

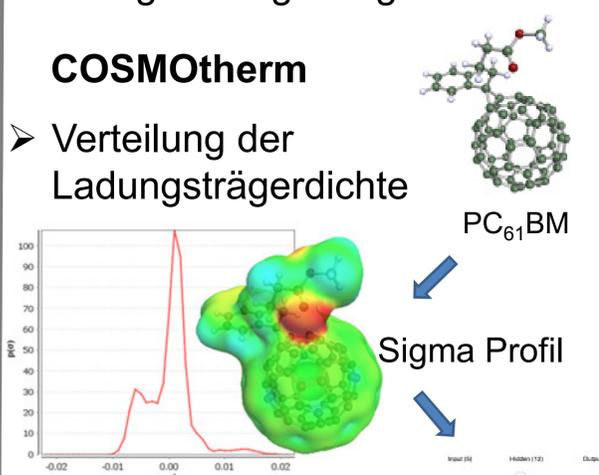
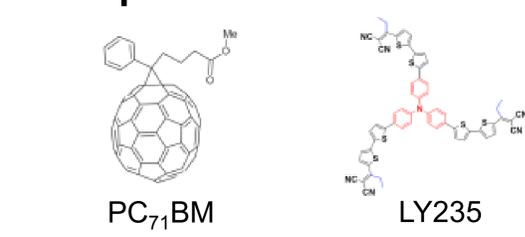
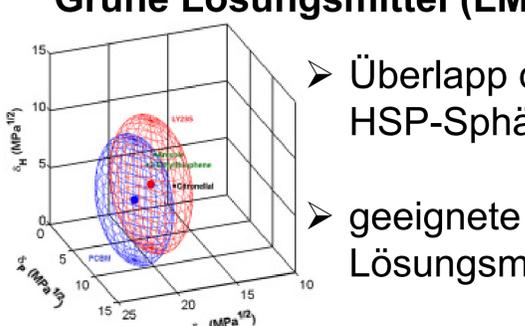
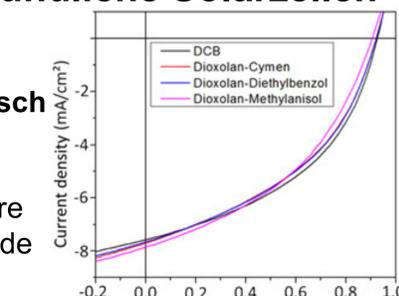
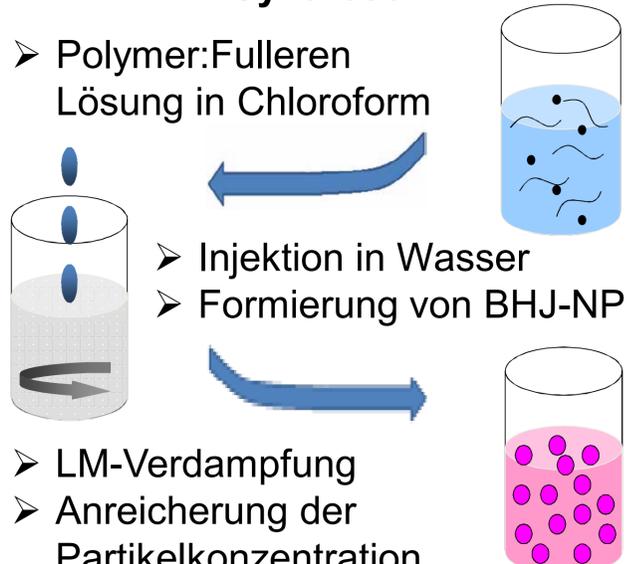
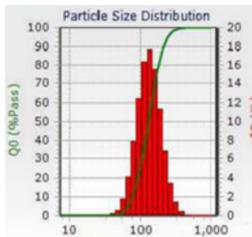
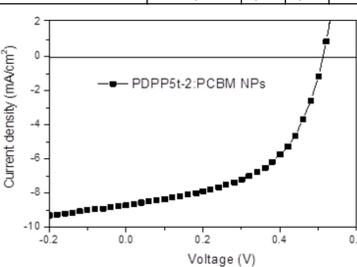


