3 zeigt das „match\_correct“ response processing template.

**Feedback** Einem Item kann ein Feedback zugeordnet werden. Das Feedback kann abhängig vom Ergebnis des responseProcessings definiert werden. So lassen sich zum Beispiel unterschiedliche Feedbacks für richtige und falsche Antworten generieren. Nachdem der Kandidat seine Antworten gegeben hat, wird ihm das entsprechende Feedback angezeigt.

IMS-QTI sieht nicht vor, E-Learning-Einheiten und Assessment Items zu mischen. Während eines Selbsttests ist es demnach nicht möglich, dem Kandidaten Lerneinheiten

zu präsentieren<sup>1</sup>, die beispielsweise zur Vorbereitung auf die nächsten Fragen dienen.

#### 4.1.2 Sharable Content Object Reference Model (SCORM) der ADL

SCORM ist eine Sammlung von Spezifikationen der Advanced Distributed Learning Initiative (ADL), die 1997 vom US-Verteidigungsministerium gegründet wurde. Das Sharable Content Object Reference Model (SCORM) besteht aus sogenannten SCORM Büchern, die das Ziel haben, Lernobjekte wiederverwendbar und interoperabel zu machen. Das „SCORM Content Aggregation Model“ beschreibt, wie einzelne Lerneinheiten (Sharable Objects) zu größeren Lerneinheiten (Reusable Sharable Objects) zusammengefaßt werden. Dabei werden die IMS Content Packaging Spezifikation und der LOM Metadaten-Standard der IEEE aufgegriffen. Desweiteren wird die „SCORM Runtime Environment“ spezifiziert, die u. a. die Schnittstellen zwischen dem technischen Lernsystem und den Lerninhalten festlegt. Mit der Version 2004 ist das Buch „SCORM Sequencing and Navigation“ hinzugekommen, worin die Ablaufsteuerung und Navigation für Lerneinheiten im SCORM Laufzeitmodell festgelegt wird.[15]

#### 4.1.3 Learning Object Metadata (LOM) der IEEE LTSC

Die Learning Object Metadata Spezifikation (LOM) ist seit Juni 2002 vom Learning Technology Standards Committee der amerikanischen IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) als Standard anerkannt. Damit ist LOM z. Z. der einzige Industriestandard aus dem E-Learning-Bereich.

Wie die Metadaten Spezifikation der IMS, besteht auch LOM aus einem abstrakten Datenmodell und einem XML-Binding. Die Learning Object Metadaten beschreiben und klassifizieren die Lernobjekte inhaltlich. Es können nicht nur digitale, sondern auch nicht-digitale Lernobjekte beschrieben werden. Lernobjekte können multimediale Objekte, Lerneinheiten, Kurse aber auch Bücher oder Trainer sein. Die Metadaten können zum Suchen und Auffinden, zur Verteilung und Austausch der Lernobjekte verwendet werden [16, 12].

## 4.2 Ausgewählte Systeme mit Online-Testing/Assessment-Unterstützung

Im Folgenden werden einige Systeme vorgestellt, die die Durchführung von Online-Tests unterstützen. Ein Auswahlkriterium ist, daß die Systeme Assessment-Funktionalitäten, wie Bewertung, Feedbacks und die Verwaltung der Teilnehmer, bereitstellen. Systeme, die Tests als reines Lernmaterial bereitstellen und oft als Quiz bezeichnet werden, sowie Systeme, die lediglich Fragebögen unterstützen, werden nicht betrachtet. Einen Überblick über verfügbare Systeme aus dem E-Learning-Bereich, von denen einige Self-Assessment unterstützen, finden sich u. a. in [6], [17], [18] und [19].

---

<sup>1</sup>abgesehen von Verweisen auf separate Lerneinheiten/Kurse

### 4.2.1 ILIAS 3.5

ILIAS [20] ist eine Open Source Lernplattform der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln und ist Teil der NRW-Initiative CampusSource. Die erste Open Source ILIAS Version ist 2000 erschienen. ILIAS 3 unterstützt die Spezifikationen SCORM 1.2 (Conformance Level LMS-RTE3), AICC (Aviation Industry Computer Based Training Committee), LOM Metadata und ab Version 3.2 IMS-QTI.

Die Assessment-Unterstützung von ILIAS ist sehr umfangreich. Es werden 7 Fragetypen bereitgestellt: Multiple-Choice-Fragen, Lückentexte (QTI textEntryInteraction und inlineChoiceInteraction), Zuordnungsfragen, Anordnungsfragen, Imagemap-Fragen (QTI hotspotInteraction), Java-Applet-Fragen und Freitext-Fragen. Mittels Java-Applet-Fragen besteht die Möglichkeit, eigene, spezielle Fragen zu implementieren und in einen Test einzubinden. Es können jedoch keine Lern- bzw. Informationseinheiten ohne Fragenteil in einen Test integriert werden. Tests können, außer als „Standalone“-Test, lediglich als Navigationskontrolle von Kursen verwendet werden, um z. B. fortgeschrittene Kurse erst nach (erfolgreicher) Teilnahme an einem qualifizierenden Test freizugeben.

### 4.2.2 Moodle 1.5.3

Moodle [21] ist eine Open Source Lernplattform, die die E-Learning Spezifikation SCORM 1.3 (SCORM 2004), AICC und IMS-QTI 2.0 (bisher nur für den Export von Fragen) unterstützt. Moodle bietet ein umfangreiches und flexibles Self-Assessment: Es werden die Fragetypen Multiple-Choice, Wahr/Falsch, Kurzantwort (textuelle + numerische Antwort), parametrisierbare Berechnungsfragen (!), Lückentexte mit Auswahl von Alternativen oder Texteingaben (QTI inlineChoiceInteraction und textEntryInteraction) angeboten. Zudem ist es möglich, reine Informationsinhalte („Beschreibungen“) ohne Fragenteil darzustellen. Für Fragen mit numerischen Antworten können optional mehrere Einheiten mit zugehörigen Multiplikatoren definiert und eine Fehlertoleranz festgelegt werden.

Die Antworten können mit -100% (falsch) bis +100% (richtig) gestaffelt bewertet werden. Ein Feedback zu einer Frage kann direkt nach dem Beantworten und am Ende des Tests gegeben werden (gilt für alle Fragen des Tests). Es enthält neben Textmitteilungen für jede Lösungskomponente bzw. Lösungsalternative die Wertung „richtig“, „teilweise richtig“ oder „falsch“, sowie die erreichte Punktzahl (x von N Punkten). Die Punktzahl wird mit Hilfe eines Gewichtungsfaktors berechnet, der pro Frage festgelegt wird. Die Feedbacktexte können zwar sehr feingranular vergeben werden, es ist jedoch nicht möglich, ein Feedbacktext abhängig vom Ergebnis der Frage (falsch oder richtig) auszuwählen.

Die Fragen werden in Kategorien verwaltet und können für einen Test manuell oder zufällig zur Laufzeit ausgewählt werden. Innerhalb des Tests werden die Fragen zu Seiten zusammengefaßt. Die Teilnehmer können später im Test zwischen den Seiten beliebig navigieren. Nach Abschluß des Tests wird ein Gesamtergebnis berechnet.

### 4.2.3 infoAsset Broker WebAC

Das Web Assessment Center (WebAC) setzt auf das Wissensmanagementsystem infoAsset Broker auf. Das WebAC zielt auf das Assessment von Bewerbern für Stellenausschreibungen ab, läßt sich aber auch in anderen Szenarien einsetzen. Für das Assessment einer Stellenausschreibung kann eine Menge von Kompetenzen mit zugehörigen Tests angelegt werden. Neben Fragen, sind noch Hinweisseiten und Ergebnisseiten mögliche Inhalte des Assessments. Es existiert ein flexibles Aus- und Bewertungssystem, daß einerseits dem Kandidaten Rückmeldung zu seinen Ergebnissen geben kann, andererseits eine automatische Auswahl von Bewerbern ermöglicht. Das WebAC wird in Kapitel 5 genauer beschrieben.

## 4.3 Bewertung der Systeme

In Tabelle 4.1 auf der nächsten Seite werden die vorgestellten Systeme an Hand von Kriterien, die sich aus den HEAP-Anforderungen aus 3.5 ergeben, verglichen.

Keines der vorgestellten Systeme erfüllt die aus den HEAP-Anforderungen abgeleiteten Kriterien komplett. Zur Realisierung der HEAP-Prototypen muß folglich ein erweiterbares System gewählt und soweit modifiziert werden, daß sich alle Anforderungen umsetzen lassen. Die Frage, ob die Anforderungen nachträglich einer Revision – unter Berücksichtigung der Self-Assessment-Unterstützung der verfügbaren Systeme – unterzogen werden sollten, ist berechtigt, wird in dieser Arbeit jedoch nicht weiter diskutiert.

