

# 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

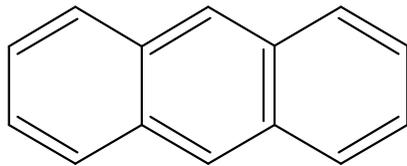
- **1953: Beobachtung von Elektrolumineszenz an Acridin-Orange**
- **60er Jahre: Untersuchungen an Anthracenkristallen**
- **1987: Lumineszierende Komplexe: Al-8-Hydroxychinolinat „Alq<sub>3</sub>“**
- **1990: Lumineszierende Polymere: Poly(p-phenylenvinyliden) „PPV“**
- **2009:**

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

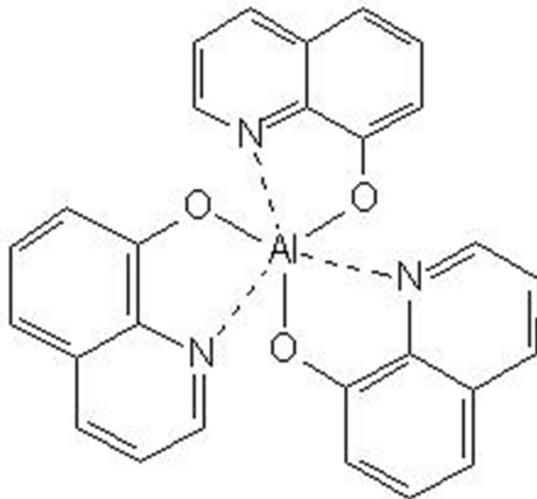
*Lit.: M. Dreußen, H. Bässler, Chemie in unserer Zeit 31 (1997) 76*

# 10.2 Elektrolumineszente Moleküle

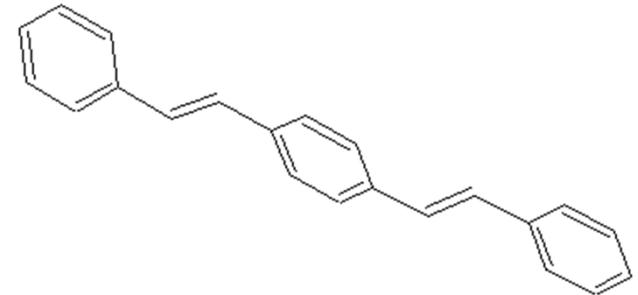
**Anthracen**



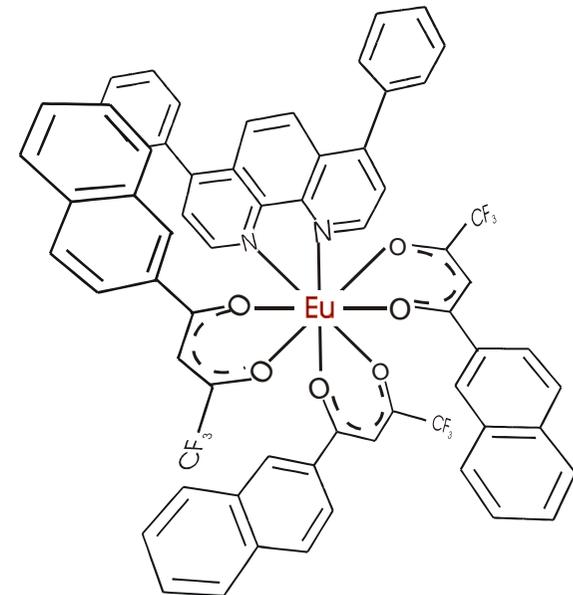
**[Al(8-hydroxyquinolat)<sub>3</sub>] (Alq<sub>3</sub>)**



