

10. OLEDs and PLEDs

Inhalt

- 10.1 Historische Entwicklung
- 10.2 Elektrolumineszente Moleküle
- 10.3 Aufbau von OLEDs und PLEDs
- 10.4 Funktionsprinzip einer OLED
- 10.5 Lumineszenz von Metallkomplexen
- 10.6 Iridiumkomplexe
- 10.7 Weiße OLEDs
- 10.8 PLEDs - Aufbau
- 10.9 Funktionsweise einer PLED
- 10.10 Polymer LED Spektren
- 10.11 Entwicklung der Lebensdauer von PLEDs
- 10.12 Anwendungsgebiete

10.1 Historische Entwicklung

Einige Meilensteine

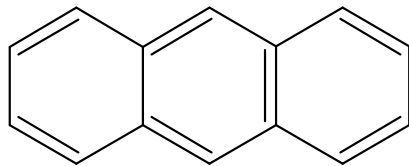
- **1953: Beobachtung von Elektrolumineszenz an Acridin-Orange**
- **60er Jahre: Untersuchungen an Anthracenkristallen**
- **1987: Lumineszierende Komplexe: Al-8-Hydroxychinolinat „Alq₃“**
- **1990: Lumineszierende Polymere: Poly(p-phenylenvinyliden) „PPV“**
- **2009:**

Universal Display Corp.	102 lm/W
Novaled/TU Dresden	90 lm/W
Konica	64 lm/W
Kodak	56 lm/W

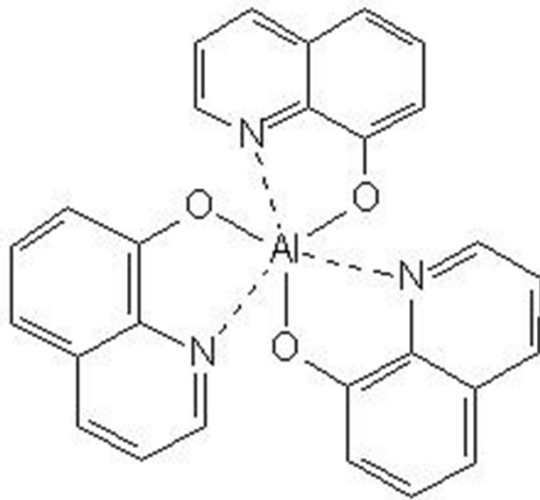
Lit.: M. Dreußen, H. Bässler, Chemie in unserer Zeit 31 (1997) 76

10.2 Elektrolumineszente Moleküle

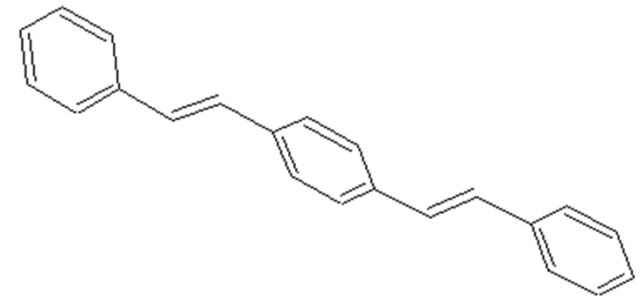
Anthracen



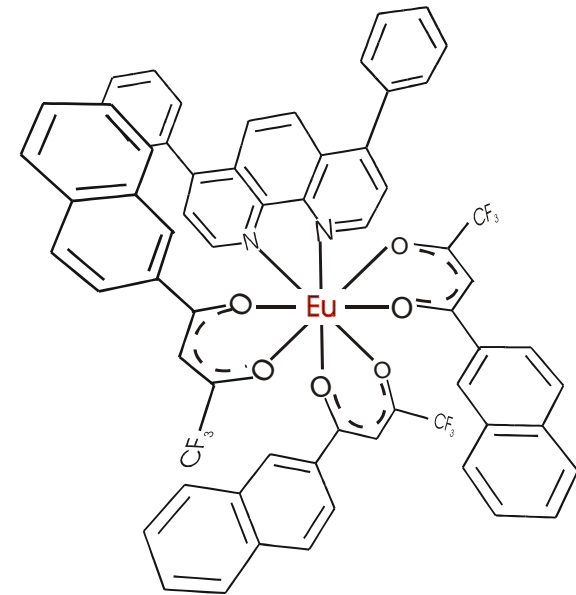
[Al(8-hydroxyquinolat)₃] (Alq₃)



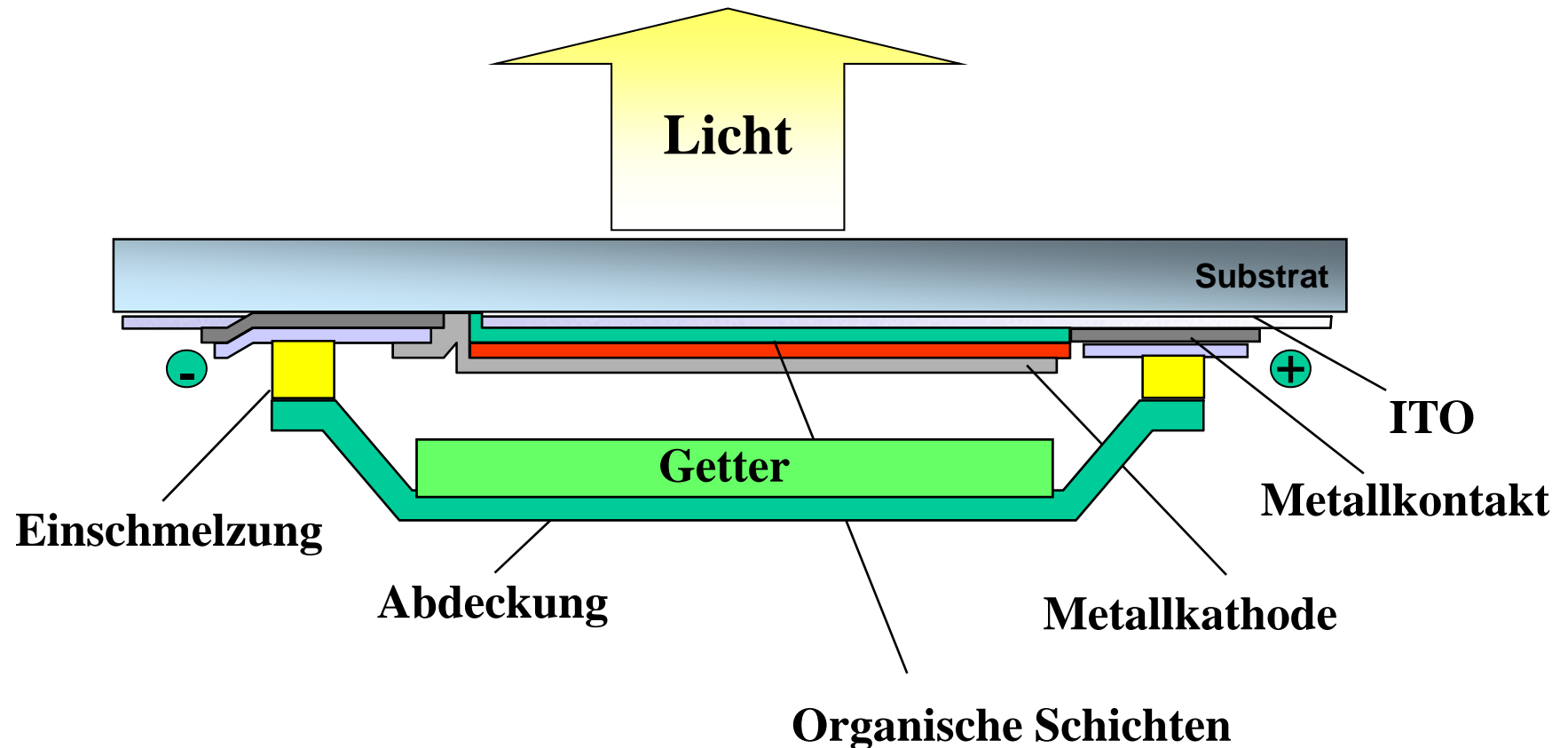
Polyphenylvinyliden (PPV)



