

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik zur LED-Beleuchtung	2
2.1	LED-Bauelemente - Entwicklung bis heute	2
2.2	Aktueller Stand	4
2.3	Prognosen	5
2.4	Zusammenfassung	8
3	Präzisierte Aufgabenstellung	10
4	Charakterisierung und Modellierung von LED-Bauelementen	11
4.1	Halbleiterwerkstoffe	11
4.2	Bauformen von LED-Bauelementen	12
4.3	Optische Kenngrößen	14
4.3.1	Radiometrische und fotometrische Größen	14
4.3.2	Spektrale Charakterisierung	16
4.3.3	Spektrale Modellierung	20
4.3.4	Modellerweiterung	25
4.3.5	Winkelabhängigkeit	30
4.4	Elektrische Kenngrößen	32
4.5	Wirkungsgrad	35
4.6	Temperaturabhängigkeiten	38
4.7	Alterung	39
4.8	Zusammenfassung	40
5	Entwicklung von LED-basierten spektral programmierbaren Beleuchtungssystemen	41
5.1	Systemüberblick	41

Inhaltsverzeichnis

5.2	Wahl der Lichtquellen	42
5.2.1	Wahl der Lichtquellen im Hinblick auf die Kontrastoptimierung	43
5.2.2	Wahl der Lichtquellen im Hinblick auf die Simulation anderer flach verlaufender Spektren	43
5.3	Optischer Entwurf	45
5.3.1	Strahlformung bei LED	47
5.3.2	Lichtmischung	49
5.3.3	Auskoppeloptik	54
5.4	Thermischer Entwurf	55
5.5	Elektronische Ansteuerung	58
5.5.1	Ansteuerung mit Pulsweitenmodulation	58
5.5.2	Ansteuerung mit Strommodulation	59
5.5.3	Betrieb an Gleichstromquelle	60
5.5.4	Betrieb an getakteter Stromquelle	60
5.5.5	Stromquelle mit gemischter Strom- und Pulsweitenmodulation	61
5.6	Algorithmus für die spektrale Anpassung	62
5.7	Zusammenfassung	63
6	Aufbau und Erprobung ausgewählter Funktionsmuster	64
6.1	Demonstrator zum Nachweis des Funktionsprinzips	64
6.2	LED-basiertes spektral programmierbares Beleuchtungssystem	69
6.3	Software	75
6.4	Zusammenfassung	77
7	Einsatzmöglichkeiten	78
7.1	Simulation anderer spektraler Verteilungen	78
7.2	Erzeugen multispektraler Bildkanäle	80
7.3	Kontrastoptimierung	83
7.4	Zusammenfassung	85
8	Entwicklungsprozess für LED-basierte spektral programmierbare Beleuchtungssysteme	86
9	Gesamtzusammenfassung und weiterführende Aufgaben	88
	Anhang	90

Inhaltsverzeichnis

A	Stromlaufplan für Demonstrator	90
B	Berechnung der maximal möglichen Lichtausbeute	96
C	Experimentalaufbau zur Untersuchung der Abhängigkeit des Spektrums von LED-Bauelementen von Betriebsstrom und -temperatur	99
D	Lichtmischung von LED durch Farbteilerspiegel	102
	Literaturverzeichnis	104