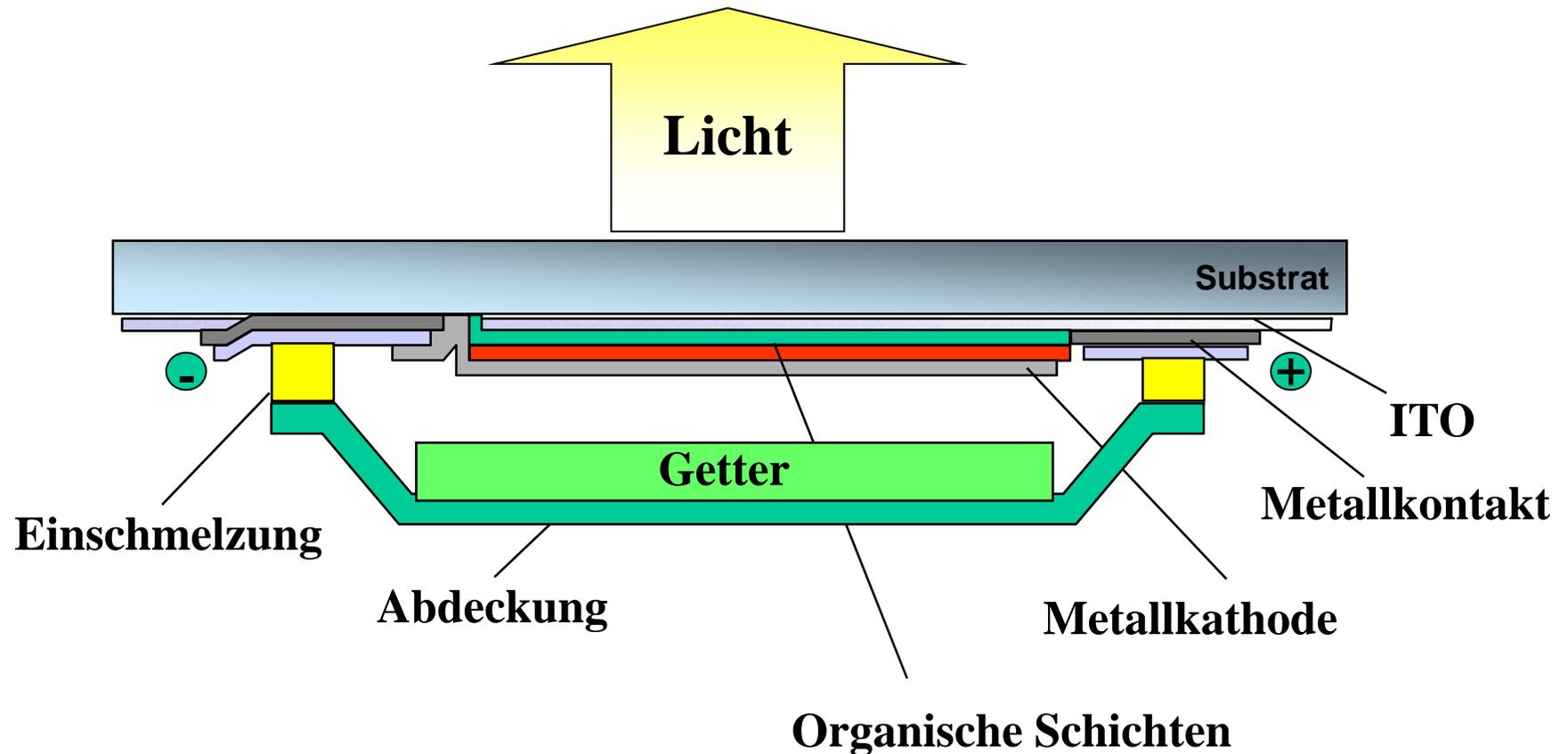
**Polyphenylvinyliden (PPV)**



**Eu-Komplexe**



## 10.3 Aufbau von OLEDs und PLEDs

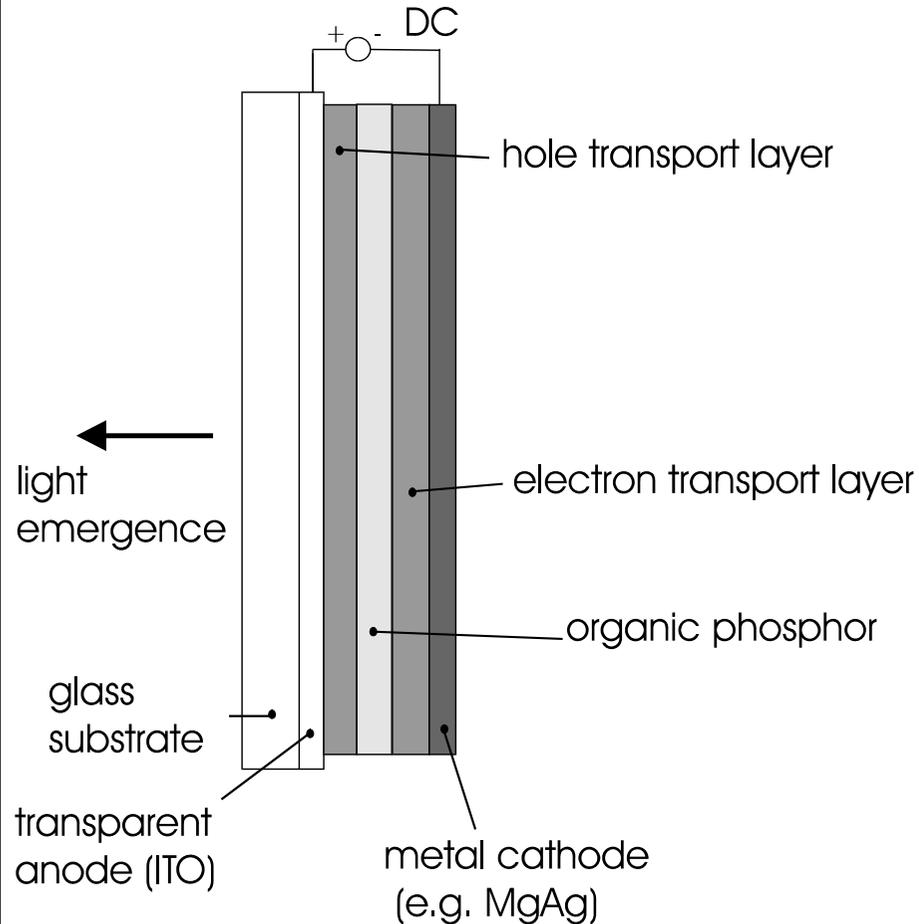


### Schichtpräparation durch

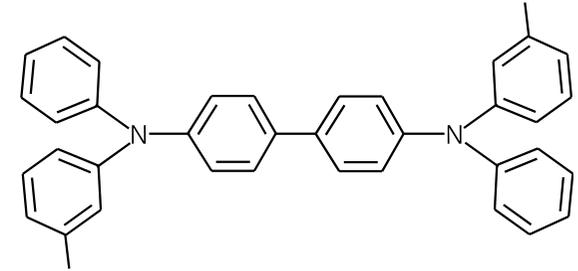
- **Aufdampfen (Sublimation) der organischen Komponenten und Metalle**
- **Spin-coating von Lösungen**

# 10.4 Funktionsprinzip einer OLED

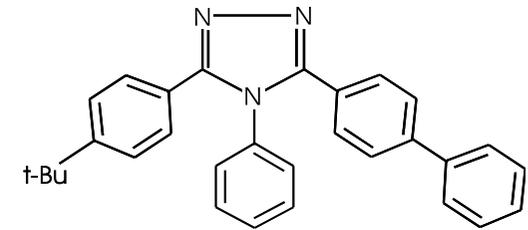
## Schematischer Aufbau



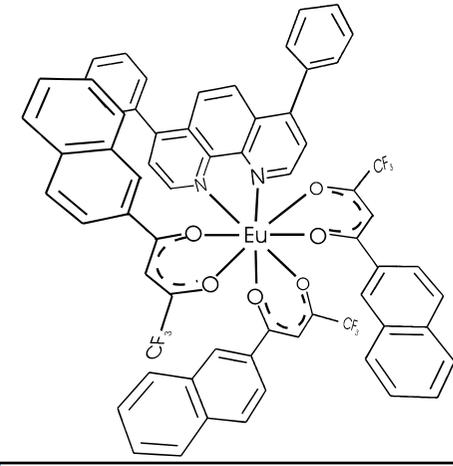
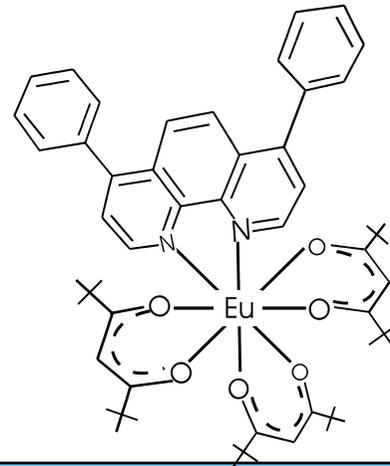
## Lochleiter



