

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer:
Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

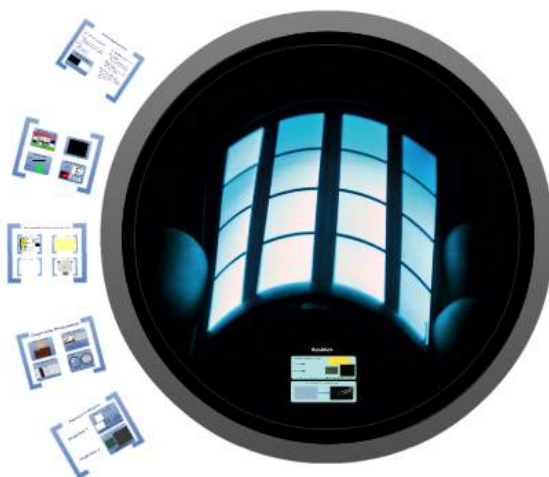
1. Forschungsinteressen

2. Teil 1: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?



LED



Prof. Dr. Amitabh Banerji - Universität Potsdam - Didaktik der Chemie
www.banerji-lab.com

Danksagung

J. Dörschelln
A.-K. Schönbein
M. Gangl
J. Wolff
L. Halbrügge
F. Scharinger
A. Buchner

Funding

MERCK

German House for Research
and Innovation - New Delhi



Germany
Land of Ideas



Ausgewählte Publikationen

- [1] A. Banerji, J. Dörschelln, D. Schwarz, Chem. Uns. Zeit, 52(1), 2018
- [2] A. Banerji, A.-K. Schönbein, J. Wolff, Chemkon, 24(4), 2017
- [3] A. Banerji, Nachr. Chemie, 65(7/8), 2017
- [4] A. Banerji, Organische Elektronik, PdN, 2016
- [5] M.W. Tausch, M. Zepp, Prax. Naturwis., Chemie, 64(1), 2015
- [6] A. Banerji, M.W. Tausch, U. Scherf, Chemkon, 2012
- [7] J. Dörschelln, Organische Leuchtdioden - Implementation eines innovativen Themas in den Chemieunterricht, Bd. 274, Logos, 2019

Folien: www.banerji-lab.com --> Service --> Teacher Training

Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer: Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

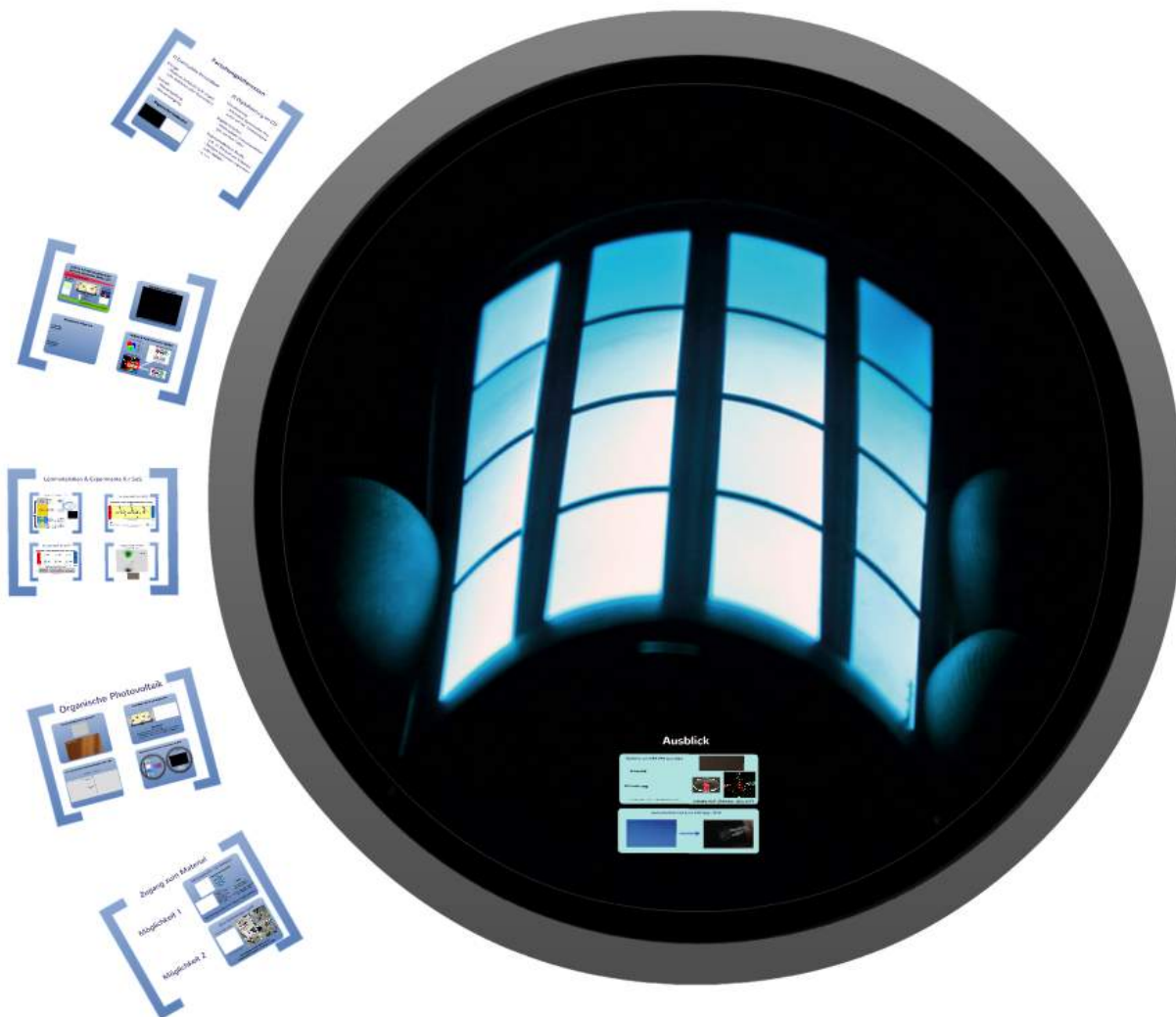
1. Forschungsinteressen

2. Teil 1: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?



Forschungsinteressen

1) Curriculare Innovation

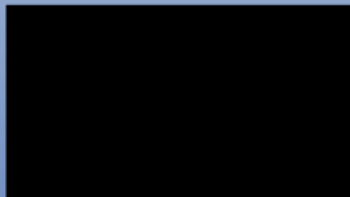
Energie:

- Moderne Halbleiter (z.B. organische Halbleiter oder Perowskite)

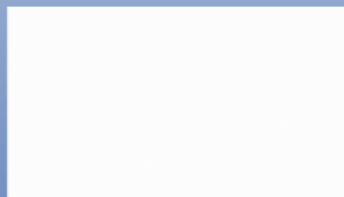
Umwelt:

- Wasserspaltung
- Wasserreinigung

Organische Halbleiter



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=qeNjrim3SU4>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=sI8l2nopD1Y&t>

2) Digitalisierung im CU

Visualisierung:

- Animation dynamischer Prozesse auf der Teilchenebene

Digitale Coaches:

- Multimediale Versuchsanleitungen auf dem Tablet

Augmented/Virtual Reality:

- z.B. im Kontext von Inklusion
- Einüben komplexer experimenteller Abläufe
- u.v.m.

Organische Halbleiter



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=qeNJrim3SU4>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=siBl2nopD1Y&t>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=qeNJrim3SU4>

Q

Organische Halbleiter



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=qeNJrim3SU4>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=siBl2nopD1Y&t>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=siBl2nopD1Y&t>

Forschungsinteressen

1) Curriculare Innovation

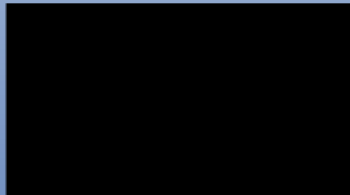
Energie:

- Moderne Halbleiter (z.B. organische Halbleiter oder Perowskite)

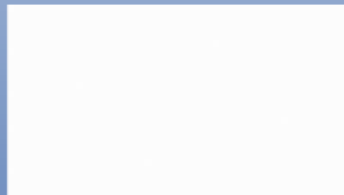
Umwelt:

- Wasserspaltung
- Wasserreinigung

Organische Halbleiter



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=qeNjrim3SU4>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=sI8l2nopD1Y&t>

2) Digitalisierung im CU

Visualisierung:

- Animation dynamischer Prozesse auf der Teilchenebene

Digitale Coaches:

- Multimediale Versuchsanleitungen auf dem Tablet

Augmented/Virtual Reality:

- z.B. im Kontext von Inklusion
- Einüben komplexer experimenteller Abläufe
- u.v.m.

Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer: Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

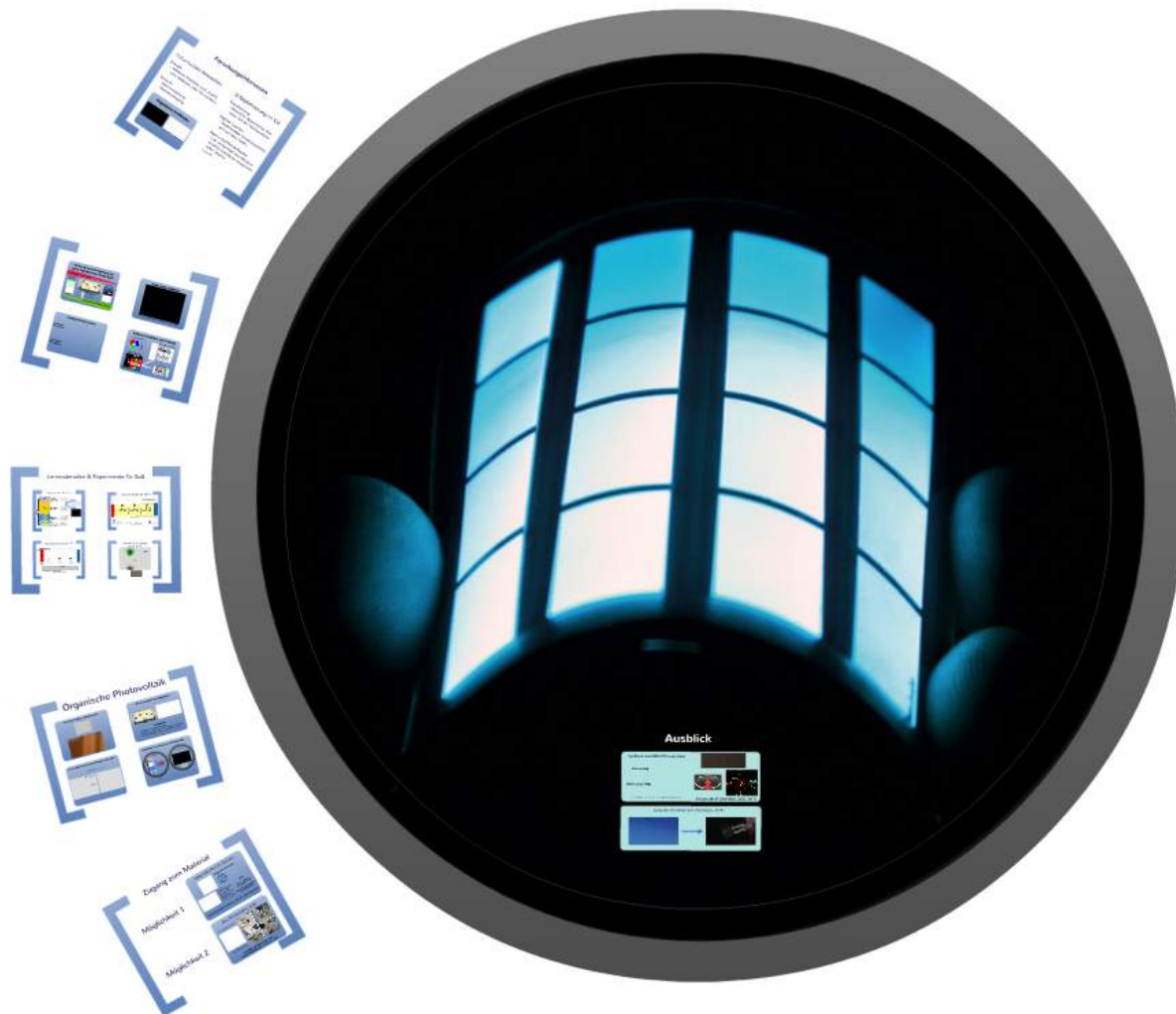
1. Forschungsinteressen

2. Teil 1: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?



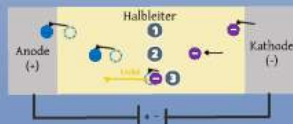
Aufbau & Funktionsprinzip der Licht Emittierenden Diode (LED)

Lebenszeit & Wirkungsgrad

anorganisch
z.B: Si, Ge...



Quelle: <http://www.ledlightshop.de/>



Elektrolumineszenz
 ① Ladungsträger Injektion
 ② Ladungsträger Transport
 ③ Rekombination und Emission

organisch
z.B. Polymere



Quelle: <http://www.achet-led.com/>

Kosteneffizienz & Anwendungen

Organische Halbleiter

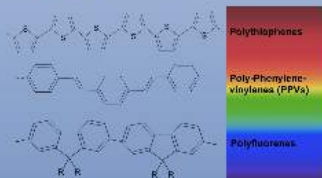


Quelle: Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung

Konjugierte Polymere

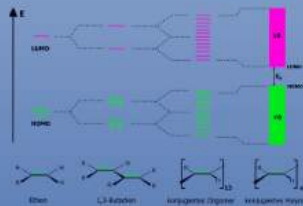
Strukturelle Betrachtung

nach Hertel et al. (2000)



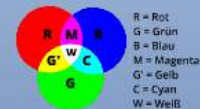
Energetische Betrachtung

nach Nitschke (2003)



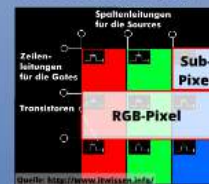
Aufbau & Funktion von Displays

Additive Farbmischung
(aus den Farben Rot, Grün und Blau)



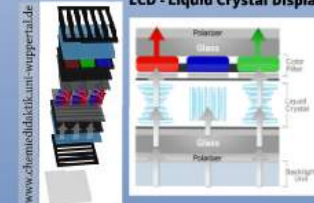
R = Rot
G = Grün
B = Blau
M = Magenta
G' = Gelb
C = Cyan
W = Weiß

RGB-Matrix-Display

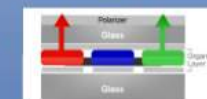


Quelle: <http://www.heliosan.info/>

LCD - Liquid Crystal Display



OLED-Display



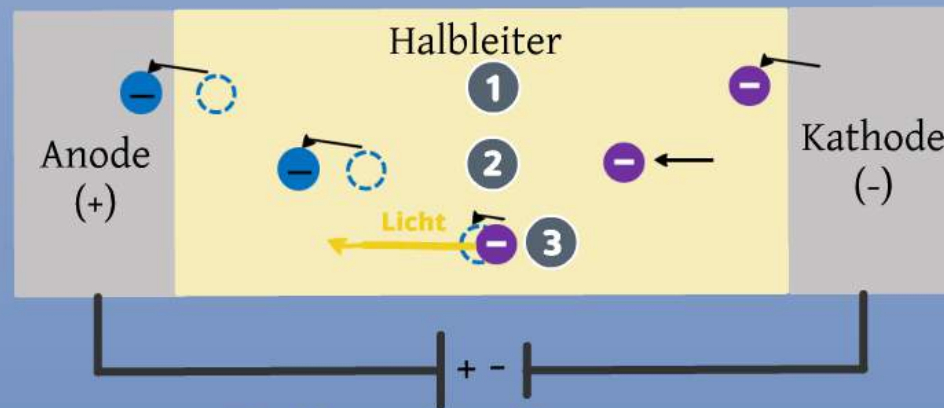
Aufbau & Funktionsprinzip der Licht Emittierenden Diode (LED)

Lebenszeit & Wirkungsgrad

anorganisch
z.B: Si, Ge...



Quelle: <http://www.ledprofishop.de/>



Elektrolumineszenz

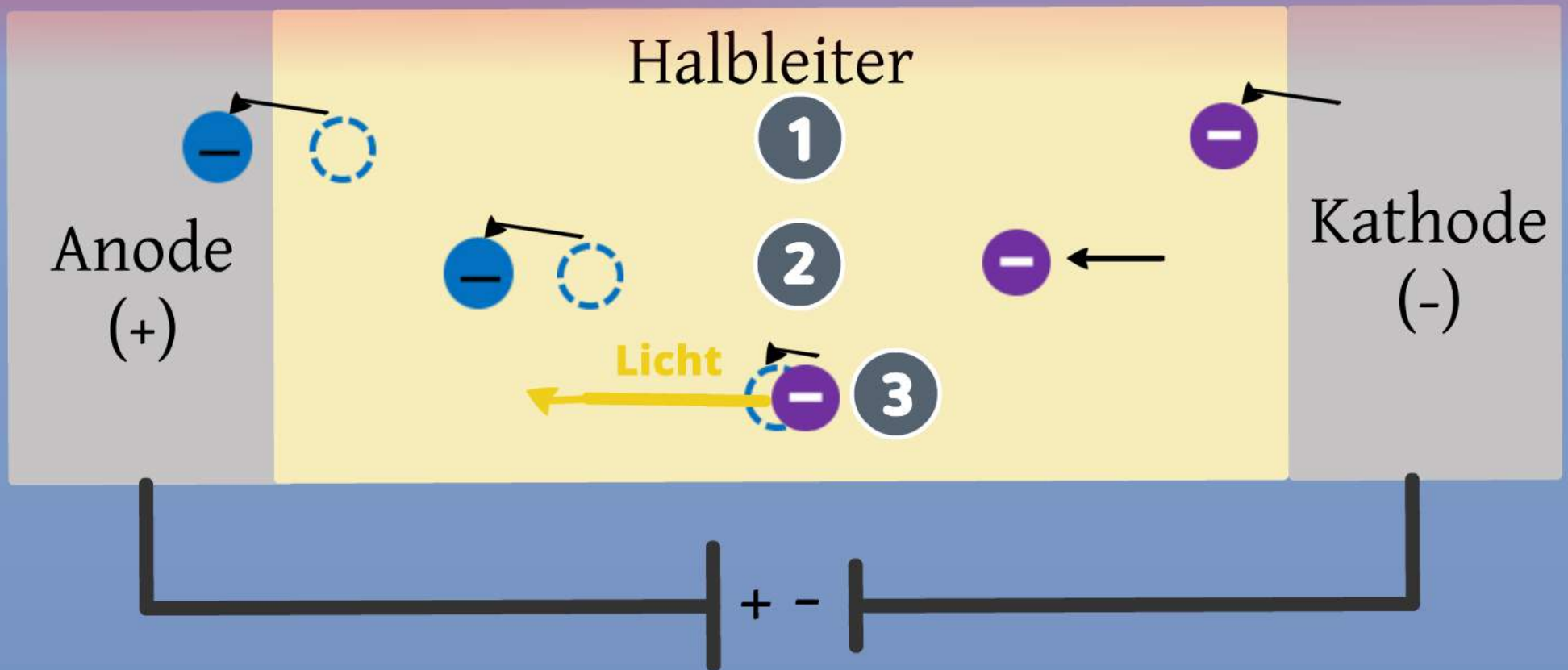
- 1 Ladungsträger Injektion
- 2 Ladungsträger Transport
- 3 Rekombination und Emission

organisch
z.B. Polymere



Quelle: <http://www.schott.com/>

Kosteneffizienz & Anwendungen



Elektrolumineszenz

- 1** Ladungsträger Injektion
- 2** Ladungsträger Transport
- 3** Rekombination und Emission

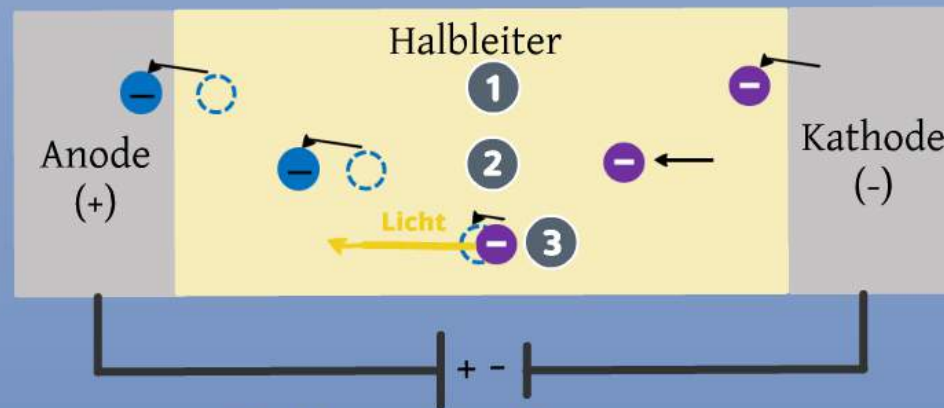
Aufbau & Funktionsprinzip der Licht Emittierenden Diode (LED)

Lebenszeit & Wirkungsgrad

anorganisch
z.B: Si, Ge...



Quelle: <http://www.ledprofishop.de/>



Elektrolumineszenz

- 1 Ladungsträger Injektion
- 2 Ladungsträger Transport
- 3 Rekombination und Emission

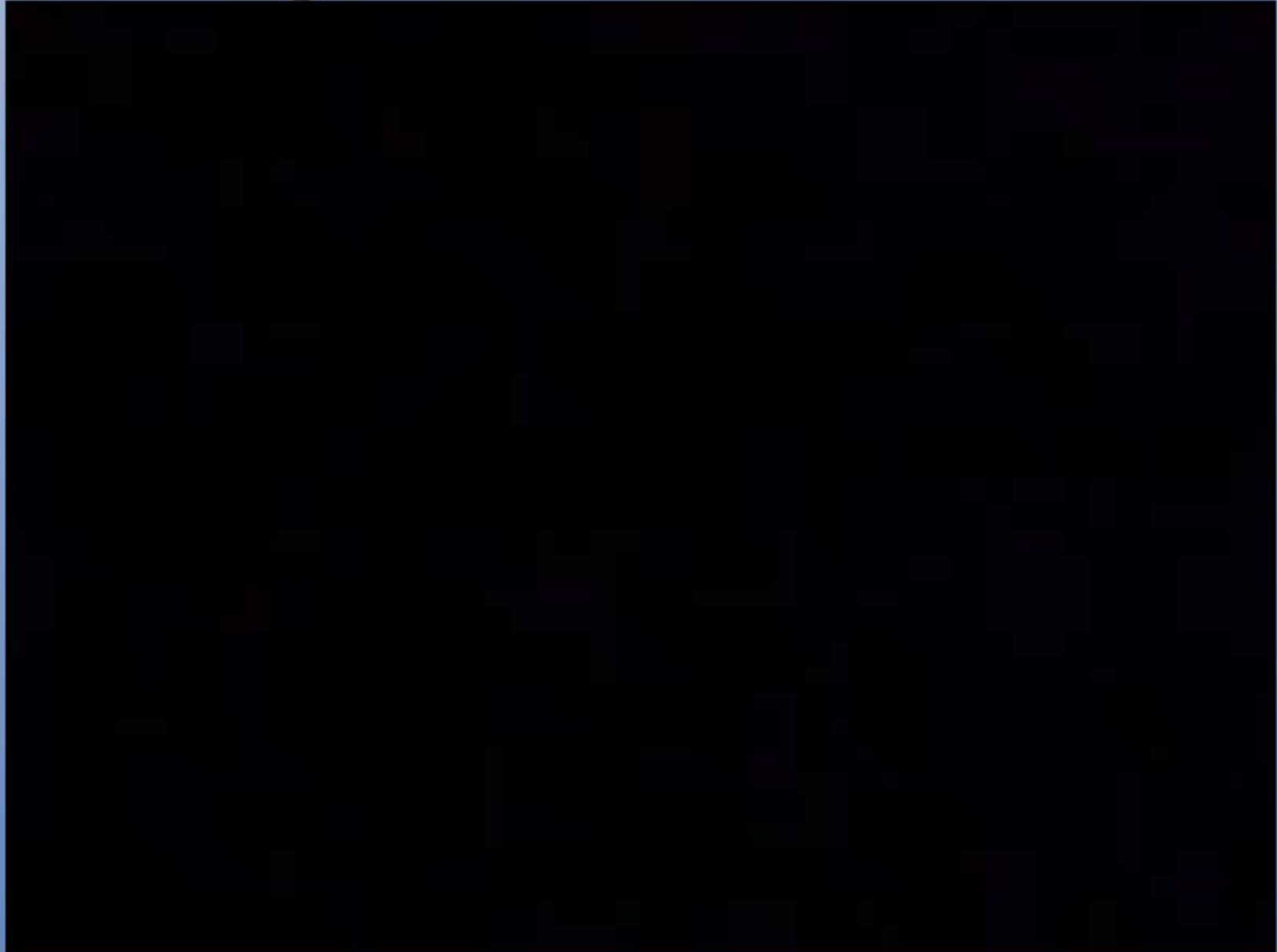
organisch
z.B. Polymere



Quelle: <http://www.schott.com/>

Kosteneffizienz & Anwendungen

Organische Halbleiter



Quelle: Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung

Organische Halbleiter

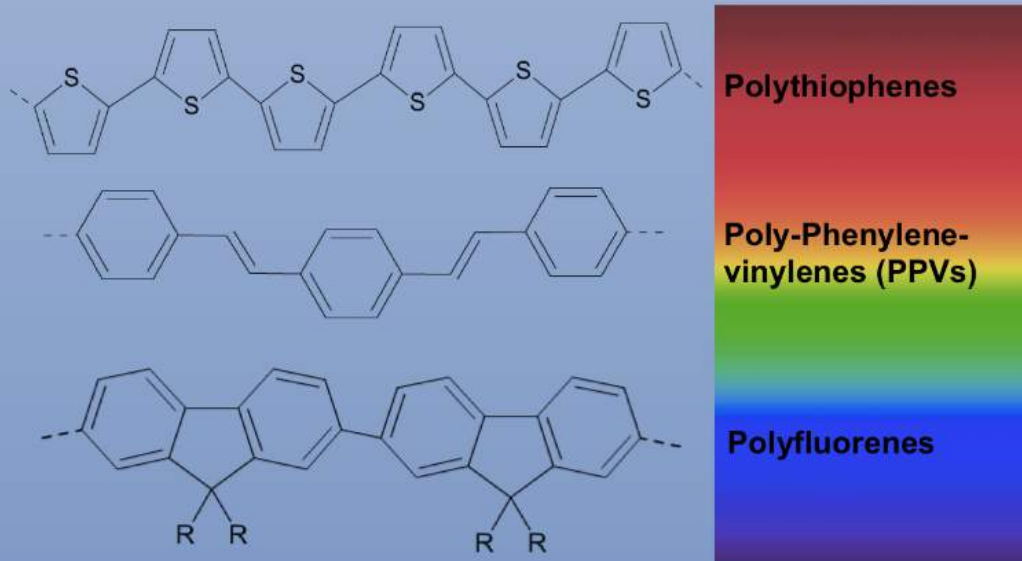


Quelle: Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung

Konjugierte Polymere

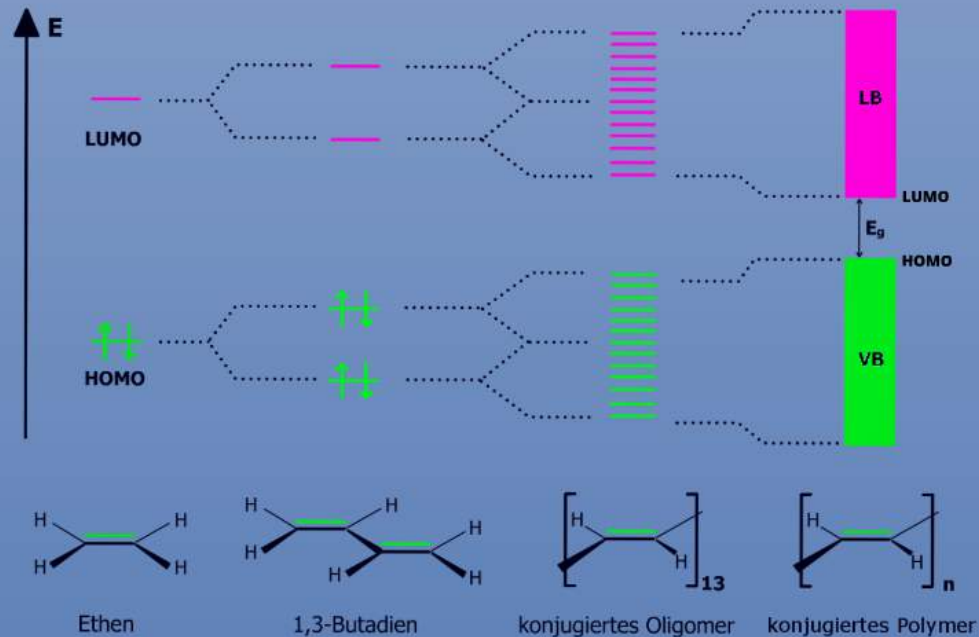
Strukturelle Betrachtung

nach Hertel et al. (2000)

