

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung.....	8
1.1 Thema der Doktorarbeit.....	9
1.2 Struktur der Doktorarbeit.....	10
1.3 Beiträge zur Doktorarbeit.....	10
2 Grundlagen der optischen Kommunikation im Weltraum	11
2.1 Geschichtlicher Überblick.....	11
2.2 Optische Freiraumkommunikation	12
2.2.1 Vorteile der optischen Freiraumkommunikation	12
2.2.2 Herausforderungen der optischen Freiraumkommunikation	12
2.3 Anwendungen der optischen Freiraumkommunikation	12
2.3.1 Datenübertragung vom Satelliten zum Boden	13
2.3.2 Inter-Satelliten-Links	14
2.3.3 Datenübertragung von hochfliegenden Plattformen	15
2.3.4 Bodenstationen	16
2.4 Optische Satellitenkommunikation	16
2.4.1 Satellitenorbits	17
2.4.2 Umweltbedingungen im LEO-Orbit	18
2.4.3 DTE-Szenario.....	19
2.4.4 Boden- und Weltraumsegment.....	20
2.4.5 PAT-Algorithmus.....	21
2.4.6 Lageregelung des Satelliten.....	22
2.5 Optimierte Strahlungsrichtungsfindung für die optische Freiraumkommunikation	23
3 Ausgangssituation	26
3.1 Entwicklung von Kleinsatelliten.....	26
3.2 Limitierungen in CubeSat-Missionen	29
4 Miniaturisierungspotentiale.....	33
4.1 Komponentenmontage auf Platine	33
4.2 Additive Fertigungsverfahren	40
5 Laserterminal OSIRIS4CubeSat	45
5.1 Anforderungen an OSIRIS4CubeSat.....	45
5.1.1 Aufbau des Laserterminals	45
5.1.2 Aperturgröße.....	49
5.1.3 Link-Budget.....	51

- 5.1.4 Winkelbereich Ausrichteeinheit 54
- 5.2 Umsetzung Prototypenentwicklung 56
 - 5.2.1 Optisches System 57
 - 5.2.2 Sendelaser 73
 - 5.2.3 Trackingsensor..... 74
 - 5.2.4 Gesamtsystem 81
 - 5.2.5 Mechanischer Aufbau..... 83
- 6 Verifikation des Systemkonzepts 86
 - 6.1 Verifikation des elektrisch-optischen Aufbaus..... 86
 - 6.1.1 Rahmenbedingungen und Annahmen..... 86
 - 6.1.2 Einführung Simulationsgrößen 89
 - 6.1.3 Simulationsumgebung 89
 - 6.1.4 CAD-Modell 90
 - 6.1.5 Modellierung Leiterplatte 92
 - 6.1.6 Simulationsergebnisse..... 93
 - 6.2 Verifikation additive Fertigungsverfahren 98
- 7 Mission PIXL: In-Orbit-Verifikation 101
 - 7.1 Designoptimierungen 101
 - 7.2 Weltraumqualifikation 102
 - 7.3 Mission PIXL..... 107
 - 7.4 Technologietransfer in Serienfertigung..... 109
- Zusammenfassung & Ausblick..... 110
- Literaturverzeichnis..... 114
- Appendix A - Überblick über RF-Modems 120
- Appendix B - Integration und Kalibration des Laserterminals 121