

Technische Universität Dresden

Fakultät Informatik

Professur Rechnernetze

Fakultät Wirtschaftswissenschaften

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,
insb. Informationsmanagement

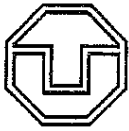
Nutzerschnittstellenentwurf zur Unterstützung von Aspekten des selbstregulierenden Lernens im Kontext der On-Demand-Wissensstrukturen

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

„Master of Science“

Verfasser:	Alexander Martin
Matrikelnummer:	3874816
Betreuer (Informatik):	Prof. Dr. Dr. h. c. Alexander Schill
Betreuer (Wirtschaftsinformatik):	Prof. Dr. Eric Schoop
Erster Gutachter:	Dipl.-Inf. Tenshi Hara
Zweiter Gutachter:	Dipl.-Wirt.-Inf. Michel Rietze
Bearbeitungszeitraum:	25.07.2014 – 06.01.2015



AUFGABENSTELLUNG FÜR DIE MASTER-ARBEIT

THEMA: Nutzerschnittstellenentwurf zur Unterstützung von Aspekten des selbstregulierenden Lernens im Kontext der On-Demand-Wissensstrukturen

Name, Vorname: Martin, Alexander	Studiengang: Wirtschaftsinformatik
Matrikel-Nummer: 3874816	Projekt/Schwerpunkt: Service & Cloud Computing
Betreuer (Informatik):	Prof. Dr. Dr. h. c. Alexander Schill
Betreuer (Wirtschaftsinformatik):	Prof. Dr. Eric Schoop
Mitarbeiter INF: Dipl.-Inf. Tenshi Hara	Mitarbeiter WINF: Dipl.-Wirtsch.-Inf. Michel Rietze
Beginn am: 25.07.2014	Einzureichen bis: 25.11.2014

ZIELSTELLUNG

Es existieren diverse und vielfältige das Online-Medium verwendende Lern- und Lehrangebote. Neben qualitativen Unterschieden auf Implementierungs- und Nutzerschnittstellenebene, existieren offenbar unterschiedliche Zielstellungen der Angebote. Ziele können die gewinnmaximierende Bereitstellung von Lerninhalten seitens der Anbieter, zielgruppengerechte Darstellung von Lerninhalten, et cetera sein.

Ziel dieser Master-Arbeit ist die Analyse der unterschiedlichen Anforderungen an einen ansprechenden Nutzerschnittstellenentwurf, die anschließende Beurteilung der Analyseergebnisse, sowie die abschließende Empfehlung einer Umsetzungsvorgabe.

Die unterschiedlichen Anforderungen aus didaktischem Kontext, Methodenwahl, Zielgruppen (Studierende und Tutoren) sowie Best-Practice-Empfehlungen (DIN EN ISO 9241-11, ...) sollen dabei in entsprechendem Maße berücksichtigt und gewürdigt werden.

Im Rahmen der Master-Arbeit müssen zur Erreichung des Kernziels notwendige Hilfsziele definiert und bearbeitet werden. Um das Kernziel möglichst umfassend zu erfüllen empfiehlt sich bei der Bearbeitung der zugehörigen Hilfsziele ein iteratives Vorgehen (v.d.F. eines User Centered Design Zykluses).

Dabei sollen zunächst Schnittstellenanforderungen feingranular definiert und eruiert werden. Für die Eruiierung und Definition der Schnittstellenanforderungen muss eine passende Methodik (Prototyping, Interviews, ...) gewählt werden.

Für die Evaluierung der Ergebnisse der Schnittstellenanforderungen muss eine geeignete Evaluationsmethodik gewählt werden (heuristische Evaluierung, Thinking-Aloud, ...), anhand derer unter Zuhilfenahme der Zielgruppe valide verifiziert werden kann.

Sollten die Ergebnisse der Evaluierung es notwendig machen, können die Schnittstellenanforderungen angepasst werden. Dies würde eine erneute und damit iterative Definition und

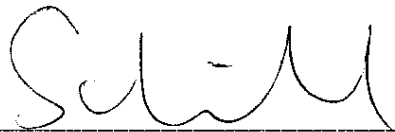
Evaluation der Schnittstellenanforderungen nach sich ziehen.

Falls letztlich die Ergebnisse der finalen Eruiierungen mehrheitlich positiv für eine Umsetzung ausfallen, sollen die wichtigsten Ergebnisse in ein gemeinsames Schnittstellenkonzept zusammengeführt werden, welches später als Implementierungsempfehlung (beispielsweise in Form eines Mock-Up-Prototypen) verwendet werden können soll. Sollten die Ergebnisse mehrheitlich negativ sein, dann sollen die wichtigsten Ergebnisse in eine Vermeidungsstrategie zusammengefasst werden, um mit deren Hilfe später Implementierungsfehler vermeiden zu können.

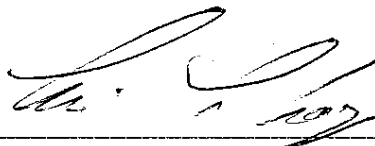
Implementierungsänderungen an existierenden Prototypen (AMCS, RNUW, ...) sind nicht Gegenstand dieser Master-Arbeit.

SCHWERPUNKTE

- Recherche verwandter Arbeiten zu Online-Didaktikkonzepten und -methoden,
- Feststellung der unterschiedlichen Anforderungen an die Nutzerschnittstelle,
- Definition von Teilzielen,
- Von den Ergebnissen der Teilziele abhängige Fortsetzung durch
 - Erstellung einer Implementierungsempfehlung, oder
 - Erstellung einer Vermeidungsstrategie,
- fundierte Beschreibung der erarbeiteten Ergebnisse,
- Erarbeitung einer Evaluationsmethodik, und
- Evaluation und Bewertung der Ergebnisse.



Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Alexander Schill
(betreuender Hochschullehrer, Informatik)



Prof. Dr. rer. pol. habil. Eric Schoop
(betreuender Hochschullehrer, Wirtschaftsinformatik)

Antrag auf Verlängerung der Bearbeitungszeit

Masterarbeit (max. 2 Monate)

Diplomarbeit (maximal 3 Monate)

Bakkalaureatsarbeit (maximal 2 Monate)

Zutreffendes bitte ankreuzen

Technische Universität Dresden
Fakultät Wirtschaftswissenschaften
Prüfungsamt
13. NOV. 2014

Studiengang Wirtschaftsinformatik

Name, Vorname Martin, Alexander

Matrikelnummer: 3 | 8 | 7 | 4 | 8 | 1 | 6 Studienjahrgang: 2012 WS

Betreuender HSL: Herr Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Alexander Schill

Beginn: 25.07.14 Abgabe: 25.11.14

Dauer der Verlängerung: Sechs Wochen

Neuer Abgabetermin: 08.01.15

Begründung der Verlängerung:

Siehe Anlage

Zustimmung betreuender HSL: Schill

Dieser Antrag ist mit einer Kopie der Aufgabenstellung für die Diplomarbeit termingerecht im Prüfungsamt vorzulegen.

6 Wochen => 6.1.14

13.11.14
Datum

E. Schwarz
Technische Universität Dresden
Fakultät Wirtschaftswissenschaften
Prüfungsamt • Tel. 0351 4639 1000
01062 Dresden

Entscheidung des Prüfungsausschusses:

15.11.14

Dem Antrag auf Verlängerung wird stattgegeben / nicht stattgegeben

Technische Universität Dresden
Fakultät Wirtschaftswissenschaften
Vorsitzender des Prüfungsausschusses
Prof. Dr. Thomas Günther

Datum/Unterschrift Prüfungsausschuss

Abstract

In dieser Arbeit wird eine These und die dazugehörigen Richtlinien für die Überprüfung der These und damit möglichen Gestaltung des Interfacedesigns eines Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS) aufgestellt. Dazu werden auf Basis einer Literaturrecherche Schlussfolgerungen zur visuellen Wahrnehmung, kognitiven Verarbeitung und motorischen Ausführung bei der Benutzung eines AMCS gebildet. Diese Schlussfolgerungen bildeten wiederum die Basis für das Abstrahieren der Richtlinien. Um die Richtlinien zu evaluieren, werden diese durch die Methode des Prototypings konkretisiert. Die dabei entstandenen Prototypen werden im Rahmen des iterativen User Centered Design Zykluses (UCSZ) und auf Basis mentaler Modelle der Benutzer und Vorgaben bzgl. des AMCS entwickelt und evaluiert. Auf Grund der Ergebnisse der abschließenden Evaluation wird die zuvor aufgestellte These angenommen oder abgelehnt.

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	i
Inhaltsverzeichnis	ii
0 Einleitung	1
0.1 Eingrenzung.....	1
1 Motivation	3
1.1 Verwandte Forschung des selbstregulierenden Lernens im Kontext der On-Demand- Wissensstrukturen.....	4
1.2 Rahmenbedingungen	5
1.3 These.....	6
2 Kontext der Rahmenbedingungen	8
2.1 Front-End der Studenten.....	8
2.2 Back-End der Tutoren	10
3 Forschungsmethode	14
3.1 User Centered Design Zyklus.....	14
3.2 Prototyping	16
3.2.1 Blank Model	16
3.2.2 Mock-Up.....	17
3.3 Evaluation.....	17
3.3.1 Gebrauchstauglichkeit	17
3.3.2 User Experience.....	18
3.3.3 Thinking Aloud	20
3.3.4 Heuristische Evaluation.....	20
4 Der Mensch als Benutzer.....	21
4.1 Visuelle Wahrnehmung – erster Teil.....	24
4.1.1 Farbwahrnehmung	24

4.2	Verarbeitung der wahrgenommenen visuellen Informationen	35
4.2.1	Sensorisches Register	35
4.2.2	Arbeitsgedächtnis	35
4.2.3	Präattentiven Wahrnehmung	36
4.2.4	Attentive Wahrnehmung.....	37
4.2.5	Langzeitgedächtnis	39
4.3	Ausführen einer Handlung durch das Arm-Hand-Finger-System.....	42
4.3.1	Vorbereitung der Bewegung.....	43
4.3.2	Ausführen der Bewegung	43
4.4	Visuelle Wahrnehmung – zweiter Teil.....	44
4.4.1	Gestaltwahrnehmung	44
4.4.2	Fließende Verarbeitung	45
4.4.3	Ästhetik.....	48
4.5	Emotionen.....	49
4.5.1	Unterbewusst ausgelöste Emotionen.....	50
4.5.2	Launen	51
4.5.3	Einstellungen	51
4.5.4	Effekte auf Aufmerksamkeit und Gedächtnis	52
4.5.5	Auslöser.....	52
4.6	Zusammenfassung	53
5	Schlussfolgerungen für das Interfacedesign	54
6	Richtlinien	58
7	Analysephase – Analyse mentaler Modelle.....	60
7.1	Versuchsaufbau	60
7.2	Ergebnisse.....	61
7.3	Schlussfolgerungen.....	64

8	Designphase – Anwendung der Richtlinien	66
8.1	Konzept.....	66
8.2	Definition des Prototyps	68
8.2.1	Farbe	69
8.2.2	Form	72
8.2.3	Anordnung.....	73
8.2.4	Beschreibung	74
8.2.5	Icons	74
9	Evaluation.....	76
9.1	Versuchsaufbau	76
9.2	Erste Iteration	77
9.2.1	Ergebnisse.....	78
9.2.2	Schlussfolgerungen.....	85
9.2.3	Handlungen.....	85
9.3	Zweite Iteration.....	87
9.3.1	Ergebnisse.....	87
9.3.2	Schlussfolgerungen.....	89
9.3.3	Empfohlene Handlungen	89
10	Ableitung der Tutorenperspektive	90
10.1	Evaluation.....	92
10.1.1	Versuchsaufbau	92
10.1.2	Ergebnisse.....	92
10.1.3	Schlussfolgerungen.....	95
10.1.4	Handlungen.....	95
11	Vorschläge zur Ergänzung der Prototypen.....	96
12	Fazit	97

13	Limitierungen der Ergebnisse.....	98
13.1	Richtlinien	98
13.2	Evaluation.....	98
13.3	Schlussfolgerung	99
14	Ausblick.....	100
	Abbildungsverzeichnis	VII
	Abkürzungsverzeichnis	IX
	Literaturverzeichnis	XI
	Anhang	XVII
	Eidesstattliche Erklärung.....	XXV

0 Einleitung

Das Ziel dieser Arbeit ist das Entwickeln und Evaluieren von Richtlinien für die Gestaltung des Interfacedesigns eines Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS). Mit diesem Interfacedesign wird eine positive Wirkung auf den nötigen Aufwand der Wahrnehmung und kognitiven Verarbeitung visueller Informationen (kognitiver Aufwand) bei der Interaktion des Benutzers mit dem Interfacedesign angestrebt. Deswegen werden zunächst Aspekte, die während der Interaktion mit einer graphischen Benutzeroberfläche (engl.: *graphical user interface*) (GUI) einen kognitiven Aufwand verursachen recherchiert. Die Inhalte der recherchierten Literatur befassen sich mit Wahrnehmung, kognitiven Verarbeitung visueller Informationen des Benutzers und dessen ausgeführten Handlungen, aufgrund der Benutzerziele bei der Benutzung des AMCS. Auf Basis der Recherche werden Richtlinien für die Gestaltung eines Interfacedesigns, zur Minimierung des nötigen Aufwandes der Wahrnehmung und kognitiven Verarbeitung visueller Informationen, bei der Benutzung des AMCS gebildet. Die Richtlinien und die aktuell bereitgestellte Funktionalität des AMCS fließen in die Erstellung des Prototyps eines möglichen Interfacedesigns für eine Mehrheit der Benutzer (die Benutzergruppe der Studenten) des AMCS. Des Weiteren fließen in die Erstellung des Prototyps die mentalen Modelle (siehe Kapitel: Analysephase – Analyse mentaler Modelle) der Benutzer mit ein. Der so entstandene Prototyp wird anhand typischer Szenarien der Benutzung des AMCS mit einer Testgruppe durch passenden Evaluationsmethoden evaluiert. Nach der Evaluation des Prototyps wird aus den Richtlinien und Ergebnissen der Evaluation ein weiterer Prototyp für eine Minderheit der Benutzer (die Benutzergruppe der Tutoren) des AMCS abgeleitet. Dieser Prototyp wird analog zur Evaluation des „Prototyps für die Mehrheit der Benutzer“ evaluiert. Aufgrund der Ergebnisse der Evaluation beider Prototypen werden Vorschläge für die Gestaltung des Interfacedesigns des AMCS, in Form der evaluierten Richtlinien und einer möglichen Ergänzung des AMCS durch mentale Modelle der Benutzer vergeben. Schließlich werden im Fazit die Limitierungen dieser Arbeit und mögliche weitere Schritte für die Entwicklung eines Interfacedesigns bzw. GUI des AMCS aufgezeigt.

0.1 Eingrenzung

Diese Arbeit befasst sich mit dem nicht instrumentalen Faktor der visuellen Ästhetik (siehe Kapitel: Ästhetik) der User Experience (UX) (siehe dazugehöriges Kapitel). Die visuelle

Ästhetik wird auf Basis der Theorie der fließenden Verarbeitung (siehe dazugehöriges Kapitel) in Beziehung mit Aspekten des instrumentalen Faktors der UX, der Effizienz, in Beziehung gesetzt. Denn nach der Theorie des kognitiven Aufwands ist die Verarbeitungsfähigkeit des Menschen bzgl. wahrgenommener visueller Informationen (VI) limitiert (Van Merriënboer, JG, & Sweller, 2005). Da bisher keine allgemeinen Richtlinien speziell für Interfacedesign im Kontext der Reduzierung des kognitiven Aufwands bei der Benutzung eines AMCS-Systems veröffentlicht wurden, werden in dieser Arbeit Richtlinien ausgearbeitet. Diese Richtlinien verfolgen das Ziel, das Interfacedesign so zu gestalten, dass der Benutzer während seiner Interaktion mit dem Interfacedesign einen möglichst geringen kognitiven Aufwand einsetzen muss. Die Sicherstellung eines geringen kognitiven Aufwands hat nach der Theorie der fließenden Verarbeitung positive Auswirkungen auf die Ästhetik des Interfacedesigns. Die Ästhetik des visuellen Interfacedesigns hat wiederum Auswirkungen auf positive emotionale Reaktionen (siehe Kapitel: Emotionen) und damit auf die UX des Benutzers.

1 Motivation

Um die Motivation für das Forschungsbestreben, welches dieser Arbeit zugrunde liegt, zu erläutern wird zunächst die wissenschaftliche Basis der Rahmenbedingungen dieser Arbeit erläutert. Dabei wird begonnen mit einer Frage: „Wie kann Teilnehmern einer Lehrveranstaltung der TU-Dresden eine aktive Mitgestaltung am Aufbau der dazugehörigen Übungsveranstaltung und die Selbstregulierung dazugehöriger Lernprozesse ermöglicht werden?“ Diese Frage schließt die Verwendung aktueller Technologien, Erkenntnissen der Lernpsychologie und Lehr-/Lernmethoden mit ein.

Die ersten Schritte zur Begründung der Frage:

Aktive Verarbeitung und nicht passive Aufnahme von Informationen führen zum Lernen (Luyan & DiCarlo, 2005 zitiert nach Bolles, 1988; Craik & Lockhart, 1972; West, 1966). Dabei wird das Verständnis über das Lernen, dass Lerninhalte irgendwie in unseren Kopf gelangen berichtigt, so dass folgende Einsicht entsteht:

Ein bestimmter Inhalt wird „[...] im Kopf [...] von verschiedenen Arealen des Gehirns zugleich und interaktiv verarbeitet, es wird mit ihm geistig hantiert. Je mehr, je öfter, je tiefer, desto besser für das Behalten.“ (Spitzer, 2002, S. 6)

Dies entspricht der Lerntheorie des Konstruktivismus, nach der die Lerninhalte durch aktive Verarbeitung in bestehende Wissensstrukturen „hinein-konstruiert“ werden (Mayer, 1996). (Diese und weitere, in dieser Arbeit erwähnten, Theorien bilden die Grundlagen für die Annahmen des Autors.)

Wenn diese Einsicht der Lernpsychologie und Hirnforschung in einen Vorlesungsraum der Universität getragen wird, dann lässt sich daraus für das Lehren folgendes entnehmen: Um Lerninhalte zu vermitteln sollten Lernende durch Lehrende zur aktiven Auseinandersetzung mit den Lerninhalten angeregt werden.

Das Konzept der kognitiven Aktivierung erweitert diese Einsicht um eine individuelle Anregung des Lernenden und ist damit dem Lernniveau des Individuums entsprechend (Baumert & Köller, 2000; Krauss et al., 2004; Kunter et al., 2005). Kognitiv aktivierende Methoden des Lehrens (Lenders & Holzäpfel, 2011, S. 3) sind solche, die u. a. unterschiedliche kognitive Voraussetzungen der Lernenden berücksichtigen. Diese „Berücksichtigung“ lässt sich als eine Bereitstellung von Lerninhalten bzw.

Wissensstrukturen auffassen, die sich auf den Bedarf der Lernenden (On-Demand) konzentrieren.

Das Konzept der kognitiven Aktivierung wird im Folgenden an einem einfachen Beispiel erläutert:

Ein Student, der eine Vorlesung an einem Tag besucht, an dem bekannt ist, dass der Dozent über die kommende Prüfung referieren wird, ist kognitiv aktiviert, sobald der Dozent mit seinen Ausführungen bzgl. der Prüfung beginnt. Die kognitive Aktivierung erfolgt, weil der Student einen Lernbedarf hat (er möchte wissen was Prüfungsrelevant ist). Diesen Lernbedarf kann er mit den bereitgestellten Informationen des Dozenten decken. Dadurch ist der Student, wenn die Ausführungen über die Prüfung beginnen, besonders aufmerksam bzw. kognitiv aktiviert. Wann immer der Student wüsste, dass sein Lernbedarf bald vom Dozenten gedeckt werden würde, wäre er kognitiv aktiviert. Doch damit dies möglich ist, müsste dem Dozenten zunächst der Lernbedarf des Studenten bekannt sein.

Aus diesen Beispiel lässt sich die Frage abstrahieren: „Wie kann der Lernbedarf der Lernender durch den Lehrenden festgestellt werden?“

Im folgenden Abschnitt wird eine Lehr-/Lernmethode aufgegriffen, die aktives Lernen und kognitive Aktivierung u. a. durch Einbeziehung des Lernenden in den Lehrveranstaltungs-aufbau unterstützt.

1.1 Verwandte Forschung des selbstregulierenden Lernens im Kontext der On-Demand-Wissensstrukturen

Die Lehr-/Lernmethode Peer Instruction (PI) ist weitreichender als im oben genannten Beispiel. In dieser Arbeit wird PI jedoch im Kontext der Involvierung der Teilnehmer in den Aufbau eines PI-Kurses thematisiert. Durch die Anwendung von PI konnte an Physiklehrveranstaltungen der Harvard Universität ein Anstieg des Lernerfolgs, der Teilnehmer des Kurses festgestellt werden (Crouch & Mazur, 2001, S. 975).

In PI-Kursen können die Teilnehmer bzw. Studierenden, vor Beginn einer Lehrveranstaltung durch Beantworten einer Onlinebefragung, dem Leiter des Kurses Informationen über folgende Aspekte der Lehrveranstaltung vermitteln (Crouch & Mazur, 2001, S. 973):

1. Themen der kommenden Veranstaltung (in die sich die Studierenden vor Beginn der Lernveranstaltung einlesen können), die den Studierenden Verständnisprobleme bereiten.

2. Wenn keine Verständnisprobleme auftauchen, können Studierenden die interessantesten Themen benennen.

Aufgrund dieser Informationen sind die Leiter der PI-Kurse in der Lage den Verlauf der Lernveranstaltung an den Lernbedarf der Studierenden anzupassen und somit On-Demand Wissensstrukturen bereitzustellen. Dadurch können schwierige Themen von dem PI-Kursleiter vertieft werden, um das Verständnis der Studierenden zu festigen (Crouch & Mazur, 2001, S. 973).

PI bietet damit eine Antwort auf die Frage: „Wie kann der Lernbedarf der Lernender durch den Lehrenden festgestellt werden?“ Darüber hinaus können die Teilnehmer des Kurses mit dem ausführen der Onlinebefragung ihren Lernverlauf im Rahmen des Kursablaufs selbst regulieren.

1.2 Rahmenbedingungen

Das Ziel des ACMS-Projekts ist die Unterstützung der Studenten bei der Selbstregulation ihrer Lernprozesse während einer Lehrveranstaltung (Kapp, Braun, Körndle, & Schill, 2014). Dies wird durch den Aufbau eines Kommunikationskanals zwischen Studenten und Tutoren (beide verbunden durch intra- bzw. internetfähige Endgeräte und das ACMS) der Lehrveranstaltung realisiert. Über den Kommunikationskanal werden Nachrichten bspw. Fragen und Rückmeldungen zum Lernfortschritt (durch bspw. Antworten) zwischen Studenten und dem Tutor gesendet. Somit findet während der Lehrveranstaltung eine Interaktion (aktive Handlung) der Studenten mit dem Tutor bzw. der Lehrveranstaltung durch den Einsatz des ACMS statt.

PI fokussiert sich auf die Lernveranstaltung bzw. die Vorlesung. Oftmals wird parallel zur Vorlesung eine Übungsveranstaltung angeboten, in der u. a. die Lerninhalte der Vorlesung gefestigt werden sollen.

Das dieser Arbeit zugrundeliegendes Vorhaben ist das Entwickeln des Prototyps eines onlinegestützten Systems im Rahmen des ACMS-Projekts. Dieser Prototyp mit der Bezeichnung Rechnernetze-Übungswerkzeug (RNUW) soll Studenten bei der Selbstregulation ihrer Lernprozesse, während einer der Lehrveranstaltung dazugehöriger Übungsveranstaltung unterstützen. Das Ziel dieser Unterstützung besteht in einer kognitiven Aktivierung durch On-Demand Bereitstellung von Wissensstrukturen. Damit wird letztlich den Teilnehmern die Möglichkeit gegeben, ihren Lehrbedarf zu signalisieren und damit das

Lernen im Rahmen der Übungsveranstaltung selbst zu regulieren. Dies wäre ähnlich zu einer Meldung in einer Übungsveranstaltung, bei der Studenten dem Übungsleiter bzw. Tutor durch Fragen einen Lernbedarf signalisiert und damit ihr Lernen im Rahmen der Übung selbstregulieren. Im Fall des RNUW würde diese Meldung anonym und vor dem Beginn der Übung online im System erfolgen. Der Tutor kann im Nachhinein, jedoch vor Beginn der Übung die Meldungen, welche in Form einer Umfrage vorliegen nach dem Lernbedarf auswerten und den Verlauf der Übung entsprechend gestalten. Im derzeitigen Entwicklungsstand des RNUW können neben der Beantwortung festgelegter Fragen anonyme eigene Prosa-Fragen und Kommentare der Teilnehmer gestellt werden. Darüber hinaus ist ein weiterer Aspekt die Involvierung und die Echtzeiteinflussnahme der Studenten auf die Übung durch den Einsatz des RNUW. So ist es möglich, dass Studenten während der Übung (in Echtzeit) dem Tutor Feedback zu festgelegten Faktoren, wie bspw. Lautstärke, Geschwindigkeit und Erklärungstiefe geben können.

1.3 These

Ein wichtiger Aspekt des RNUW ist die GUI. Diese realisiert die Interaktion des Benutzers mit dem System (Herczeg, 2009, S. 14). Der Status quo des RNUW ist die Verwendung eines eher funktionellen und nicht auf die mentalen Modelle der Benutzer angepassten visuellen Designs (Interfacedesign) für die GUI. Die Benutzung einer GUI und damit des Interfacedesign erzeugt kognitiven Aufwand. Dieser kann im Fall einer bspw. ständigen Suche und Neuorientierung durch unklare Funktionsstrukturen zur einer negative Auswirkung (bspw. Emotionen wie Ärger, Frustration) und damit Beeinträchtigung der GUI-Nutzung führen (Herczeg, 2009, S. 36 f.).

In diesem Zusammenhang lautet eine, während der RNUW-Entwicklung aufgestellte, These:

Ein auf die Übungsteilnehmer abgestimmtes Interfacedesign führt zur höheren Akzeptanz und senkt den kognitiven Aufwand der Übungsteilnehmer bei der Benutzung der GUI des dazugehörigen Systems.

Eine daraus abgeleitet Forschungsfrage lautet im Kontext der Rahmenbedingungen dieser Arbeit:

Wie kann der kognitive Aufwand der Teilnehmer einer Vorlesung, während der Selbstregulation ihres Lernprozesses, bzgl. einer dazugehörigen Übungsveranstaltung, bei ihrer Interaktion mit einer GUI, reduziert werden?

Aufgrund dieser Forschungsfragen wird folgende These dieser Arbeit aufgestellt:

Ein Interfacedesign übt eine positive Wirkung auf den, zur Interaktion mit dem Interfacedesign eingesetzten, kognitiven Aufwand des Benutzers aus, wenn es unter Mitwirkung des Benutzers und unter der Verwendung ausgewählter Best Practices und Richtlinien entwickelt und evaluiert wurde.

Damit ist die Motivation hinter dieser Arbeit:

Das Entwickeln und Evaluieren eines visuellen Interfacedesigns des RNUW, im Kontext der aufgeführten Rahmenbedingungen. Dieses Interfacedesign wird auf die Ansprüche und Erwartungen der Benutzergruppen „Student“ und „Tutor“ abgestimmt. Dazu wird auf die Ergebnisse dieser Arbeit (Richtlinien und mentale Modelle der Benutzer) zurückgegriffen.

2 Kontext der Rahmenbedingungen

Im Rahmen des ACMS-Projekts des Lehrstuhl Rechnernetze an der TU-Dresden, wurde als Desertationsvorhaben ein Rechnernetze-Übungswerkzeug-Prototyp (RNUW) ausgearbeitet. Das RNUW setzt im Rahmen des ACMS-Projekts folgende Maßnahmen um:

- Aufbau eines Kommunikationskanals zwischen Studenten und Tutoren.
- Unterstützung der Studenten bei der Selbstregulation ihrer Lernprozesse während einer Lehrveranstaltung.
- Involvierung der Studenten in den Aufbau der Lernveranstaltung.

Zur Realisierung der obengenannten Maßnahmen beinhaltet das RNUW zwei unterschiedliche Sichten (Front- und Back-End) für zwei unterschiedliche Arten von Benutzern.

2.1 Front-End der Studenten

Den Studenten stellt das Front-End des RNUW folgende zentrale Funktionalitäten zur Verfügung:

- Anonyme Anmeldung im System.
- Abgabe der Selbsteinschätzung, das betreffende Thema lösen zu können, durch eine Ja/Nein Antwort, mit der Option Notizen hinzuzufügen (siehe Abb. 1). Die Selbsteinschätzung wird vor und nach der Übung abgegeben. Diese dient zur kognitiven Aktivierung der Studenten und dem Identifizieren von Problemthemen durch den Tutor. Nebenbei wird damit die Selbstregulierung der Studenten vor und

Befragungen Echtzeitfunktionen

Diese Befragungen dienen der Selbstevaluation und sollen Dir dabei helfen, Deine Selbsteinschätzung zu trainieren. Ziel ist, dass das Lernen von Problemthemen vor der Klausur am Ende des Semesters mit Hilfe der Befragungsergebnisse zielgerichteter erfolgen kann. Zudem ermöglichen die anonymen Ergebnisse dem Tutor Problemthemen zu identifizieren, die gegebenenfalls nochmals besser erklärt werden müssen.

zurück

Die Überschriften des Aufgabenblattes vor der Übung betrachtend:
Bist Du zuversichtlich, diese Aufgaben ohne Hilfe lösen zu können?

Aufgabe	Thema	Zuversicht	Notiz
1	Codierung	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="text"/>
2	Voice over IP (VoIP)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="text"/>
3	Real Time Protocol (RTP)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="text"/>
4	VoIP-Codex	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="text"/>

Abbildung 1: Selbsteinschätzung vor der Übung im Front-End (RNUW).

nach der Übung unterstützt.

- Echtzeitfunktionen können während der Übung eingesetzt werden, um dem Tutor Kommentare, Fragen und Rückmeldung bzgl. Lautstärke, Geschwindigkeit und Erklärung zukommen zu lassen (siehe Abb. 2). Dies dient zur Selbstregulierung der Studenten während der Übung.

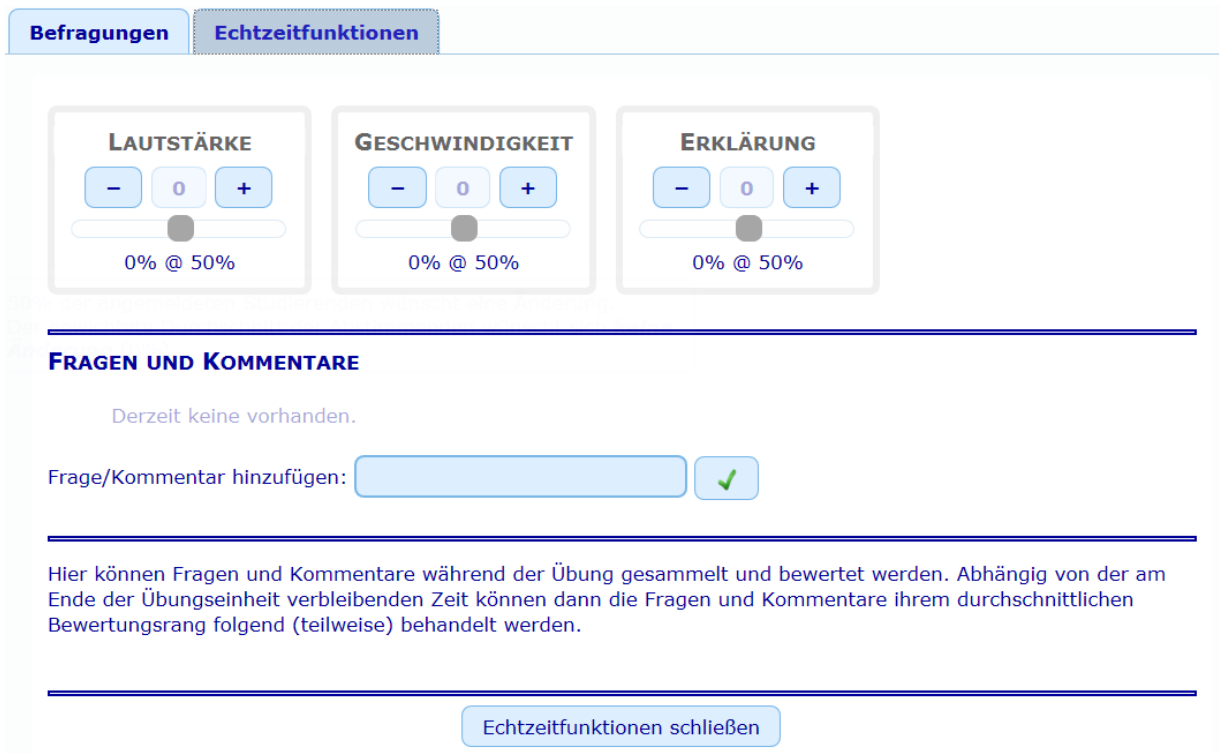


Abbildung 2: Echtzeitfunktionen im Front-End (RNUW).

- Profilkomponente ermöglicht den Studenten die Änderung von Farbschemas und das Festsetzen einer Standardübung bei wöchentlich wiederholt ablaufenden Übungsveranstaltungen. Darüber hinaus kann die eigene Aktivitätshistorie (was wann im RNUW getätigt wurde) durch die Studenten eingesehen werden (siehe Abb. 3).

RECHNERNETZE-ÜBUNGSWERKZEUG abmelden 01:50:49

Übungen Profil

EINSTELLUNGEN

Farbschema: Rot/Grün Standardübung: Montag 2. DS

Voreinstellung speichern

ALLGEMEIN

2014-05-13 21:20:41: Dein Profil wurde im System angelegt
2014-12-20 20:50:39: Du wurdest zuletzt vom System gesehen

Aktivitätshistorie löschen Profildaten löschen

AKTIVITÄT

2014-12-20 20:50:39: Exercises	2014-12-20 20:35:59: Main Page
2014-12-20 20:50:15: Profile	2014-12-20 20:35:48: Logout

Abbildung 3: Profilk Funktionalität im Front-End (RNUW).

2.2 Back-End der Tutoren

Den Tutoren stellt das Back-End des RNUW folgende zentrale Funktionalitäten zur Verfügung:

- Der Übungsbereich beinhaltet die Kernfunktionalitäten des Back-Ends. Im Übungsbereich können Tutoren neue Übungen incl. dazugehöriger Metadaten, wie Sichtbarkeit der Übung für die Studenten und den, für die Benutzung der Echtzeitfunktionen notwendig, Übungsschlüssel definieren (siehe Abb. 4).

Übungen Studenten Profil System

NEUE ÜBUNG HINZUFÜGEN

Semester: SS2014

Übungsnummer: 1

Datum:

Tag: ?

Doppelstunde: 4. DS (13:00h-14:30h)

Tutor: Dipl.-Inf. Tenshi Hara

Für Studierende sichtbar? nein

Übungsschlüssel:

anlegen zurücksetzen

- ▶ MONTAG, 2014-09-29, 4. DS: 11. ÜBUNG (SS2014) Ⓞ
- ▶ FREITAG, 2014-07-11, 4. DS: 10. ÜBUNG (SS2014) Ⓞ
- ▶ FREITAG, 2014-07-11, 5. DS: 10. ÜBUNG (SS2014) ◂
- ▶ FREITAG, 2014-07-04, 4. DS: 9. ÜBUNG (SS2014) Ⓞ

Abbildung 4: Übungsbereich bzgl. „neue Übungen hinzufügen“ im Back-End (RNUW).

- Im Übungsbereich können die Selbsteinschätzungen vor und nach der Übung für die Studierenden gepflegt werden. Des Weiteren können im Übungsbereich die abgegebenen Selbsteinschätzungen der Studenten eingesehen, gelöscht und für die Studenten sichtbar bzw. unsichtbar gemacht werden (siehe Abb. 5).
- Im Übungsbereich können die Echtzeitfunktionen für die Studenten aktiviert und eingesehen werden. Damit können abgegebenen Kommentare, Fragen und die Rückmeldungen der Studenten bzgl. Lautstärke, Geschwindigkeit und Erklärung des Vortrags eingesehen werden. Des Weiteren lassen sich die von den Studenten abgegebenen Rückmeldungen, Fragen und Kommentare zurücksetzen, stoppen und löschen. Schließlich können die Anzahl der im System angemeldeten Studenten, die aktuell Echtzeitfunktionen nutzen, abgelesen werden (siehe Abb. 6).



Übungen Studenten Profil System

NEUE ÜBUNG HINZUFÜGEN

MONTAG, 2014-09-29, 4. DS: 11. ÜBUNG (SS2014)

FREITAG, 2014-07-11, 4. DS: 10. ÜBUNG (SS2014)

Befragungen Echtzeitfunktionen Verwalten

Aufgabe	Thema	Zuversicht	Unsicherheit	Notizen
1	Codierung	1 / 1	1 / 1	0 / 0
2	Voice over IP (VoIP)	0 / 2	2 / 0	0 / 0
3	Real Time Protocol (RTP)	1 / 1	1 / 1	0 / 0
4	VoIP-Codecs	0 / 2	2 / 0	0 / 0
5	Videokonferenzsysteme	0 / 2	2 / 0	0 / 0


vorab anschließend nullen löschen

Zum Umsortieren der Fragen einfach die Fragen mittel Drag&Drop verschieben.

Abbildung 5: Übungsbereich bzgl. „Befragungen“ im Back-End (RNUW).

Letztlich können definierte Übungen verwaltet werden. Dazu gehört u. a.:

- Definieren eines Übungsschlüssels.
- Löschen der Übung.
- Eintragen der Anzahl zur Übung erschienenen Studenten und das Verbergen der Übung vor den Studenten.



Übungen **Studenten** **Profil** **System**

- ▶ NEUE ÜBUNG HINZUFÜGEN
- ▶ MONTAG, 2014-09-29, 4. DS: 11. ÜBUNG (SS2014)
- ▶ FREITAG, 2014-07-11, 4. DS: 10. ÜBUNG (SS2014)
- ▶ FREITAG, 2014-07-11, 5. DS: 10. ÜBUNG (SS2014)
- ▼ FREITAG, 2014-07-04, 4. DS: 9. ÜBUNG (SS2014)

Befragungen **Echtzeitfunktionen** **Verwalten**

LAUTSTÄRKE
nullen
0% @ 50%

GESCHWINDIGKEIT
nullen
0% @ 50%

ERKLÄRUNG
nullen
0% @ 50%

2 von 25 anwesenden Studierenden

FRAGEN UND KOMMENTARE

Derzeit keine vorhanden.