Kriterium	ILIAS 3-5	WebAC (infoAsset Broker)	Moodle 1.5.3
<b>Navigation</b>	sequenziell vor	sequenziell vor	Beliebig zwischen Seiten
<b>Textfragen</b>	Lückentext, Freitext	Texteingaben	Kurztexteingabe (mehrere Lösungen möglich), Numerisch mit Fehlertoleranz + optionalen Einheiten, Lückentext
<b>Auswahlfragen</b>	Ja	Ja	Ja
<b>Zuordnungsfragen</b>	Ja	Nein	Ja
<b>Assoziationsfragen</b>	Nein	Nein	Nein
<b>Eigene spez. Fragen</b>	Ja	Nein	Nein
<b>Zufällige Fragen</b>	pro Fragenpool	pro Schwierigkeitsgrad einer Anforderung	pro Kategorie
<b>Anlegen der Fragen</b>	Integrierter Editor, QTI-Import	Integrierter Editor	Integrierter Editor, Import von verschiedenen Formaten (noch nicht QTI)
<b>Unmittelbares Feedback</b>	Lösung u. Punkte, Verweis auf Musterlösung	Nein	Lösung, Punkte, Feedbacktext pro Antwort
<b>Ergebnisse, Bewertung</b>	Erreichte Punkte u. Bewertung am Testende	Ergebnisse/Bewertung auch zwischen Fragen	Punkte pro Frage, Gesamtergebnis
<b>Lerneinheiten im Test</b>	Nein	Ja (Hinweiseiten)	Ja („Beschreibungen“)
<b>Test-Layout</b>	Eine Frage pro Seite	beliebige Anzahl von Fragen	beliebige Anzahl von Fragen
<b>Layout anpaßbar</b>	Ja (Änderung der Vorlagen)	Ja (Änderung der Vorlagen)	Ja (Änderung der Vorlagen)
<b>Änderungen am System</b>	Möglich (Open Source)	Möglich (Quellcode im Arbeitsbereich verfügbar)	Möglich (Open Source)
<b>Server Anforderungen</b>	Web-Server (Apache), PHP, MySQL	Java , JDBC-Datenbank	Web-Server (Apache), PHP, MySQL oder PostgreSQL
<b>Client Anforderungen</b>	Web-Browser, optional JavaScript	Web-Browser	Web-Browser
<b>Lizenz</b>	GPL	Kommerziell	GPL

Tabelle 4.1: Vergleich der Self-Assessment Unterstützung (ILIAS, WebAC, Moodle)

## 5 Implementierung

Zur software-technischen Umsetzung der HEAP-Prototypen wird der infoAsset Broker (siehe 4.2.3) als Basisplattform gewählt. Der infoAsset Broker ist ein Wissens- und Dokumentenmanagementsystem, mit dem der Benutzer über verschiedene Kanäle (u. a. WWW, WAP, FTP) kommunizieren kann. Die Kernfunktionalität des Systems wird über sogenannte Extensions (Erweiterungen) modular ergänzt. Hierzu gehört u. a. eine Online Test Extension (realisiert das Web Assessment Center), mit der web-basierte Tests zusammengestellt, automatisch durchgeführt und ausgewertet werden können. Da der infoAsset Broker erweiterbar ist, sich leicht an spezifische Projekte anpassen läßt und der Quellcode, sowie Erfahrungen mit dem infoAsset Broker im Arbeitsbereich vorhanden sind, ist hiermit eine geeignete Grundlage für die Realisierung der Prototypen gegeben.

Der infoAsset Broker ist eine Serveranwendung mit integriertem Web-Server. Er und benötigt eine Java Laufzeit-Umgebung. Zur Datenhaltung werden verschiedene Datenbanken, u. a. Oracle, DB2 und MySql unterstützt.

### 5.1 Die Online Test Extension des infoAsset Brokers

Die Online Test Extension wurde ursprünglich entwickelt, um Stellenausschreibungen mit Eignungstests zu entwerfen und den Bewerbern diese Tests über das Internet, im Rahmen des Internetauftritts einer Organisation, durchführen zu lassen. Die Online Test Extension unterscheidet zwei Benutzergruppen: Personalsachbearbeiter (ggf. Personalberater) und Bewerber. Die Benutzergruppen haben jeweils unterschiedliche Sichten auf das System. Den Personalsachbearbeitern wird ein Redaktionssystem bereitgestellt, mit dem sich Stellenausschreibungen und zugehörige Anforderungen erstellen lassen. Desweiteren lassen sich die Ergebnisse der durchgeführten Tests einsehen. Die Bewerber können sich die Stellenausschreibungen anzeigen lassen und die dazugehörigen Tests absolvieren. Dem Bewerber wird ggf. sein Erfüllungsgrad zu den einzelnen Anforderungen angezeigt, wenn dies vom Personalsachbearbeiter so vorgesehen wurde.

#### 5.1.1 Domänenmodell und Funktionalität

Im Folgenden werden das konzeptuelle Modell (Domänenmodell) und die Funktionalität der Online Test Extension, die speziell für die Realisierung der Prototypen nützlich ist, beschrieben. Abbildung 5.1 zeigt ein Klassendiagramm des Domänenmodells. Alle gezeigten Klassen sind persistent und werden im infoAsset Broker als *Assets* bezeichnet. Weitere Informationen zum infoAsset Broker und der Online Test Extension bzw. des WebAssessment Centers finden sich u. a. in [22], [23] und auf der infoAsset Webseite<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>[www.infoasset.de](http://www.infoasset.de)

## 5 Implementierung

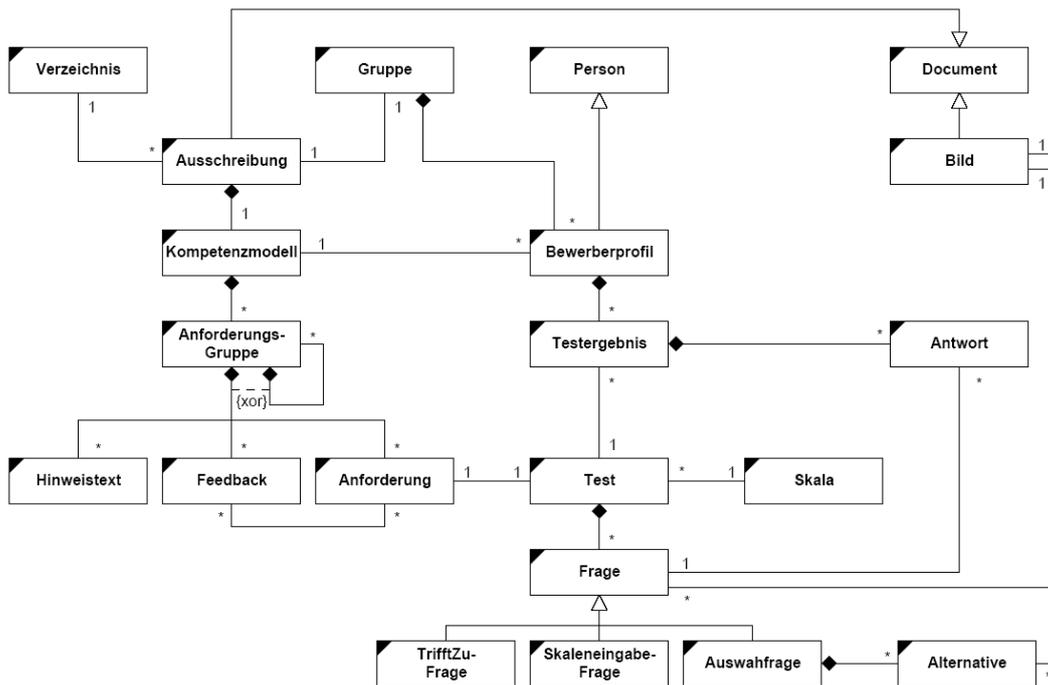


Abbildung 5.1: Domänenmodell der Online Test Extension

(Entnommen aus[23])

Die Ausschreibung einer konkreten Stelle besteht aus einem Kompetenzmodell, verbunden mit einem Katalog von Anforderungen an die gewünschte Kompetenz des Bewerbers. Zu jeder Anforderung gehört ein Test, mit dem überprüft werden kann, inwieweit ein Bewerber die Anforderung erfüllt. Da normalerweise in einem Kompetenzmodell mehrere sehr unterschiedliche fachliche Anforderungen bestehen, können sie hierarchisch in Anforderungsgruppen gegliedert werden. Es besteht jedoch die Einschränkung, daß eine Anforderungsgruppe entweder Anforderungen oder Anforderungsgruppen enthalten kann, jedoch nicht beides zugleich. Zusätzlich zu den Anforderungen existieren Hinweistexte, die Informationen zum Test anzeigen, sowie sogenannte Feedbackstationen, die dem Bewerber Rückmeldung über seine bisherige Leistung geben. Hinweistexte und Feedbackstationen können in jeder Anforderungsgruppe verwendet werden. Zur Verwaltung der Bewerberdaten, speziell der persönlichen Informationen wie Titel, Namen, Anschrift, Geburtstag, Telefonnummern etc., wird die Funktionalität der Personen und Gruppen aus dem Broker-Basissystem verwendet.

Eine Anforderung beschreibt eine speziell gewünschte Kompetenz des Bewerbers, legt fest, inwieweit ein Bewerber diese Kompetenz erfüllen muß und definiert einen Test, der

## 5 Implementierung

diese Übereinstimmung ermittelt. Eine Anforderung besteht dazu aus drei Teilen:

1. Der erste Teil beschreibt die gewünschte Kompetenz durch eine textuelle Erläuterung sowie durch eine Skala, anhand derer diese Kompetenz gemessen wird. Die Skala einer Anforderung besteht aus einer geordneten Menge von Werten, die als Texte eingetragen werden. Ein Beispiel hierfür wären die Schulnoten („sehr gut“, „gut“, etc.). Zu jedem einzelnen Skalenwert kann eine Liste von Textbausteinen definiert werden, die in den Feedbackstationen verwendet werden können, um dem Bewerber Aufschluß über seine Leistung zu geben.
2. Der zweite Teil einer Anforderung besteht aus der Festlegung der konkreten Anforderung an die Kompetenz. Hierzu wird mit Hilfe einer Trapezfunktion, die durch vier Stützpunkte definiert wird, die Skalenwerte auf den Erfüllungsgrad (zwischen 0% und 100%) abgebildet. Die Trapezfunktion ermöglicht eine flexible Auswahl der Kandidaten, da nicht zwangsläufig der höchste Skalenwert dem höchsten Erfüllungsgrad zugeordnet wird. Weiterhin muß festgelegt werden, welchem Anforderungstyp (k.o., muß, kann, Information) eine Anforderung angehören soll.
3. Der dritte und umfangreichste Teil der Anforderung definiert den Test, der die Kompetenz eines Bewerbers mißt. Das Testverfahren gestaltet sich folgendermaßen: Durch eine Reihe von Fragen wird zunächst eine Punktzahl ermittelt. Diese Punktzahl wird durch eine Abbildungsvorschrift in Form einer Normierungstabelle auf einen Skalenwert abgebildet. Anhand der oben definierten Trapezfunktion wird daraus ein Ergebnis für diese Anforderung als Prozentwert ermittelt. Die Prozentwerte aller Anforderungen desselben Typs (k.o., muß, kann) zusammen, ergeben das Ergebnis der Bewerbung. Wenn alle Werte über den jeweiligen Schwellen liegen, gilt die Bewerbung als erfolgreich. Die Ermittlung der Prozentwerte geschieht dabei ohne Berücksichtigung der Hierarchie der Anforderungsgruppen; die Ergebnisse der Tests aller Anforderungen zählen dabei gleich viel.  
Der eigentliche Test wird, neben den Fragen selbst, durch umfangreiche Einstellungen beschrieben. Dazu gehören die Anzahl der gestellten Fragen, eventuell die Angabe von Mischungsverhältnissen der Fragen verschiedener Schwierigkeitsgrade, die Reihenfolge der Fragen (zufällig oder fest) und Zeitbeschränkungen.  
Es gibt drei verschiedene Typen von Fragen. Alle besitzen einen Namen, einen Fragetext, die Schwierigkeit, ein Zeitlimit und ein optionales Bild zur Illustration. Ansonsten gibt es den Typ der Trifft-Zu-Frage, die genau vier fest vorgegebene Antwortalternativen besitzt (trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu und trifft nicht zu). Darüber hinaus existiert der Typ der Auswahlfrage, die eine frei definierbare Menge an Antwortalternativen besitzt, von denen entweder genau eine oder eine beliebige Anzahl beim Beantworten ausgewählt werden kann (Einfach- bzw. Mehrfachauswahl). Schließlich gibt es die Skaleneingabefrage, die unter Vermeidung der Anwendung der Normierungstabelle direkt die Auswahl genau eines einzelnen Skalenwertes gestattet, was häufig nützlich zum stereotypen Abfragen von Qualifikationen ist.

Die Struktur der Anforderungsgruppen legt zugleich den Testablauf fest, soweit keine zufällige Reihenfolge eingestellt wurde. Dafür wird die hierarchische Struktur der Anforderungsgruppen in eine lineare Form gebracht, vergleichbar mit dem Inhaltsverzeichnis und dem Inhalt eines Buches. Der Testablauf läßt sich anschließend nur in einer möglichen Abfolge sequenziell durchführen, hierbei sind keine Sprünge im Test möglich. Jede Anforderung führt zur Anzeige von einigen Fragen für den Bewerber. In diese Struktur lassen sich zusätzliche Hinweistexte und Rückmeldungen einbetten, die an der jeweiligen Stelle dem Bewerber angezeigt werden, um Hinweise oder Feedback über die bisher von ihm erbrachte Leistung zu geben. Feedbackstationen stehen dazu in Beziehung zu ausgewählten Anforderungen, um die Rückmeldung gezielt steuern zu können. Mit den Texten der korrespondierenden Skalenwerte lassen sich individuelle Rückmeldungstexte anzeigen. [23]

### 5.1.2 Bewerbungsablauf

#### Auswahl der Stellenausschreibung

Dem Bewerber werden auf der Portalseite des infoAsset Brokers alle veröffentlichten Stellenausschreibungen angezeigt. Nachdem der Bewerber eine Ausschreibung ausgewählt hat, wird vom System – basierend auf dem zugehörigen Kompetenzmodell – ein neues Bewerberprofil angelegt. Je nachdem welche Authentifizierung-Option im Kompetenzmodell hinterlegt ist, muß der Bewerber die geforderten Informationen (z. B. Name, Email-Adresse, Telefonnummer) zu seiner Person vor, nach oder vor und nach dem Test eingeben. Gilt für die Authentifizierung „vor Test mit Passwort“, muß der Bewerber vor Beginn des Tests ein Passwort eingeben, das ihm per Email automatisch zugesendet wird.

#### Testdurchführung

Basierend auf der Struktur (Hierarchie der Anforderungsgruppen) und den Einstellungen (zufällige Reihenfolge der Fragen) des Kompetenzmodells ist die Abfolge der Teststationen (Hinweistexte, Fragen und Feedbackstationen) im Bewerberprofil hinterlegt (siehe 5.1.1). Die Teststationen werden nun dem Bewerber nacheinander präsentiert, wobei auf einer Seite mehrere Fragen erscheinen können. Hinweistexte und Feedbackstationen nehmen hingegen immer eine eigene Seite in Anspruch. Der Bewerber kann über eine „Weiter“-Schaltfläche seine Antworten abschicken und zur nächsten Seite gelangen. Befindet sich der Bewerber auf einer Seite mit Fragen, muß er diese jedoch zuvor alle beantwortet haben, ansonsten gelangt er auf die ursprüngliche Seite zurück.

Der Test endet nach der letzten Teststation. Eventuell muß der Bewerber abschließend noch persönliche Daten eingeben, falls die Authentifizierung des Kompetenzmodells dies vorsieht.

## 5.2 Machbarkeitsstudie

Bei der Realisierung der Prototypen auf Basis der Online Test Extension des infoAsset Brokers, stellt sich als erstes die Frage, in wie weit die Anforderungen aus Kapitel 3

mit der Online Test Extension abgedeckt werden können. Ebenfalls ist zu analysieren, welche Anforderungen nicht direkt oder indirekt erfüllt werden können, um anschliessend geeignete Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die das System entsprechend nachrüsten.

Anhand des Anforderungskatalogs aus 3.5 werden nun mögliche Realisierungsstrategien erarbeitet. Vorab läßt sich sagen, daß ein großer Teil der Testfunktionalität und der Testerstellung (Redaktionssystem) mit der Online Test Extension direkt zu realisieren ist, bzw. bereits vorhanden ist. Einige Fragetypen müssen jedoch hinzugefügt und die Navigationsmöglichkeiten ausgebaut werden. Da die Online Test Extension ursprünglich mit Fokus auf das Anwendungsgebiet des Web-Assessments durch Fremdauswahl entwickelt wurde, sind einige Anwendungsfälle anderen Akteuren als im Self-Assessment zugeordnet; es besteht teilweise eine andere Zuordnung von Rollen und Benutzergruppen (vgl. 2.2.4). Die Auswertungs- und Beurteilungsfunktionalität ist im infoAsset Broker hauptsächlich der Personalabteilung zugänglich. Im Self-Assessment übernimmt jedoch der Bewerber die Rolle des Auswahltreffenden, womit dem Bewerber eine erweiterte Sicht auf die Auswertung und Beurteilung seiner Ergebnisse ermöglicht werden muß.

### 5.2.1 Gliederung

Die Online Test Extension sieht eine hierarchische Gliederung des Kompetenzmodells in Anforderungsgruppen vor. Dies entspricht der Struktur von Kapiteln und Abschnitten, wie sie für die Prototypen vorgesehen ist. Es sind jedoch zwei Einschränkungen zu beachten:

1. Die hierarchische Struktur der Anforderungen, Hinweistexte und Feedbackstationen wird nicht in den Testablauf, der für jeden Bewerber separat generiert wird, übernommen.
2. Die Funktionalität (wie die Berechnung von Erfüllungsgraden) ist nicht immer orthogonal zur Gliederungsstruktur. Die Rückmeldungen beziehen sich innerhalb der Feedbackstationen zum Beispiel auf genau eine Anforderung. Daraus folgt, daß eine Rückmeldung sich nicht auf eine Reihe von Fragen, gemischt mit Hinweisseiten beziehen kann, da alle Fragen *vor* und alle Fragen *nach* dem Hinweistext in jeweils einer Anforderung enthalten sind. Dies ist bedingt durch die Tatsache, daß Hinweistexte nicht innerhalb von Anforderungen auftreten können.

Punkt 1 führt dazu, daß im Testablauf die Information über die zugehörige Position in der hierarchischen Struktur, nicht mehr direkt zugänglich ist. Es ist also nicht ohne weiteres möglich dem Bewerber im Laufe des Tests das Kapitel und den Abschnitt, sowie den Fortschritt im Kapitel, fortlaufend anzuzeigen. Die Information ist jedoch nicht verloren, da das hierarchische Modell im System noch vorhanden ist. Punkt 2 sagt aus, daß selbst, wenn die Anforderungen an die Gliederungsstruktur erfüllt werden können, dies nicht bedeutet, daß sich z. B. die Auswertungsanforderungen umsetzen lassen. Die Ursache hierfür ist, daß eine Skala sich auf genau eine Anforderung bezieht.

### 5.2.2 Navigation

Die Online Test Extension sieht im Testablauf keine Navigationsmöglichkeiten vor. Der Bewerber kann lediglich die aktuelle Seite (inkl. eventueller Antworten) bestätigen und gelangt, falls alle Fragen auf der aktuellen Seite beantwortet wurden, automatisch zur nächsten Seite. Der Bewerber kann keine Fragen bzw. Seiten überspringen und nicht zu bereits angezeigten Seiten zurückkehren. Eine Navigation zwischen Kapiteln (entspricht in der Online Test Extension einer Navigation zwischen Anforderungsgruppen), wie sie in 3.2.2 gefordert ist, wird nicht unterstützt.

### 5.2.3 Inhalte

#### Text und Multimedia

Textinhalte, wie sie in Hinweisseiten, Fragen und Feedbackstationen vorkommen, können mit der Online Test Extension im HTML-Format angelegt werden. Hierdurch lassen sich Multimediainhalte in allen gängigen Web-Formaten, wie Grafiken (JPEG, GIF, PNG), Animationen (GIF, Flash) und Audio/Videos, einbetten. Die Online Test Extension stellt hier keine Einschränkung dar, es ist lediglich darauf zu achten, daß die Formate vom Client (Web-Browser des Bewerbers) unterstützt werden. Gegebenenfalls müssen zusätzliche Anzeigeprogramme (z. B. Flash Player, RealPlayer) vom Bewerber nachinstalliert werden. Beim Einsatz von Audios und Videos benötigt der Bewerber eine Soundkarte sowie Lautsprecher bzw. Kopfhörer. Verwendete Text- und Multimediadateien können mit dem infoAsset Broker verwaltet und gespeichert werden. Audio- und Videostreaming werden vom infoAsset Broker nicht direkt unterstützt, dies kann von einem separaten Streaming-Server (für Real Formate ein Helix Server) geleistet werden. Die Einbindung in den Selbsttest ist für den Bewerber transparent, lediglich die Quellenangaben für die Streams verweisen auf den Streaming-Server.