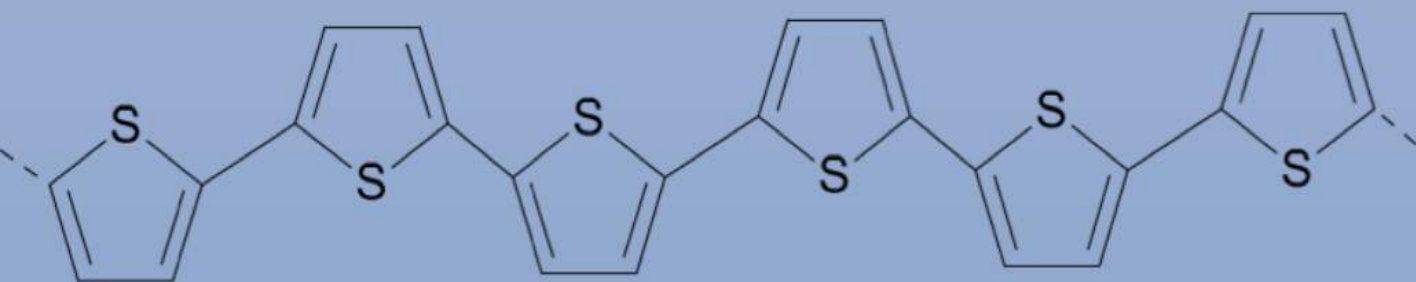


Energetische Betrachtung

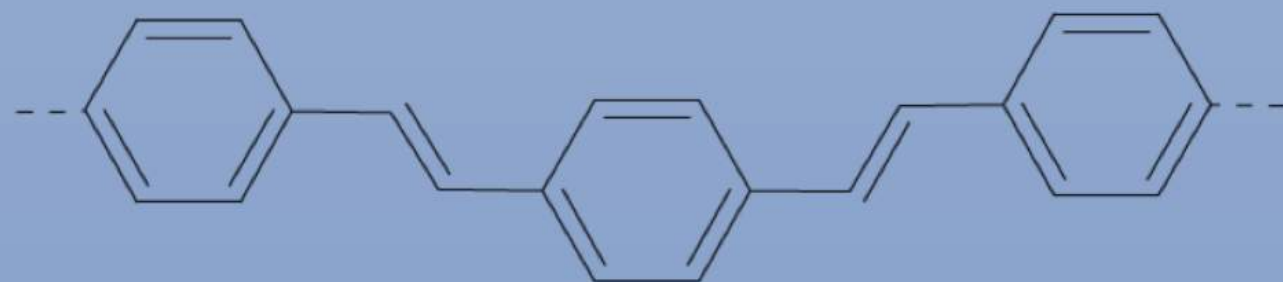
nach Rehahn (2003)



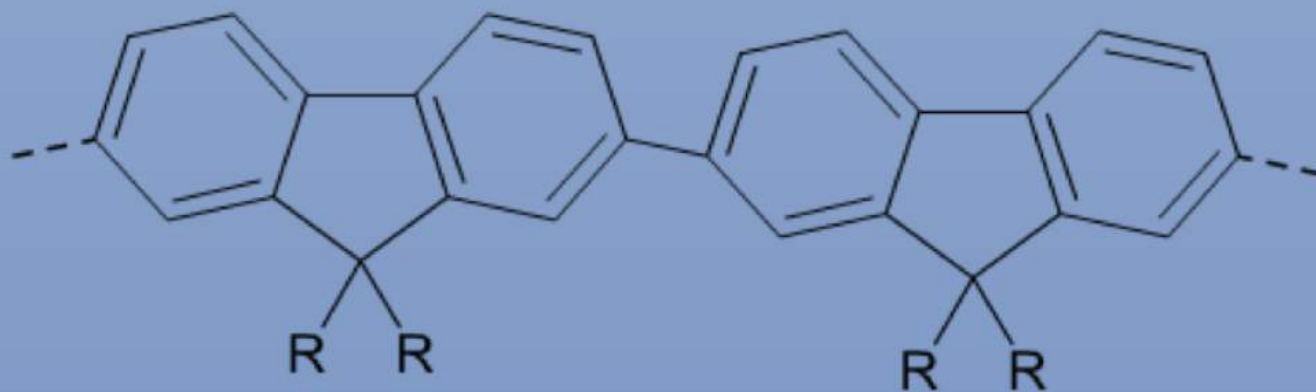
Conjugated Polymers



Polythiophenes



**Poly-Phenylene-
vinylenes (PPVs)**

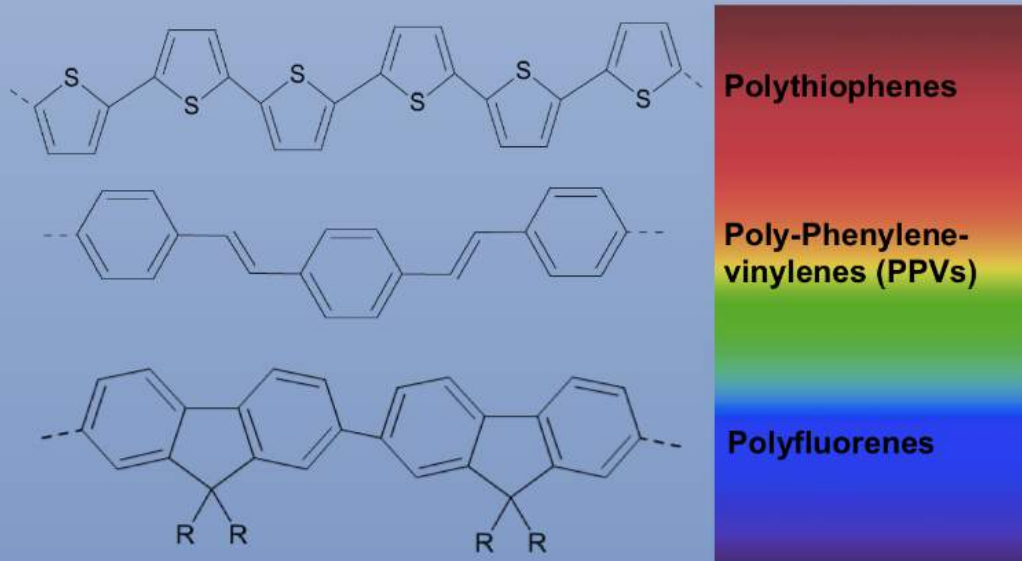


Polyfluorenes

Konjugierte Polymere

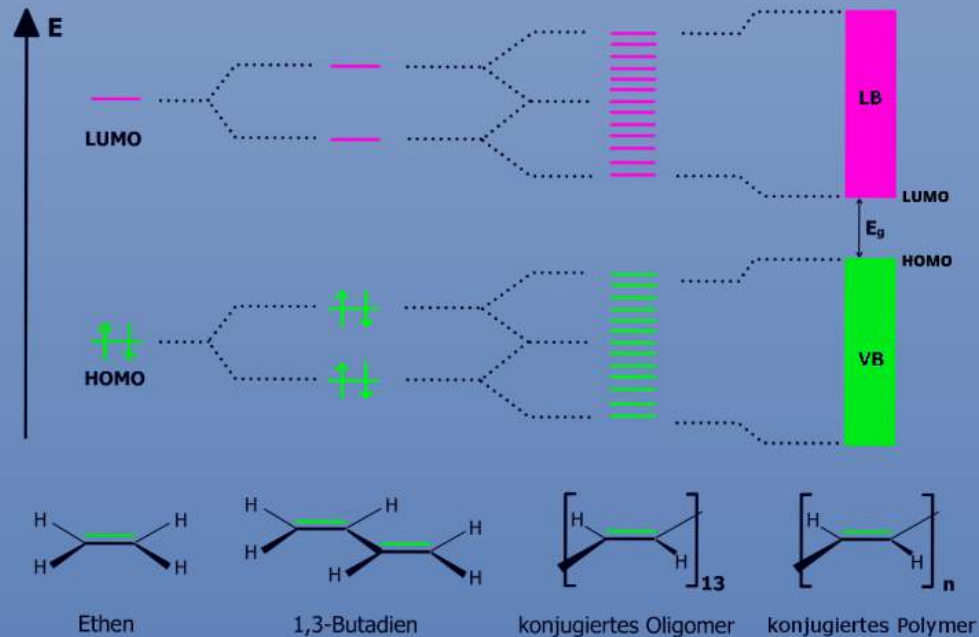
Strukturelle Betrachtung

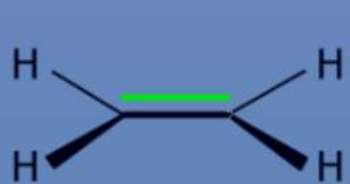
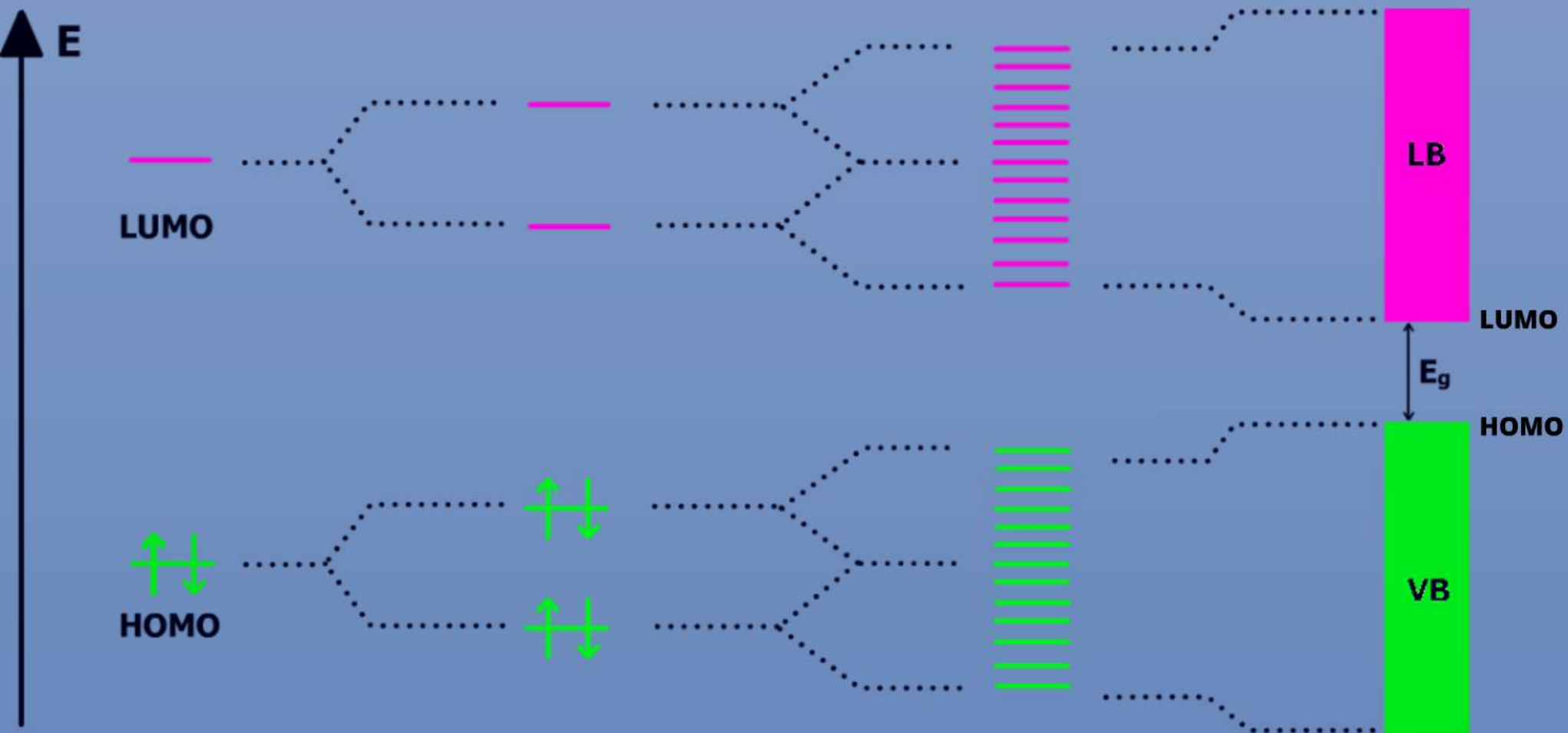
nach Hertel et al. (2000)



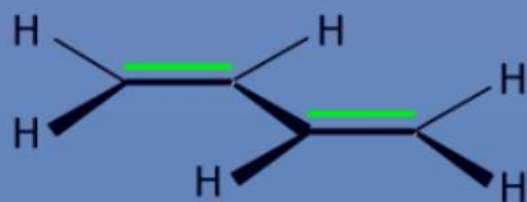
Energetische Betrachtung

nach Rehahn (2003)

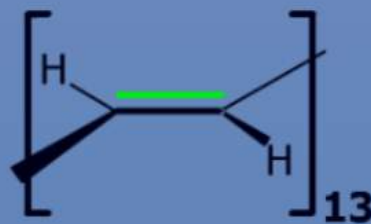




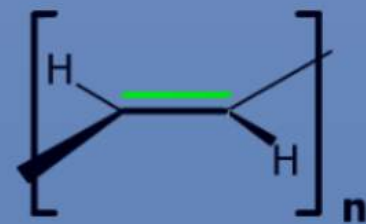
Ethen



1,3-Butadien



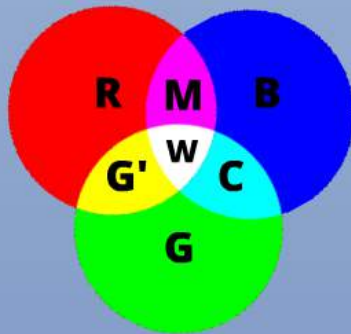
konjugiertes Oligomer



konjugiertes Polymer

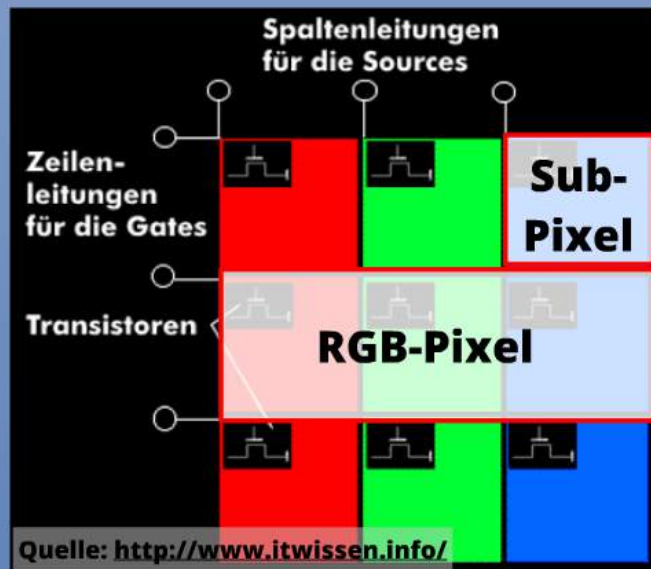
Aufbau & Funktion von Displays

Additive Farbmischung
(aus den Farben **R**ot, **G**rün und **B**lau)



R = Rot
G = Grün
B = Blau
M = Magenta
G' = Gelb
C = Cyan
W = Weiß

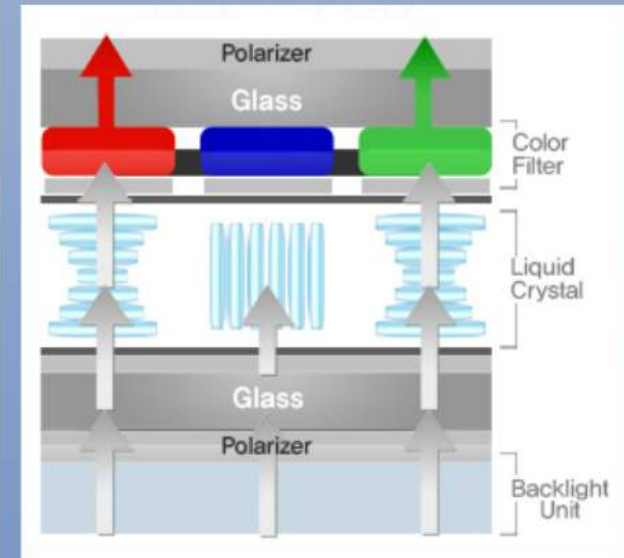
RGB-Matrix-Display



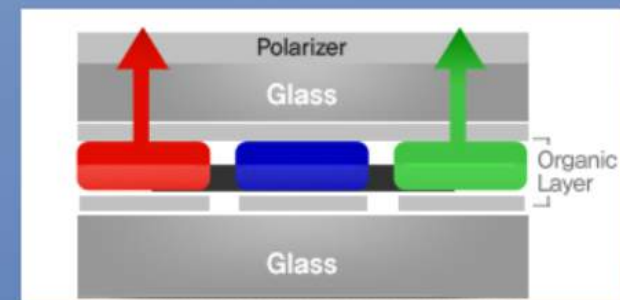
www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de



LCD - Liquid Crystal Display



OLED-Display

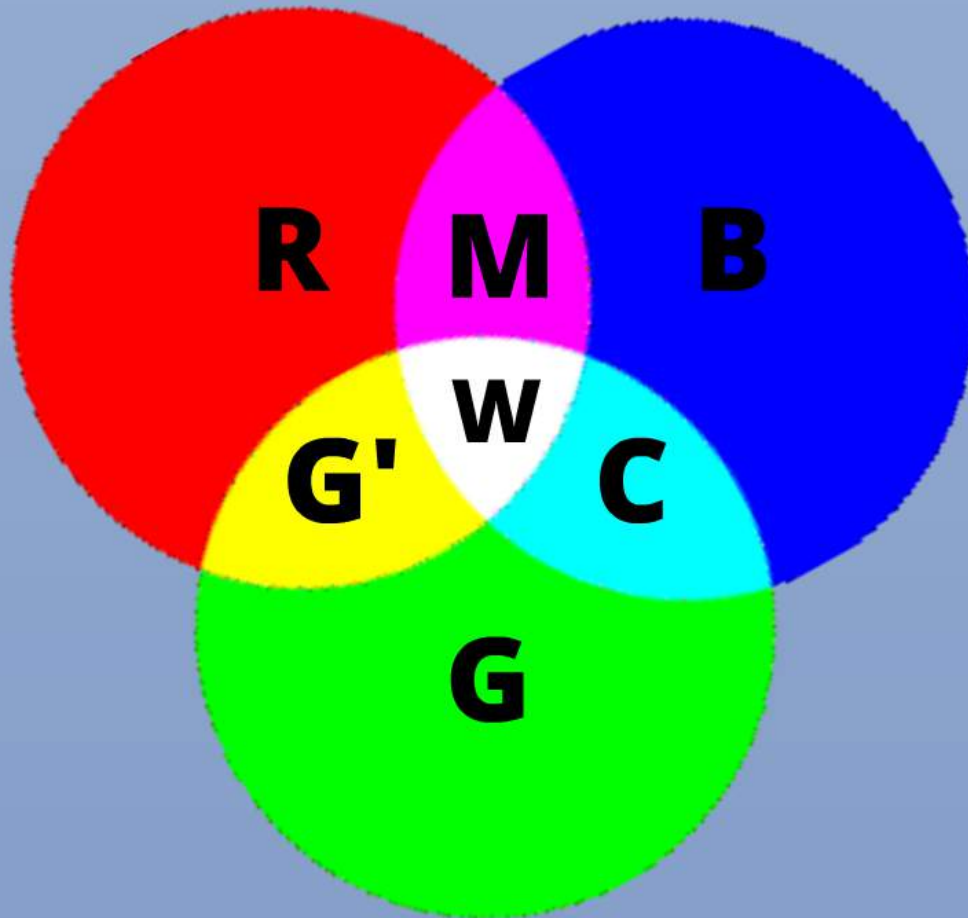


LCD

OLED

Additive Farbmischung

(aus den Farben **R**ot, **G**rün und **B**lau)



R = Rot

G = Grün

B = Blau

M = Magenta

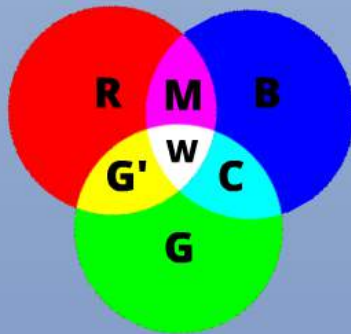
G' = Gelb

C = Cyan

W = Weiß

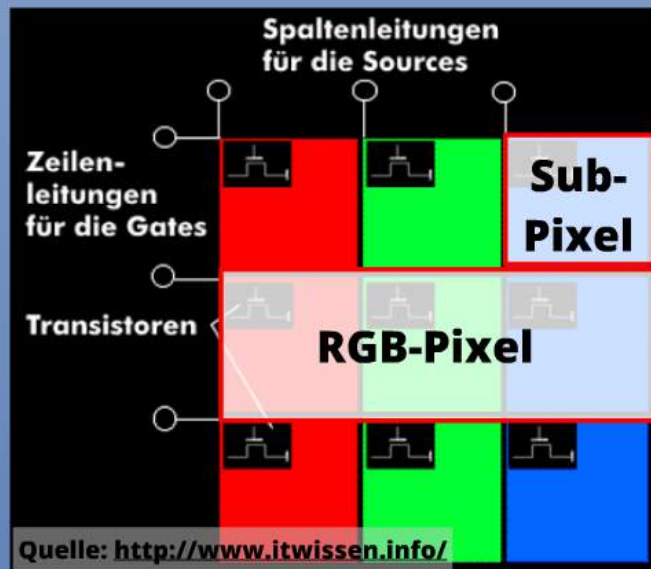
Aufbau & Funktion von Displays

Additive Farbmischung
(aus den Farben **R**ot, **G**rün und **B**lau)



R = Rot
G = Grün
B = Blau
M = Magenta
G' = Gelb
C = Cyan
W = Weiß

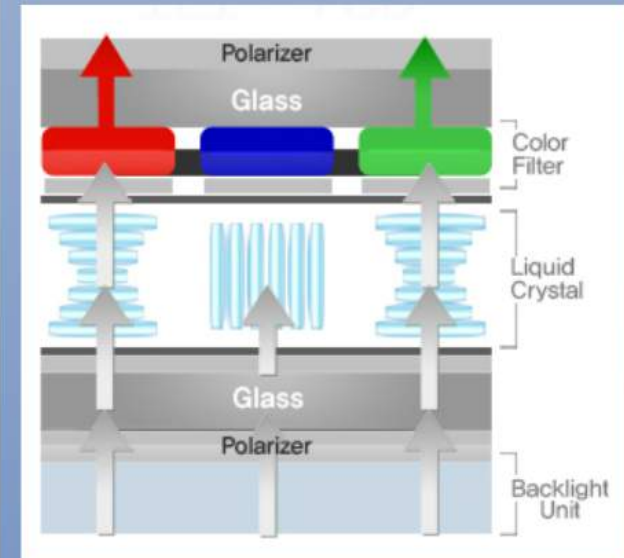
RGB-Matrix-Display



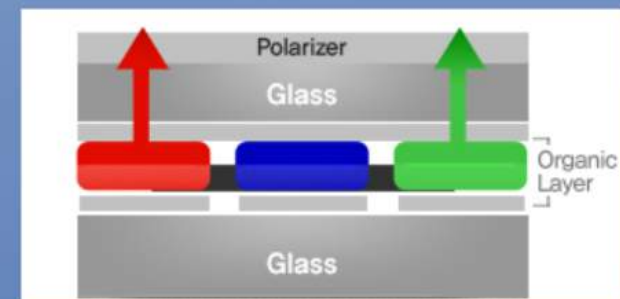
www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de