Fragen/Kommentare stoppen

Abbildung 6: Übungsbereich bzgl. „Echtzeitfunktionen“ im Back-End (RNUW).

3 Forschungsmethode

Bei der Forschungsmethode handelt es sich um eine prototypgestützte Entwicklung des Interfacedesigns, welche im Rahmen eines zyklischen Ablaufs des Designprozesses, gemeinsam mit den Teilnehmern, evaluiert wird. Aufgrund der feststehenden Gruppe der Untersuchungsteilnehmer, handelt es sich bei der Evaluierung eines Interfacedesigns um eine quasiexperimentelle Untersuchung, die aufgrund der gewählten Evaluationsmethoden (siehe Kapitel 5.4) unter Laborbedingungen durchgeführt wird.

Als übergreifende Vorgehensweise für die Entwicklung des Interfacedesigns wurde ein sogenannter User Centered Design Zyklus (UCDZ) der Mensch-Computer-Interaktion gewählt. Dieser wurde, da die Ausarbeitung sich auf das Interfacedesign beschränkt, um die Aspekte der Implementierung und Inbetriebnahme reduziert.

3.1 User Centered Design Zyklus

Um die Anforderungen und Erwartungen der Benutzer zu erfüllen wird für die Erstellung des Interfacedesigns eine in Abb. 7 visualisierte Methode verwendet, welche den Benutzer in den Mittelpunkt stellt. Damit befindet sich der Benutzer im Mittelpunkt folgender Abläufe, welche auch Rückkopplungen erhalten können (Sarodnik & Brau, 2006, S. 82 ff.; Dix, Finlay, Abowd, & Beale, 2003, S. 195 ff.):

Analysephase (*what is wanted & analysis*)

- Bestimmung der Rahmenbedingungen (Benutzergruppen, Einsatzumfeld, Einsatz).
- Bestimmung von Benutzeranforderungen bzw. der mentalen Modelle der Benutzer (durch Interviews, Prototyping und Rückkopplung aus der Evaluationsphase, gemeinsam mit dem Benutzer).
 - Die Vorstellungen der Benutzer von der Benutzung der Anwendung bzw. des Interfacedesigns werden in dieser Arbeit als mentale Modelle (Carroll & Olson, 1988) bezeichnet. Mentale Modelle können sich u. a. auf folgende Aspekte beziehen (Herczeg, 2009, S. 52 ff.):
 - Zur Verfügung gestellte Funktionalität: Welche Funktionen sollen bereitgestellt werden?
 - Verwendete Symbole und Begriffe: Wie sollen Funktionen bezeichnet und symbolisiert werden?

- Bedienweise bzw. Arbeitsweise: Wie wird die Anwendung bedient (bspw. mit welchem Endgerät; mit welcher Hand)?
 - Präferenzen bzgl. visueller Merkmale: Wie kann die Anwendung aussehen (bspw. welche Farben und Formen werden in der Anwendung verwendet)?
- Aus den Anforderungen und Rahmenbedingungen extrahierte Szenarios und Aufgaben.

Designphase (*design*)

- Ableitung eines Handlungs- und Bedienkonzeptes.
- Festlegen von Richtlinien und Best Practices.
- Abbildung und Konkretisierung des Interfacedesigns durch Prototyping.

Evaluationsphase (*evaluation heuristics/ prototype*)

- Testen des Designs mit dem Benutzer, auf Erfüllung der Benutzeranforderungen/ Richtlinien/ Best Practices (siehe Kapitel 5.4.1 und 5.4.3.1) durch passende Evaluationsmethoden (siehe Kapitel 5.4.2 – 5.4.4). Damit kann wiederum eine iterative Verbesserung des Designs durch Einarbeitung der Evaluationsergebnisse erfolgen.

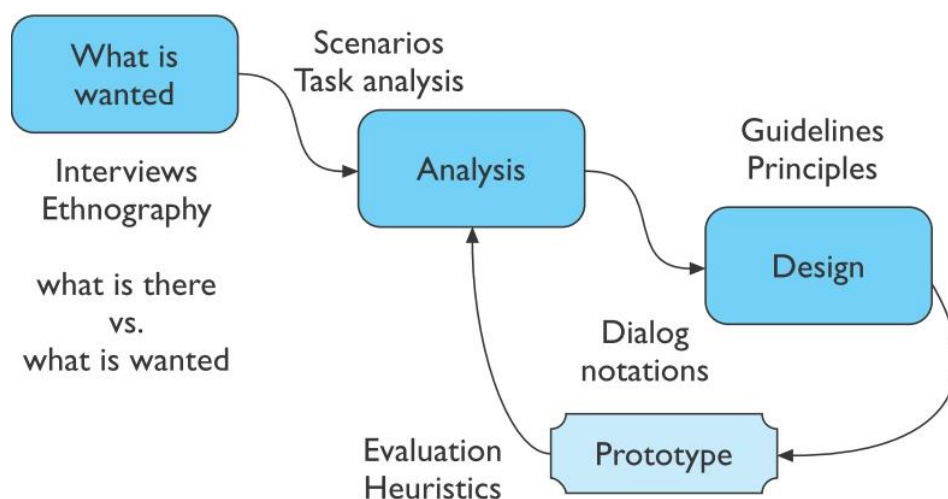


Abbildung 7: Modifizierter User Centered Design Zyklus, angelehnt an Dix et al. (2003, S. 195).

Argumente für die Wahl der Vorgehensweise des UCDZ sind laut Sarodnik & Brau (2006, S. 86 f.) u. a.:

Erfolgssicherheit

→ Durch frühzeitiges Berücksichtigen der Anforderungen werden Benutzerprobleme reduziert.

Zeitersparnis

→ Entscheidung zwischen, bzw. Vergleich von alternativen Konzepten wird durch Prototyping vereinfacht.

Entwicklung neuer Ideen

→ Ergänzende Ideen durch Hinzuziehen der Benutzer.

3.2 Prototyping

Die Einbindung der späteren Benutzer beim Prototyping (im Rahmen des UCDZ) geschieht mit dem Ziel, Anforderungen sowie die verschiedenen Benutzerbedürfnisse zu erfüllen (Ludewig & Lichter, 2010, S. 165) und damit Akzeptanz (bzgl. des Designs) beim Benutzers zu schaffen. Darüber hinaus ist die Prüfung der getroffenen Annahmen und der abgeleiteten Bedienkonzepte, während der Anfangsphase der Designphase, eine Notwendigkeit für einen erfolgreichen weiteren Verlauf des Projekts (Arnowitz, Arent & Berger, 2010, S.116). Durch Prototyping ist es möglich Fehler vor der endgültigen Fertigstellung des Interfacedesigns zu entdecken. Der dabei entstanden Prototyp kann wiederum im Sinne des UCDZ durch den Benutzer auf dessen Anforderungen hin getestet werden.

Im Folgenden werden Arten des Prototyping vorgestellt, welche in der Masterarbeit Verwendung finden.

3.2.1 Blank Model

Blank Model (deutsch: Rohling) Prototyping verwendet einfach und schnell verform- und verwendbare Materialien wie Papier, Plastilin und Schaumstoff mit den dazugehörigen Werkzeugen wie Scheren und Farbstiften um den Designvorstellungen der Benutzer eine Form zu verleihen. Diese Methode wird bspw. in der Produktentwicklung verwendet um die Vorstellungen der Benutzer von einem Zusammenspiel zwischen Hardware und Software im Kontext der Mensch-Computerinteraktion abzubilden (Arnowitz et al., 2010, S. 143).

Dabei wird von einem Benutzer und einem Moderator ein Artefakt erstellt. Dies geschieht indem der Moderator dem Anwender ein Szenario für das Erledigen bestimmter Aufgaben oder das Erfüllen bestimmter Ziele beschreibt. Dabei denkt der Anwender laut wie diese Ziele erreicht bzw. Aufgaben erfüllt werden können und formt bzw. zeichnet infolgedessen ein Blank Model. Mit Hilfe dieses Blank Models lässt sich frühzeitig die Meinung und Erwartungshaltung des Benutzers hinsichtlich der Form, der Anordnung und Art der Bedienelemente erfahren.

3.2.2 Mock-Up

Oftmals hergestellt auf Papier können Mock-Ups (deutsch: Attrappe) auch in einem digitalen Medium die physische Abbildung einer oder mehrere Aspekte des Interfacedesigns darstellen. Dabei kann sich der Entwurf eines Mock-Up auf die Abbildung bestimmter Aspekte des Interfacedesigns (bspw. Position und Größe der Bedienelemente) beschränken. Darüber hinaus können Mock-Ups das spätere Interfacedesign auch in seiner Gesamtheit abbilden. Mock-Ups sorgen dadurch für ein Verständnis der Interaktion zwischen Benutzer und GUI (Beadouin-Lafon & Mackay, 2003) und damit zwischen Benutzer und Interfacedesign.

3.3 Evaluation

Mit Hilfe der Evaluation kann sichergestellt werden, dass die während der Analysephase erhobenen und während der Designphase ins Interfacedesign eingeflossenen Anforderungen der Benutzer und die gewählten Normen und Richtlinien auch erfüllt werden. Eine Evaluierung kann anhand der, im nächsten Abschnitt, vorgestellten Gebrauchstauglichkeit (Usability), der User Experience, bzw. der im Verlauf dieser Arbeit erstellten Richtlinien erfolgen. In dem folgenden Kapitel werden Evaluationsmethoden vorgestellt, welche in der Masterarbeit Verwendung finden und eine möglichst effizient und zufriedenstellend zu bedienendes Interfacedesign sicherstellen sollen.

3.3.1 Gebrauchstauglichkeit

Im Rahmen der Norm DIN EN ISO 9241-11 (ISO Internationale Organisation für Normung, 1998) wird die Usability, bestehend aus der

- Effektivität,
- Effizienz und
- Zufriedenheit des Benutzers,

bei der Ausführung einer Aufgabe, zum Zwecke eines bestimmten Ziels, durch Interaktion mit der GUI eines Systems definiert.

Die Effektivität umfasst den Grad der Zielerreichung mit dem der Benutzer Aufgaben und Teilaufgaben zum Zwecke eines bestimmten Ziels erreichen kann (Bevan, 1999, S. 92).

Die Effizienz umfasst den Grad der Zielerreichung einer bestimmten Aufgabe durch den Benutzer in Relation zum eingesetzten Aufwand (bspw. Zeit, kognitiver Aufwand) (Bevan, 1999, S. 92).

Die Zufriedenheit umfasst die Akzeptanz und einfache Bedienung der Anwendung (realisiert durch die GUI) durch den Benutzer bei der Ausführung einer Aufgabe (Bevan, 1999, S. 92).

Eine Fokussierung auf die Gebrauchstauglichkeit während der Entwicklung einer GUI und damit die Entwicklung des Interfacedesigns kann folgende, positive Auswirkungen auf die Benutzung der späteren GUI durch den Benutzer haben (Bevan, 1999, S. 92):

Erhöhte Effizienz: Die GUI unterstützt den Benutzer bei der Ausführung der Anwendung. Die GUI verringert dabei die Zeit für die Eingabe des Benutzers durch Vermeidung von schlecht erreichbaren Funktionen und unnötig komplizierter Bedienung.

Verbesserte Effektivität: Durch die GUI kann sich der Benutzer mehr auf die eigentliche Aufgabe konzentrieren.

Weniger Fehler: Die Bedienung der GUI ist konsistent mit den Anforderungen und Erwartungen des Benutzers. Dadurch werden Unklarheiten und die daraus entstehenden Fehler des Benutzers minimiert.

Geringe Erlernzeit: Die GUI unterstützt den Benutzer beim Erlernen ihrer Bedienung und reduziert dadurch die Erlernzeit.

Erhöhte Akzeptanz: Benutzer verwenden eher eine Anwendung deren GUI an ihre Anforderungen angepasst ist und sie beim Erlernen der Software anleitet und eine einfache Bedienung sicherstellt.

3.3.2 User Experience

Die Zufriedenheit basiert laut Lindgaard & Dudek (2003) hauptsächlich auf der Effizienz und der Effektivität. Laut Dillon (2001) jedoch wird Zufriedenheit beeinflusst durch Faktoren wie Erfahrung der Benutzer, technische Aspekte des Systems, bevorzugte Arbeitsweise und die

Ästhetik des Interfacedesigns. Des Weiteren ist die emotionale Reaktion des Benutzers bei der Interaktion mit der GUI ein wichtiger Faktor der Zufriedenheit.

Um die von Dillon genannten Aspekte der Zufriedenheit mit der Gebrauchstauglichkeit zu verbinden, betrachten Thüring & Mahlke (2007) die Gebrauchstauglichkeit und die Aspekte der Zufriedenheit aus der Sicht der sogenannten Benutzererfahrung (engl. User Experience) (UX) bzw. dem „erleben“ der GUI und damit des Interfacedesigns. Wie in Abb. 8 zu sehen, besteht die UX aus folgenden Kernelementen:

- Instrumentale Faktoren, wie Effektivität und Effizienz.
- Nicht instrumentale Faktoren, wie visuelle Ästhetik (siehe Kapitel: Ästhetik) und haptische Qualität.
- Die emotionale Reaktion (siehe Kapitel: Emotionen) des Benutzers bei der Interaktion mit der GUI bzw. dem System.

Diese Elemente der UX haben, wie in Abb. 8 zu sehen, einen Einfluss auf die Einstellung bzw. Bewertung des Benutzers bzgl. der GUI bzw. des Interfacedesigns und sind damit relevant für die Benutzung der GUI bzw. des Interfacedesigns.

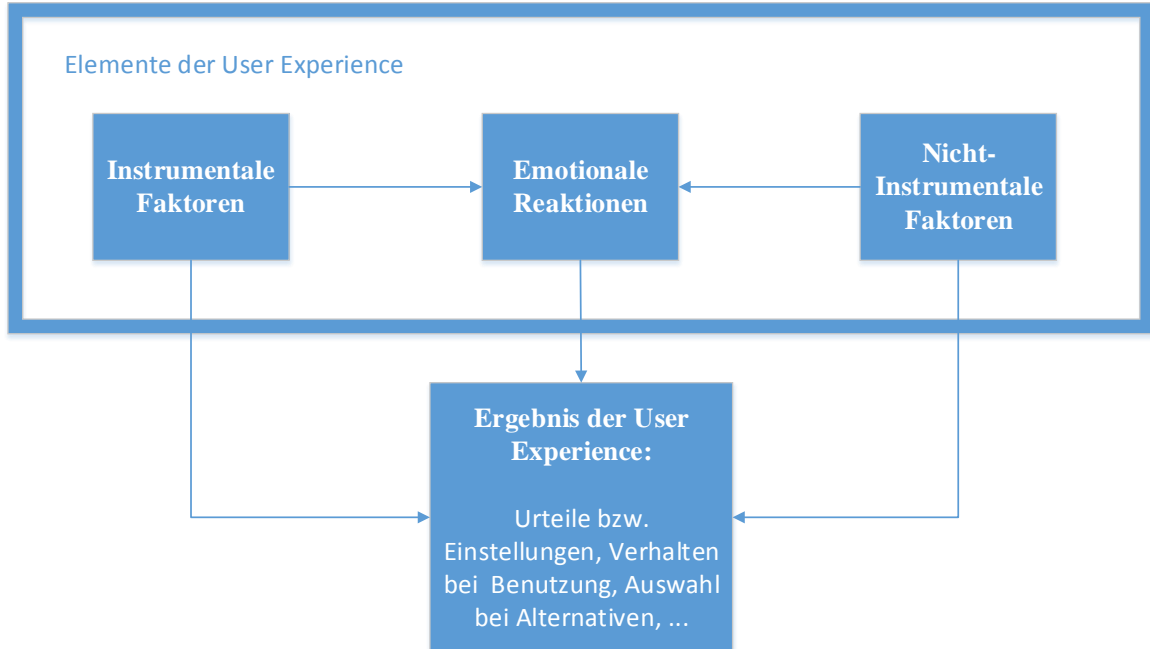


Abbildung 8: Elemente und Ergebnis der User Experience (Thüring & Mahlke, 2007).

3.3.3 Thinking Aloud

Bei Thinking Aloud werden Benutzer während ihrer Interaktion mit dem Interfacedesign bzgl. ihrer physischen und mentalen Aktivitäten beobachtet und protokolliert (Herczeg, 2009, S. 216). Diese Methode eignet sich um die Erwartungen des Benutzers an das System und die Zufriedenheit beim Benutzen der GUI und damit des Interfacedesigns feststellen zu können. Die Zufriedenheit ist soweit wichtig, da Langweile, Monotonie und Ermüdung aufgrund eines unzureichend gestalteten Interfacedesigns, zu einem Leistungsabfall bzw. Demotivation des Benutzers bei der Interaktion mit dem System führen können (Herczeg, 2009, S. 37 ff.).

3.3.4 Heuristische Evaluation

Die heuristische Evaluation erfolgt anhand der Überprüfung bestimmter Regeln. Dies ist bspw. die Überprüfung des Interfacedesigns auf Erfüllung von Richtlinien oder Normen. In dieser Arbeit wird durch die heuristische Evaluation anhand von Richtlinien, das Interfacedesign auf Verstöße gegen diese hin untersucht und die Art und der von den Verstößen betroffenen Bereich, protokolliert. Die Anwendung der heuristischen Evaluation bietet sich an, wenn der Prototyp sich noch in einer sehr frühen Entwurfsphase befindet und dem Benutzer deswegen ein negativer Eindruck bzgl. des Interfacedesigns vermittelt werden könnte (Sarodnik & Brau, 2006, S. 202 ff.).

4 Der Mensch als Benutzer

Damit eine Interaktion mit dem Interfacedesign des RNUWs mit möglichst wenig Aufwand seitens des Benutzers realisiert werden kann, muss das Interfacedesign des RNUW an die Fähigkeiten bzw. Einschränkungen des Benutzers angepasst sein.

“In order to design something for someone, we need to understand their capabilities and limitations.” (Abowd, Finlay, Dix, & Beale, 2004)

Die Fähigkeit des Menschen Informationen wahrzunehmen bzw. zu empfangen und zu verarbeiten bzw. zielorientiert auszuwerten ist begrenzt. Nach der Theorie des kognitiven Aufwands (*cognitiv load theory*) (Van Merriënboer et al., 2005, S. 148) gilt diese Limitierung bei Aufnahme neuer Informationen durch das ikonische Register (IR) (siehe dazugehöriges Kapitel). Dabei ist die Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses (AG) (siehe dazugehöriges Kapitel) abhängig von:

- Prozessen, die der Verarbeitung von Informationen dienen, sogenannte *germane load* Prozesse.
- Prozessen, die zur eigentlichen Informationsaufnahme notwendig, aber nicht verstehensförderlich sind, sogenannte *extraneous load* Prozesse.

Diese Prozesse beanspruchen gemeinsam das limitierte AG. Wenn also bspw. die Informationsaufnahme einen großen Teil des AG einnimmt (die visuellen Suche –siehe dazugehöriges Kapitel– nach bestimmten Bedienelementen in einer GUI) steht der Informationsverarbeitung (bspw. dem Nachvollziehen einer Übungsaufgabe) weniger Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses zur Verfügung.

Im umgekehrten Fall, würde bei vielen, das AG vereinnahmenden *germane load* Prozessen, bzw. kognitiv anspruchsvollen Aufgaben weniger Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses für die Informationsaufnahme bzw. für *extraneous load* Prozesse zur Verfügung stehen.

Im Kontext dieser Arbeit hängt der *germane* und *extraneous load* von folgenden Faktoren ab:

- Wahrnehmung visueller Informationen (VI).
- Die Verarbeitung der wahrgenommenen VI zu einem bestimmten Ziel (im Fall dieser Arbeit für die Selektion eines Eingabefeldes im RNUW).

- Faktoren wie Umweltbedingungen, welche auf die Aufnahmen und Verarbeitung der VI Auswirkung haben. Dazu gehören Emotionen als interne Faktoren und Lichtbedingungen als externe Faktoren.

In den folgenden Abschnitten werden die obengenannten Faktoren erläutert.

Dazu wird zu Beginn ein Beispiel die verschiedenen Prozesse der visuellen Wahrnehmung, Verarbeitung und motorische Ausführung der zur Zielerreichung notwendiger Handlung, bei der Benutzung des RNUW, verdeutlichen. Dieses Beispiel orientiert sich am *Rasmussen-Modell* der Informationsverarbeitung (Rasmussen, 1986) zur Verdeutlichung der Interaktion zwischen Benutzer und RNUW:

Ein Student sitzt in einer Übung. Er hört den Vortrag des Tutors und beobachtet dabei die vom Tutor präsentierten Übungsfolien mit einem bestimmten Ziel (bspw. die Klausur am Ende des Semesters bestehen zu können). Kurz er verfolgt die Übung.

Dabei verläuft ein Großteil der Wahrnehmung des Studenten unbewusst, automatisch bzw. präattentiv (siehe dazu Kapitel: Präattentive Wahrnehmung). So werden die wahrgenommenen Informationen (bspw. das was der Student hört und sieht) unbewusst vom Studenten mit seinen Wissensstrukturen „seinem eigenen Modell über die Welt“ verglichen (siehe dazu Kapitel: Langzeitgedächtnis). Dieses Modell dient, wenn nötig auch zur motorischen Koordination.

Nach einiger Zeit hat der Student etwas auf den Übungsfolien entdeckt, das er nicht versteht. Der Bereich wird aufmerksam bzw. attentive (siehe dazu Kapitel: Attentive Wahrnehmung) von ihm begutachtet.

Diese selektive Aufmerksamkeit bewirkt, dass aus den wahrgenommenen Informationen diejenigen priorisiert werden, die für die Erreichung einer Aufgabe relevant sind. So wird der Student bei einem für ihn schwer verständlichen Sachverhalt seine Aufmerksamkeit bewusst auf die Ausführungen des Tutors lenken. So kann „[...] bei zunächst unbewusst bemerkten Unstimmigkeiten in gewohnten Abläufen von der automatischen Verarbeitung auf die bewusste Verarbeitung [...]“ umgeschaltet werden (Heinecke, 2012, S. 48).

Die Interaktion eines Benutzers mit einem Computersystem (Endgerät mit zugehörigen Ein- und Ausgabegeräten incl. der Software bzw. Anwendung) folgt einem bestimmten Ziel bzw. Unterzielen. Infolgedessen nutzt der Benutzer die Funktionalität des Computersystems um seine Ziele zu erreichen. So kann der Student die Anwendung bzw. das RNUW mit Hilfe

seines Endgeräts nutzen um dem Tutor im Falle von Verständnisproblemen etwas Fragen zu können. Dabei interagiert der Student mit dem Computersystem. Auf seine Eingaben erhält er eine Rückmeldung, die er auf dem Bildschirm des Computersystems verfolgen kann. Diese Rückmeldungen bzw. VI tragen dazu bei, dass der Student alle Schritte zur Erfüllung seines Ziels (Stellen der Frage an den Tutor) ausführen kann. Solch eine Interaktion kann aus mehreren komplexen Schritten bestehen. So würde der Student seine verfasste Nachricht auf dem Bildschirm seines Endgeräts angezeigt bekommen. Beim Versand an den Tutor, würde der Student eine Bestätigung erhalten. Diese müsste wiederum vom Studenten bestätigt werden, bevor die Nachricht vom Computersystem an den Tutor weitergereicht werden kann. Sollte dabei der Student etwas Unerwartetes wahrnehmen (wie bspw. eine Fehlermeldung), dann wird er seine Handlung (das Bestätigen des Versands der Nachricht) entsprechend anpassen (durch bspw. Neustart des RNUW).

Die Wahrnehmung, Verarbeitung der VI und die motorischen Ausführung des Studenten werden durch dessen Emotionen beeinflusst (siehe dazugehöriges Kapitel). So würde die Fehlermeldung beim Studenten eine negative Emotion auslösen, die wiederum in einer Nicht-Benutzung des RNUW resultieren könnte.

Die im Beispiel beschriebene Interaktion stellt gewisse Anforderungen an den Benutzer des RNUW. Dazu gehören bspw.:

- Die vom System dargestellten Informationen wahrnehmen (siehe Abschnitte „Visuelle Wahrnehmung“).
- Aus den wahrgenommenen Informationen die relevanten für die Zielerreichung bestimmen und interpretieren (siehe Abschnitte „Verarbeitung wahrgenommener visueller Informationen“).
- Die aus der Interpretation der wahrgenommenen Informationen notwendigen Handlungen zum Erreichen der Aufgabe abstrahieren und ausführen (siehe Abschnitte „Ausführen einer Handlung durch das Arm-Hand-Finger-System“).

Bei der Situation im oberen Beispiel ist der Benutzer neben visuellen (das was er sieht) und auditiven Reizen (das was er hört) vielen anderen Reizen (wie bspw. haptischen –das was er durch Hautkontakt spürt–, olfaktorischen –das was er riecht–) ausgesetzt. Aufgrund der starken Gewichtung der visuellen Komponenten bei der Wahrnehmung des Menschen (siehe

dazu nächstes Kapitel) und der Benutzung des RNUW wird in den folgenden Abschnitten die Wahrnehmung und Verarbeitung visueller Reize bzw. VI thematisiert.

Dabei wird die visuelle Wahrnehmung zweigeteilt. Der erste Teil befasst sich mit der Farbwahrnehmung und der räumlichen Wahrnehmung. Der zweite Teil befasst sich mit der Gestaltwahrnehmung und der fließenden Wahrnehmung. Dazwischen liegt die „Verarbeitung der wahrgenommenen visuellen Informationen“ und die „Ausführung einer Handlung durch das Arm-Hand-Finger-System“. Diese Gliederung erfolgte, weil für das Verstehen des zweiten Teils der visuellen Wahrnehmung die Ausführungen zur „Verarbeitung der wahrgenommenen visuellen Informationen“ notwendig sind.

4.1 Visuelle Wahrnehmung – erster Teil

4.1.1 Farbwahrnehmung

Licht ist ein für den Menschen sichtbarer Teil elektromagnetischer Strahlung zu der u. a. Radiowellen, Mikrowellen und Gammastrahlung gehört. Für diese Arbeit ist relevant, das Licht durch den Menschen als Farben wahrgenommen wird und dabei, wie in Abb. 10 zu sehen einen Bereich von 380-720 Nanometer (nm) der elektromagnetischen Strahlung abdeckt. Licht wird von Objekten reflektiert oder gelangt unreflektiert durch die in Abb. 9 dargestellte äußere, transparente Filterschicht der Cornea, passiert die Pupille und Linse des Auges und gelangt in das Innere auf lichtempfindliche Nervenzellen bzw. die Retina (Abowd, Finlay, Dix, & Beale, 2004, S. 14). Etwa 80% aller wahrnehmbaren Informationen werden durch das Licht vom Menschen wahrgenommen.

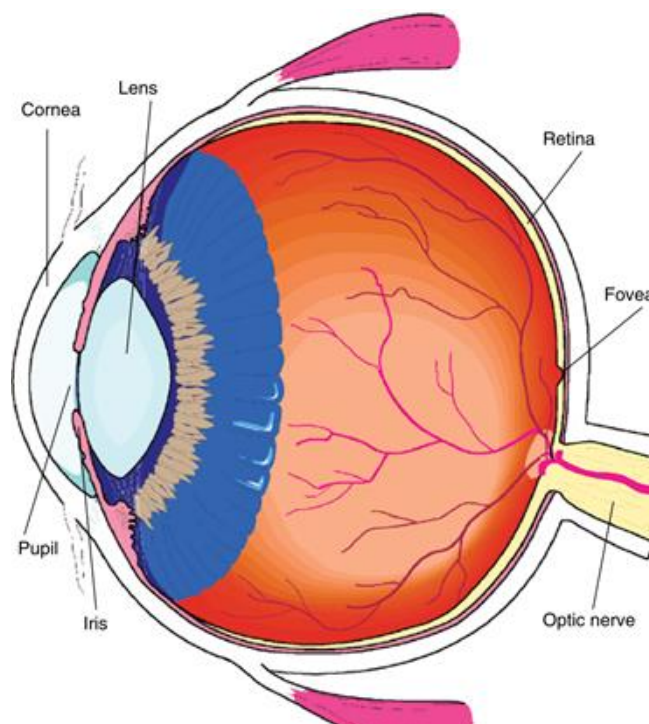


Abbildung 9: Das Auge (Fairchild, 2013).

Zwei Arten von lichtempfindlichen Nervenzellen können unterschieden werden (Heinecke, 2012, S. 54):

Die sogenannten Stäbchen werden bereits von wenig Lichtenergie gereizt. Da der Mensch nur über eine Variante von Stäbchen verfügt, interpretiert das Gehirn, die vom Stäbchen empfangenen Lichtreize als Helligkeitsunterschiede (bspw. unterschiedliche Graustufen) (Heinecke, 2012, S. 42). Die Menge des Lichts welche das Auge erreicht wird als die visuelle Information „Helligkeit“ wahrgenommen (Abowd, Finlay, Dix, & Beale, 2004, S. 16). Die wahrgenommene visuelle Information des „Kontrastes“ ist der Helligkeitsunterschied zwischen einem wahrgenommenen Objekt und dessen Hintergrund. Bspw. wäre die Wahrnehmung eines im Schatten liegenden Stamms im Hintergrund einer scheinenden Sonne von einem hohen Kontrast bestimmt.

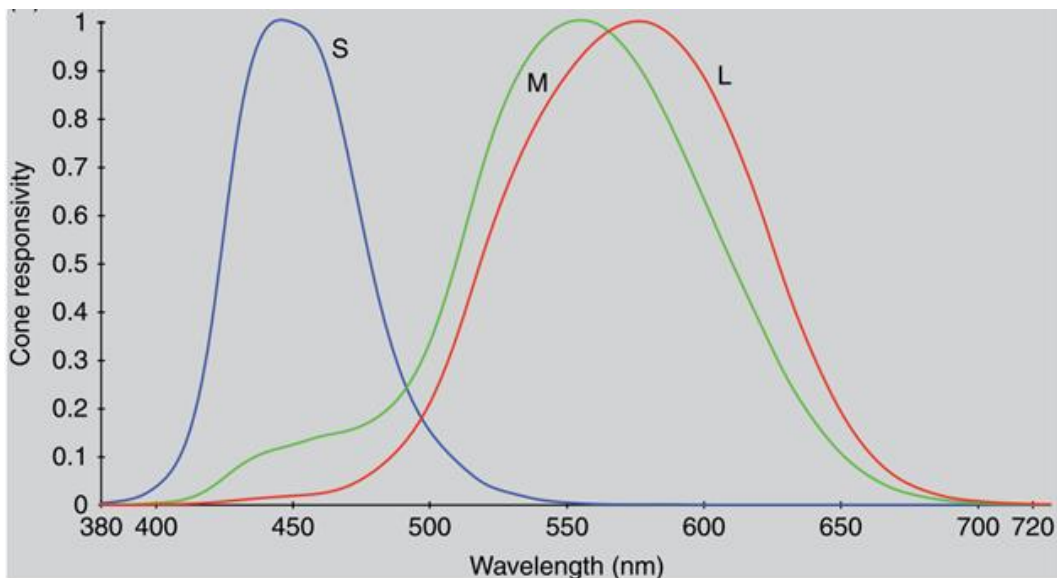


Abbildung 10: Ansprechvermögen der S-, M- und L-Zapfen auf den jeweiligen WLB des Lichts (Fairchild, 2013).

Die sogenannten Zapfen sind weit weniger lichtempfindlich als Stäbchen. Der Mensch besitzt drei Arten von Zapfen. Dabei werden diese drei Arten von Zapfen, wie in Abb. 10 zu sehen, unterschiedlich vom Licht gereizt. S-Zapfen reagieren am stärksten auf einen bestimmten Bereich des Lichts im Folgenden als kurzer Wellenlängenbereich (WLB) des Lichts bezeichnet. M-Zapfen reagieren am stärksten auf den mittleren WLB. L-Zapfen reagieren am stärksten auf den langwelligen WLB. Wie in Abb. 10 zu sehen, ist die Reizung bzw. Reaktion der Zapfen auf die unterschiedlichen WLB des Lichts nicht abrupt sondern langsam

abnehmend bzw. ansteigend. Dabei nimmt die Sensibilität bzw. das Ansprechvermögen (engl.: *responsivity*) der jeweiligen Zapfen ab, je weiter sich der WLB von dem die jeweiligen Zapfen am stärksten reizenden WLB (bei den S-Zapfen würde der laut Abb. 10 bei ca. 450 WLB liegen) entfernt. Somit überschneidet sich die Reizung der Zapfen in bestimmten WLB. Dadurch können bestimmte WLB gleichzeitig, jedoch mit unterschiedlicher Intensität mehreren Arten von Zapfen (in Abb. 10 werden alle Zapfenarten bei ca. 500 nm WLB gleichzeitig gereizt) reizen. Diese Reizung wird vom Menschen unterschiedlich interpretiert. So wird die Reizung durch den kurzen WLB (ca. 435-500 nm) als Blau, durch den mittlere WLB (ca. 520-565 nm) als Grün und durch den langen WLB (ca. 625-740 nm) des Lichts als Rot interpretiert (Heinecke, 2012, S. 55; Nave). Diese Interpretierung entspricht der eigentlichen Wahrnehmung von Farben. Anders ausgedrückt (Preim & Dachzelt, 2010, S. 53): „Beim Eintreffen des Lichts werden mehrere Zapfenarten aktiviert, wobei das Verhältnis der Aktivität der jeweiligen Zapfentypen für den wahrgenommenen Farbton entscheidend ist.“

Wie in Abb. 11 zu sehen, ist das Aufkommen der unterschiedlichen Zapfen in der Retina nicht gleichmäßig. Tatsächlich beträgt das Verhältnis der unterschiedlichen Zapfenarten in der Retina ungefähr 40: 20: 1 (L-Zapfen: M-Zapfen: S-Zapfen). Somit sind die L und M-Zapfen im Vergleich zu den S-Zapfen in der Retina deutlich zahlreicher vertreten. „Subtile Unterschiede in den Blautönen werden kaum erkannt und daher sollte bei der Abbildung von Farbe in einem Interfacedesign der Blaubereich nicht oder nicht vorwiegend genutzt werden.“ (Preim & Dachzelt, 2010, S. 53)

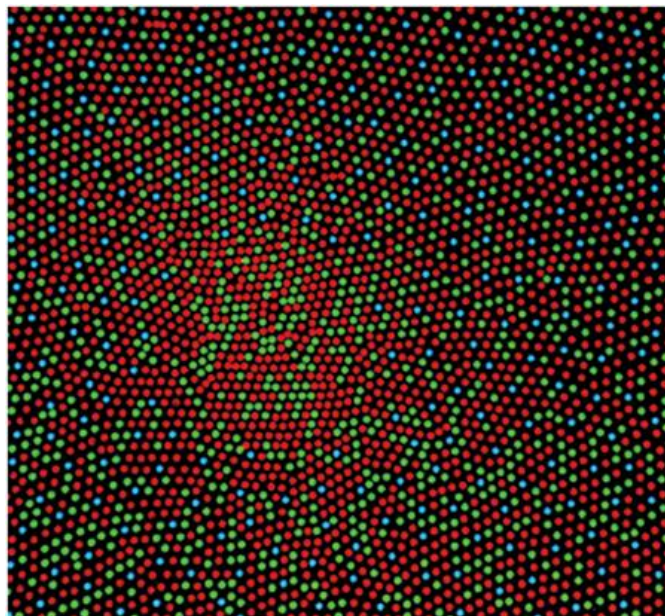


Abbildung 11: Darstellung der Zapfen als Mosaik des retinalen Bereichs des Auges (Fairchild, 2013).

Farbmischung

Abb. 12 zeigt bestimmte wahrgenommene Farben, die durch die Reizung der unterschiedlichen Zapfenarten entstehen. Dabei bilden das wahrgenommene Rot, Grün und Blau die sogenannten Primärfarben. Diese Primärfarben entsprechen jeweils der vormals beschriebenen Reizung der jeweiligen Zapfenart.

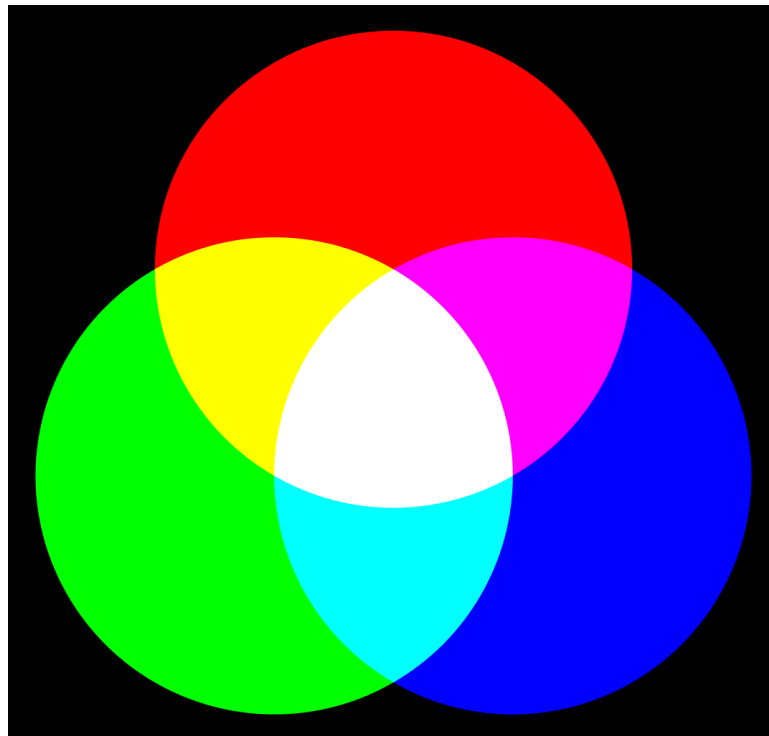


Abbildung 12: Visualisierung der additiven Farbmischung (Quark67, 2006).

Durch die Mischung der Primärfarben lassen sich alle durch den Menschen wahrnehmbaren Farben darstellen. In Abb. 12 werden drei solcher Farbmischungen, sogenannte Sekundärfarben, erzeugt (Holtzschue, 2011, S. 20ff.). So entsteht durch die Mischung von Rot und Grün Gelb. Bei Absenz „blauer“ Lichtenergie wird also Gelb wahrgenommen. Durch die Mischung von Rot und Blau entsteht Magenta. Damit wird bei Absenz grüner Lichtenergie Magenta wahrgenommen. Durch die Mischung von Grün und Blau entsteht Cyan. Oder anders ausgedrückt, wird bei der Absenz „roter“ Lichtenergie Cyan wahrgenommen. Die bei Absenz einer einer Farbe entsprechenden WLB wahrgenommene Farbe wird als Komplementärfarbe bezeichnet. Bei einer Mischung aller drei Primärfarben oder bei einer Mischung einer Farbe und der dazugehörigen Komplementärfarbe entsteht Weiß.