#### Fragen/Übungen

Der Fragetyp Auswahlfrage mit Einfach- oder Mehrfachauswahl kann mit der Online Test Extension erstellt werden. Die übrigen geforderten Frage- und Aufgabentypen werden von der Online Test Extension bisher nicht unterstützt.

#### Auswertung und Beurteilung

Die Online Test Extension besitzt einige Funktionalität zur Auswertung und Beurteilung der Testergebnisse, sowie zur Auswahl von Bewerbern. Die Funktionalität ist für den Bewerber über die Feedbackstationen zugänglich. Das Auswertungsverfahren für Anforderungen mit den Ablauf Bewerber-Antworten  $\triangleright$  Punkteberechnung  $\triangleright$  Skalenabbildung läßt sich sehr vielseitig nutzen und deckt die Anforderungen weitestgehend ab. Folgende Einschränkungen sind jedoch zu beachten:

- Die Granularität der Auswertung wird durch die Anforderungen festgelegt. Rückmeldungen auf einzelne Fragen innerhalb einer Anforderung oder über mehrere

## 5 Implementierung

Anforderungen zusammen, können nicht gegeben werden. Die Feedbackstationen sind abhängig von der Strukturierung der Fragen in Anforderungen.

- Es gibt keine Möglichkeit, „unmittelbare Feedbacks“ nach einer Seite anzuzeigen, die die Lösung der Fragen offenlegen und dem Bewerber unmittelbar mitteilen, welche seiner Antworten richtig waren und gegebenenfalls noch eine Erläuterung zu der Lösung geben.

### 5.2.4 Unterbrechung des Tests

Die Unterbrechung eines Tests ist z. Z. nicht möglich. Da der Fortschritt sowie die Antworten der Bewerber kontinuierlich gespeichert werden, ist das Nachrüsten einer solchen Funktion nicht ausgeschlossen.

### 5.2.5 Datenexport

Ein Export der Bewerberdaten und Auswertungen ist von der Online Test Extension nicht vorgesehen. Diese Informationen lassen sich nur online einsehen, jedoch ohne Bearbeitungszeiten und natürlich ohne Navigationspfade. Die vorhandene Funktionalität läßt sich jedoch für eine ergänzende Exportfunktion wiederverwenden.

### 5.2.6 Zusammenfassung

Die Tabelle 5.1 gibt einen Überblick, in wie weit sich die Anforderungen mit der Online Test Extension (OTE) umsetzen lassen.

<b>Anforderung</b>	<b>Abdeckung durch OTE</b>		
	<b>direkt</b>	<b>indirekt</b>	<b>nicht möglich</b>
Gliederung	50%	50%	-
Navigation	10%	-	90%
Fragen	65%	-	35%
Texte und Multimedia	100%	-	-
Unmittelbares Feedback	-	-	100%
Auswertung/Beurteilung	60%	30%	10%
Testunterbrechung	-	100%	-
Datenexport	-	-	100%

Tabelle 5.1: Anforderungsabdeckung durch die Online Test Extension (OTE)

## 5.3 Realisierung der HEAP-Anforderungen

### 5.3.1 Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche wird mittels einer Template-Engine erzeugt. HTML-Vorlagen für die Oberfläche (Templates) beschreiben generisch das Layout, sowie Look&Feel der Inhalte. Die Benutzeroberflächen der Prototypen lassen sich durch austauschen bzw. anpassen der Templates optisch leicht variieren.

### 5.3.2 Inhaltstypen

#### Text und Multimedia

Texte, Grafiken und Multimedia-Inhalte lassen sich direkt in Hinweisseiten, Fragen und Feedbackstationen einbetten. Um Audio- Und Videostreams im RealAudio bzw. Real-Video-Format übertragen zu können, wird separat ein Helix Server installiert. Die Verwendung des Streaming Servers ist für den Studieninteressierten in jedem Fall transparent, die Einbindung der Inhalte erfolgt nahtlos, einzig die URL der Streams verweisen auf einen anderen Server bzw. Port.

#### Fragen und Übungen

Auswahlfragen mit Einfach- und Mehrfachauswahl werden bereits von der Online Test Extension unterstützt. Demnach müssen noch der Aufgabentyp Texteingabe implementiert werden. Desweiteren ist eine Möglichkeit zu finden, wie sich spezielle Aufgaben, die in 3.2.3 beschrieben und auch im Selbsttest der Wirtschaftswissenschaften vorgesehen sind, realisieren lassen. Der zusätzliche Fragentyp wird nach dem gleichen Schema, wie die vorhandenen Fragentypen, implementiert (siehe hierzu 5.1).

**Texteingabefrage** Der Fragentyp Texteingabe erwartet als Lösung ein oder mehrere Texteingaben, genannt Parameterwerte. Die Parameter lassen sich durch einen Namen, einem Kommentar, einem Bild zur Visualisierung, der maximalen Eingabengänge und der Lösung beschreiben. Eine Texteingabe unterscheidet sich gegenüber den anderen Fragen dadurch, daß Punkte nur für vollständig-richtige Antworten vergeben werden, d. h. nur, wenn zu allen Parametern die richtigen Werte eingegeben wurden.

Die Erweiterung des Domänenmodells besteht aus einer Asset-Klasse *Texteingabefrage*, die die Super-Klasse *Frage* spezialisiert. Ein zusätzliches Attribut der *Texteingabefrage* ist das Attribut *punkte*. Desweiteren wird eine Asset-Klasse *Eingabeparameter* angelegt, die die Attribute *name*, *kommentar* und *lösung* beinhaltet. Die Eingabeparameter werden von der Super-Klasse *Frage* aggregiert. Ein *Eingabeparameter* kann mit einem *Bild* in Beziehung gesetzt werden. Abbildung 5.2 zeigt die nötigen Erweiterungen als Klassendiagramm.

Mit diesem Fragentyp lassen sich auch Fragen mit einer Freitexteingabe realisieren, die nicht bewertet werden.

## 5 Implementierung

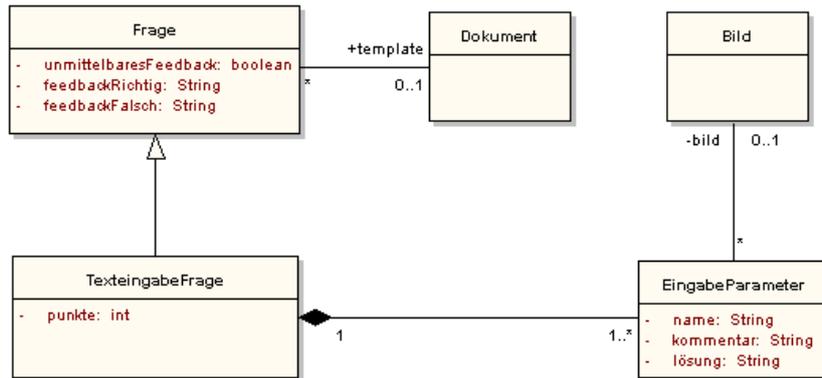


Abbildung 5.2: Erweiterungen für zusätzliche Fragetypen

**Komplexe, spezielle Fragen** Spezielle Aufgaben lassen sich mit Hilfe von eigens hierfür entwickelten Flash-Anwendungen realisieren (alternativ könnten auch JavaScript + DHTML oder Java Applets verwendet werden). Mit Hilfe von Flash lassen sich Anwendungen mit anspruchsvollen Interaktivitätsmöglichkeiten entwickeln, die sich in einem web-basierten Selbsttest einbinden lassen. Eine solche speziellentwickelte Flash-Anwendung läßt sich auch in das Fragen/Antworten/Bewertungsmodell der Online Test Extension integrieren, denn sie stellt meist nur eine alternative Interaktion und Präsentation für die vorhandenen Fragetypen dar. Modellieren lassen sich die meisten solcher Fragen als Texteingabefragen. Die Antwort des Bewerbers wird auf einen oder mehrere Parameter abgebildet. Gibt es mehrere Lösungen, läßt sich die Frage als Auswahlfrage mit Mehrfachauswahl modellieren. Gibt es unendlich viele Lösungen oder Antwortmöglichkeiten, muß bereits von der Flash-Anwendung identifiziert werden, ob die Antwort richtig oder falsch ist. Alle Antworten, die als richtig angesehen werden, werden auf eine einzige Auswahlalternative „RICHTIG“ abgebildet, alle übrigen Antworten auf eine Auswahlalternative „FALSCH“. Es wird also ein Teil der Logik von der Online Test Extension in die Flash-Anwendung verlagert. Eingebunden wird die Flash-Anwendung, indem für diese Frage ein spezielles Template anstelle des generischen Fragen-Templates verwendet wird. In diesem Template wird die spezielle Anwendung eingebettet. Implementiert wird dies durch eine zusätzliche Beziehung zwischen der Asset-Klasse *Frage* und *Dokument* (siehe 5.2). Das spezielle Template läßt sich im infoAsset Broker als generisches Dokument verwalten. Während des Testablaufs wird für jede Frage geprüft, ob dieser Frage ein spezielles Template (*Dokument*) zugewiesen ist. Falls ja, wird dieses Template anstelle des generischen verwendet.