Eu-Komplexe



10.3 Aufbau von OLEDs und PLEDs

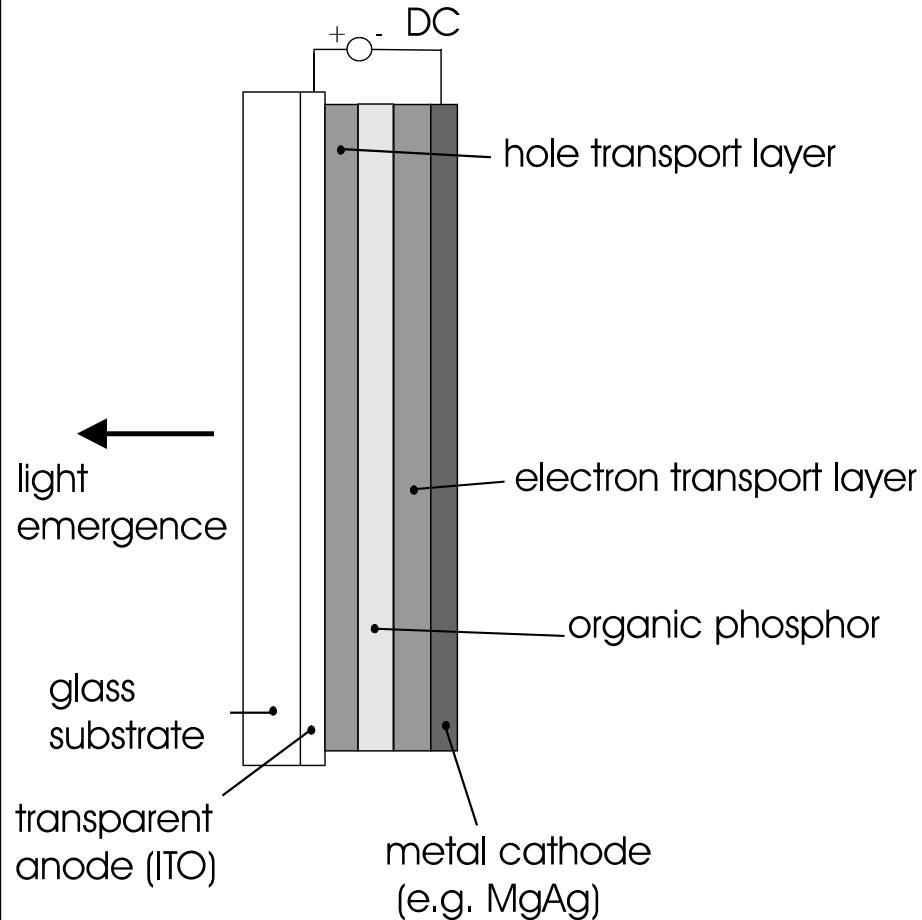


Schichtpräparation durch

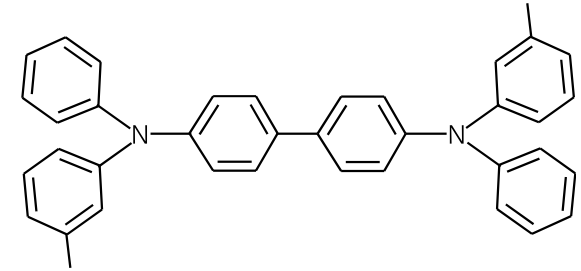
- **Aufdampfen (Sublimation) der organischen Komponenten und Metalle**
- **Spin-coating von Lösungen**

10.4 Funktionsprinzip einer OLED

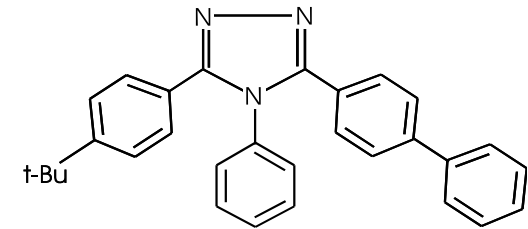
Schematischer Aufbau



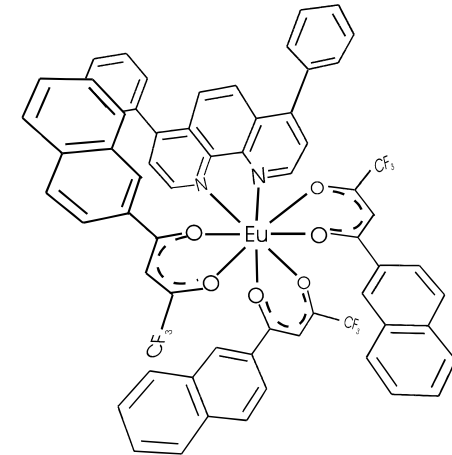
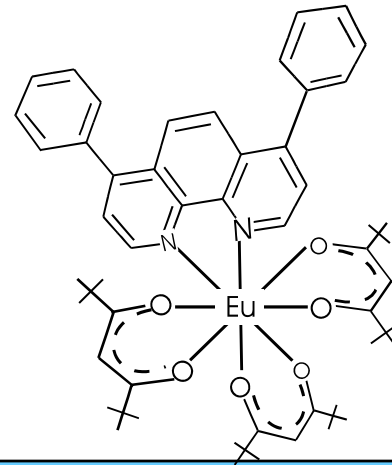
Lochleiter



