

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Danksagung	III
Verwendete Konventionen	IV
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Zielsetzung und Forschungsvorhaben	4
1.3. Methoden und Vorgehensweise	8
1.4. Aufbau der Arbeit	9
2. Sehschädigung und Informationszugang	11
2.1. Klassifikation	11
2.2. Informationszugang	12
2.2.1. Auditiv Wahrnehmung	12
2.2.2. Taktile Wahrnehmung	12
2.2.3. Einschränkungen der Informationsaufnahme	14
2.3. Computernutzung	15
2.3.1. Interaktion	16
2.3.2. Auditiv Benutzungsoberflächen	18
2.3.3. Einschränkungen der Computernutzung	22
2.4. Technische Hilfsmittel	25
2.4.1. Hilfsmittel zur Unterstützung der Anzeige und Sensorik	26
2.4.2. Hilfsmittel zur Eingabe/Ausgabe und Kontrolle	32
2.4.3. Hilfsmittel zur Unterstützung der Kommunikation	34
2.5. Relevanz für das Forschungsvorhaben	35
3. Barrierefreiheit und Richtlinien	37
3.1. Beispiel barrierefreie Webseiten	37
3.2. Definition Barrierefreiheit	39
3.3. Standards und Richtlinien	40
3.3.1. Normen	41
3.3.2. World Wide Web Consortium	42
3.3.3. Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung	45
3.3.4. IMS Global Learning Consortium	45
3.3.5. Universal Design for Learning Guidelines	46
3.3.6. Zusammenfassung	47
3.4. Relevanz für das Forschungsvorhaben	48

4. Kommunikation und Kollaboration	49
4.1. Kommunikation	49
4.1.1. Kommunikationsmedien	49
4.1.2. Kommunikationsmodelle	50
4.1.3. Weitere Kommunikationsaspekte	52
4.2. Kooperation und Kollaboration	53
4.3. Kommunikation und Kollaboration mit blinden Beteiligten	57
4.3.1. Einschränkungen in Bezug auf Sachinhalt	57
4.3.2. Weitere Einschränkungen	60
4.3.3. Diskussion der Modelle	60
4.4. Kooperatives und kollaboratives Lernen	62
4.5. Relevanz für das Forschungsvorhaben	63
5. Inklusives E-Learning	65
5.1. E-Learning-Systeme	65
5.1.1. Lernmanagementsysteme	66
5.1.2. Massive-Open-Online-Courses	66
5.1.3. Kollaborative Lernumgebungen	67
5.1.4. Adaptive Lernumgebungen	73
5.1.5. Persönliche Lernumgebungen	74
5.1.6. Web-2.0-Anwendungen	74
5.1.7. Zusammenfassung	74
5.2. E-Learning und Inklusion	75
5.3. Blinden- und Sehbehindertenpädagogik	77
5.3.1. Integrative Betreuungsformen	78
5.3.2. Studieren mit Sehbeeinträchtigung	78
5.4. Relevanz für das Forschungsvorhaben	80
6. Zugänglichkeit virtueller kollaborativer Lernumgebungen	81
6.1. Umfrage zu Barrieren beim Einsatz von Kollaboration und E-Learning	82
6.1.1. Zielgruppe	82
6.1.2. Befragungsdesign und -durchführung	83
6.1.3. Datenerhebung	83
6.1.4. Stichprobe	84
6.1.5. Auswertung	84
6.1.6. Zusammenfassung und Bewertung	89
6.2. Einschränkungen von kollaborativem Lernen	90
6.2.1. Sozialer Kontext	91
6.2.2. Informationskontext	92
6.2.3. Technischer Kontext	95
6.2.4. Zusammenfassung der verschiedenartigen Barrieren	98
6.3. Forschungsstand zu asynchronen Einsatzszenarien	99
6.4. Forschungsstand zu synchronen Einsatzszenarien	101
6.4.1. Synchrone Kollaboration	101
6.4.2. Kollaborative Editoren	102
6.4.3. Annotationswerkzeuge	103
6.4.4. Chat	104
6.4.5. Zeigeoperationen, Fokus und Whiteboard	105
6.4.6. Virtuelle Klassenzimmer	106