### Unmittelbare Feedbacks

Die Asset-Klasse *Frage* wird um drei Attribute *unmittelbaresFeedback*, *feedbackRichtig* und *feedbackFalsch* ergänzt und der Frageneditor im Redaktionssystem so erweitert, daß zu einer Frage ein unmittelbares Feedback aktiviert/deaktiviert werden kann (setzt *un-*

*mittelbaresFeedback* auf wahr bzw. falsch). Außerdem werden zwei Textfelder für „Feedback bei korrekter Antwort“ (abgebildet auf *feedbackRichtig*) und „Feedback bei falscher Antwort“ (abgebildet auf *feedbackFalsch*) hinzugefügt.

Die Test-Engine, die die Antworten entgegen nimmt und den Testablauf steuert, muß, nachdem die Antworten zu den Fragen auf einer Seite vom Bewerber an das System geschickt und gespeichert wurden, prüfen, ob sich es sich hierbei um mindestens eine Frage mit aktiviertem unmittelbarem Feedback handelt. Ist dies der Fall, wird eine Seite angezeigt, die alle Fragen mit den gegebenen Antworten der letzten Seite erneut präsentiert, wobei für jede Frage mit aktiviertem unmittelbarem Feedback eine Meldung dargestellt wird. Ist für eine Frage die maximale Punktzahl erreicht, gilt diese als (vollständig) richtig beantwortet und es wird der Text aus *feedbackRichtig* angezeigt. Wenn die maximale Punktzahl nicht erreicht wird, wird als Meldung der Text aus *feedbackFalsch* verwendet. Handelt es sich um eine Auswahlfrage, werden zusätzlich die Antworten, denen eine positive Punktzahl zugeordnet ist, als „richtig“ markiert.

### 5.3.3 Gliederung und Navigation

#### Problemstellung

In 5.2.1 wurde bereits angedeutet, daß die Hierarchie der Anforderungsgruppen sich zur Gliederung der Selbsttests nutzen läßt. Um den Selbsttest in Kapitel zu gliedern, läßt sich z. B. für jedes Kapitel eine Anforderungsgruppe anlegen. Für jeden Bewerber wird nach der Registrierung ein Testablauf generiert, der als sequenzielle Abfolge von Teststationen (Fragen, Hinweistexten, Feedbackstationen) gespeichert und im Bewerberprofil hinterlegt wird. Zusätzlich wird die aktuelle Position des Bewerbers im Testablauf gespeichert, die im Bereich von 1 bis [Anzahl der Teststationen] liegt. Um im Testverlauf zu der aktuellen Teststation das zugehörige Kapitel ausfindig zu machen, müßte ausgehend von der zur Teststation gehörenden Fragen, Hinweistext oder Feedbackstation die Hierarchie bis zur obersten Anforderungsgruppe durchlaufen werden. Diese Suche läßt sich durch eine Indexstruktur, die zu jeder Teststation die zugehörige Anforderungsgruppe speichert, beschleunigen. Es kommt jedoch noch die Anforderung hinzu, daß der Bewerber zwischen Kapiteln wechseln (navigieren) können soll. Es ist also nötig, den Fortschritt im Testverlauf nicht nur für den gesamten Testablauf zu speichern, sondern vielmehr für jedes Kapitel zu speichern.

Die Anforderungen in 3.5.2 sehen Randbedingungen für die Navigation zwischen Abschnitten vor. Diese Bedingungen werden in Form von Abhängigkeiten zwischen Abschnitten definiert. Beispiel: Ist Abschnitt *B* von Abschnitt *A* abhängig, so soll Abschnitt *B* erst zu erreichen sein, wenn Abschnitt *A* vollständig bearbeitet wurde.

Im Folgenden wird eine Lösung beschrieben, wie sich die Gliederung und Navigation der Online Test Extension ausbauen läßt, um alle geforderten Eigenschaften erfüllen zu können.

## Backend

Die Lösung soll wie gefordert eine zweistufige Navigationsgliederung unterstützen. Für die erste Ebene, welche die Kapitel enthält, werden die Anforderungsgruppen verwendet. Hierfür wird die Asset-Klasse *Anforderungsgruppe* um ein Attribut *kapitelID* ergänzt, das einen Abschnitt eindeutig identifiziert. Alle in der Anforderungsgruppe direkt enthaltenen Anforderungen (inkl. Fragen), Hinweistexte und Feedbackstationen sind Teil dieses Kapitels. Der Name einer Anforderungsgruppe kann nicht als Schlüssel für ein Kapitel verwendet werden, da dieser mehrfach in einem Kompetenzmodell vorkommen kann. Um eine flexible Gliederung in Abschnitte zu ermöglichen, werden diese implizit definiert, indem sich die Hinweistexte, Anforderungen und Feedbackstationen mit einem Schlüssel für den Abschnitt beschreiben lassen. Die Asset-Klassen *Hinweistext*, *Anforderung* und *Feedbackstation* werden hierfür um das Attribut *abschnittID* ergänzt. Dieser Schlüssel kann öfter verwendet werden: Alle Hinweistexte, Anforderungen und Feedbackstationen eines Abschnitts mit identischer *abschnittID* werden als ein Abschnitt aufgefaßt. Das Redaktionssystem wird so erweitert, daß *kapitelID* bzw. *abschnittID* für die entsprechenden Assets editiert werden können.

Der Testablauf für einen Bewerber wird wie bisher generiert, indem das Kompetenzmodell in lexikalischer Ordnung (bezogen auf die Nummerierung) durchlaufen und so ein linearer Testablauf in Form einer Liste von Teststationen erstellt wird. Gleichzeitig wird eine Indexstruktur *kapitelIndex* aufgebaut, die für jedes Kapitel die Position der ersten und letzten Teststation (*ersteTeststation* und *letzteTeststation*) des Kapitels speichert (die Position bezieht sich auf die Liste der Teststationen). Hierzu kommt noch der Fortschritt des Bewerbers innerhalb des Kapitels (*aktuelleTeststation*), der anfänglich mit der ersten Teststation des Kapitels übereinstimmt.

Bisher wurde, um die Position des Bewerbers im Testverlauf zu bestimmen, die Position der letzten Teststation gespeichert. Es muß nun die *kapitelID* der letzten Teststation als *aktuelleKapitelID* gespeichert werden. Anhand der *aktuelleKapitelID* und des *kapitelIndex* läßt sich die aktuelle Position des Bewerbers im Testverlauf ermitteln. Die *aktuelleKapitelID* wird initial auf die erste *kapitelID* des Testablaufs gesetzt.

Um den möglichen Randbedingungen an die Navigation gerecht zu werden (wie „Abschnitt B ist abhängig von Abschnitt A“, s. o.), wird die Asset-Klasse *Anforderungsgruppe* um das Attribut *abhängigVon* erweitert. Dieses kann eine Menge von Verweisen auf Anforderungsgruppen enthalten, von der diese Anforderungsgruppe abhängig ist.

Die Navigation zwischen Abschnitten läßt sich nun leicht realisieren: Eine Navigation zu einem anderen Kapitel bedeutet lediglich die *aktuelleKapitelID* zu ändern. Vorher muß überprüft werden, ob das Kapitel nicht bereits vollständig bearbeitet ist (*aktuelleTeststation*  $\leq$  *letzteTeststation*) und alle Anforderungsgruppen des Attributes *abhängigVon* bereits abgearbeitet sind.<sup>2</sup> Die aktuelle Position im Testverlauf wird nur noch mittels *aktuelleKapitelID* und des *kapitelIndex* bestimmt. Gelangt der Bewerber im Testverlauf eine Seite weiter, wird *aktuelleTeststation* um eins inkrementiert. Gilt anschließend *aktuelleTeststation*  $>$  *letzteTeststation*, ist das Kapitel beendet und es wird automatisch

---

<sup>2</sup>Diese Bedingungen wird zusätzlich bereits beim Anzeigen jeder Seite geprüft, um Abschnitte, die nicht erreichbar sind, in der Navigationleiste zu deaktivieren.

## 5 Implementierung

zum nächsten, nicht beendeten Kapitel gesprungen. Falls kein weiteres Kapitel gefunden werden kann, ist der Selbsttest beendet.

Abbildung 5.3 verdeutlicht an einem Beispiel, wie die drei Strukturen *aktuelleKapitelID*, *kapitelIndex* und *teststationen* zusammenhängen. Der *kapitelIndex* besagt, daß der Selbsttest für den Bewerber aus fünf Kapiteln, mit den IDs k1 - k5, besteht. Das Kapitel *k1* enthält die Teststationen mit den Positionen 0 - 5 in der Liste *teststationen*, das Kapitel *k2* die Teststationen 6 - 17, und so weiter. Navigiert der Bewerber nicht zwischen den Kapiteln, erhält er die Teststationen in der Reihenfolge, wie sie in der Liste *teststationen* hinterlegt sind: Zuerst zwei Hinweisseiten h1 und h2, danach die Fragen t1 - t7 und anschließend das Feedback fb1.

Die *aktuelleKapitelID* ist „k2“, in diesem Kapitel befindet sich der Bewerber zur Zeit. Im *kapitelIndex* wird nun der Eintrag mit der *kapitelID* = „k2“ gesucht. Die *aktuelleTeststation* (=8) für das Kapitel k2 ist nicht größer als die *letzteTeststation* (=16): das Kapitel ist also noch nicht beendet. Die *aktuelleTeststation* enthält die Position, unter der die Teststation in der Liste *teststationen* zu finden ist. Die Frage t7 wird dem Bewerber aktuell angezeigt. Wenn sich der Bewerber nun, statt die Frage zu beantworten, bei dem System abmeldet, wird beim nächsten Login des Bewerbers der Selbsttest mit dieser Frage fortgesetzt.