Die in der Abb. 12 visualisierte Farbmischung betrifft die sogenannte, für diese Arbeit relevante, additive Farbmischung (Holtzschue, 2011, S. 20ff.). Diese entsteht als Folge der Wahrnehmung, wenn bspw. ein bestimmter WLB zwei unterschiedliche Zapfenart reizt. So würde bspw. durch Reizung der M- und L-Zapfen hauptsächlich Gelb wahrgenommen werden. Durch die Reizung aller Zapfenarten würde Weiß wahrgenommen werden. Ohne eine Reizung durch Licht würde Schwarz wahrgenommen werden.

Wie in Abb. 13 zu sehen, wird die additive Farbmischung auch bei einem Flüssigkristallbildschirm (engl.: *liquid crystal display*) (LCD) durch unterschiedliche geschaltete grüne, blaue und rote Zellen innerhalb eines Pixels umgesetzt. So werden in Abb. 13 die Primärfarben Rot, Grün, Blau und Sekundärfarben Gelb, Magenta, Cyan durch das Dimmen der jeweiligen Zellen der Primärfarben (bspw. für Rot das Dimmen von grünen und blauen Zellen) innerhalb eines Pixels realisiert.

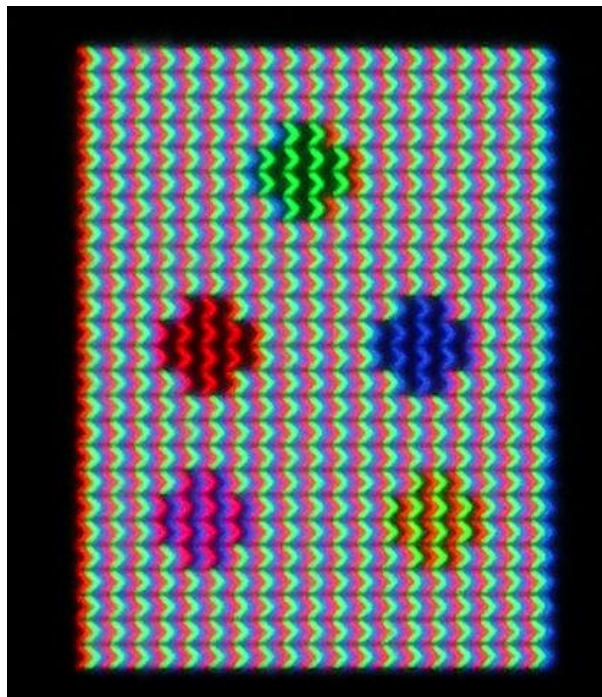


Abbildung 13: Additive Farbmischung in einem LCD-Bildschirm (Quark67, 2006).

Die tatsächlich Wahrnehmung einer Farbe variiert je nach Größe, Form der Farbe und dem Hintergrund auf dem diese wahrgenommen wird (Fairchild, 2013, S. 87). Dabei findet eine Adaption statt.

Adaption

Die Adaption ist eine Anpassung an die Reize der Umgebung. So würde in einer stillen Umgebung das Ticken einer Uhr vernommen werden. Das Ticken derselben Uhr würde in lauter Umgebung überhört werden. Der Grund dafür ist die Adaption des Gehörs an die laute Umgebung. Dadurch reagiert das Gehör weniger empfindlich auf Reize und damit auf das Ticken der Uhr. Bei der visuellen Wahrnehmung wird zwischen drei Arten von Adaption unterschieden (Fairchild, 2013, S. 157): „Helladaption, Dunkeladaption und Farbadaption“

4.1.1.1 Helladaption

Sterne könne nachts bei klarem Himmel wahrgenommen werden. Sie scheinen jedoch am Tag zu verschwinden. Sowohl am Tag als auch in der Nacht strahlen Sterne eine ähnliche Menge Lichtenergie aus. Die Gesamtmenge der vorhandenen Lichtenergie ist jedoch am Tag viel höher als in der Nacht, da der der Erde nächst gelegener Stern die Sonne, die anderen Sterne überstrahlt. Die Lichtadaption sorgt dafür, dass die Sensibilität des Auges am Tag bzw. bei einer hohen Lichtmenge abnimmt. Somit ist die Wahrnehmung der Sterne aufgrund der geringeren Sensibilität des Auges nicht mehr möglich. Eine Helladaption kann bis zu 5 Minuten andauern (Fairchild, 2013, S. 21).

4.1.1.2 Dunkeladaption

Im Gegensatz zur Lichtadaption wirkt die Dunkeladaption, wenn die Lichtmenge abnimmt. So wird der schnelle Übergang, von einem sonnendurchfluteten Tag in ein abgedunkeltes Zimmer in einem wahrgenommenen dunklen Schwarz resultieren. Erst nach ca. 10 Minuten steigt die Sensibilität des Auges, sodass Details im angedunkelten Zimmer erkannt werden können (Fairchild, 2013, S. 158).

4.1.1.3 Farbadaption

Das sowohl bei hellen Tageslicht als auch beim abendlichen Sonnenuntergang ein weißes Blatt Papier weiß wahrgenommen wird ist der Farbadaption zu verdanken. Dabei kann die Sensibilität der jeweiligen Zapfenarten, wie in Abb. 14 zu sehen, je nach WLB des Lichts variieren.

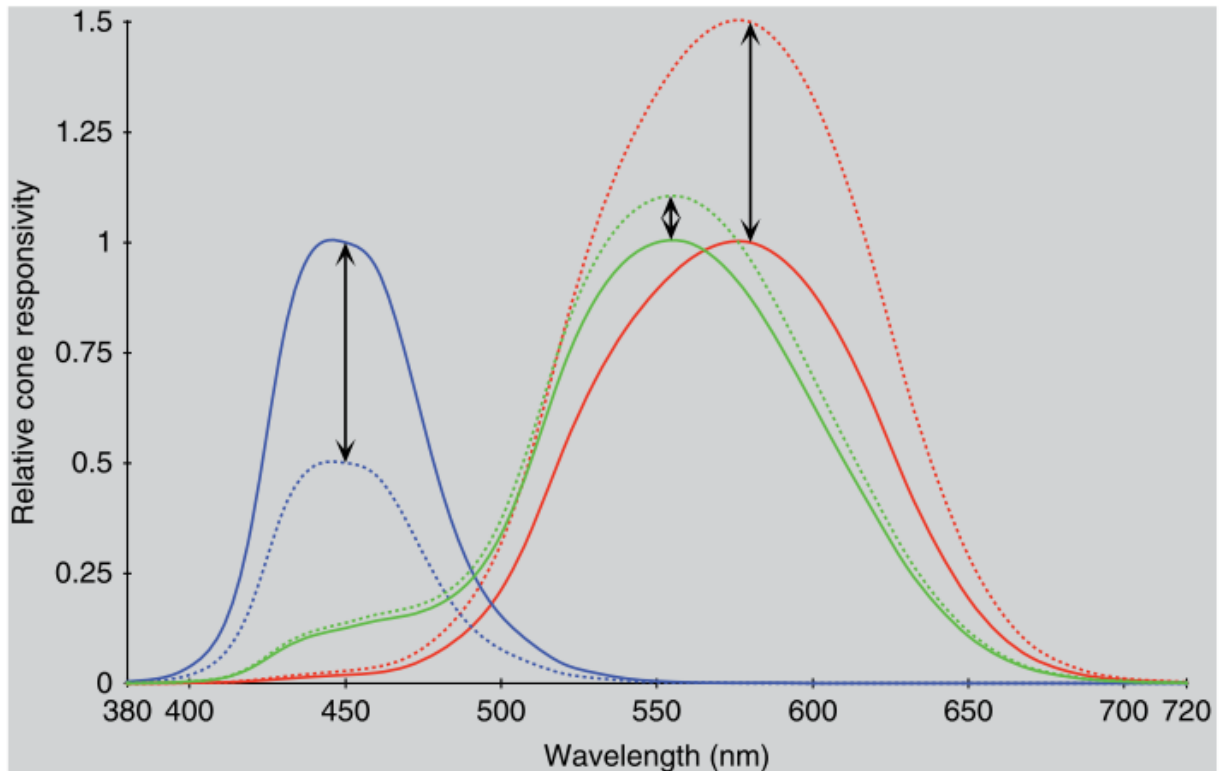


Abbildung 14: Sich veränderndes Ansprechvermögen der S-, M- und L-Zapfen bei Farbadaption (Fairchild, 2013).

So reagieren, im Beispiel des weißen Blatts, bei Tageslicht und damit beim Einwirken größerer Mengen „blauer“ Lichtenergie die S-Zapfen weniger sensibel. Gleichzeitig reagieren die L- und M-Zapfen sensibler. Diese Adaption der Zapfen führt dazu, dass der objektiv vorhandene Blaustich des Blatts korrigiert wird. Beim Sonnenuntergang und damit beim Einwirken größerer Mengen roter Lichtenergie, reagieren, ähnlich wie in der Abb. 14, durch Doppelpfeile angedeutet, die M- und L-Zapfen weniger sensibel. Gleichzeitig reagieren die S-Zapfen sensibler. Diese Adaption führt dazu, dass der objektiv vorhandene Rotstich des Blatts korrigiert wird (Fairchild, 2013, S. 159).

Die Adaption des Auges hat einen Einfluss auf die Wahrnehmung von Farben. Die aus diesem Einfluss resultierenden und für diese Arbeit relevanten Effekte werden in den folgenden Abschnitten behandelt.

4.1.1.1.4 Simultankontrast

In der Abb. 15 kann eine Selbstdemonstration der Farbadaption durchgeführt werden. Dazu muss der rechte Punkt in der Mitte der farbigen Quadrate, ungefähr 30 Sekunden mit den Augen fixiert werden. Nach dieser Zeit muss der Blick auf den rechten Punkt in der Abb. 15

gerichtet werden. Dabei werden um diesen Punkt herum sogenannte Nachbilder bzw. der Simultankontrast der rechten Farbquadrate wahrgenommen werden.



Abbildung 15: Beispiel für Simultankontrast (Fairchild, 2013).

Wie im Abschnitt zur Farbmischung beschrieben, wird bei Absenz bestimmter Lichtenergie bzw. Farben die Komplementärfarbe dieser Farben und somit die vorhandene Lichtenergie wahrgenommen. Damit wird für Rot Grün, für Grün Magenta, für Blau Gelb und für Gelb Blau wahrgenommen werden. Diese Nachbilder sind Ergebnisse der Farbadaption. Denn die jeweiligen, den Lichtreizen ausgesetzten Zapfenarten reagieren nach der Adaption weniger sensibel auf „rote“, „grünen“, „blaue“ und „gelbe“ Lichtenergie.

In Abb. 16 ist ein weiteres Beispiel für Simultankontrast zu sehen. Dabei bewirkt die farbliche Adaption, dass die kleinen roten Quadrate je nach Hintergrund, unterschiedlich wahrgenommen werden. Auf einem blauen Hintergrund sinkt die Sensibilität für Blau und steigt für Gelb. Auf einem gelben Hintergrund sinkt die Sensibilität für Gelb und steigt für Blau. Entsprechend sind die roten Quadrate in (a) und die grünen Quadrate in (b) je nach Hintergrund mal etwas blau mal etwas gelb eingefärbt. So scheint das Rot auf dem gelben Hintergrund etwas blauer bzw. dunkler zu sein. Das Rot auf dem blauen Hintergrund erscheint dagegen eher orange und heller. Ähnlich verhält es sich bei den grünen Quadraten in (b). In der komprimierten Darstellung auf der rechten Seite der Abb. 16 kann dieser Effekt noch deutlicher wahrgenommen werden.

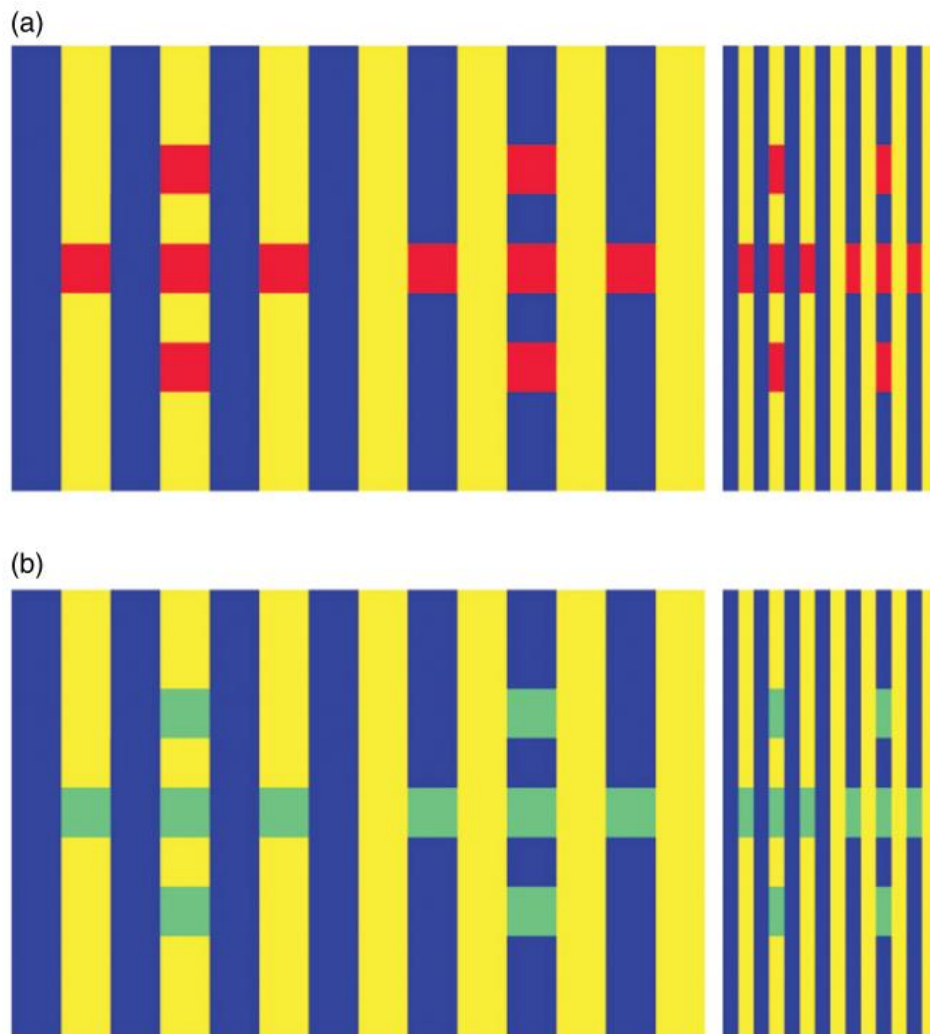


Abbildung 16: Beispiel für Simultankontrast (Fairchild, 2013).

4.1.1.1.5 Crispening

In Abb. 17 ist ein weiterer Effekt der Farbadaption zu sehen. So ist die reflektierende Lichtmenge aller kleinen Quadrate auf derselben waagerechten Linie in der Abb. 17 gleich. Dabei variieren die jeweils übereinanderliegenden Quadrate farblich nur schwach. Der *crispening* (engl.: klar/knackig) Effekt sorgt dafür, dass zwei übereinanderliegende Quadrate, sich abhängig vom Hintergrund starker bzw. schwächer voneinander unterscheiden. Die Quadrate mit zu ihnen im Vergleich geringerem Farbkontrast im Hintergrund werden stärker voneinander unterschieden, als dies mit einem hohen Farbkontrast (links und rechts auf der Abb. 17) der Fall ist. Dies geschieht, weil die Sensibilität der Zapfen für die jeweilige Lichtenergie in der Mitte der Darstellung höher ist, als die Sensibilität bzgl. der mit hohen Farbkontrasten ausgestatteten Hintergründe. Des Weiteren kann in der Abb. 17 eine Art Hell- bzw. Dunkeladaption wahrgenommen werden, die jedoch mit der Farbadaption zusammenhängt. So erscheinen auf einem dunklen Hintergrund (links in der Abb. 17) die übereinanderliegenden Quadraten heller zu sein als auf einem hellen Hintergrund (rechts in der Abb. 17). Dies geschieht, weil die Gesamtsensibilität der Zapfen je nach Menge des reflektierenden Lichts an Sensibilität zu- oder abnimmt.

Es existiert noch eine Vielzahl anderer Effekte der visuellen Adaption, die jedoch für diese Arbeit nicht relevant sind. Interessierte Leser werden an dieser Stelle auf (Fairchild, 2013) und (Albers, 1997) verwiesen.

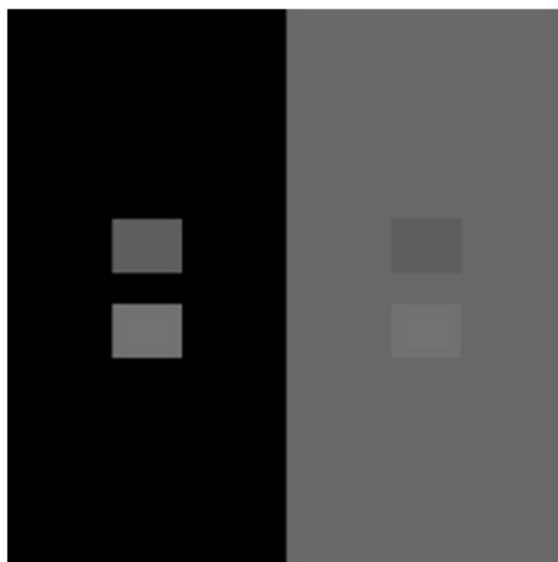


Abbildung 17: Beispiel für Crispening (Fairchild, 2013).

Räumliche Wahrnehmung

Neben der Farbwahrnehmung ist der Mensch in der Lage die Entfernung zu einem wahrgenommenen Objekt abzuschätzen. Möglich wird dies durch den Augenabstand und damit einhergehende horizontale Unterschiede, des auf der Netzhaut beider Augen projizierten Lichts (Gekle, Wischmeyer, Gründer, Petersen, & Schwab, 2010, S. 734). Ab einer Entfernung des anvisierten Objektes von mehr als 100 Meter ist das projizierte Bild auf der Netzhaut beider Augen fast identisch. Dasselbe gilt beim Betrachten einer flachen Fläche, wie bspw. eines herkömmlichen Fernsehbildes, des eines Fotos oder das Bild eines Computermonitors. In all diesen Fällen ist ebenfalls eine Tiefenwahrnehmung möglich. Aufgrund von Wissen über die Welt (bspw. Naturgesetze) (siehe dazu Kapitel: Langzeitgedächtnis) werden visuelle Informationen als dreidimensionale Formen bzw. Objekte interpretiert (Preim & Dachzelt, 2010, S. 57; Dahm, 2006, S. 40). Folgende sogenannte monokulare Mechanismen ermöglichen dem Menschen eine Tiefenwahrnehmung auf flachen Flächen:

Verdeckung: Objekte, die andere Objekte auf einer Fläche verdecken, werden als näherliegend wahrgenommen.

Perspektive: Eigentlich identische Abstände werden in der Entfernung kürzer wahrgenommen als bei einer Betrachtung aus der Nähe. So kann bspw. der Vollmond durch eine zwei Euro Münze verdeckt werden. Parallel verlaufende Linien wie bspw. die Ränder einer in der Ferne verlaufenden Straße werden als zusammenlaufend wahrgenommen.

Verteilung von Licht, Schatten und Farbsättigung: Schatten und Lichter erzeugen Tiefeneindrücke. Je gesättigter und heller einer Farbe wahrgenommen wird, desto näher scheint sie zum Betrachter zu liegen. So werden gesättigte und helle Farben näherliegenden wahrgenommen als dunkle und entsättigte Farben. Dabei ist die Farbsättigung die wahrgenommene Reinheit einer Farbe (Wright, Mosser-Wooley, & Wooley, 1997, S. 2). Die wahrgenommene Farbsättigung variiert durch die Menge des Lichts eines bestimmten WLBs. Die visuelle Information der Farbsättigung ist von der Reizung der jeweiligen Zapfen durch den WLB abhängig. Sie reicht von grau (bei gleichmäßiger schwachen Reizung aller Zapfenarten) bis zum intensivsten Farbton (bei starker Reizung durch einen WLB, der als Farbe wahrgenommen wird) der wahrgenommenen Farben.

4.2 Verarbeitung der wahrgenommenen visuellen Informationen

Das Mehrspeichermodell ist eine empirisch nachgewiesene Theorie über die Informationsverarbeitung des Menschen (Card, Newell, & Moran, 1983). Die zentralen Komponenten des Modells (Ikonisches Register, Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis) werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt. Dabei werden diese Komponenten in Zusammenhang mit der *Feature Integration Theorie* (Treisman, 1986) und damit der präattentiven Wahrnehmung behandelt. Des Weiteren werden diese Komponenten mit dem Modell der gerichteten visuellen Suche (Wolfe, 1994) und der *single-ressource* Theorie nach Kahneman (1973) im Zusammenhang der attentiven Wahrnehmung behandelt.

4.2.1 Ikonisches Register

Die VI des Lichts werden im sogenannten ikonischen Register gespeichert. Es vergehen maximal bis zu 0,5 Sekunden, bis die VI durch andere oder die gleichen VI ersetzt bzw. erneuert werden.

Im einführenden Beispiel nimmt der Student die visuelle Welt um sich herum als eine Anzahl zu sehender Objekte wahr. Er ist sich nicht bewusst, dass seine Augen, das auf die Netzhaut projizierte Bild als Farbe, Formen, Helligkeit und Tiefeninformationen interpretieren. Vielmehr sieht er eine aus diesen visuellen Informationen zusammengesetzte für ihn schlüssige Szene (Treisman, 1986, S. 114). In den folgenden Abschnitten wird geklärt, wie die getrennten visuellen Informationen als Ganzes wahrgenommen werden.

4.2.2 Arbeitsgedächtnis

Im Arbeitsgedächtnis (AG) werden „[...] Informationen verarbeitet und die Ergebnisse kognitiver Operationen, wie Vergleiche und Schlussfolgerungen gespeichert.“ (Preim & Dachzelt, 2010, S. 37) „Die Dinge und Objekte mit denen wir uns gerade im Geiste beschäftigen [auf die wir unsere Aufmerksamkeit richten], werden hier gespeichert.“ (Dahm, 2006, S. 74) „Hier spielt sich der größte Teil der bewussten Denkarbeit ab.“ (Herczeg, 2009, S. 65)

Die Kapazität des AG ist begrenzt. So können sich junge Erwachsene drei bis vier Informationseinheiten (IE) merken (Cowan, 2000). Die Komplexität dieser IE hängt von ihrer Kodierung ab. So können entweder drei bis vier einzelne Buchstaben oder drei bis vier kurze Worte ohne Einschränkungen im AG behalten werden. Bspw. können die Buchstaben „f“, „i“,

„a“, „t“ als vier einzelne IE oder als eine IE durch die Bildung bzw. Kodierung des Wortes „fiat“ im AG abgelegt werden. Diese Kodierung komplexer IE wird auch Superzeichenbildung (SZB) bzw. *chunking* genannt.

Die Zusammensetzung von Buchstaben zu Wörtern und die Wahrnehmung komplexer Objekte, wie bspw. Lebewesen, Haushaltsgegenstände oder Bedienelemente einer GUI, als Ganzes gehören ebenfalls zur SZB (Preim & Dachzelt, 2010, S. 35 ff.). Siehe dazu auch Kapitel „Gestaltwahrnehmung“.

Dabei werden Superzeichen hierarchisch organisiert. So können, die aus Buchstaben entstandenen, Wörter hierarchisch in Sätze aggregiert werden. Jedoch ist eine SZB nur möglich, wenn die unterschiedlich kodierten IE, demjenigen vertraut bzw. in dessen Langzeitgedächtnis repräsentiert sind, der sie in sein AG aufnimmt (Preim & Dachzelt, 2010, S. 35 ff.).

Aus den oberen Ausführungen lässt sich schlussfolgern, dass bei VI wie Formen, Farben und Anordnung von Objekten eine SZB möglich ist. Diese VI (und deren Anordnung zu Superzeichen) müssen jedoch im Langzeitgedächtnis (siehe dazugehöriges Kapitel) repräsentiert sein.

Die Speicherdauer im AG hängt von der Anzahl der IE ab. Ein IE kann etwa 130 Sekunden behalten werden. Bei drei IE sinkt die Speicherdauer auf etwa 15 Sekunden (Wandmacher, 1993).

Neben der Dauer ist die Interferenzüberlagerung von IE ein weiterer Faktor bei der Speicherung im AG. So werden bei kurz nacheinander im AG aufgenommenen IE die zuerst aufgenommenen und die zuletzt aufgenommenen IE länger behalten. Des Weiteren überlagern sich ähnliche IE, wie bspw. die visuelle Wahrnehmung von zwei ähnlichen Objekten, so dass sich die Erinnerung bzw. der Zugriff auf eine bestimmte IE schwierig gestalten kann (Preim & Dachzelt, 2010, S. 36).

Die Aufnahme von IE ins AG durch die visuelle Wahrnehmung kann unbewusst (präattentiv) oder bewusst (attentiv) erfolgen (Preim & Dachzelt, 2010, S. 47 ff.).

4.2.3 Präattentiven Wahrnehmung

Bei der Annahme präattentiven Wahrnehmung wird jedem wahrgenommenen Objekt eine Menge visueller Merkmale zugeordnet. Diese werden nach der *Feature Maps Theorie*

(Treisman & Gelade, 1980) in einer Art mentalen Karte, sogenannten Feature Map, im Langzeitgedächtnis (siehe dazugehöriges Kapitel) repräsentiert. Bei der Beobachtung einer Szene werden die Feature Maps unbewusst verglichen. Dabei richtet sich dieser Vergleich auf die wahrscheinlich zum Kontext passenden Feature Maps (Dahm, 2006, S. 77). Das Objekt, welches die größten Unterschiede bzgl. seiner Merkmale im Vergleich zu andern Objekten der Szene besitzt erregt die attentive Wahrnehmung (siehe dazu nächster Abschnitt) (Sears & Jacko, 2007, S. 55). Die präattentive Wahrnehmung kann neben einzelne Objekte innerhalb einer wahrgenommenen Szene auch auf bestimmte Bereiche einer solchen Szene gelenkt werden. (Preim & Dachsel, 2010, S. 52). Dieses Objekt bzw. der Bereich wird dem Beobachter förmlich ins Auge springen, wie bspw. ein grüner Baum bzw. eine Oase in der Wüste. In Zusammenhang mit dem RNUW kann es sich bei solch einem Objekt bzw. Bereich um Verständnisprobleme bereitende Abschnitte auf einer Präsentationsfolie handeln. In solch einem Bereich würde die sogenannte attentive Wahrnehmung wirken.

4.2.4 Attentive Wahrnehmung

Dabei kann zwischen folgenden Auslösern für das Einsetzen der attentiven Wahrnehmung unterschieden werden (Sears & Jacko, 2007, S. 55):

Exogene Auslöser: Ein Objekt, dessen Merkmale sich in einem Bereich einer wahrgenommenen Szene deutlich von den Merkmalen anderer Objekte des Bereichs unterscheidet, wird sich für den Benutzer deutlich abheben.

Endogene Auslöser: Ein Objekt, das dem Benutzer bekannt ist und dessen Auftauchen er innerhalb eines Bereichs in einer wahrgenommenen Szene erwartet. Dies wäre bspw. die Bestätigung für das Absenden eines Kommentars oder einer Frage im RNUW.

Bei der attentiven Wahrnehmung handelt es sich um ein bewusstes, visuelles Durchsuchen (und damit bewusstes Aufnehmen von IE ins AG) des betreffenden Bereichs nach, den zur Zielerreichung, relevanten VI (bspw. einem Suchen nach einer Lösung für das Verständnisproblem auf einer Übungsfolie).

Visuelle Suche

Bei dieser visuellen Suche würde innerhalb einer Menge von Ablenker-Objekten ein Ziel-Objekt mit bestimmten Merkmalen gesucht (Sears & Jacko, 2007, S. 55). Wenn sich das Ziel-Objekt von den Ablenker-Objekten durch ein eindeutig wahrnehmbares Merkmal (wie bspw. Form oder Farbe) unterscheidet, kann erneut die präattentive Wahrnehmung einsetzen. Denn

in diesem Fall wird sich das Ziel-Objekt auf den ersten Blick deutlich von den Ablenker-Objekten unterscheiden (Treisman, 1986) bzw. dem Suchenden ins Auge springen. Bei einem Fehlen solch eines Merkmals ist ein Vergleich aller Objekte notwendig. Dasselbe geschieht, wenn sich das Ziel-Objekt erst durch eine Kombination von Merkmalen (bspw. Farbe und Form) eindeutig von den Ablenker-Objekten unterscheidet. Wird die visuelle Suche durch Interferenzen, wie durch im Vergleich zur Ablenker-Objekten ähnliches Ziel-Objekt bzw. hohen kognitiven Aufwand gestört, dann sinkt die Anzahl der im AG gleichzeitig aufnehmbaren IE. Dies geht soweit, dass ohne eine wiederholte Aufnahme der IE die IE ins AG nicht aufgenommen werden können (Brown, 1958; Peterson & Peterson, 1959).

Neben einer längeren Zeit benötigt visuelle Suche im Vergleich zur präattentive Wahrnehmung einen höheren kognitiven Aufwand durch *extraneous load*. Dies kann wiederum zu einer Einschränkung der *germane load* Prozesse führen.

Die attentive Wahrnehmung bzw. das bewusste Aufnahmen von IE ins AG benötigt Aufmerksamkeit.

Aufmerksamkeit

An dieser Stelle wird Aufmerksamkeit definiert als die bewusste und gezielte Fokussierung der Wahrnehmung auf einen bestimmten Gegenstand einer Handlung oder auf ein Objekt. Aufmerksamkeit gestaltet es den Benutzer, die für seine Zielerfüllung nicht relevanten VI auszublenden und damit den Fokus auf wichtige Aspekte zur Zielerreichung einer Aufgabe zu lenken (Sears & Jacko, 2007, S. 54). Laut Wessel (1990) ist die Aufmerksamkeit ein Prozess der Verteilung kognitiver Ressourcen. Die Aufmerksamkeit kann verteilt (geteilte Aufmerksamkeit) oder fokussiert (selektive Aufmerksamkeit) werden. So kann ein Benutzer des RNUW in der Rolle des Studenten sich gleichzeitig mit dem RNUW und der Übung beschäftigen. Wenn notwendig, bspw. wenn der Benutzer durch das RNUW eine Frage an der Tutor stellen möchte, kann der Benutzer seine Aufmerksamkeit auf das visuelle Suchen der dazugehörigen Funktion fokussieren. Beides gleichzeitig tun, also Fragen an den Tutor durch das RNUW stellen und die Beschäftigung mit der Übung ist sogenanntes Multitasking. Aufgrund aktueller Kritik zu Multitasking (Spitzer, 2013), die Multitasking im deutschen Universitätsumfeld als ablenkend und daher als ein das Lernen störender Faktor beschreibt, wird in dieser Arbeit folgende Annahme zur Aufmerksamkeit unternommen: „Die Aufmerksamkeit ist limitiert.“ So könnte bspw. die Aufmerksamkeit für die visuelle Suche eines Benutzers nach der Funktion für das Absenden einer Frage im RNUW zu einer

Einschränkung der Aufmerksamkeit bzgl. der Übungsfolien oder des Tutorenvortrags führen. Diese Limitierung wird bestimmt durch den kognitiven Aufwand, dem der Benutzer ausgesetzt ist (Sears & Jacko, 2007, S. 55). Hoher kognitiver Aufwand durch *germane load* oder *extraneous load* limitiert die Aufmerksamkeit und wirkt damit als Interferenz. Damit Limitierung die Kapazität des AG die Aufmerksamkeit. Diese Annahmen entspricht der *Single-Resource Theorie* nach Kahneman (1973). Laut Kahneman (1973) besitzt eine Person einen zentralen Vorrat an der Ressource Aufmerksamkeit. Wird diese Ressource durch Bearbeitung vieler Aufgaben überschritten, kommt es zu einer empfundenen kognitiven Belastung, die in einer Verschlechterung der kognitiven Leistung durch bspw. ...

- ... Verzögerung einer Reaktion,
- Fehler bei einer Handlung
- oder in Störungen des Zugriffs auf das Langzeitgedächtnis resultieren kann.

Somit besteht ein Zusammenhang zwischen Anzahl bzw. Schwierigkeit gleichzeitig zu bearbeitenden Aufgaben und Fähigkeit bewusst IE ins AG aufnehmen zu können um diese bspw. mit dem Langzeitgedächtnis abzugleichen (im Folgenden als kognitive Leistung bezeichnet). Diesem Zusammenhang entsprechend, verschlechtert sich die kognitive Leistung mit zunehmend schwierigen, gleichzeitig ausgeführten Aufgaben, die gemeinsam auf die Aufmerksamkeit zugreifen (Kiefer & Urbas, 2006, S. 18). Die Menge der wahrnehmbaren VI allein wirkt, wenn sich die Ziel-Informationen deutlich von den Ablenker-Informationen unterscheiden, nicht nachteilig auf die Aufmerksamkeit. So kann der Benutzer auch aus einer Vielzahl wahrgenommener Informationen, die für die Zielerreichung seiner Aufgabe, wichtige und deutlich von den unwichtigen, unterscheidbaren Information (bspw. das Aufrufen des eigenen Namens durch den Tutor während einer Diskussion dem Nachbarn) herausfiltern.

4.2.5 Langzeitgedächtnis

Die langfristige Speicherung von Informationen findet nach der Verarbeitung im AG im Langzeitgedächtnis (LZG) statt. Das LZG enthält u. a. die erwähnten Feature Maps. „Die Kapazität des LZG scheint nach bisherigen Erkenntnissen praktisch unbegrenzt zu sein.“ (Herczeg, 2009, S. 66)

Der Zugriff bzw. das Erinnern an eine IE im LZG ist von deren assoziativen Verankerungen abhängig. „Denn die Organisation des LZG scheint vor allem auf der Basis von Assoziationen

zu beruhen.“ (Herczeg, 2009, S. 66) „Die Assoziationen sind von unterschiedlicher Bedeutung und können vor allem Generalisierungen, Spezialisierungen, Ähnlichkeiten, Annahmen, Teilebeziehungen, aber auch beliebige, semantische, kaum greifbare Zusammenhänge darstellen.“ (Herczeg, 2009, S. 66)

Beim Wiedererkennen erfolgt der Zugriff durch zur Verfügung gestellte Assoziation bzgl. der zu erkennenden IE. Beim Erinnern erfolgt der Zugriff durch bestehende Assoziationen bzgl. der zu erinnernden IE. Objekte mit ihren Assoziationen bilden Assoziationsnetze. Assoziationsnetze mit Bezügen zu anderen Objekten sind semantische Netze (Herczeg, 2009, S. 73).

Der Zugriff auf IE im LZG hängt von der sogenannten Tiefe der Verarbeitung ab, die wiederum die Menge der Assoziationen bestimmt. So ist bspw. die Zuordnung bestimmter Merkmale, wie Farbe und Form zu einem Objekt eine eher oberflächliche Ebene der Verarbeitung. Die Einbindung des Objekts und seiner Merkmale in bestehende Informationen (und damit Bildung von Feature Maps), wie bspw. Vergleichen und Einordnungen ist dagegen eine tiefe Ebene der Verarbeitung. So verfügt ein zu einem Superzeichen aggregiertes Objekt, welches anhand seiner Merkmale bzw. aggregierten IE im LZG abgelegt wurde, über weniger Assoziationen als ein Objekt, das durch Vergleiche und Einordnungen mit anderen, ähnlichen Objekten assoziativ verknüpft wurden. Ein Vergessen von IE kann erfolgen, wenn keine Assoziationen zu IE bestehen.

Wissensstrukturen

Die im LZG befindenden IE werden in bestimmten (Wissens-)Strukturen abgelegt. In den folgenden Abschnitten werden die unterschiedlichen Strukturen nach der *adaptive control of thought* theory* (ACT*-Theorie) (Anderson, 2014) beschrieben.

4.2.5.1.1 Deklaratives Gedächtnis

Nach der ACT*-Theorie gibt es zwei Arten der Wissensstrukturen im LZG:

1. Erklärungsgedächtnis bzw. deklarative Gedächtnis beinhalten Inhalte über Fakten und Konzepte. Dazu gehören bspw. Objekte, Personen, Namen und deren Bedeutung.
 - a. Das deklarative Gedächtnis ist in zwei Bereiche aufgeteilt: Semantisches Gedächtnis und Episodisches Gedächtnis.

2. Handlungsgedächtnis bzw. prozedurales Gedächtnis beinhalten Inhalte über Fähigkeiten und Abläufe.

4.2.5.1.2 *Semantisches Gedächtnis*

Das semantische Gedächtnis erhält Fakten und Konzepte über die Welt, wie die erwähnte assoziative Zuordnung von Merkmalen zu einem Objekt bzw. die Verknüpfung von Assoziationen zu semantischen Netzen. (Beispiel für Bildung eines semantischen Netzes: Eine Orange ist orange, rund, essbar und eine Frucht. Ein Apfel ist eine Frucht und essbar. – Apfel und Orange bilden ein semantisches Netz über die Assoziationen „Frucht“ und „essbar“.–)

4.2.5.1.3 *Episodisches Gedächtnis*

Das episodische Gedächtnis enthält eine Zeitkomponente, die zu den Inhalten des deklarativen Gedächtnisses einen zeitlichen und persönlichen bzw. biographischen Bezug herstellt. (Beispiel für eine episodische Verknüpfung: Ich habe meine erste Orange im Jahre 1986 gegessen.)

4.2.5.1.4 *Prozedurales Gedächtnis*

Das prozedurale Gedächtnis setzt sich aus Regeln zusammen. Diese Regeln, auch Produktionen genannt, enthalten einen Bedingungsteil (wenn ...), der ihre Anwendung bestimmt und einen Aktionsteil (...dann), der die aus dem Bedingungsteil resultierende Aktion enthält. Sowohl der Aktionsteil als auch der Bedingungsteil können generalisiert oder auf einen bestimmten Anwendungsfall spezialisiert sein. Eine Produktion ist generalisierbar, wenn sie in mehrere Anwendungsszenarios erfolgreich eingesetzt wurde. Ein Beispiel dafür wäre: „Wenn ein Computersystem nicht auf Eingaben reagiert, dann sollte es neu gestartet werden.“ Eine spezialisierte Produktion wäre dagegen: „Wenn bei meinem Notebook der Bildschirm schwarz wird, dann muss ich ihn durchrütteln.“ So können also zwei Produktionen folgendermaßen lauten:

Wenn eine Frage über das RNUW gestellt werden soll, dann muss der Eingabebereich für die Frage selektiert werden.