## Elektronenleiter

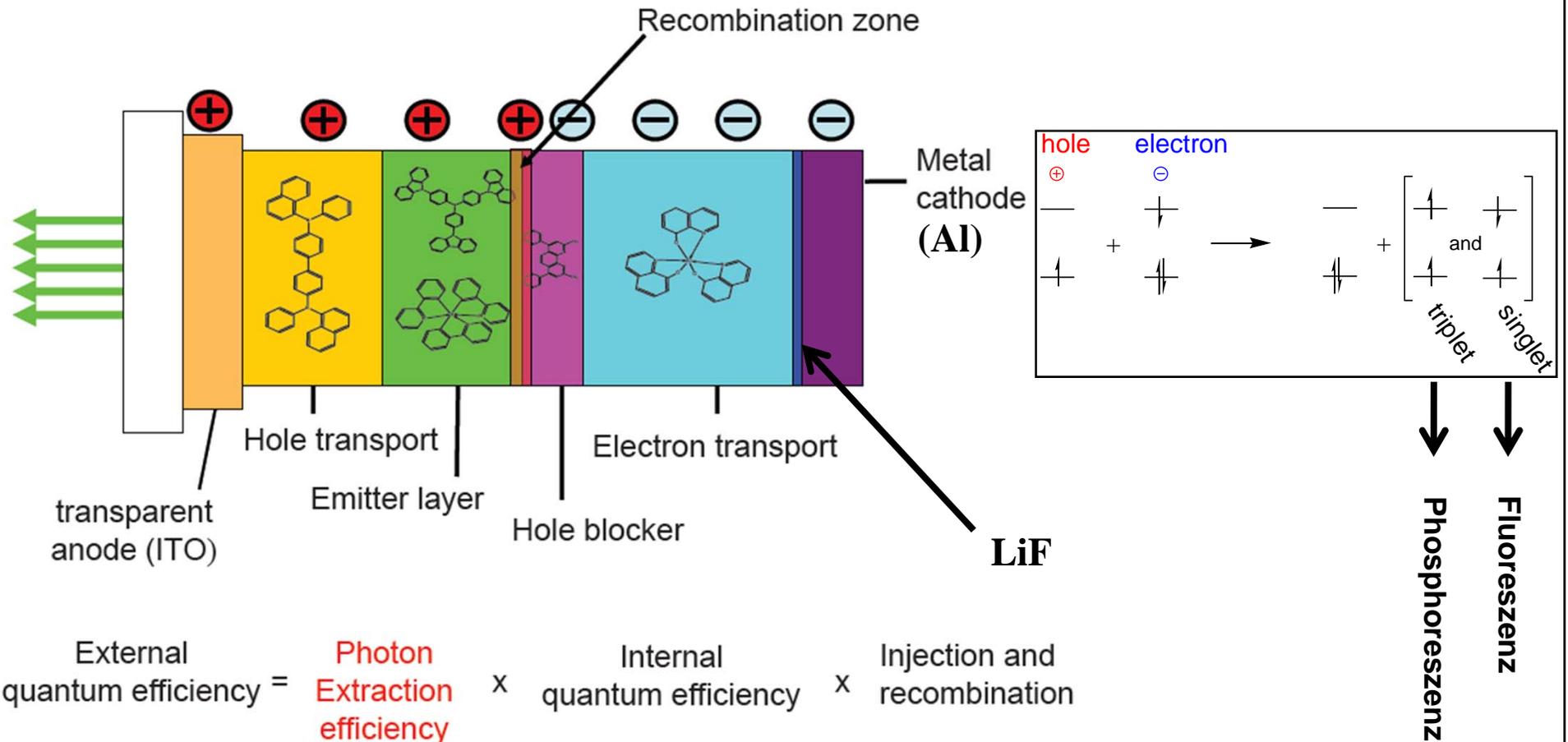


## Emitter (Organische Leuchtstoffe)



# 10.4 Funktionsprinzip einer OLED

## Ladungstransport

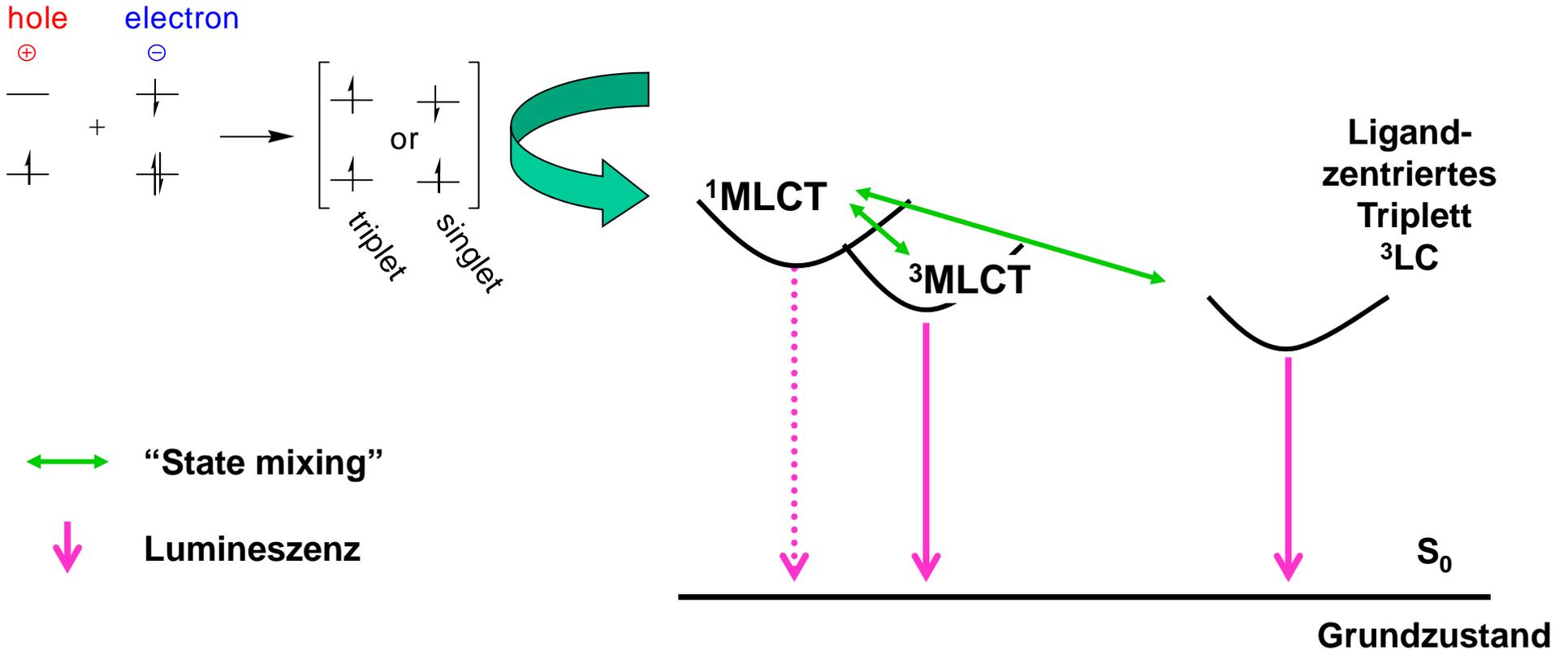


Experimentell bestimmter Anteil von Singletts für Alq<sub>3</sub> basierte OLEDs = 22 ± 3%

