



Ouacef Charfi (Autor)

**Herstellung organischer Solarzellen mit den  
Verfahren der elektrochemischen und  
elektrophoretischen Abscheidung**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8548>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Orbitalmodell . . . . .	5
2.2	Organische Halbleiter . . . . .	11
2.2.1	Ladungstransport in ungeordneten Schichten . . . . .	12
2.3	Elektrochemische Polymerisation . . . . .	15
2.4	Franck-Condon-Prinzip . . . . .	19
2.5	Organische Solarzelle . . . . .	21
2.5.1	Aufbau und Funktionsprinzip . . . . .	21
2.5.2	Elektrische Charakterisierung . . . . .	25
<b>3</b>	<b>Technologie</b>	<b>29</b>
3.1	Substratpräparation . . . . .	29
3.2	Beschichtungsverfahren . . . . .	30
3.2.1	Physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) . . . . .	30
3.2.2	Rotationsbeschichtung . . . . .	32
3.2.3	Elektrochemische Abscheidung . . . . .	34
3.3	Analytische Verfahren . . . . .	36
3.3.1	Cyclovoltammetrie . . . . .	36
3.3.2	Röntgen-/Ultraviolettphotoelektronenspektroskopie (XPS/UPS) . . . . .	40
3.3.3	Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie . . . . .	44
3.3.4	Weitere analytische Verfahren . . . . .	45
3.3.5	Bauteilcharakterisierung . . . . .	46
<b>4</b>	<b>Elektrochemische Abscheidung metalloxidischer Verbindungen</b>	<b>47</b>
4.1	Eigenschaften und Elektrolytherstellung . . . . .	47
4.1.1	Molybdän(VI)-oxid ( $\text{MoO}_3$ ) . . . . .	47
4.1.2	Wolfram(VI)-oxid ( $\text{WO}_3$ ) . . . . .	48
4.1.3	Titan(IV)-oxid ( $\text{TiO}_2$ ) . . . . .	49
4.1.4	Zink(II)-oxid ( $\text{ZnO}$ ) . . . . .	50
4.2	Bestimmung der Reduktionspotentiale . . . . .	52
4.3	Elektrochemische Abscheidung der TMOs . . . . .	54
4.3.1	Schichthomogenität . . . . .	54
4.3.2	Abscheidung unter potentiodynamischen Bedingungen . . . . .	57
4.3.3	Abscheidung unter chronometrischen Bedingungen . . . . .	59
4.4	Schichtcharakterisierung . . . . .	62
4.4.1	XPS/UPS-Untersuchung . . . . .	62
4.4.2	Oberflächen- und Transmissionseigenschaften . . . . .	68
4.4.3	Stabilität und Adhäsion . . . . .	72

<b>5</b>	<b>Elektrochemische Abscheidung organischer Verbindungen</b>	<b>77</b>
5.1	Eigenschaften und Elektrolytherstellung . . . . .	77
5.1.1	Poly(3-hexylthiophen) (P3HT) . . . . .	77
5.1.2	Poly-3,4-ethylendioxythiophen:Polystyrolsulfonsäure (PEDOT:PSS) . . . . .	79
5.1.3	[6,6]-Phenyl-C71Buttersäuremethylester) (PC <sub>71</sub> BM) . . . . .	81
5.2	Bestimmung der Oxidationspotentiale . . . . .	83
5.3	Elektrochemische Abscheidung organischer Verbindungen . . . . .	85
5.3.1	Abscheidung unter potentiodynamischen Bedingungen . . . . .	85
5.3.2	Abscheidung unter chronometrischen Bedingungen . . . . .	86
5.4	Elektrophoretische Abscheidung . . . . .	87
5.5	Schichtcharakterisierung . . . . .	89
5.5.1	FTIR-ATR-Untersuchung . . . . .	89
5.5.2	Oberflächen- und Transmissionseigenschaften . . . . .	92
5.5.3	Stabilität und Adhäsion . . . . .	94
5.5.4	Elektrische Eigenschaften . . . . .	96
<b>6</b>	<b>Herstellung organischer Photovoltaik</b>	<b>101</b>
6.1	Zellarchitektur . . . . .	101
6.2	Herstellung von Hybridbauelemente . . . . .	103
6.2.1	Hybridbauelemente mit e-MoO <sub>3</sub> , e-WO <sub>3</sub> , e-TiO <sub>2</sub> , e-ZnO . . . . .	103
6.2.2	Hybridbauelemente mit e-PEDOT:PSS . . . . .	111
6.2.3	Hybridbauelemente mit e-P3HT und e-PC <sub>71</sub> BM . . . . .	113
6.3	Elektrochemische/elektrophoretische Herstellung organischer Solarzellen . . . . .	116
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>119</b>
7.1	Zusammenfassung . . . . .	119
7.2	Ausblick . . . . .	122
<b>A</b>	<b>Ergänzende Messungen</b>	<b>123</b>
A.1	XPS/UPS-Untersuchung der TMO-Schichten . . . . .	123
A.2	Spannungsfenster verschiedener Lösungsmittel . . . . .	129
<b>Literatur</b>		<b>131</b>