Elektronenleiter

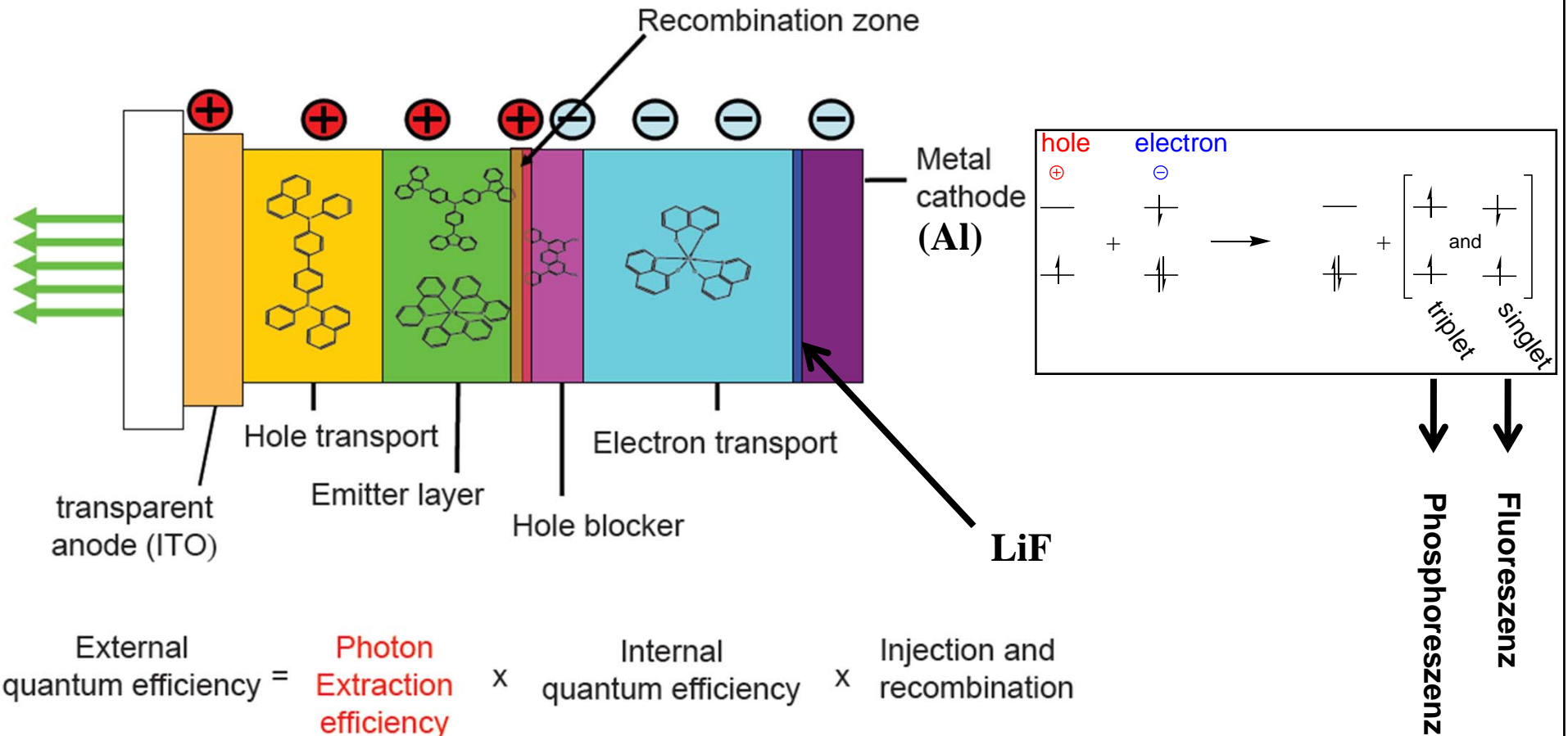


Emitter (Organische Leuchtstoffe)



10.4 Funktionsprinzip einer OLED

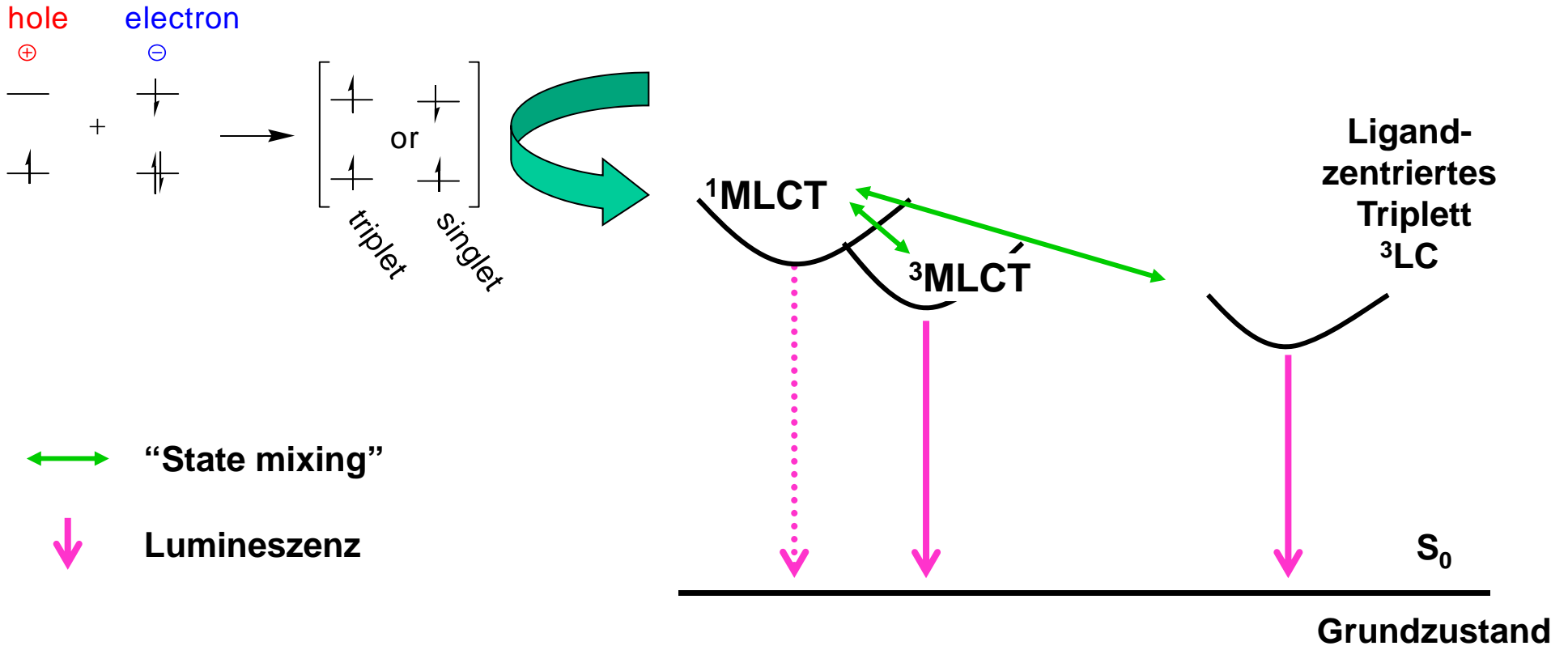
Ladungstransport



Experimentell bestimmter Anteil von Singletts für Alq₃ basierte OLEDs = 22 ± 3%
 Lit.: M.A. Baldo, et.al., Phys. Rev. B (1999)