Lit.: M.A. Baldo, et.al., Phys. Rev. B (1999)

# 10.4 Funktionsprinzip einer OLED

## Energiefluss

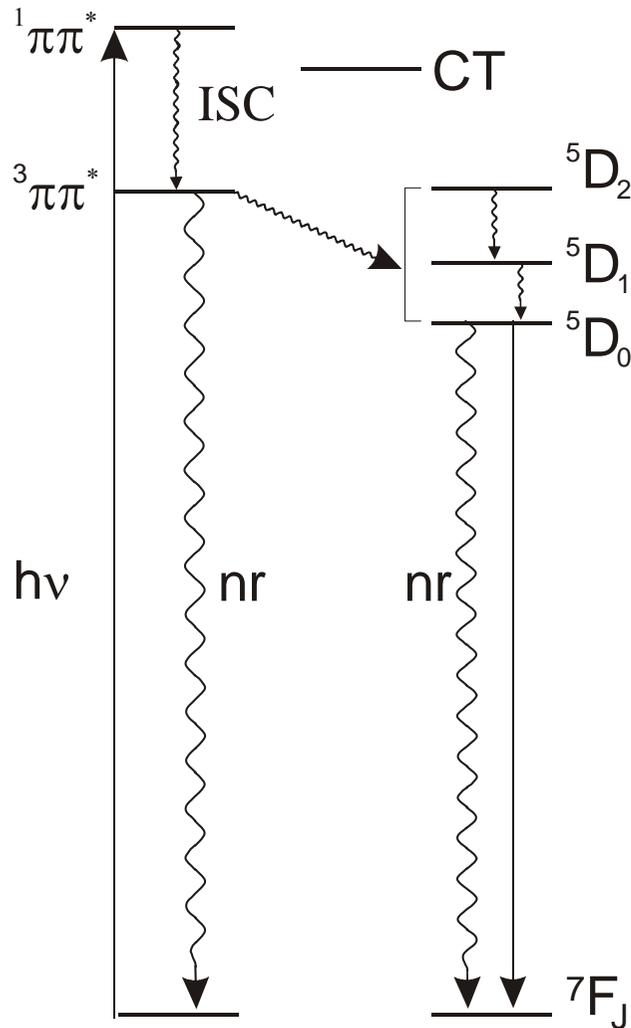


Starke Spin-Bahn-Kopplung mischt Singulett und Triplett MLCT Zustände, M = Ir, Pt, Os, Re, etc.

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

# 10.5 Lumineszenz von Metallkomplexen

## Termschema für $\text{Eu}^{3+}$ -Komplexe



### Absorption (Ligand)

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

### Ligand-Metall Energietransfer

- ${}^3\pi-\pi \rightarrow {}^5\text{D}_1, {}^5\text{D}_0$  ( $\text{Eu}^{3+}$ )

### Emission (Metall)

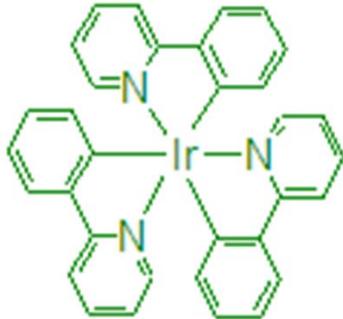
- ${}^5\text{D}_0$  ( $\text{Eu}^{3+}$ )  $\rightarrow$   ${}^7\text{F}_J$  ( $\text{Eu}^{3+}$ )
- ${}^5\text{D}_1$  und  ${}^5\text{D}_2$  sind durch Elektron-Phonon-Kopplung gelöscht