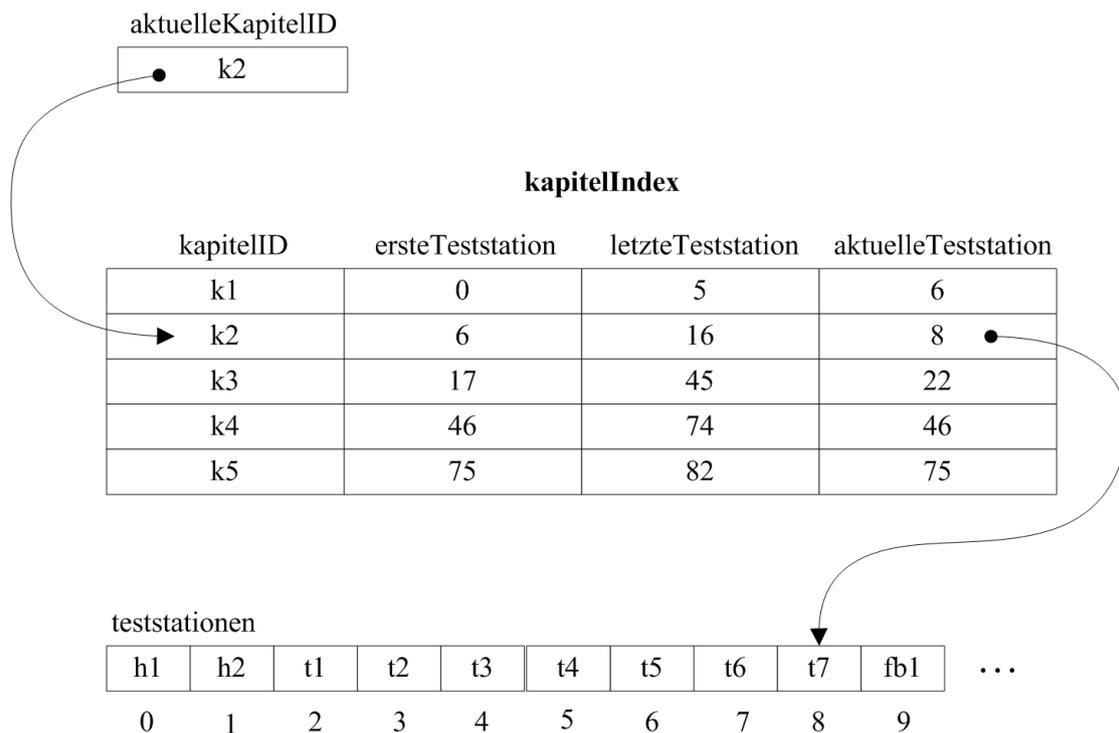


Abbildung 5.3: Indexstruktur für die Kapitelgliederung und -Navigation

## Frontend

Dem Bewerber wird während des Testablaufs eine Navigationsleiste angezeigt, die die Gliederung des Selbsttests darstellt. Es werden die Kapitel und zusätzlich die Abschnitte für das aktuelle Kapitel dargestellt. Der aktuelle Abschnitt wird hervorgehoben, um dem Bewerber seine Position im Verlauf anzuzeigen.

All dies wird realisiert, indem für jede *kapitelID* zwei *ConditionSubstitutions*<sup>3</sup>, *is<kapitelID>Active* und *is<kapitelID>Enabled*, generiert werden. Die Templates, die für die Darstellung des Selbsttests zuständig sind, nutzen diese *ConditionSubstitutions*, um den Zustand eines Kapitels als aktiv, inaktiv oder deaktiviert zu erkennen. Die Tabelle 5.2 zeigt, wie die Zustände definiert sind und wie sie für den Bewerber dargestellt werden.

Zustand	Bedingung	Auswirkung
aktiv	<i>is&lt;kapitelID&gt;Active</i> == TRUE	Kapitel wird als aktueller Abschnitt gekennzeichnet, die Abschnitte werden eingeblendet.
inaktiv	<i>is&lt;kapitelID&gt;Active</i> == false AND <i>is&lt;kapitelID&gt;Enabled</i> == TRUE	Kapitel wird als nicht-aktuelles Kapitel angezeigt, das jedoch ausgewählt (angeklickt) werden kann.
deaktiviert	<i>is&lt;kapitelID&gt;Active</i> == false AND <i>is&lt;kapitelID&gt;Enabled</i> == FALSE	Kapitel wird als deaktiviert gekennzeichnet, das noch nicht oder nicht mehr ausgewählt werden kann.

Tabelle 5.2: Zustandsmöglichkeiten eines Kapitels

Für die Abschnitte wird nur eine *ConditionSubstitution* *is<abschnittID>Active* generiert, da zwischen Abschnitten nicht navigiert werden kann. Mit *is<abschnittID>Active* läßt sich für jeden Abschnitt feststellen, ob sich der Bewerber gerade in diesem befindet.

### 5.3.4 Datenexport

Die Exportfunktion soll die persönlichen Daten der Bewerber, die gegebenen Antworten und die Bearbeitungszeiten und Fortschritte der Abschnitte, sowie die Navigationspfade zwischen den Abschnitten im CSV-Format exportieren. Die personenbezogenen Daten lassen sich direkt aus den Attributen der Assets *Bewerberprofil* und *Person* entnehmen, welche mit dem Kompetenzmodell, für das der Export durchgeführt werden soll, in Beziehung stehen.

<sup>3</sup>Eine *ConditionalSubstitution* wird in den Broker Templates (siehe 5.3.1) als IF-ELSE-Konstrukt verwendet.

# 6 Abschließende Betrachtungen

## 6.1 Projektergebnisse

Die online Self-Assessment Angebote für die Studiengänge Psychologie (Uni), Wirtschaftswissenschaften (Uni) und Maschinenbau/Produktion (HAW) wurden 2005 erfolgreich, auf Basis der in Kapitel 5 beschriebenen System-Implementierung, erstellt und in Betrieb genommen. Informationsinhalte, Auswahl- und Texteingabefragen ließen sich problemlos im System anlegen. Zuordnungs- und Assoziationsfragen wurden in Auswahlfragen überführt oder, wie die komplexeren speziellen Fragen, als Flash-Anwendungen realisiert und anschließend in die Selbsttests integriert. Die flexible Auswertungsfunktionalität des Systems ermöglichte dynamische, an den jeweiligen Teilnehmer angepasste, Feedbacks und Beurteilungen. Audio- und Videoinhalte wurden im Real Format erstellt und von einem Helix Server gestreamt. Die Einbettung der Streams verlief dabei nahtlos.

Die Angebote für Psychologie und Maschinenbau/Produktion wurden produktiv zur Unterstützung der Studienwahl genutzt und Studieninteressierten im Web zugänglich gemacht. Der Selbsttest für die Wirtschaftswissenschaften wurde zur Evaluation mit einer ausgewählten Gruppe von Studenten im Rahmen der Erstsemesterinformationstage durchgeführt. Alle HEAP-Angebote sind auf der Studienkompaß-Webseite<sup>1</sup> aufgelistet.

### Psychologie

Im Zeitraum von Mitte Mai bis Anfang Dezember 2005 haben sich 1132 Person registriert (51 Prozent weiblich, 49 Prozent männlich). Davon haben 20,7 Prozent (232 Personen) das Angebot jedoch nicht begonnen.<sup>2</sup> 10,9 Prozent (123 Personen) haben das gesamte Angebot in durchschnittlich 4 Stunden und 20 Minuten bearbeitet. 37,7 Prozent der Personen haben mindestens zwei Module bearbeitet. 30,7 Prozent haben den Start-Bereich abgeschlossen und mindestens ein Modul begonnen. [24].

### Wirtschaftswissenschaften

Von insgesamt 116 Personen (51 Prozent weiblich, 49 Prozent männlich) haben 92,2 Prozent (107 Personen) das gesamte Angebot durchgearbeitet. 49 Prozent der Teilnehmer bewerteten das Angebot mit gut oder sehr gut. Über die Hälfte stimmten überwiegend oder absolut zu, daß sie etwas Neues über das Studium und den Beruf erfahren haben. 55 Prozent der Teilnehmer bewerteten den Umfang als genau richtig. 51 Prozent der Personen waren weiblich und 49 Prozent männlich [24].

---

<sup>1</sup>[www.studienkompass-hh.de](http://www.studienkompass-hh.de)

<sup>2</sup>Nicht erhaltene Passwörter, verursacht durch falsch angegebene Email-Adressen oder Spam-Filter, können Ursache dafür sein, daß registrierte Personen das Angebot nicht begonnen haben.

### Maschinenbau & Produktion

Im Zeitraum von Anfang Dezember 2005 bis Mitte Januar 2006 haben sich 305 Personen registriert (13,4 Prozent weiblich, 86,6 Prozent männlich). 17,4 Prozent (53 Personen) haben das Angebot nicht begonnen. 60 Prozent (184 Personen) haben das gesamte Angebot bearbeitet und sich damit für einen Bonus bei der Bewerber für den Studiengang qualifiziert.<sup>3</sup> Von den 252 Teilnehmern des Angebots interessierten sich 72,4 Prozent für den Studiengang Maschinenbau und 27,6 Prozent für Produktionstechnik.

## 6.2 Zusammenfassung

Am Beispiel des online Self-Assessment wurden web-basierte Informationssysteme behandelt, die dem Benutzer vielfältige Interaktivitätsmöglichkeiten bieten. Zuerst wurde ein Ansatz für das web-basierte Self-Assessment zur Studienwahl vorgestellt und grundlegende Begriffe wie E-(Self)-Assessment, E-Learning, web-basierte Informationssysteme und Interaktivität/Interaktion definiert. Interaktivität und Interaktion wurden zudem speziell im Kontext von Lern- und Assessment-Systemen beschrieben. Für das Hochschul-E-Assessment-Projekt (HEAP) wurden detailliert die Anforderungen der Selbsttest-Angebote verschiedener Studiengänge (Psychologie, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau und Produktionstechnik) analysiert. Diese wurden allgemein zu einem Anforderungskatalog zusammengefaßt. Es wurden ausgewählte Standards, Spezifikationen und Systeme aus dem E-Learning- und E-Assessment-Umfeld vorgestellt. Die Systeme wurden bezüglich Kriterien aus dem zuvor erarbeiteten Anforderungskatalog verglichen. Anschließend wurde ein System ausgewählt und eingehend aufgezeigt, welche Anforderungen sich auf welche Weise umsetzen lassen. Für die nicht realisierbaren Anteile (u. a. Texteingabefragen, unmittelbare Feedbacks, Navigation) wurden Anpassungen und Erweiterungen des Systems beschrieben.