# Umweltverträgliche hocheffiziente organische Solarzellen (UOS)

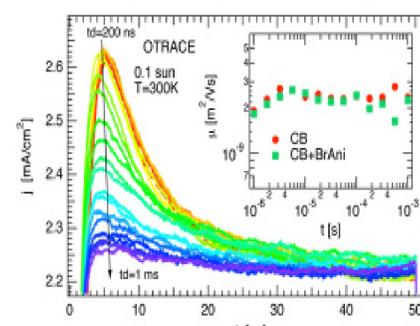
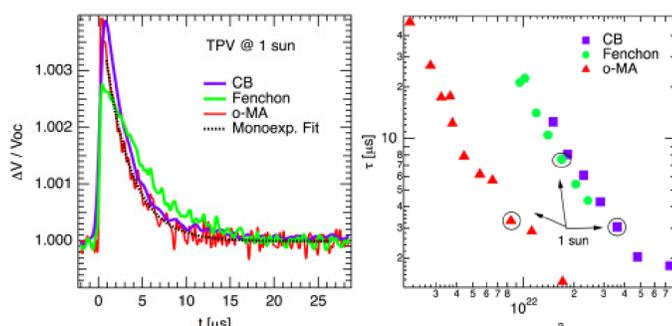
J. D. Perea<sup>1</sup>, S. Langner<sup>1</sup>, Chen Xie<sup>1</sup>, T. Ameri<sup>1</sup>, C. J. Brabec<sup>1</sup>, A. Baumann<sup>2</sup>, V. Dyakonov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Friedrich-Alexander Universität Erlangen, <sup>2</sup>Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern), <sup>3</sup>Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Organische Solarzellen werden bisher hauptsächlich mittels toxischer Halbleitertinten hergestellt. Dies ist nicht nur eine Belastung für Mensch und Umwelt, sondern erfordert auch aufwendige und teure Sicherheitsstandards. Um großtechnische Druckprozesse attraktiver zu machen, ist das Ziel des Projekts, eine Herstellung durch umweltfreundliche Photovoltaik (PV) -Tinten zu entwickeln.