Wenn der Eingabebereich für die Frage im RNUW selektiert werden soll, dann muss das Eingabefeld mit dem Eingabegerät anvisiert werden.

Das Eingabegerät und die Frage sind dabei Variablen mit einem bestimmten Wertebereich. Beim Eingabegerät wären dies im Rahmen dieser Arbeit: „Computermaus oder Touchscreen.“ Die zwei beispielhaften aufgeführten Produktionen befinden sich in einem sogenannten Makrogebilde. Damit sind die Produktionen verknüpft, so dass der Aktionsteil der jetzigen Produktion den Bedingungsteil der folgenden Produktion bildet.

Eine Fertigkeit ist eine Menge von Aktionen, die eine Handlung steuert. Eine Handlung ist eine Abfolge von Aktionen, die durch ein Ziel oder dessen Unterziele gesteuert wird. So würde sich das Ziel „eine Frage im RNUW stellen“ durch folgende Aktionen erreichen lassen:

1. Eingabefeld mit Eingabegerät selektieren.
2. Frage im selektierten Eingabefeld mit Hilfe eines Eingabegeräts eingeben.
3. Eingegebene Frage durch Betätigen des passenden Bedienelements im RNUW abschicken.

Werden diese Aktionen nacheinander ausgeführt, entsteht nach zwei bis drei Wiederholungen eine sogenannte Makrobildung (Preim, 1999, S. 201). Dabei werden die zu den Aktionen zugehörigen Produktionen verknüpft, indem der Aktionsteil einer Produktion zum Bedienungsteil der folgenden wird.

Durch diese Verknüpfung kann eine Handlung teilweise automatisch, bzw. ohne starke Beanspruchung von Aufmerksamkeit, ablaufen. So würde der Benutzer nach einigen Wiederholungen aufmerksam ausgeführter Aktionen, diese Aktionen zu einer, ähnlich wie bei der SZB, Aktionsfolge zusammenfassen und unter geringen Aufwand der Aufmerksamkeit, sozusagen automatisiert, ausführen.

4.3 Ausführen einer Handlung durch das Arm-Hand-Finger-System

Das AG steuert die Handlung und die dazu notwendige Aufmerksamkeit. Dazu werden die Auslöser (bspw. bestimmte Ereignisse) für die Aktionen aus der visuellen Wahrnehmung gefiltert und ins sensorische Register abgelegt. Der Benutzer wird also nur den Objekten Aufmerksamkeit schenken, die für das Erreichen seines Ziels notwendig sind. Die darauf folgende Filterung hängt vom Grad der Übereinstimmung zwischen dem Bedienungsteil der Produktionen und den wahrgenommenen Objekten. Somit gelangen die Auslöser ins AG und werden mit den dafür in Frage kommenden Produktionen im LZG verglichen. Stehen mehrere passenden Produktionen im LZG zur Verfügung, dann wird diejenige ausgewählt, die in der

Vergangenheit am häufigsten und mit dem geringsten Misserfolg ausgeführt wurde (Preim, 1999, S. 197 ff.).

Die nötige Selektion eines Eingabefeldes im RNUW für das Stellen einer Frage wird durch das Arm-Hand-Finger-System (AHFS) ausgeführt. Das Selektieren geschieht in einer bestimmten Zeit. Diese Zeit hängt davon ab, wie weit die Hand mit der Computermaus bzw. der Finger über dem Touchscreen von den aktuelle Position bis zum Zielobjekt (bspw. Eingabefeld) der Selektion bewegt werden muss (Preim & Dachzelt, 2010, S. 66). Darüber hinaus bestimmt die Größe des Zielobjekts bzw. Bedienelements das selektiert wird ebenfalls die Zeit für die Selektion durch das AHFS. Solch eine Selektion lässt sich in folgende Teilaufgaben gliedern:

- Suche des Zielobjekts: Dies entspricht der visuellen Suche.
- Vorbereitung einer Bewegung
- Durchführung der Bewegung

4.3.1 Vorbereitung der Bewegung

Die Vorbereitung einer Bewegung zur Selektion hängt mit der visuellen Suche zusammen. Die dazugehörige Entscheidungszeit wird bestimmt durch andere mögliche Ziele (Ablenker), die gleichzeitig mit dem Zielobjekt angezeigt werden bzw. unmittelbar auf dem Weg zum Zielobjekt liegen und deren Unterschiede bzw. Merkmale im Vergleich zum Zielobjekt.

„- je weniger Ziele dies sind und je stärker sie sich von dem relevanten Ziel unterscheiden, desto schneller ist [...] die Entscheidungszeit, die der eigentlichen Bewegung vorausgeht“ (Preim & Dachzelt, 2010, S. 66)

4.3.2 Ausführen der Bewegung

Die Abschätzung der Zeit für die Ausführung der Bewegung orientiert sich an *Fitts' Law*. Die Zeit t für die Durchführung einer Bewegung wird beeinflusst (wie in Abb. 18 zu sehen) durch die Distanz d zum Ziel und dessen Größe s . Dabei gilt: Je größer das Ziel und je näher es an der ursprünglichen Cursorposition liegt, desto geringer ist die Zeit für die Ausführung der Bewegung zur Selektion.

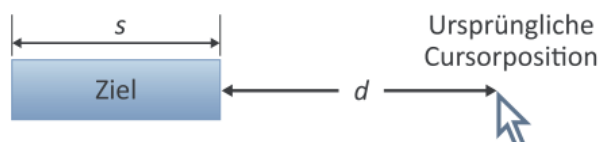


Abbildung 18: Illustration zu Fitts' Law (Preim & Dachzelt, 2010.)

Für eine detaillierte Erklärung und Darstellung von *Fitts' Law* wird auf (Preim & Dachzelt, 2010) verwiesen.

Darauf aufbauend kann geschlussfolgert werden, dass eine geringere Zeit für die Durchführung einer Selektion benötigt wird, wenn sich das Ziel unmittelbar am Bildschirmrand befindet. Denn dann kann die Bewegung ungebremst bis zum Bildschirmrand erfolgen. Damit wird das Problem über das Ziel hinauszuschießen minimiert (Preim & Dachzelt, 2010, S. 67),

4.4 Visuelle Wahrnehmung – zweiter Teil

4.4.1 Gestaltwahrnehmung

Neben der räumlichen Wahrnehmung, die sich aus den wahrgenommenen VI, aus der Erfahrung der Menschen über die Welt und ihrer Naturgesetze ableitet, geschieht bei der visuellen Wahrnehmung eine Art Gliederung der wahrgenommenen VI. Bei empirischen Untersuchungen konnte eine sogenannte Gestaltwahrnehmung identifiziert werden (Wertheimer, 1938). Bei der Gestaltwahrnehmung werden Objekte aufgrund der Farbe, Helligkeit, Form und räumlicher Tiefe als zusammengehörig oder als nicht zusammengehörig wahrgenommen (Preim & Dachzelt, 2010, S. 55). Im Folgenden werden zwei für diese Arbeit relevante Prinzipien vorgestellt, die eine Gestaltwahrnehmung zur Folge haben:

Ähnlichkeit: Objekte werden als zusammengehörig wahrgenommen, wenn sie Ähnlichkeiten in ihren visuellen Informationen aufweisen. Je mehr Merkmale der Objekte sich gleichen, desto stärker werden die Objekte als zusammengehörig wahrgenommen.

Nähe: Nah aneinander befindende Objekte werden als zusammengehörig wahrgenommen. Das Prinzip der Nähe ist ein dominantes Merkmal bei der Gestaltwahrnehmung. Auch wenn unterschiedliche Merkmale sich von zwei Objekten unterscheiden, werden sie als zusammengehörig wahrgenommen, wenn sie nah aneinander liegen.

Gute Gestalt: Bei der Bildung von Gestalten bzw. Gliederung wahrgenommener VI wird nach dem Prinzip der sogenannten Prägnanz vorgegangen. Dabei tendiert eine Person dazu, wahrgenommene VI zu möglichst einfachen, regelmäßigen, symmetrischen und geschlossenen Objekten zu gliedern (Wertheimer, 1923). Dies geschieht durch eine Trennung „prägnanter“ Objekte und den restlichen Elementen einer Szene, wie bspw. dem Hintergrund. Ein prägnantes Objekt bzw. „gute Gestalt“ kann folgendermaßen charakterisiert werden

(Hekkert & Wieringen, 1990; Van Der Helm & Leeuwenberg, 1996; Hoeger, 1997; Hochberg & Edward, 1953; Reber, Schwarz, & Winkielman, 2004):

- Eine gute Gestalt ist einfach, weil sie wenig Redundanz bzw. sich wiederholende VI enthält.
- Eine gute Gestalt ist geschlossen, weil sie nach Transformationen, wie Drehung und Spiegelung wiedererkannt wird.
- Die Wahrnehmung der guten Gestalt erfolgt in Vergleich zur nicht guten Gestalten mit geringerem kognitivem Aufwand.
- Eine gute Gestalt kann eindeutig identifiziert werden.
- Eine gute Gestalt kann „fließend“ wahrgenommen werden.

Fließende Wahrnehmung ist ein Aspekt der Theorie der fließenden Verarbeitung (*processing fluency theorie*), die im folgenden Abschnitt erläutert wird.

4.4.2 Fließende Verarbeitung

Als fließende Verarbeitung wird die leichte Erkennung bzw. Zuordnung eines wahrgenommenen Objekts zu den im LZG abgelegten Wissensstrukturen definiert (Reber, Fazendeiro, & Winkielman, 2002 S. 2f.). Dabei hängt die fließende Verarbeitung von folgenden Faktoren ab:

- Merkmale des wahrgenommenen Objekts bzw. dessen VI.
- Vorwissen des Beobachters. So kann beim wiederholten Abfragen eines Wortes, das Wort schneller wiedergegeben werden.

Die fließende Verarbeitung setzt sich aus folgenden Vorgängen zusammen (Reber et al., 2004):

- Fließende Wahrnehmung als Identifizierung eines Objekts anhand VI. Diese ist abhängig von bspw. der Wahrnehmungsdauer der zum Objekt zugehöriger VI. Dazu gehört auch die Wiederholung der zum Objekt zugehöriger VI und alle Faktoren die die Identifikation des Objekts erleichtern.
- Fließende Konzeptionierung: Damit sind alle Vorgänge gemeint, die die Zuordnung eines Objekts anhand vorhandener Wissensstrukturen begünstigen.

- Fließende Erinnerung: Damit sind alle Vorgänge gemeint, die das Abrufen eines Objekts aus dem LZG begünstigen.

Die fließende Verarbeitung führt zu einem „guten“ Gefühl bzw. positiven Emotionen (siehe dazu Kapitel: Auslöser) bzgl. des fließend verarbeiteten Objekts. Einige der Gründe dafür sind (Reber et al., 2004):

- Fließende Verarbeitung lässt sich assoziieren mit einer erfolgreichen Mustererkennung bzw. fehlerfreier Zuordnung zu vorhandenen Wissensstrukturen.
- Fließende Verarbeitung ist ein Zeichen für die Ähnlichkeit des wahrgenommenen Objekts zu bereits wahrgenommenen und im LZG abgelegten Objekten. Somit ist das Objekt vertraut und der Beobachter weiß wie er ihm zu begegnen hat. Dies wiederum senkt die Unsicherheit des Beobachters.

Indikatoren für die fließende Verarbeitung sind u. a. (Reber et al., 2004):

- Die Menge der wahrgenommenen VI und damit die Menge der Merkmale eines Objekts bestimmen, wie schnell und genau ein Objekt identifiziert werden kann.
- Symmetrie reduziert die Menge der VI und hat zudem Auswirkungen auf die Erkennung eines Objekts. Dabei hat vertikale vor horizontaler und diagonaler Symmetrie die größte Auswirkung auf die Erkennung eines Objekts.
- Der Objekt-Hintergrund Kontrast bzw. der Farb- und Formunterschied zwischen dem Objekt und dem Hintergrund erleichtern die Erkennung des Objekts.

Dies heißt jedoch nicht, dass nur einfache Objekte bzw. Objekte mit einer geringen Anzahl Merkmale eine fließende Verarbeitung zur Folge haben. So kann die Verarbeitung von komplexen Objekten durch die SZB eine ähnlich fließende Verarbeitung zur Folge haben wie einfache Objekte.

Komplexe Objekte verfügen über Redundanzen (Merkmale, die wiederholt am Objekt vorkommen). Dadurch kann eine Erkennung komplexer Objekte fließender erfolgen als die Erkennung nichtredundanter bzw. einfacher Objekte (Reber et al., 2004, S. 304). Komplexe Objekte können aufgrund ihrer größeren Anzahl Merkmale und damit möglicher Assoziationen Vorteile bei der fließenden Konzeptualisierung gegenüber einfachen Objekten haben. So lässt sich bspw. eine Kugel deren Oberfläche mit Zacken gespickt ist, innerhalb

einer Menge von „glatten“ Kugeln, besser identifizieren bzw. erkennen als eine bestimmte glatte Kugel.

Um eine möglichst fließende Verarbeitung zu gewährleisten, können die Bedienelemente einer GUI und deren Merkmale, wie Beschreibung, Farbe, Anordnung und Symbolik gewissen Gesetzmäßigkeiten folgen.

Ngo, Teo und Byrne (2000) schlagen Richtlinien für das Design von *screen layouts*, bzw. in dieser Arbeit, mögliche Anordnung der Bedienelemente und VI einer GUI vor. Nach diesen Richtlinien wird ein Bildschirm in vier gleichmäßige Teile, sogenannte Quadranten geteilt. Bei der Einhaltung der Richtlinien werden die Bedienelemente bzw. visuelle Informationen in folgenden Bildelemente (BE) genannt möglichst „gleichmäßig“ auf die vier Quadranten des Bildschirms verteilt. Dabei umfasst diese Gleichmäßigkeit folgende Aspekte (Ngo et al., 2000, S. 4 ff.):

Ausgleich: Die BE sollten möglichst gleichmäßig auf den Quadranten des Bildschirms verteilt werden. So ziehen manche Merkmale der BE, wie bspw. Farbsättigung und Größe die Aufmerksamkeit stark auf sich. Dies sorgt dafür, dass das Auge des Betrachters von BE mit starker visueller Anziehungskraft (große bzw. stark farbgesättigte BE) zu BE mit niedriger optischer Anziehungskraft wandert. Diese Reihenfolge sollte dem Verlauf bzw. Richtung des Auges (bspw. Leserichtung) auf dem Bildschirm und der Priorität des BE für die Zielerreichung bestimmter Aufgaben (wichtige BE für die momentane Interaktivität des Benutzers mit der GUI haben eine starke visuelle Anziehungskraft) folgen. Durch den Aspekt des Ausgleichs wird die gleichmäßige Anordnung der visuellen Anziehungskraft auf die vier Quadranten des Bildschirms verfolgt.

Die Homogenität bezieht neben der optischen Anziehungskraft der BE, dessen Anzahl bei deren gleichmäßigen Verteilung auf die vier Quadranten des Bildschirms mit ein.

Gleichgewicht: Die BE sollten um das Zentrum des Bildschirms, innerhalb der Quadranten angeordnet werden. Während der Ausgleich die optische Anziehungskraft verteilt, sorgt das Gleichgewicht dafür, dass sich diese Anziehungskraft am Zentrum des Bildschirms orientiert.

Symmetrie erweitert die Verteilung der optischen Anziehungskraft mit Redundanz. So wird bei der horizontalen bzw. vertikalen Symmetrie die Darstellung der BE an einer horizontalen bzw. vertikalen Mittellinie auf dem Bildschirm dupliziert. Dadurch werden neben der

gleichmäßigen Verteilung der optischen Anziehungskraft die notwendigen Informationen für die Wahrnehmung der BE halbiert.

Ausrichtung: Neben einem Minimieren der gleichzeitig angezeigten BE wird eine fließende Verarbeitung auch durch Minimieren der Ausrichtungspunkte der BE erreicht. So sollten die BE, wenn möglich auf „einer“ senkrechten oder waagerechten Linie und damit auf gleichen Ausrichtungspunkten liegen. Bei der Ausrichtung solcher Linien sollte Symmetrie, Gleichgewicht und Ausgleich der BE beachtet werden.

Konsistente Anordnung und Abstände zwischen den BE erleichtern (ähnlich wie bei der konsistenten bzw. einheitlichen Anordnung der Tastatur nach dem QWERTZ-Schema bzw. dem deutschen Tastaturlayout) die Zuordnung der BE und damit einen schnellen Aufbau von Produktionen und die Verbindung derer zu Makrogebilden innerhalb des LZG. Dadurch kann eine Folge von Abläufen ohne Anpassung für unterschiedliche Aufgaben eingesetzt werden.

Laut Reber et al. (2004) existiert ein Zusammenhang zwischen der „fließenden“ Wahrnehmung bzw. Gliederung visueller Informationen zur guten Gestalt und der Wahrnehmung von Ästhetik: Je „fließender“ eine Person ein Objekt wahrnehmen kann, desto ästhetischer findet diese das Objekt.

4.4.3 Ästhetik

Usability ist nicht der einzige Faktor, der die Benutzerzufriedenheit bestimmt (Norman, 2004; Tractinsky, Shoval-Katz, & Ikar, 2000). Denn neben dem Benutzen einer Anwendung, „erlebt“ der Benutzer diese Anwendung. Dabei geht es auch um „das Erleben“ von Ästhetik.

Aus der Sicht der visuellen Wahrnehmung befasst sich Ästhetik mit der Frage: Warum werden VI als angenehm empfunden?

Schönheit bzw. Ästhetik kann aus drei Perspektiven betrachtet werden (Moshagen & Thielsch, 2010):

- Schönheit als Merkmal eines Objekts, das beim Beobachter eine positive Emotion auslöst. Damit wird Schönheit durch ein Objekt bestimmt.
- Die mentalen Modelle des Beobachters bestimmen was schön ist. Damit liegt Schönheit „im Auge“ des Betrachters.
- Schönheit ist ein Merkmal des beobachteten Objekts und wird durch die mentalen Modelle des Beobachters bestimmt.

Ästhetik ist einer zeitlichen Dynamik unterworfen. So wird Schönheit in jeder Ära anders empfunden (Lavie & Tractinsky, 2004). Was in den 80ern noch als modern galt wird in der heutigen Zeit evtl. unangenehm auffallen.

Laut Berlyne (1971) kann die Wahrnehmung der Ästhetik vom Grad der Erregung, welcher durch die Wahrnehmung eines Objekts entsteht abhängen. So ist eine niedrige oder hohe Erregung ein Indikator dafür, dass wahrgenommene visuelle Informationen oder ihre Kombination als unangenehm empfunden werden.

Laut Reber et al. (2004) lassen sich folgende Annahmen über die fließende Verarbeitung in Beziehung mit Ästhetik treffen:

- Objekte unterscheiden sich im Aufwand mit dem sie kognitiv verarbeitet werden.
- Eine fließende bzw. mit geringen kognitiven Aufwand verbundene Verarbeitung hat Einfluss auf die Bewertung der Ästhetik durch den Beobachter. Denn im Moment der Bewertung der Ästhetik (was ist schön bzw. ansprechend) wird das Wahrgenommene im LZG mit vorhandenen Feature Maps des beobachteten Objekts abgeglichen. Die Bewertung der Ästhetik entsteht aus der Erfahrung, was durch den Beobachter in der Vergangenheit als ästhetisch empfunden wurde. Die fließende Verarbeitung kann somit das Merkmal bzw. Feature eines Objekts im LGZ sein.
- Der Einfluss der fließenden Verarbeitung auf das Zuordnen eines Objekts als ästhetisch, wird beeinflusst durch die Erwartungen und bestehende Wissensstrukturen zum wahrgenommenen Objekt. So hat eine unerwartete fließende Verarbeitung des Objekts einen großen Einfluss auf die Wahrnehmung von Ästhetik. Dagegen wird bei Objekten, die in der Vergangenheit als nicht Ansprechend betrachtet wurden, eine fließende Verarbeitung keine Relevanz bzgl. der Bewertung von Ästhetik vom Beobachter zugesprochen.

4.5 Emotionen

Emotionen haben Auswirkungen auf die Wahrnehmung, die Verarbeitung und Handlung eines Benutzers (Sears & Jacko, 2007, S. 80ff.). Laut Picard (1997) sind Emotionen ein fester Bestandteil jeder Handlung. So könnte ein Interfacedesign, das den Einfluss von Emotionen auf den Benutzer nicht beachtet möglicherweise als unangenehm für den Benutzer erscheinen. Dies wiederum kann in einer ineffizienten und unzufriedenen Benutzung resultieren, die sogar

zu eine Nichtbenutzung einer dazugehörigen Anwendung, wie bspw. dem RNUW führen kann (Sears & Jacko, 2007, S. 81).

Laut Frijda (1994) beziehen sich Emotionen auf ein Objekt. Des Weiteren sind Emotionen mögliche Reaktionen auf Ereignisse, die die Ziele einer Person beeinflussen. Bspw. ist Furcht eine Reaktion auf eine Situation, die das körperliche Wohlbefinden einer Person bedroht. Das Ergebnis solch einer Bedrohung ist eine negative Einstellung (bspw. Angst) und eine kognitive Vorbereitung für eine Handlung (bspw. Flucht). Freude dagegen ist eine Reaktion auf die positive Erreichung von Zielen und der damit einhergehenden positiven Einstellung. So könnte ein Student während einer Übungsveranstaltung Verständnisproblemen begegnen, die wiederum in einem Nichtbestehen der Lernveranstaltung münden könnten. Dieses mögliche Ereignis könnte zu einer Handlung des Studenten führen, bei der er den Tutor der Veranstaltung bzgl. der Verständnisprobleme anspricht. Dadurch könnte der Student seine Verständnisprobleme und zugleich seine Angst, nicht zu bestehen, beseitigen.

In Gegensatz dazu, könnte ein Student aufgrund nicht vorhandener Verständnisprobleme und damit einer positiven Teilzielerreichung seines Ziels, zu bestehen, Stolz empfinden. Dies könnte wiederum dazu führen, dass der Benutzer selbstbewusst während der Veranstaltung auftritt und darum aktiv an der Veranstaltung teilnimmt.

Sogenannte primäre Emotionen werden durch die Wahrnehmung aktiviert. So könnte bspw. ein unerwarteter lauter Ton Furcht auslösen und dadurch die Aufmerksamkeit der Person erregen. VI, die Emotionen auslösen können wären u. a. (Sears & Jacko, 2007, S. 77 ff.):

- Bilder , die einen Großteil des Sichtfeldes einnehmen.
- Animationen bzw. plötzliche Bewegungen.
- Darstellungen eines Lächelns bzw. Gesichter, die unterschiedliche Emotionen widerspiegeln.

4.5.1 Unterbewusst ausgelöste Emotionen

Sogenannte sekundäre Emotionen werden als Folge kognitiver Verarbeitung ausgelöst. Dazu gehören bspw. Frustration, Stolz und Zufriedenheit (Sears & Jacko, 2007, S. 79).

Sekundäre Emotionen können nach der Erkennung eines bestimmten Objekts, wie bspw. dem Startbildschirm einer Anwendung ausgelöst werden. Sekundäre Emotionen können auch nach einer Handlung, wie bspw. dem Stellen einer Frage im RNUW erfolgen.

Laut Le Doux (1996) werden wahrgenommene Informationen durch die Person mit ihren Zielen verglichen. Bei der Erkennung einer Relevanz (ähnlich wie Produktionen), werden Emotionen ausgelöst.

4.5.2 Launen

Emotionen sind abhängig von Launen. Während Emotionen einen Gegenstand betreffen, sind Launen Zustände einer Person, die sich nicht auf einen bestimmten Gegenstand richten (Sears & Jacko, 2007, S. 80). So kann eine Person durch ein bestimmtes Ereignis frustriert (Emotion) oder generell depressiv (Laune) sein. Des Weiteren haben Emotionen Auswirkung auf eine der Emotion anschließenden Handlung. Dagegen haben Launen eine länger anhaltende Wirkung auf kognitiver Verarbeitung und Wahrnehmung (Davidson, 1994). So sieht bspw. eine „gut gelaunte“ Person alles in einem „positiven Licht“, während eine „schlecht gelaunte“ Person eher das Gegenteil wahrnimmt. Auf der anderen Seite können Emotionen zu Launen beitragen. So kann Frust in Depression umschlagen.

4.5.3 Einstellungen

Neben Launen haben auch Einstellungen Einfluss auf Emotionen (Sears & Jacko, 2007, S. 80). Einstellungen sind im Gegensatz zu Launen und Emotionen keine Zustände einer Person. Einstellungen sind Merkmale eines Objekts. Wenn Benutzer sagen, dass ihnen das Benutzen einer Anwendung Freude bereitet, dann ist dies ein Hinweis darauf, dass sie die Benutzung der Software mit einem positiven emotionalen Zustand assoziieren. Sie erwarten durch das Benutzen dieser Software das Empfinden von Freude. Die Bildung einer Einstellung gegenüber einem Objekt kann aus folgenden Gründen geschehen (Frijda, 1994):

- **Erfahrungen mit dem Objekt:** Dazu gehört auch eine Generalisierung des Objekts aufgrund wiederholter Erfahrungen und damit das Bilden von Stereotypen.
- **Kommunikation von Einstellungen:** Die Kommunikation von Einstellungen bzgl. eines Objekts zwischen unterschiedlichen Personen kann zu einer Übernahme der Einstellung führen.

Während Emotionen nur Sekunden und Launen Stunde bis Tage anhalten, können Einstellungen zu einem Objekt für eine unbestimmte Zeit bestehen. Durch diese Persistenz spielen Einstellungen eine große Rolle dabei, ob ein bestimmtes Objekt von einer Person gemieden wird.

4.5.4 Effekte auf Aufmerksamkeit und Gedächtnis

Emotionen lenken die Aufmerksamkeit einer Person auf den Gegenstand der Betrachtung, der den Emotionen unterliegt. Dabei hängt die Stärke der Aufmerksamkeit von der Wichtigkeit des Gegenstands für die Erreichung der Ziele der Person ab (Clore & Gasper, 2000). Ein weiterer Einfluss auf Aufmerksamkeit erfolgt, wenn unbewusst ausgelöste, primäre Emotionen von der betreffenden Person ungewollt sind. So kann bspw. die ungewollte Frustration bei der Benutzung einer Anwendung durch den Benutzer als Zeitverschwendung angesehen werden. Wenn der Benutzer die Möglichkeit hat wird er den Gegenstand dieser ungewollten primären Emotion in Zukunft meiden (bspw. indem er diese Anwendung nicht mehr benutzt oder künftig anderen Anwendungen mit gleicher Funktionalität verwendet). Durch den aufmerksamkeitslenkenden Effekt von Emotionen haben diese Auswirkungen auf das Gedächtnis. So sind Ereignisse, die mit Emotionen verbunden sind, durch diese zusätzliche Assoziation besser im LZG vernetzt als Ereignisse ohne Assoziation mit Emotionen (Thorson & Friestad, 1985). Launen haben einen positiven Effekt auf Effizienz. So wurde festgestellt, dass positive Laune eine positive Beeinflussung der Problemlösungsfähigkeit zur Folge hat (Isen, 2000).

4.5.5 Auslöser

Laut Maslow (2013) gibt es acht individuelle Kategorien von Grundbedürfnissen. Wenn eine bestimmte Situation oder Ereignis eines der Grundbedürfnisse fördert, dann resultiert dies in positiver Emotion. Folgende Kategorien von Grundbedürfnissen sind für diese Arbeit relevant:

- Kognitive Bedürfnisse: Dazu gehört u. a. verstehen und erkunden.
- Ästhetische Bedürfnisse: Dazu gehört u. a. Symmetrie und Schönheit.

In den Kapiteln „fließende Verarbeitung“ und „Ästhetik“ wurden diese Bedürfnisse durch die Theorie der fließenden Verarbeitung in Beziehung gesetzt. Somit wird durch Unterstützung einer fließenden Verarbeitung beim Benutzer eine positive Emotion ausgelöst.

Farben können Launen beeinflussen (Sears & Jacko, 2007, S. 84). Die Farbe Rot hat laut Gerard (1958) einen erregenden bzw. reizenden Effekt. So wurde in einem Experiment, bei Testpersonen, die rotem Licht ausgesetzt waren, eine Erhöhung der Erregung u. a. anhand höheren Blutdrucks, Herzfrequenz und schnellerer Atmung festgestellt.

Bei der Farbe Blau konnte durch (Walters, Apter, & Svebak, 1982) der gegenteilige Effekt festgestellt werden.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann jedoch nicht die Aussage getroffen werden, dass Blau beruhigt und Rot reizt. Folgende Schlussfolgerung kann jedoch erfolgen: Während Blau und kalte Farbtöne (aufgrund ihres Blau-Anteils) eher beruhigend wirken, kann Rot und damit warmen Farbtönen eine Tendenz zur Erregung zugesprochen werden.

4.6 Zusammenfassung

Bei der visuellen Wahrnehmung wird das ins Auge gelangte Licht als VI (u. a. Farbe, Helligkeit, Kontrast, Form und Anordnung) interpretiert und im ikonischen Register gespeichert. Anschließend erfolgt eine unbewusste Merkmalsextraktion, der im Register abgelegten VI. Die extrahierten Merkmale werden u. a. mit Informationen im LZG verglichen und kategorisiert. Durch die Hinzuziehung des Kontext kann der Vergleich, die Kategorisierung und damit letztlich die Erkennung eines Objekts erfolgen. Bestimmte Objekte, wie bspw. eine „gute Gestalt“ kann einfacher bzw. mit geringerem kognitiven Aufwand verglichen und kategorisiert bzw. „fließender“ kognitiv verarbeitet werden. Auch können bestimmte Aspekte (u. a. Objekt-Hintergrund Kontrast, Symmetrie und Menge der Objekte) die fließende Verarbeitung positiv beeinflussen. Die kategorisierten Informationen können je nach vorhandenen Assoziationen weiter zusammengefasst werden. So können diese Informationen bspw. Merkmale eines Objekts, wie Form, Farbe und Anordnung durch Assoziationen zum Objekt, zu Superzeichen aggregiert werden. Bspw. kann durch die Assoziationen zu einem Apfel, ein Apfel mit all seinen Merkmalen zu einem in sich geschlossenen Objekt bzw. Superzeichen aggregiert werden. Die kategorisierten und aggregierten Informationen werden für die weitere Verarbeitung bzw. im Rahmen der Aufmerksamkeit, zwecks Verfolgung eines Ziels im AG abgelegt. Dies ist die Voraussetzung, dass eine Handlung, wie bspw. das Auswählen des Eingabebereichs für die Texteingabe einer Frage im RNUW, ausgeführt werden kann. Diese Handlung erfolgt über die Koordination von Arm, Hand und Fingern (dem Arm-Hand-Finger-System). Diese Handlung die Verarbeitung der VI und deren Wahrnehmung wird durch Emotionen, Launen und Einstellungen beeinflusst.

5 Schlussfolgerungen für das Interfacedesign

Dieses Kapitel umfasst Schlussfolgerungen, die aus den Abschnitten zur visuellen Wahrnehmung, kognitiven Verarbeitung, der motorischen Ausführung und Emotionen abstrahiert wurden. Die folgenden Schlussfolgerungen können dazu beitragen, den von den Übungsinhalten ablenkenden *extraneous load* (bspw. aufwändige visuelle Suche nach den Bedienelementen des RNUW) abzuschwächen und dadurch größere Ressourcen des AG für den *germane load* (Verstehen der Übungsinhalte) bereitzustellen. Des Weiteren können die folgenden Schlussfolgerungen dazu beitragen, den von den Übungsinhalten ablenkenden *germane load* (kognitive Verarbeitung bei der Interaktion mit dem RNUW) abschwächen und dadurch größere Ressourcen des AG für den *extraneous load* (Wahrnehmen der Übungsinhalte) bereitzustellen.

Aufgrund des Aufbaus der Fovea bzw. des Auges werden folgende Schlussfolgerungen gezogen:

Die Unterscheidung feiner blauer Details kann aufgrund der geringen Anzahl der S-Zapfen Schwierigkeiten bereiten. Somit sollten feine Detail auf Bedienelementen, die hauptsächlich die S-Zapfen anregen vermieden werden.

Die Adaption des Auges an die Umgebung bzw. dem Hintergrund des wahrgenommenen Objekts hat bestimmte Effekte zur Folge, die bei der Gestaltung der Bedienelemente bedacht werden sollen:

- Große zusammenhängende Farbflächen werden heller und wenig gesättigt wahrgenommen (Fairchild, 2013, S. 134).
- Objekte gleicher Farbe und Helligkeit wirken auf (in Bezug zum Objekt) hellem Hintergrund dunkler und auf dunklem Hintergrund heller.
- Je nach Farbe und Ausmaß des Hintergrunds wird das wahrgenommene Objekt durch Einfärbung mit der Komplementärfarbe des Hintergrunds unterschiedlich wahrgenommen.
- Da eine Hell bzw. Dunkeladaption eine gewisse Zeit benötigt (und in dieser Zeit evtl. ablenkend wirken kann) sollte sie durch die Anpassung der Helligkeit des Interfacedesigns an die Helligkeit des Einsatzortes minimiert werden.

Die monokularen Mechanismen der visuell räumlichen Wahrnehmung lassen folgende Schlüsse zu, die bei der Gestaltung der Bedienelemente zur Vereinfachung der visuellen Suche bedacht werden sollen:

- Objekte, die andere Objekte auf einer Fläche verdecken, werden als näherliegend wahrgenommen.
- Schatten und Lichter erzeugen Tiefeneindrücke:
 - Je gesättigter und heller einer Farbe wahrgenommen wird, desto näher scheint sie zum Betrachter zu liegen. Das Gegenteil gilt für wenig gesättigte und dunkle Farben.

Das foveale und damit scharfe Sehen ist bei einer Entfernung von 50 Zentimeter nur in einem Bereich von 17 Millimetern möglich. Somit sollten gleichzeitig benötigten Bedienelemente nicht weit auseinander bzw. unmittelbar aneinander liegen. Wenn das nächste zu betätigende Bedienelement außerhalb des fovealen Sehens liegt, wird eine Augenbewegung und evtl. eine Kopfbewegung notwendig. Somit sollten weitauseinanderliegende Bedienelemente, die zum Anvisieren neben einer Augenbewegung auch eine Kopfbewegung benötigen vermieden werden.

Die Gestaltwahrnehmung soll genutzt werden um zusammengehörige Bedienelemente entsprechend anzuordnen.

Um eine möglichst fließende Verarbeitung sicherzustellen sollen die Bedienelemente möglichst einfachen Gestalten entsprechen.

Bedienelemente, die nicht als einfache Gestalt designt werden können, sollten entsprechend der fließenden Verarbeitung evtl. Redundanzen für zusätzliche Assoziation und damit bessere Verankerung im LZG erhalten. Des Weiteren sollen diese Bedienelemente symmetrisch sein um die wahrzunehmenden VI möglichst zu minimieren.

Um die visuelle Suche bzw. Erkennung der Zielobjekte, das Erzeugen von Produktionen bzw. Makrobildungen zu unterstützen sollte Folgendes, zur Minimierung des kognitiven Aufwands des Benutzers, beachtet werden:

- Unterstützen des SZB durch Einhaltung mentaler Modelle und Limitierung der gleichzeitig dargestellten VI.

- Unterstützung des Erkennens der Bedienelemente bzw., das Verankern der Bedienelemente im LZG durch die Realisierung einer tiefen Ebene der Verarbeitung. Dies kann durch Einhaltung der mentalen Modelle und damit durch Assoziationen beim Benutzer anhand von Vergleichen geschehen.
- Bei der Anordnung der Bedienelemente sollte Homogenität, Symmetrie, konsistente Anordnung, Abstände, Gleichgewicht und Ausgleich beachtet werden.
- Die Bedienelemente, ihre Bezeichnungen bzw. ihre Icons sollten eine möglichst einfache SZB unterstützen. Dies wird erreicht durch indem sich die Bedienelemente, ihre Icons und Beschriftung an mentalen Modellen der Benutzer orientieren.
- Das während einer Aufgabe als nächstes zu selektierende Bedienelement soll sich deutlich von den anderen Bedienelementen unterscheiden.

Um die Einschränkungen der kognitiven Verarbeitung und motorischen Ausführung in den Designprozess zu integrieren sollte Folgendes zur Minimierung des kognitiven Aufwands des Benutzers beachtet werden:

- Die Menge der gleichzeitig dargestellten Informationen bzw. Bedienelemente soll die kognitiven Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses nicht erschöpfen.
- Die Bedienelemente sollten, sofern möglich, am Rand liegen, damit ein Abbremsen des Zeigers bei der Selektion der Bedienelemente die Zeit für die Selektion nicht negativ beeinflusst.
- Um möglichst genau vom Benutzer selektiert werden zu können sollten die Bedienelemente möglichst groß sein.
- Um möglichst schnell vom Benutzer selektiert werden zu können müssen aufeinander zu selektierende Bedienelemente möglichst eng beieinanderliegen.
- Zwecks Vorbereitung zur Selektion sollten zwischen aufeinander zu selektierende Bedienelementen möglichst wenig andere Bedienelemente liegen.

Die Bedienelemente sollten eine positive emotionale Reaktion bewirken. Dagegen soll das Auslösen negativer Emotionen vermieden werden.

Präattentive Wahrnehmung soll genutzt und damit die Ressource Aufmerksamkeit geschont werden. Dies kann erfolgen indem sich die zu einer Zielerreichung relevanten Bedienelemente deutlich voneinander unterscheiden.

Ähnlich wie die bestimmte Anordnung der Bedienelemente auf dem Bildschirm ein Gesamtbild ergibt, wird auch eine bestimmte Anordnung der Farben auf dem Bildschirm ein Gesamtbild ergeben. Dieses Farbgesamtbild ist im Vergleich zur Anordnung der Bedienelemente u. a. stark von den Präferenzen des Beobachters geprägt und damit subjektiv (Albers, 1997, S. 58 ff.). Somit sollte das gewählt Gesamtbild bzw. Zusammenspiel der Farbe ein mentales Modell bei den späteren Benutzern aufbauen bzw. vorhandenen mentalen Modellen nicht entgegenwirken.