## 6.3 Ausblick

Die Erfahrungen bei der Erstellung der Selbsttests und während des Betriebs zeigen, daß das beschriebene System den Anforderungen grundsätzlich gerecht wird. Im Hinblick auf zukünftige Projekte sollten Zuordnungsfragen und Assoziationsfragen in das System aufgenommen werden. Für die bisherigen HEAP-Selbsttests wurden diese Fragen noch in überschaubarer Anzahl verwendet, sodaß vorerst Realisierungen in Form von Flash-Anwendungen sinnvoll waren. Längerfristig sollten diese Fragetypen jedoch vom System generisch unterstützt werden, um den Aufwand für separate Individualentwicklungen zu reduzieren. Mit Hilfe von JavaScript und DHTML lassen sich z. B. Drag & Drop Interaktionen realisieren, die sich ideal zum Zuordnen von Elementen und dem Bilden von Beziehungen eignen. Die momentane Einschränkung, beim Aufbau eines Selbsttests keine

---

<sup>3</sup>Bewerber, die den Selbsttest vollständig absolviert haben, werden bei der Vergabe der Studienplätze bevorzugt behandelt.

## 6 Abschließende Betrachtungen

Hinweiseiten innerhalb von Anforderungen<sup>4</sup> verwenden zu können, führt zu Problemen bei der Gliederung eines Selbsttests. Diese Einschränkung läßt sich mit geringem Aufwand eliminieren.

Desweiteren sind die Ergebnisse der HEAP-Arbeitsgruppe 'Evaluation' abzuwarten, die die Antworten auf die Evaluationsfragen des Selbsttests und die Nachbefragungen der Teilnehmer auswertet. Aus den Ergebnissen können eventuell weitere Erkenntnisse zur Gestaltung des Systems gewonnen werden.

---

<sup>4</sup>Zusammenfassung von Fragen, die gemeinsam bewertet werden

# Anhang A

Beispiele zur Darstellung (Rendering) von IMS-QTI Interaktionen (assessment items). Die Abbildungen wurden aus [25] entnommen.

**UNATTENDED LUGGAGE**

Look at the text in the picture.

**NEVER LEAVE  
LUGGAGE  
UNATTENDED**

What does it say?	
<b>You must stay with your luggage at all times.</b>	<input type="radio"/>
<b>Do not let someone else look after your luggage.</b>	<input type="radio"/>
<b>Remember your luggage when you leave.</b>	<input type="radio"/>

Abbildung 6.1: QTI assessment item: choice interaction

**GRAND PRIX OF BAHRAIN**

The following F1 drivers finished on the podium in the first ever Grand Prix of Bahrain. Can you rearrange them into the correct finishing order?

**Rubens Barrichello    Jenson Button    Michael Schumacher**

Abbildung 6.2: QTI assessment item: orderInteraction

**SHAKESPEARIAN RIVALS**

Hidden in this list of characters from famous Shakespeare plays are three pairs of rivals. Can you match each character to his adversary?

Lysander	Prospero
Antonio	
<input type="text" value="Capulet"/>	<input type="text" value="Montague"/>
<input type="text" value="Demetrius"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Abbildung 6.3: QTI assessment item: associateInteraction

CHARACTERS AND PLAYS			
Match the following characters to the Shakespeare play they appeared in:	The Tempest	Romeo and Juliet	A Midsummer-Night's Dream
Prospero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capulet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Demetrius	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lysander	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 6.4: QTI assessment item: matchInteraction

**RICHARD III (TAKE 1)**

Identify the missing words in this famous quotation from Shakespeare's Richard III.

Now is the  of our discontent  
 Made glorious  by this sun of York;  
 And all the clouds that lour'd upon our house  
 In the deep bosom of the ocean buried.

Use the table below to select the missing words.

	winter	spring	summer	autumn
Word 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Word 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 6.5: QTI assessment item: gapMatchInteraction

**RICHARD III (TAKE 2)**

Identify the missing word in this famous quotation from Shakespeare's Richard III.

Now is the winter of our discontent  
 Made glorious summer by this sun of  ;  
 And all the clouds that lour'd upon our house  
 In the deep bosom of the ocean buried.

Abbildung 6.6: QTI assessment item: inlineChoiceInteraction

**RICHARD III (TAKE 3)**

Identify the missing word in this famous quotation from Shakespeare's Richard III.

Now is the winter of our discontent  
Made glorious summer by this sun of  ;  
And all the clouds that lour'd upon our house  
In the deep bosom of the ocean buried.

Abbildung 6.7: QTI assessment item: textEntryInteraction

**WRITING A POSTCARD**

Read this postcard from your English pen-friend, Sam.

Here is a postcard of my town. Please send me a postcard from your town. What size is your town? What is the nicest part of your town? Where do you go in the evenings?

Sam.

**Write Sam a postcard. Answer the questions. Write 25-35 words.**

Abbildung 6.8: QTI assessment item: extendedTextInteraction

**IDENTIFYING SENTENCE ERRORS**

**Select the error in the following passage of text (or *No Error* if there is none).**

Sponsors of the Olympic Games  **who bought** advertising time on United States television  **includes**  **at least** a dozen international firms  **whose** names are familiar to American consumers.  **No error.**

Abbildung 6.9: QTI assessment item: hottextInteraction

**UK AIRPORTS (TAKE 1)**

**The picture illustrates four of the most popular destinations for air travellers arriving in the United Kingdom: London, Manchester, Edinburgh and Glasgow.**

**Which one is Glasgow?**

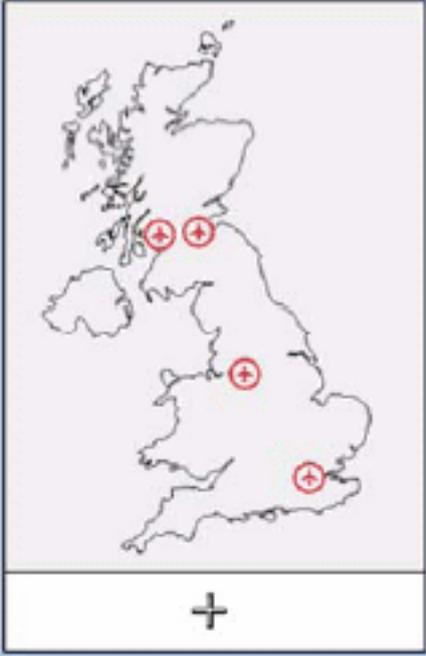


Abbildung 6.10: QTI assessment item: hotspotInteraction

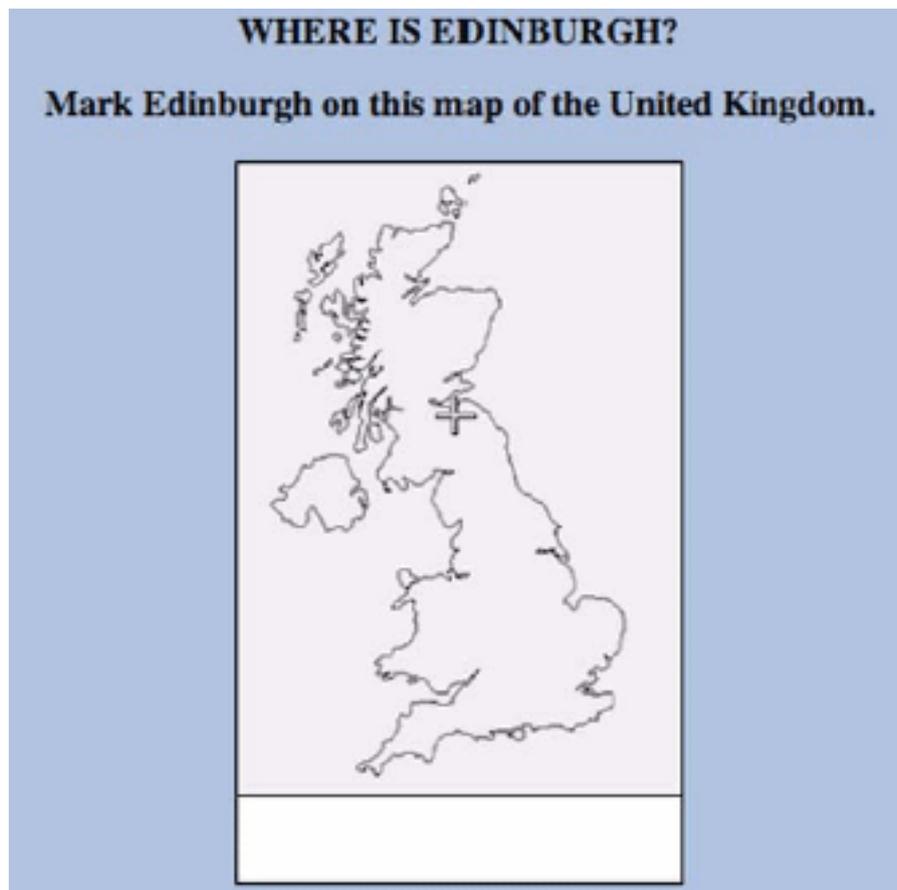
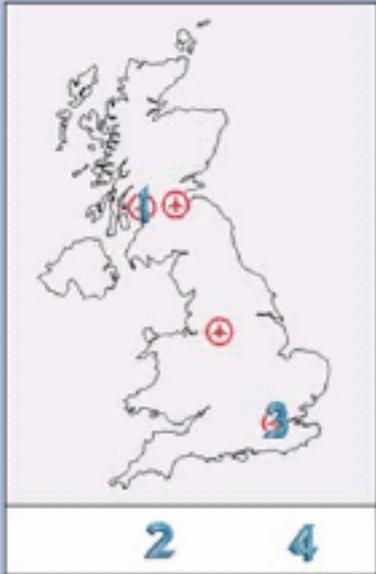


Abbildung 6.11: QTI assessment item: selectPointInteraction

**FLYING HOME**

Lorna is flying back home to the UK. Ideally, she would like to fly in directly to her home town of Glasgow. Edinburgh is her second choice and, if necessary, she could fly into London and pick up an internal connecting flight. Although she has been offered a cheap flight to Manchester it remains her least favourite option as connecting flights to Glasgow are not very reliable from there.

