



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Weiß emittierende organische Leuchtdioden	1
1.2	Zielsetzung und Gliederung	3
2	Physikalische Grundlagen	5
2.1	Organische Halbleitermaterialien	5
2.1.1	Aufbau organischer Moleküle	5
2.1.2	Ladungsträgertransport	7
2.1.3	Photophysikalische Prozesse in organischen Molekülen	8
2.1.4	Intermolekularer Energietransfer bei der Farbstoff-Dotierung	10
2.2	Organische Leuchtdioden	12
2.2.1	Bauelementstruktur und Funktionsprinzip	12
2.2.2	Dotierung der Transportschichten	14
2.2.3	Kontaktgrenzflächen und Ladungsträgerinjektion	14
2.2.4	Ladungsträgergenerierende Schichten	16
2.2.5	Quanteneffizienz der OLED	17
2.3	Optische Eigenschaften von Dünnschichtstrukturen	18
2.3.1	Mikrokavitäten innerhalb einer OLED	19
2.3.2	Auskopplungsschichten auf der OLED	21
2.3.3	Antireflexbeschichtungen	23
2.4	Definition der Farbe einer Lichtquelle	24
2.4.1	Farbort	24
2.4.2	Farbwiedergabe	25



3	Technologie und Charakterisierung	27
3.1	Substratpräparation	27
3.1.1	Verwendete Substrate	27
3.1.2	Herstellung der OLED-Strukturen	28
3.2	Beschichtungsverfahren	29
3.2.1	Organische Molekularstrahldeposition	29
3.2.2	Kathodenzerstäubung	32
3.2.3	Atomlagenabscheidung	33
3.3	Analytische Verfahren	34
3.3.1	Elektrooptische Charakterisierung der OLED-Strukturen	34
3.3.2	Charakterisierung der Dünnschicht-Strukturen	37
4	Sub-OLEDs zur Farbgestaltung	38
4.1	Anforderungen für Raumbeleuchtung und medizinische Leuchten	39
4.2	Emittersysteme und Bauelementstrukturen	42
4.2.1	Phosphoreszente rot emittierende OLEDs	42
4.2.2	Phosphoreszente gelb emittierende OLEDs	45
4.2.3	Fluoreszente blau emittierende OLEDs	52
4.3	Kombinierte Emittersysteme für orange emittierende OLEDs	54
4.3.1	Direkt aufeinanderfolgende Emissionsfilme	54
4.3.2	Tandem-Strukturen	59
5	(Semi)transparente Top-Elektroden für OLED-Strukturen	66
5.1	Dünne Aluminium- und Silberfilme	66
5.1.1	Strukturelle und elektrische Eigenschaften dünner Al- und Ag-Filme	67
5.1.2	Optische Eigenschaften dünner Al- und Ag-Filme	70
5.2	Dünne Al-Filme als Elektroden für top-emittierende OLEDs	73
5.2.1	Schichtstruktur und organische Auskoppelschichten	73
5.2.2	Bifunktionale Deckschichten mittels Atomlagenabscheidung - ALD	76
5.2.3	Auswirkungen der Deckschicht auf die Lichtemission	79
5.3	Oxidbasierte Elektroden auf OLEDs	82
5.3.1	Indium-Zinn-Oxid - ITO	83
5.3.2	Zink-Zinn-Oxid - ZTO	86
5.3.3	ZTO- und ITO-Deposition auf OLED-Strukturen	88
5.4	Mehrschicht-Elektroden auf ZTO-Silber Basis - ZAZ	91
5.4.1	Elektrische Eigenschaften der ZAZ-Elektrode	92
5.4.2	Struktur und Morphologie der ZAZ-Elektrode	93



5.4.3	Optische Parameter der ZAZ-Elektrode	97
5.5	ZAZ-Strukturen als Top-Elektroden für transparente OLEDs	101
6	Realisierung gestapelter farbabstimmbarer Weißlicht-OLEDs	106
6.1	Optimierung der Bauelemente	106
6.1.1	Einfluss der Kavitäten auf den Farbort	107
6.1.2	Charakterisierung einer optimierten gestapelten Weißlicht-OLED . . .	108
6.2	Skalierung der aktiven Fläche	113
6.2.1	Dimensionierung des Substrats	113
6.2.2	Robuste invertierte OLEDs mit Planarisierungs-CGL	114
7	Zusammenfassung und Ausblick	117
	Literaturverzeichnis	121