10.4 Funktionsprinzip einer OLED

Energiefluss

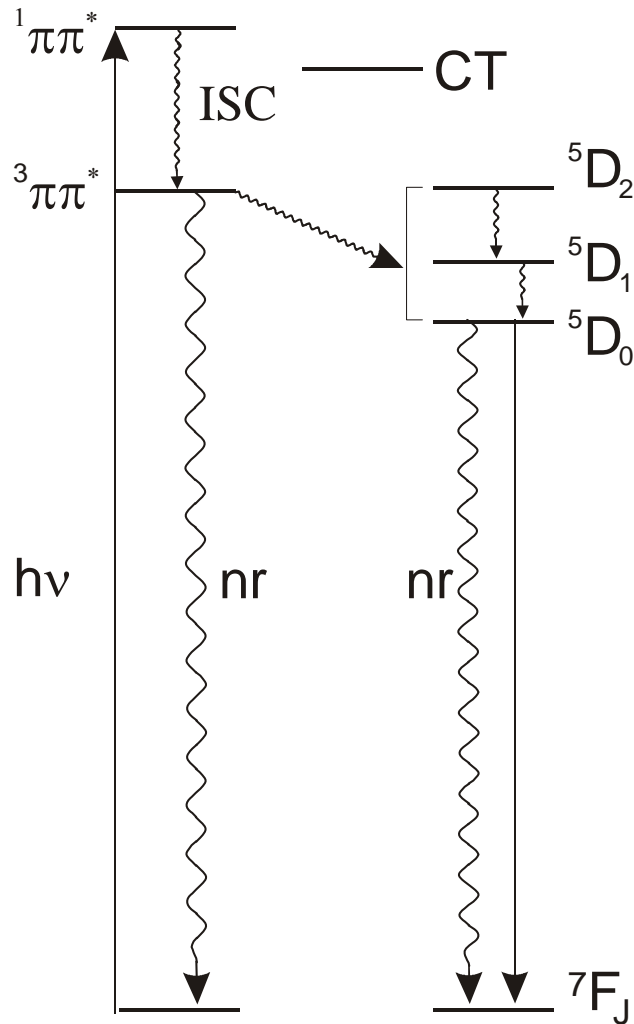


Starke Spin-Bahn-Kopplung mischt Singulett und Triplett MLCT Zustände, M = Ir, Pt, Os, Re, etc.

MLCT = Metal to Ligand Charge Transfer, LC = Liganden-zentriert

10.5 Lumineszenz von Metallkomplexen

Termschema für Eu^{3+} -Komplexe



Absorption (Ligand)

- $^1\pi-\pi \rightarrow ^1\pi-\pi^*$
- $^1\pi-\pi^* \rightarrow ^3\pi-\pi^*$

Ligand-Metall Energietransfer

- $^3\pi-\pi \rightarrow ^5D_1, ^5D_0$ (Eu^{3+})

Emission (Metall)

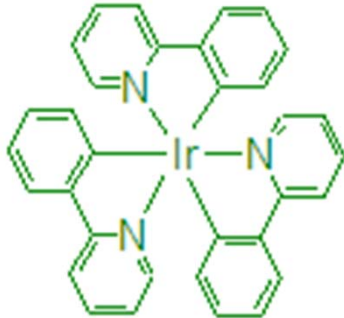
- 5D_0 (Eu^{3+}) \rightarrow 7F_J (Eu^{3+})
- 5D_1 und 5D_2 sind durch Elektron-Phonon-Kopplung gelöscht

