

Dipl.-Ing. Dirk Ammermann, Braunschweig

# **Organische Leuchtdioden**

Reihe **9**: Elektronik

Nr. **253**

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1      | Elektrolumineszenz . . . . .                                    | 2         |
| 1.2      | Ziel und Gliederung der Arbeit . . . . .                        | 5         |
| <b>2</b> | <b>Physikalische Grundlagen organischer Halbleiter</b>          | <b>7</b>  |
| 2.1      | Quantenmechanische Beschreibung von Molekülen . . . . .         | 9         |
| 2.1.1    | Molekülorbitale . . . . .                                       | 10        |
| 2.1.2    | Absorption und Emission . . . . .                               | 14        |
| 2.1.3    | Exzitonen und Energietransfer . . . . .                         | 17        |
| 2.2      | Stromtransport . . . . .  | 20        |
| 2.2.1    | Beweglichkeit in organischen Halbleitern . . . . .              | 20        |
| 2.2.2    | Raumladungs- und haftstellenbegrenzte Ströme . . . . .          | 21        |
| 2.2.3    | Rekombination und volumenbegrenzte Elektrolumineszenz . . . . . | 27        |
| 2.3      | Kontakte . . . . .  | 32        |
| 2.3.1    | Feldunterstützte thermionische Emission . . . . .               | 32        |
| 2.3.2    | Tunnelströme . . . . .  | 34        |
| 2.3.3    | Injektionsbegrenzte Elektrolumineszenz . . . . .                | 35        |
| 2.4      | Aufbau und Funktion organischer Leuchtdioden . . . . .          | 36        |
| 2.4.1    | Energieniveau–Diagramme . . . . .                               | 36        |
| 2.4.2    | Auswahlkriterien . . . . .                                      | 38        |
| 2.4.3    | Mehrschichtstrukturen . . . . .                                 | 41        |
| <b>3</b> | <b>Materialien und Technologie</b>                              | <b>45</b> |
| 3.1      | Organische Halbleiter . . . . .                                 | 46        |
| 3.1.1    | Löcherleiter . . . . .  | 48        |
| 3.1.2    | Elektronenleiter . . . . .                                      | 49        |

---

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.1.3    | Emissionsfarbstoffe . . . . .                                       | 50         |
| 3.2      | Materialcharakterisierung . . . . .                                 | 52         |
| 3.2.1    | Absorption . . . . .  | 53         |
| 3.2.2    | Photolumineszenz . . . . .  | 55         |
| 3.3      | Organische Molekularstrahldeposition (OMBD) . . . . .               | 59         |
| <b>4</b> | <b>Charakterisierung organischer Leuchtdioden (OLEDs)</b>           | <b>64</b>  |
| 4.1      | Meßtechnik . . . . .  | 64         |
| 4.2      | Grün emittierende OLEDs . . . . .                                   | 69         |
| 4.2.1    | Einzelschicht-Struktur . . . . .                                    | 70         |
| 4.2.2    | Einfach-Heterostruktur . . . . .                                    | 72         |
| 4.2.3    | Doppel-Heterostruktur . . . . .                                     | 81         |
| 4.2.4    | Vergleich der Ergebnisse . . . . .                                  | 84         |
| 4.3      | Blau emittierende OLEDs . . . . .                                   | 85         |
| 4.3.1    | Doppel-Heterostrukturen . . . . .                                   | 87         |
| 4.4      | Gelb-rot emittierende OLEDs . . . . .                               | 92         |
| 4.4.1    | Dotierabhängige Elektrolumineszenz . . . . .                        | 94         |
| <b>5</b> | <b>Diskussion</b>   | <b>98</b>  |
| 5.1      | Volumenbegrenzte Elektrolumineszenz . . . . .                       | 98         |
| 5.1.1    | Stromtransport . . . . .  | 99         |
| 5.1.2    | Rekombination und Diffusion . . . . .                               | 104        |
| 5.1.3    | Simulationsmodell . . . . .   | 110        |
| 5.2      | Wirkungsgrad . . . . .  | 118        |
| 5.3      | Farbtafel . . . . .   | 122        |
| 5.4      | Degradationsverhalten . . . . .                                     | 126        |
| 5.5      | Organische und anorganische Elektrolumineszenzbauelemente . . . . . | 133        |
| <b>6</b> | <b>Zusammenfassung</b>  | <b>139</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>142</b> |