

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis.....	ix
Abbildungsverzeichnis.....	xiii
Tabellenverzeichnis.....	xix
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	4
1.2 Zielstellung und Anspruch.....	6
2 Aufbau optomechatronischer Baugruppen	9
2.1 Grundlagen zur Lichtführung in optischen Leitern und optischen Technologien.....	9
2.1.1 Überblick zur Physik des Lichts.....	10
2.1.2 Lichtausbreitung in optischen Wellenleitern	13
2.1.3 Dämpfung und Dispersion	15
2.2 Technologie elektrooptischer und optomechatronischer Baugruppen.....	18
2.3 Additiv gefertigte Lichtwellenleiter.....	23
3 Methoden der domänenorientierten Produktentwicklung ...	27
3.1 Allgemeine Vorgehensweisen.....	27
3.1.1 VDI-Richtlinie 2221 – Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme	28
3.1.2 VDI-Richtlinie 2206 – Entwicklungsmethodik für mechatronische Produkte	29
3.1.3 Modellbasiertes Systems Engineering (MBSE).....	31
3.2 Entwurf von elektronischen und elektrooptischen Schaltungen sowie von MID	33
3.2.1 Generelle Vorgehensweisen für elektronische und elektrooptische Baugruppen	33
3.2.2 Vorgehen im Elektronikentwurf.....	35
3.2.3 Vorgehen für räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID)	37
3.2.4 Vorgehen im elektrooptischen Entwurf	39
3.3 Bewertung.....	40
4 Funktionsweise von softwarebasierten grafischen Ingenieurssystemen	41
4.1 Grundlegender Aufbau.....	41

4.2	CAD-Systeme	42
4.3	3D-Modelle	44
4.3.1	Constructive Solid Geometry	45
4.3.2	Boundary Representation.....	46
4.3.3	Hybride Modelle	48
4.4	Besonderheiten der Bearbeitung von 3D-Modellen im CAD ..	49
4.4.1	Splines und NURBS	49
4.4.2	Lineare Algebra in der Computergrafik	50
4.5	Zusammenfassung	53
5	Handlungsbedarf für die rechnergestützte Modellierung von 3D-Opto-MID	55
5.1	Allgemeine funktionale Anforderungen für ein 3D-Opto-Mechatronik-CAD-System	55
5.2	Übergreifende Aspekte	56
5.2.1	Aspekte des Designs	57
5.2.2	Aspekte resultierend aus der Fertigung	58
5.2.3	Aspekte eingesetzter Softwaresysteme	58
5.3	Zusammenfassung	59
6	Konzeption zum Aufbau und Ablauf eines 3D-Opto-Mechatronik-CAD-Systems (OMCAD).....	61
6.1	Konzept einer domänenübergreifenden Methodik für optomechatronische Bauteile	61
6.2	Technische Ansätze für die Integration der Funktionsbausteine	63
6.2.1	Stand-Alone-System	64
6.2.2	Schnittstellenbasiertes System	64
6.2.3	Modulares System (Plug-In)	65
6.2.4	Vergleich der Ansätze und Fazit.....	65
6.3	Überlegungen zum Aufbau und Ablauf eines rechnergestützten 3D-Opto-MID-Systems.....	67
6.3.1	Schichtenmodell	67
6.3.2	Programmablauf	70
7	Untersuchungen zu Entflechtungsstrategien für Leiterstrukturen	73
7.1	Kürzeste wegbasierte Algorithmen	74
7.1.1	Dijkstra's Algorithmus.....	75

7.1.2	A* Algorithmus	77
7.2	Rasterbasierte Verfahren	78
7.2.1	Der Lee-Algorithmus	78
7.2.2	Soukup's Algorithmus	80
7.2.3	Der Hadlock-Algorithmus.....	81
7.3	Rasterlose Verfahren.....	83
7.3.1	Hightower-Algorithmus	83
7.3.2	Mikami-Tabuchi's Algorithmus	86
7.3.3	Algorithmus für die Rechteck- und Linienexpansion.....	86
7.4	Topologische Verfahren	89
7.5	3D-Routing	90
7.5.1	Kombiniertes B-Rep-Planarisierungsrouting.....	91
7.5.2	Algorithmus für manuelles 3D-Routing und Oberflächenschnitte	93
7.6	Zusammenfassung und Bewertung	95
8	Prototypische Integration optomechatronischer Funktionen in ein 3D-Opto-MID Designsystem.....	101
8.1	Allgemeines Anwendungsdesign und Aufbau	101
8.2	Schaltungsträger- und Substratmodellierung	105
8.3	Schaltungssynthese.....	106
8.4	Wellenleitermodellierung, Entflechtung und Verdrahtung....	115
8.5	Design- und Fertigungsrichtlinien	127
8.6	Absicherung des Designs mittels optischer Simulationsverfahren	135
8.6.1	Methode zur Simulation optischer Systeme.....	135
8.6.2	Raytracing-Methode	135
8.6.3	Optische Simulation mittels des Systems RAYTRACE .	137
8.6.4	Aufbereitung von CAD-Daten für die nicht-sequentielle strahlenoptische Simulation.....	139
8.7	Generierung von Fertigungsdaten	143
8.8	Bewertung der Arbeiten	143
9	Zusammenfassung und Ausblick.....	147
10	Summary and outlook.....	151
	Literaturverzeichnis.....	155