LCD - Liquid Crystal Display



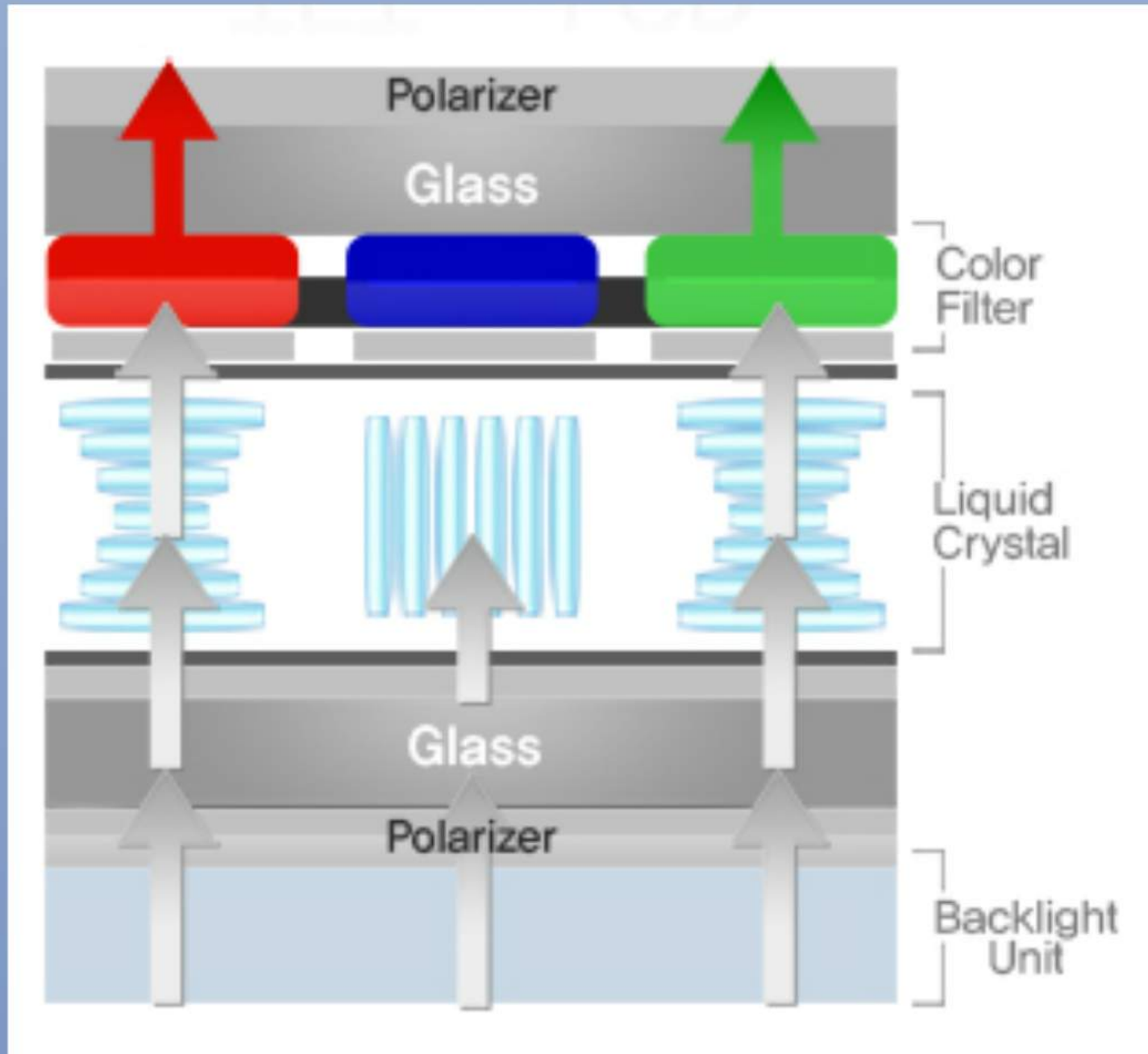
OLED-Display



LCD

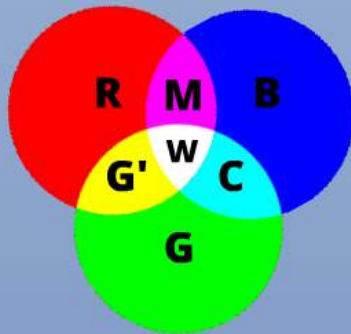
OLED

LCD - Liquid Crystal Display



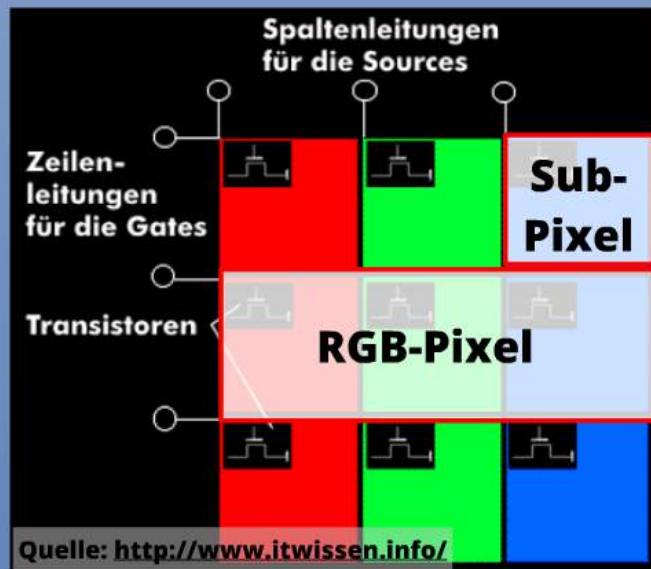
Aufbau & Funktion von Displays

Additive Farbmischung
(aus den Farben **R**ot, **G**rün und **B**lau)



R = Rot
G = Grün
B = Blau
M = Magenta
G' = Gelb
C = Cyan
W = Weiß

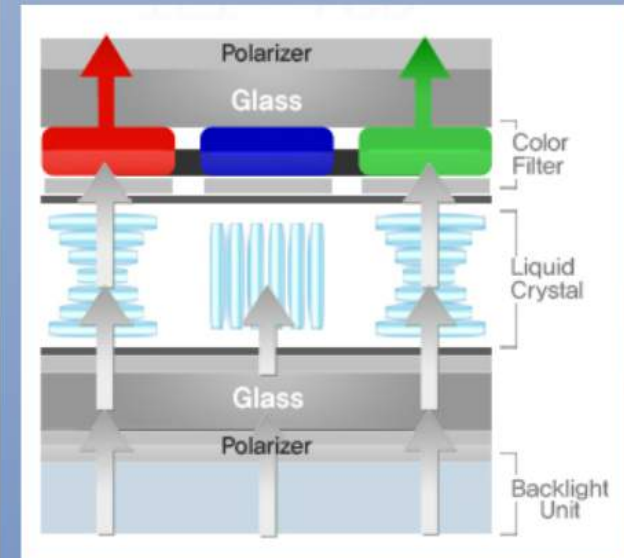
RGB-Matrix-Display



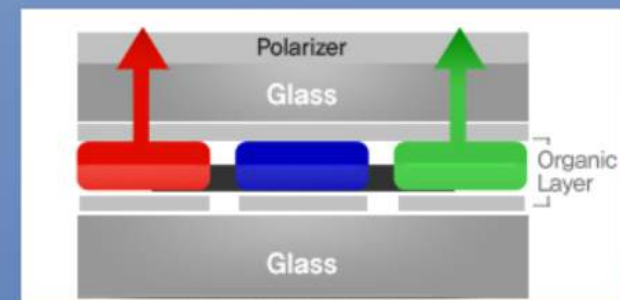
www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de



LCD - Liquid Crystal Display



OLED-Display

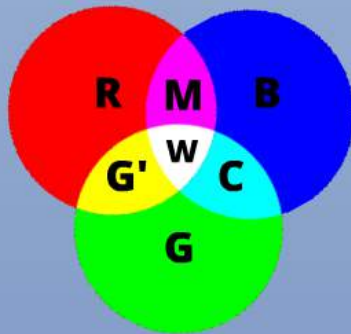


LCD

OLED

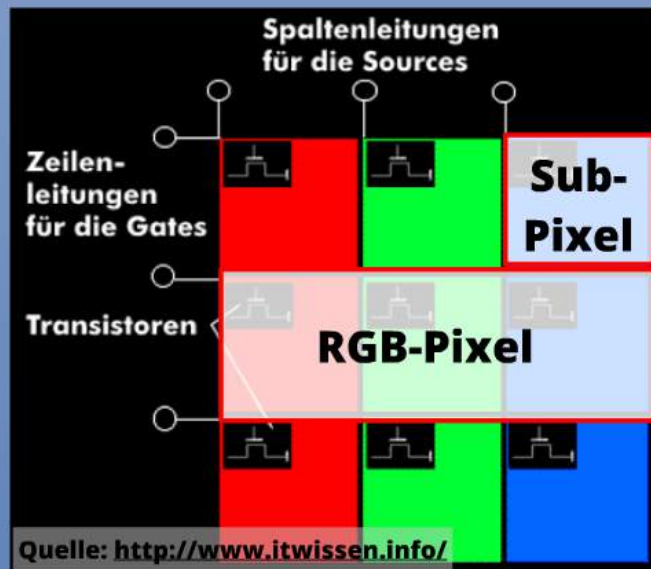
Aufbau & Funktion von Displays

Additive Farbmischung
(aus den Farben **R**ot, **G**rün und **B**lau)



R = Rot
G = Grün
B = Blau
M = Magenta
G' = Gelb
C = Cyan
W = Weiß

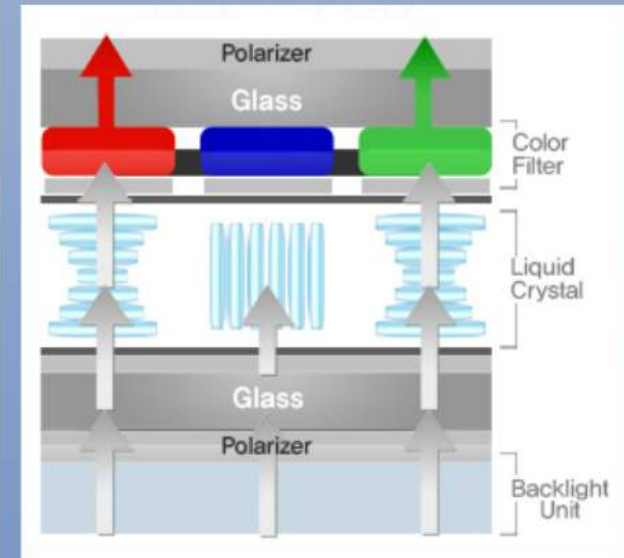
RGB-Matrix-Display



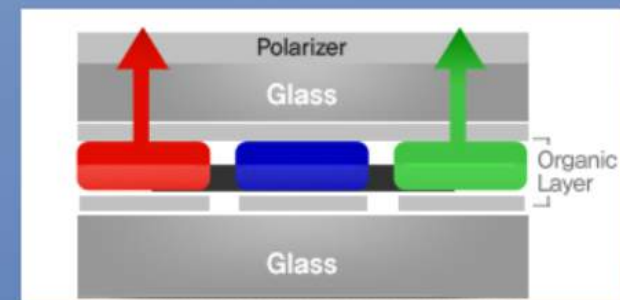
www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de



LCD - Liquid Crystal Display



OLED-Display



LCD

OLED

Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer: Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

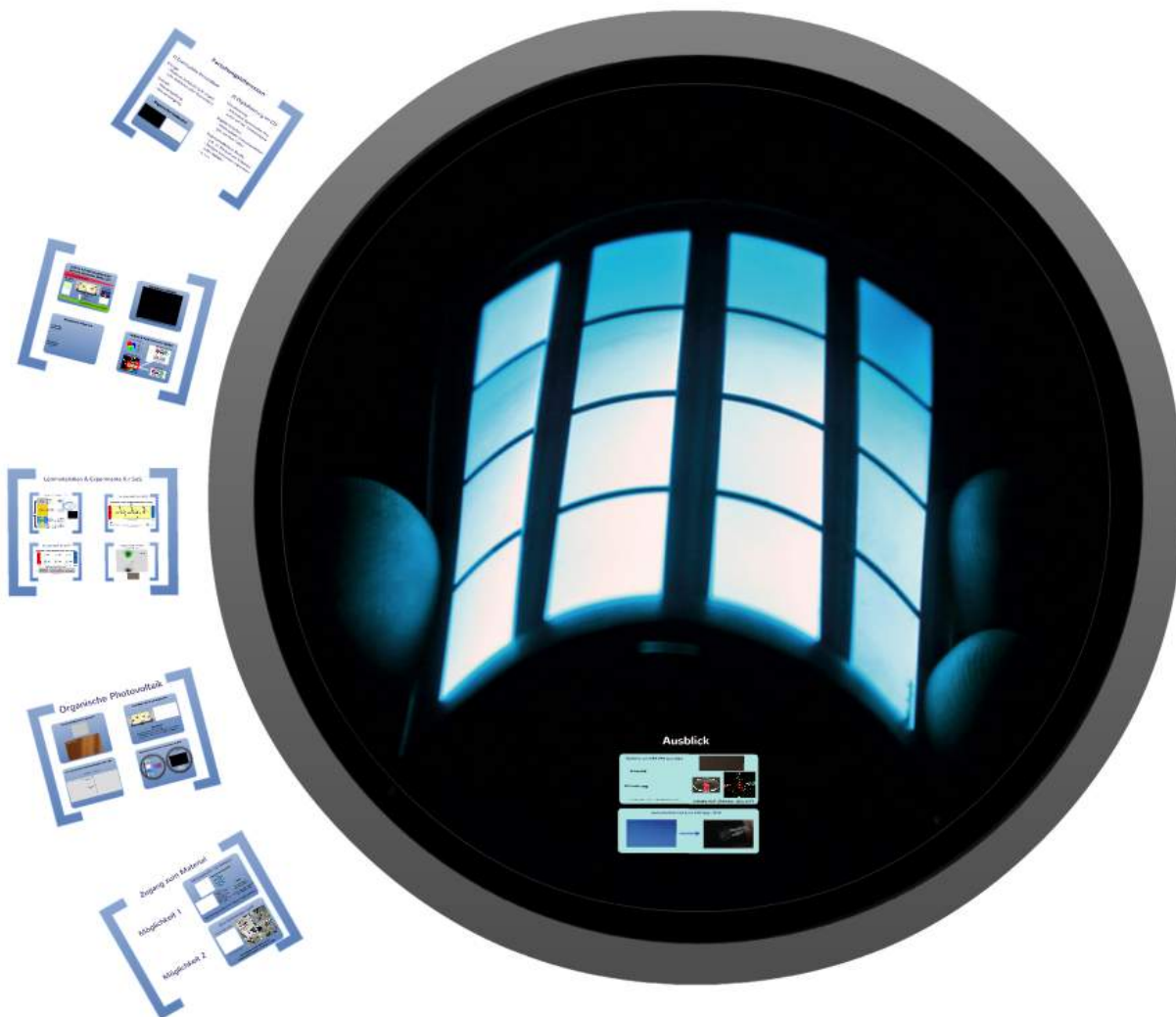
1. Forschungsinteressen

2. Teil 1: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

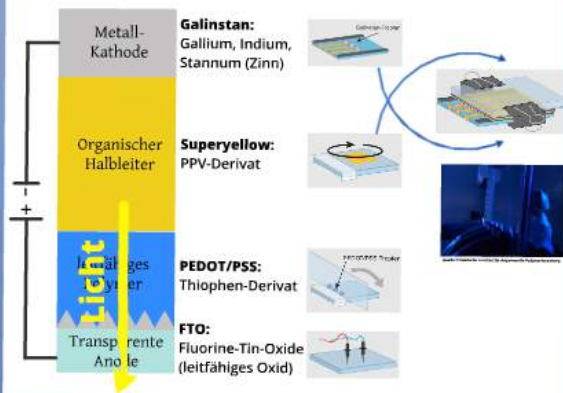
4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?

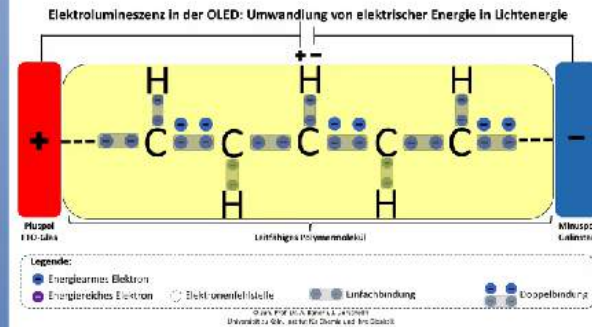


Lernmaterialien & Experimente für SuS

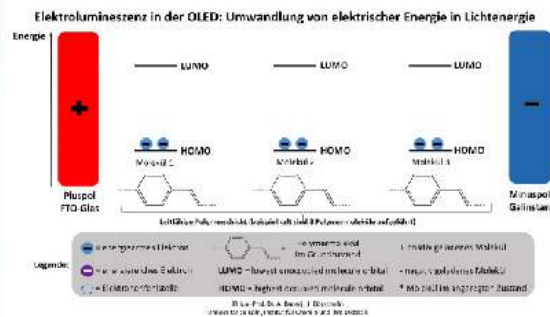
Die low-cost Eigenbau-OLED



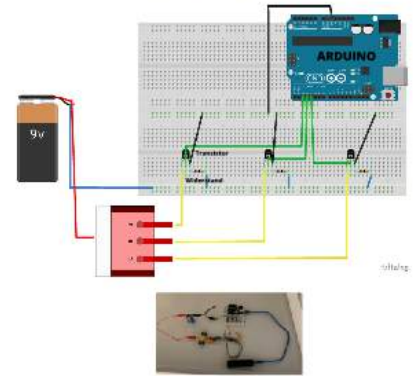
Strukturmodell der OLED



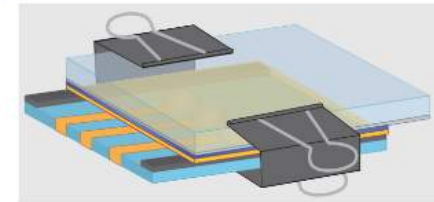
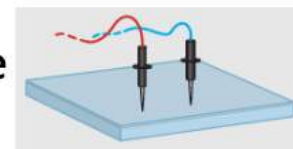
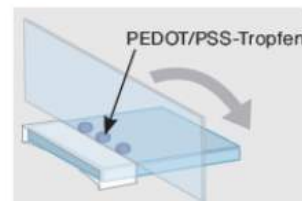
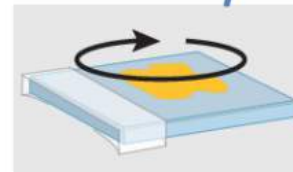
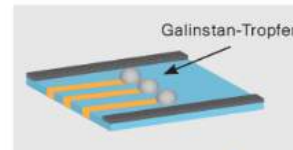
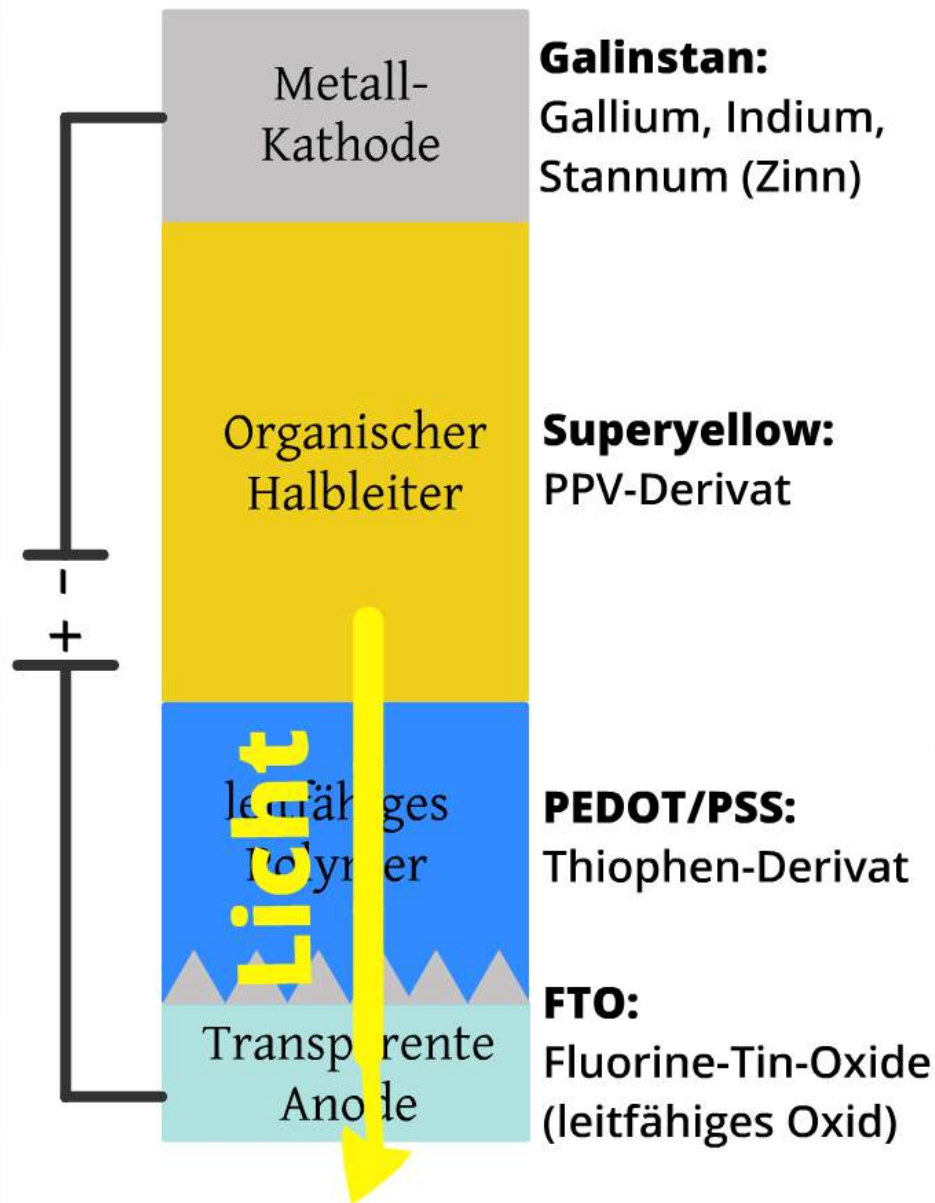
Energiemodell der OLED



Modell OLED- Display
(Maurice Gangl, 2017)



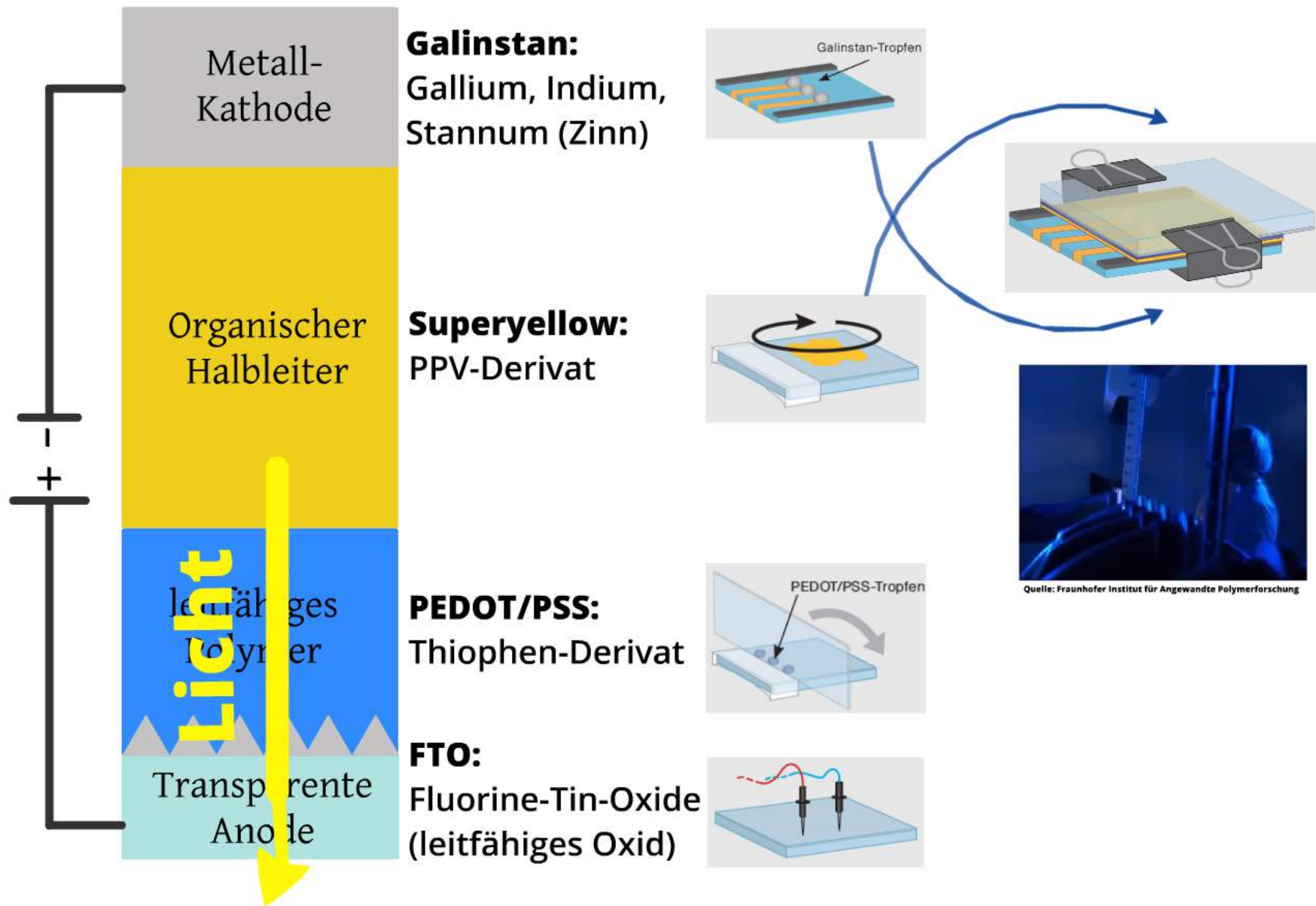
Die low-cost Eigenbau-OLED





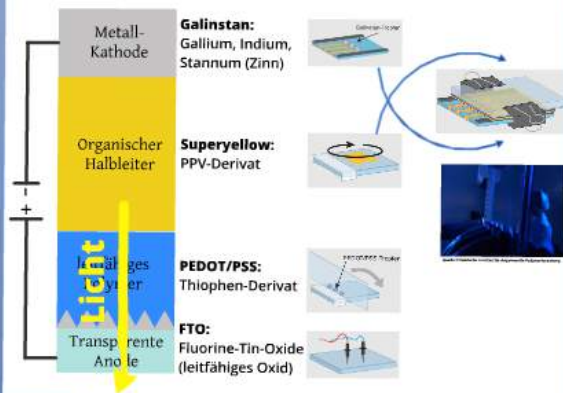
Quelle: Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung

Die low-cost Eigenbau-OLED

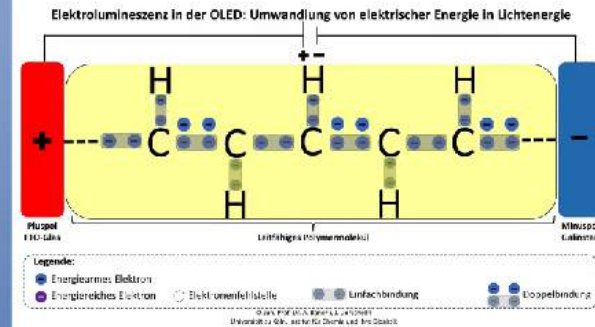


Lernmaterialien & Experimente für SuS

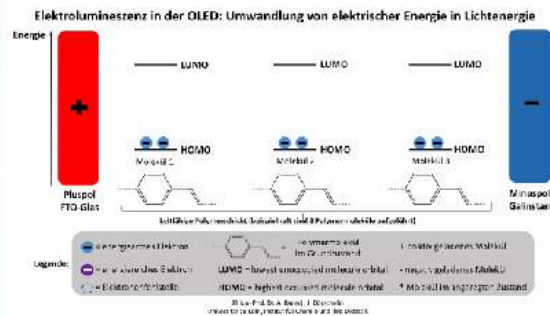
Die low-cost Eigenbau-OLED



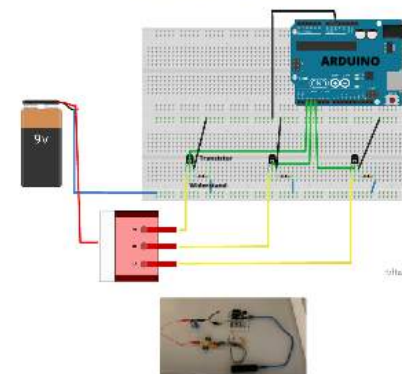
Strukturmodell der OLED



Energiemodell der OLED

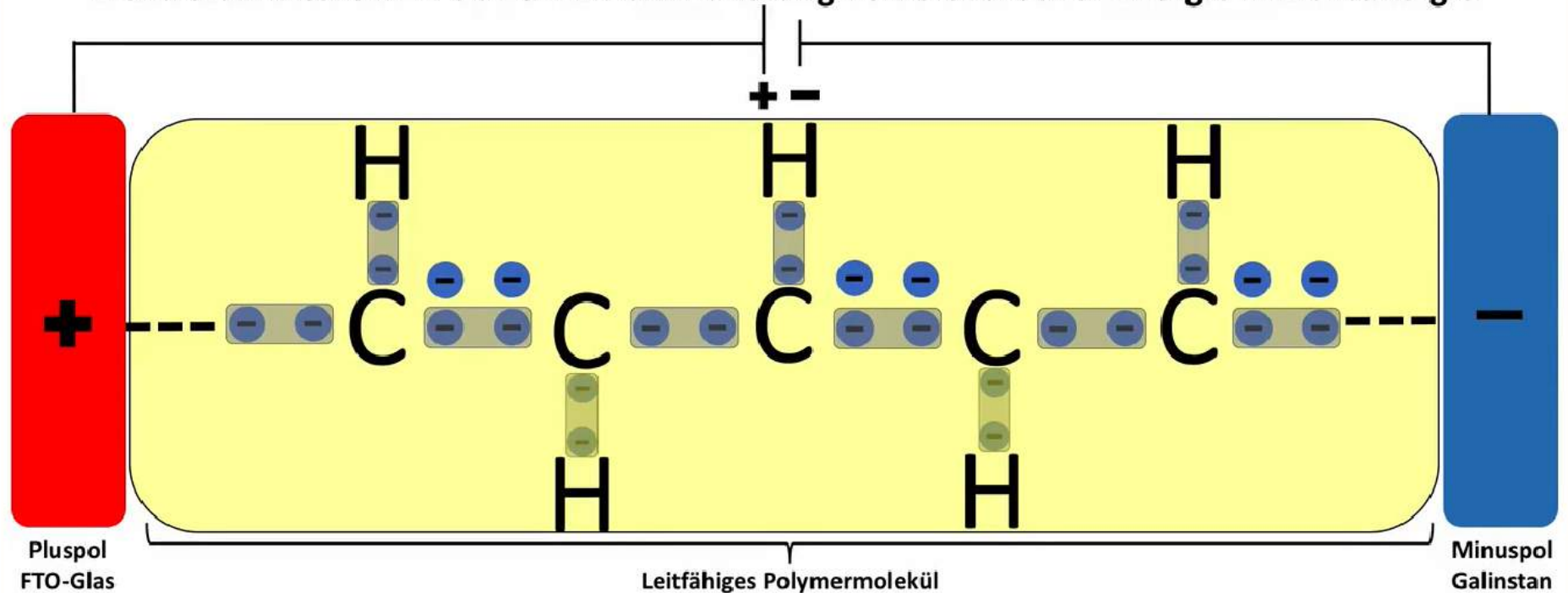


Modell OLED- Display
(Maurice Gangl, 2017)



Strukturmodell der OLED

Elektrolumineszenz in der OLED: Umwandlung von elektrischer Energie in Lichtenergie



Legende:

● Energiearmes Elektron

● Energiereiches Elektron

○ Elektronenfehlstelle

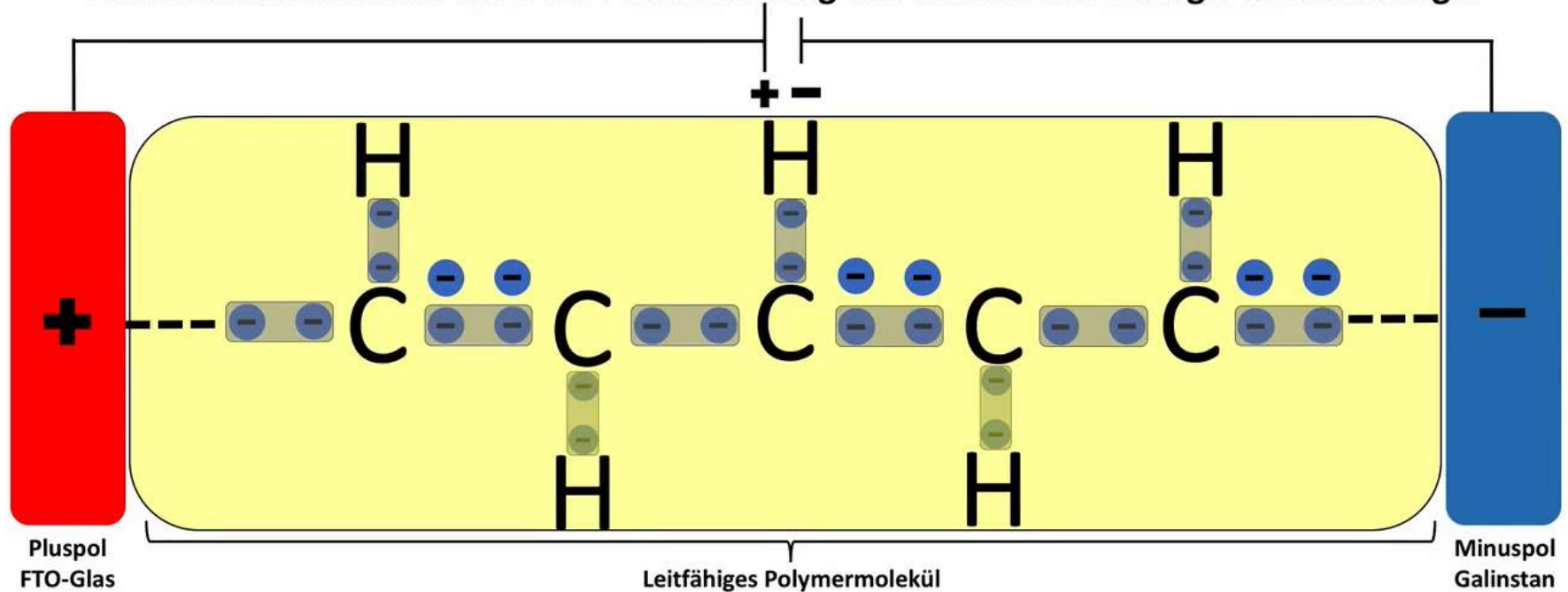
●● Einfachbindung

●● Doppelbindung

© Jun.-Prof. Dr. A. Banerji, J. Dörschelln
Universität zu Köln, Institut für Chemie und Ihre Didaktik

Strukturmodell der OLED

Elektrolumineszenz in der OLED: Umwandlung von elektrischer Energie in Lichtenergie



Legende:

● Energiearmes Elektron

● Energiereiches Elektron

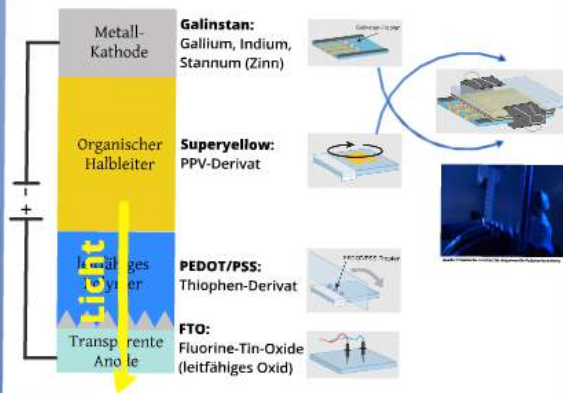
○ Elektronenfehlstelle

●● Einfachbindung

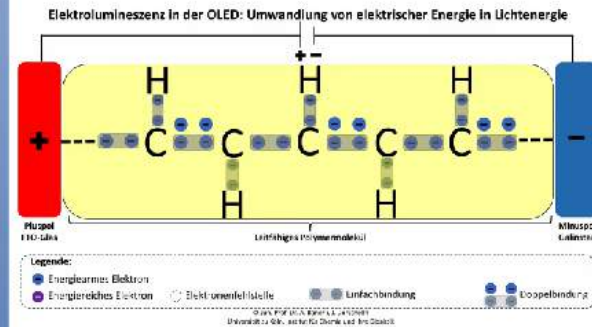
●●● Doppelbindung

Lernmaterialien & Experimente für SuS

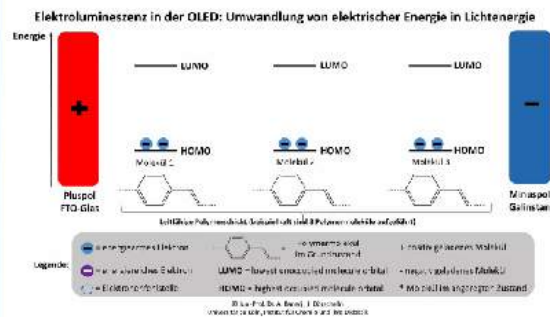
Die low-cost Eigenbau-OLED



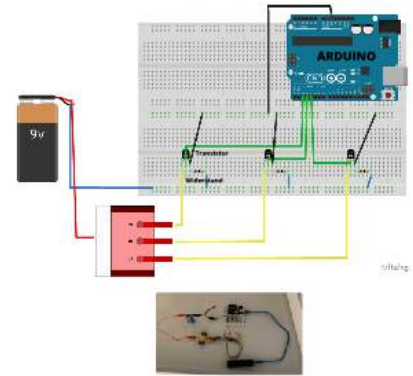
Strukturmodell der OLED



Energiemodell der OLED

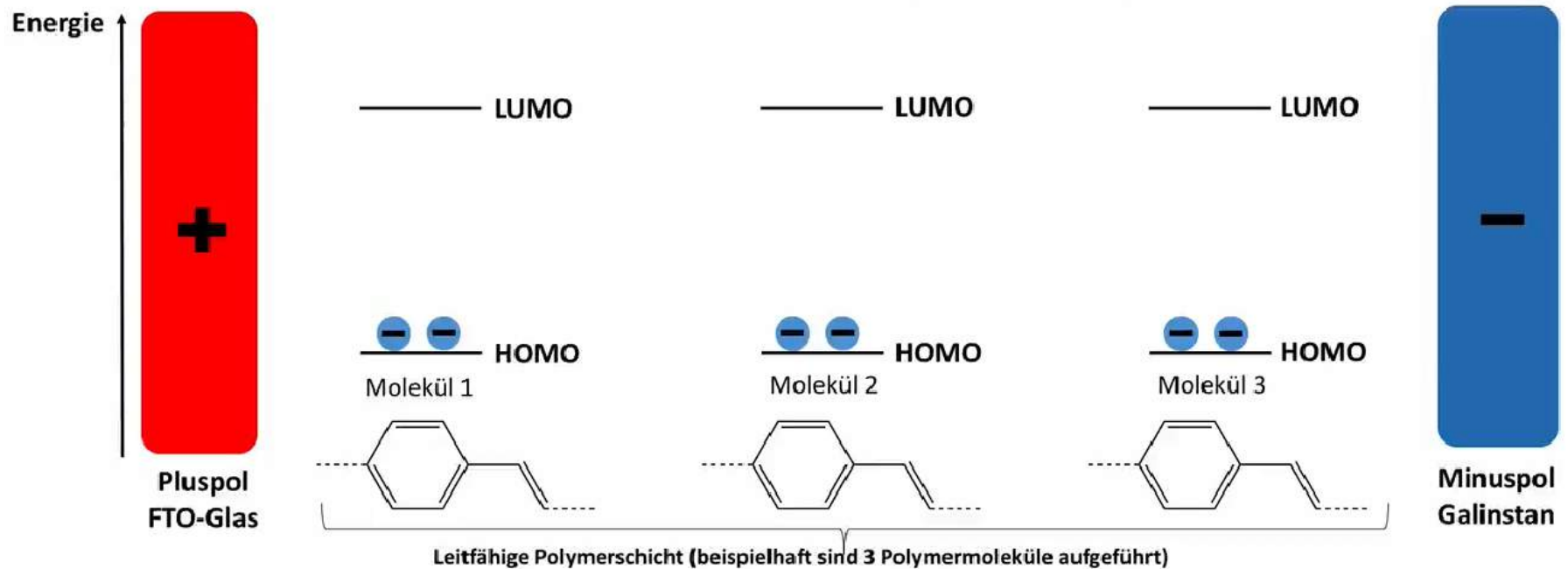


Modell OLED- Display
(Maurice Gangl, 2017)



Energiemodell der OLED

Elektrolumineszenz in der OLED: Umwandlung von elektrischer Energie in Lichtenergie



Legende:

- = energiearmes Elektron
- = energiereiches Elektron
- = Elektronenfehlstelle



= Polymermolekül
im Grundzustand

LUMO = lowest unoccupied molecule orbital

HOMO = highest occupied molecule orbital

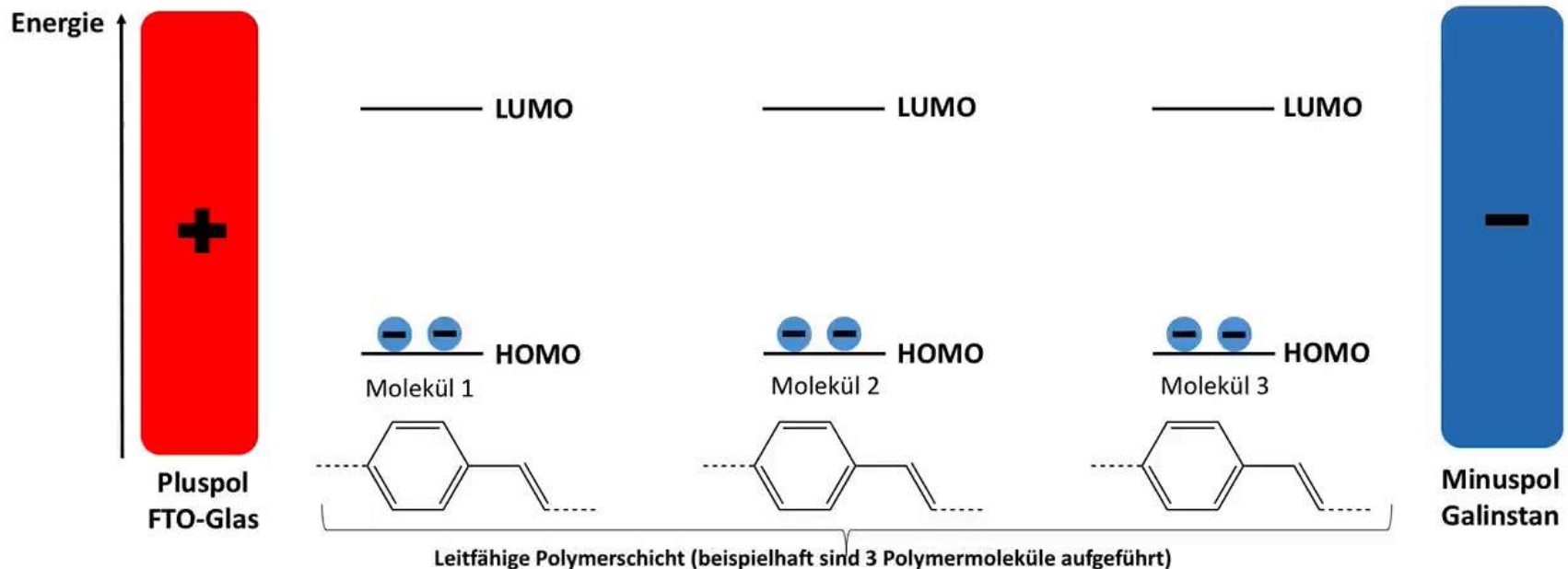
+ positiv geladenes Molekül

- negativ geladenes Molekül

* Molekül im angeregten Zustand

Energiemodell der OLED

Elektrolumineszenz in der OLED: Umwandlung von elektrischer Energie in Lichtenergie



Legende:

- = energiearmes Elektron
- = energiereiches Elektron
- = Elektronenfehlstelle



= Polymere im Grundzustand

LUMO = lowest unoccupied molecule orbital

HOMO = highest occupied molecule orbital

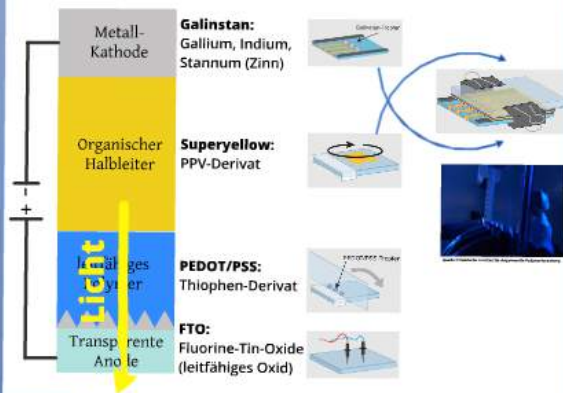
+ positiv geladenes Molekül

- negativ geladenes Molekül

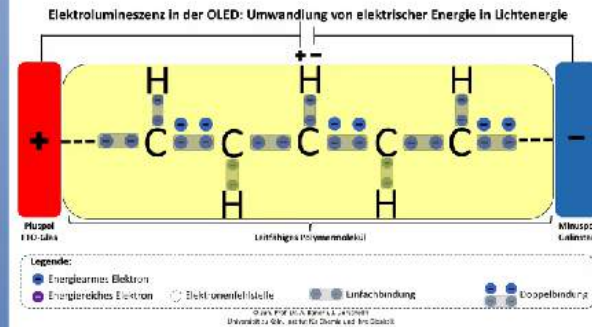
* Molekül im angeregten Zustand

Lernmaterialien & Experimente für SuS

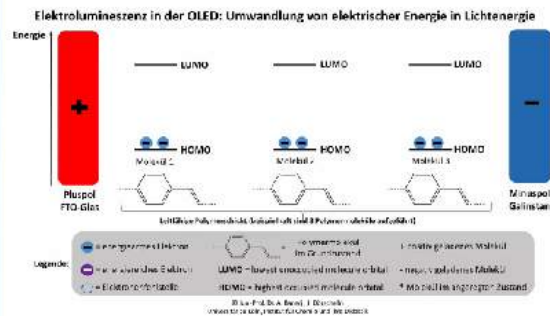
Die low-cost Eigenbau-OLED



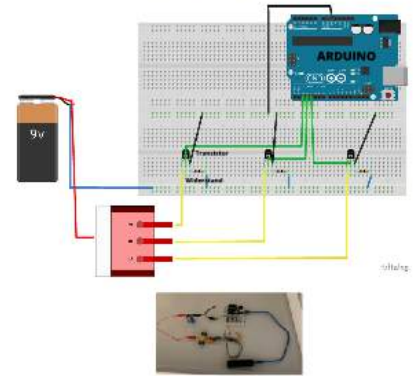
Strukturmodell der OLED



Energiemodell der OLED

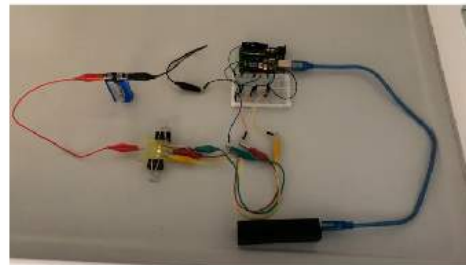
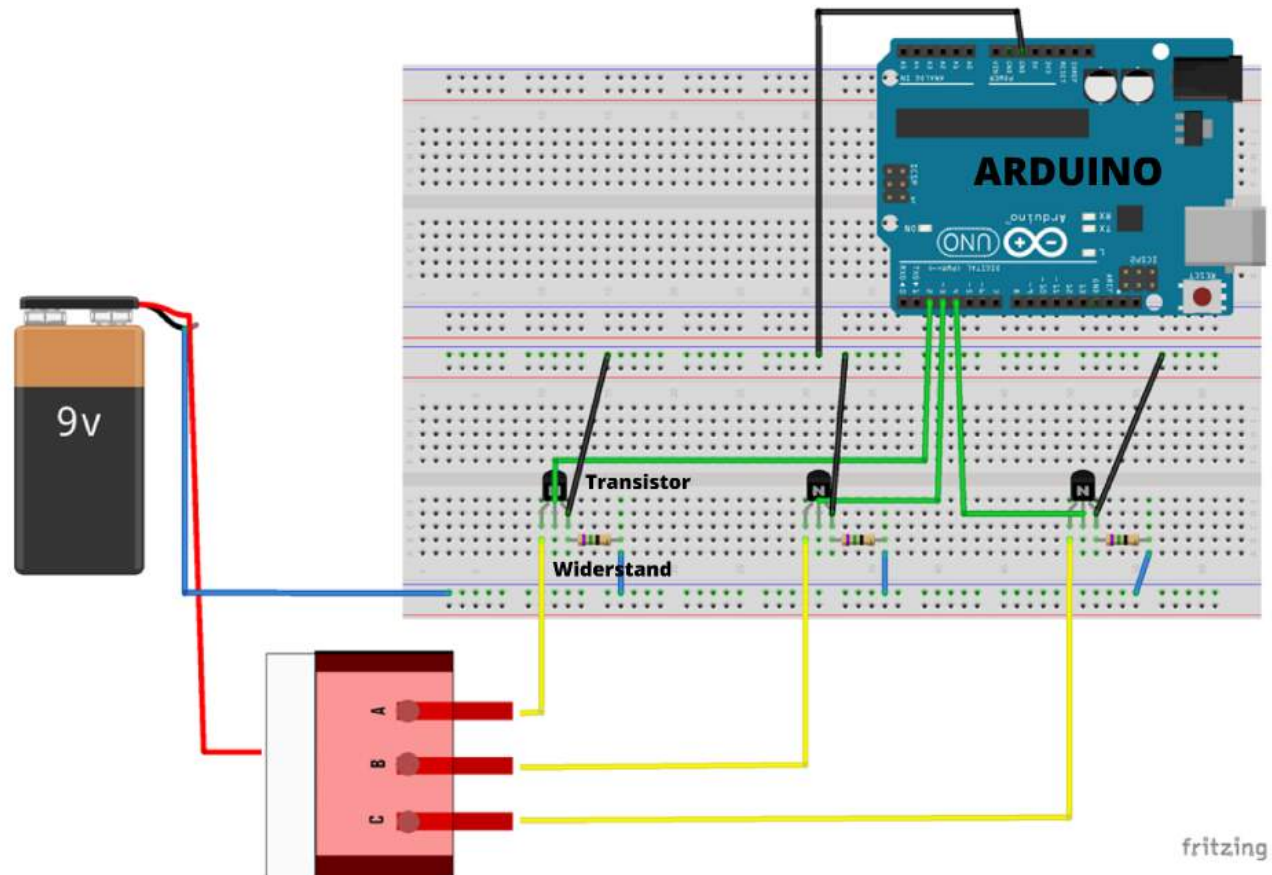


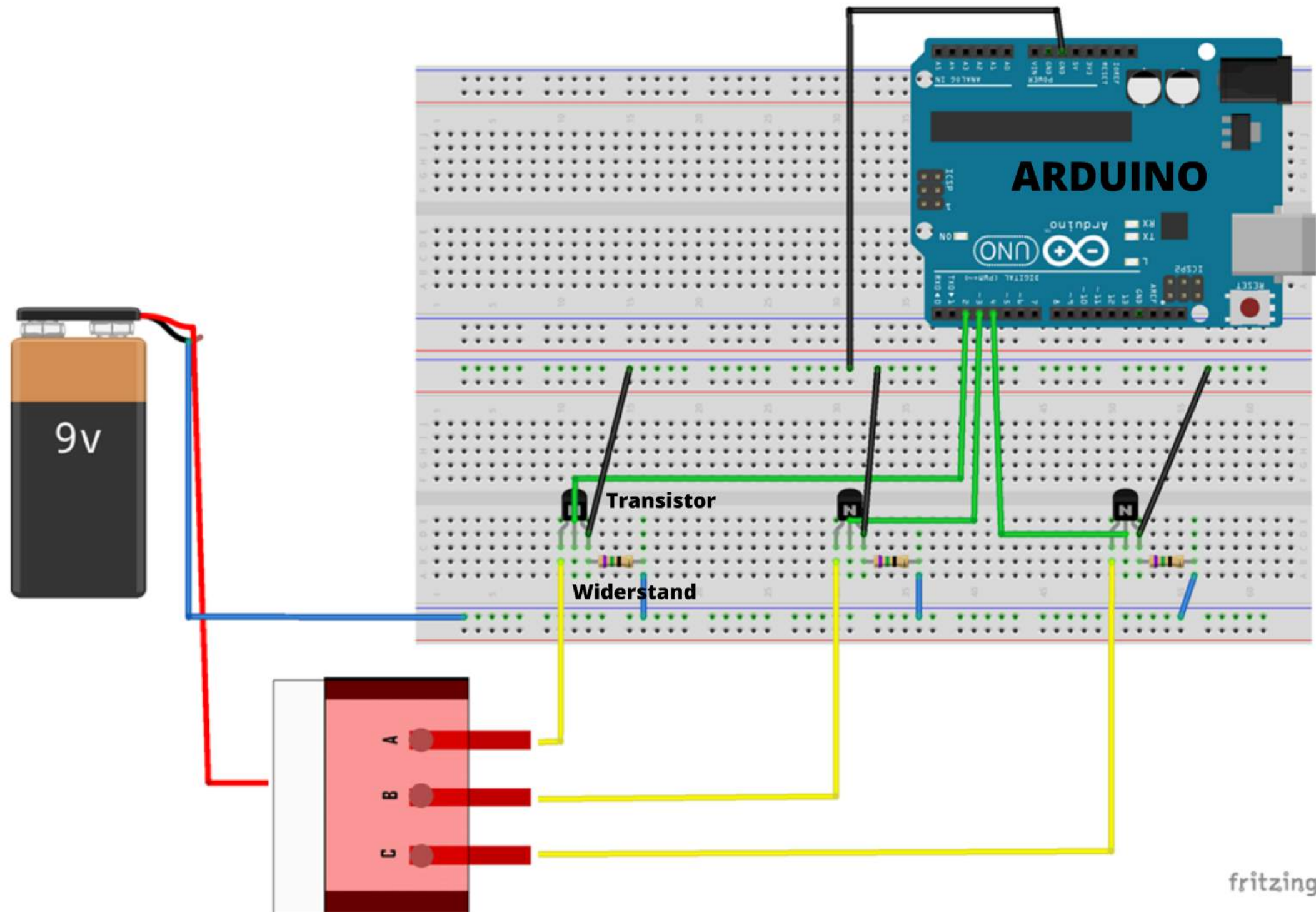
Modell OLED- Display
(Maurice Gangl, 2017)