ISC = Intersystem Crossing

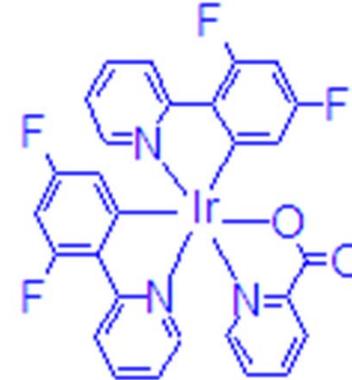
# 10.6 Iridiumkomplexe



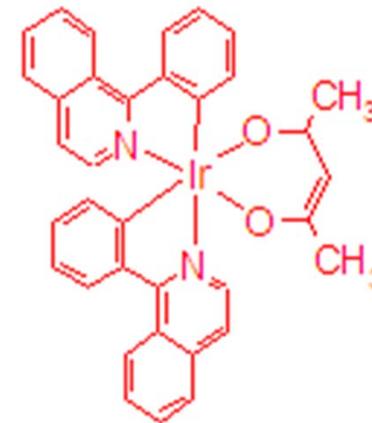
ppy = Phenylpyridin



pic = Picolinat



acac = Acetylacetonat

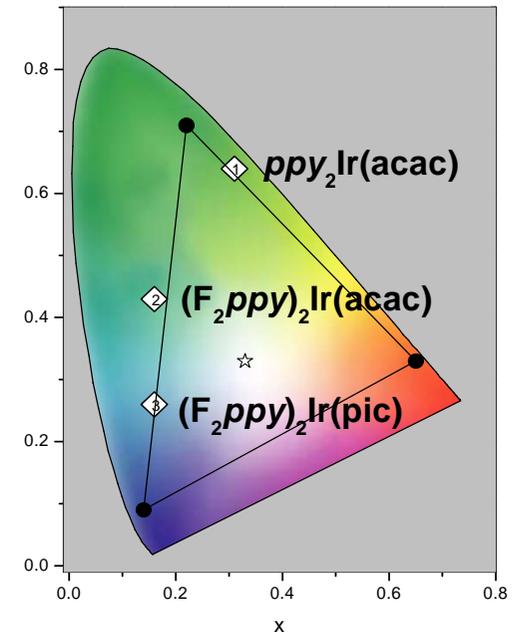
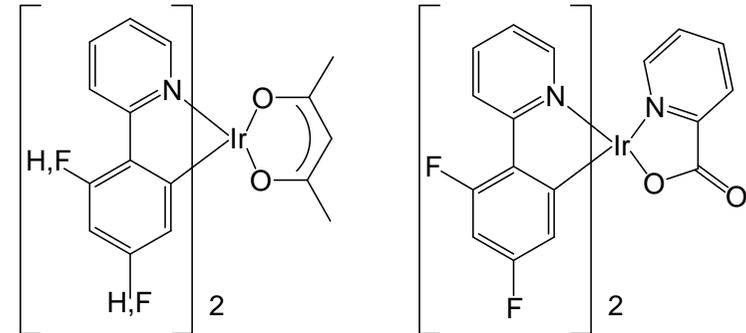
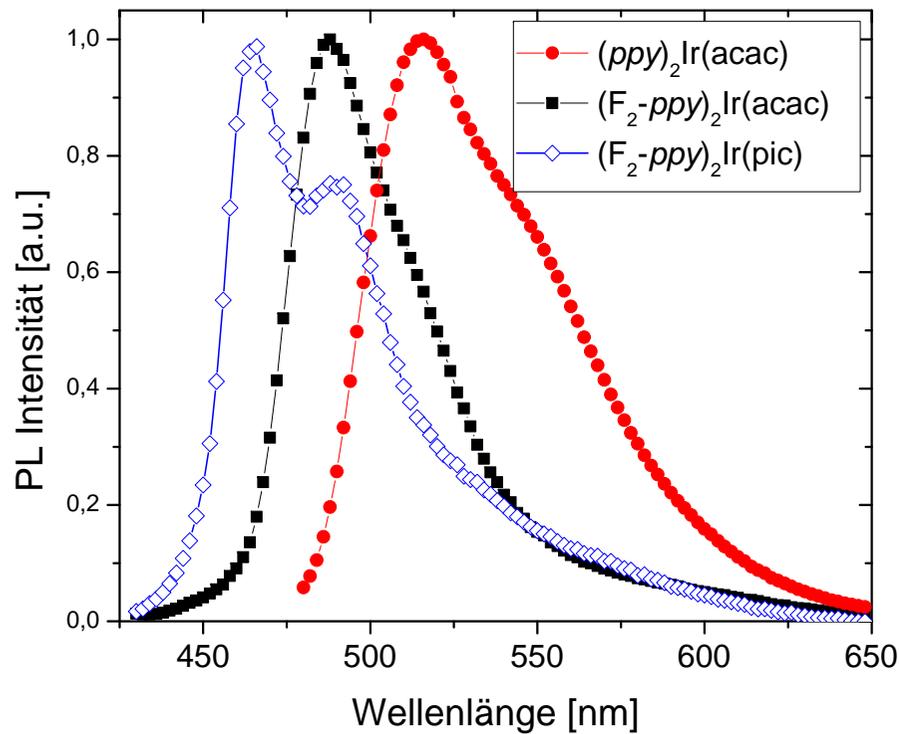


