

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>3</b>
1.1 Motivation .....	3
1.2 Problemstellung und Zielsetzung .....	4
1.3 Gliederung der Arbeit .....	5
1.4 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse .....	6
<b>2. Vorgehensweise, Klassifizierung und Anwendungsklasse .....</b>	<b>8</b>
2.1 Schemata zur Klassifizierung von VR Bedienoberflächen .....	8
2.1.1 Das 4W-Modell .....	9
2.1.2 Ausprägungen und Aspekte des 4W-Modells .....	11
2.1.3 Das Abhängigkeiten-Modell .....	12
2.2 Anwendungstypus Design Review .....	13
2.2.1 Allgemeines Verfahren .....	13
2.2.2 Physikalische versus Digitale Prototypen .....	14
2.2.3 Anwendungsszenarien .....	15
2.3 Anforderungskatalog nach dem 4W-Modell .....	19
2.3.1 Anforderungen an die Benutzerschnittstelle .....	19
2.3.2 Anforderungen an die Funktionalitäten .....	20
2.4 Vorstellung existierender Systeme .....	21
2.5 Generalisierung der Anforderungen und Definition der Anwendungsklasse .....	22
2.6 Zusammenfassung .....	23
<b>3. Grundlagen der immersiven und intuitiven Interaktion .....</b>	<b>25</b>
3.1 Virtuelle Realität - Die Basistechnologie .....	25
3.1.1 VR-Gerätetechnologie .....	26
3.1.2 Präsentationskomponente .....	29
3.1.3 Die Interaktionskomponente .....	32
3.1.4 Simulationskomponente .....	33
3.2 Geräteschnittstelle .....	34
3.2.1 Physiognomie .....	34
3.2.2 Beidhändige Interaktion .....	35
3.3 Softwareschnittstelle .....	36
3.3.1 Menschliche Wahrnehmung .....	36
3.3.2 Aktionsmodell .....	39
3.3.3 Kommunikation und Stellenwert der verwendeten Medien .....	41
3.3.4 Logische Interaktionsaufgaben .....	45
3.4 Zusammenfassung .....	46
<b>4. Konzeption einer intuitiven Benutzerschnittstelle .....</b>	<b>48</b>
4.1 Auswahl geeigneter Ein- und Ausgabegeräte .....	48
4.1.1 Eingabegeräte .....	48
4.1.2 Ausgabegeräte .....	51
4.1.3 Geräteschnittstelle - Generische Sicht .....	52
4.2 Interaktionstechniken als Umsetzung der basic interaction tasks .....	53
4.2.1 Eindeutige BIT-Zuordnung .....	53
4.2.2 Positionierung von Hilfsobjekten .....	53
4.3 BIT Positionierung und Rotation .....	54
4.3.1 Anforderungen .....	54
4.3.2 Ansätze zur Navigation .....	55
4.3.3 Ansätze zur Objektpositionierung .....	57
4.3.4 Eigene Ansätze .....	60
4.3.5 Diskussion .....	61
4.4 BIT Objektselektion .....	62

4.4.1 Anforderungen .....	62
4.4.2 Ansätze aus der Literatur.....	63
4.4.3 Der Selektionsmodus „Click and Drag to Select“ .....	68
4.4.4 Evaluierung der Interaktionstechniken.....	69
4.4.5 Feedback: Anzeige der Objektselektion.....	72
4.5 BIT Menüselektion .....	74
4.5.1 Anforderungen .....	75
4.5.2 Klassifikation .....	75
4.5.3 Ansätze aus der Literatur.....	80
4.5.4 Menüformen: Hierarchisch versus Pie .....	84
4.5.5 Speedbar .....	92
4.5.6 Diskussion .....	94
4.6 BIT Quantifikation .....	94
4.6.1 Anforderungen .....	94
4.6.2 Ansätze .....	95
4.6.3 Eigene Ansätze.....	95
4.6.4 Diskussion .....	100
4.7 BIT Texteingabe .....	100
4.7.1 Anforderungen .....	100
4.7.2 Ansätze aus der Literatur.....	100
4.7.3 Realisierter Ansatz .....	101
4.8 Zusammenfassung .....	101
<b>5. Unterstützung der Kommunikation und Kooperation .....</b>	<b>103</b>
5.1 Benutzerschnittstelle: Gemeinsam und doch Unabhängig .....	104
5.1.1 Ansätze aus der Literatur.....	104
5.1.2 Papier und Bleistift Paradigma: Konzept einer Bedienoberfläche.....	105
5.1.3 Basisfunktionalitäten.....	109
5.2 MultiViews: Individuelle 3D-Sichten für mehrere Benutzer .....	111
5.2.1 Motivation und Stand der Technik.....	111
5.2.2 Der MultiViews - Algorithmus .....	112
5.2.3 Performanzsteigerung durch Clustering.....	113
5.3 Skizzieren .....	114
5.3.1 Ansätze aus der Literatur.....	114
5.3.2 Grundprinzip des Skizzierens.....	115
5.3.3 Methodik für das Skizzieren auf 3D Objekten.....	116
5.3.4 Diskussion .....	128
5.4 Zusammenfassung .....	129
<b>6. Funktionale Unterstützung des Design Review Prozess .....</b>	<b>131</b>
6.1 Untersuchung des virtuellen Prototyps .....	131
6.1.1 Distanzen messen .....	133
6.1.2 Schnitte setzen.....	135
6.1.3 Verschiedene Projektion .....	139
6.1.4 Zeigefunktionalität für mehrere Benutzer .....	139
6.2 Adaptive Darstellungen .....	140
6.2.1 Adaptive LOD's und Texture Replacement.....	140
6.2.2 Outline-Algorithmus .....	143
6.3 Dokumentation .....	148
6.3.1 HTML/XML basierte Dokumentation .....	149
6.3.2 CAD basierte Dokumentation .....	151
6.3.3 Unterstützung bei Wiedervorlage.....	151
6.4 Integration von Offline-Simulationen .....	152
6.4.1 Gruppierung und Sichtbarkeit .....	154
6.4.2 Mapping .....	154
6.4.3 Datensonde.....	156
6.4.4 Animationssteuerung.....	157
6.5 Zusammenfassung .....	158

---

<b>7. Basisarchitektur für logische Interaktionsaufgaben .....</b>	<b>159</b>
7.1 Basistechnologie VRML97/X3D .....	160
7.1.1 Basiskonzepte .....	161
7.1.2 Erweiterbarkeit .....	162
7.1.3 X3D .....	163
7.2 Weitere Basisstrukturen .....	163
7.3 BITs auf Basis von Fields and Routes .....	164
7.3.1 Allgemeine Anforderungen und Basisfunktionalitäten .....	164
7.3.2 Position und Orientierung .....	166
7.3.3 Objektselektion .....	169
7.3.4 Menüselektion .....	171
7.3.5 Quantifizierung .....	174
7.3.6 Text .....	176
7.4 Abstraktion und CIT .....	176
7.4.1 Abstrakte Knoten und konkrete Interaktionstechniken .....	176
7.4.2 Identifikation und Ausprägungen .....	178
7.4.3 Initialisierungsprozess eines BIT und CIT .....	179
7.5 Zusammenfassung .....	182
<b>8. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>184</b>
8.1 Zusammenfassung .....	184
8.2 Ausblick .....	186
<b>9. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>187</b>
<b>10. Lebenslauf .....</b>	<b>194</b>
<b>11. Eigene Veröffentlichungen .....</b>	<b>195</b>