ISC = Intersystem Crossing

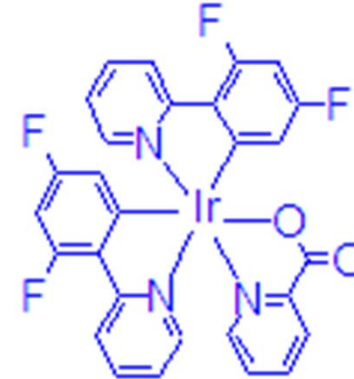
10.6 Iridiumkomplexe



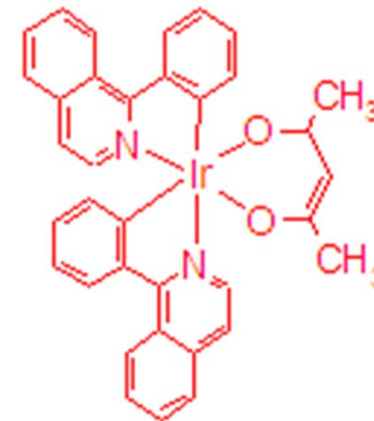
ppy = Phenylpyridin



pic = Picolinat



acac = Acetylacetonat

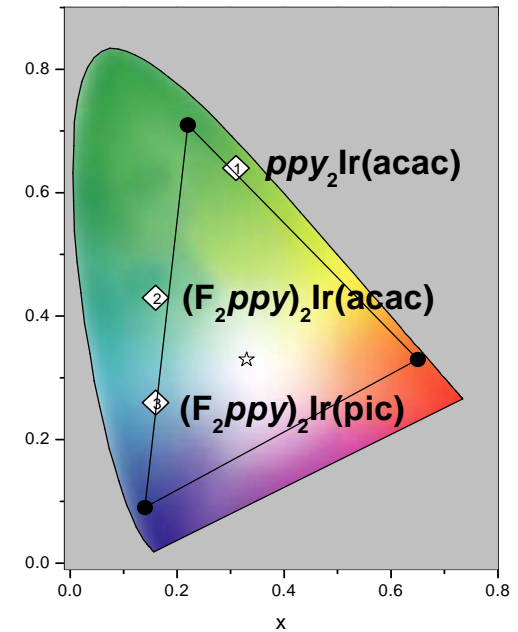
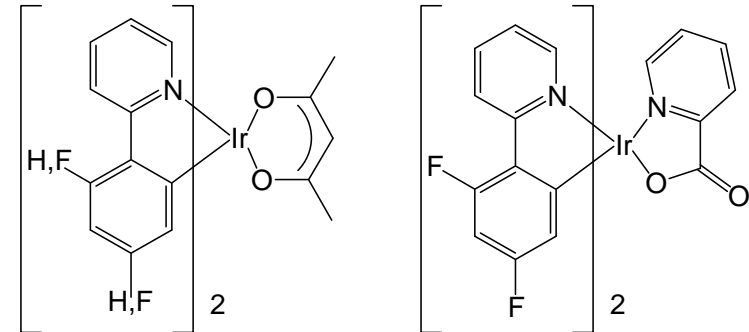
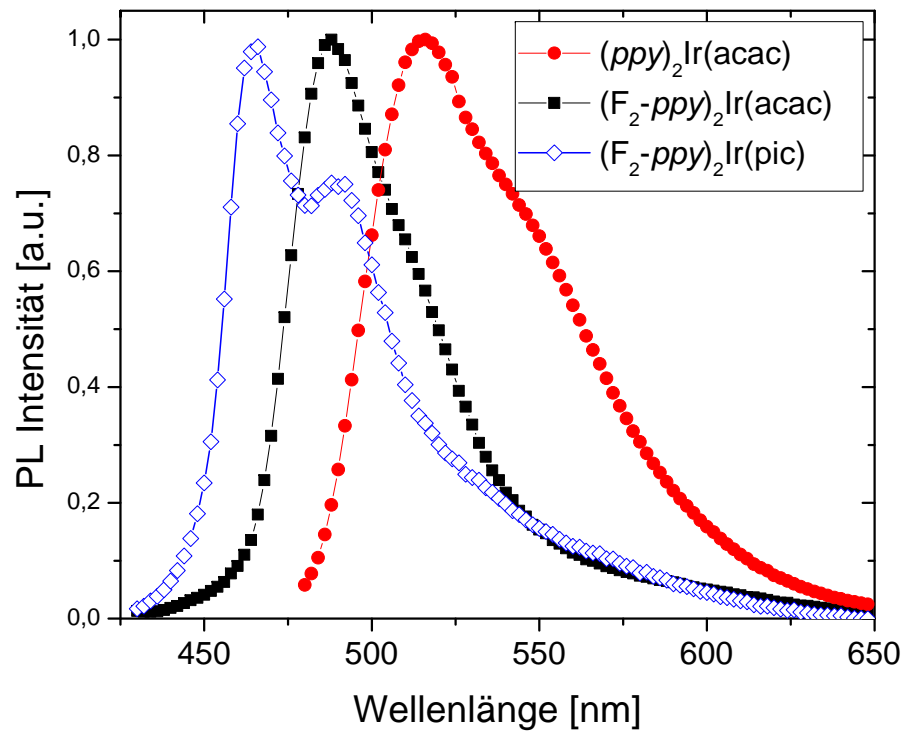


Emissionsspektrum von Iridium-Komplexen

- MLCT und $^3\pi\text{-}\pi^*$ Übergänge
- Lage des HOMOs und damit der Emissionsbanden lässt sich durch die Liganden und durch Substituenten an den Liganden steuern

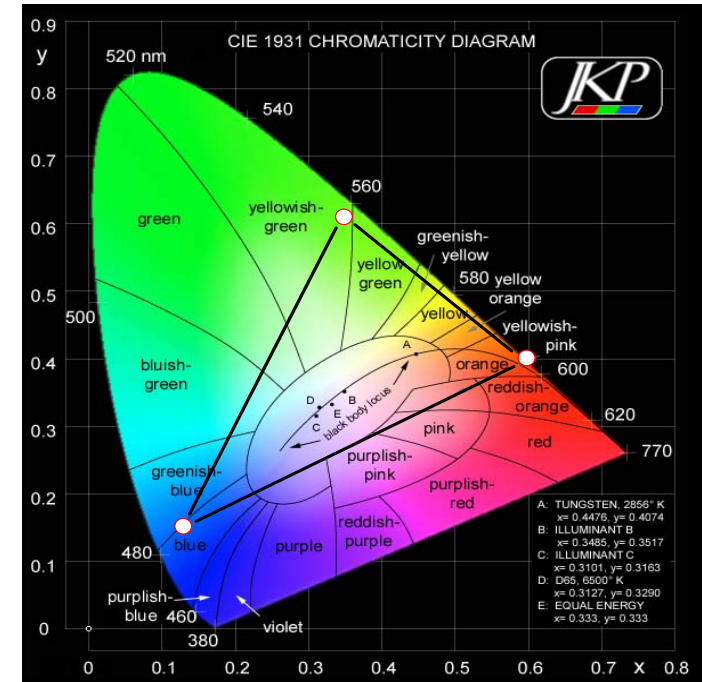
10.6 Iridiumkomplexe

$[(4,6\text{-F}_2\text{-ppy})_2\text{Ir(L)}]$ - Photolumineszenz und Farbpunkte



10.7 Weiße OLEDs - Optionen

Emitter	Farbe	Effizienz	Lebensdauer
Fluoreszent	R	+	++
	G	+	++
	B	+	+
Phosphoreszent	R	++	+
	G	++	+
	B	+	O



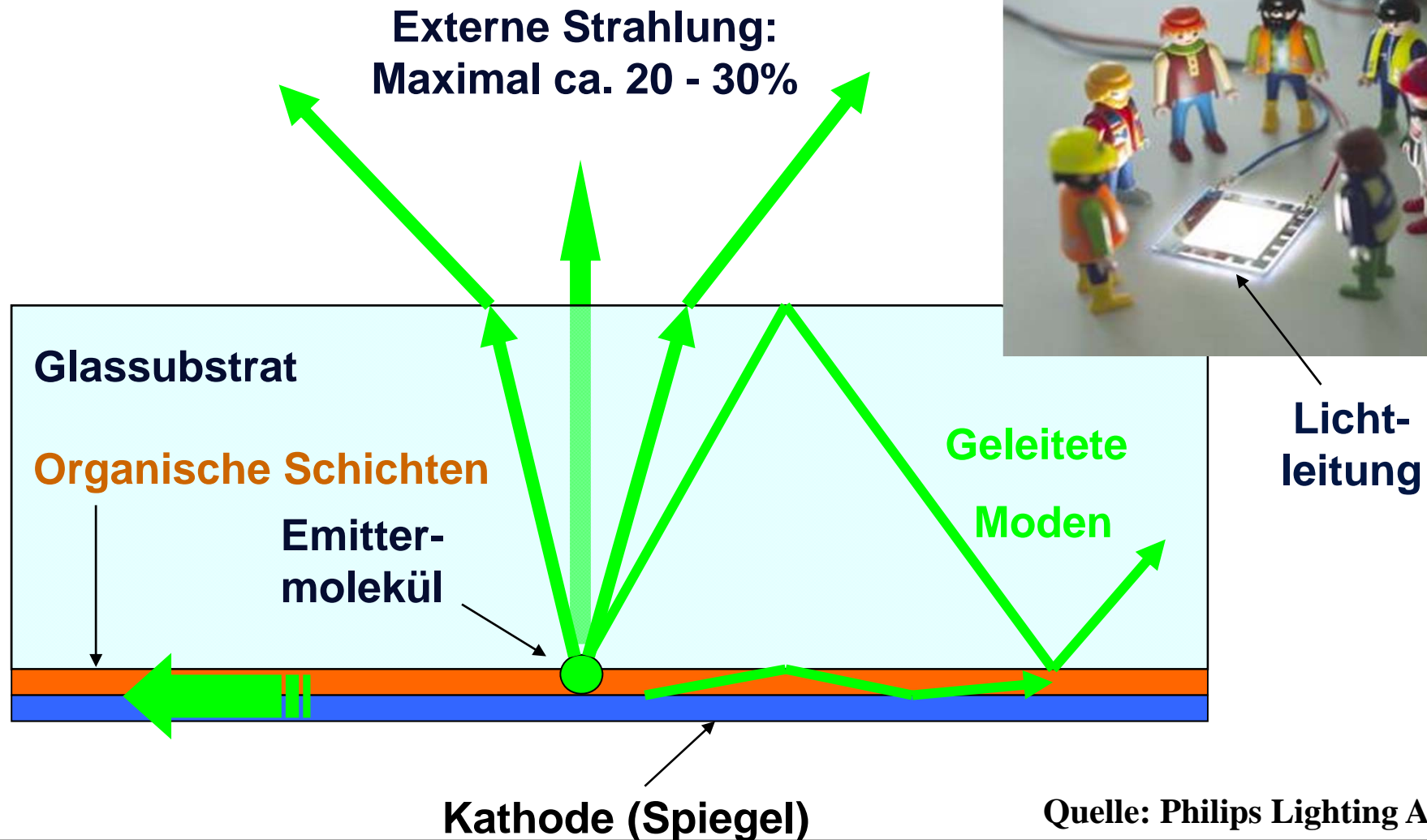
Erwartete externe Quantenausbeute ohne jede Lichtauskoppelstruktur

