

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Stand der Technik	2
1.2	Ziel der Arbeit	4
1.3	Aufbau und Inhalt der Arbeit	6
2	Das Kippflügel-Flugzeug	8
2.1	Allgemein	8
2.2	Avigle Kippflügler	13
2.2.1	Spezifikation	14
2.2.2	Bordelektronik / Sensorik.....	15
2.2.3	Definition der Flugphasen	18
2.2.4	Steuergrößen und Wirkungen.....	20
2.2.5	Flugleistungen und Steuereffektivität.....	23
2.2.6	Transitionskonzept	25
3	Aufgabendefinition für die automatisierte Flugführung der Flugplattform	30
3.1	Betriebsarten und Steuergrößenzuweisung	31
3.1.1	Vertikalflugmodus	31
3.1.2	Horizontalflugmodus.....	32
3.1.3	Transitionsflugmodus.....	32
3.2	Auswahl der Betriebsmodi.....	33
3.3	Definition der Geschwindigkeiten	33
4	Entwicklung des Flugführungssystems.....	35
4.1	Struktur	35
4.2	Flugregler	36
4.2.1	Flugzustandsregler	37
4.2.2	Bahnführungsregler.....	48
4.2.3	Navigationsregler	49
4.2.4	Reglerdistribution.....	52
4.2.5	Einstellung der Reglerparameter	55

4.3	Grafische Benutzerschnittstelle	57
5	Validierung der Regelung in der Simulation	58
5.1	Simulationsumgebung	58
5.1.1	Allgemeine Struktur	58
5.1.2	Fluggerätemodell	59
5.1.3	Umweltmodell.....	63
5.1.4	Flugführungssystem	63
5.1.5	Schnittstellen	63
5.2	Flugversuche in der Simulationsumgebung	65
5.2.1	Vertikalflugmanöver.....	65
5.2.2	Horizontalflugmanöver	70
5.2.3	Transitionsmanöver	74
5.2.4	Beispielmission	80
5.2.5	Simulationen mit Windeinfluss	84
6	Exemplarische Freiflugversuche	88
6.1	Reglerkonfiguration	88
6.2	Flugversuche	90
6.3	Ergebnisse	92
6.3.1	Durchgehende Transitionen in beide Richtungen	92
6.3.2	Transitionsflug mit verschiedenen Kippwinkeln	93
6.3.3	Zusammenfassung Ergebnisse	95
7	Zusammenfassung	96
8	Ausblick	98
	Anhang	99
	Literaturverzeichnis.....	105
	Abbildungsverzeichnis.....	111
	Tabellenverzeichnis.....	115