

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Anwendungsfall RoboGas ^{Inspector}	6
2.1 Technische Komponenten im Überblick.....	8
2.2 Konzept der Mensch-Roboter-Interaktion	10
3 Menschzentrierte Gestaltung	13
3.1 Verstehen und Festlegen des Nutzungskontextes: Aufgabenanalyse	15
3.2 Festlegen der Nutzungsanforderungen.....	20
3.3 Erarbeiten von Gestaltungslösungen.....	22
3.3.1 Grundlagen der Mensch-Roboter-Interaktion.....	22
3.3.1.1 Definition von Robotersystemen.....	22
3.3.1.2 Klassifikation von Robotersystemen.....	24
3.3.1.3 Aufgaben und Ziele der Mensch-Roboter-Interaktion.....	26
3.3.1.4 Leitende Kontrolle als Interaktionskonzept	30
3.3.2 Mensch-Roboter-Interaktion für den Anwendungsfall RoboGas ^{Inspector}	31
3.3.3 Konzepte und Geräte zur Informationsausgabe	35
3.3.3.1 Konventionelle Informationsausgabe.....	35
3.3.3.2 Innovative Informationsausgabe	36
3.3.4 Konzepte und Geräte zur Informationseingabe	39
3.3.4.1 Konventionelle Informationseingabe	39
3.3.4.2 Innovative Informationseingabe.....	41
3.3.5 Grundlagen der menschlichen Informationsverarbeitung für die Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen	53
3.3.5.1 Zielgerichtete Natur der menschlichen Handlung.....	55
3.3.5.2 Automatische und kontrollierte Informationsverarbeitung	55
3.3.5.3 Informationsverarbeitungsmodell von Wickens	56
3.3.5.4 Regulationsebenen des menschlichen Verhaltens.....	59
3.3.5.5 Das Kontinuum-Modell des Vorwissens.....	61
3.3.5.6 Menschliche Fehler in sicherheitskritischen Systemen.....	63
3.3.5.7 Situation Awareness	64
3.3.5.8 Telepräsenz als Bestandteil von Situation Awareness	67
3.3.6 Zusammenfassung und Fazit für die Gestaltung von Mensch-Roboter- Interaktion für den Anwendungsfall RoboGas ^{Inspector}	68

3.4 Evaluieren von Gestaltungslösungen	73
3.4.1 Evaluation 1: Einfluss unterschiedlicher Ausgabegeräte auf das Entstehen von Telepräsenz	74
3.4.2 Evaluation 2: Bewertung einer kopfgekoppelten Kamerasteuerung sowie deren Einfluss auf das Entstehen von Symptomen der Simulatorkrankheit	75
3.4.3 Evaluation 3: Einsatz unterschiedlicher Eingabegeräte zur telemanipulativen Steuerung eines Roboterarms	76
3.4.4 Evaluation 4: Intuitive Gesten zur Steuerung eines mobilen Roboters	77
3.4.5 Evaluation 5: 3-D-Gestensteuerung für einen mobilen Serviceroboter	78
4 Evaluationen	80
4.1 Evaluation 1: Einfluss unterschiedlicher Ausgabegeräte auf das Entstehen von Telepräsenz	81
4.1.1 Versuchsdesign	81
4.1.2 Ergebnisse	84
4.1.3 Diskussion und Ausblick	85
4.2 Evaluation 2: Bewertung einer kopfgekoppelten Kamerasteuerung sowie deren Einfluss auf das Entstehen von Symptomen der Simulatorkrankheit	86
4.2.1 Versuchsdesign	86
4.2.2 Ergebnisse	88
4.2.3 Versuchsdesign in der erweiterten Evaluation	91
4.2.4 Ergebnisse der erweiterten Evaluation.....	93
4.2.5 Diskussion und Ausblick	95
4.3 Evaluation 3: Einsatz unterschiedlicher Eingabegeräte zur telemanipulativen Steuerung eines Roboterarms	96
4.3.1 Versuchsdesign	96
4.3.2 Ergebnisse	100
4.3.3 Diskussion und Ausblick	106
4.4 Evaluation 4: Intuitive Gesten zur Steuerung eines mobilen Roboters	108
4.4.1 Versuchsdesign	108
4.4.2 Gestenerhebung (Durchlauf 1).....	111
4.4.3 Ergebnisse der Gestenerhebung.....	111
4.4.4 Gesteneinsatz (Durchlauf 2).....	113

4.4.5 Ergebnisse des Gesteneinsatzes	114
4.4.6 Diskussion und Ausblick	117
4.5 Evaluation 5: 3-D-Gestensteuerung für einen mobilen Serviceroboter	118
4.5.1 Versuchsdesign	118
4.5.2 Ergebnisse	124
4.5.3 Diskussion und Ausblick	127
5 Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für die Mensch-Roboter-Interaktion im Anwendungsfall RoboGas ^{Inspector}	130
5.1 Stereoskopische Darstellung	132
5.2 Großmonitor	133
5.3 Head-Mounted Display	134
5.4 Körpergekoppelte Steuerung	136
5.5 Flystick	138
5.6 Gestensteuerung	139
6 Zusammenfassung	141
Literaturverzeichnis	145
Anhang A - Leitfaden Aufgabenanalyse	155
Anhang B - Datenschutz und Einverständniserklärung	156
Anhang C - Sicherheitshinweise zur Benutzung des Motion-Tracking-Systems	157
Anhang D - Evaluation 1: Einfluss unterschiedlicher Ausgabegeräte auf das Entstehen von Telepräsenz	158
Anhang E - Evaluation 2: Bewertung einer kopfgekoppelten Kamerasteuerung sowie deren Einfluss auf das Entstehen von Symptomen der Simulatorkrankheit	168
Anhang F - Evaluation 3: Einsatz unterschiedlicher Eingabegeräte zur telemanipulativen Steuerung eines Roboterarmes	183
Anhang G - Evaluation 4: Intuitive Gesten zur Steuerung eines mobilen Roboters	197