Theorie	Grüne PV-Tinten	Wasserbasierte PV-Tinten																																																																																														
<p><b>HyperChem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Molekulardesign</li> <li>Energetisch günstigste Struktur</li> </ul> <p><b>COSMOtherm</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verteilung der Ladungsträgerdichte</li> </ul>  <p><b>Künstliches neuronales Netzwerk (ANN)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Input: Sigma-Momente</li> <li>Output: Löslichkeitsparameter</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>component</th> <th></th> <th>exp-BGM</th> <th>exp-FGAT<sup>35</sup></th> <th>MD<sup>7,36,37</sup></th> <th>DFT-ANN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">PC<sub>61</sub>BM</td> <td><math>\delta_T</math></td> <td>20.48</td> <td></td> <td>21.78</td> <td>21.60</td> </tr> <tr> <td><math>\delta_d</math></td> <td>19.70</td> <td></td> <td>20.18</td> <td>20.60</td> </tr> <tr> <td><math>\delta_p + \delta_{hb}</math></td> <td>7.80</td> <td></td> <td>7.97</td> <td>9.16</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ICBA</td> <td><math>\delta_T</math></td> <td>21.74</td> <td>20.50</td> <td></td> <td>20.81</td> </tr> <tr> <td><math>\delta_d</math></td> <td>21.00</td> <td>19.80</td> <td></td> <td>20.44</td> </tr> <tr> <td><math>\delta_p + \delta_{hb}</math></td> <td>7.50</td> <td>7.00</td> <td></td> <td>5.53</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">PC<sub>71</sub>BM</td> <td><math>\delta_T</math></td> <td>20.90</td> <td></td> <td>21.58</td> <td>21.20</td> </tr> <tr> <td><math>\delta_d</math></td> <td>20.20</td> <td></td> <td>20.06</td> <td>20.95</td> </tr> <tr> <td><math>\delta_p + \delta_{hb}</math></td> <td>7.30</td> <td></td> <td>7.37</td> <td>4.44</td> </tr> </tbody> </table>	component		exp-BGM	exp-FGAT <sup>35</sup>	MD <sup>7,36,37</sup>	DFT-ANN	PC <sub>61</sub> BM	$\delta_T$	20.48		21.78	21.60	$\delta_d$	19.70		20.18	20.60	$\delta_p + \delta_{hb}$	7.80		7.97	9.16	ICBA	$\delta_T$	21.74	20.50		20.81	$\delta_d$	21.00	19.80		20.44	$\delta_p + \delta_{hb}$	7.50	7.00		5.53	PC <sub>71</sub> BM	$\delta_T$	20.90		21.58	21.20	$\delta_d$	20.20		20.06	20.95	$\delta_p + \delta_{hb}$	7.30		7.37	4.44	<p><b>Akzeptor- und Donatormaterial</b></p>  <p><b>Grüne Lösungsmittel (LM)</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Überlapp der HSP-Sphären</li> <li>geeignete Lösungsmittel</li> </ul> <p><b>Umweltfreundliche Solarzellen</b></p> <p>grün vs. toxisch</p> <p>Vergleichbare Wirkungsgrade</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lösungsmittel(-mischungen)</th> <th>J<sub>sc</sub> (mA/cm<sup>2</sup>)</th> <th>PCE (%)</th> <th>V<sub>oc</sub> (V)</th> <th>FF (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dichlorbenzol (DCB) (toxisch)</td> <td>-7,58</td> <td>3,15</td> <td>0,92</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Dioxolan-Cymen (toxisch/grün)</td> <td>-7,71</td> <td>2,99</td> <td>0,92</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Dioxolan-Diethylbenzol (grün)</td> <td>-7,66</td> <td>3,01</td> <td>0,92</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>Dioxolan-Methylanisole (grün)</td> <td>-7,85</td> <td>2,96</td> <td>0,90</td> <td>42</td> </tr> </tbody> </table>	Lösungsmittel(-mischungen)	J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	PCE (%)	V <sub>oc</sub> (V)	FF (%)	Dichlorbenzol (DCB) (toxisch)	-7,58	3,15	0,92	45	Dioxolan-Cymen (toxisch/grün)	-7,71	2,99	0,92	42	Dioxolan-Diethylbenzol (grün)	-7,66	3,01	0,92	43	Dioxolan-Methylanisole (grün)	-7,85	2,96	0,90	42	<p><b>Synthese</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Polymer:Fulleren Lösung in Chloroform</li> <li>Injektion in Wasser</li> <li>Formierung von BHJ-NP</li> <li>LM-Verdampfung</li> <li>Anreicherung der Partikelkonzentration</li> </ul>  <p><b>Nanopartikuläre Solarzellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mittlere Größe: 120 nm</li> </ul>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nanopartikel</th> <th>J<sub>sc</sub> (mA/cm<sup>2</sup>)</th> <th>PCE (%)</th> <th>V<sub>oc</sub> (V)</th> <th>FF (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P3HT:ICBA</td> <td>-6,4</td> <td>2,02</td> <td>0,72</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>pDPP5t-2:PCBM</td> <td>-8,7</td> <td>2,35</td> <td>0,52</td> <td>52</td> </tr> </tbody> </table> <p>fast so gut wie aus LM</p> 	Nanopartikel	J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	PCE (%)	V <sub>oc</sub> (V)	FF (%)	P3HT:ICBA	-6,4	2,02	0,72	44	pDPP5t-2:PCBM	-8,7	2,35	0,52	52
component		exp-BGM	exp-FGAT <sup>35</sup>	MD <sup>7,36,37</sup>	DFT-ANN																																																																																											
PC <sub>61</sub> BM	$\delta_T$	20.48		21.78	21.60																																																																																											
	$\delta_d$	19.70		20.18	20.60																																																																																											
	$\delta_p + \delta_{hb}$	7.80		7.97	9.16																																																																																											
ICBA	$\delta_T$	21.74	20.50		20.81																																																																																											
	$\delta_d$	21.00	19.80		20.44																																																																																											
	$\delta_p + \delta_{hb}$	7.50	7.00		5.53																																																																																											
PC <sub>71</sub> BM	$\delta_T$	20.90		21.58	21.20																																																																																											
	$\delta_d$	20.20		20.06	20.95																																																																																											
	$\delta_p + \delta_{hb}$	7.30		7.37	4.44																																																																																											
Lösungsmittel(-mischungen)	J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	PCE (%)	V <sub>oc</sub> (V)	FF (%)																																																																																												
Dichlorbenzol (DCB) (toxisch)	-7,58	3,15	0,92	45																																																																																												
Dioxolan-Cymen (toxisch/grün)	-7,71	2,99	0,92	42																																																																																												
Dioxolan-Diethylbenzol (grün)	-7,66	3,01	0,92	43																																																																																												
Dioxolan-Methylanisole (grün)	-7,85	2,96	0,90	42																																																																																												
Nanopartikel	J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	PCE (%)	V <sub>oc</sub> (V)	FF (%)																																																																																												
P3HT:ICBA	-6,4	2,02	0,72	44																																																																																												
pDPP5t-2:PCBM	-8,7	2,35	0,52	52																																																																																												

## Charakterisierung

Untersuchung mikroskopischer Parameter der Solarzelle:	Ladungsträgerbeweglichkeit	Ladungsträgerlebensdauer
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ladungsträger-Extraktionsmethode OTRACE</li> <li>Zeitlicher Verlauf der Leerlaufspannung bei konstanter Beleuchtung (TPV)</li> </ul>		

Danksagung: Wir möchten uns bei der Gruppe um Professor Dallos für das ANN bedanken