Modell OLED- Display

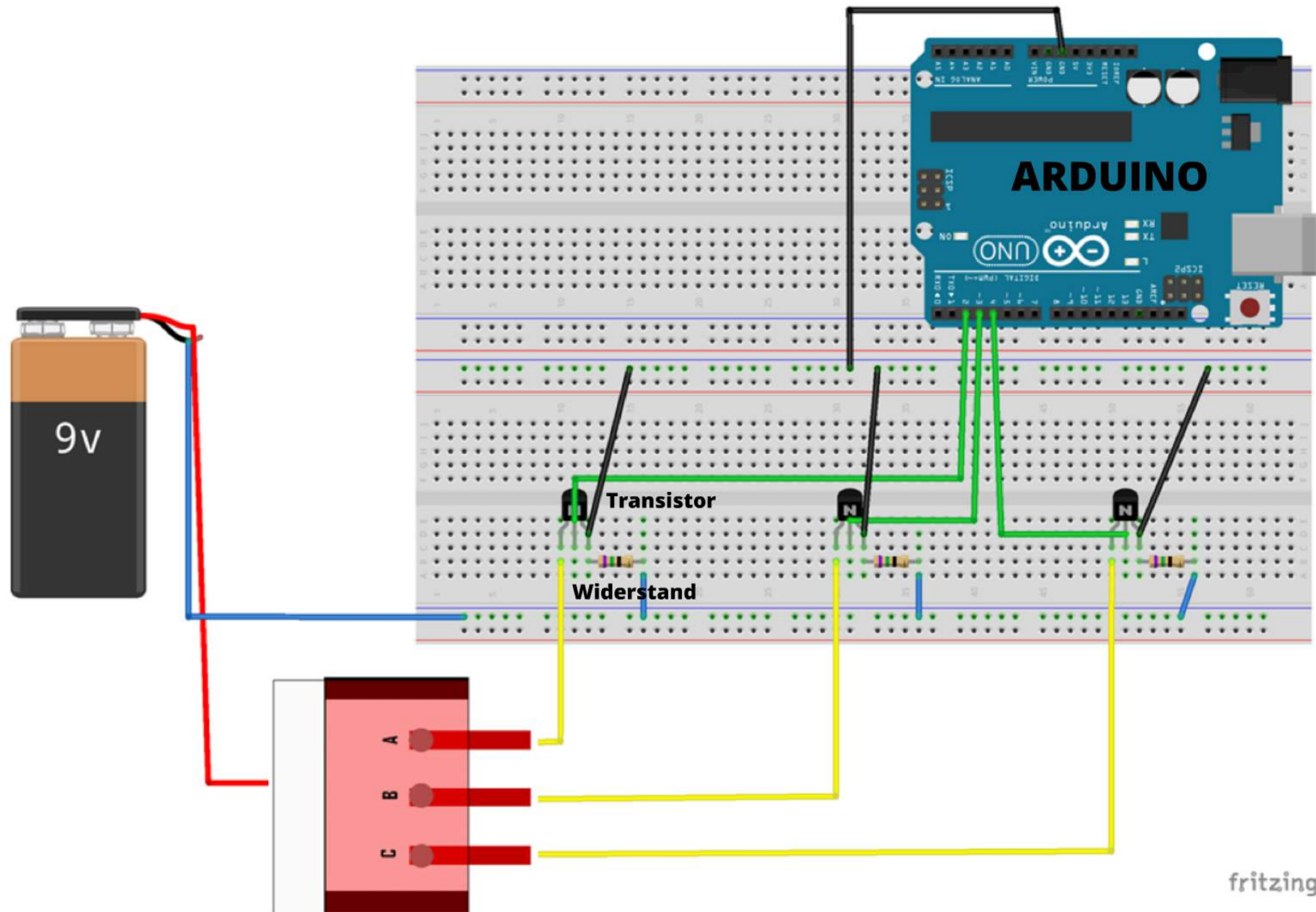
(Maurice Gangl, 2017)





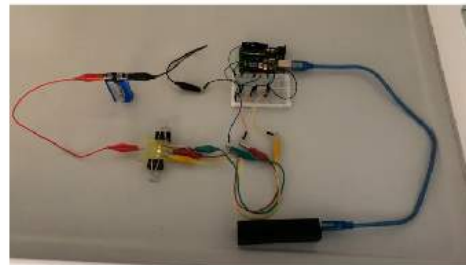
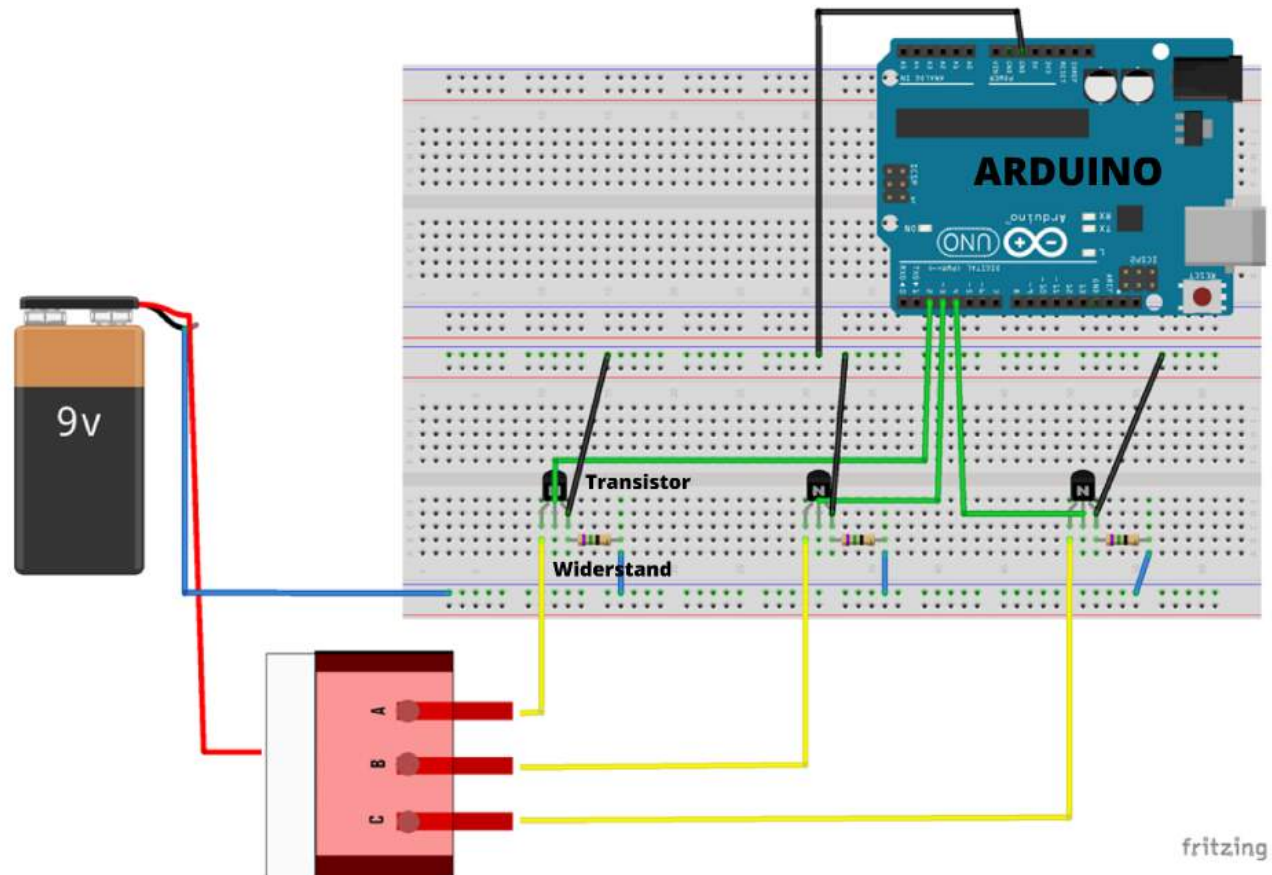
Transistor

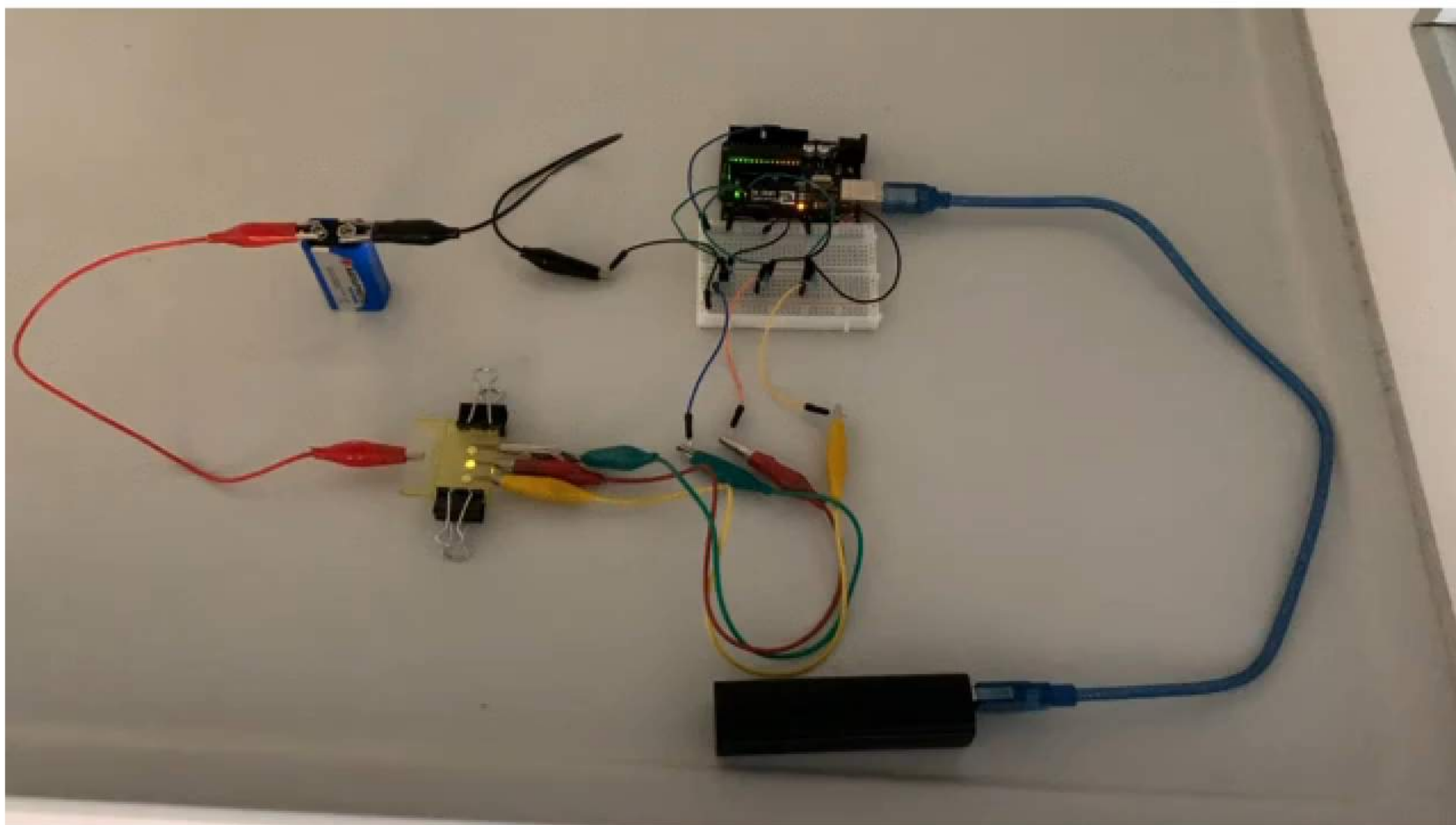
Widerstand



Modell OLED- Display

(Maurice Gangl, 2017)





Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer: Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

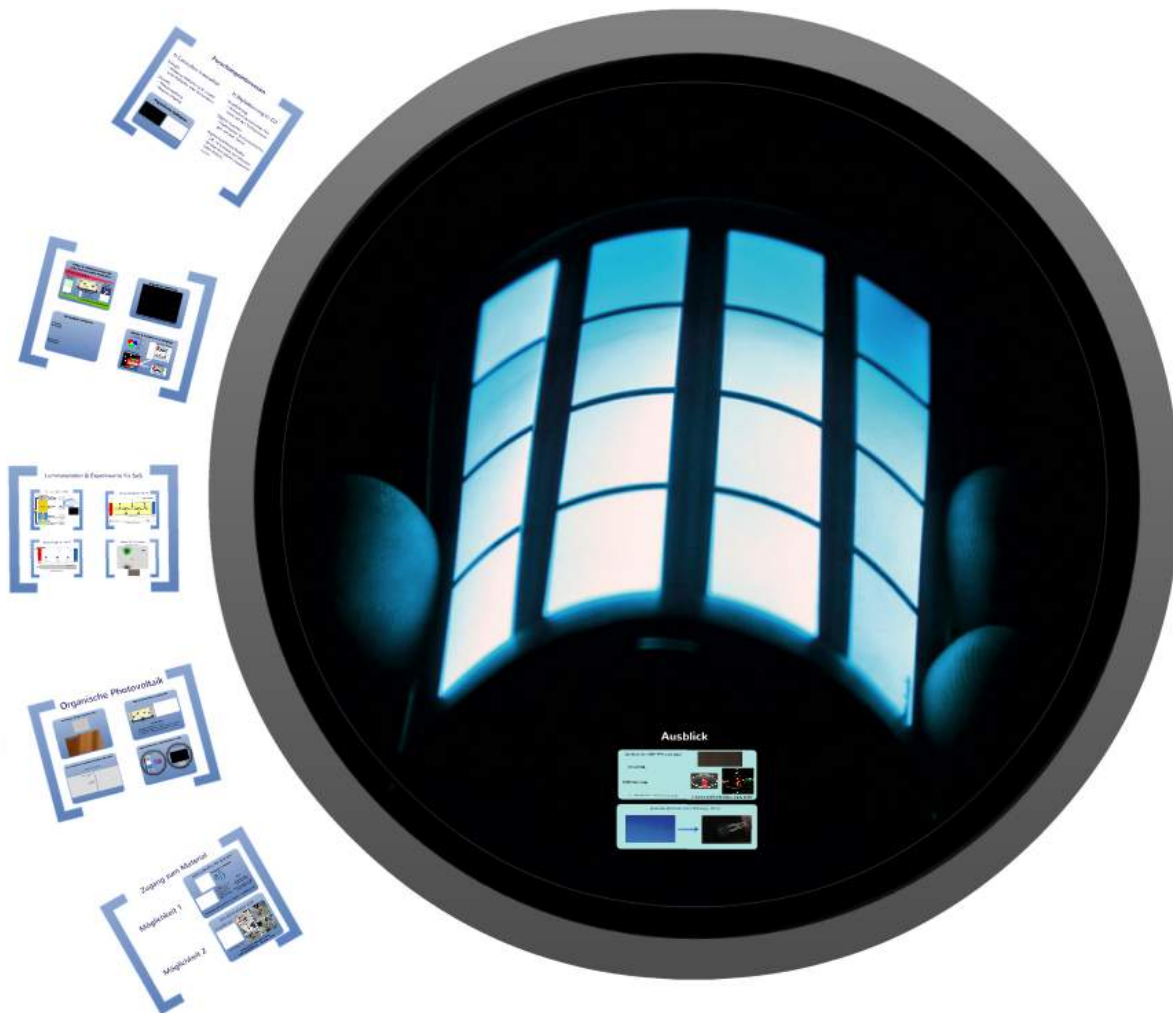
1. Forschungsinteressen

2. Teil 1: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

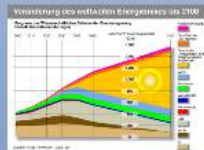
4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?

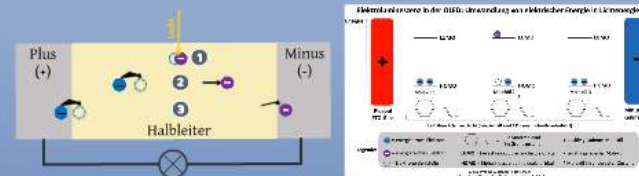


Organische Photovoltaik

Beitrag der OPV zur Energiewende



OPV: OLED einfach nur umgedreht?

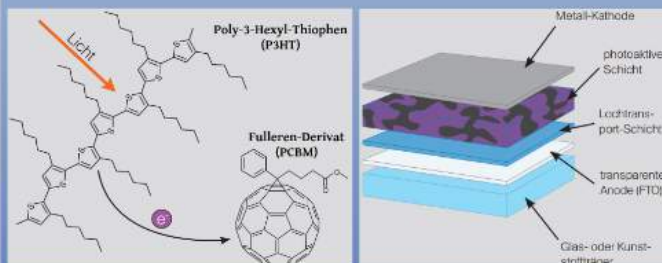


Erkenntnis:

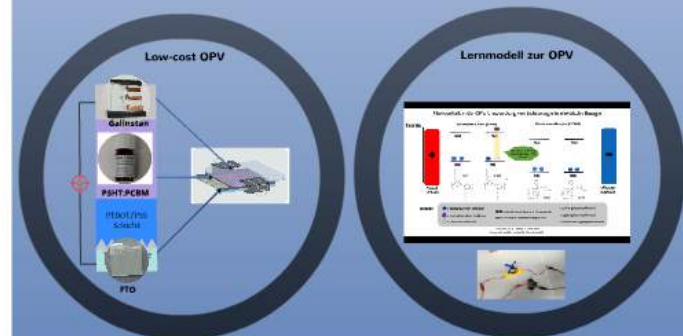
- OLEDs sind schlechte Solarzellen.
- Das Elektron-Loch-Paar ist stark gebunden und kann nicht/kaum in freie Ladungen aufgetrennt werden.

Der Durchbruch: Die Donor-Akzeptor Solarzelle

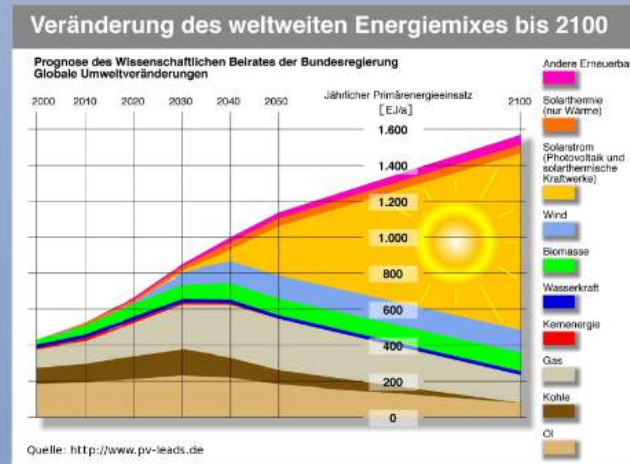
Hummelen et. al. (1995)



Experimente und Lernmaterialien zur OPV



Beitrag der OPV zur Energiewende

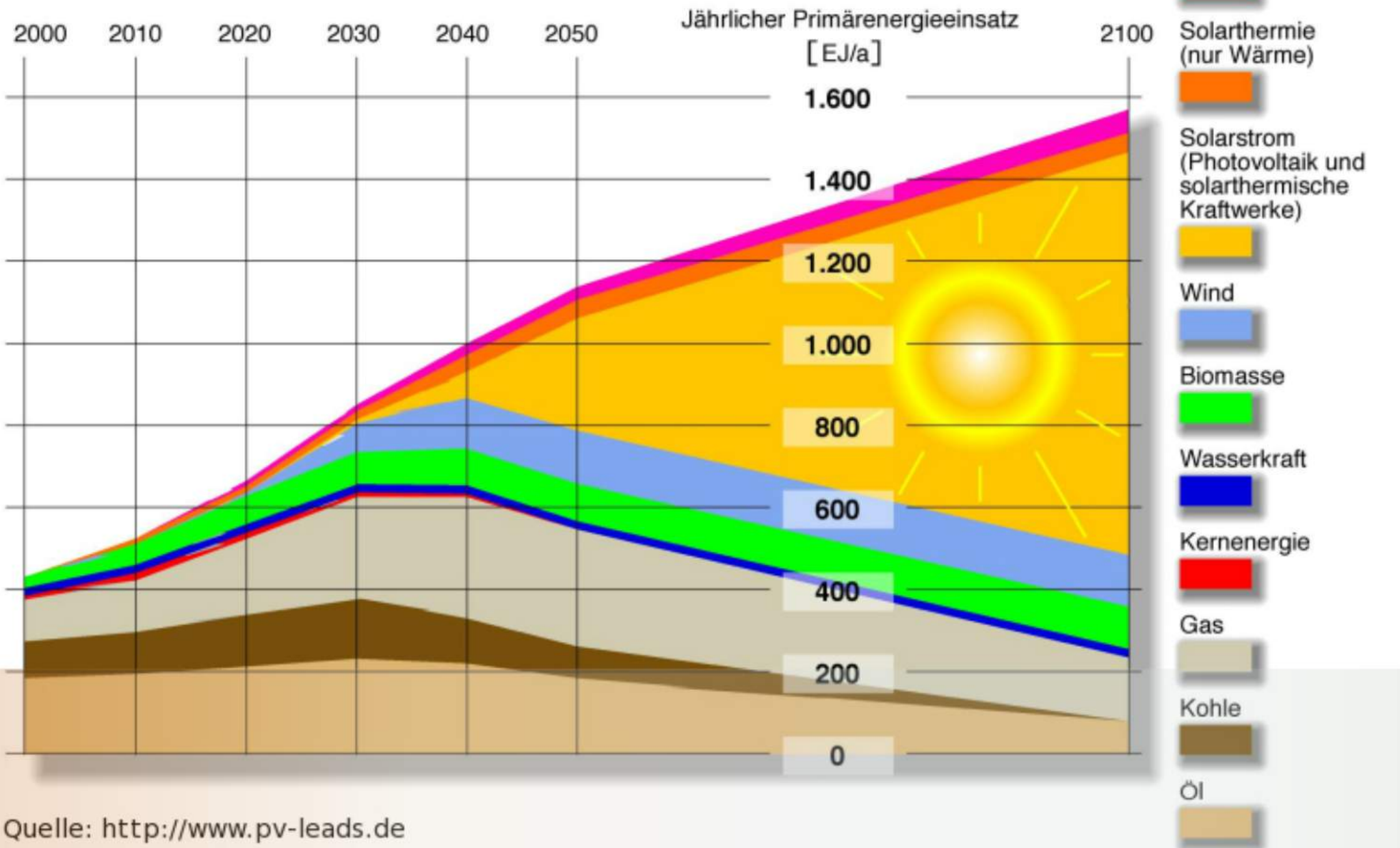


Quelle: Heliateg

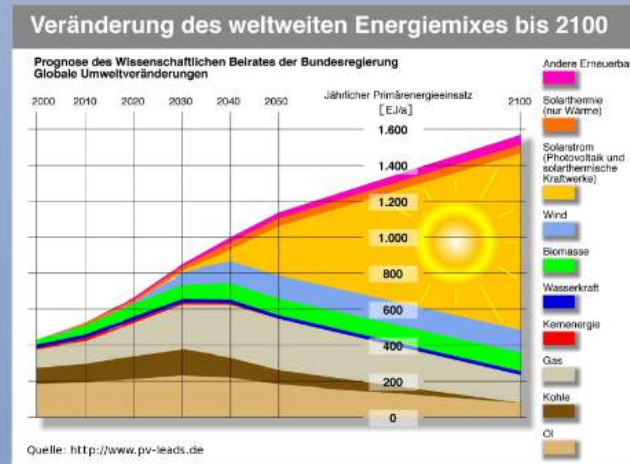


Veränderung des weltweiten Energiemixes bis 2100

Prognose des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen



Beitrag der OPV zur Energiewende

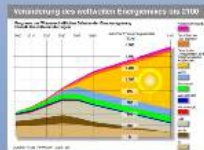


Quelle: Heliateg



Organische Photovoltaik

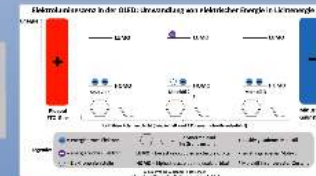
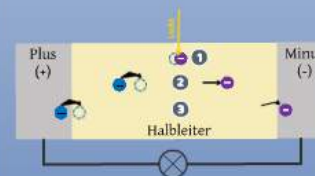
Beitrag der OPV zur Energiewende



Quelle: Heliatek



OPV: OLED einfach nur umgedreht?

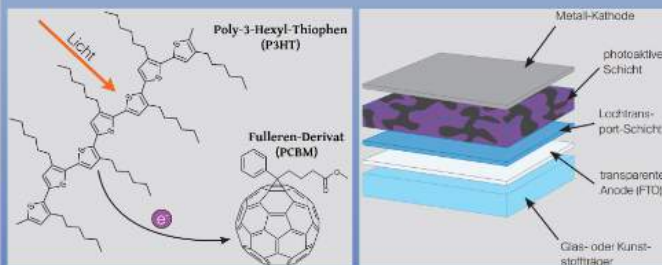


Erkenntnis:

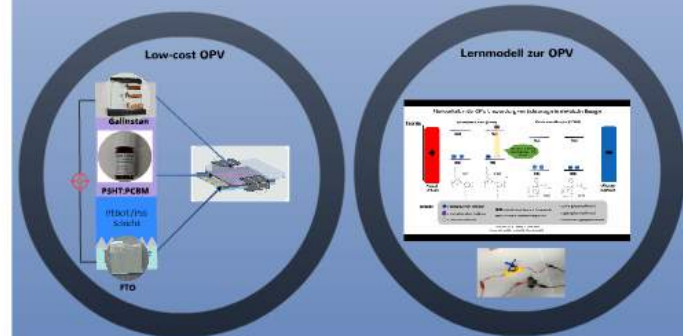
- OLEDs sind schlechte Solarzellen.
- Das Elektron-Loch-Paar ist stark gebunden und kann nicht/kaum in freie Ladungen aufgetrennt werden.