Fluoreszent RGB	5-10%
Phosphoreszent RGB	20%
Hybrid: B Fluoreszent R + G Phosphoreszent	16%

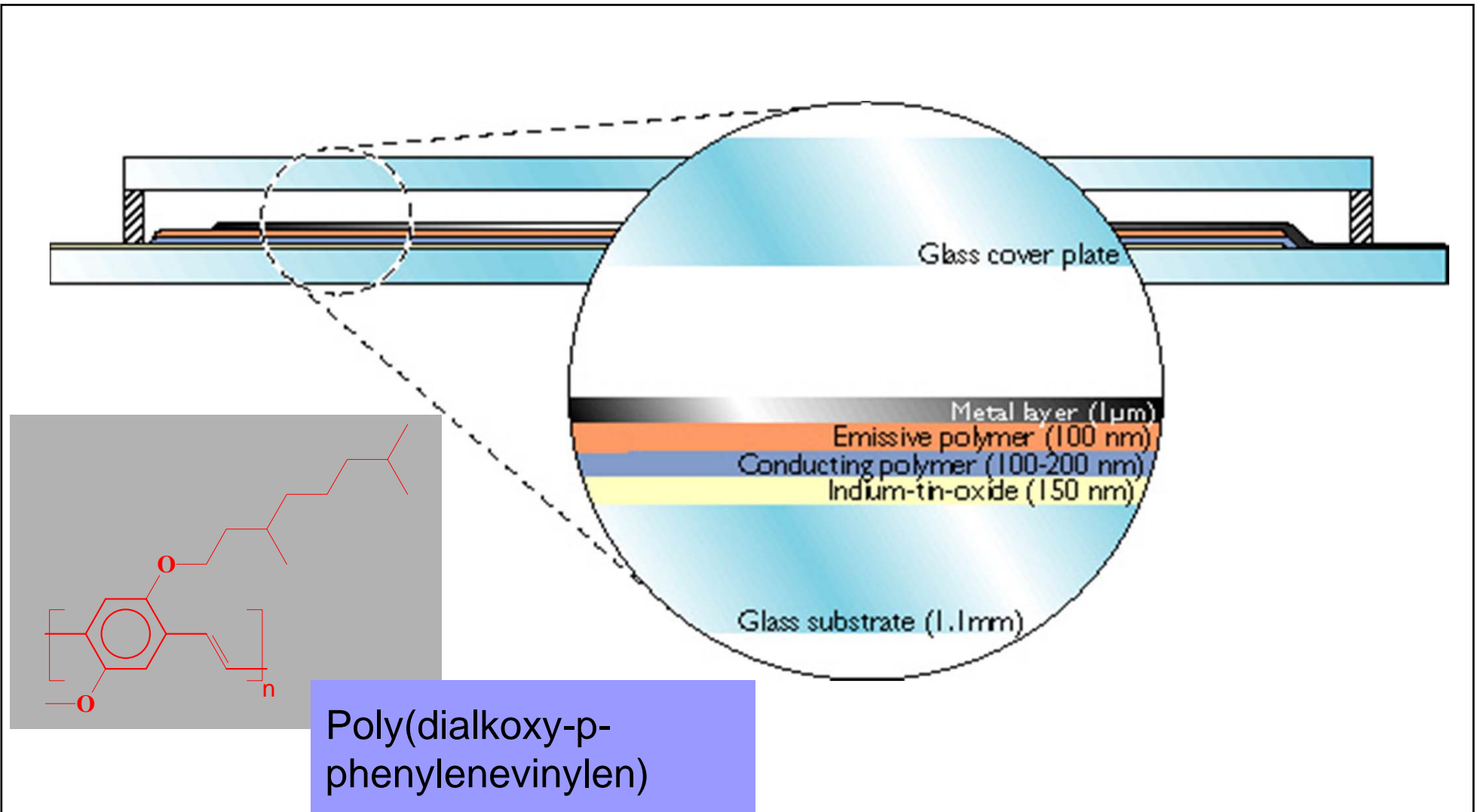
Quelle: Philips Lighting Aachen



10.7 Weiße OLEDs - Lichtauskopplung

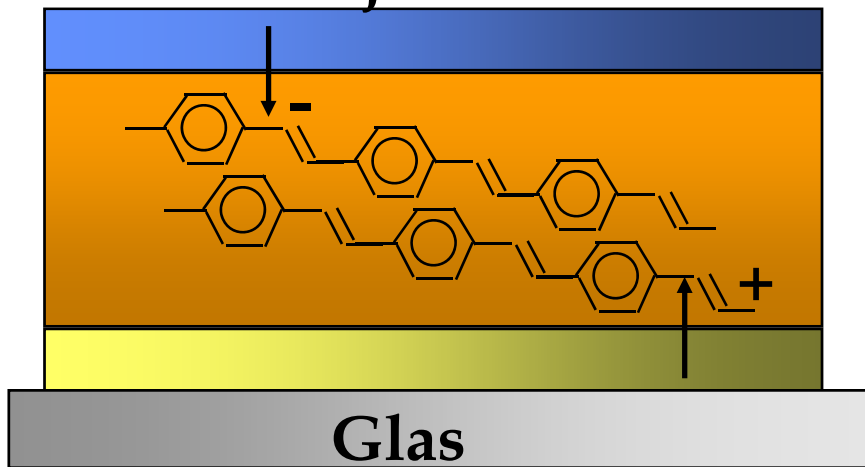


10.8 Polymer LEDs - Aufbau



10.9 Funktionsweise einer PLED

1: Injektion



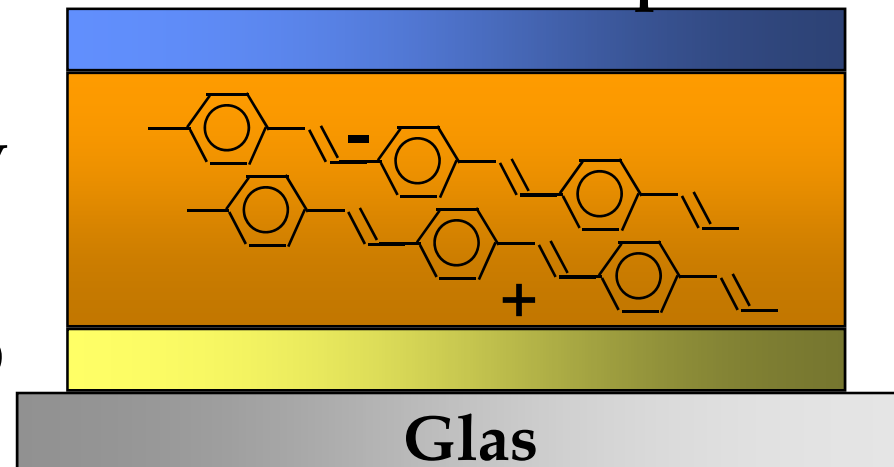
Ca

PPV