## Emissionsspektrum von Iridium-Komplexen

- 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

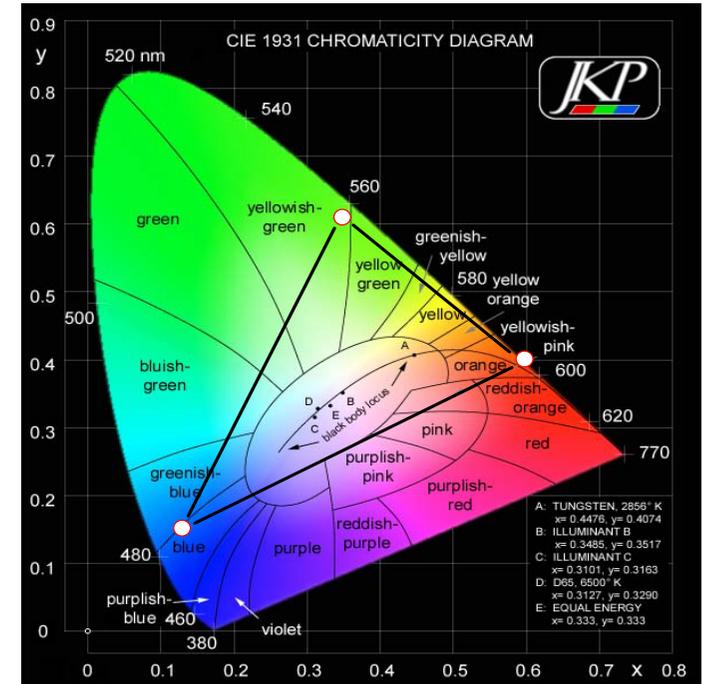
# 10.6 Iridiumkomplexe

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



# 10.7 Weiße OLEDs - Optionen

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

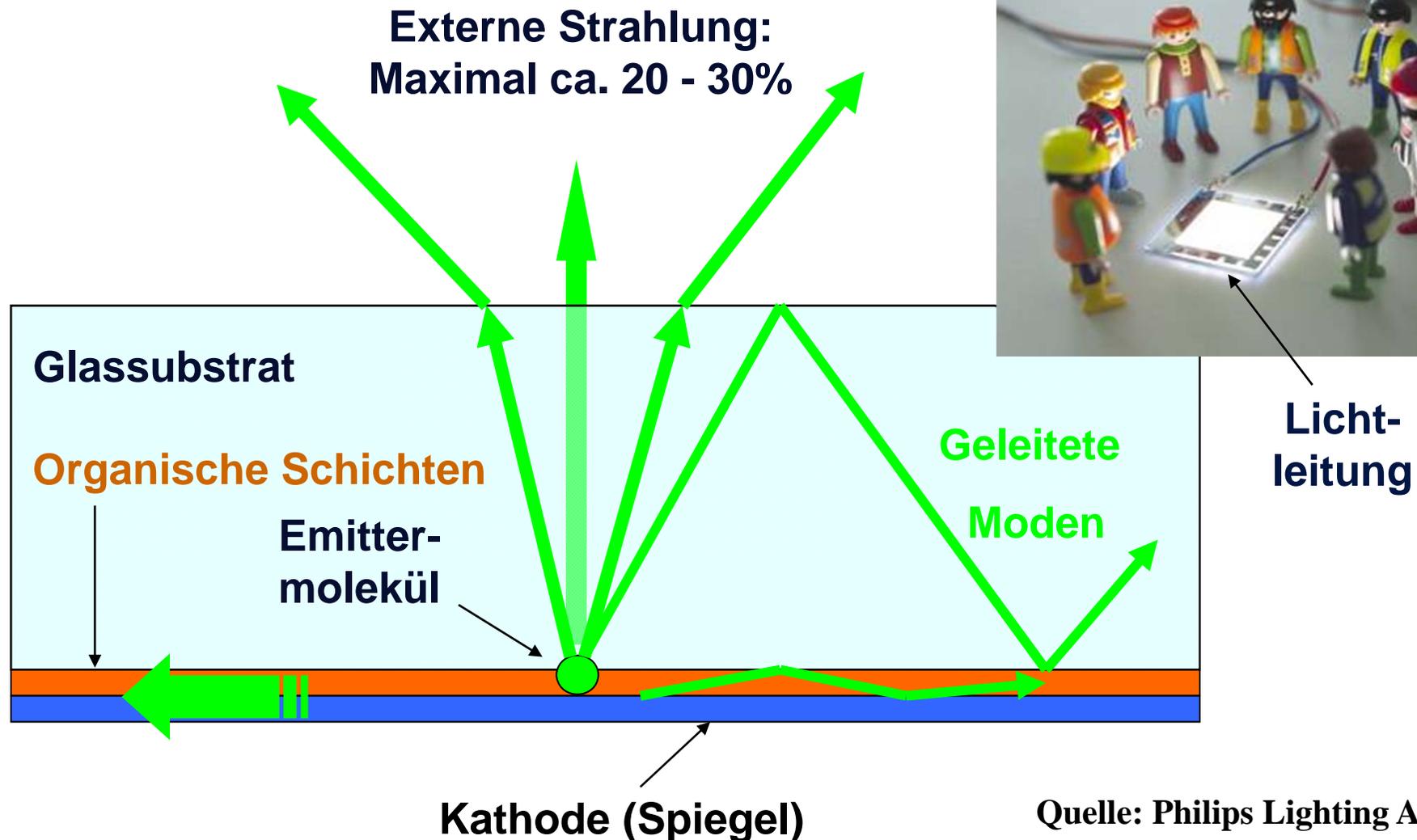


Erwartete externe Quantenausbeute ohne jede Lichtauskoppelstruktur	
Fluoreszent RGB	5-10%
Phosphoreszent RGB	20%
Hybrid: B Fluoreszent R + G Phosphoreszent	16%

