

Inhaltsverzeichnis

Bibliographische Beschreibung und Referat	i
Eidesstattliche Erklärung	ii
Danksagungen	iv
Abbildungsverzeichnis	ix
Tabellenverzeichnis	xii

1 Einleitung 1

1.1 Einführung in das Thema	1
1.2 Probleme und Lösungsansätze	3
1.3 Stand des Wissens	5
1.4 Rechtfertigung	8
1.5 Arbeitsziele	9

2 Technische Grundlagen 11

2.1 Zielsetzung	11
2.2 Hardware	11
2.2.1 Laser-Entfernungsmesser	12
2.2.2 Ultraschallsensor	15
2.2.3 Mikrocontroller	17
2.2.4 GPS	18
2.2.5 Kamera	23
2.2.6 Zusammenfassung	27
2.3 Die Software	28
2.3.1 Bildverarbeitung	28
2.3.2 Navigation	34
2.3.3 Künstliche Intelligenz	38
2.3.4 Zusammenfassung	42
2.4 Zusammenfassung	42

3	Systemintegration: Von der Komponente zum System	44
3.1	Zielsetzung/ Überblick	44
3.2	Schwimmdrohne	45
3.2.1	Bootsrumpf	45
3.2.2	Deck und Aufbauten	51
3.2.3	Antriebsstrang und Antriebsteuerung	57
3.2.4	Navigation	66
3.2.5	Objekterkennung	73
3.2.6	Probleme bei der Umsetzung	75
3.3	Flugdrohne	78
3.3.1	Korpus	79
3.3.2	Steuerung	81
3.3.3	Navigation	90
3.3.4	Objekterkennung	93
3.3.5	Probleme bei der Umsetzung	101
3.4	Synchronisation Flug-/ Schwimmdrohne	104
3.5	Zusammenfassung	108
4	Test des Systems und Auswertung der Ergebnisse	110
4.1	Zielsetzung/ Überblick	110
4.2	TestszENARIO Komponententest	111
4.2.1	Beschreibung	111
4.2.2	Kriterien	111
4.2.3	Durchführung	113
4.2.4	Ergebnisse	114
4.2.5	Auswertung	118
4.3	TestszENARIO Funktionstest	120
4.3.1	Beschreibung	120
4.3.2	Kriterien	121
4.3.3	Durchführung	122
4.3.4	Ergebnisse	123
4.3.5	Auswertung	127
4.4	TestszENARIO Belastungstest	128
4.4.1	Beschreibung	128
4.4.2	Kriterien	129

4.4.3	Durchführung	130
4.4.4	Ergebnisse	131
4.4.5	Auswertung	134
4.5	Grenzen des Systems	134
5	Zusammenfassung und Diskussion	137
5.1	Vorgaben	137
5.2	Projektstand	138
5.3	Ergebnisdiskussion	140
5.4	Ausblick für weitere Projekte	141
A	Abbildungen	145
A.1	Schwimmdrohne	145
A.1.1	Antriebsstrang und Antriebsteuerung	145
B	Quellcode	147
B.1	SAVIRE	147
B.1.1	Antriebsstrang und Antriebsteuerung	147
B.1.2	Node-RED	151
B.1.3	ROS	166
B.1.3.1	Blob-Detection	166
B.1.3.2	Launch	172
B.2	COMMAND	175
B.2.1	Node-RED	175
B.2.1.1	Mission Control	175
B.2.1.2	Bildaufnahme	227
B.2.1.3	Bildverarbeitung	246
B.2.1.4	Dokumentation	260
B.2.2	ROS	268
B.2.2.1	Blob-Detection	268
B.2.2.2	Launch	271
C	Datenträger	274
C.1	TOPAS	275
C.1.1	Konstruktion	275