Mark the airports shown on the map according to Lorna's preferences.



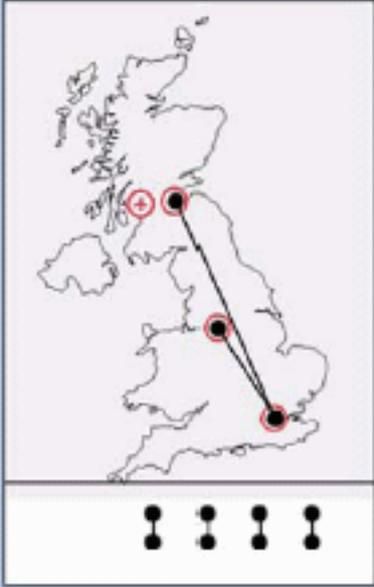
The map shows the outline of the United Kingdom. Four airports are marked with numbered circles: Glasgow (1), Edinburgh (2), London (3), and Manchester (4). Below the map, there is a legend with two entries: a blue circle containing a red cross, labeled with the number '2', and a red circle containing a blue cross, labeled with the number '4'.

Abbildung 6.12: QTI assessment item: graphicOrderInteraction

**LOW-COST FLYING**

**Frizz, a new low cost airline, already operates a service connecting Manchester and Edinburgh but has recently opened two new routes: a service between London and Edinburgh and one between London and Manchester.**

**Mark the airline's new routes on the airport map:**



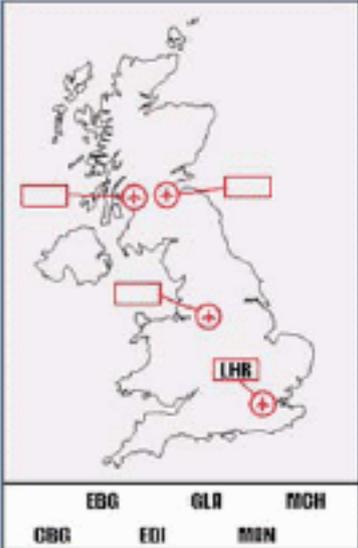
Drag the markers by their ends to connect the appropriate points on the image

Abbildung 6.13: QTI assessment item: graphicAssociateInteraction

**AIRPORT TAGS**

**The International Air Transport Association assigns three-letter codes to identify airports worldwide. For example, London Heathrow has code LHR.**

**Some of the labels on the following diagram are missing: can you identify the correct three-letter codes for the unlabelled airports?**



EBG      GLR      MCH  
CBO      EDI      MIN

Abbildung 6.14: QTI assessment item: graphicGapMatchInteraction



Abbildung 6.15: QTI assessment item: positionObjectInteraction

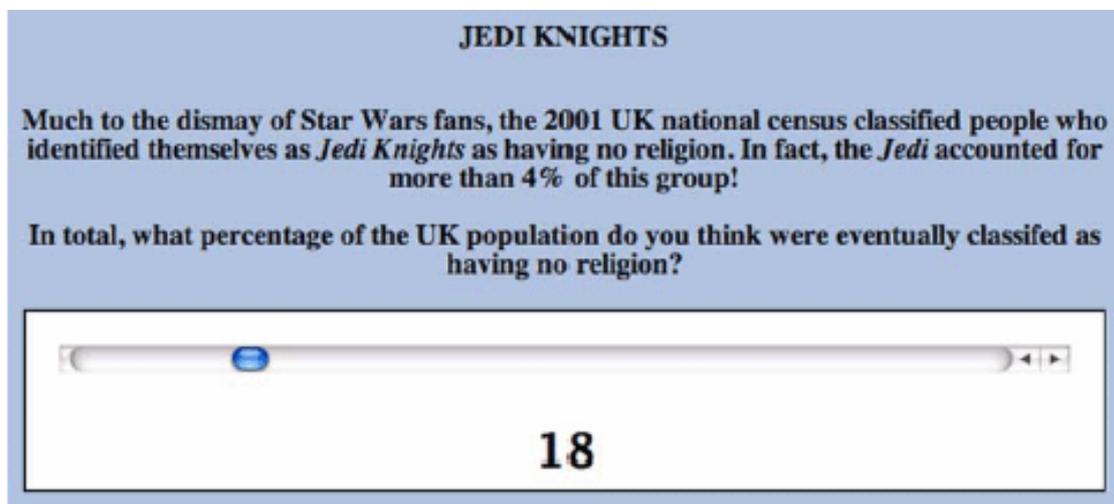


Abbildung 6.16: QTI assessment item: sliderInteraction

# Literaturverzeichnis

- [1] MATTHES, Florian ; SCHMIDT, Joachim W.: *Datenbankhandbuch - Kapitel 1: Datenbankmodelle und Datenbanksprachen*. 01 1998. – Arbeitsbereich Softwaresysteme, TU Hamburg-Harburg
- [2] *Wikipedia Enzyklopädie*. <http://www.wikipedia.org>
- [3] NICHANI, Maish: LCMS=LMS+CMS [RLOs]. In: *elearningpost* (2001). [http://www.elearningpost.com/articles/archives/lcms\\_lms\\_cms\\_rlos/](http://www.elearningpost.com/articles/archives/lcms_lms_cms_rlos/)
- [4] MÜLLER, Jörn: Bewerbungsvorbereitung: Self-Assessment. In: *Die Zeit* 20 (2002). <http://www.zeit.de/archiv/2002/20/j101.xml>
- [5] BLACK, Paul ; WILIAM, Dylan: Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment. In: *Phi Delta Kappan* 80 (2) (1998), 139-148. <http://www.pdkintl.org/kappan/kbla9810.htm>
- [6] SCHULMEISTER, Rolf ; 2001, 2. A. (Hrsg.): *Virtuelle Universität - Virtuelles Lernen*. Oldenburg: München, Wien, 2001
- [7] HORTENSIA, Daniel Gayo-Avello: *Online Self-Assessment as a Learning Method*. [citeseer.ist.psu.edu/663626.html](http://citeseer.ist.psu.edu/663626.html). 2003
- [8] BRUSILOVSKY, P. ; MILLER, P.: *Course Delivery Systems for the Virtual University*. [citeseer.ist.psu.edu/brusilovsky01course.html](http://citeseer.ist.psu.edu/brusilovsky01course.html). 2000
- [9] SOSNOVSKY, Sergey ; SHCHERBININA, Olena ; BRUSILOVSKY, Peter: *Web-based Parameterized Questions as a Tool for Learning*. [citeseer.ist.psu.edu/sosnovsky03webbased.html](http://citeseer.ist.psu.edu/sosnovsky03webbased.html). 2003
- [10] SCHULMEISTER, Rolf: Taxonomie der Interaktivität von Multimedia - Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. In: *it+ti* Ausgabe 4 (2002), S. 193–199
- [11] STRZEBKOWSKI, Robert ; KLEEBERG, Nicole: Interaktivität und Präsentation als Komponenten multimedialer Lernanwendungen. In: *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet*. 3. vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim : Psychologie Verlags Union, 2002
- [12] HÄFELE, Hartmut: E-Learning Standards aus der didaktischen Perspektive. In: *Campus 2002: Die Virtuelle Hochschule in der Konsolidierungsphase*. Waxmann Verlag, 2002

## Literaturverzeichnis

- [13] *IMS Global Learning Consortium*. [www.imsglobal.org](http://www.imsglobal.org)
- [14] *IMS Question and Test Interoperability Overview, Version 2.0 Final Specification*. IMS Global Learning Consortium, Inc. [http://www.imsglobal.org/question/qti\\_v2p0/imsqti\\_oviewv2p0.html](http://www.imsglobal.org/question/qti_v2p0/imsqti_oviewv2p0.html). 2005
- [15] *SCORM®: Sharable Content Object Reference Model*. Advanced Distributed Learning (ADL). <http://www.adlnet.org/scorm/>
- [16] *IEEE Learning Technology Standards Committee*. <http://ieeeltsc.org>
- [17] SCHULMEISTER, Rof: *Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik*. München; Wien : Oldenbourg, 2003
- [18] *Zusammenstellung aller bekannten Anbieter von CMI/WBT - Systemen*. Universität des Saarlandes Fachrichtung Romanistik. <http://www.modulang.uni-saarland.de/bmbf/dokus/Lernplattformen%20Liste.htm>
- [19] EDUTOOLS: *Course Management Systems*. <http://www.edutools.info>
- [20] *ILIAS Open Source Lernplattform*. Universität Köln. <http://www.ilias.de>
- [21] *Moodle - Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*. <http://www.moodle.org>
- [22] infoAsset AG: *infoAsset Broker Benutzerhandbuch*. 2002
- [23] WEGNER, Holm: *Analyse und objektorientierter Entwurf eines integrierten Portalsystems für das Wissensmanagement*, Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Softwaresysteme, Diss., 2002
- [24] KUPKA, Kristof: *HEAP Zwischenbericht: Die Evaluation der virtuellen Beratungsangebote der Pilotfachbereiche im Rahmen des HEAPProjekts*. 2005. – Forschungsbericht
- [25] *IMS Question and Test Interoperability Implementation Guide, Version 2.0 Final Specification*. IMS Global Learning Consortium, Inc. [http://www.imsglobal.org/question/qti\\_v2p0/imsqti\\_implv2p0.html](http://www.imsglobal.org/question/qti_v2p0/imsqti_implv2p0.html). 2005