6.4.7. Sonstige	115
6.4.8. Zusammenfassung synchroner Einsatzszenarien	117
6.5. Lösungsansätze für zugängliche virtuelle Klassenzimmer	121
7. Produktanalyse virtueller Klassenzimmer	125
7.1. Funktionsumfang	127
7.1.1. Stichprobe	127
7.1.2. Methode	128
7.1.3. Datenerhebung	128
7.1.4. Auswertung	130
7.2. Richtlinienkonformität	132
7.2.1. Methode	132
7.2.2. Analyse in Anlehnung an WCAG 2.0	134
7.2.3. Analyse nach IMS-Richtlinien	136
7.2.4. Auswertung der Analyse zur Richtlinienkonformität	139
7.3. Anwendungsfälle	140
7.3.1. Funktionalitätsbeschreibungen	140
7.3.2. Anwendungsfälle in der Literatur	141
7.3.3. Abgeleitete Anwendungsfälle für virtuelle Klassenzimmer	143
7.4. Simulation nicht-visueller Arbeitstechniken	145
7.4.1. Methode	146
7.4.2. Versuchsaufbau	147
7.4.3. Zugänglichkeits-Barrieren	148
7.4.4. Datenerhebung	151
7.4.5. Auswertung	153
7.4.6. Zusammenfassung	157
7.5. Untersuchung der Programmierschnittstellen	159
7.5.1. Auslesen von Anwendungsdaten	160
7.5.2. Analyse katalog	164
7.5.3. Methode	167
7.5.4. Datenerhebung	167
7.5.5. Auswertung	168
7.5.6. Zusammenfassung	169
7.6. Ergebnis der Produktanalyse	172
8. Gestaltungsrichtlinien für zugängliche virtuelle Klassenzimmer	175
8.1. Datenbasis	175
8.2. Gestaltungsrichtlinien	177
8.3. Vergleich mit bestehenden Richtlinien	179
8.4. Übertragbarkeit auf andere Anwendungen	182
9. Alternative Benutzungskonzepte	185
9.1. Konzepte für taktile Benutzungsoberflächen	186
9.1.1. Adaption von Inhalt und Benutzungsoberfläche	187
9.1.2. Gesteneingabe	191
9.1.3. Funktionen und Konzepte für das BrailleDis	194
9.1.4. Dynamische taktile Darstellungen	198
9.1.5. Unterstützung für den Kameraeinsatz	205
9.1.6. Zusammenfassung	205

9.2. Benutzungskonzept für das BrailleDis	206
9.2.1. Schrift	207
9.2.2. Bedienelemente	207
9.2.3. Grundlayout	210
9.2.4. Audio-Ausgabe	213
9.2.5. System-Fokus und Einfügemarke	213
9.2.6. Interaktion	214
9.2.7. Aktivitätsprotokoll	216
9.2.8. Inhaltspräsentation	218
9.2.9. Chat	221
9.2.10. Teilnehmende	222
9.2.11. Einstellungen	223
9.2.12. Folgen	225
9.2.13. Audio-Konferenz	226
9.2.14. Video-Konferenz	226
9.2.15. Beschreibung	227
9.2.16. Links	228
9.2.17. Lesezeichen	230
9.2.18. Aufzeichnungen	230
9.2.19. Sonstige Funktionen	232
9.3. Kompatibilität mit anderen technischen Hilfsmitteln	233
9.4. Bewertung und Diskussion	234
9.5. Evaluation alternativer Benutzungskonzepte	237
9.5.1. Methode	237
9.5.2. Testmaterial	238
9.5.3. Stichprobe	238
9.5.4. Versuchsaufbau und -ablauf	239
9.5.5. Durchführung	239
9.5.6. Auswertung	241
9.6. Überarbeitung der Konzepte	246
9.6.1. Überarbeiteter System-Fokus	246
9.6.2. Überarbeitete Taktions	246
9.6.3. Überarbeiteter Toggle-Button	246
9.6.4. Überarbeitetes Grundlayout	247
9.6.5. Notiz-Modul	247
9.6.6. Weitere Überarbeitungen	249
10. Implementierung für taktile Flächendisplays	251
10.1. Barrierefreie Anpassung von BigBlueButton	251
10.1.1. Barrierefreiheit von BigBlueButton	251
10.1.2. Benutzungsoberfläche BigBlueButton	252
10.1.3. Erweiterungen des virtuellen Klassenzimmers BigBlueButton	252
10.1.4. Richtlinienkonformität der Erweiterungen	258
10.2. Prototypische Implementierung für das BrailleDis	260
10.2.1. Lösungsansätze	260
10.2.2. Implementierung	263
10.2.3. Unterstützte Funktionalität	264
10.3. Zusammenfassung	271