6 Richtlinien

Auf Basis der Schlussfolgerung werden folgende Richtlinien bzw. Handlungsempfehlungen bzgl. der Gestaltung von Bedienelementen eines Interfacedesigns im Kontext, der durch die dazugehörige Anwendung, ausgeführter Aufgaben aufgestellt:

1. Feine Detail von blauen Objekten auf blauen Hintergrund sollen vermieden werden.
2. Die Adaption der visuellen Wahrnehmung an die Umgebung bzw. den Hintergrund der Bedienelemente sollte beachtet werden.
3. Die monokularen Mechanismen der visuell räumlichen Wahrnehmung sollen beachtet werden.
4. Oft benötigte Bedienelemente sollen nicht weit auseinander liegen und bestenfalls unmittelbar aneinander grenzen.
5. Bedienelemente sollten möglichst einer einfachen Gestalt entsprechen.
6. Bedienelemente, die nicht einer einfachen Gestalt entsprechen sollten Redundanzen bzw. Symmetrie enthalten.
7. Bei der Anordnung der Bedienelemente auf einem Hintergrund und dem Entwurf der Bedienelemente sollten Gestaltwahrnehmung, Zusammenspiel der Farben, Symmetrie, konsistente Anordnung und Abstände, Gleichgewicht und Ausgleich beachtet werden.
8. Die Gestaltung der Bedienelemente soll sich an den mentalen Modellen der Benutzer orientieren.
9. Das als nächstes zu selektierende Bedienelement, soll sich durch seine Merkmale (bspw. Farbe, Form, Anordnung, Beschriftung und Icons) deutlich von den anderen gleichzeitig angezeigten Bedienelementen unterscheiden.
10. Die Menge der gleichzeitig dargestellten Informationen bzw. Bedienelemente sollte möglichst gering gehalten werden um die kognitiven Ressourcen (Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeit) nicht zu erschöpfen.
11. Die Bedienelemente sollten, wenn möglich, am Rand des Bildschirms liegen.
12. Die Bedienelemente sollten möglichst groß sein.

13. Zwischen aufeinander zu selektierende Bedienelementen sollten möglichst wenig andere Bedienelemente liegen.

14. Das Auslösen negativer Emotionen durch die Bedienelemente sollte vermieden werden.

Bei der Anwendung der Richtlinien können Widersprüche auftreten. So kann bspw. die Positionierung der Bedienelemente am Rand des Bildschirms dem Richtlinienpunkt der möglichst unmittelbar angrenzenden Bedienelemente entgegenwirken. Auch lassen sich eine gleichzeitige Anordnung der Bedienelemente am Rand des Bildschirms und ein „Gleichgewicht“ um das Zentrum des Bildschirms schwierig realisieren.

Dabei sei es den Entwicklern des Interfacedesigns überlassen welche Punkte der Richtlinien eine höhere Gewichtung erfahren sollen. So kann eine Abwägung zwischen den Entwicklungszielen, der angestrebten Zielgruppe bzw. Benutzern, deren Endgeräte und der zur Verfügung gestellten Funktionalität, eine bestimmte Verteilung der Prioritäten zur Folge haben.

7 Analysephase – Analyse mentaler Modelle

In den folgenden Abschnitten wird beschrieben wie die mentalen Modelle der Benutzer bzgl. der Benutzung des RNUW analysiert wurden. Dazu wird zunächst der Versuchsaufbau bzw. der Ablauf der Blank-Model-Prototyping-Sitzung (BMPS) zur Analyse der mentalen Modelle beschrieben. Als nächstes werden die Ergebnisse der BMPS vorgestellt. Anschließend werden die aus den Ergebnissen abstrahierten Schlussfolgerungen präsentiert.

7.1 Versuchsaufbau

Für die Analyse der mentalen Modelle der Benutzer wurde eine BMPS verwendet. Die BMPS fand als Interview des Versuchsleiters und dem potenziellen Benutzer bzw. Probanden statt. Die Interviewteilnehmer befanden sich entweder in einem Raum oder kommunizierten über das Internet mit Hilfe einer Video-Telefonie-Anwendung. Die BMPS lief für jeden der fünf Probanden nach folgendem Schema ab:

Der Proband wurde mit einer Situation konfrontiert. Ein Beispiel für solch eine Situation lautete: Stell dir vor, du sitzt in der Übung einer Lernveranstaltung und könntest während der Übung (in Echtzeit) dem Tutor in einer „Anwendung“ (durch ein Endgerät wie: Notebook, Tablet oder Smartphone) etwas signalisieren.

Ausgehend von der Situation wurden dem Probanden identische Fragen oder Aufgaben gestellt. Ein Beispiel für solch eine Frage lautete: Wann (in welchen Fällen/ unter welchen Umständen), würdest du dich, während einer Übung melden? Eine Aufgabe lautete: Wie stellst du dir das Äußere eine Bedienoberfläche vor, welche deine Meldung an den Tutor umsetzt (skizziere deine Ideen)?

Die Situationen und dazugehörige Fragen bzw. Aufgaben orientierten sich am derzeitigen Entwicklungsstand des RNUW. Es wurden folgende Situationen abstrahiert:

- **Situation während der Übungsveranstaltung:** Dazu gehört das Senden von Kommentaren, Fragen und das Vergeben von Echtzeit-Feedback an den Tutor. Dabei wurden folgende Konzepte abgefragt bzw. als Aufgabe zum Skizzieren formuliert: Mögliche Meldungen an den Tutor; Assoziationen mit den Meldungen; Visualisierung von Information (Art der Darstellung und der Informationen) in einer möglichen GUI des RNUW; Erwartete Reaktion des Tutors auf mögliche Eingaben im RNUW;

Mögliche Interaktion des Benutzers mit dem RNUW; Verwendung der Eingaben des Benutzers (Fragen und Kommentare) im RNUW durch den Tutor.

- **Situation außerhalb der Übungsveranstaltung:** Dazu gehört die Bewertung der eigene Einschätzung vor und nach der Übung und die Bewertung des Vortrags nach der Übung. Dabei wurden folgende Konzepte abgefragt bzw. als Aufgabe zum Skizzieren formuliert: Mögliche Integration der Benutzernotizen im RNUW.
- **Situation die die beiden vorhergehenden Situationen umfasst** und sich um deren mögliche Integration im RNUW befasst. Dabei wurden folgende Konzepte abgefragt bzw. als Aufgabe zum Skizzieren formuliert: Mögliche Integration der obengenannten Situationen in der GUI des RNUW.

Die Aussagen bzw. Ausarbeitungen des jeweiligen Probanden wurden vom Versuchsleiter protokolliert. Im Falle von Verständnisproblemen unterstützte der Versuchsleiter die Probanden mit ergänzenden Beispielen und Szenarien ohne das skizzierte Design der Probanden zur Bedienoberfläche zu kritisieren, zu konkretisieren bzw. in eine bestimmte Richtung zu lenken. Bei nicht vorhandenen Antworten wurden den Probanden mögliche Antworten zur Auswahl gestellt.

7.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der BMPS lassen sich in folgende Kategorien einteilen:

1. Assoziationen der Benutzer bzgl. der Darstellung unterschiedlicher Bedienelemente: Welche Symbolik könnten bestimmte Bedienelemente der GUI des Systems tragen?
2. Gründe der Benutzer für eine Meldung an den Tutor bzw. mögliche Gründe für eine Kommunikation mit dem Tutor: In welchem Fall würde eine Meldung an den Tutor erfolgen?
3. Gewünschte Reaktionszeit und Reaktionsart des Tutors auf Fragen und Kommentare: Wann und wie sollte der Tutor auf Fragen und Kommentare reagieren bzw. antworten?
4. Datenschutzfrage bzgl. der Veröffentlichung von den Benutzern getätigten Kommunikation (bspw. Fragen und Kommentare) mit dem Tutor: Können getätigte Fragen und Kommentare bspw. in einem Forum veröffentlicht werden?

5. Darstellung und Interaktion durch die Benutzer mit bestimmten Informationen (Fragen und Kommentare) im System: Sollten Meldungen anderer Benutzer bzw. Studenten im System angezeigt werden? Wie könnte die dazugehörige Darstellung in der GUI des Systems aussehen?
6. Integration von Mitschriften der Benutzer mit dem System: Sollten die Mitschriften mit dem System bzw. bestimmte Aspekten des Systems verbunden werden?
7. Gewünschte Sichten auf das System: Sollten die Situationen während der Übung und nach bzw. vor der Übung getrennt angezeigt werden? Oder sollten beide Zustände des Systems gleichzeitig zugreifbar sein?
8. Gewünschte Bewertung des Vortrags: Soll am Ende jeder Übung der dazugehörige Vortrag bewertet werden können?
9. Generelle Vorstellungen zur GUI des Systems: Wie könnte die GUI des Systems aussehen?

Zu den einzelnen Kategorien konnte Folgendes festgestellt werden:

1. Es konnten kaum identischen Assoziationen bei unterschiedlichen Probanden festgestellt werden. Die einzig doppelt auftretenden Assoziationen waren das Fragezeichen für Fragen und das Haus für die Situation vor bzw. nach der Übung. Des Weiteren konnten u. a. folgende Assoziationen in Erfahrung gebracht werden:
 - a. Lachendes Gesicht und Häkchen für Zustimmung.
 - b. Blatt Papier für die Situation vor bzw. nach der Übung.
 - c. Diplom Hut, Tafel und Lehrperson für die Situation während der Übung.
 - d. Lautsprecher, Mund, Ohr und Mikrofon für die Kommunikation auditiver Probleme bzgl. des Vortrags.
 - e. Plus (schneller) und Minus (langsamer), für die Kommunikation inhaltlicher Probleme (Geschwindigkeit) bzgl. des Vortrags. Gehirn für die Kommunikation genereller inhaltlicher Probleme.
2. Eine Meldung an den Tutor würde von den Probanden erfolgen, wenn inhaltliche (Verständnisprobleme bzw. Fragen) oder auditive Problem (undeutlich oder zu leise) bzgl. des Vortrags auftreten.

3. Als gewünschte Reaktionszeit des Tutors wurde von allen Probanden am Ende eines Themas des Themenkomplexes einer Übung oder am Ende der Übung angegeben. Für alle Probanden war damit eine spätere Beantwortung ihrer Fragen bzw. Kommentare durch den Tutor unproblematisch. Ein Proband hätte kein Problem damit auf seine Fragen bzw. Kommentare in der nächsten Übungseinheit eine Antwort zu bekommen.
4. Alle Probanden hätten nichts dagegen, wenn ihre Fragen und Kommentare veröffentlicht werden würden.
5. Alle außer einem Probanden möchten die Kommentare und Fragen der anderen Studenten einsehen können. Des Weiteren wünschen sich drei von fünf Probanden eine mögliche Zustimmung hinsichtlich der Kommentare und Fragen der anderen Studenten. Als Darstellungsform für Fragen und Kommentare konnte anhand der Skizzen der Probanden eine Auflistung erkannt werden.
6. Einer von fünf Probanden betrachtet eine Integration seiner Mitschriften mit dem System als optional. Zwei von fünf Probanden wünscht sich keine Integration ihrer Mitschriften mit dem System. Zwei von fünf Probanden wünschen sich eine Integration ihrer Mitschriften mit dem System. Dabei sollte diese Integration Funktionalitäten wie bspw. Annotation von Folien bzw. PDF-Dokumenten unterstützen, da diese ansonsten von einem der Probanden nicht genutzt werden würde. Zitat des Probanden: „Wenn die Funktion [Annotation von bspw. PDF-Dokumenten] nicht sehr gut im System umgesetzt wurde, wird sie von mir nicht genutzt.“
7. Zwei von fünf Probanden wünschen sich eine Trennung bzw. keinen gleichzeitigen Zugriff auf die Sichten bzw. Zustände des Systems. So sollte bei der Benutzung der Echtzeitfunktionen während der Übung kein Zugriff auf die Funktionalität vor und nach der Übung (Selbsteinschätzung und Bewertung des Vortrags) möglich sein. Drei von fünf Probanden wünschten sich eine Integration der Sichten des Systems.
8. Alle Probanden wünschen sich eine Bewertung des Vortrags der jeweiligen Übung.
9. Zwei von fünf Probanden sehen die Integration der Übungsfolie zur Übung im Zentrum des Systems. Dabei wird in die, innerhalb der GUI zentral angelegte, Übungsfolie parallel zur Übung bzgl. inhaltlichen Problemen o. Ä. annotiert. Die Fragen und Kommentare an den Tutor können mit den Annotationen der Folie

verbunden werden. Des Weiteren kann auf diese, zur Annotation freigegebenen Folie in allen Situationen zugegriffen werden. Somit ist bei der Selbsteinschätzung eine Verbindung dieser und möglicher Annotationen der Folie möglich. So wächst die Anzahl der Annotationen bzw. Annotationen werden ergänzt, erweitert oder gelöscht, vor nach und während der Übung, Darüber hinaus kann auf die annotierten Folien jederzeit zugegriffen werden. So, dass die Annotationen auch jenseits der Übung gepflegt werden können. Vier von fünf Probanden orientierten sich bei ihren Vorstellungen bzgl. der GUI an vorhandene Anwendungen. So wurde die GUI oftmals Facebook-ähnlich aufgebaut. Jeder Proband hatte bei der Skizze der GUI unterschiedliche Schwerpunkte. So konzentrierte sich einer der Probanden stärker auf die Darstellung der Integration der unterschiedlichen Zustände des Systems. Ein anderer Proband konzentrierte sich dagegen stärker auf bestimmte Aspekte des Systems.

7.3 Schlussfolgerungen

Folgende Schlussfolgerungen entstanden zu den jeweiligen Kategorien in Kombination des RNUW und der BMPS-Ergebnisse:

1. Bei den Probanden besteht kaum Konsistenz bzgl. bestimmter Assoziationen möglicher GUI-Bedienelemente. Jedoch konnten bestimmte Assoziationen während der BMPS bestimmt werden, die für die weitere Verwendung im Prototyp ausgesucht wurden. Dazu gehören: „Gesicht mit Emotionen, Ohr, Fragezeichen, Ausrufezeichen, Haus.“
2. Aus den Gründen für die Meldungen an den Tutor und den im RNUW vorhandenen Funktionalität wurden folgende generelle Interaktionsmöglichkeiten während der Übung zwischen Student und Tutor abstrahiert:
 - a. Senden eines bestimmten Signals an den Tutor: Dabei wird unterschieden zwischen inhaltlichen Problemen (Vortrag inhaltlich zu schnell oder zu langsam) und auditiven Problemen (Vortrag auditiv zu leise oder zu undeutlich).
 - b. Senden einer Nachricht an den Tutor: Diese befasst sich mit inhaltlichen Problemen und kann unterschieden werden zwischen Fragen und Kommentare.

3. Aufgrund einer möglichen späten Antwort des Tutors auf Fragen und Kommentare sollten alle gestellten Fragen und Kommentare dem Benutzer im System angezeigt werden.
4. Die Einbindung einer Funktionalität für die Veröffentlichung von Fragen oder Kommentaren ins Back-End des RNUW kann empfohlen werden.
5. Neben dem Einsehen aller Fragen und Kommentare sollte der Benutzer diesen auch zustimmen bzw. als wichtig markieren können. Eine Auflistung der Fragen bzw. Kommentare könnte sich an der Rangordnung bzgl. der Anzahl der Zustimmungen der Studenten bzgl. einer Frage oder eines Kommentars orientieren.
6. Da vier von fünf Probanden eine Integration ihrer Mitschriften mit dem System als optional bzw. als nicht notwendig betrachten, wird dieser keiner hohen Priorität eingeräumt. Diese könnte sich jedoch, bei der Berücksichtigung vom Punkt 9 weiter unten, ändern.
7. Eine Integration der Sichten im System sollte erfolgen.
8. Eine Bewertung des Vortrags muss im System umgesetzt werden.
9. Die Integration einer Funktionalität für die Annotation von Übungsfolien im bspw. PDF-Format (*portable document format*) im Front-End des RNUW durch die Studenten wird empfohlen. Deren Auswertung im Back-End des RNUW durch den Tutor sollte durch passende Funktionalität umgesetzt werden. Darüber hinaus konnte keine konsistente Anordnung bestimmter Bedienelemente bzw. generelle Präferenzen bzgl. des GUI-Designs festgestellt werden.

8 Designphase – Anwendung der Richtlinien

In diesem Abschnitt wird die Anwendung der Richtlinien bei der Erstellung eines Mock-Up-Prototyps für die Benutzergruppe der Studenten (PFS) thematisiert. Dazu wird zunächst das Konzept des PFS incl. des Werkzeugs zur Erstellung, des Mediums und des Bedienkonzepts erläutert. Anschließend erfolgt die Definition des PFS anhand bestimmter Merkmale. Dabei wird die Definition bzw. Designentscheidung in Beziehung zu den bereits erstellten Richtlinien für die Gestaltung von Bedienelementen eines Interfacedesigns gesetzt.

8.1 Konzept

Der Prototyp verwendet als Bedienkonzept eine statische Variante von WIMP (Windows, Icons, Menüs, Pointing Device). Das WIMP Konzept besteht aus folgenden Elementen (Dahm, 2006, S. 199):

- Windows bzw. Fenster, für die Darstellung der Inhalte und Bedienelemente.
- Icons als bildhafte bzw. visuelle Symbole, die bestimmte Funktionen repräsentieren und aktivieren können (Horton, 1994, S. 1f.).
- Menüs bieten eine Auswahl von aufrufbaren Funktionen an.
- Pointing Device bzw. Zeiger dienen für das Selektieren von Bedienelementen.

Die im PFS verwendete Variante von WIMP beinhaltet durch die Limitierung dessen Mediums nur eine eingeschränkte direkte Manipulation von Bedienelementen durch Zeiger. So lassen sich bspw. die Bedienelemente nicht verschieben. Des Weiteren sind die Fenster statisch und bilden damit die Bearbeitungsbildschirme der jeweiligen Menüs und der dazugehörigen Inhalte.

Die zentralen Bedienelemente des PFS sind Knöpfe bzw. Schaltflächen. Visuell variieren die Schaltknöpfe zwischen den Zuständen „neutral“, „gedrückt (Schaltfläche hat eine stärkere Tiefenwirkung in Vergleich zu neutral)“, „muss gedrückt werden (Schaltfläche leuchtet intensiver in Vergleich zu neutral)“. Die meisten Schaltflächen des PFS wurden aus den aufgestellten Richtlinien, den mentalen Modellen der Benutzer und der RNUWs abgeleitet. Des Weiteren wurden Bedienelemente aus Vorlagen verwendet. Dazu gehören Auswahllisten (zum Anzeigen bzw. Auswählen aus einer Liste von Alternativen), Eingabefelder, binäre Radio Buttons (zur Auswahl aus zwei Alternativen), Schaltflächen der Pop-Up-Fenster

Darüber hinaus orientieren sich die Gestaltung der Emoticons, als Icons, die Emotionen durch bspw. ein lachendes Gesicht darstellen, an Best Practices ACSM-ähnlicher Systeme (Gerhardt, et al., 2013; Ebner, Haintz, Pichler, & Schön, 2014; Gommlich & Heyne, 2013). Die aus Vorlagen entnommenen Bedienelemente orientieren sich am *iPhone stencil kit for MS Visio 2.0* (Vojtech, 2014). Die Vorlagen wurden verwendet, um dem mentalen Modellen der Benutzer zu entsprechen.

Trotz der Vielfalt der verwendeten Bedienelemente muss zur Interaktion mit dem PFS immer eine Schaltfläche, die sich hinter den unterschiedlichen Bedienelementen versteckt, betätigt werden. Diese Interaktionsart wird dem Medium PDF für die Darstellung des PFS geschuldet. Aufgrund von vorhandener Erfahrung des Autors mit dem Modellierungswerkzeug wurde der Prototyp mit Microsoft Vision (Version 2013) erstellt. Als Monitor für die Erstellung des PFS wurde ein auf 6500 Kelvin farbkalibrierter (Colorimeter: Datacolor Spyder 3; Kalibriersoftware: HCFR Colormeter) Dell U2311h verwendet. Das Medium bzw. Dateiformat PDF wurde für den PFS verwendet, da es von vielen Endgeräten wiedergegeben werden und durch seine kleine Dateigröße problemlos über das Internet versandt werden kann.

Die zentralen Bedienelemente des PFS lassen sich aufteilen in:

- Schaltflächen zur Navigation in der als Abb. 19 visualisierten Menüstruktur. Vom Hauptmenü aus kann navigiert werden zu den Kommentaren und zu den Fragen. Des Weiteren kann vom Hauptmenü aus in den Befragungsbereich und den Feedbackbereich navigiert werden. Das Hauptmenü kann von jedem anderen Menü aus erreicht werden.
- Eindeutige Schaltflächen und Schaltflächen, die als Eingabefelder, binäre Radio Buttons und Auswahllisten visualisiert wurden, zum Betätigen einer Funktion innerhalb eines Menüs. Dazu gehört: Das Absenden und Zustimmung von Fragen und Kommentaren; Hinzufügen einer Notiz; Bestätigen einer Aufforderung bzw. eines Hinweises; Vergeben von Feedback während der Übung und die Bewertung des Vortrags nach der Übung.

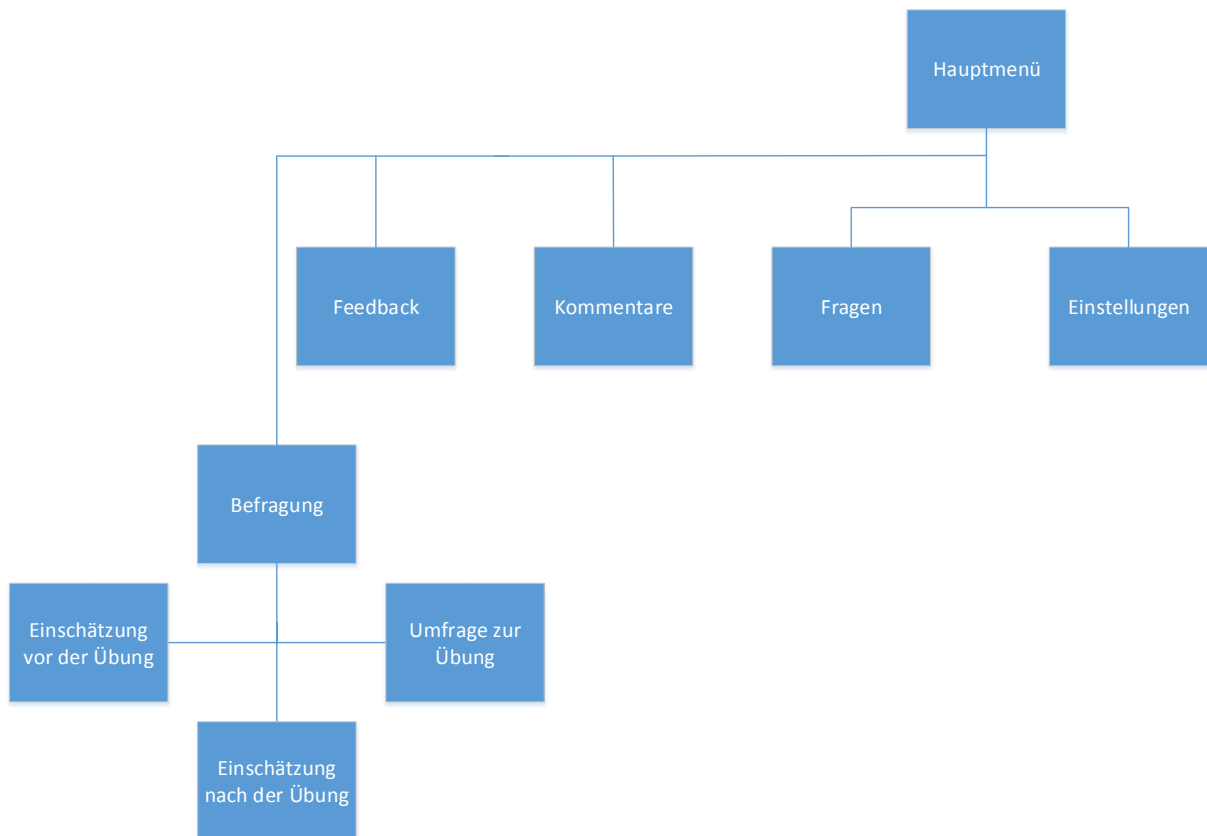


Abbildung 19: Menüstruktur des PFS.

8.2 Definition des Prototyps

In den folgenden Abschnitten erfolgt die Erklärung der Definition des PFS anhand bestimmter Merkmale. Zunächst erfolgt die Definition anhand der Farbe. Als nächstes erfolgt die Definition der Formen. Anschließend wird die Definition der Anordnung der Bedienelemente erklärt. Letztlich werden die Definitionen der Icons und der Beschreibung der Bedienelemente des PFS erklärt.

Die verwendeten Farben werden in der RGB-Schreibweise dargestellt. Diese entspricht der vormals vorgestellten additiven Farbmischung primärer Farben. Dabei entspricht bspw. RGB (255, 255, 255) jeweils 255 Anteile von Rot, Grün und Blau in der Mischung, was wiederum, wie in Abb. 20 visualisiert in Weiß resultieren würde. Dagegen würde, wie in Abb. 20 zu sehen, visualisiert RGB (0, 0, 0) Schwarz entsprechen:

RGB (255, 255, 255)	RGB (0, 0, 0)

Abbildung 20: Beispiel für eine Visualisierung der RGB-Schreibweise.

8.2.1 Farbe

Das zentrale Farbkonzept des PFS umfasst von Blau bis Rot, inklusive Schwarz und Weiß insgesamt zwölf Farben. Alle diese Farben wurden jedoch nur einmal auf einem Bearbeitungsbildschirm dargestellt. Dies geschieht im Hauptmenü. In den anderen Menüs wird jedoch die Anzahl von sieben Farben (ohne das Einbeziehen von Eingabebestätigungen bzw. Popups) nicht überschritten. Des Weiteren werden kältere Farben (bspw. Blau und Grün) außer im Hauptmenü nicht gleichzeitig mit warmen Farben (bspw. Gelb und Rot) dargestellt. Denn warme Farben werden bei den Echtzeitfunktionen (Farbe, Kommentare und Feedback), während der Übung eingesetzt. Dagegen werden kalte Farben hauptsächlich bei den Befragungsfunktionen vor und nach der Übung eingesetzt. Da die psychologische Aktivität für bspw. Lernen von Studenten während einer Vorlesung etwa der Aktivität im Tiefschlaf gleicht (Poh, Swenson, & Picard, 2010), soll der Benutzer durch diese Farbwahl während der Übung eher erregt und vor bzw. nach der Übung eher beruhigt werden. Farben werden sowohl ordinal (für das Darstellen einer Rangordnung innerhalb der Bedienelemente) als auch nominal (für die reine Unterscheidung der Bedienelemente) genutzt. Des Weiteren werden Farben vereinzelt anhand mentaler Modelle verwendet (bspw. assoziative Orientierung an Ampelfarben).

Die verwendeten Farbkombinationen wurden mit Hilfe des *Color Scheme Designers* (Color Scheme Designer, 2014) erfolgreich einer Farbenblind-Simulation (um die Erhaltung der nominalen Farbcodierung bei Personen mit Farbschwäche bzw. Farblindheit zu überprüfen) und einer Gamma-Simulation (um die Darstellung auf älteren LCD-Monitoren zu überprüfen) unterzogen.






Bedienelemente

Folgende Farben wurden für die jeweiligen Bedienelemente verwendet:

1. RGB (64, 191, 64) für die Schaltfläche Feedback.

2. RGB (0, 176, 240) für die Schaltfläche Befragung.
3. RGB (193, 228, 27) für die Schaltfläche Einstellungen.
4. RGB (0, 112, 192) für die Schaltfläche Abmelden.
5. RGB (228, 228, 27) für die Schaltfläche Hauptmenü.
6. RGB (222, 132, 33) für die Schaltfläche Kommentare und Senden eines Kommentars.
7. RGB (192, 0, 0) für die Schaltfläche Fragen und Senden einer Fragen.
8. RGB (198, 216, 240) für die Schaltfläche Einschätzung vor der Übung.
9. RGB (141, 177, 226) für die Schaltfläche Einschätzung nach der Übung.
10. RGB (84, 139, 212) für die Schaltfläche Umfrage zur Übung.

Die Visualisierung der Farben der Bedienelemente kann in Abb. 21 betrachtet werden.

Farbe:					
RGB:	64, 191, 64	0, 176, 240	193, 228, 27	0, 112, 192	228, 228, 27
Schaltfläche:	Feedback	Befragung	Einstellungen	Abmelden	Hauptmenü



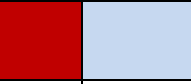


				
222, 132, 33	192, 0, 0	198, 216, 240	141, 177, 226	84, 139, 212
Kommentare	Fragen	Einschätzung vor der Übung	Einschätzung nach der Übung	Umfrage

Abbildung 21: Visualisierung der Farben der Bedienelemente.

Neben dem bereits erwähnten folgen die Bedienelemente der Gestaltwahrnehmung der Ähnlichkeit. So sind die Navigationselemente für die Echtzeitfunktionen (Hauptmenü, Kommentare und Fragen) in warmen Farben gestaltet. Dagegen sind die Navigationselemente für die Befragungsfunktionen in kühlen Farben gestaltet.

Hintergrund

Die Farbe RGB (0, 0, 0) wurde für den Hintergrund verwendet.

Diese Farbe wurde gewählt weil sie alle Bedienelemente heller erscheinen lässt und sich diese damit stärker vom Hintergrund abheben. Bei einem schwarzen Hintergrund werden die Augen nicht so gereizt, wie bei einem weißen Hintergrund. Dies gilt umso mehr, da aufgrund der Helladaption in inneren eines Raumes, dem Einsatzbereich des RNUW das Auge empfindlicher auf Lichtreize reagiert. Darüber hinaus wirkt sich ein schwarzer Hintergrund bei der Betrachtung technischer Aspekte u. a. positiv auf die Akkulaufzeit des Endgeräts aus. Ohne dazu ins Detail zu gehen, muss ein schwarzer Hintergrund schwächer durch die Hintergrundbeleuchtung eines LCD-Monitors beleuchtet werden als ein weißer Hintergrund.

Beschreibung der Bedienelemente

Folgende Farben wurden für die Beschreibung der Bedienelemente verwendet:

1. RGB (0, 0, 0) für Schrift auf überwiegend hellen Hintergrund.
2. RGB (255, 255, 255) für Schrift auf überwiegend dunklem Hintergrund.

Die Farben wurde gewählt nachdem in einem Test jede im Prototyp verwendeten Text/Schaltfläche-Kombination im *Lea Verou contrast-ratio-tool* (Verou) auf Lesbarkeit überprüft wurde. Das *contrast-ratio-tool* überprüft den Kontrast zwischen zwei Farben. Wobei eine Farbe als Vordergrund und eine als Hintergrund gesetzt werden kann. Die Überprüfung des Kontrasts folgt den Empfehlungen des World Wide Web Konsortiums (W3C) zum Farbkontrast bzgl. Lesbarkeit eines Textes auf einem farbigen Hintergrund (WCAG, 2008). Die meisten Tests genügten den höchsten Anforderungen bzgl. der Empfehlungen des W3C.

Icons der Bedienelemente

Folgende Farbe wurde für die Icons verwendet:

1. RGB (255, 204, 0) für die Emoticons.
2. RGB (255, 255, 255) für das Icon Einstellungen.
3. Überwiegend RGB (255, 255, 255) für das Icon Fragen bzw. Kommentare.
4. RGB (255, 255, 255) für das Icon Hauptmenü.
5. Überwiegend RGB (255, 255, 255) für das Icon Übungsschlüssel.

6. RGB (198, 216, 240) für das Icon Notizen Hinzufügen bei der Einschätzung vor der Übung.
7. RGB (141, 177, 226) für das Icon Notizen Hinzufügen bei der Einschätzung nach der Übung.
8. RGB (222, 132, 33) für das Icon Senden eines Kommentars.
9. RGB(192, 0, 0) für das Icon Senden einer Fragen.

Farben wurden gewählt um die Ablesbarkeit der, im Vergleich zu anderen Elementen des Prototyps kleinen, Icons zu maximieren. Des Weiteren sollte die Farbwahl ein Gegengewicht zum schwarzen Hintergrund und damit einen harmonischen Gesamteindruck bilden. Die Farbe der Emoticons entspricht dem mentalen Modell der Benutzer und folgt der Gestaltwahrnehmung der Ähnlichkeit. So ist in den jeweiligen Menüs die Farbe der Emoticons in identischen Farben gestaltet. Letztlich sollte durch die Farbwahl die Gleichzeitig angezeigten Farben reduziert werden, um den bei der Interaktion mit dem PFS anfallenden *extraneous load* zu reduzieren. Des Weiteren wurden die Farben parallel zu den dazugehörigen Schaltflächen gewählt, um einen harmonischen Gesamteindruck zu vermitteln und den Benutzer bei der visuellen Suche zu unterstützen. Dies wird durch eine zusätzliche Assoziation, anhand der Farben, zur Wiedererkennung des jeweiligen Icons und der dazugehörigen Schaltfläche unterstützt.

Verwendete Richtlinien

Bei der Gestaltung der Farben wurden, wie anhand der bisherigen Ausführungen gesehen werden konnte, die Punkte (1), (2), (3), (7), (8), (9), (10) der Richtlinien beachtet.

8.2.2 Form

Wie in Abb. 22 und Abb. 29 zu sehen, dominieren einfachen geometrischen Formen (Viereck Quadrat und Kreis) die Darstellung der Schaltflächen. Diese entsprechen der „guten Gestalt“. Des Weiteren haben alle größeren Schaltflächen abgerundete Ecken um den kognitiven Modellen der Benutzer zu entsprechen. Des Weiteren folgen die Bedienelemente der Gestaltwahrnehmung der Ähnlichkeit: So besitzen bspw. Navigationselemente (Hauptmenü, Kommentare und Fragen) identische Formen. Die Menge der gleichzeitig angezeigten in sich geschlossenen und unterschiedlichen Formen ist in keinem Menü größer als fünf.

Verwendete Richtlinien

Bei der Gestaltung der Formen wurden, wie anhand der bisherigen Ausführungen gesehen werden konnte, die Punkte (5), (7), (8), (9), (10), (14) der Richtlinien beachtet.

8.2.3 Anordnung

Wie in Abb. 22 zu sehen, folgt das dargestellte Hauptmenü der vertikalen Symmetrie. Um einen Ausgleich und Gleichgewicht zu den oft verwendeten und damit optisch schweren Bedienelementen Hauptmenü, Kommentare und Fragen zu schaffen, wurden die Bedienelemente Befragung, Feedback Einstellung und Abmelden größer dargestellt. Die Nutzung der Bedienelemente orientiert sich an der Leserichtung europäischer Leser (von links oben nach rechts unten). Des Weiteren wurden oft verwendete Bedienelemente (Feedback, Hauptmenü, Kommentare und Fragen) nebeneinander angeordnet. Wie in Abb. 22 zu sehen, liegen zwischen diesen Bedienelementen keine anderen Bedienelemente. Des Weiteren folgen die Bedienelemente der Gestaltwahrnehmung der Nähe. So befinden sich bspw. die Navigationselemente (Hauptmenü, Kommentare und Fragen) auf einer waagerechen Linien und in unmittelbarer Nähe zu einander.

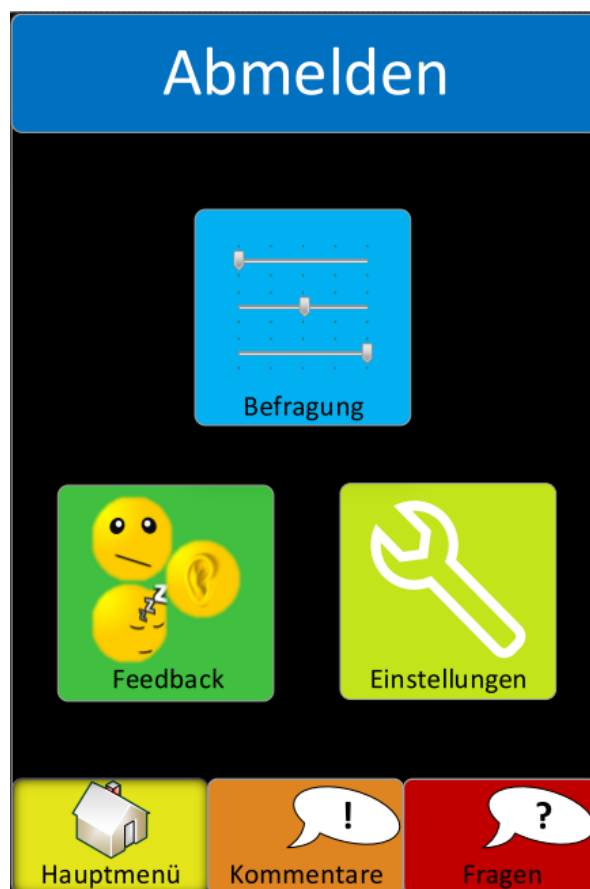


Abbildung 22: Hauptmenü des PFS.

Verwendete Richtlinien

Bei der Gestaltung der Anordnung wurden, wie anhand der bisherigen Ausführungen gesehen werden konnte, die Punkte (4), (7), (11), (13) der Richtlinien beachtet.

8.2.4 Beschreibung

Die Beschreibung der Bedienelemente orientierte sich an den mentalen Modellen der Benutzer und an der Beschreibung im RNUW. Damit soll die Beschreibung keine negativen Emotionen beim Benutzer auslösen. Des Weiteren wurden möglichst kurze und prägnante Begriffe gewählt um die SZB der Benutzer zu unterstützen. Die unterschiedliche Beschreibung sorgt dafür, dass die Unterscheidbarkeit und damit Auffindbarkeit (visuelle Suche) durch ein weiteres Merkmal erhöht wird. Die Menge der gleichzeitig dargestellten unterschiedlichen Beschreibungen ist in keinem Menü größer als fünf. Darüber hinaus werden in den Menüs für Fragen, Kommentare, Einschätzung vor der Übung, Einschätzung nach der Übung und Umfrage zur Übung nicht mehr als fünf Listeneinträge gleichzeitig dargestellt.

Verwendete Richtlinien

Bei der Gestaltung der Beschreibung wurden, wie Anhand der bisherigen Ausführungen gesehen werden kann, die Punkte (8), (9), (10), (14) der Richtlinien beachtet.