Der Durchbruch: Die Donor-Akzeptor Solarzelle

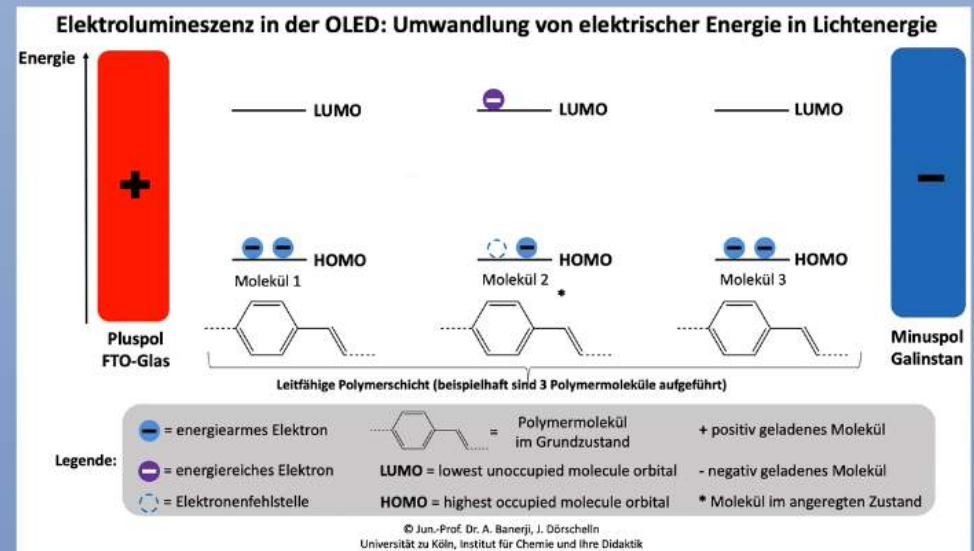
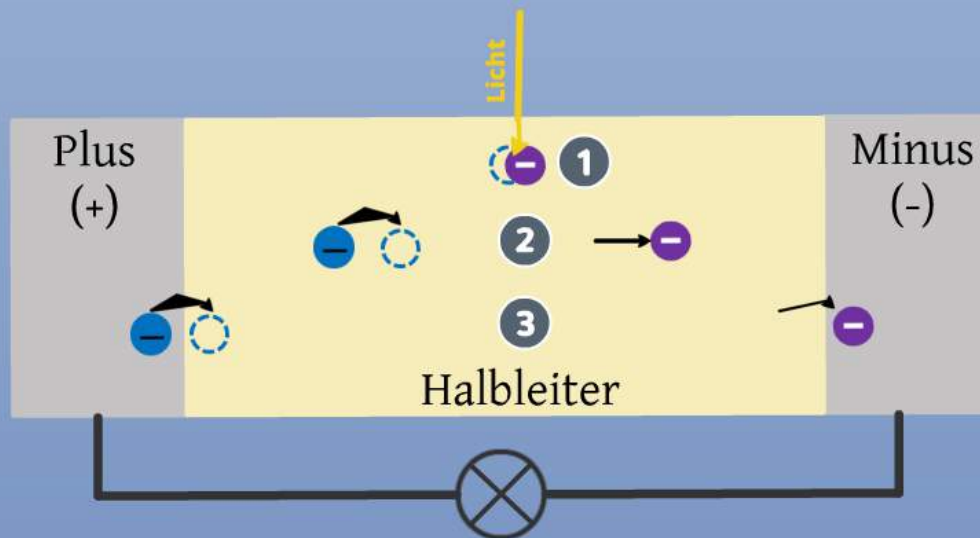
Hummelen et. al. (1995)



Experimente und Lernmaterialien zur OPV



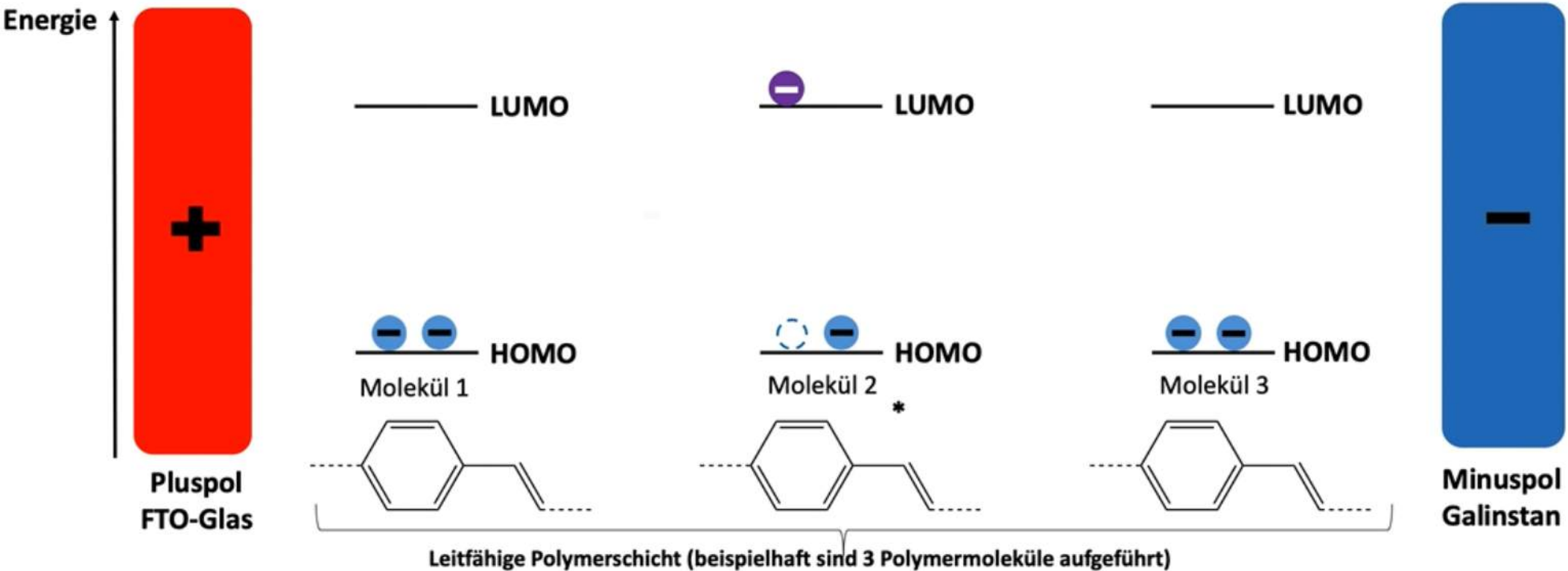
OPV: OLED einfach nur umgedreht?



Erkenntnis:

- OLEDs sind schlechte Solarzellen.
- Das Elektron-Loch-Paar ist stark gebunden und kann nicht/kaum in freie Ladungen aufgetrennt werden.

Elektrolumineszenz in der OLED: Umwandlung von elektrischer Energie in Lichtenergie



Legende:



= energiearmes Elektron



= energiereiches Elektron



= Elektronenfehlstelle



= Polymermolekül
im Grundzustand

LUMO = lowest unoccupied molecule orbital

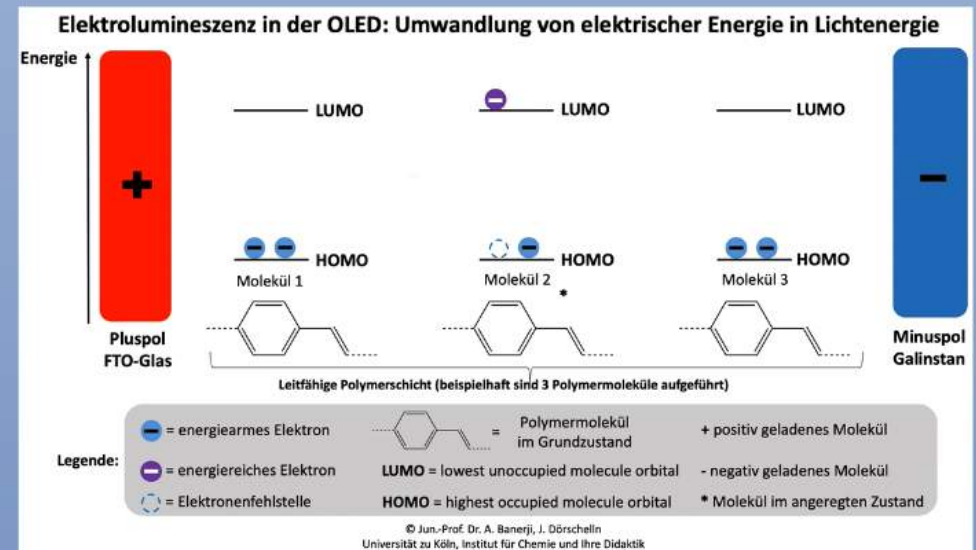
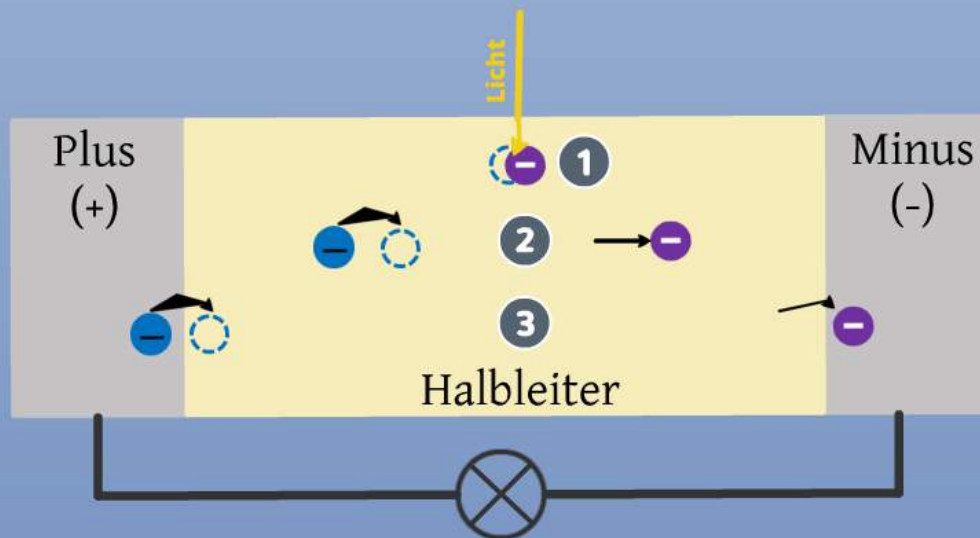
HOMO = highest occupied molecule orbital

+ positiv geladenes Molekül

- negativ geladenes Molekül

* Molekül im angeregten Zustand

OPV: OLED einfach nur umgedreht?

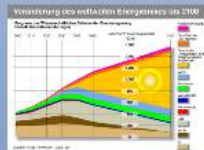


Erkenntnis:

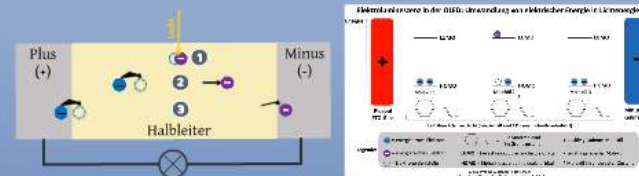
- OLEDs sind schlechte Solarzellen.
- Das Elektron-Loch-Paar ist stark gebunden und kann nicht/kaum in freie Ladungen aufgetrennt werden.

Organische Photovoltaik

Beitrag der OPV zur Energiewende



OPV: OLED einfach nur umgedreht?

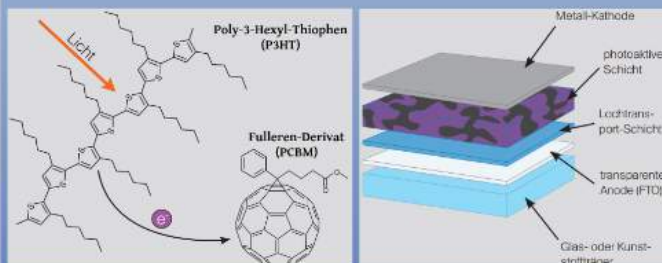


Erkenntnis:

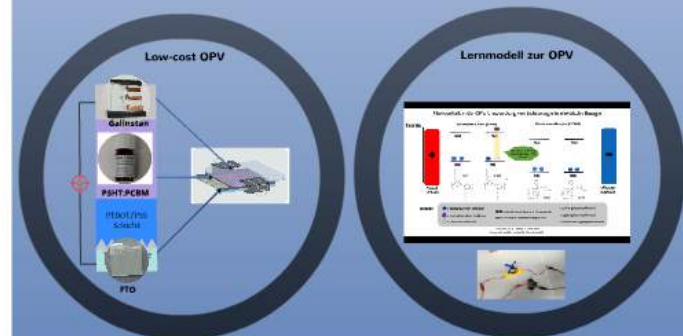
- OLEDs sind schlechte Solarzellen.
- Das Elektron-Loch-Paar ist stark gebunden und kann nicht/kaum in freie Ladungen aufgetrennt werden.

Der Durchbruch: Die Donor-Akzeptor Solarzelle

Hummelen et. al. (1995)

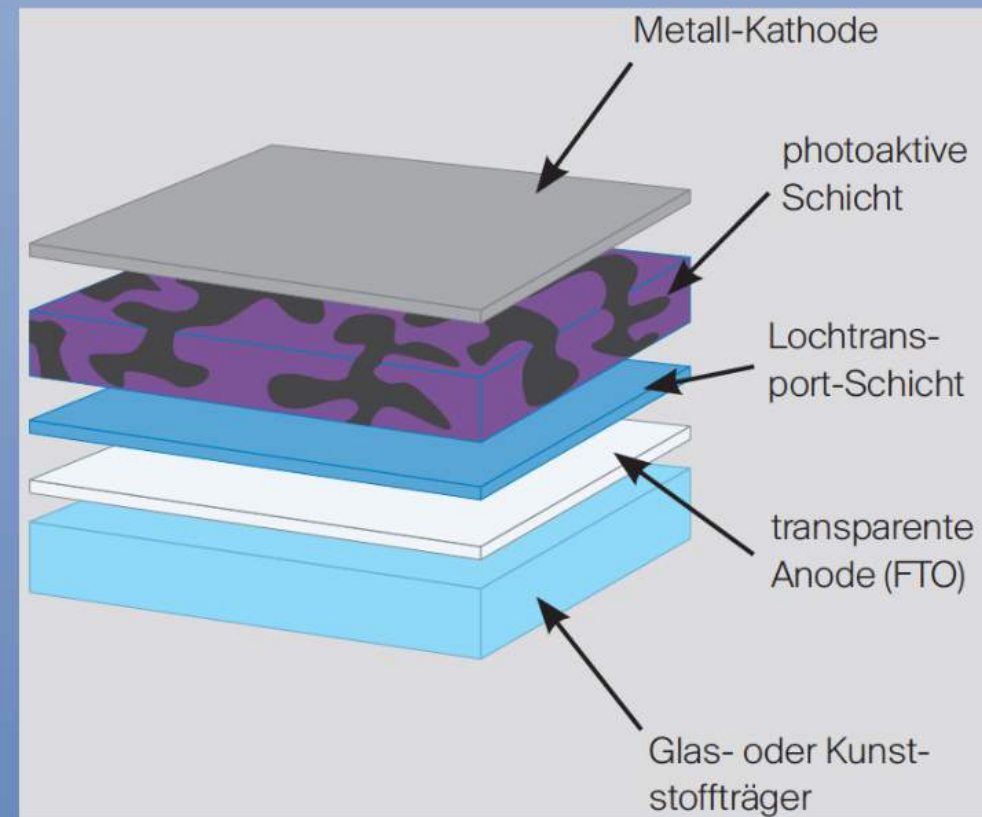
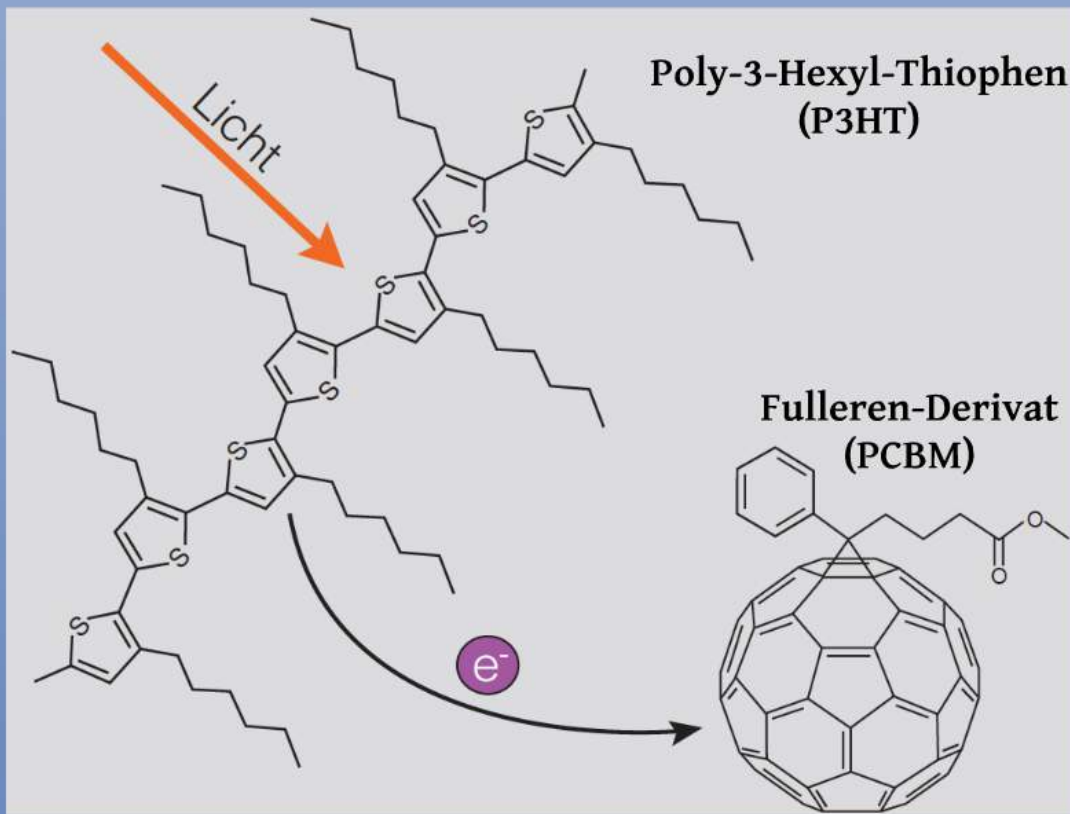


Experimente und Lernmaterialien zur OPV

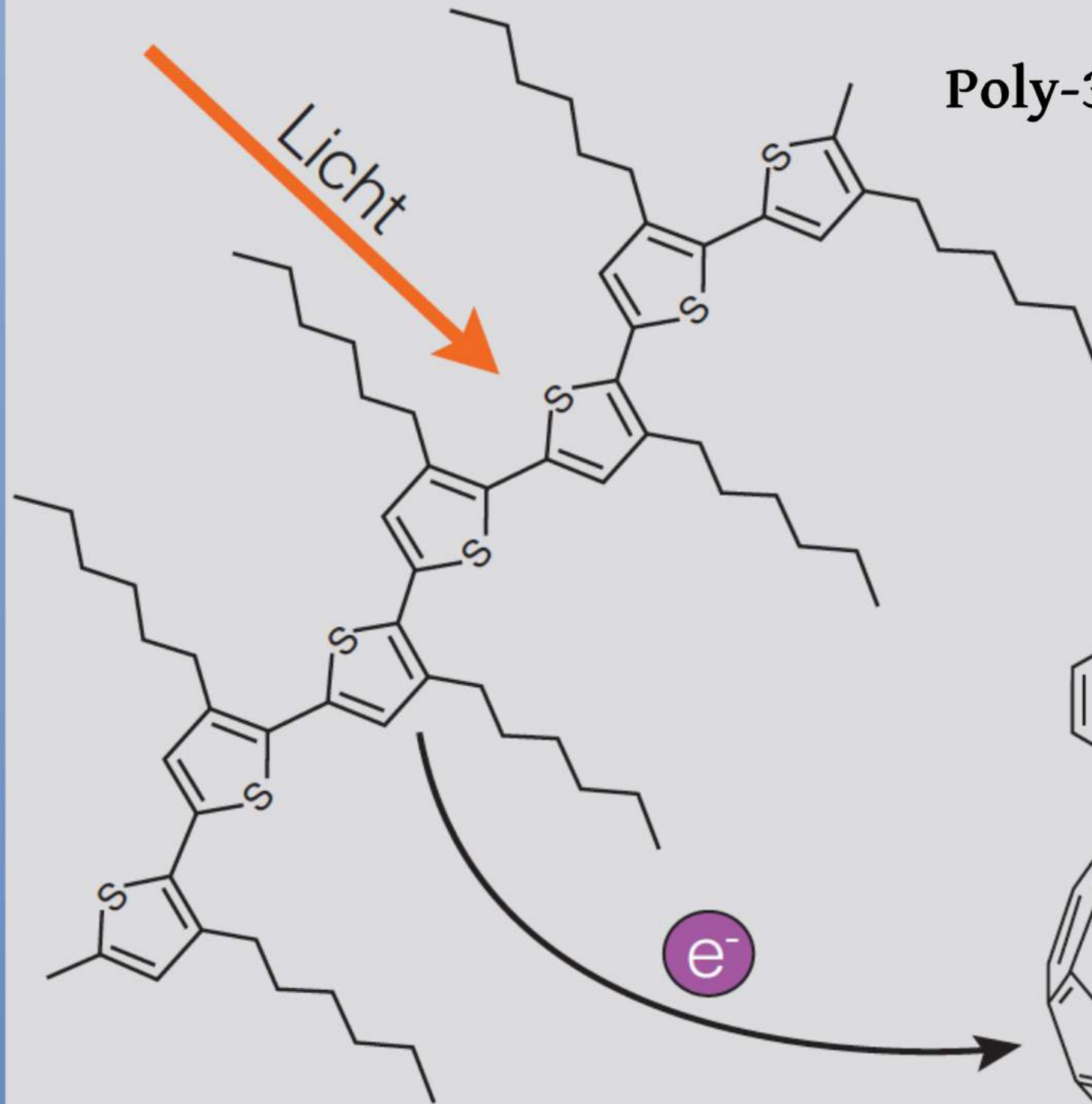


Der Durchbruch: Die Donor-Akzeptor Solarzelle

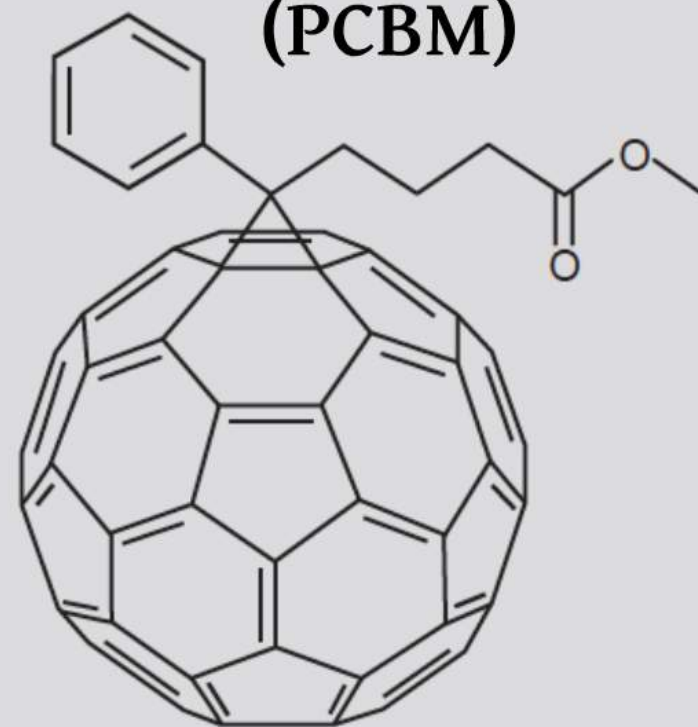
Hummelen et. al. (1995)



**Poly-3-Hexyl-Thiophen
(P3HT)**

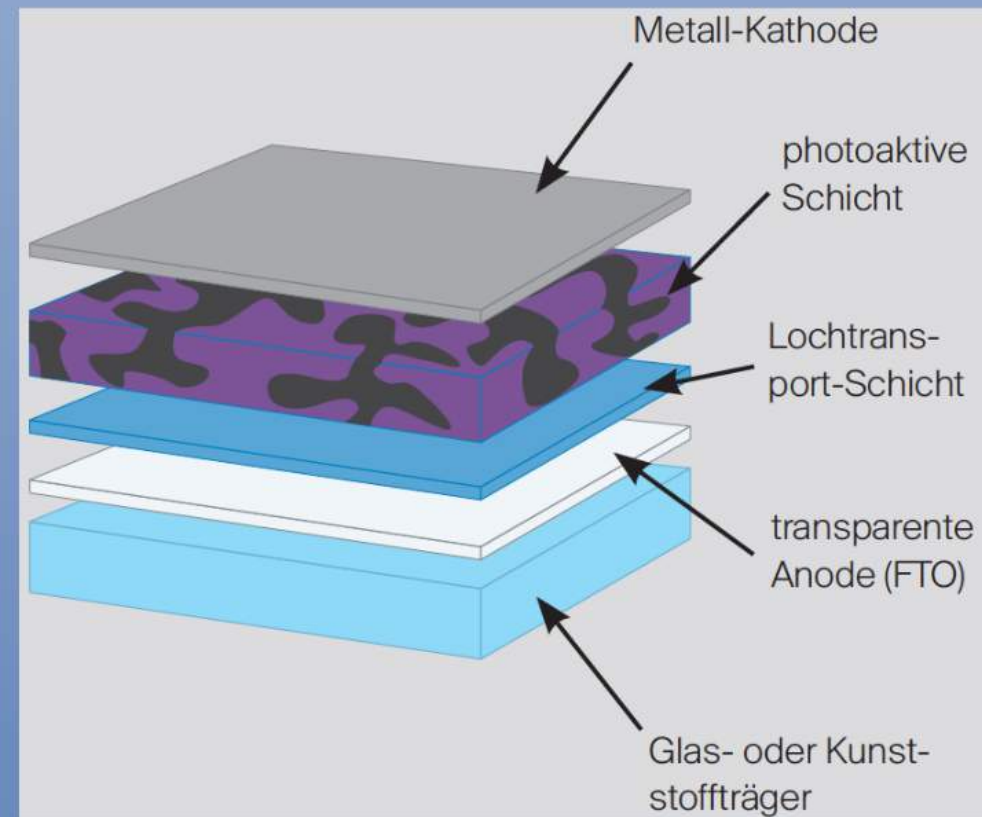
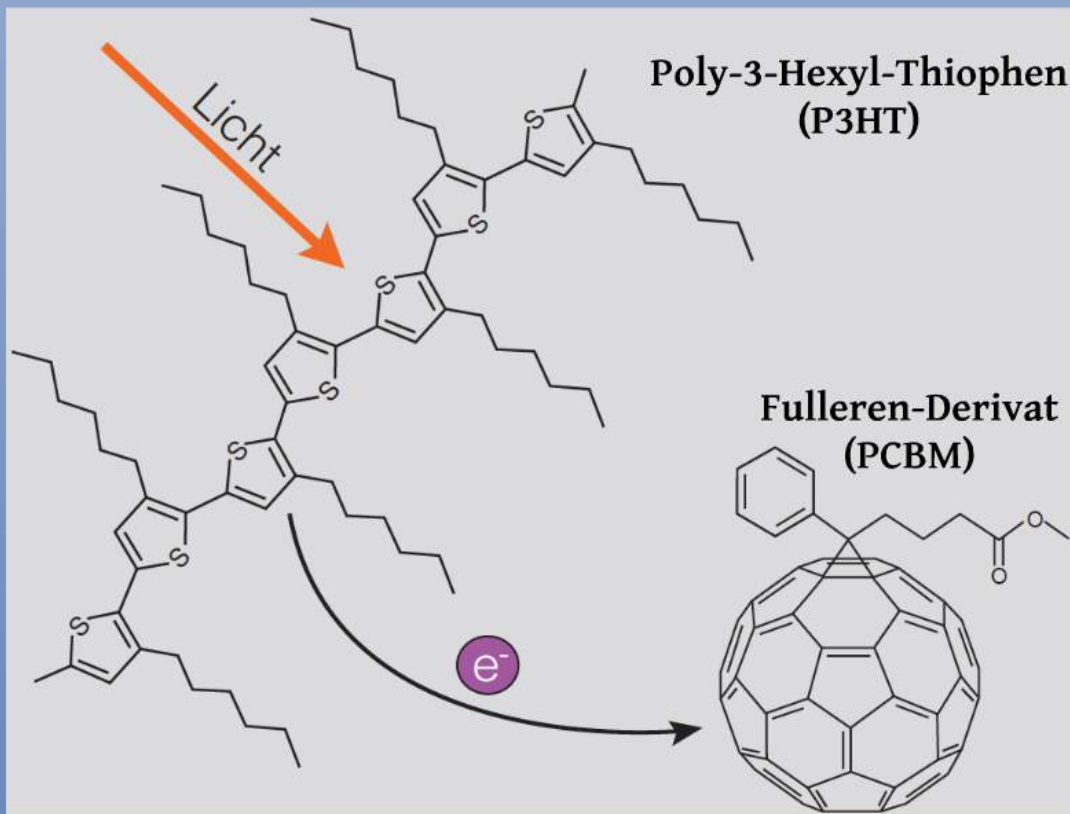


**Fulleren-Derivat
(PCBM)**



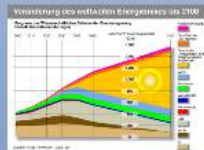
Der Durchbruch: Die Donor-Akzeptor Solarzelle

Hummelen et. al. (1995)

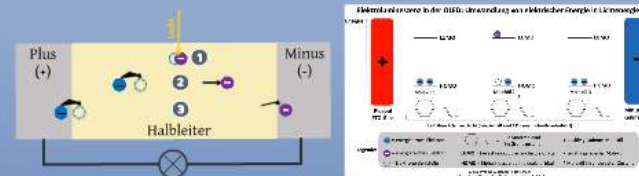


Organische Photovoltaik

Beitrag der OPV zur Energiewende



OPV: OLED einfach nur umgedreht?

