

# Inhaltsverzeichnis

<b>Veröffentlichungen</b>	<b>1</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>7</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>11</b>
<b>2 Grundlagen</b>	<b>13</b>
2.1 Halbleitende Polymere . . . . .	13
2.1.1 $\pi$ -konjugierte Polymere . . . . .	13
2.2 Funktionsweise einer Solarzelle . . . . .	14
2.2.1 Umwandlung von Wärmestrahlung in chemische Energie . . . . .	15
2.2.2 Transformation der chemischen Energie in elektrische Energie . . . . .	16
2.2.3 Dioden-Modell . . . . .	18
2.2.4 Strom-Spannungskennlinie einer Solarzelle . . . . .	18
2.3 Konzept der „Bulk Heterojunction“ (BHJ) Solarzelle . . . . .	19
2.3.1 Aufbau einer Polymersolarzelle . . . . .	20
2.3.2 Prinzip des Bulk Heterojunction . . . . .	20
2.4 Leerlaufspannung in BHJ Solarzellen . . . . .	23
2.4.1 Das Metall-Isolator-Metall-Bild . . . . .	23
2.4.2 Neue Modelle zur Leerlaufspannung . . . . .	26
2.5 Ladungstransport . . . . .	27
2.5.1 Metall/Organik-Grenzflächen . . . . .	28
2.5.2 Injektion und Extraktion von Ladungsträgern . . . . .	35
2.5.3 Zwischenschicht aus LiF und mögliche Alternativen . . . . .	38
<b>3 Präparative und analytische Methoden</b>	<b>43</b>
3.1 Präparation . . . . .	43
3.1.1 Flüssig-Prozessierung . . . . .	43
3.1.2 Kathodenabscheidung . . . . .	44
3.2 Charakterisierung . . . . .	46

3.2.1	SIMS und SNMS . . . . .	46
3.2.2	EDX . . . . .	48
3.3	Versuchsplanung und Statistik . . . . .	48
<b>4</b>	<b>Optimierung der Solarzellenschichten und Prozessschritte</b>	<b>55</b>
4.1	ITO/PEDOT:PSS-Anode . . . . .	55
4.1.1	ITO . . . . .	55
4.1.2	PEDOT:PSS . . . . .	57
4.2	Absorberschicht . . . . .	58
4.2.1	Absorberlösung . . . . .	58
4.2.2	Morphologie der Absorberschicht . . . . .	62
4.2.3	Einfluss des Absorbers auf die Leerlaufspannung . . . . .	66
<b>5</b>	<b>Kathodenabscheidung: Vergleich thermisches Verdampfen und Sputtern</b>	<b>69</b>
5.1	Auswirkungen der Kathodenabscheidung auf die elektrischen Zelleigenschaften .	71
5.2	SIMS . . . . .	77
5.3	Diskussion . . . . .	79
<b>6</b>	<b>Einfluss von LiF, NaF, KF und anderen Zwischenschichten</b>	<b>87</b>
6.1	Vergleich der Alkali-Fluoride LiF, NaF und KF . . . . .	88
6.1.1	Schichtdickenabhängige Vergleichsserie . . . . .	88
6.1.2	Tiefenprofile mit SIMS und SNMS . . . . .	93
6.2	Verdampfen von reinem Lithium und Natrium . . . . .	98
6.3	Gesputtertes LiCoO <sub>2</sub> als Zwischenschicht . . . . .	101
6.4	Aufgeschleudertes PEO als Zwischenschicht . . . . .	106
6.5	Diskussion . . . . .	108
<b>7</b>	<b>Semitransparente BHJ Solarzellen</b>	<b>113</b>
7.1	Schichtsysteme für transparente Kathoden . . . . .	113
7.2	Tiefenprofile mit SIMS und SNMS . . . . .	116
<b>8</b>	<b>Bestimmende Faktoren für die Leerlaufspannung</b>	<b>121</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>125</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>129</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>139</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>143</b>
	<b>Anhang: Parameter der SCAPS-Simulationen</b>	<b>145</b>

**Danksagung**

**153**