8.2.5 Icons

Als Icons wurden, wie in Abb. 29 zu sehen, vier Arten von Emoticons, drei davon für Feedback und eines für Zustimmung erstellt. Des Weiteren wurde eine Sprechblase mit einem Ausrufezeichen für Kommentare und eine Sprechblase mit einem Fragezeichen für Fragen erstellt. Die Hinzufügen-Icons bei den Befragungen wurde als ein Pluszeichen dargestellt. Auch für die Darstellung des Sendens einer Frage bzw. eines Kommentars an den Tutor wurde durch ein Pluszeichen gelöst. Befragungen wurden durch drei Schieberegler iconisiert. Einstellungen wurden durch einen Schraubenschlüssel iconisiert. Das Icon des Hauptmenüs wurde als Haus dargestellt. Bei der Umfrage im Bewertungsbereich wurde, um die Zustimmung bzw. nicht Zustimmung des Benutzers zu iconisieren, ein Farb-Icon als Farbverlauf zwischen grün, gelb und rot erstellt. Diese Farben wurden aufgrund der Assoziation mit Ampellichtern verwendet.

All diese Icon entsprechen den mentalen Modellen der Benutzer. Darüber hinaus wurden Emoticons verwendet um eine positive emotionale Reaktion des Benutzers auszulösen.

Verwendete Richtlinien

Bei der Gestaltung der Icons wurden, wie anhand der bisherigen Ausführungen gesehen werden konnte, die Punkte (5), (8), (10), (12), (14) der Richtlinien beachtet.

9 Evaluation

In den folgenden Abschnitten werden der Versuchsaufbau, die Ergebnisse, die gewonnenen Schlussfolgerungen der Evaluation und die daraus abstrahierten Handlungen umschrieben. Dazu wird zunächst der Versuchsaufbau, der Ablauf und das Bewertungsinstrument der Evaluation vorgestellt. Als nächstes werden die Ergebnisse der Evaluation erörtert. Anschließend werden die daraus abstrahierten Schlussfolgerungen und Handlungen beschrieben und erklärt. Dabei verlief die Evaluation über zwei Iterationen, die jeweils getrennt Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Handlungen bzw. empfohlene Handlungen zur Folge hatten.

9.1 Versuchsaufbau

Um die unterschiedlichen Aspekte des PFS und damit die Richtlinien zu evaluieren, durchliefen fünf Probanden unterschiedliche Szenarien. Dabei wurde Thinking Aloud verwendet. Alle Probanden haben auf Grund ihres Studiums Erfahrung bei der Teilnahme an Übungsveranstaltungen. Proband und Versuchsleiter befanden sich entweder in einem Raum oder kommunizierten über das Internet mit Hilfe einer Video-Telefonie-Anwendung. Die PDF des PFS wurde im Vollbildmodus des bei den Probanden vorhandenen PDF-Software-Readers dargestellt. Die ausgesprochenen Gedanken des Probanden, während der Interaktion mit dem PFS, wurden durch den Versuchsleiter protokolliert. Um die unterschiedlichen Aspekte des PFS bzgl. Erfüllung der Richtlinien evaluieren zu können, wurden folgende Szenarien und den dazugehöriger Aufgaben entworfen:

Vor der Vorlesung: Der Proband muss sich im System anmelden (Aufgabe 1) und eine Selbsteinschätzung vor der Übung bzgl. eines fiktiven Aufgabenblatts tätigen (Aufgabe 2). Das Szenario endet mit der Abmeldung des Probanden (Aufgabe 3).

Während der Übung: Der Proband muss sich im System anmelden (Aufgabe 1). Während einer fiktiven Übung muss der Proband alle Feedbackfunktionen nutzen (Aufgabe 2), vorhandenen fiktiven Fragen und Kommentaren zustimmen bzw. selbst welche stellen (Aufgabe 3). Das Szenario endet mit dem Abschluss der fiktiven Übung.

Nach der Übung: Der Proband muss auf Basis seiner Selbsteinschätzung vor der Übung eine Selbsteinschätzung nach der Übung tätigen (Aufgabe 1). Anschließend muss der Proband eine

fiktive Bewertung der dazugehörigen Übung durchführen (Aufgabe 2). Das Szenario endet mit der Abmeldung des Probanden (Aufgabe 3).

Anschließend wurde ein Fragenbogen durch die Probanden ausgefüllt. Der Gegenstand des Fragenbogens sind Bedienelemente des PFS. Die Bedienelemente werden darin durch folgende Merkmale repräsentiert: Farbe, Form, Anordnung, Beschreibung, Icons und Ebenen bzw. Bearbeitungsbildschirm auf denen sich die Bedienelemente befinden.

Aussagen wurden konstruiert, die die Richtlinien und Merkmale in Beziehung setzen. Des Weiteren konnte zu jedem Merkmal ein Kommentar (ob sie etwas an dem Merkmal störte) durch die Probanden verfasst werden. Die Aussagen wurden im Laufe der Evaluationsiterationen durch Feedback der Probanden überarbeitet bzw. angepasst.

Die endgültigen Aussagen können dem Anhang entnommen werden. Des Weiteren können auch die „Aussagen in Relation zu den Richtlinien“ dem Anhang entnommen werden.

Jeder Aussage wurde von jedem Probanden eine aus einer Auswahl ordinalskaliertes Variablen zugeordnet. Dabei wurden die Variablen für die Probanden folgendermaßen kodiert:

- „stimme nicht zu (Eindeutig Nein)“ (entspricht der -2)
- „stimme eher nicht zu (Tendenz Nein)“ (entspricht der -1)
- „weder noch“ (entspricht der Variablen 0)
- „stimme eher zu (Tendenz Ja)“ (entspricht der 1)
- „stimme zu (Eindeutig Ja)“ (entspricht der 2)

Dieses Vorgehen entspricht der Likert-Skala (Rost, 1996), bei der persönliche Einstellungen der Probanden, mittels so genannter Items abgefragt werden. Die Items sind die Aussagen, zu denen sich die Probanden in mehreren Stufen entweder zustimmend oder ablehnend äußerten bzw. bewerteten.

9.2 Erste Iteration

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Evaluation der ersten Iteration des PFS dargelegt. Des Weiteren werden die daraus abstrahierten Schlussfolgerungen und Handlungen beschrieben.

9.2.1 Ergebnisse

Wie in der Abb. 23 zu erkennen, wurden insgesamt, bei der ersten Iteration von allen Probanden 105 Bewertungen zu den Aussagen im Fragebogen abgegeben. Damit haben, wie in Abb. 24 zu erkennen, 67 Prozent der Probanden sich für ein eindeutiges Ja entschieden, während 22 Prozent zum Ja tendierten. Damit wurden 89 Prozent der Aussagen positiv (entweder Ja oder Tendenz Richtung Ja) bewertet. Dagegen wurde 6 Prozent der Aussagen neutral (weder Ja, noch Nein) und 5 Prozent negativ (entweder Nein oder Tendenz Richtung Nein) bewertet. Dabei haben, wie in Abb. 25 zu erkennen, die jeweiligen Proband die Aussagen zu allen Merkmalen im Median positiv bewertet. Ähnliches gilt, wie in Abb. 26 zu erkennen, für die Mediane der jeweiligen Merkmale. Wobei das Merkmal Farbe vom zweiten Proband im Median neutral bewertete wurde.

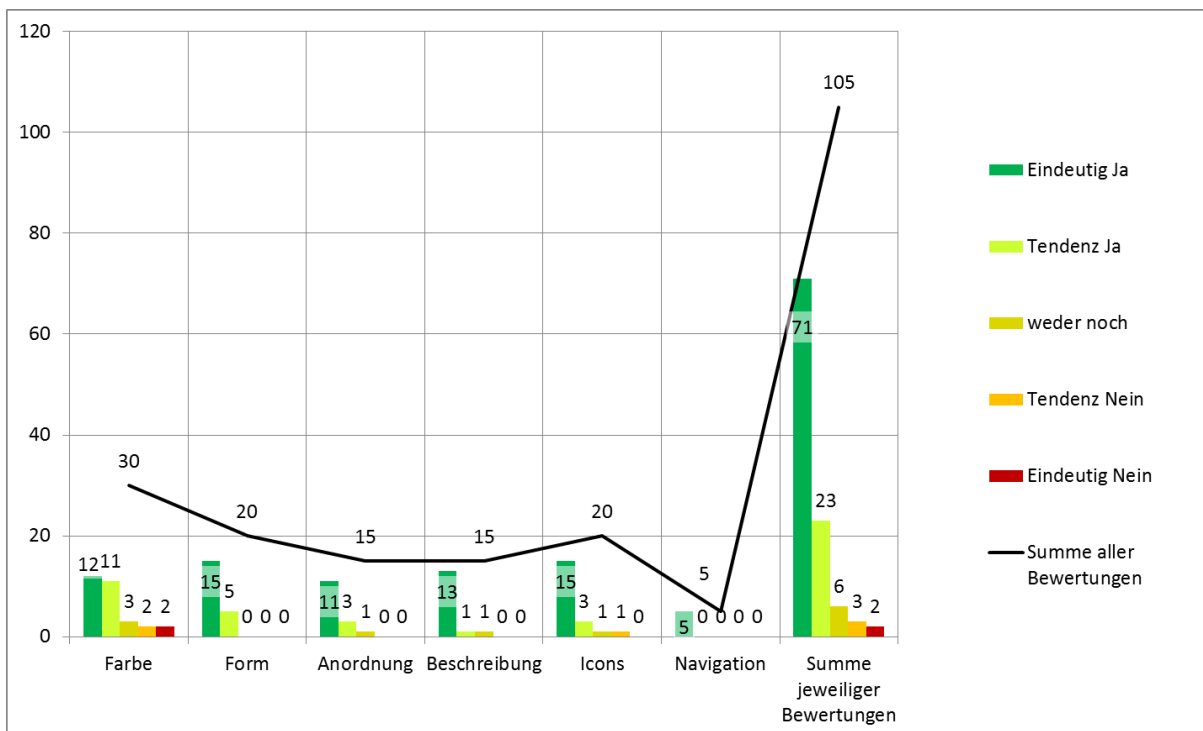


Abbildung 23: Anzahl der Bewertungen in Verhältnis zu den jeweiligen Merkmalen.

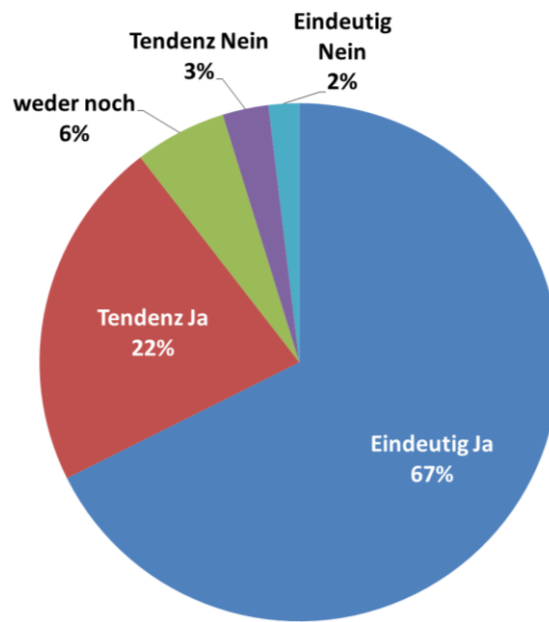


Abbildung 24: Anteil der jeweiligen Bewertungen.

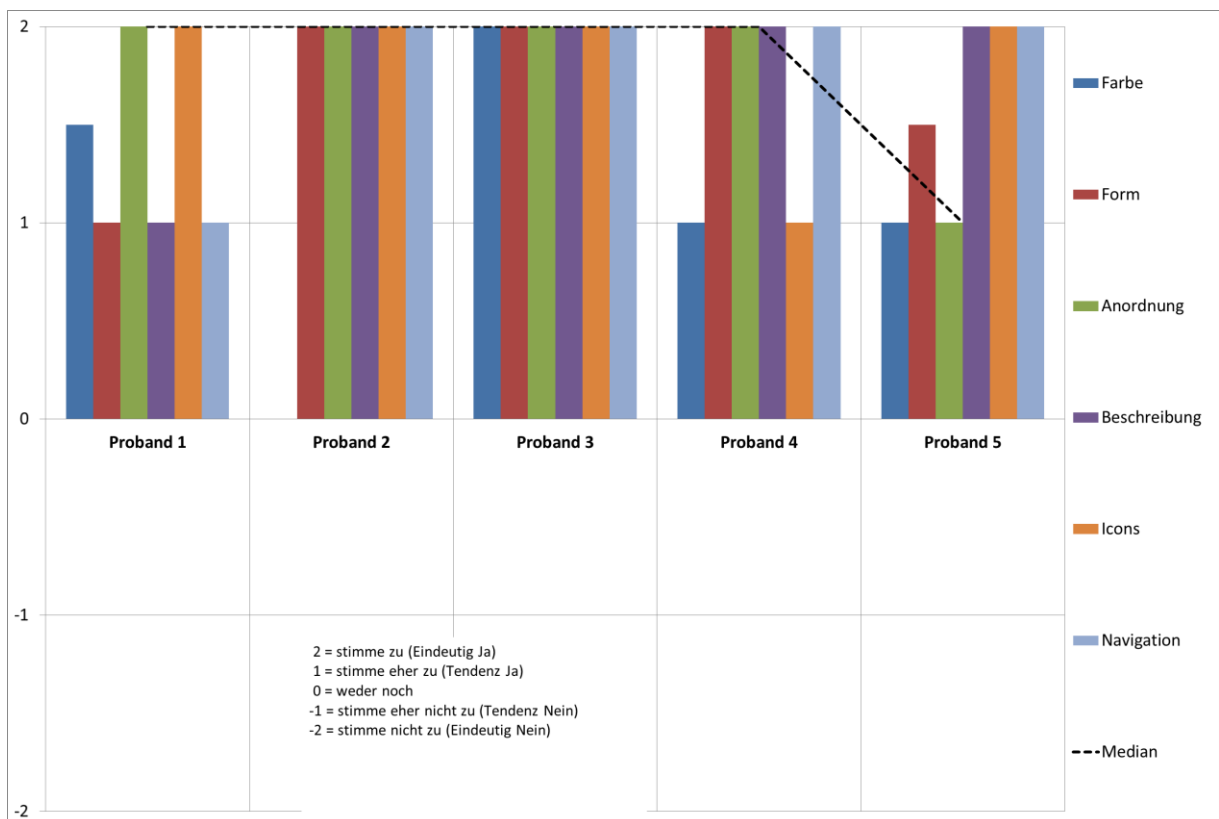


Abbildung 25: Die Bewertungen der jeweiligen Probanden bzgl. der Merkmale.

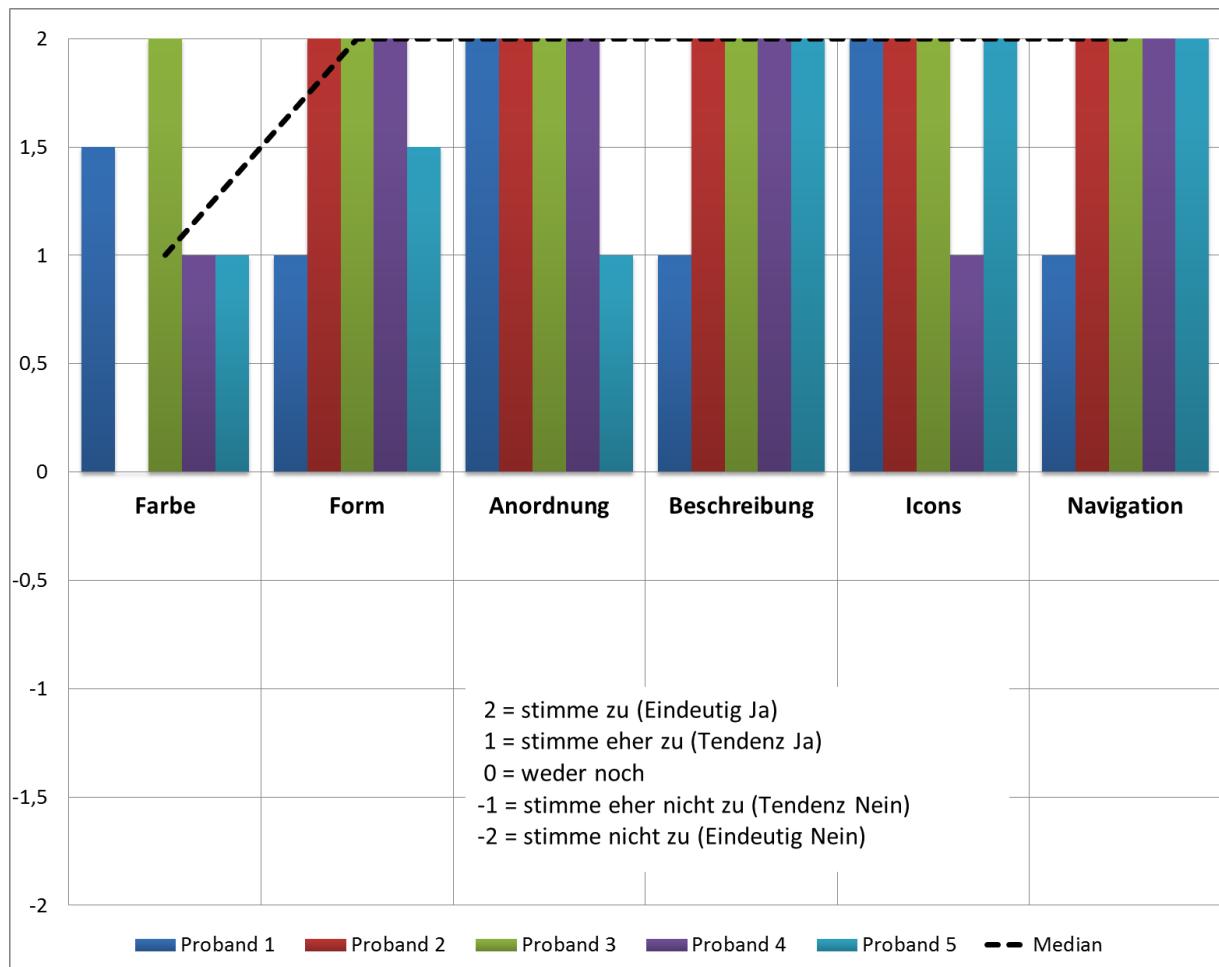


Abbildung 26: Die Bewertungen der jeweiligen Merkmale durch die Probanden.

Wie in Abb. 23 zu erkennen, dominieren von den Merkmalen, die am wenigsten positiv bewertet wurden Farbe (ca. 77 Prozent positiver Bewertungen) und Icons (75 Prozent positiver Bewertungen).

Farbe

Wie in Abb. 27 zu erkennen, wurden Farben von den Probanden im Median tendenziell positiv bewertet. Zwei („Assoziation mit der Funktion“ und „emotionale Assoziation“) von sechs Aspekten wurden jeweils einmal von demselben Probanden eindeutig negativ bewertet. Zwei („Redundanz bzw. erkennbare Muster“ und „Präferenzen“) von sechs Aspekten sind von jeweils zwei unterschiedlichen Probanden, einmal tendenziell negativ bewertet worden.

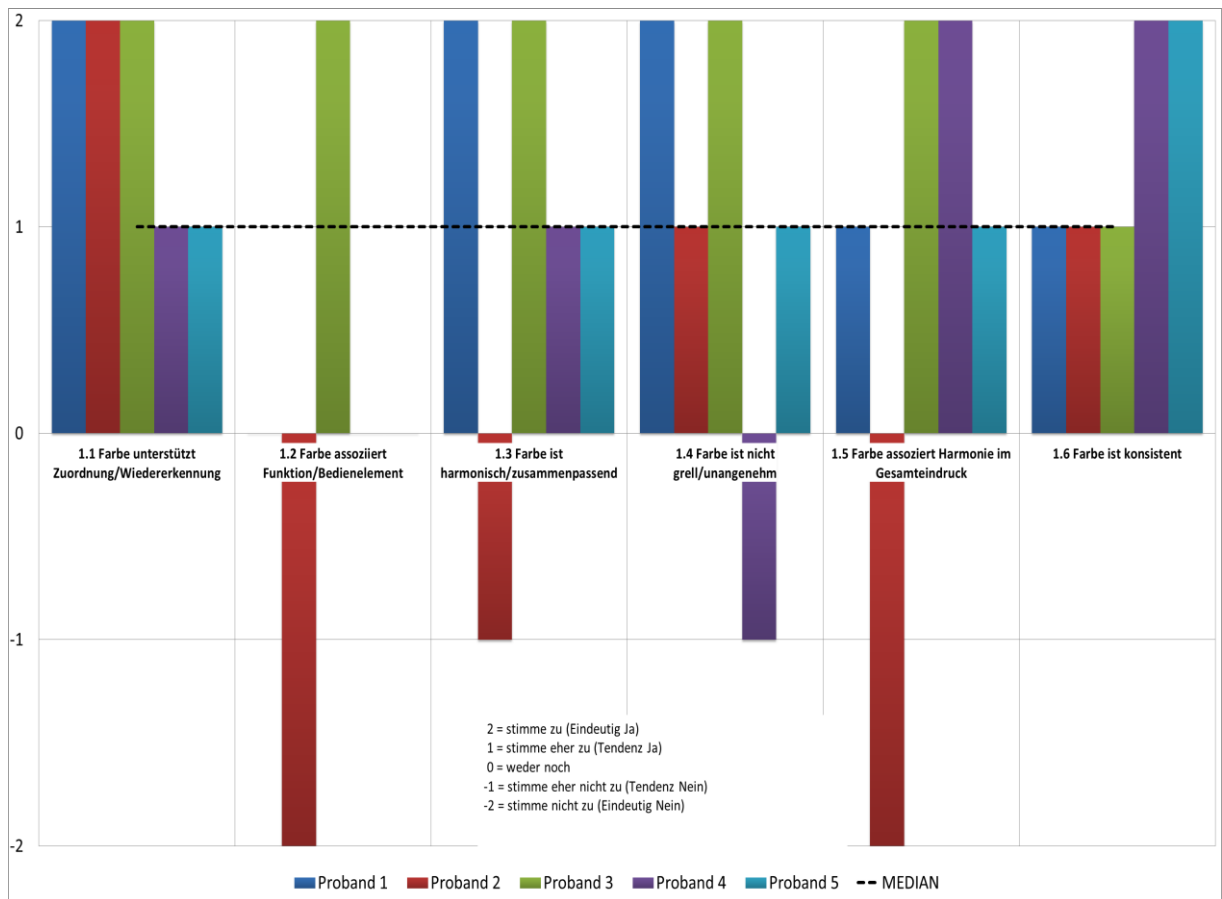


Abbildung 27: Die Bewertungen der Farbe durch die Probanden.

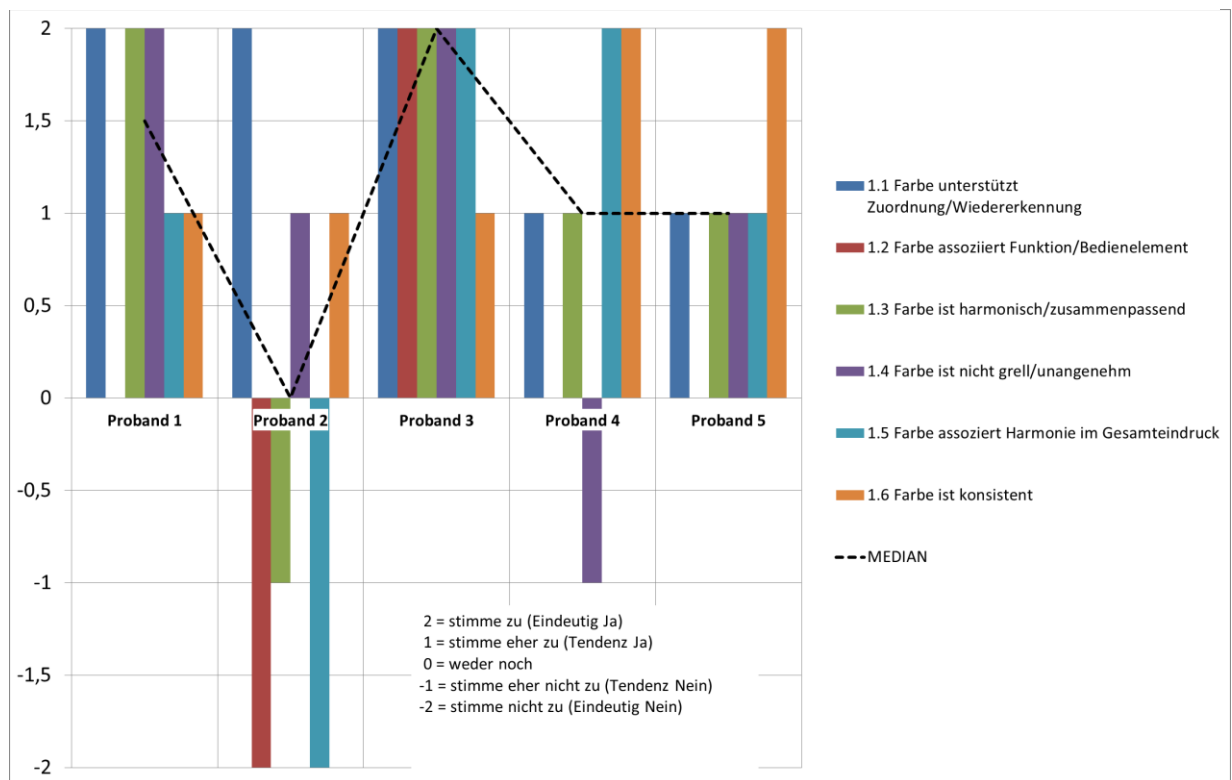


Abbildung 28: Die Bewertungen der jeweiligen Probanden bzgl. der Farbe.

Wie in Abb. 28 zu erkennen, bewertet die Mehrheit der Probanden Farbe positiv. Dabei bewerten drei Probanden tendenziell die einzelnen Aspekte der Farbe im Median positiv. Ein Proband bewertete die Aspekte im Median eindeutig positiv. Ein Proband bewertete im Median neutral. Dieser ist auch der einzige Proband, der zwei Aspekte negativ bewertet hatte.



Abbildung 29: Beanstandungen der Probanden bzgl. der Farbe.

In Abb. 29 ist zu sehen was die Probanden bzgl. der Farbe zu beanstanden hatten. Da wäre zum einen, wie auf der linken Seite der Abb. 29 zu sehen, die ablenkende und inkonsistente Verwendung von Farben zu sehen. So wurden die gelben Emoticons durch unterschiedliche Farben umrandet, die vom zweiten Proband als nicht harmonisch bzw. inkonsistent im Vergleich zu den anderen Bedienelementen aufgefasst wurden und bei ihm zur Verwirrung führte. Zum anderen wurde die (wie auf der rechten Seite der Abb. 29 zu sehen) dunkelrote Farbe vom vierten Probanden als unangenehm empfunden.

Icons

Wie in Abb. 30 zu erkennen, wurden Icons von den Probanden im Median eindeutig positiv bewertet. Eines („passendes mentales Modell“) von sechs Aspekten wurden von einem Probanden neutral bewertet. Eines („Konsistenz“) von sechs Aspekten wurden von einem Probanden tendenziell negativ bewertet. Beide Bewertungen stammen dabei vom selben Probanden.

Wie in Abb. 31 zu erkennen, bewerteten alle Probanden im Median Icons positiv. Nur der Proband, von dem die tendenziell negativen und neutralen Bewertungen stammen bewertete Icons im Median tendenziell positiv.

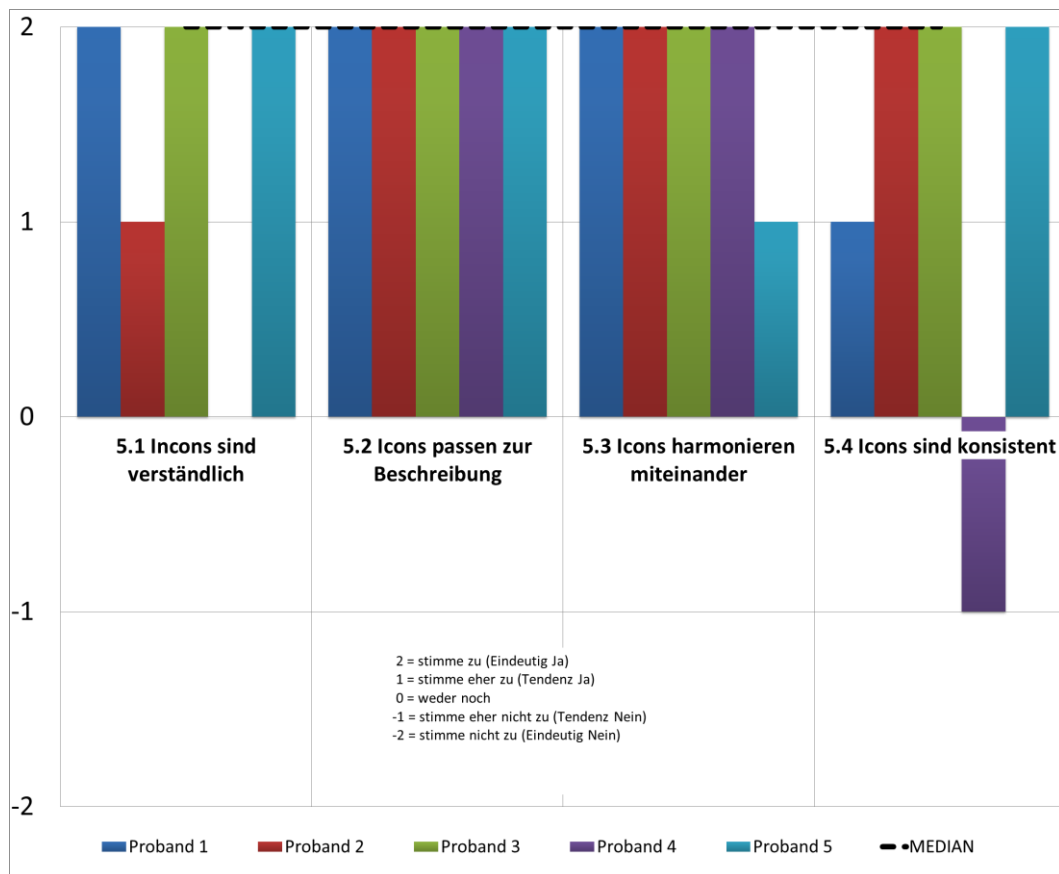


Abbildung 30: Die Bewertungen der Icons durch die Probanden.

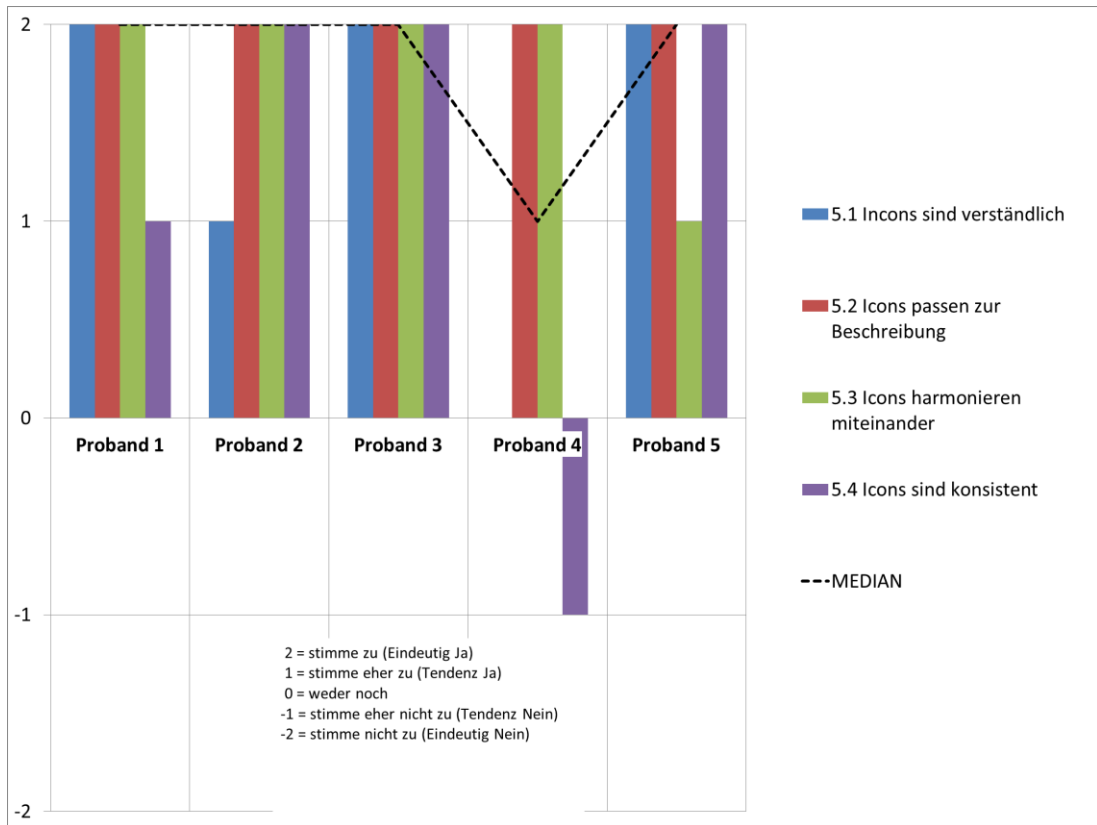


Abbildung 31: Die Bewertungen der jeweiligen Probanden bzgl. der Icons.

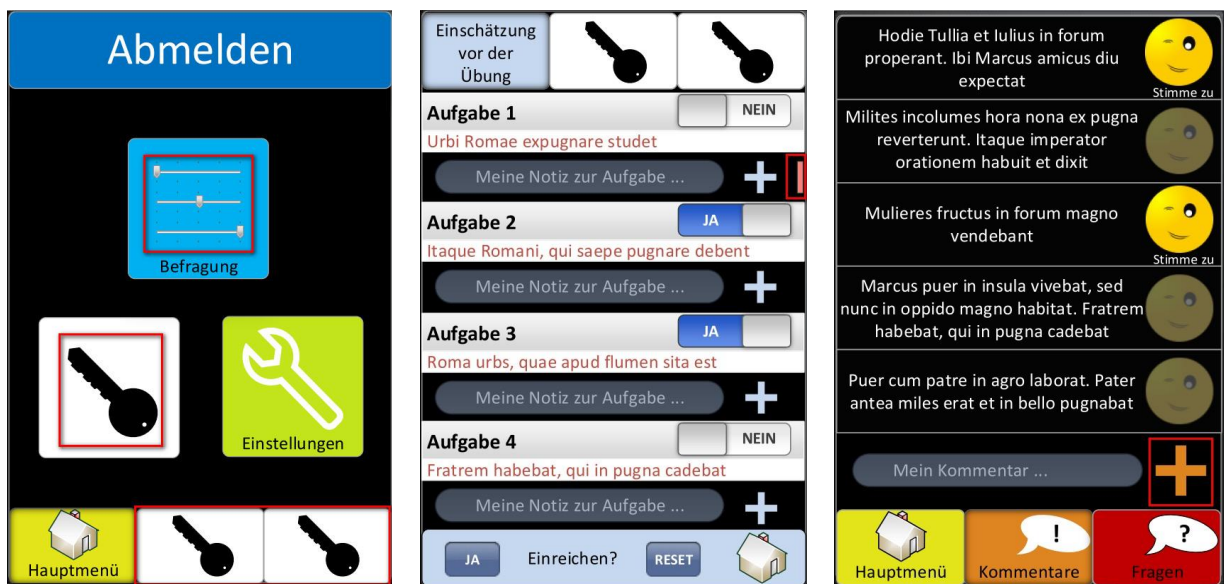


Abbildung 32: Beanstandungen der Probanden bzgl. der Icons.

In der Abb. 32 ist zu sehen was die Probanden bzgl. der Icons zu beanstanden hatten. Da wäre zum einen (auf der linken Seite der Abb. 32) die nicht Verständlichkeit bzw. fehlende Assoziation mit der dahinterliegenden Funktionalität der Icons zu sehen. So wurden die drei vertikal angeordneten Schieberegler als Icon für die Befragungsfunktionen von dem zweiten und vierten Probanden nicht als solche assoziiert bzw. erkannt. Laut dem fünften Probanden harmonierte das Icon hinter Befragung nicht mit den anderen Icons des PFS. Einen ähnlichen Effekt nur ohne den Effekt der Disharmonie hatte das Icon des Schlüssels. Zusätzlich hatten der zweite und vierte Proband anstatt eines Schlüssels ein Schloss erwartet. Das in der mittleren der drei Abbildungen umrahmte Icon für die Darstellung der Anzahl bestimmter Elemente wurde zwar erkannt aber inkonsistent zu gängigen Darstellungen solcher Icons in Endgeräten betrachtet. Wie auf der rechten Seite der Abb. 32 zu sehen, wurde ein Kreuz für die Funktion „Versenden eines Frage bzw. eines Kommentars“ nicht mit dieser Funktion assoziiert. Des Weiteren wurde dieses Kreuz als nicht Konsistent vom ersten und vierten Probanden wahrgenommen, da es an einer andere Stelle des PFS die Funktion „Hinzufügen“ innehatte.

9.2.2 Schlussfolgerungen

Die Merkmale Icons und Farben in der ersten Iteration des PFS müssen an den von den Probanden benannten Stellen überarbeitet werden. So müssen das Schlüssel-Icon, das Befragung-Icon, das Absenden-Icon und das Icon für die Darstellung der Anzahl bestimmter Elemente umgestaltet werden, bis die durch die Probanden genannten Unstimmigkeiten beseitigt sind.

9.2.3 Handlungen

Wie auf der rechten Seite der Abb. 33 zu sehen, wurde die nicht redundante und inkonsistente Verwendung von Farben um die Emoticons entfernt. Wie in der linken Seite der Abb. 33 zu sehen, wurde die von einem Probanden als unangenehm empfundene Farbe RGB (192, 0, 0) im Fragen-Menü durch RGB (221, 119, 119) ersetzt.



Abbildung 33: Verbesserungen bzgl. der Farben.

Wie auf der linken Seite der Abb. 34 zu sehen, wurde das Befragung-Icon und das Schlüssel-Icon verändert. Des Weiteren wurde, wie in der Mitte der Abb. 34 zu sehen, das inkonsistente Icon für die Darstellung der Anzahl bestimmter Elemente ersetzt. Letztlich wurde, wie auf der rechten Seite der Abb. 34 zu sehen, das Absenden-Icon ersetzt.