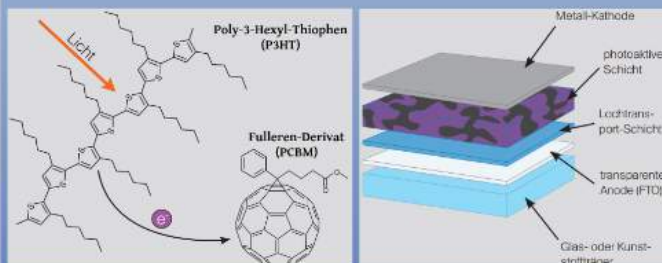


Erkenntnis:

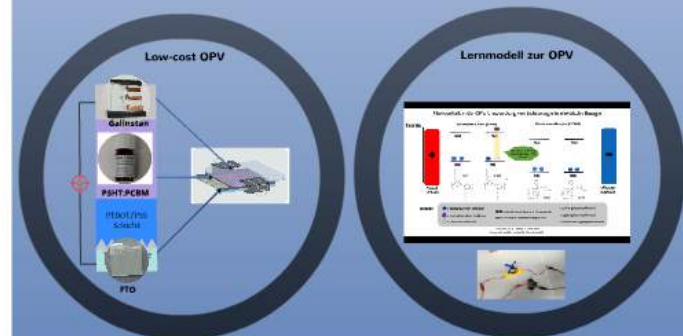
- OLEDs sind schlechte Solarzellen.
- Das Elektron-Loch-Paar ist stark gebunden und kann nicht/kaum in freie Ladungen aufgetrennt werden.

Der Durchbruch: Die Donor-Akzeptor Solarzelle

Hummelen et. al. (1995)

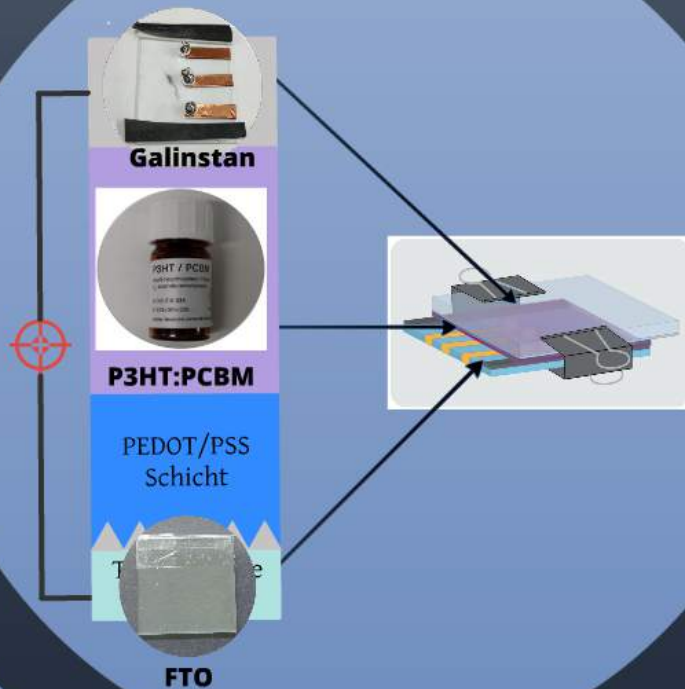


Experimente und Lernmaterialien zur OPV

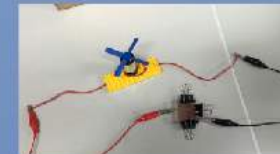
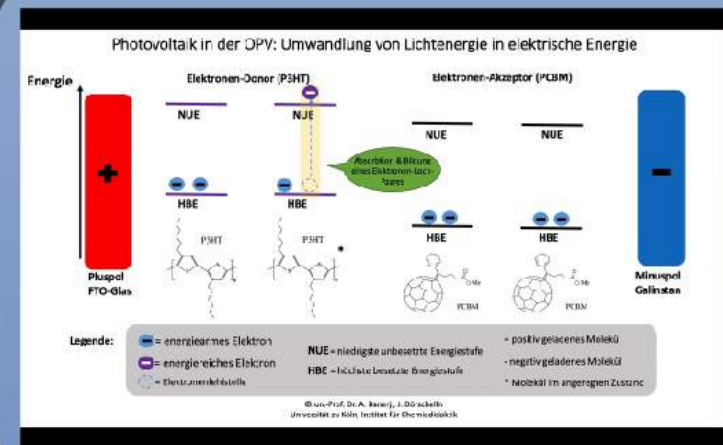


Experimente und Lernmaterialien zur OPV

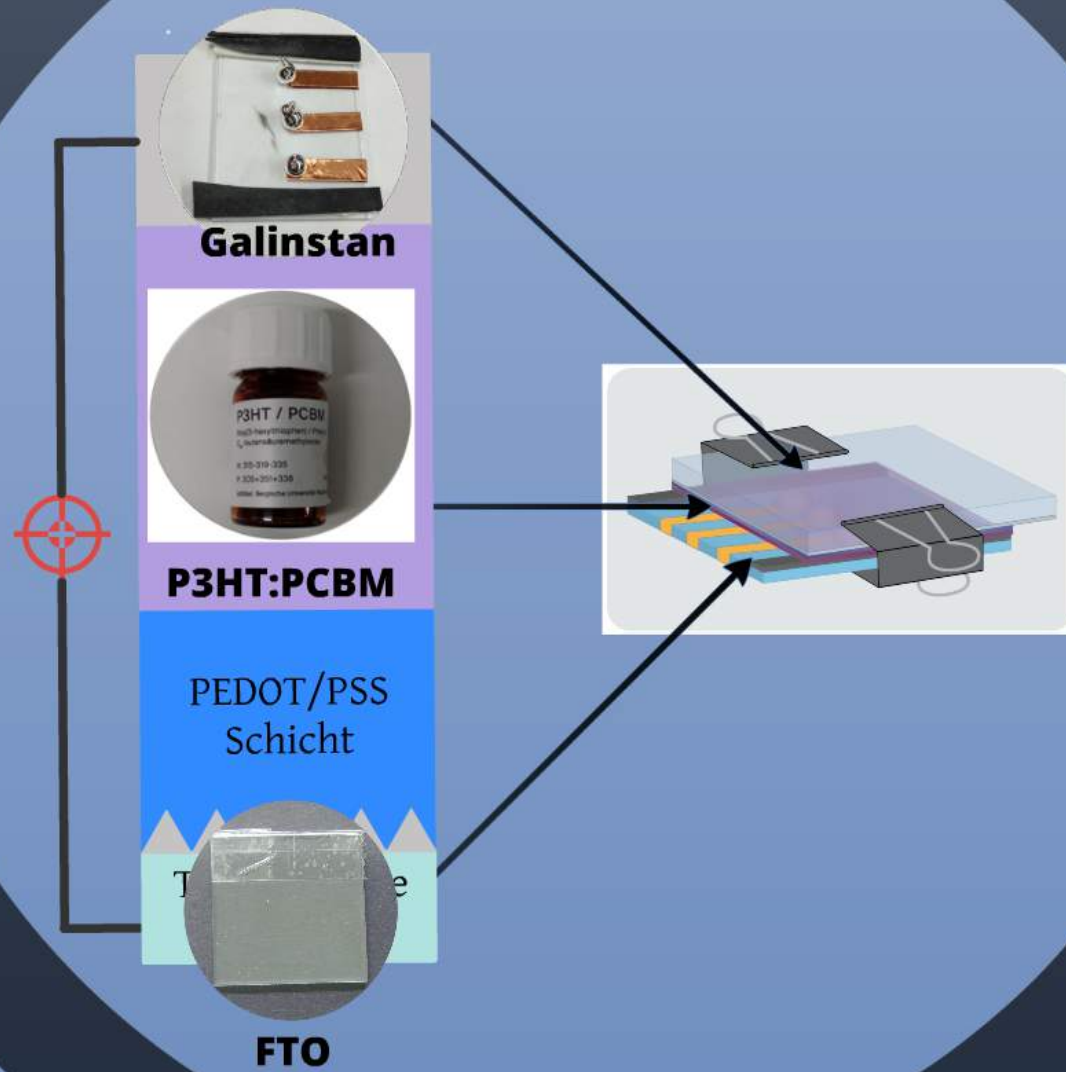
Low-cost OPV



Lernmodell zur OPV

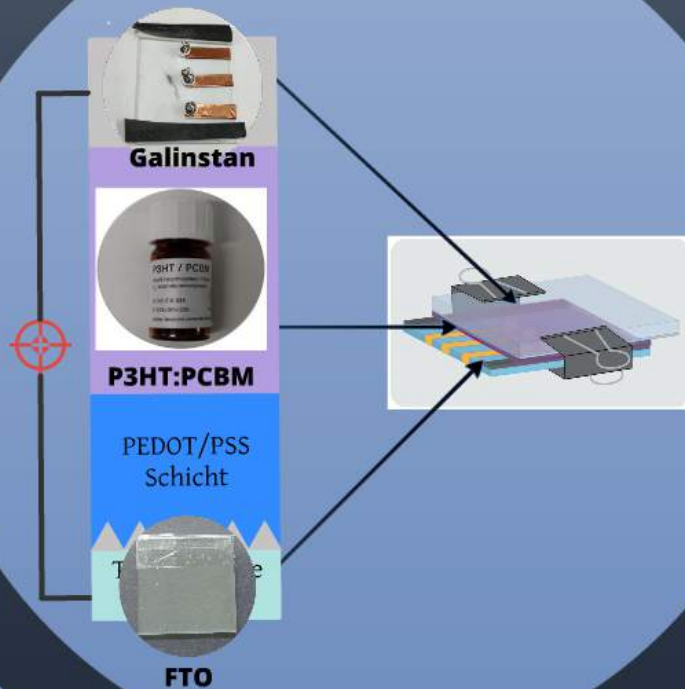


Low-cost OPV

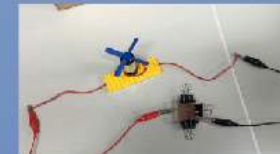
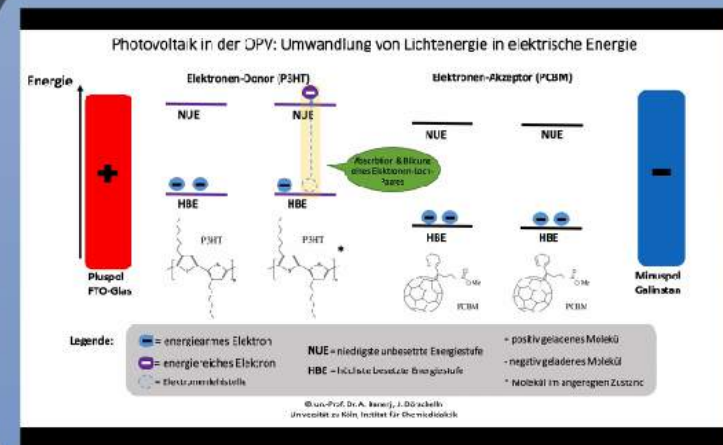


Experimente und Lernmaterialien zur OPV

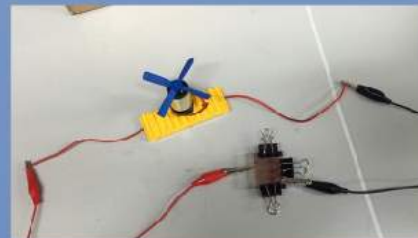
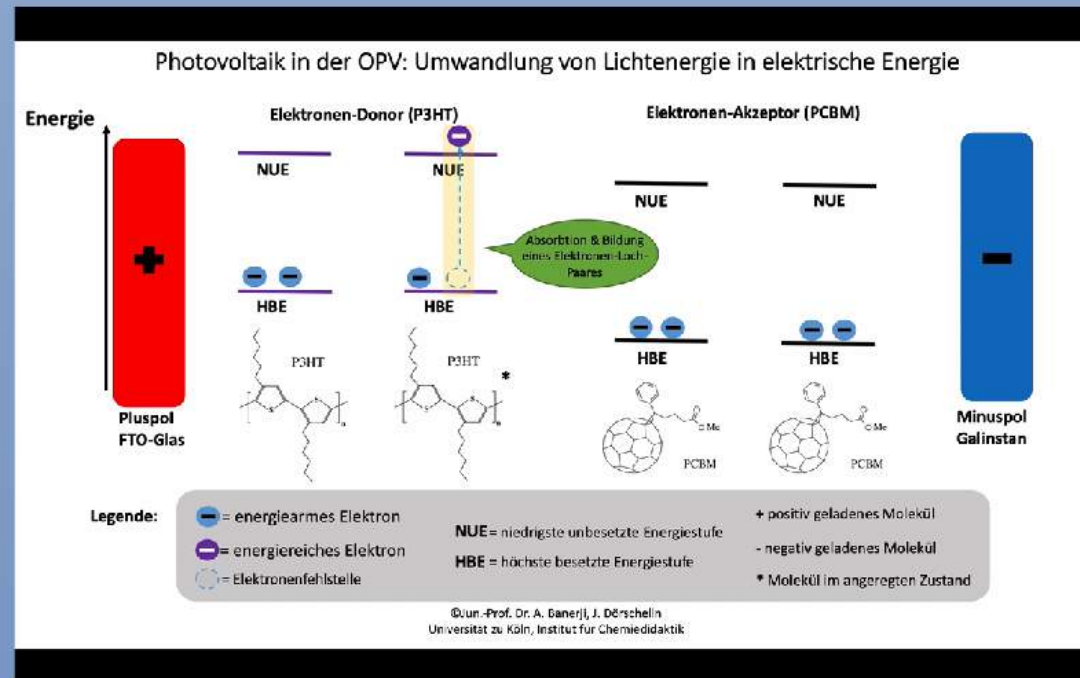
Low-cost OPV



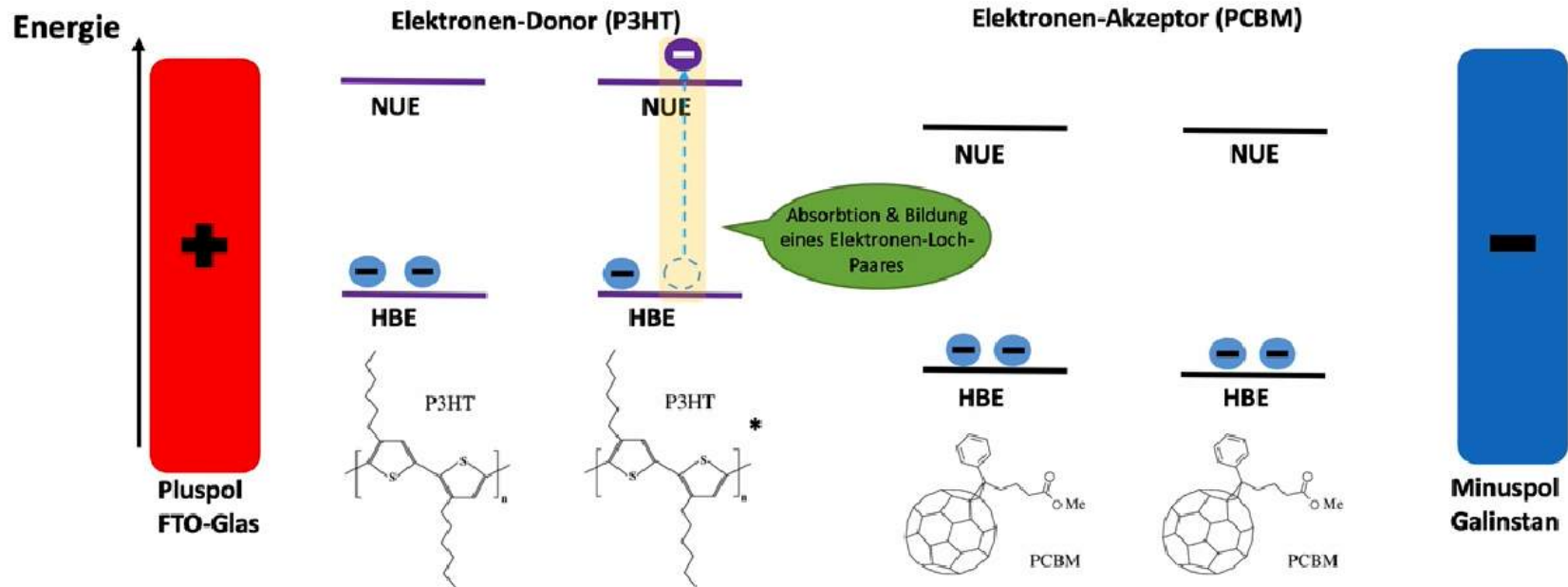
Lernmodell zur OPV



Lernmodell zur OPV



Photovoltaik in der OPV: Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie



Legende:

- = energiearmes Elektron
- = energiereiches Elektron
- = Elektronenfehlstelle

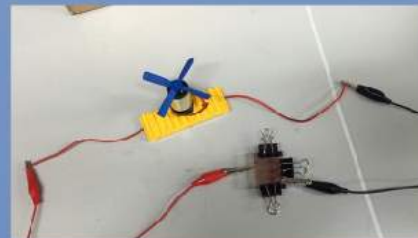
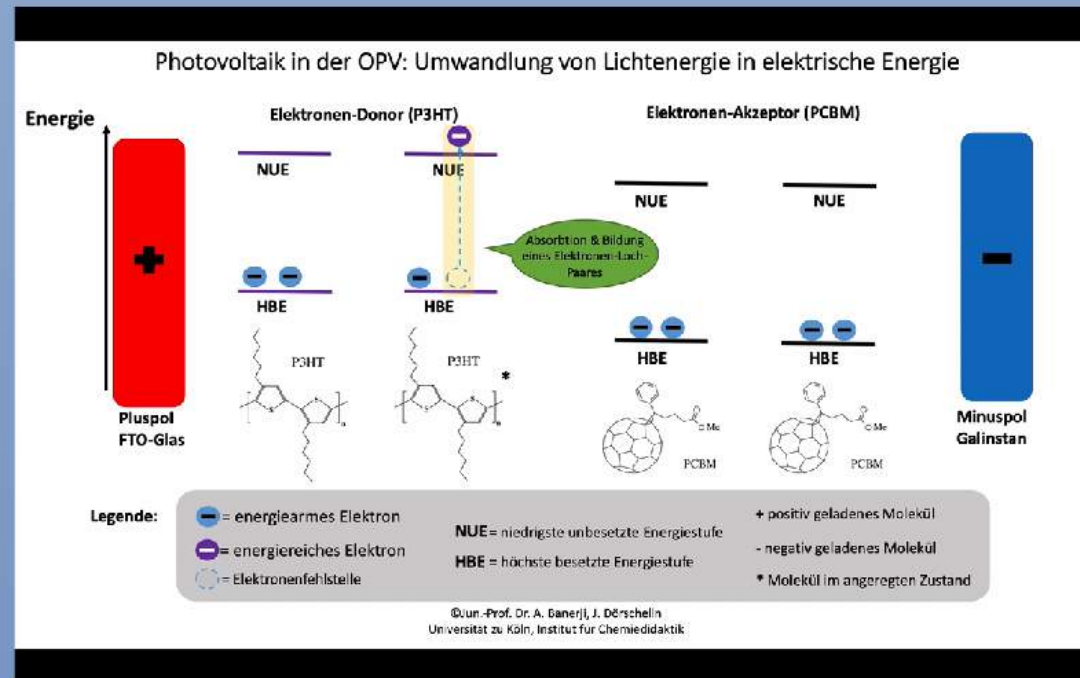
NUE = niedrigste unbesetzte Energiestufe
HBE = höchste besetzte Energiestufe

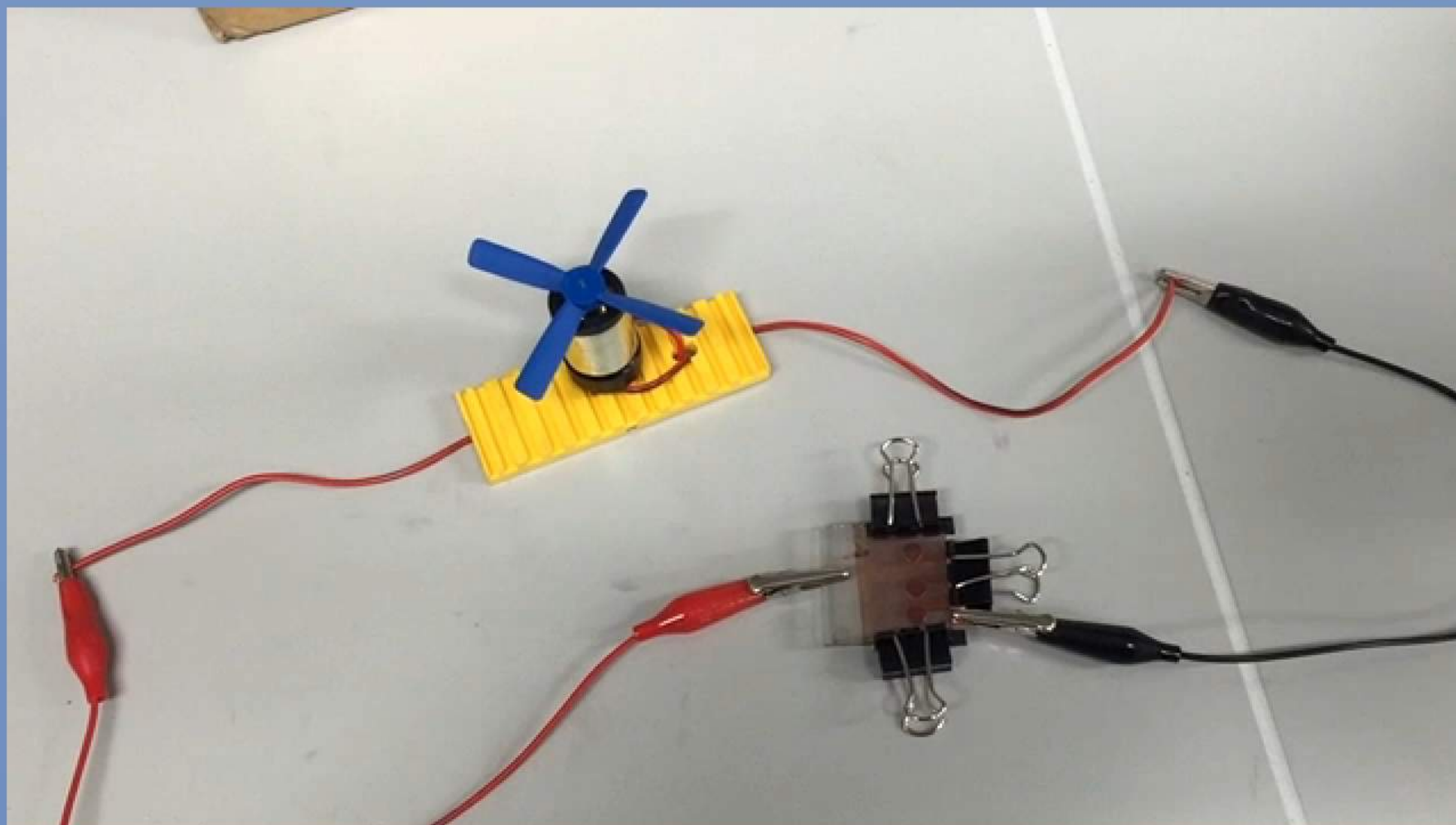
- + positiv geladenes Molekül
- negativ geladenes Molekül
- * Molekül im angeregten Zustand

©Jun.-Prof. Dr. A. Banerji, J. Dörschelln
 Universität zu Köln, Institut für Chemiedidaktik



Lernmodell zur OPV





Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer: Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

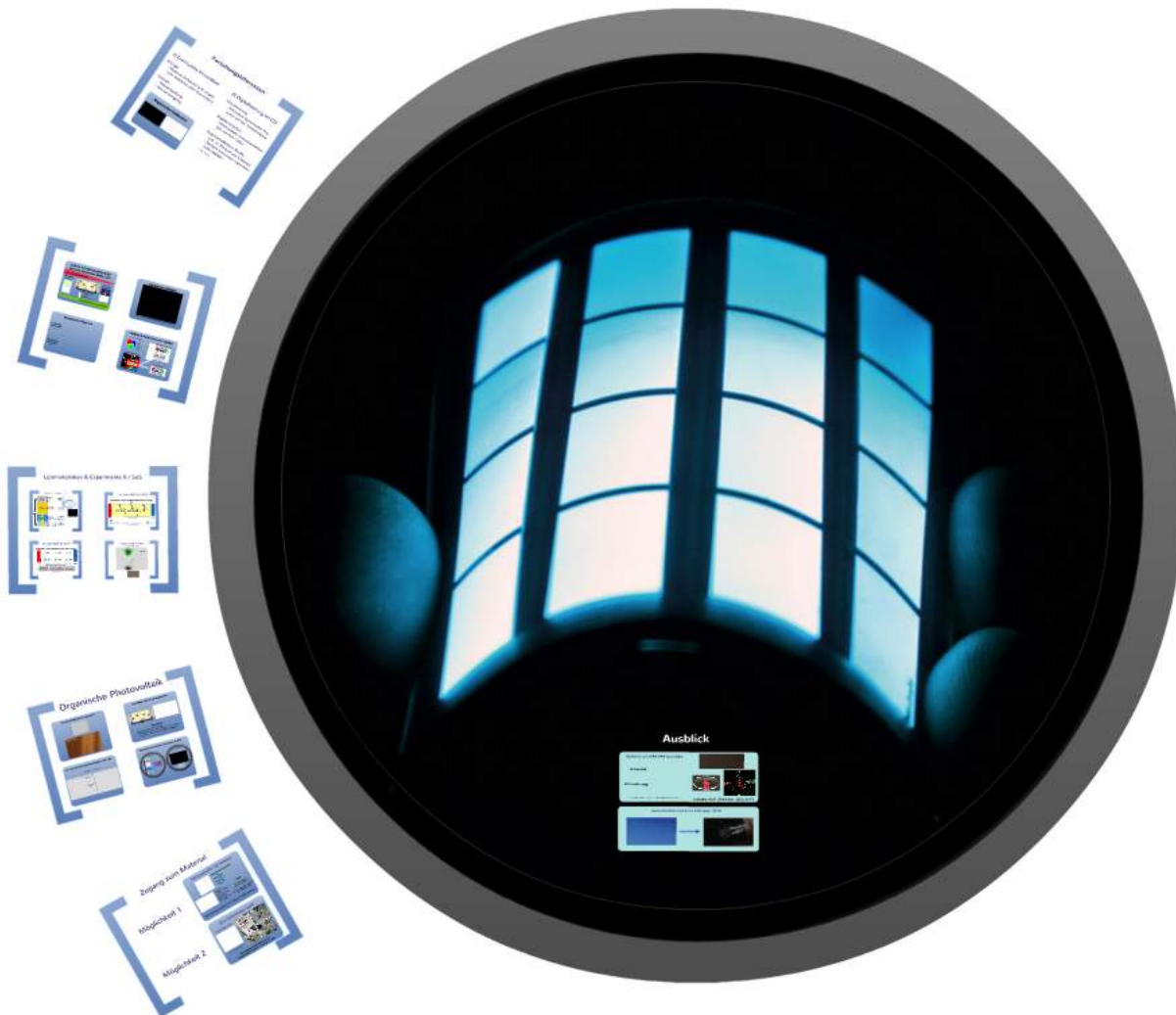
1. Forschungsinteressen

2. Teil 1: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?



Zugang zum Material

Möglichkeit 1

Materialkoffer für Schulen



organic photo electronics



- FTO-Gläser
- Superyellow; P3HT/PCBM
- PEDOT:PSS; Galinstan
- low-cost Spicoater
- Taschenlampe & Motor
- Kleinmaterialien
- Begleitheft mit Arbeitsblättern, GFBUs, u.v.m.