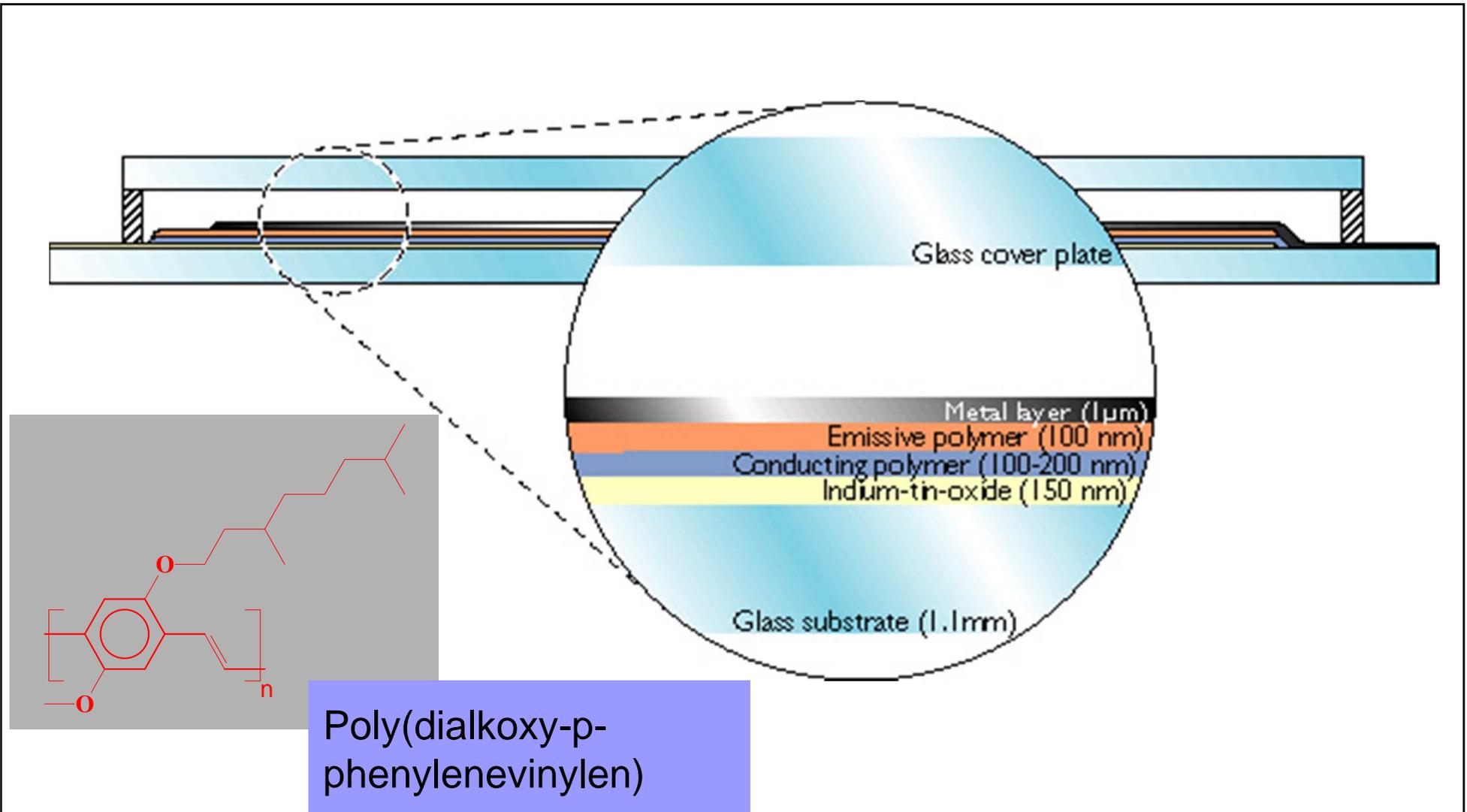
Quelle: Philips Lighting Aachen



# 10.7 Weiße OLEDs - Lichtauskopplung

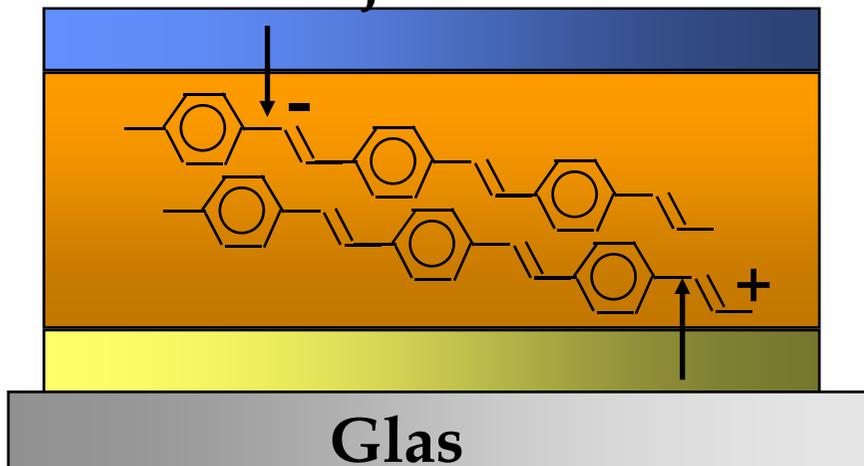


# 10.8 Polymer LEDs - Aufbau



# 10.9 Funktionsweise einer PLED

## 1: Injektion



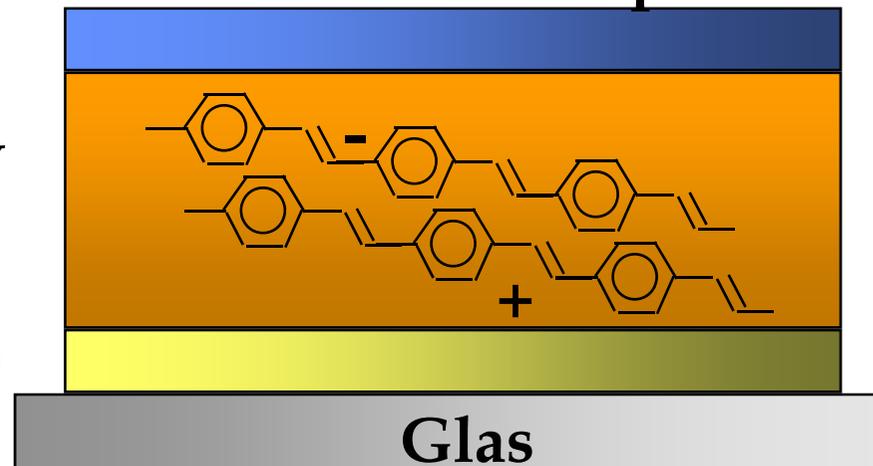
Ca

PPV

ITO

Glas

## 2: Intrachain Transport



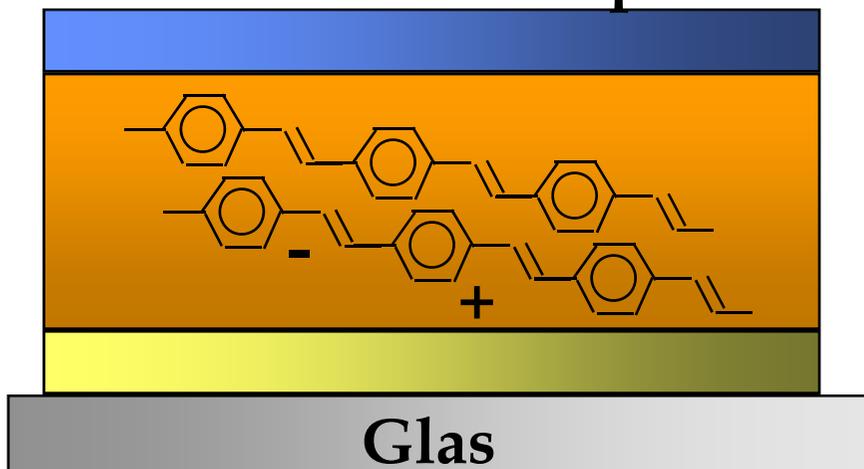
Ca

PPV

ITO

Glas

## 3: Interchain Transport



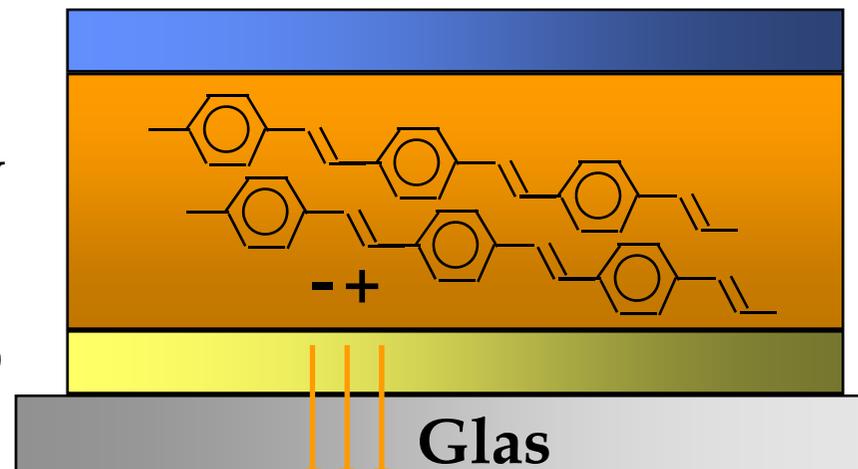
Ca

PPV

ITO

Glas

## 4: Rekombination



Ca