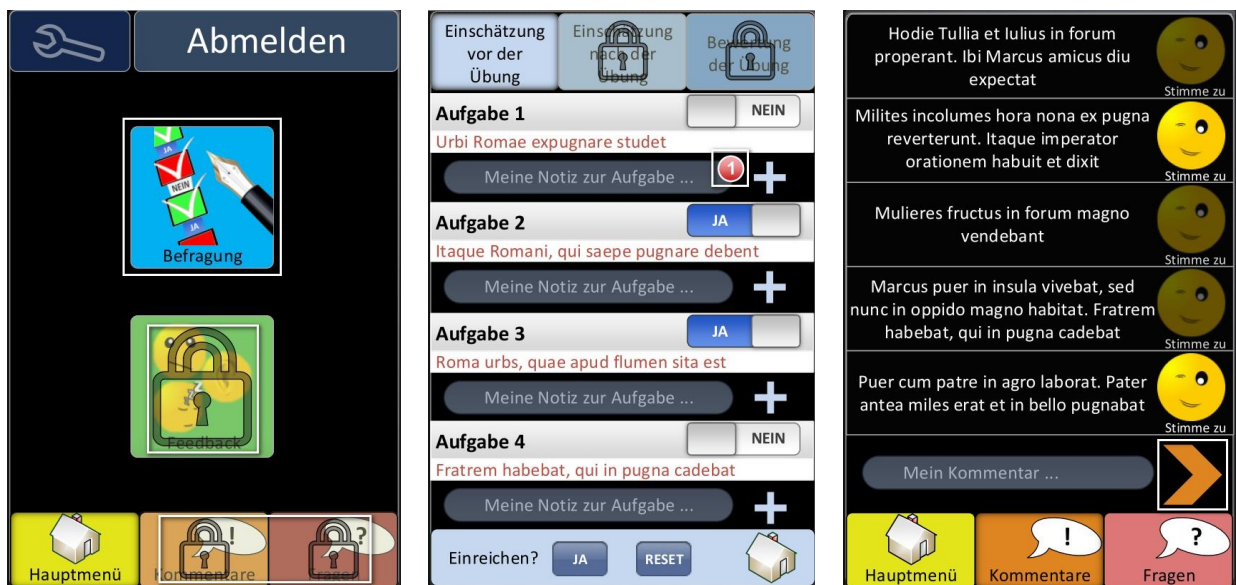


Abbildung 34: Verbesserungen bzgl. der Icons.

Die oben genannten und andere Verbesserungen bildeten die Grundlage für die zweite Iteration des PFS.

9.3 Zweite Iteration

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Evaluation der zweiten Iteration des PFS dargelegt. Des Weiteren werden die daraus abstrahierten Schlussfolgerungen und empfohlenen Handlungen beschrieben.

9.3.1 Ergebnisse

Wie in der Abb. 36 zu erkennen, wurden von den 105 Bewertungen der Probanden in der zweiten Iteration 88 (im Vergleich zu 71 in der ersten Iteration) eindeutig positiv beantwortet. Wie in Abb. 36 zu erkennen, entspricht dies einem Zuwachs, im Vergleich zur ersten Iteration, von ca. 24 Prozent. Die Zahl der positiven Bewertungen stieg von 94 in der ersten Iteration auf 103. Dies entspricht einem Zuwachs von ca. 9 Prozent. Dabei haben sich, wie in Abb. 35 zu erkennen, 84 Prozent der Probanden für ein eindeutiges Ja entschieden, während es in der ersten Iteration noch 67 Prozent waren. Damit wurden 98 Prozent der Aussagen positiv bewertet. Dagegen wurde 1 Prozent der Aussagen neutral (weder ja, noch nein) und 1 Prozent negativ (entweder Nein oder Tendenz Richtung Nein) bewertet.

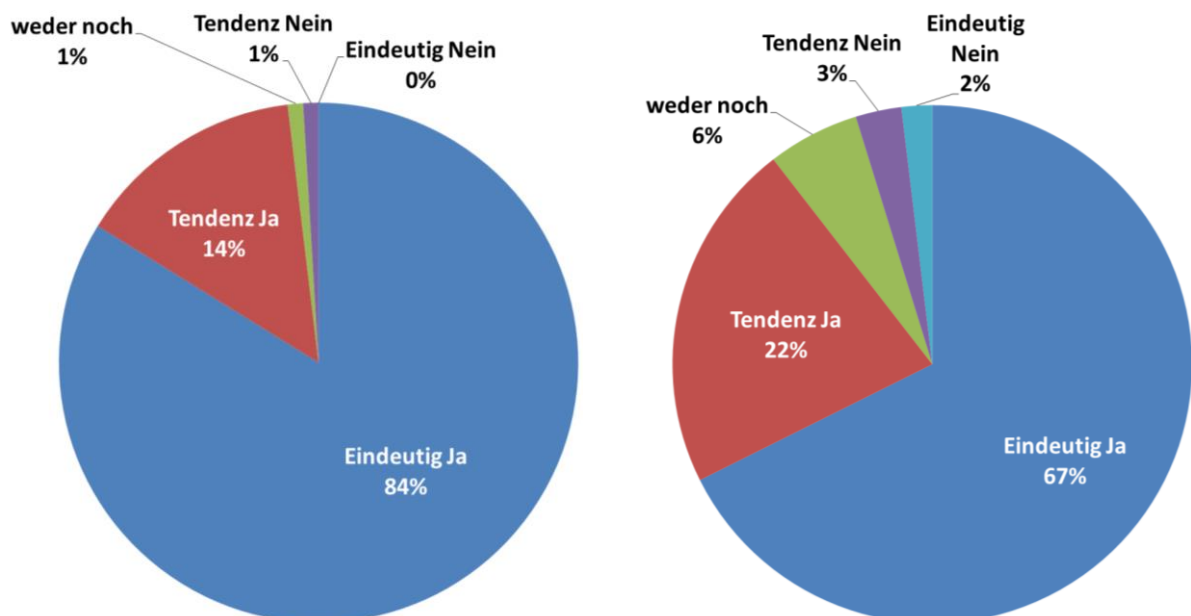


Abbildung 35: Vergleich des Anteils der jeweiligen Bewertungen (links: nach den Verbesserungen in der zweiten Iteration) (rechtes: erste Iteration).

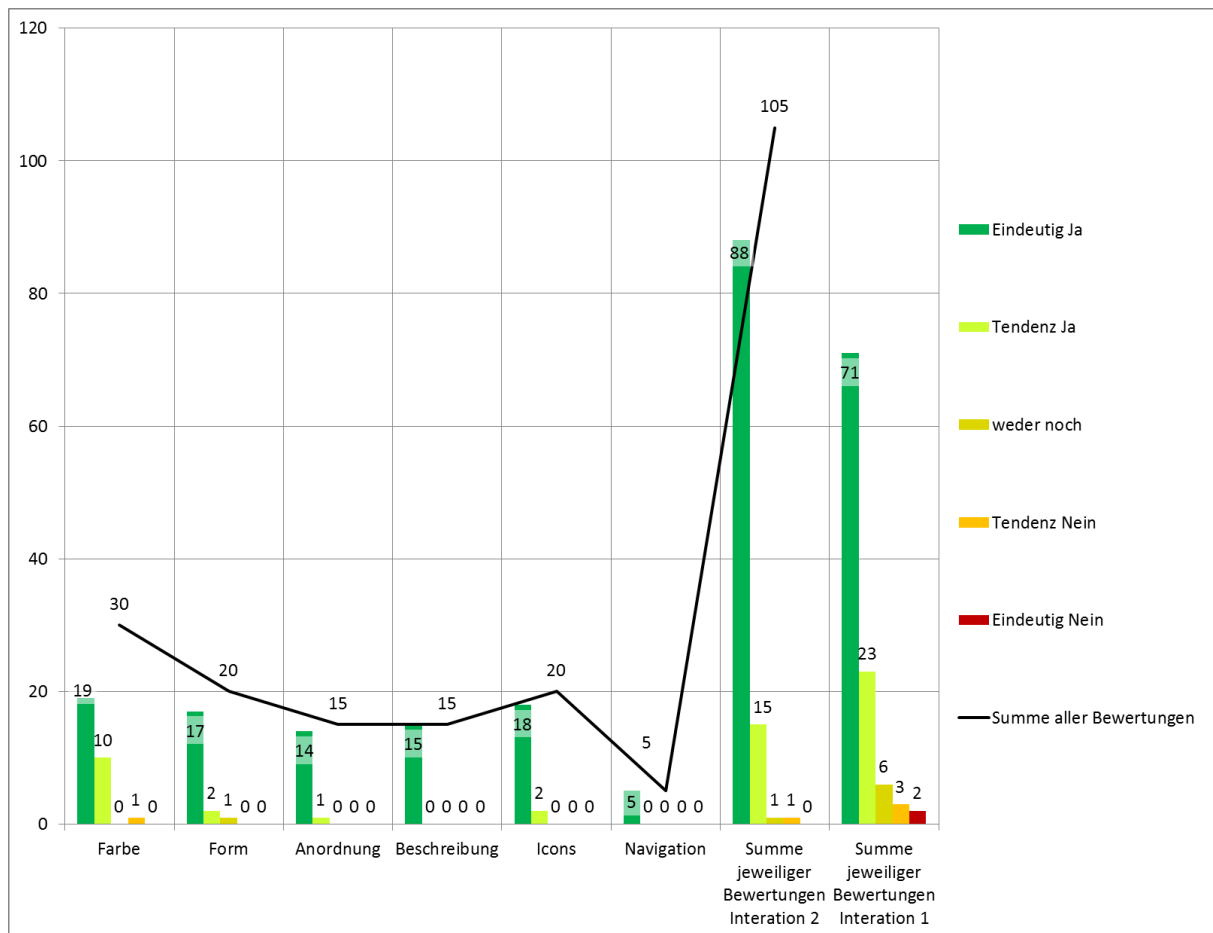


Abbildung 36: Vergleich der Anzahl der Bewertungen in Verhältnis zu den jeweiligen Merkmalen (erste und zweite Iteration).

Damit wurde die jeweiligen Merkmale von allen Probanden im Median eindeutig positiv bewertet. Des Weiteren beantworteten die jeweiligen Probanden alle Merkmale im Median eindeutig positiv. Wie in Abb. 36 zu erkennen, dominieren von den Merkmalen, die am wenigsten positiv bewertet wurden Farbe (ca. 33 Prozent tendenziell positiver und ca. 63 Prozent eindeutig positiver Bewertung) und Form (ca. 10 Prozent tendenziell positiver und ca. 85 Prozent eindeutig positiver Bewertung).

Dabei wurde von einem Probanden der schwarze Hintergrund des PFS tendenziell negativ bewertet. Darüber hinaus wurde die Konsistenz der Form von einem Probanden neutral bewertet. So besitzt, wie in Abb. 37 auf der rechten Seite zu sehen, der Button für das Absenden der Einschätzung eine andere Form als die Pfeilform des Buttons für das Absenden von Nachrichten und Kommentaren auf der rechten Seite der Abb. 37.

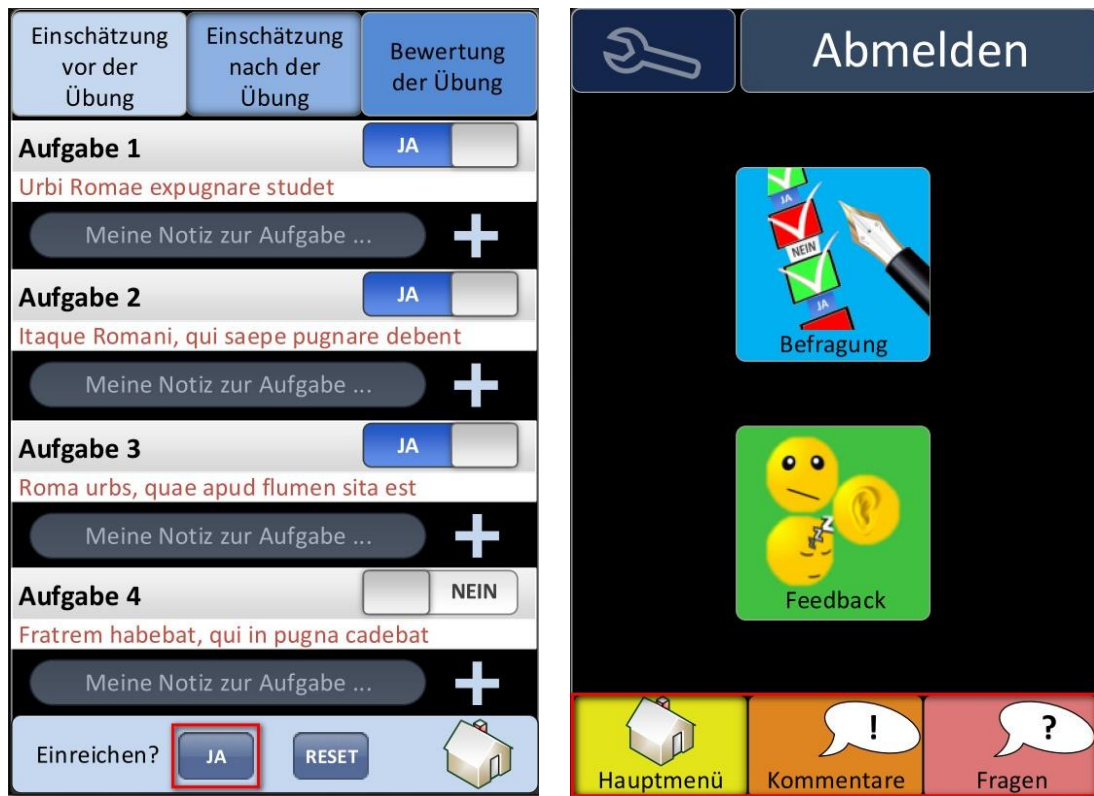


Abbildung 37: Beanstandungen der Probanden in der zweiten Iteration.

9.3.2 Schlussfolgerungen

Die Farbe ist ein stark subjektives Merkmal. Die Konsistenz der Form der Bedienelemente sollte überprüft werden

9.3.3 Empfohlene Handlungen

Es wird empfohlen, dass der Benutzer im fertigen System zwischen unterschiedlichen Farbschemas auswählen, bzw. eigene Farbe für die Bedienelemente, definieren kann. Die Probleme mit der Konsistenz und den fehlende Kontrast beim Betätigen von Bedienelementen bzw. das dazugehörige visuelle Feedback sollten bei der Entwicklung des Systems für die jeweiligen Endgeräte und damit der Einbeziehung der dazugehörigen Entwicklungsbibliotheken nicht mehr vorkommen.

10 Ableitung der Tutorenperspektive

Aus dem PFS der zweiten Iteration wird der Mock-Up-Prototyp für die Benutzergruppe der Tutoren (PFT) abgeleitet. Wie in Abb. 38 zu sehen orientierte sich der PFT am PFS. So entspricht der PFT bzgl. die Form, Farbe, Anordnung, Beschriftung und Icons der Bedienelemente der Erfüllung der Richtlinien und damit dem PFS. Einige Elemente wurden jedoch neu entworfen. Dazu gehören folgende Elemente:

- Die Anzeige für das Feedback der Studenten (in rechten Abschnitt der Abb. 38 zu sehen).
 - Die Farben der Anzeige wurden aus dem Farbenpool des PFS übernommen. Ergänzend werden zwei unterschiedliche Grautöne RGB (219, 219, 219) und RGB (127, 127, 127) verwendet für die Schaltfläche Dashboard und das Icon für die Anzeigen der Anzahl teilnehmender Studenten.
- Die Anzeige für die Anzahl der fragenden und kommentierenden Studenten (im linken unteren Abschnitt der Abb. 38 zu sehen).
- Die Anzahl der bzgl. einer Frage bzw. einem Kommentar zustimmenden und stellenden Studenten (im linken Abschnitt der Abb. 38 zu sehen). Dazu gehört auch eine graphische Darstellung der Zustimmung in Relation aller an der Zustimmung bzw. Stellung teilnehmenden Studenten (der rot ausgefühlte Bereich der Fragen- und Kommentare-Icons).
- Icons und dazugehörige Schaltflächen für das Verschieben von Fragen bzw. Kommentaren vom Dashboard in die dazugehörigen Listen, die sich über die dazugehörigen Schaltflächen zur Navigation (Kommentare, Fragen) erreichen lassen.
 - Die Farben der Icons bestehen aus RGB (0, 0, 0) und RGB (255, 255, 255). Die dazugehörigen pfeilförmigen Schaltflächen wurden an die jeweiligen Farben der Listen bzw. deren Schaltflächen angepasst und entsprechen den Blautönen in den Menüs „Einschätzung vor der Übung“ und „Umfrage zur Übung“ des PFS.
- Des Weiteren wurde das Haus-Icon farblich an die Darstellung der Kommentare- und Fragen-Icons angepasst. Die Menüstruktur des PFT wird in Abb. 39 dargestellt.



Abbildung 38: Dashboard-Sicht des PFT.

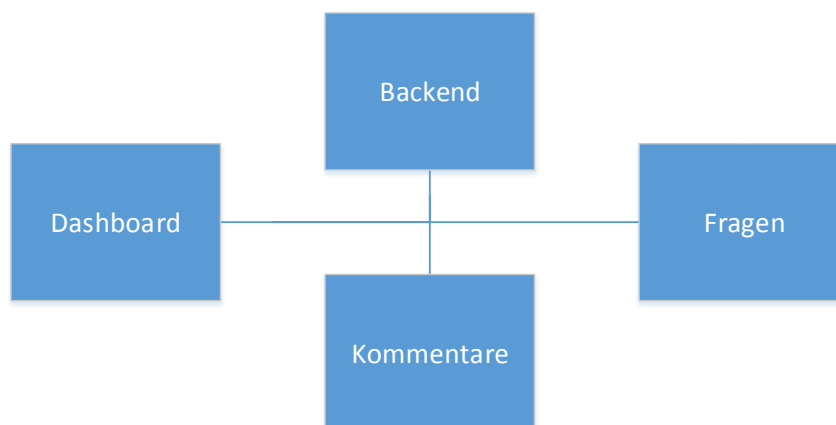


Abbildung 39: Menüstruktur des PFT.

Eine Visualisierung der Integration des PFT und des PFS findet sich im Anhang.

10.1 Evaluation

In den folgenden Abschnitten wird zunächst der Versuchsaufbau, der Ablauf und das Bewertungsinstrument der Evaluation vorgestellt. Als nächstes werden die Ergebnisse der Evaluation erörtert. Des Weiteren werden die daraus abstrahierten Schlussfolgerungen und Handlungen beschrieben und begründet.

10.1.1 Versuchsaufbau

Um die unterschiedlichen subjektiven Aspekte des PFT und damit die Richtlinien zu evaluieren, durchlief ein Proband unterschiedliche Szenarien. Dabei wurde Thinking Aloud verwendet. Proband und Versuchsleiter kommunizierten über das Internet mit Hilfe einer Video-Telefonie-Anwendung. Die ausgesprochenen Gedanken des Probanden während der Interaktion mit dem PFT wurden durch den Versuchsleiter protokolliert. Um die unterschiedlichen Aspekte des PFT und damit die Richtlinien evaluieren zu können wurde folgendes Szenarien entworfen:

Während einer fiktionalen Übung vergeben die Studenten Feedback, welches vom Probanden identifiziert und wieder zurückgestellt werden soll. Dabei wurden folgendes Feedback vergeben (siehe auch Abb. 33):

- Vortrag zu schnell.
- Vortrag zu langsam.
- Vortrag zu leise oder undeutlich.

Je nach Feedback erhielt der Proband eine andere Sicht des PFT auf die er reagierte bzw. mit dem PFT interagierte. Neben dem Feedback erhielt der Proband Fragen und Kommentare, die im PFT neben dem Feedback angezeigt wurden. Der Proband reagierte auf die Fragen und Kommentare, interagierte dabei mit dem PFT und erhielt ähnlich wie beim Feedback eine andere Sicht auf den PFT.

10.1.2 Ergebnisse

Wie in der Abb. 40 zu erkennen, wurden von den 21 Bewertungen des Probanden 19 positiv beantwortet. Dies entspricht wie in Abb. 41 zu erkennen ca. 90 Prozent der Bewertungen. Von den 19 positiven Bewertungen sind 8 tendenziell positiv. Dies entspricht 38 Prozent der

Gesamtbewertungen. Damit sind die tendenziell positiven Bewertungen des PFT stärker ausgeprägt als die 14 Prozent der tendenziell positiven Bewertungen des PFS der zweiten Iteration.

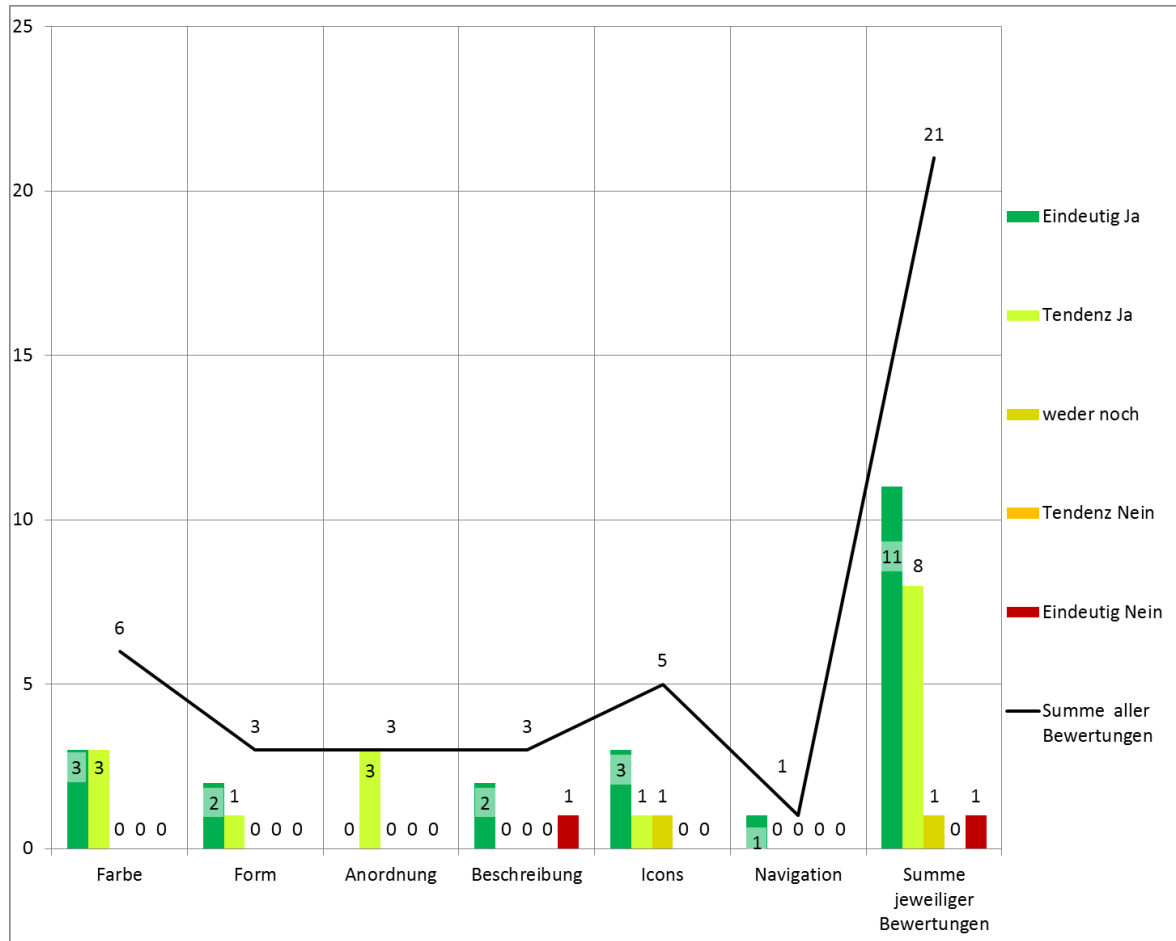


Abbildung 41: Anzahl der Bewertungen in Verhältnis zu den jeweiligen Merkmalen.

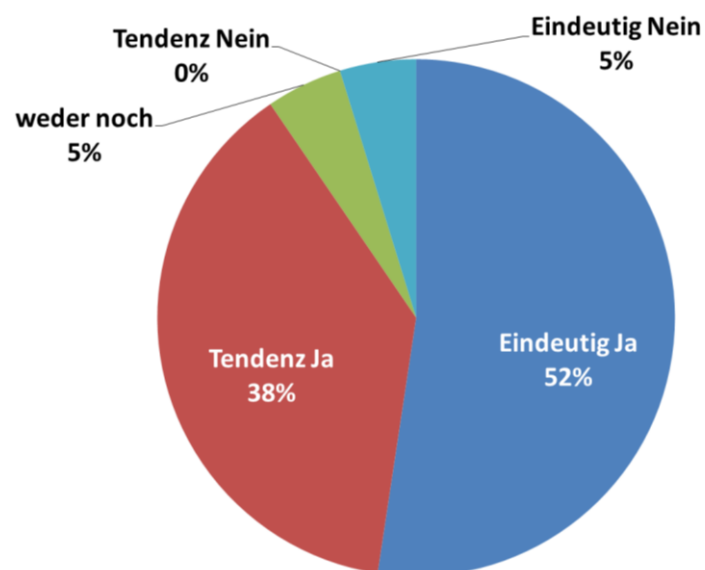


Abbildung 40: Anteil der jeweiligen Bewertungen.

Eine Bewertung war neutral und galt den Icons. So war das Ohr-Emoticon in Abb. 42 vom Probanden schlecht zu erkennen. Des Weiteren entsprachen die Pfeil-Icons für das Entfernen des dazugehörigen Frage bzw. Kommentars vom Dashboard nicht dem mentalen Modell des Probanden. Eine Bewertung war eindeutig negativ und galt der Beschreibung. So war die Beschreibung für die Navigationselemente in Abb. 42 vom Probanden kaum zu erkennen.

Darüber hinaus äußerte der Proband folgende Präferenzen:

- Die Navigationselemente sollten oben angeordnet werden, um eine ergonomische Bedienung der späteren Anwendung durch ein Smartphone im Landscape-Modus zu ermöglichen.
- Diese Anordnung sollte sich im Einstellungsmenü verändern lassen.
- Die Icons des Navigationselements „Dashboard“ sollten animiert sein.
- Diese Animation sollte sich im Einstellungsmenü verändern lassen.



Abbildung 42: Beanstandungen des Probanden.

10.1.3 Schlussfolgerungen

Eine Überarbeitung der Icons und der Beschreibung ist aufgrund der positiven Bewertung nicht zwingend aber zu empfehlen.

10.1.4 Handlungen

In Abb. 43 ist die Überarbeitung des PFT zu sehen. So wurde die Pfeil-Icons durch Häkchen-Icons ersetzt. Des Weiteren wurde der Kontrast des Ohr-Icons für eine bessere Erkennung angehoben. Wie in Abb. 43 zu sehen, wurden die Schaltflächen zur Navigation auf den oberen Teil des Fensters verschoben. Aus diesem Grund musste die Anzeige für das Feedback umgedreht werden.

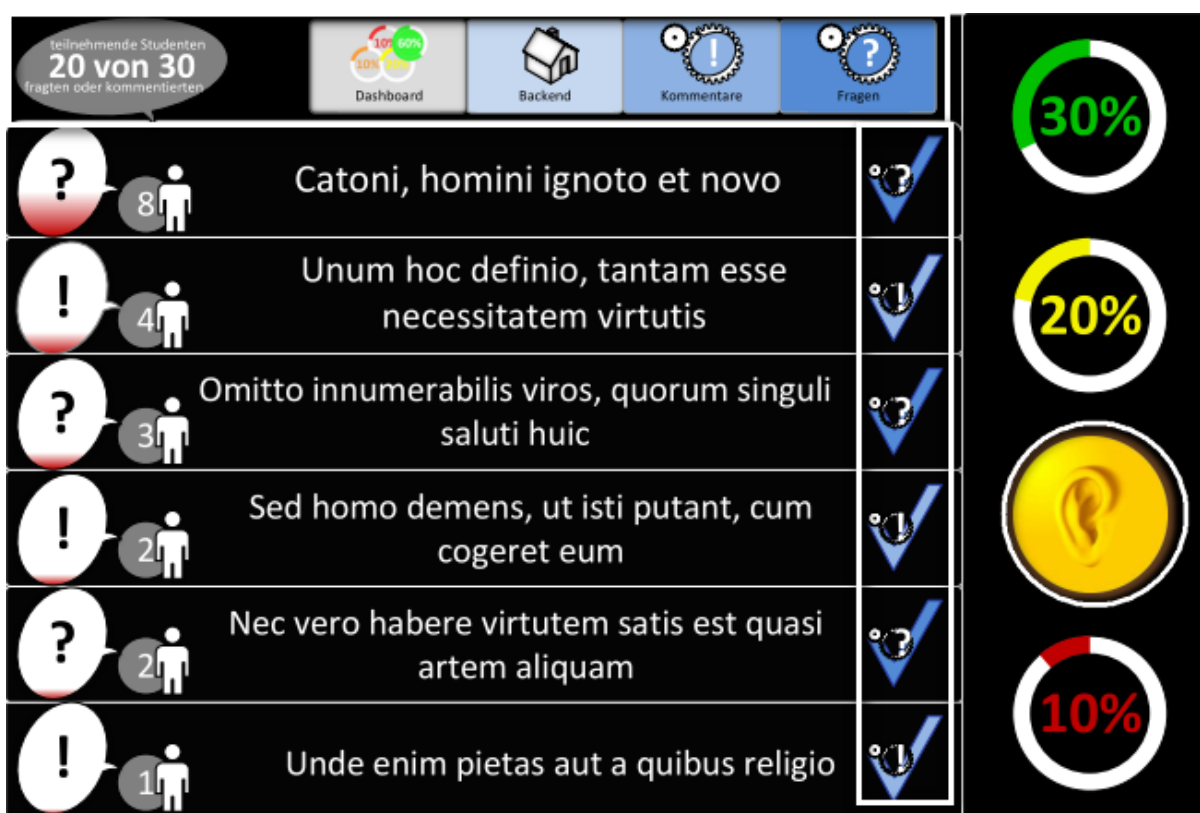


Abbildung 43: Verbesserungen aufgrund der Beanstandungen.

11 Vorschläge zur Ergänzung der Prototypen

Während der Evaluation wurden von den Probanden Vorschläge zur Ergänzung der Prototypen gemacht. So wurde Folgendes zu den Einstellungen der Prototypen vorgeschlagen:

- Durch Spiegelung der Bedienelemente sollte sich die Darstellung für Linkshänder anpassen lassen.
- Verschiedene Farbschemen sollten sich einstellen lassen. So wäre es möglich den schwarzen Hintergrund durch einen weißen ersetzen zu lassen. Des Weiteren wäre es auch denkbar die Farben für die Bedienelemente auch durch den Benutzer einstellen lassen zu können. Der Benutzer sollte jedoch über die negativen Folgen eines weißen Hintergrunds für die Akkulaufzeit informiert werden.
- Einstellbare Spiegelung bzw. Neuordnung der Bedienelemente (ähnlich wie beim überarbeiteten PFT) sollte eine gute Darstellung im Quer- und Hochkant-Format ermöglichen.
- Da neue Fragen und Kommentare eher im Minutentakt als im Sekundentakt erwartet werden können, sollte die Frequenz für die Aktualisierung der Daten einstellbar sein. So würde eine Aktualisierungszeit in Minutentakt (bspw. jede Minute) weniger Bandbreite verbrauchen als eine Aktualisierungszeit im Sekundentakt (bspw. alle 10 Sekunden –dies würde bei gleichmäßigen Datenaufkommen ca. sechsmal so viel Bandbreite verbrauchen wie die minütlich Aktualisierung–). Dabei sollte der Benutzer über die Vor- und Nachteile (weniger Bandbreite dafür aber nur seltene Aktualisierung der Informationen) informiert werden.
- Die Icons für die Dashboard-Schaltfläche im PFT sollten animiert einstellbar sein und die aktuellen Daten bzgl. des Feedbacks der Studenten wiedergeben.

12 Fazit

In dieser Arbeit wurde eine These und die dazugehörigen Richtlinien für die Überprüfung der These und damit Gestaltung des Interfacedesigns eines Auditorium Mobile Classroom Service (AMCS) aufgestellt. Dazu wurden auf Basis einer Literaturrecherche Schlussfolgerungen zur visuellen Wahrnehmung, kognitiven Verarbeitung und motorischen Ausführung bei der Benutzung eines AMCS gebildet. Diese Schlussfolgerungen bildeten wiederum die Basis für das Abstrahieren der Richtlinien. Um die Richtlinien zu evaluieren, wurde diese durch die Methode des Prototypings konkretisiert. Die dazugehörigen Prototypen wurden im Rahmen des iterativen User Centered Design Zykluses (UCSZ) und auf Basis mentaler Modelle der Benutzer und Vorgaben bzgl. des AMCS entwickelt und evaluiert. Die Ergebnisse der Evaluation flossen in eine weitere Iteration des UCDZ. Auf Grund der Ergebnisse der abschließenden Evaluation kann der folgenden These zugesprochen werden:

Ja, ein Interfacedesign übt eine positive Wirkung auf den, zur Interaktion mit dem Interfacedesign eingesetzten, kognitiven Aufwand des Benutzers aus, wenn es unter Mitwirkung des Benutzers und unter der Verwendung ausgewählter Best Practices und Richtlinien entwickelt und evaluiert wurde.

13 Limitierungen der Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Limitierungen der Ergebnisse dieser Arbeit behandelt. Dazu werden zunächst die Limitierungen der Richtlinien benannt. Anschließend werden die Limitierungen bzgl. der Evaluation der Prototypen thematisiert, um letztlich die Schlussfolgerung aus der Limitierung der Ergebnisse ziehen zu können.

13.1 Richtlinien

Die Richtlinien in dieser Arbeit wurden vor allem für die Zielerreichung dieser Arbeit aufgestellt. Sie können jedoch aufgrund ihrer Herleitung aus der visuellen Wahrnehmung, der kognitiven Verarbeitung und der motorischen Ausführung auch in das Interfacedesign anderer Anwendungen einfließen.

Dabei sollte jedoch folgendes beachtet werden:

Bewegung bzw. mögliche Animation der Bedienelemente wurden in dieser Arbeit nicht beachtet. Bewegung hat einen starken Effekt auf die Aufmerksamkeit (Preim & Dachsel, 2010, S. 69) und besitzt deswegen eine starke optische Anziehungskraft. Dies kann wiederum –bei häufigem Einsatz– bei der Annahme der Aufmerksamkeit als *Single-Ressource* zu einer Ablenkung führen. Wenn Animationen trotzdem im Zusammenhang mit den Richtlinien verwendet werden, empfiehlt der Autor diese sparsam (bspw. bei wichtigen Benachrichtigungen bzgl. des Feedbacks im System der Tutoren) zu verwenden.

Des Weiteren wurden die auditive Wahrnehmung und damit mögliche auditive Bedienelemente bzw. Informationen in dieser Arbeit, aufgrund ihrer starken Anziehung der Aufmerksamkeit und damit zusätzlichen *extraneous load* bzw. möglichen Ablenkung der Benutzer, nicht berücksichtigt.

13.2 Evaluation

Folgende Bedingungen hatten Einfluss auf die Ergebnisse der Evaluation:

System: Da die Evaluation für jeden Probanden immer auf unterschiedlichen Endgeräten (Smartphone, Notebook, Tablet) stattfand, variierte die Darstellung der visuellen Informationen (u. a. Farbe, Kontrast, Helligkeit) der Prototypen bei jedem Probanden. Deswegen variierten auch die Eingabegeräte bei den Probanden. Zwei von fünf Probanden

verwendeten eine Computermaus. Und drei von fünf Probanden verwendeten einen Touchscreen.

Anzahl der Probanden: Durch die geringe Anzahl der Probanden seitens der Studentenperspektive können die Ergebnisse der Evaluation evtl. nicht generalisierend angenommen werden.

Andere Einflüsse auf die Ergebnisse sind u. a. dem Aufbau des Fragebogens bzw. den gewählten Evaluationsmethoden geschuldet. So werden viele Punkte der Richtlinien durch den Fragebogen nicht direkt abgefragt. Viel mehr wird die Erfüllung der Richtlinien im zu evaluierenden Interfacedesign vorausgesetzt. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass eine möglichst gute Bewertung im Rahmen des Fragebogens nur dann vergeben wird, wenn alle Richtlinien bei der Erstellung des Interfacedesigns beachtet wurden.

13.3 Schlussfolgerung

Aufgrund der genannten Einflüsse bzw. Limitierungen bzgl. der Validität und Verifikation der Ergebnisse, des Fragebogens und der Richtlinien ist die Gültigkeit der Ergebnisse kritisch zu betrachten.

14 Ausblick

Aufgrund der Schlussfolgerung aus dem vorherigen Kapitel, sollte die Verwendung der, in dieser Arbeit aufgestellten Richtlinien, für der Entwicklung eines Interfacedesigns unterschiedlicher Anwendungen, kritisch hinterfragt werden.

Jedoch könnten, die in dieser Arbeit analysierten mentalen Modelle der Benutzer, im Kontext des AMCS, in die Entwicklung eines dazugehörigen Interfacedesigns einfließen.

Zur Entwicklung wird die Verwendung, der zu den jeweiligen Endgeräten bzw. Betriebssystemen beschlossene Richtlinien des Interfacedesigns empfohlen.