PREISE:

V1: für 120 OLEDs:
399 € (Schulen: 299 €)

V2: für 120 OLEDs & 120 OPVs:
499 € (Schulen: 399 €)

Bestellungen: www.banerji-lab.com --> Projects --> Organic Electronics

Möglichkeit 2

Das Schülerlabor iLUP

Innovation-Lab



Uni Potsdam



Anmeldung ab September unter:
www.banerji-lab.com --> Service --> iLUP

Materialkoffer für Schulen



organic photo electronics



- FTO-Gläser
- Superyellow; P3HT/PCBM
- PEDOT:PSS; Galinstan
- low-cost Spicoater
- Taschenlampe & Motor
- Kleinmaterialien
- Begleitheft mit Arbeitsblättern, GFBUs, u.v.m.

PREISE:

**V1: für 120 OLEDs:
399 € (Schulen: 299 €)**

**V2: für 120 OLEDs & 120 OPVs:
499 € (Schulen: 399 €)**

Bestellungen: www.banerji-lab.com --> Projects --> Organic Electronics



- FTO-Gläser
- Superyellow; P3HT/PCBM
- PEDOT:PSS; Galinstan
- low-cost Spicoater
- Taschenlampe & Motor
- Kleinmaterialien
- Begleitheft mit Arbeitsblättern, GFBUs, u.v.m.

Bestellungen: www.banerji-lab.com --> Proje

Materialkoffer für Schulen



organic photo electronics



- FTO-Gläser
- Superyellow; P3HT/PCBM
- PEDOT:PSS; Galinstan
- low-cost Spicoater
- Taschenlampe & Motor
- Kleinmaterialien
- Begleitheft mit Arbeitsblättern, GFBUs, u.v.m.

PREISE:

**V1: für 120 OLEDs:
399 € (Schulen: 299 €)**

**V2: für 120 OLEDs & 120 OPVs:
499 € (Schulen: 399 €)**

Bestellungen: www.banerji-lab.com --> Projects --> Organic Electronics

Zugang zum Material

Möglichkeit 1

Materialkoffer für Schulen



organic photo electronics



- FTO-Gläser
- Superyellow; P3HT/PCBM
- PEDOT:PSS; Galinstan
- low-cost Spicoater
- Taschenlampe & Motor
- Kleinmaterialien
- Begleitheft mit Arbeitsblättern, GFBUs, u.v.m.

PREISE:

V1: für 120 OLEDs:
399 € (Schulen: 299 €)

V2: für 120 OLEDs & 120 OPVs:
499 € (Schulen: 399 €)

Bestellungen: www.banerji-lab.com --> Projects --> Organic Electronics

Möglichkeit 2

Das Schülerlabor iLUP

Innovation-Lab



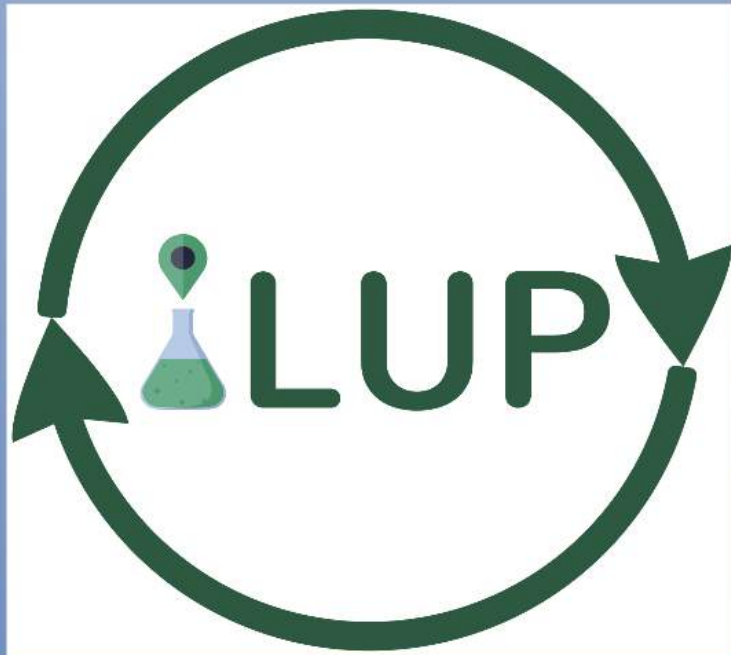
Uni Potsdam



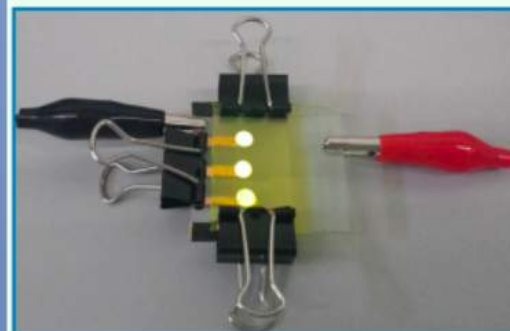
Anmeldung ab September unter:
www.banerji-lab.com --> Service --> iLUP

Das Schülerlabor iLUP

Innovation-Lab



Uni Potsdam



**Anmeldung ab September unter:
www.banerji-lab.com --> Service --> iLUP**

Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer: Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

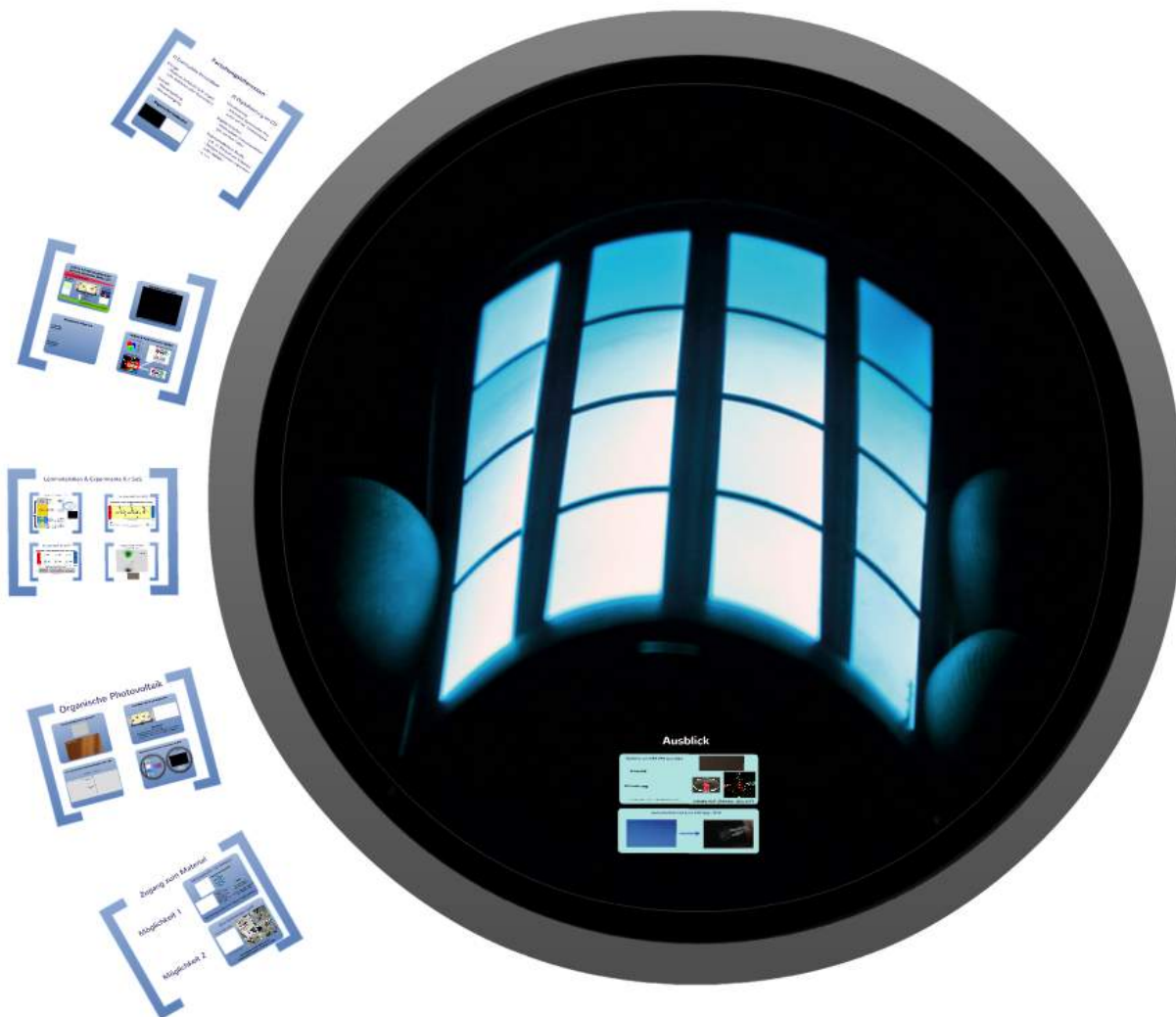
1. Forschungsinteressen

2. Teil 1: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

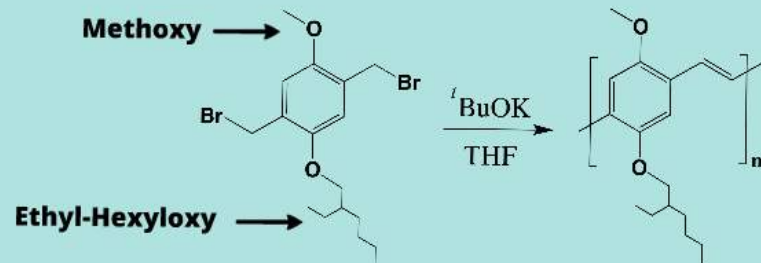
4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?

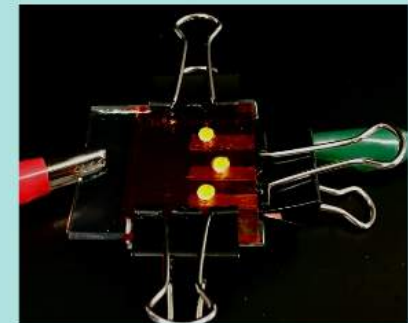
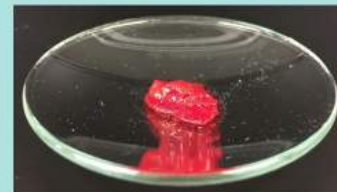


Ausblick

Synthese von MEH-PPV nach Gilch

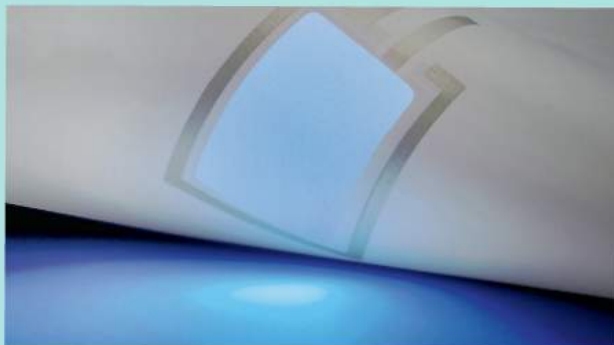


H. Gilch, W. Wheelwright, J. of Polym. Sc. Part A-1: Polymer Chemistry, 4(6), 1966

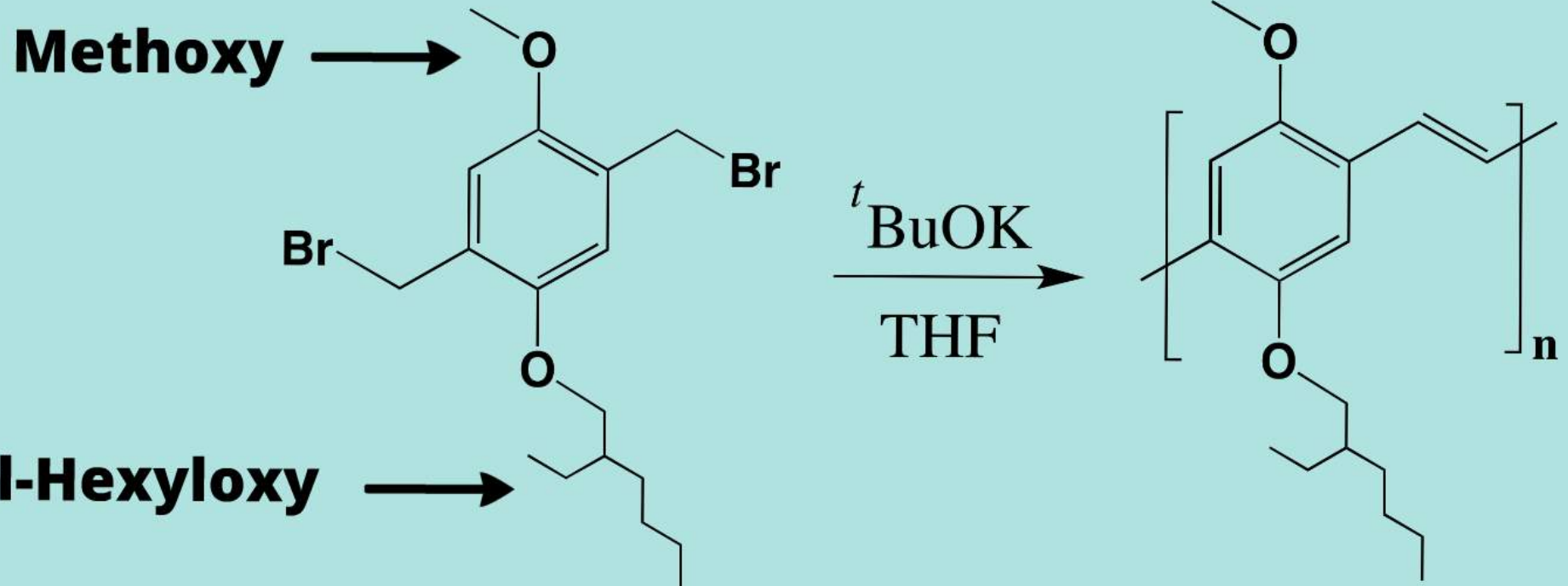


Johanna Wolff (Chemkon, 24(4), 2017)

Gedruckte Elektronik (Lena Halbrügge, 2019)

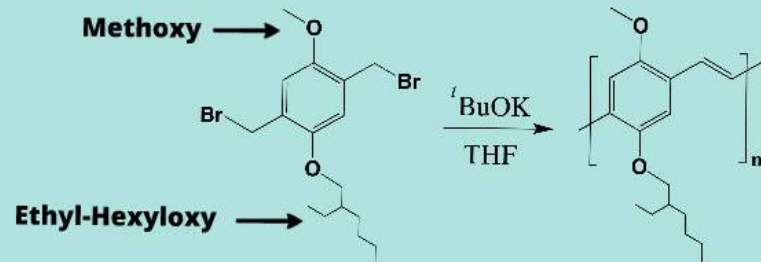


Synthese von MEH-PPV nach Gilch

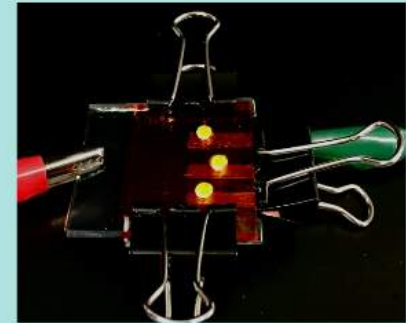
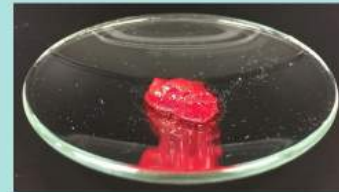


Ausblick

Synthese von MEH-PPV nach Gilch

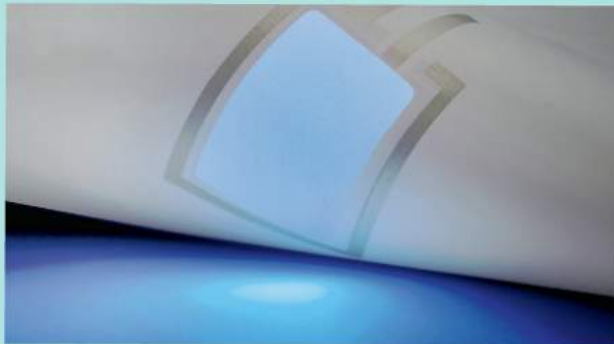


H. Gilch, W. Wheelwright, J. of Polym. Sc. Part A-1: Polymer Chemistry, 4(6), 1966

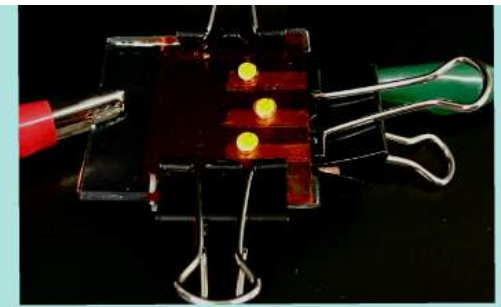
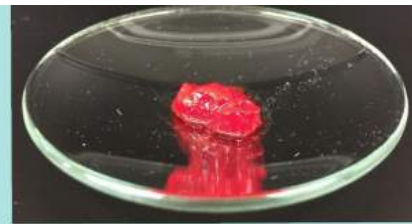


Johanna Wolff (Chemkon, 24(4), 2017)

Gedruckte Elektronik (Lena Halbrügge, 2019)



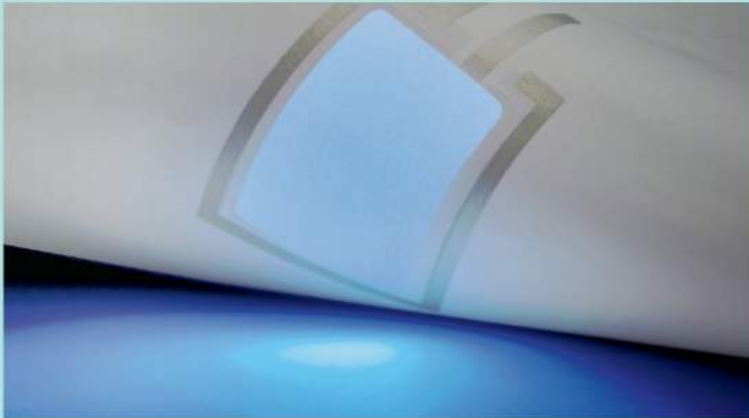
Ethyl-Hexyloxy



H. Gilch, W. Wheelwright, J. of Polym. Sc. Part A-1: Polymer Chemistry, 4(6), 1966

Johanna Wolff (Chemkon, 24(4), 2017)

Gedruckte Elektronik (Lena Halbrügge, 2019)



Ibrügge, 2019)



Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer: Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

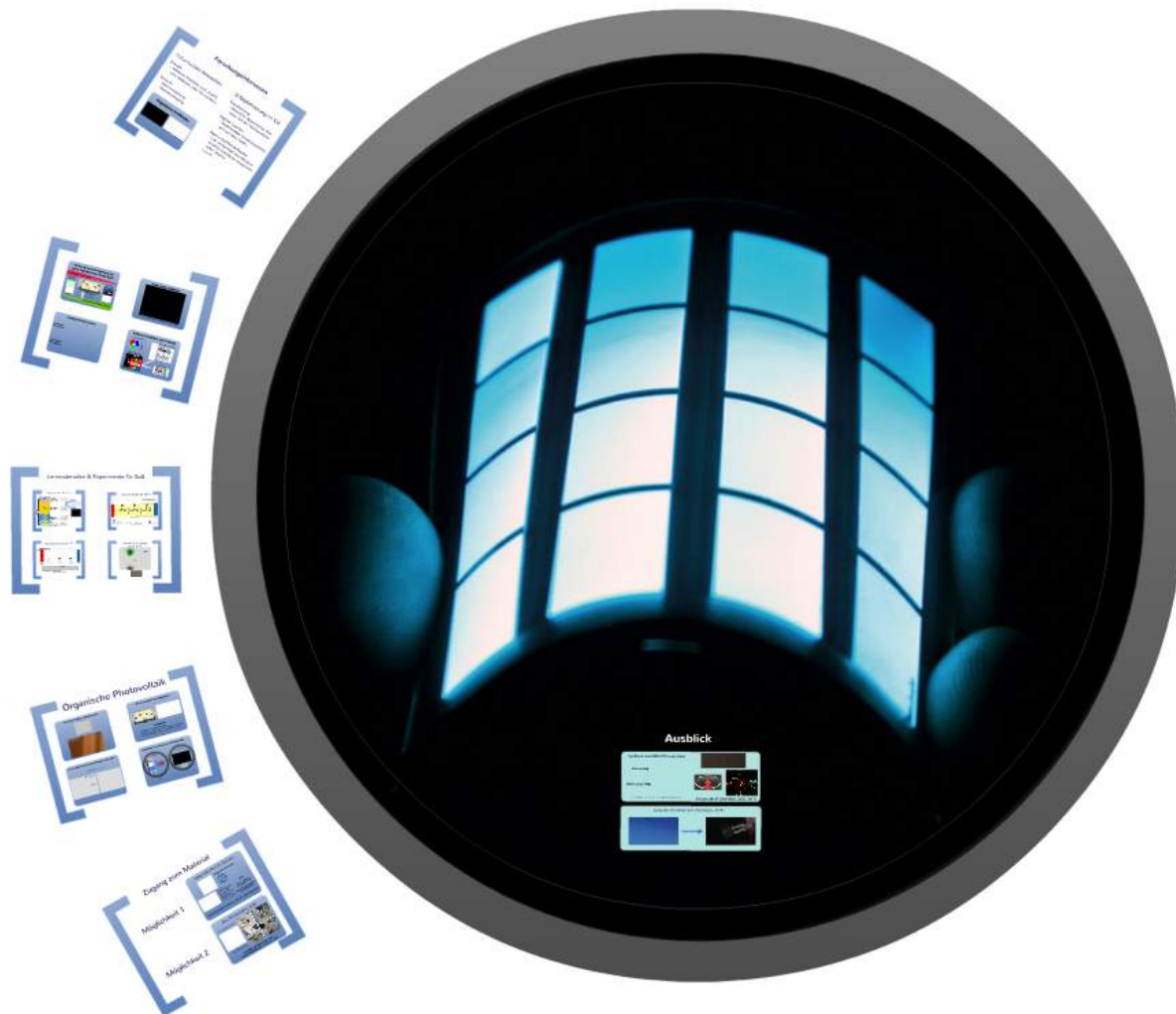
1. Forschungsinteressen

2. Teil 1: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer:
Organische Leuchtdioden und Solarzellen aus dem Koffer

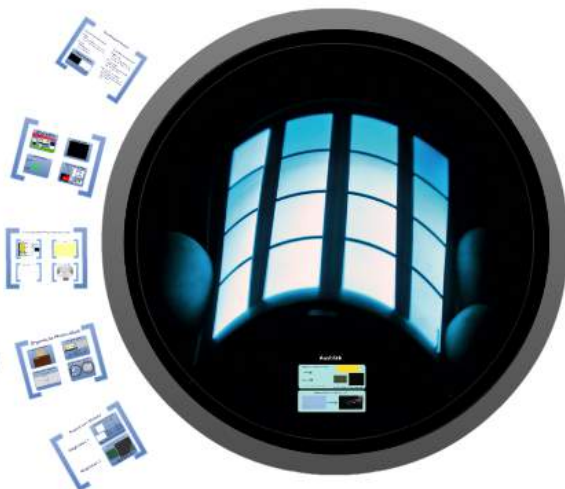
1. Forschungsinteressen

2. Teil I: OLED (Organische LED)

3. Experimente und Lernmodelle

4. Teil II: OPV (Organische Photovoltaik)

5. Wie komme ich an das Material?



LED



Prof. Dr. Amitabh Banerji - Universität Potsdam - Didaktik der Chemie
www.banerji-lab.com

Danksagung

J. Dörschelln
A.-K. Schönbein
M. Gangl
J. Wolff
L. Halbrügge
F. Scharinger
A. Buchner

Funding

MERCK

German House for Research
and Innovation - New Delhi

Germany
Land of Ideas

DBU 

Ausgewählte Publikationen

- [1] A. Banerji, J. Dörschelln, D. Schwarz, Chem. Uns. Zeit, 52(1), 2018
- [2] A. Banerji, A.-K. Schönbein, J. Wolff, Chemkon, 24(4), 2017
- [3] A. Banerji, Nachr. Chemie, 65(7/8), 2017
- [4] A. Banerji, Organische Elektronik, PdN, 2016
- [5] M.W. Tausch, M. Zepp, Prax. Naturwis., Chemie, 64(1), 2015
- [6] A. Banerji, M.W. Tausch, U. Scherf, Chemkon, 2012
- [7] J. Dörschelln, Organische Leuchtdioden - Implementation eines innovativen Themas in den Chemieunterricht, Bd. 274, Logos, 2019

Folien: www.banerji-lab.com --> Service --> Teacher Training