11. Evaluation synchroner Kollaboration	275
11.1. Methode	275
11.2. Testmaterial	276
11.3. Stichprobe	277
11.4. Versuchsaufbau und -ablauf	278
11.5. Durchführung	280
11.6. Auswertung	281
11.6.1. Vorkenntnisse der Probanden	281
11.6.2. Ergebnisse in Bezug auf die prototypische Umsetzung	282
11.6.3. Beobachtungen zur Simulation einer Veranstaltung	283
11.6.4. Beobachtungen zu Audio-Signalen	284
11.6.5. Beobachtungen zum Einsatz von Eingabemodi	284
11.6.6. Ergebnisse Teil 1: Vergleichstest	285
11.6.7. Ergebnisse Teil 2: Interaktion	288
11.6.8. Ergebnisse in Bezug auf die Benutzungsoberfläche	289
11.6.9. Beobachtungen zur Synchronizität	293
11.6.10. Zusammenfassung	294
11.7. Diskussion	295
11.7.1. Beantwortung der Forschungsfragen	296
11.7.2. Repräsentativität der Evaluation	298
11.8. Überarbeitungsvorschläge	299
12. Fazit	303
12.1. Beantwortung der Forschungsfragen	303
12.1.1. Forschungsfrage 1	303
12.1.2. Forschungsfrage 2	304
12.1.3. Forschungsfrage 3	304
12.1.4. Forschungsfrage 4	305
12.1.5. Forschungsfrage 5	305
12.1.6. Zusammenfassung	306
12.2. Diskussion	306
12.3. Wiederverwendbarkeit und Bewertung	308
12.4. Ausblick	309
A. Anhang	i
A.1. Braille	ii
A.2. Flächendisplays	iii
A.3. Beschulungsformen	iv
A.3.1. Segregierte Beschulungsformen	iv
A.3.2. Kooperative und additive Betreuungsformen	iv
A.3.3. Integrierte Betreuungsform	iv
A.4. Umfrage	v
A.4.1. Barrierefreiheit	v
A.4.2. Datenerhebung und Stichprobe	v
A.4.3. Ablauf	vi
A.4.4. Vorgenommene Anpassungen	vii
A.4.5. Fragebogen	vii
A.4.6. Auswertung	xv

A.5. Produktanalyse	xxxvii
A.5.1. Funktionsvergleich mobiler Versionen virtueller Klassenzimmer	xxxvii
A.5.2. Anforderungen abgeleitet aus IMS-Richtlinien	xli
A.5.3. Softwareanalyse	xliii
A.5.4. Testmaterial für die Simulation nicht-visueller Arbeitstechniken	xliv
A.5.5. Analysecatalog für die softwareseitige Zugänglichkeit	xlvi
A.6. Hardwaretasten des alternativen Benutzungskonzepts	xlvi
A.7. Quellcodebeispiele der Implementierung	xlvi
A.8. Funktionale Anwendungsfälle	xlix
A.9. Evaluation Alternativer Benutzungskonzepte	1
A.9.1. Probandennummerierung	1
A.9.2. Testmaterial	1
A.9.3. Durchführung	lv
A.9.4. Auswertung Evaluation alternativer Benutzungskonzepte . . .	lxxiii
A.9.5. Erfüllung der Gestaltungsrichtlinien	lxxxix
A.10. Evaluation TactileBBB	xciv
A.10.1. Testmaterial	xciv
A.10.2. Durchführung	cii
A.10.3. Auswertung	cxvi
Literaturverzeichnis	cxxxv
Internetquellenverzeichnis	clxv
Abbildungsverzeichnis	clxxv
Tabellenverzeichnis	clxxix
Quellcodeverzeichnis	clxxxiii
Abkürzungsverzeichnis	clxxxv