Dabei könnten einige Merkmale (Farbe, Anordnung, Icons, Beschriftung und Menüstruktur) der Bedienelemente, der mit den Richtlinien dieser Arbeit erstellten Prototypen, übernommen werden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Selbsteinschätzung vor der Übung im Front-End	8
Abbildung 2: Echtzeitfunktionen im Front-End.....	9
Abbildung 3: Profilkunktionalität im Front-End.....	10
Abbildung 4: Übungsbereich bzgl. „neue Übungen hinzufügen“ im Back-End.....	11
Abbildung 5: Übungsbereich bzgl. „Befragungen“ im Back-End	12
Abbildung 6: Übungsbereich bzgl. „Echtzeitfunktionen“ im Back-End.....	13
Abbildung 7: Modifizierter User Centered Design Zyklus	15
Abbildung 8: Elemente und Ergebnis der User Experience	19
Abbildung 9: Das Auge	24
Abbildung 10: Ansprechvermögen der S-, M- und L-Zapfen auf den jeweiligen WLB des Lichts	25
Abbildung 11: Darstellung der Zapfen als Mosaik des retinalen Bereichs des Auges.....	26
Abbildung 12: Visualisierung der additive Farbmischung.....	27
Abbildung 13: Additive Farbmischung in einem LCD-Bildschirm	28
Abbildung 14: Sich veränderndes Ansprechvermögen der S-, M- und L-Zapfen bei Farbadaption	30
Abbildung 15: Beispiel für Simultankontrast.....	31
Abbildung 16: Beispiel für Simultankontrast.....	32
Abbildung 17: Beispiel für Crispening.....	33
Abbildung 18: Illustration zu Fitts' Law	43
Abbildung 19: Menüstruktur des PFS.	68
Abbildung 20: Beispiel für eine Visualisierung der RGB-Schreibweise.	69
Abbildung 21: Visualisierung der Farben der Bedienelemente.....	70
Abbildung 22: Hauptmenü des PFS.	73
Abbildung 23: Anzahl der Bewertungen in Verhältnis zu den jeweiligen Merkmalen.....	78

Abbildung 24: Anteil der jeweiligen Bewertungen.....	79
Abbildung 25: Die Bewertungen der jeweiligen Probanden bzgl. der Merkmale.....	79
Abbildung 26: Die Bewertungen der jeweiligen Merkmale durch die Probanden.....	80
Abbildung 27: Die Bewertungen der Farbe durch die Probanden.	81
Abbildung 28: Die Bewertungen der jeweiligen Probanden bzgl. der Farbe.....	81
Abbildung 29: Beanstandungen der Probanden bzgl. der Farbe.	82
Abbildung 30: Die Bewertungen der Icons durch die Probanden.	83
Abbildung 31: Die Bewertungen der jeweiligen Probanden bzgl. der Icons.	84
Abbildung 32: Beanstandungen der Probanden bzgl. der Icons.....	84
Abbildung 33: Verbesserungen bzgl. der Farben.	86
Abbildung 34: Verbesserungen bzgl. der Icons.....	86
Abbildung 35: Vergleich des Anteils der jeweiligen Bewertungen (links: nach den Verbesserungen in der zweiten Iteration) (rechtes: erste Iteration).....	87
Abbildung 36: Vergleich der Anzahl der Bewertungen in Verhältnis zu den jeweiligen Merkmalen (erste und zweite Iteration).....	88
Abbildung 37: Beanstandungen der Probanden in der zweiten Iteration.	89
Abbildung 38: Dashboard-Sicht des PFT.....	91
Abbildung 39: Menüstruktur des PFT.	91
Abbildung 40: Anteil der jeweiligen Bewertungen.....	93
Abbildung 41: Anzahl der Bewertungen in Verhältnis zu den jeweiligen Merkmalen.....	93
Abbildung 42: Beanstandungen des Probanden.	94
Abbildung 43: Verbesserungen aufgrund der Beanstandungen.	95

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ACT*	adaptive control of thought* theory
AG	Arbeitsgedächtnis
AHFS	Arm-Hand-Finger-System
AMCS	Auditorium Mobile Classroom Service
BE	Bildschirmelemente
BMPS	Blank-Model-Prototyping-Sitzung
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Normen
engl.	englisch
f.	folgende
ff.	fortfolgende
GUI	graphical user interface
IE	Informationseinheiten
incl.	inklusive
ISO	Internationale Organisation für Normung
LCD	liquid crystal display
LZG	Langzeitgedächtnis
MS	Microsoft
o. Ä.	oder Ähnliches
PDF	portable document format

PFT	Prototyp für die Benutzergruppe der Tutoren
PFS	Prototyp für die Benutzergruppe der Studenten
PI	Peer Instruction
RGB	Rot, Grün und Blau
RNUW	Rechnernetze-Übungswerkzeug
IR	Ikonisches Register
SZB	Superzeichenbildung
TU	Technische Universität
u. a.	unter anderem
UCDZ	User Centered Design Zyklus
UX	User Experience
VI	visuelle Informationen
W3C	World Wide Web Consortium
WLB	Wellenlängenbereich

Literaturverzeichnis

- Abowd, G. G., Finlay, J., Dix, A., & Beale, R. (2004). *Human-Computer Interaction*. Edinburgh Gate: Pearson Education Limited.
- Albers, J. (1997). *Interaction of Color*. Köln: DuMont.
- Anderson, J. R. (2014). *Rules of the mind*. Psychology Press.
- Arnowitz, J., Arent, M., & Berger, N. (2010). *Effective Prototyping for software makers*. Morgen Kaufmann Publishers.
- Beadouin-Lafon, M., & Mackay, W. (2003). Prototyping tools and techniques. In J. Jacko, & A. Sears, *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications* (S. 1006-1031). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Berlyne, D. E. (1971). *Aesthetics and psychobiology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Bevan, N. (1999). Quality in use: Meeting user needs for quality. *The Journal of Systems and Software*(49), S. 89-96.
- Brown, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 10(1), S. 12-21.
- Card, S. K., Newell, A., & Moran, T. P. (1983). *The psychology of human-computer interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Carroll, J. M., & Olson, J. R. (1988). Mental Models in Human-Computer Interaction. In M. Helander, *Handbook of Human Computer Interaction* (S. 45-65). Amsterdam: Elsevier.
- Clore, G. L., & Gasper, K. (2000). Feeling is believing: Some affective influences on belief. In H. N. Frijda, & S. Bem, *Emotions and beliefs: How feelings influence thoughts* (S. 10-44). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Color Scheme Designer*. (2014). Abgerufen am 24. Oktober 2014 von <http://paletton.com>
- Cowan, N. (2000). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and brain sciences*(24), S. 87-185.

- Dahm, M. (2006). *Grundlagen der Mensch-computer-interaktion*. München: Pearson Education Deutschland GmbH.
- Davidson, R. J. (1994). On emotion, mood, and related affective constructs. In P. Ekman, & R. J. Davidson, *The nature of emotion: Fundamental questions* (S. 51–55). New York: Oxford University Press.
- Dillon, A. (2001). Beyond usability: process, outcome and affect in human-computer interactions. *Canadian Journal of Library and Information Science*(26), S. 57-69.
- Ebner, M., Haintz, C., Pichler, K., & Schön, S. (2014). Technologiegestützte Echtzeit-Interaktion in Massenvorlesungen im Hörsaal: Entwicklung und Erprobung eines digitalen Backchannels während der Vorlesung. *Jahrestagung GMW 2014*, (S. 567-578).
- Fairchild, M. D. (2013). *Color appearance models*. John Wiley & Sons.
- Frijda, N. H. (1994). Varieties of affect: Emotions and episodes, moods, and sentiments. In P. Ekman, & R. J. Davidson, *The nature of emotions: Fundamental questions* (S. 197-202). New York: Oxford University Press.
- Gekle, M., Wischmeyer, E., Gründer, S., Petersen, M., & Schwab, A. (2010). *Taschenlehrbuch Physiologie*. Georg Thieme Verlag.
- Gerard, R. M. (1958). Differential effects of colored lights on psychophysiological functions. Los Angeles: University of California.
- Gerhardt, D., Kammer, J., Knapp, D., Quibeldey-Cirkel, K., Thelen, C., & Volkmer, P.-C. (2013). ARSnova: ein Audience Response System für Inverted-Classroom-Szenarien mit Unterstützung von Just-in-Time Teaching und Peer Instruction. In D. 2013 (Hrsg.), *Die 11. e-Learning Fachtagung Informatik*.
- Gommlich, F., & Heyne, G. (2013). Persönliche Lernumgebung - Architektur für Smartphones. *GI Jahrestagung 2013*, (S. 279-292). Koblenz.
- Heinecke, M. A. (2012). *Mensch-Computer-Interaktion*. Gelsenkirchen: Springer.
- Hekkert, P., & Wieringen, P. C. (1990). Complexity and prototypicality as determinants of the appraisal of cubist paintings. *British Journal of Psychology*, 4(81), S. 483-495.

-
- Herczeg, M. (2009). *Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme*. München: Oldenbourg.
- Hochberg, J., & Edward, M. (1953). A quantitative approach, to figural "goodness". *Journal of Experimental Psychology*, 5(46), S. 361-364.
- Hoeger, R. (1997). Speed of processing and stimulus complexity in low-frequency and high-frequency channels. *Perception*(26), S. 1039–1045.
- Holtzschue, L. (2011). *Understanding color: an introduction for designers*. Wiley & Sons.
- Horton, W. (1994). *Das Icon-Buch: Entwurf und Gestaltung visueller Symbole und Zeichen*. Bonn: Addison-Wesley.
- Isen, A. M. (2000). Positive affect and decision making. In M. Lewis, & M. J. Haviland-Jones, *Handbook of emotions* (2. Ausg., S. 417-435). New York: The Guilford Press.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. NJ: Prentice-Hall.
- Kapp, F., Braun, I., Körndle, H., & Schill. (April 2014). Metacognitive Support in University Lectures Provided via Mobile Devices. (INSTICC, Hrsg.) *Proceedings of CSEDU 2014*, S. 194-199.
- Kiefer, J., & Urbas, L. (2006). *Multitasking-Heuristiken in dynamischer Mensch-Technik-Interaktion*. DGLR BERICHT, 2, 15.
- ISO Internationale Organisation für Normung (Hrsg.). (1998). Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze (ISO 9241-11). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten*. Berlin.
- Lavie, T., & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International journal of human-computer studies*, 3(60), S. 269–298.
- Le Doux, J. (1996). *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Simon & Schuster.
- Lindgaard, G., & Dudek, C. (2003). What is this evasive beast we call user satisfaction? *Interacting with computers*, 3(15), S. 429-452.
- Ludewig, J., & Lichter, H. (2010). *Software Engineering. Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken*. Heidelberg: dpunkt.verlag.
- Maslow, A. H. (2013). *Toward a psychology of being*. Start Publishing LLC.

- Mayer, R. E. (1996). Learning strategies for making sense out of expository text: The SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction. *Educational psychology review*, 4(8), S. 357-371.
- Moshagen, M., & Thielsch, M. T. (2010). Facets of visual aesthetics. *International Journal of Human-Computer Studies*, 10(68), S. 689-709.
- Nave, R. (kein Datum). *Spectral Colors*. Abgerufen am 31. Dezember 2014 von <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/specol.html#c1>
- Ngo, D. C., Teo, S., & Byrne, G. J. (2000). Formalising guidelines for the design of screen layouts. *Displays*, 1(21), S. 3-15.
- Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books.
- Peterson, L., & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of experimental psychology*, 58, S. 193-196.
- Picard, R. W. (1997). Does HAL cry digital tears? Emotions and computers. In D. G. Stork, *HAL's Legacy-2001's Computer as Dream and Reality* (S. 279-303). Cambridge, MA: The MIT-Press.
- Poh, M.-Z., Swenson, N. C., & Picard, R. W. (2010). A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, 5(57), S. 1243-1252.
- Preim, B. (1999). *Entwicklung interaktiver Systeme*. Bremen: Springer.
- Preim, B., & Dachsel, R. (2010). *Interaktive Systeme - Band 1: Grundlagen, Graphical User Interfaces, Informationsvisualisierung*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Quark67. (2006). *Wikipedia*. Abgerufen am 28. Dezember 2014 von http://de.wikipedia.org/wiki/Additive_Farbmischung
- Rasmussen, J. (1986). *Information Processing and Human-Machine Interaction. An Approach to Cognitive Engineering*. New York.
- Reber, R., Fazendeiro, T. A., & Winkielman, P. (2002). Processing fluency as the source of experiences at the fringe of consciousness. *Psyche*, 10(8), S. 175-188.

- Reber, R., Schwarz, N., & Winkielman, P. (2004). Processing fluency and aesthetic pleasure: is beauty in the perceiver's processing experience? *Personality and social psychology review, 10*(8), S. 364-382.
- RNUW. (kein Datum). Abgerufen am 4. Januar 2015 von <https://rnuw.de/>
- Rost, J. (1996). *Lehrbuch Testtheorie, Testkonstruktion*. Bern: Huber.
- Rzr999. (2006). *Wikipedia*. Abgerufen am 28. Dezember 2014 von http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display
- Sarodnik, F., & Brau, H. (2006). *Methoden der Usability Evaluation*. Huber- Psychologie Praxis.
- Sears, A., & Jacko, J. A. (2007). *The human-computer interaction handbook: fundamentals, evolving technologies and emerging applications*. CRC press.
- Spitzer, M. (2013). Laptop und Internet im Hörsaal? *Nervenheilkunde*(32), S. 805-812.
- Thorson, E., & Friestad, M. (1985). The effects on emotion on episodic memory for television commercials. In P. Cafferata, & A. Tybout, *Advances in consumer psychology* (S. 131-136). Lexington.
- Thüring, M., & Mahlke, S. (2007). Usability, aesthetics and emotions in human–technology interaction. *International Journal of Psychology, 4*(42), S. 253-264.
- Tractinsky, N., Shoval-Katz, A., & Ikar, D. (2000). What is beautiful is usable. *Interacting with computers, 2*(13), S. 127-145.
- Treisman, A. (1986). Features and objects in visual processing. *Scientific American, 5*(255), S. 114-125.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology, 1*(12), S. 97-136.
- Van Der Helm, P. A., & Leeuwenberg, E. L. (1996). Goodness of visual regularities: a nontransformational approach. *Psychological review, 3*(103), S. 429.
- Van Merriënboer, JG, J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational psychology review, 2*(17), S. 147-177.

-
- Verou, L. (kein Datum). *contrast-ratio*. Abgerufen am 24. Oktober 2014 von <http://leaverou.github.io/contrast-ratio/#>
- Vojtech. (2014). *Yahoo! Developer Network*. Abgerufen am 14. Oktober 2014 von <https://developer.yahoo.com/forum/General-Discussion-at-YDN/iPhone-stencil-kit-for-MS-Visio/1398344916343-adfaa19a-f817-4ec2-b6bb-93aab154e3da/>
- Walters, J., Apter, M. J., & Svebak, S. (1982). Color preference, arousal, and the theory of psychological reversals. *Motivation and Emotion*, 3(6), S. 193-215.
- Wandmacher, J. (1993). *Software-Ergonomie* (Bd. II). Berlin: Walter de Gruyter.
- WCAG, W. (2008). *WCAG 2.0*. Abgerufen am 24. Oktober 2014 von <http://www.w3.org/TR/WCAG/#visual-audio-contrast>
- Wertheimer, M. (1923). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. *Psychologische Forschung*, 4, S. 301-350.
- Wertheimer, M. (1938). *Gestalt theory*. Hayes Barton Press.
- Wesseis, M. G. (1990). *Kognitive Psychologie, Übersetzung aus dem Amerikanischen*. München: Ernst Reinhardt GmbH & Co Verlag.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0 a revised model of visual search. *Psychonomic bulletin & review*, 2(1), S. 202-238.
- Wright, P., Mosser-Wooley, D., & Wooley, B. (1997). Techniques & tools for using color in computer interface design. *Crossroads* 3.3, S. 3-6.

Anhang

Aussagen des Fragebogens

0. Farbe der Bedienelemente:

Die jeweilige Farbe unterstützt die (Wieder-) Erkennung der dazugehörigen Bedienelemente.

Die jeweilige Farbe kann mit den dazugehörigen Funktionen bzw. Bedienelement (Schaltfläche) assoziiert werden.

Die unterschiedlichen Farben der jeweiligen Bedienelemente fügen sich innerhalb der Bedienoberfläche harmonisch (bspw. fließender Übergang) zu einem Ganzen bzw. passen zusammen.

Die verwendeten Farben sind nicht grell bzw. unangenehm. (Wenn ja, welche?)

Die Farben der jeweiligen Bedienelemente lassen sich innerhalb der Bedienoberfläche als Teil eines Ganzen assoziieren. Beispielhafte Assoziationen wären Ampel, Spektrum des Lichts, Herbstfarbtöne.

Die Farben der jeweiligen Bedienelemente wird einheitlich bzw. konsistent genutzt (für die gleiche Funktion wird immer die gleiche Farbe verwendet).

Folgendes stört mich an der Farbe der Bedienelemente.

1. Form der Bedienelemente:

Die Form (Quadrat, Kreis, u. a.) unterstützen die Zuordnung bzw. (Wieder-) Erkennung der dazugehörigen Bedienelemente. So wird bspw. ein lachendes Gesicht durch eine Kreisform dargestellt und eine Schaltfläche durch ein Rechteck.

Die Formen der jeweiligen Bedienelemente fügen sich innerhalb der Bedienoberfläche harmonisch zu einem Ganzen bzw. passen zusammen.

Die verwendeten Formen sind voneinander zu unterscheiden.

Die Form der jeweiligen Bedienelemente wird einheitlich bzw. konsistent genutzt (für die gleiche Funktion wird immer die gleiche Form verwendet).

Folgendes stört mich an der Form der Bedienelemente.

2. Anordnung der Bedienelemente:

Die Anordnung der Bedienelemente unterstützt deren (Wieder-) Erkennung bzw. Zuordnung. Bspw. können immer wieder kehrende Muster erkannt werden.

Die Anordnung der Bedienelemente unterstützt deren Verwendung bei der Ausführung typischer Aufgaben (bspw. Fragen und Kommentare stellen). Dies kann geschehen durch bspw. eine Anordnung, die eine bestimmte zur Aufgabenerfüllung nötige Bedienfolge, begünstigt.

Die Anordnung der jeweiligen Bedienelemente wird einheitlich bzw. konsistent genutzt. So wird für die Erreichung einer bestimmten Aufgabe immer dieselbe Anordnung der Bedienelemente zur Verfügung gestellt.

Folgendes stört mich an der Anordnung der Bedienelemente.

3. Beschreibung der Bedienelemente (darunter fällt kein Lateinfülltext):

Die Beschreibung der Bedienelemente entspricht ihren Funktionen.

Die Beschreibung der Bedienelemente ist problemlos ablesbar.

Die Beschreibung der Bedienelemente ist verständlich.

Folgendes stört mich an der Beschreibung der Bedienelemente.

4. Icons (bzw. Symbole) der Bedienelemente:

Die Icons der Bedienelemente sind verständlich bzw. entsprechen deren Funktionen.

Die Icons passen zum dazugehörigen Text.

Die Icons der jeweiligen Bedienelemente lassen sich bei ihrer Kombination innerhalb der Bedienoberfläche als Teil eines Ganzen erkennen.

Die Icons der jeweiligen Bedienelemente werden einheitlich bzw. konsistent genutzt (für die gleiche Funktion wird immer das gleiche Icon verwendet).

Folgendes stört mich an den Icons der Bedienelemente.

5. Navigation zwischen den Ebenen (Hintergründe für die Bedienelemente) bzw. Bearbeitungsbildschirmen der Bedienoberfläche:

Die Navigation zwischen den Ebenen unterstützt bzw. folgt der Ausführung möglicher Aufgaben.

Folgendes stört mich bei der Navigation zwischen den Ebenen bzw. Bearbeitungsbildschirmen der Bedienoberfläche.

Aussagen des Fragebogens in Relation zu den Richtlinien

1. Merkmal Farbe

Die Aussage zur Unterstützung der (Wieder-) Erkennung bzw. Zuordnung, überprüft die Punkte (1), (2), (3), (9), (10) der Richtlinien.

Die Aussage zur Assoziation mit der dazugehörigen Funktion des Prototyps, überprüft die Punkte (8), (9), (10) der Richtlinien.

Die Aussage der Wahrnehmung als Ganzes, überprüft die Punkte (2), (7), (8), (10) der Richtlinien.

Die Aussage eine Farbe als nicht grell bzw. unangenehm zu betrachten, überprüft die Punkte (2), (8), (14) der Richtlinien.

Die Aussage zu einer bestimmten Assoziation mit den Farben, überprüft die Punkte (8) der Richtlinien.

Die Aussage bzgl. Konsistenz der Farben, überprüft die Punkte (9), (10) der Richtlinien.

2. Merkmal Form

Die Aussage zur Unterstützung der (Wieder-) Erkennung bzw. Zuordnung, überprüft die Punkte (5), (6), (8), (9), (10), (12) der Richtlinien.

Die Aussage der Wahrnehmung als Ganzes, überprüft die Punkte (7), (8), (10) der Richtlinien.

Die Aussage zur Unterscheidung, überprüft die Punkte (9) der Richtlinien.

Die Aussage bzgl. Konsistenz der Form, überprüft die Punkte (9) der Richtlinien.

3. Merkmal Anordnung

Die Aussage zur Unterstützung der (Wieder-) Erkennung bzw. Zuordnung, überprüft die Punkte (3), (7) der Richtlinien.

Die Aussage zur Unterstützung der Ausführung typischer Aufgaben, überprüft die Punkte (4), (7), (8), (9), (13) der Richtlinien.

Die Aussage bzgl. Konsistenz der Anordnung, überprüft die Punkte (7) der Richtlinien.

4. Merkmal Beschreibung

Die Aussage, dass die Beschreibung den dazugehörigen Funktionen entspricht, überprüft die Punkte (8), (9) der Richtlinien.

Die Aussage, dass die Beschreibung problemlos ablesbar ist, überprüft die Punkte (1), (2), (8), (12) der Richtlinien.

Die Aussage, dass die Beschreibung verständlich ist, überprüft die Punkte (8), (10) der Richtlinien.

5. Merkmal Icons

Die Aussage, dass die Icons den dazugehörigen Funktionen entsprechen bzw. verständlich sind, überprüft die Punkte (5), (6), (8), (9), (10) der Richtlinien.

Die Aussage, dass die Icons zur dazugehörigen Beschreibung passen, überprüft die Punkte (8), (9) der Richtlinien.

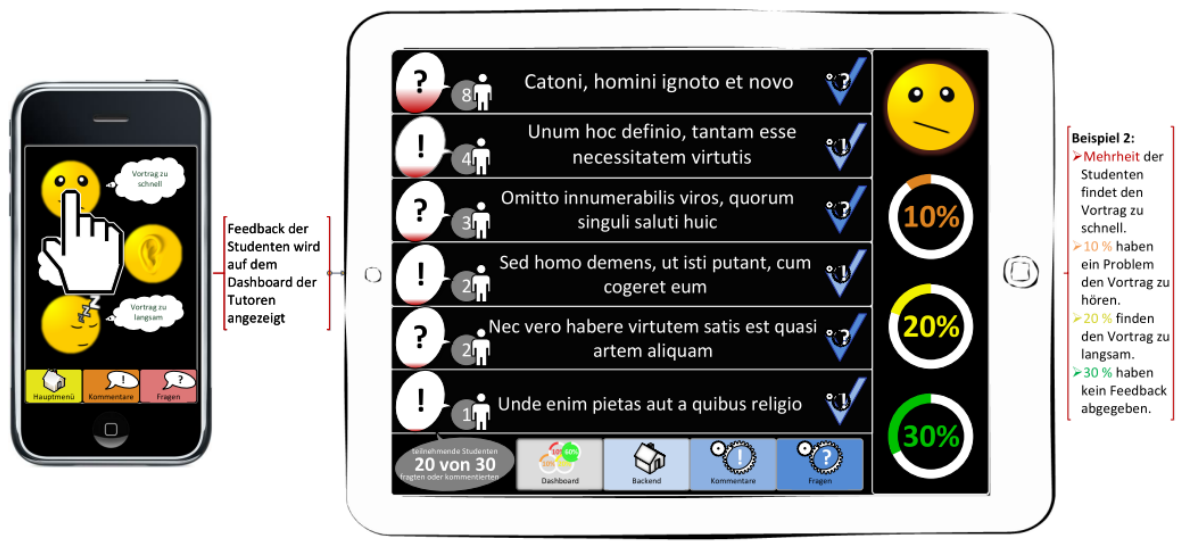
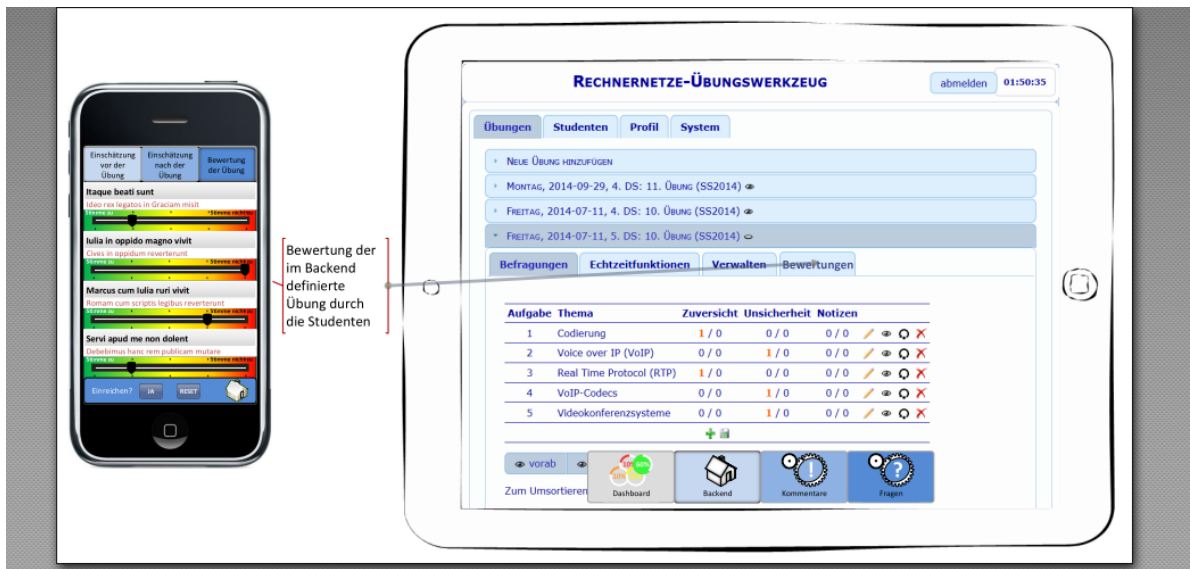
Die Aussage, dass die Icons in Kombination als Ganzes erkannt werden, überprüft die Punkte (8), (10) der Richtlinien.

Die Aussage bzgl. Konsistenz der Icons, überprüft die Punkte (8), (9) der Richtlinien.

6. Merkmal Navigation

Die Aussage, dass die Navigation die Ausführung möglicher Aufgaben unterstützt, überprüft die Punkte (4), (8), (9), (13), (14) der Richtlinien.

Mögliche Integration des PFS und PFT





Feedback der Studenten wird auf dem Dashboard der Tutoren angezeigt



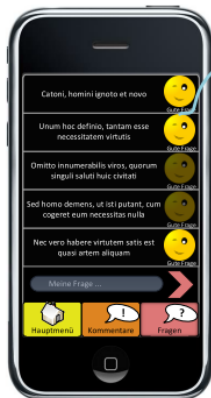
Beispiel 3:
 ➤ 10 % der Studenten finden den Vortrag zu schnell.
 ➤ Mehrheit hat ein Problem den Vortrag zu hören.
 ➤ 20 % finden den Vortrag zu langsam.
 ➤ 30 % haben kein Feedback abgegeben.



Feedback der Studenten wird auf dem Dashboard der Tutoren angezeigt



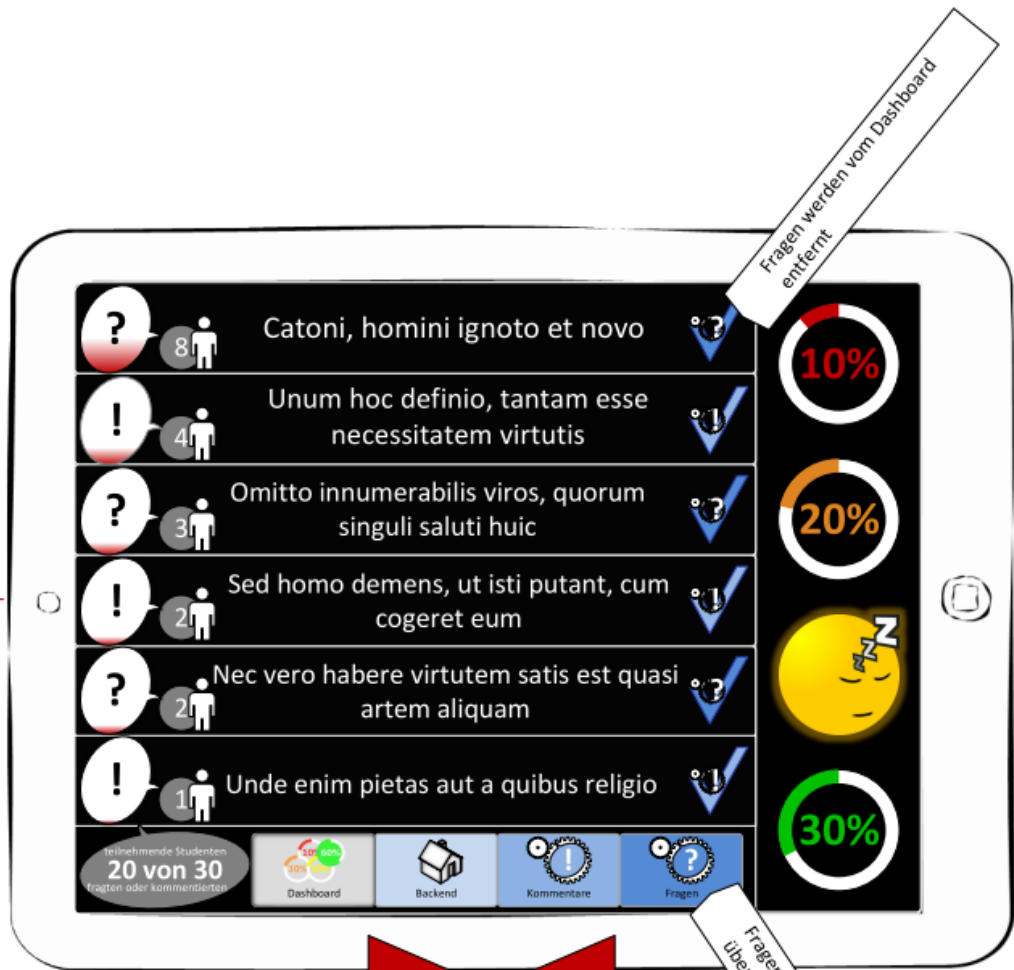
Beispiel 4:
 ➤ 10 % der Studenten finden den Vortrag zu schnell.
 ➤ 12 % haben ein Problem den Vortrag zu hören.
 ➤ Mehrheit findet den Vortrag zu langsam.
 ➤ 30 % haben kein Feedback abgegeben.



Fragen der Studenten und dazugehörige Anzahl Zustimmungen werden auf dem Dashboard der Tutoren angezeigt

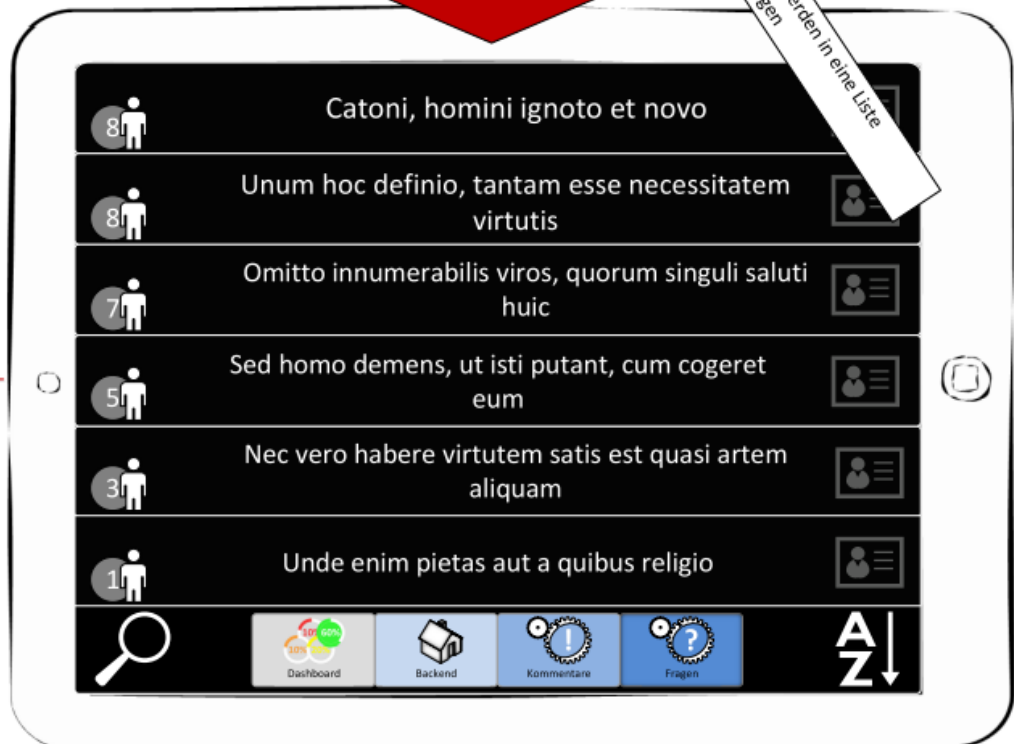


Bei der Beantwortung der Fragen können diese vom Dashboard entfernt und in eine Fragenliste übertragen werden

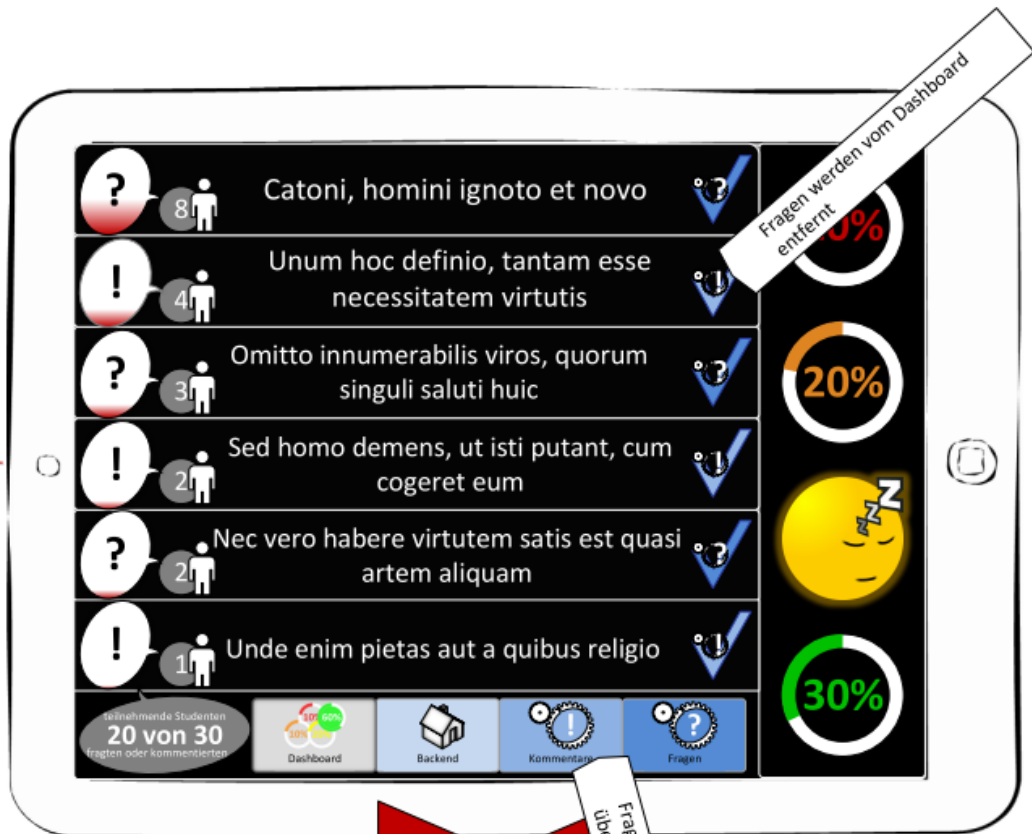


Fragen werden in eine Liste übertragen

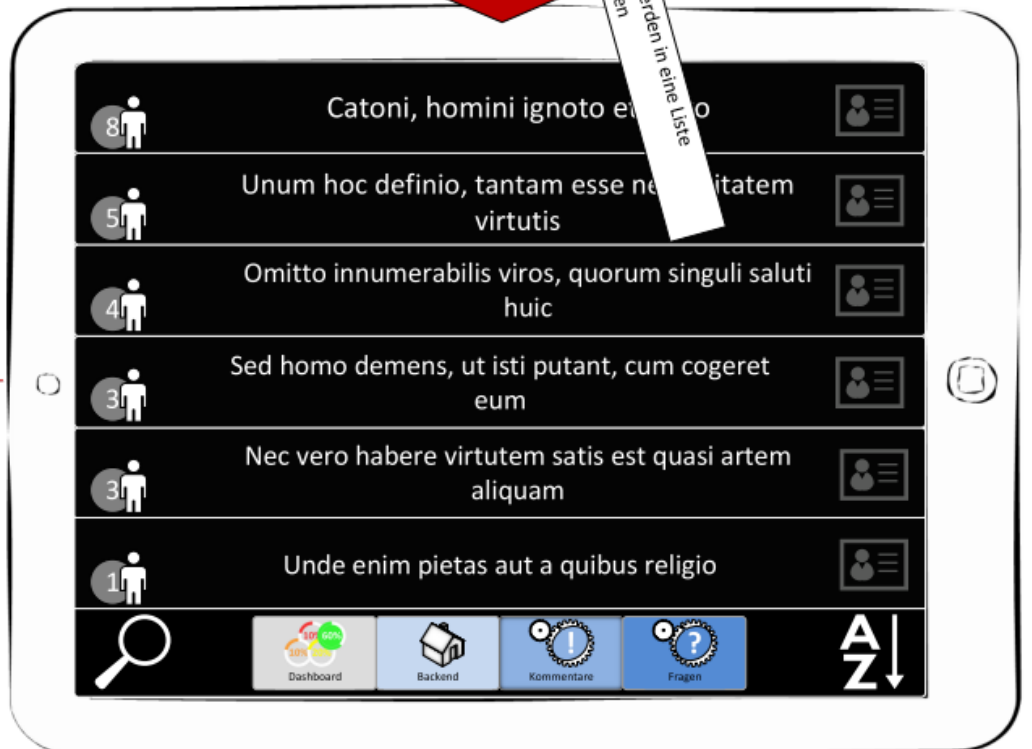
In der Liste können die Fragen anhand von Metadaten und Inhalten durchsucht werden. Eine Sortierung ist ebenfalls möglich.



Bei der Besprechung der Kommentare können diese vom Dashboard entfernt und in eine Fragenliste übertragen werden



In der Liste können die Kommentare anhand von Metadaten und Inhalten durchsucht werden. Eine Sortierung ist ebenfalls möglich.



Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der von mir angegebenen Quellen angefertigt zu haben. Alle aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet. Die Arbeit wurde noch keiner Prüfungsbehörde in gleicher oder ähnlicher Form vorgelegt.

Dresden, den