

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	XIII
Abkürzungsverzeichnis	XV
Formelverzeichnis	XIX
1 Einleitung	1
1.1 Die Produktion im Wandel	1
1.2 Telepräsenz als Schlüsseltechnologie	2
1.3 Bedeutung der Telepräsenz für die Produktionstechnik	4
1.4 Aufgabenstellung und Zielsetzung	6
1.5 Vorgehensweise	7
2 Stand der Technik	9
2.1 Manuelle Mikromontage.....	9
2.2 Begriffsdefinitionen für Telepräsenzsysteme	11
2.3 Bestehende Telepräsenzsysteme	14
2.3.1 Handhabung gefährlicher und gesundheitsgefährdender Objekte	14
2.3.2 Erschließung entfernter unzugänglicher Umgebungen.....	17
2.3.3 Exploration und Handhabung im Mikrokosmos.....	19
2.3.4 Einsatz im medizinischen Bereich	20
2.3.5 Industrieller Einsatz von Telepräsenzsystemen	23

- 2.3.6 Zusammenfassung 27
- 2.3.7 Zusammenfassung des Stands der Technik im Hinblick auf
eigene Arbeiten 31
- 3 Grundlagen einer Mensch-Maschine-Schnittstelle 33**
 - 3.1 Visualisierung 33
 - 3.1.1 Visualisierungsmedium 33
 - 3.1.2 Realbild-Visualisierung 35
 - 3.1.3 Modellbasierte Visualisierung 38
 - 3.1.4 Überlagerte Visualisierung 41
 - 3.1.5 Vergleich der Visualisierungsarten 43
 - 3.1.6 Zusammenfassung 45
 - 3.2 Interaktion 46
 - 3.2.1 Die menschliche Hand 46
 - 3.2.2 Fernsteuerungen 47
 - 3.2.3 Standard-Eingabegeräte 48
 - 3.2.4 3D-Eingabegeräte 50
 - 3.2.5 Raumfeste haptische Eingabegeräte 51
 - 3.2.6 Körperfeste Eingabegeräte 54
 - 3.2.7 Kombinierte Geräte 55
 - 3.2.8 Eingabemetaphern 57
 - 3.2.9 Zusammenfassung 60
 - 3.3 Haptisches Rendering 60

3.3.1 Art der Kraftermittlung	60
3.3.2 Voxelbasiertes haptisches Rendering.....	61
3.3.3 Haptisches Rendering mit triangulierten Geometriemodellen.....	63
3.3.4 Haptisches Rendering von zylindrischen Steckverbindungen.....	66
3.4 Zusammenfassung der Grundlagen.....	67
4 Teilkonzepte für einen Operatorarbeitsplatz	69
4.1 Bestimmung einer geeigneten Form der Visualisierung.....	69
4.1.1 Vorgehen zur Auswahl einer Visualisierungsart	69
4.1.2 Versuchsvorbereitung	70
4.1.3 Versuchsdurchführung	71
4.1.4 Versuchsauswertung	73
4.2 Die Notwendigkeit von haptischer Rückkopplung für die Telepräsenz.....	76
4.2.1 Haptische Rückkopplung in technischen Systemen	76
4.2.2 Versuchsvorbereitung	77
4.2.3 Versuchsdurchführung	78
4.2.4 Versuchsergebnisse.....	80
4.3 Betrachtung des Regelkreises bei haptischer Rückkopplung	81
4.3.1 Der Regelkreis in einem Telepräsenzsystem	81
4.3.2 Erhöhung des Skalierungsfaktors für die Positionsvorgabe	85
4.3.3 Verkleinerung der Krafrückkopplung.....	87
4.3.4 Aktive Dämpfung der Bedieneingaben.....	88
4.3.5 Reduktion der Totzeit durch einen modellbasierten Ansatz.....	89

4.3.6 Auswahl einer Methode zur Stabilisierung des Regelkreises.....	91
4.4 Haptisches Rendering	92
4.5 Konzept für die Mensch-Maschine-Interaktion eines Telepräsenzsystems	95
4.5.1 Auswahl einer Mensch-Maschine-Schnittstelle	95
4.5.2 Versuchsvorbereitung	96
4.5.3 Versuchsdurchführung.....	97
4.5.4 Versuchsergebnisse.....	98
4.6 Entwicklung eines angepassten Eingabegerätes	102
4.6.1 Anforderungen	102
4.6.2 Gesamtkonzept für eine Greifeinheit.....	110
4.6.3 Technische Konstruktion der Greifeinheit.....	114
4.6.4 Einsatz des entwickelten Eingabegeräts	118
4.6.5 Evaluierung des Eingabegeräts	121
5 Gesamtkonzept	125
5.1 Anforderungen aus den Teilkonzepten	125
5.2 Konzept eines WYSIWYF-Displays	126
5.3 WYSIWYF-Display für die telepräsenste Mikromontage	131
5.4 Softwaretechnische Umsetzung.....	133
5.5 Einsatz des WYSIWYF-Displays.....	136
6 Evaluierung.....	141
6.1 Anwendungsbeispiel.....	141

6.2	Technisch-wirtschaftliche Bewertung	145
7	Zusammenfassung und Ausblick	149
8	Literaturverzeichnis	151
9	Glossar	177
10	Genutzte Softwareprodukte und Geräte.....	181
11	Anhang.....	183