ITO

Glas

2: Intrachain Transport



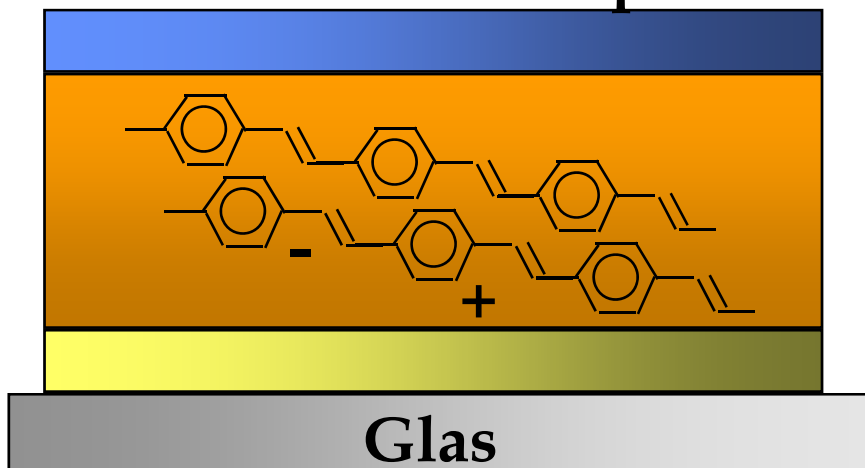
Ca

PPV

ITO

Glas

3: Interchain Transport



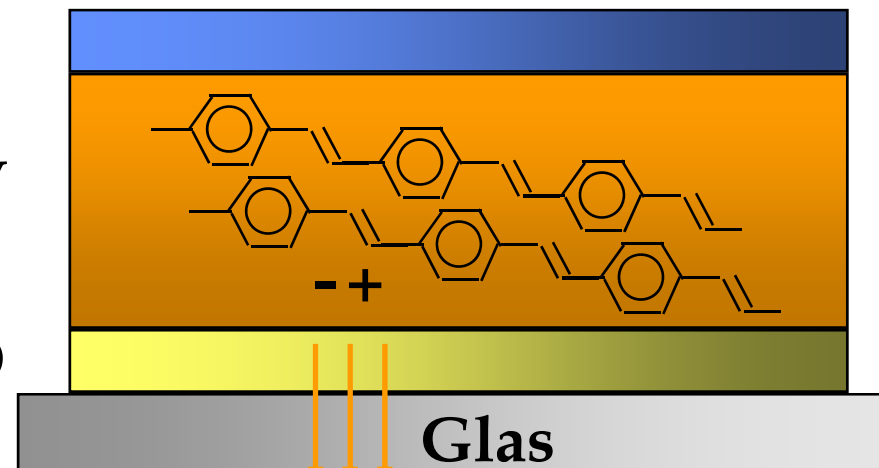
Ca

PPV

ITO

Glas

4: Rekombination



Ca

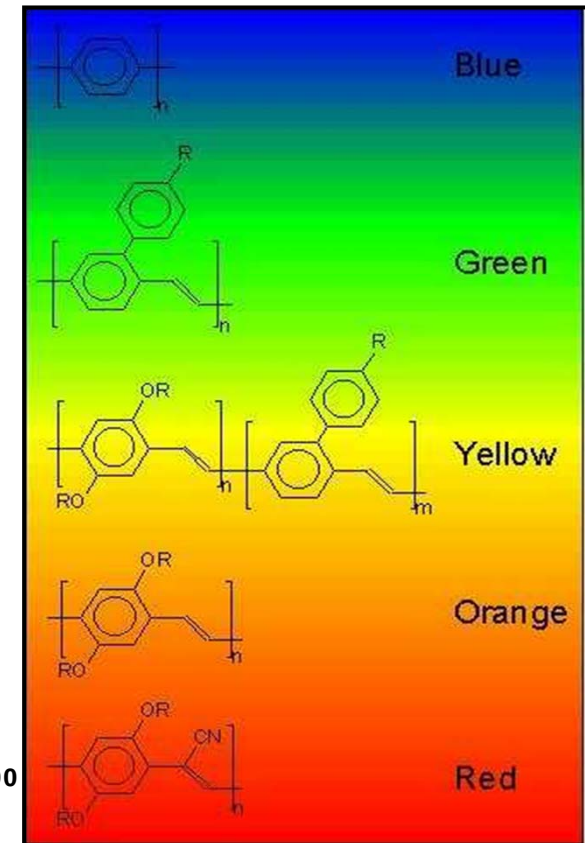
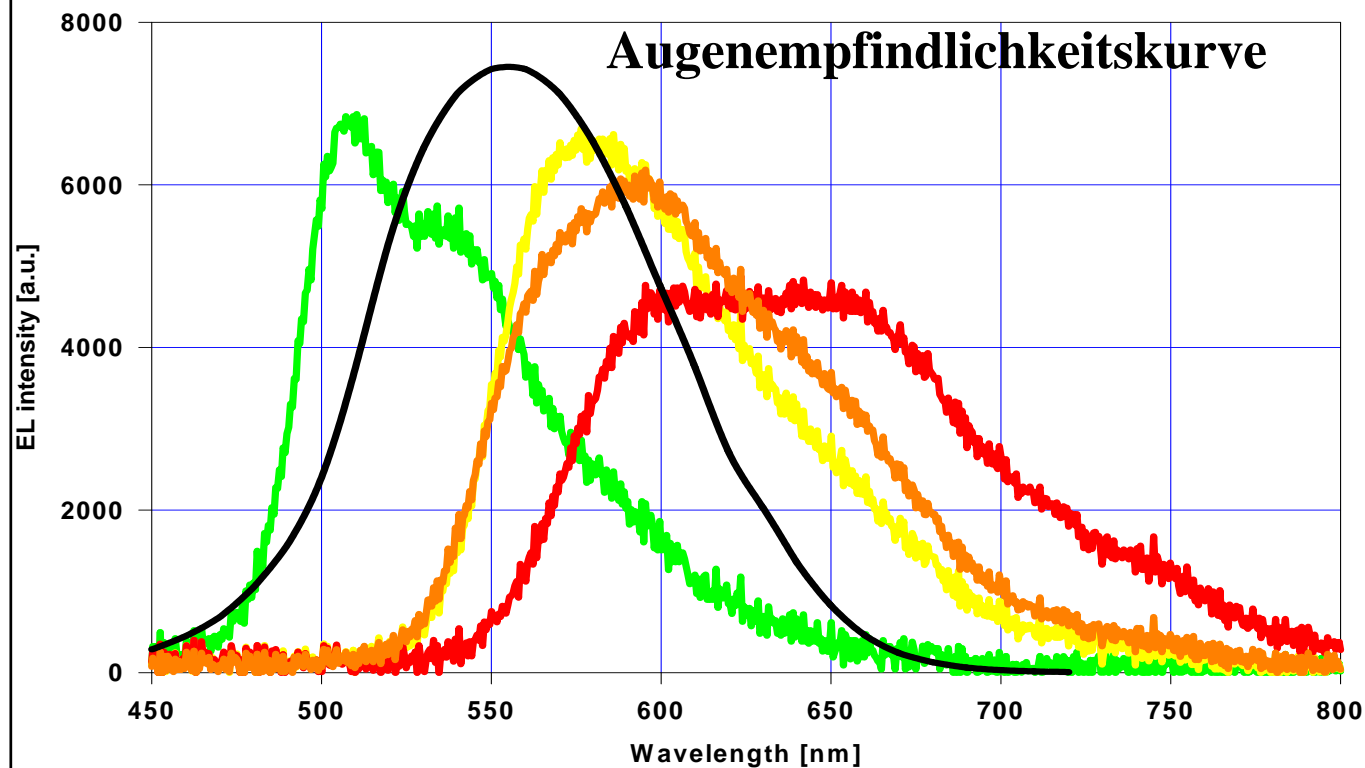
PPV

ITO

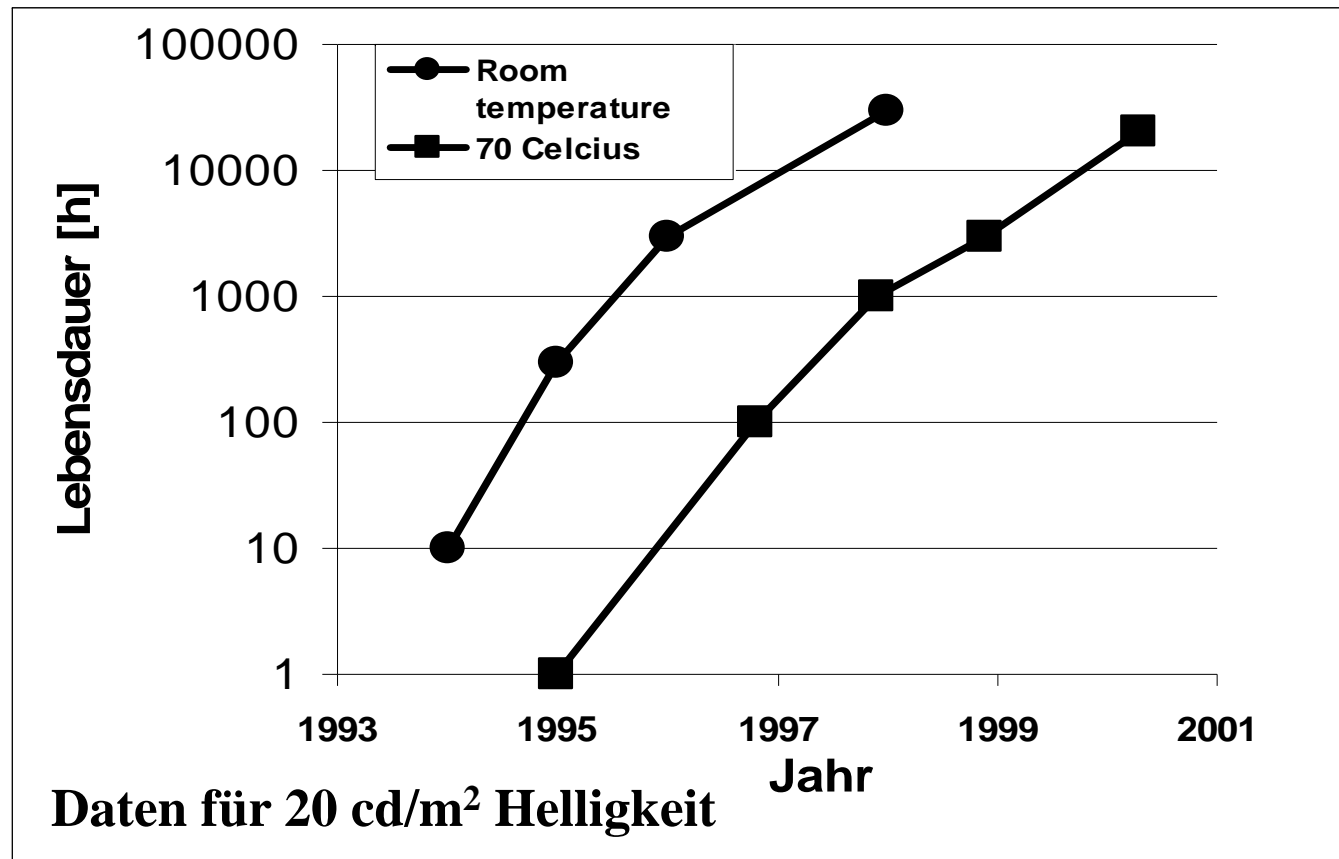
Glas

10.10 Polymer LED Spektren

Emissionsspektren einiger elektrolumineszenter Polymere



10.11 Entwicklung der Lebensdauer von PLEDs



Degradation durch O₂ und H₂O ⇒ Diffusionsdichte Verkapselung notwendig

10.12 Anwendungsgebiete

Flexible Displays ohne Hintergrundbeleuchtung

- Bildschirme in Rasierern
- Digitalkamera
- Warnhinweisschilder
- OLED-TV
- Leuchtpanele
- Smartphones



Philips Lumiblade