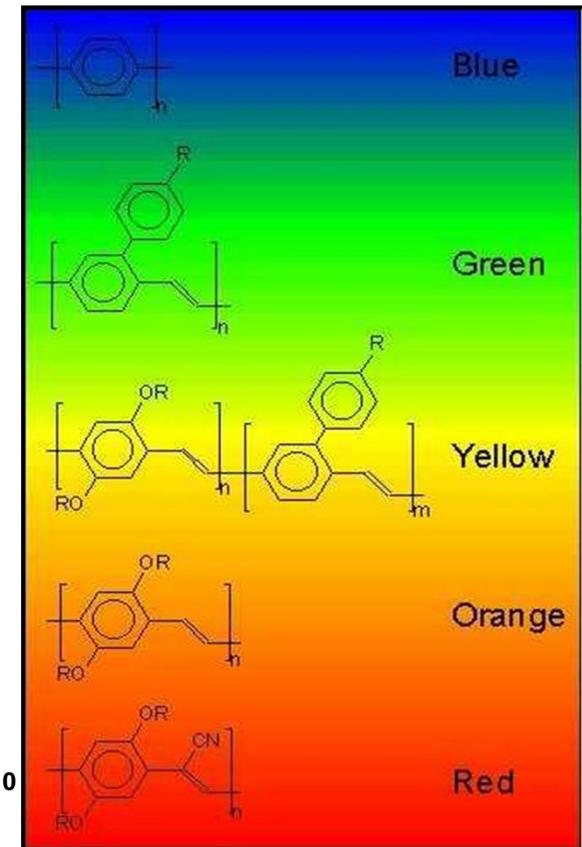
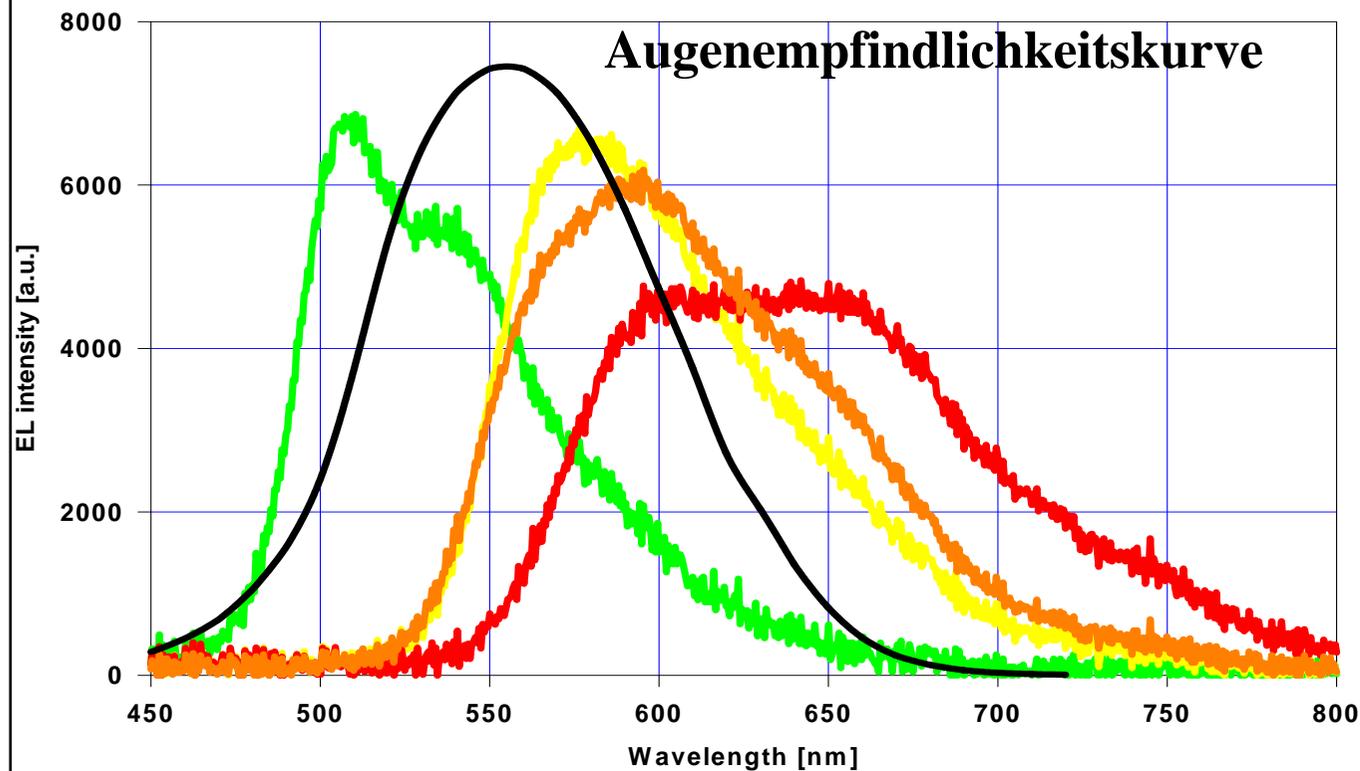
PPV

ITO

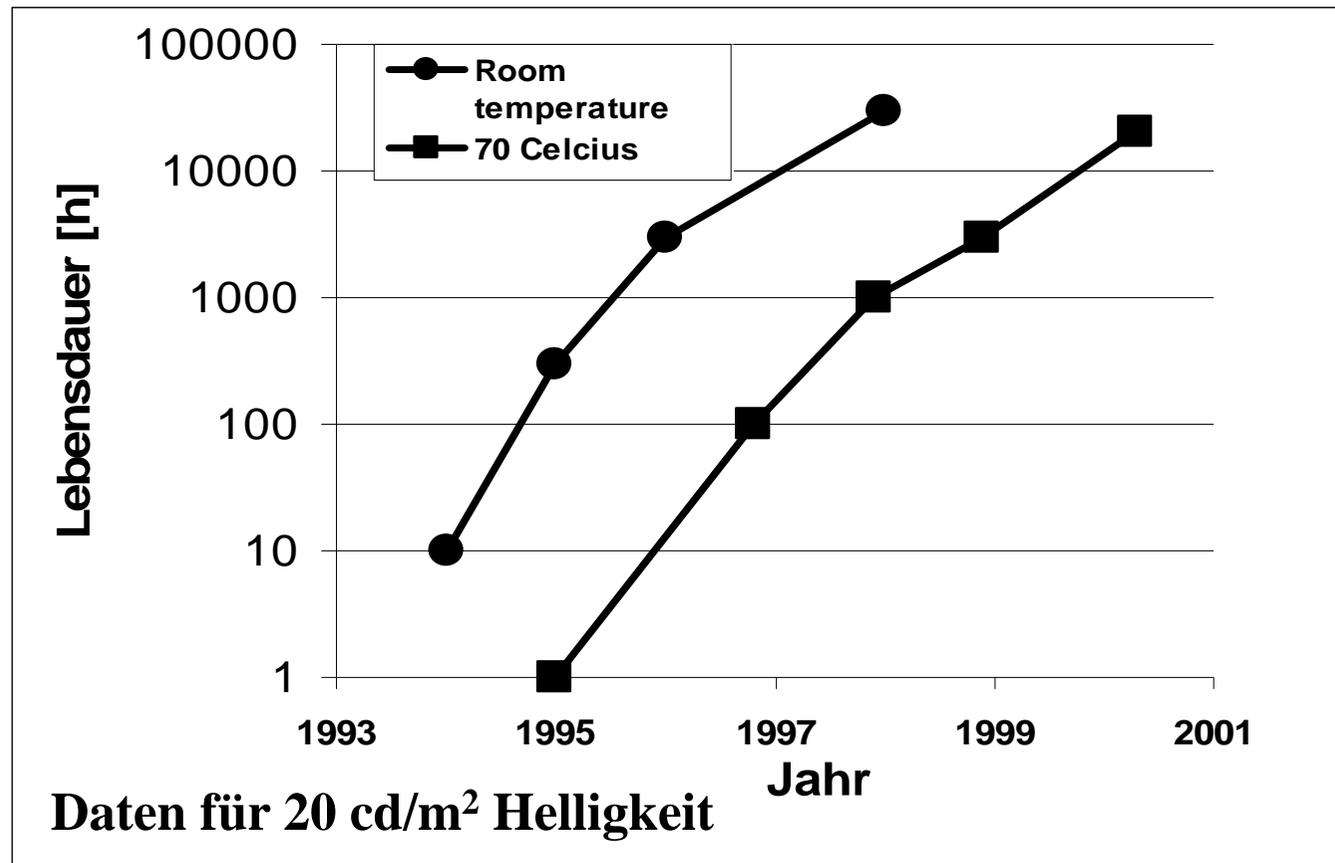
Glas

# 10.10 Polymer LED Spektren

## Emissionsspektren einiger elektrolumineszenter Polymere



# 10.11 Entwicklung der Lebensdauer von PLEDs



Degradation durch O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O ⇒ Diffusionsdichte Verkapselung notwendig

# 10.12 Anwendungsgebiete

## Flexible Displays ohne Hintergrundbeleuchtung

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



Philips Lumiblade

