

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Motivation	2
1.2	Zielstellung.....	4
2	Grundlagen.....	7
2.1	Nichtabbildende, geometrische Optik	7
2.2	Photometrische Größen.....	9
2.3	Lichttechnische Begriffe	10
2.3.1	Lichtverteilung.....	10
2.3.2	Strahl und Strahlenergie.....	11
2.3.3	Lichtquelle und Detektor	11
2.3.4	Strahlpfad	12
2.3.5	Eindeutiger Strahlengang	13
2.4	Nichtabbildende optische Systeme.....	13
2.5	Funktionsprinzipien optischer Flächen	14
2.5.1	Strahlumlenkung und Snelliussches Brechungsgesetz	15
2.5.2	Strahlformung.....	16
2.5.3	Strahlabstandskonzept	17
2.5.4	Lexikographisch geordnete Strahlenmengen	19
2.6	Flächentypen der nichtabbildenden Optik.....	20
2.6.1	Kegelschnittbasierte Flächen	20
2.6.2	Rotationssymmetrische Polynomflächen	21
2.6.3	Global und abschnittsweise definierte Flächen	22
2.6.4	Freiformflächen	23
2.7	Idealisierte optische Systeme.....	26
2.8	Sequentielle und nichtsequentielle Strahlverfolgung.....	27

3	Entwurfsmethoden der Beleuchtungsoptik	29
3.1	Virtuelles Prototyping	29
3.1.1	Entwurfsphasen im Entwicklungsprozess	30
3.1.2	Softwaregestützte Modellierung und Analyse optischer Systeme	33
3.2	Fortgeschrittene Entwurfsmethoden optischer Flächen	36
3.2.1	Randstrahlenprinzip	36
3.2.2	Simultan-Multiple-Surface-Methode.....	38
3.2.3	Differentialgeometrisches Maßschneiden mit Wellenfronten	38
3.2.4	Integrable-Maps-Methode	40
3.3	Fertigungstechnologien	41
4	Maßberechnung optischer Systeme.....	43
4.1	Konzept der ordnungserhaltenden Strahlzuordnung	43
4.2	Maßberechnung rotationssymmetrischer optischer Komponenten	47
4.2.1	Systeme mit einer optischen Fläche.....	48
4.2.2	Differentialgleichung zur Berechnung der Strahlzuordnung.....	50
4.2.3	Differentialgleichung zur Berechnung der Freiformkurve	51
4.2.4	Numerische Lösung der Differentialgleichungen und Approximation der Maßberechnungsfläche	54
4.2.5	Beispiel für Systeme mit einer strahlformenden Fläche ...	56
4.2.6	Systeme mit mehreren optischen Flächen	57
4.2.7	Systeme mit zwei Maßberechnungsflächen	64

5	Maßberechnung nichtrotationssymmetrischer optischer Komponenten.....	67
5.1	Abgrenzung zu rotationssymmetrischen Systemen	67
5.2	Strahlzuordnung nichtrotationssymmetrischer Lichtverteilungen	68
5.2.1	Herleitung des Differentialgleichungssystems der Strahlzuordnung	70
5.2.2	Transformationsfunktion der polaren Winkelkoordinate	72
5.2.3	Interpretation der Gleichungen.....	74
5.2.4	Transformationsfunktion der azimuthalen Winkelkoordinate	76
5.2.5	Anfangsbedingung für die Strahlzuordnung	77
5.3	Generierung nichtrotationssymmetrischer Freiformflächen.....	79
5.3.1	Herleitung des Differentialgleichungssystems.....	79
5.3.2	Systeme mit weiteren optischen Flächen.....	81
5.3.3	Nichtrotationssymmetrische Systeme mit zwei Freiformflächen	82
5.4	Kurzdarstellung des Maßberechnungsalgorithmus	82
6	Diskussion des Maßberechnungsalgorithmus.....	87
6.1	Charakterisierung und Abgrenzung zu bekannten Verfahren	87
6.2	Topologie der Lichtverteilungen	90
6.3	Numerischer Lösungsansatz	92
6.4	Generierung und Eigenschaften der Maßberechnungsfläche	93
6.5	Übergang von Refraktion auf Totalreflexion	94
6.6	Physikalische Konsistenz :.....	94
6.7	Systeme mit realen Lichtquellen	95
6.8	Praxisrelevante Einschätzung der Leistungsfähigkeit.....	96

7	Das AdoptTool	99
7.1	Einführung und allgemeine Anmerkungen.....	99
7.2	Programmaufbau und GUI-basierte Bedienung	101
7.2.1	Eingabe der Systemdaten	102
7.2.2	Programmablauf und Ausgabe der Systemdaten	106
7.3	Datenaustausch mit kommerziellen Softwarepaketen	108
7.3.1	Generierung der berechneten optischen Flächen	109
7.3.2	Lichttechnische Verifikationssimulationen	110
7.4	Diskussion des Programmpakets.....	110
7.4.1	Leistungsfähigkeit des AdoptTools.....	111
7.4.2	Grenzen des AdoptTools.....	115
7.5	Systemadaptation an reale Bedingungen	118
7.5.1	Ursachen qualitativer und quantitativer Abweichungen.....	119
7.5.2	Kompensation abweichender Detektorlichtverteilungen	120
8	Applikationsbeispiele	123
8.1	LED-basierter Fahrtrichtungsanzeiger.....	123
8.2	LED basierte Warnleuchte	125
8.3	Downlight-Leuchte mit Freiformreflektoren	129
8.4	Maßberechnete Lichtleitstäbe	130
8.5	Weitere mögliche Anwendungsgebiete	132
9	Zusammenfassung und Ausblick	135
9.1	Ausblick.....	138
10	Literaturverzeichnis	141
11	Danksagung.....	145