



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Gliederung der Arbeit	1
2. Kooperationen und Zusammenarbeit	5
3. Grundlagen	9
3.1. Solarzellenaufbau und -charakterisierung	9
3.2. Prozesse in der organischen Solarzelle	14
3.3. Auswirkungen der Morphologie und des Annealings auf die Leistung	21
3.4. Leerlaufspannung	24
3.5. Grundlagen der analytischen Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	25
4. Technologie	31
4.1. Verwendete Materialien	31
4.2. Fertigung von Solarzellen und Messproben	32
4.3. Messtechnik und Analytik	40
5. Morphologie von P3HT:PCBM-Solarzellenschichten bei thermi- schem Annealing	45
5.1. Die P3HT:PCBM-Morphologie in Abhängigkeit von der Dauer des thermischen Annealings	47
5.1.1. Photolumineszenzuntersuchungen	47
5.1.2. Unipolare Bauelemente	48
5.1.3. Charakterisierung von realen Solarzellen für verschiedene Schichtdicken	52
5.1.4. Analytische Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) . .	58
5.1.5. Zusammenfassung: Die P3HT:PCBM-Morphologie in zeitli- cher Abhängigkeit des thermischen Annealings	63
5.2. P3HT:PCBM-Morphologie im vertikalen Querschnitt	64
5.2.1. Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS)	66
5.2.2. Analytische Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) . .	68
5.2.3. Diskussion: P3HT:PCBM-Morphologie im vertikalen Quer- schnitt	72
5.2.4. Zusammenfassung: Morphologie von P3HT:PCBM- Solarzellenschichten bei thermischem Annealing	74



6. Schnelle P3HT:PCBM-Netzwerkbildung durch Hochfrequenzannealing bei 2,45 GHz	77
6.1. Untersuchung der Mikrowellenabsorption in der organischen Solarzelle	78
6.1.1. Absorptions-, Reflexions- und Transmissionsverhalten von leitenden Schichten	78
6.1.2. Hohlleiter- und Temperaturuntersuchungen	80
6.1.3. Diskussion: Untersuchung der Mikrowellenabsorption in der organischen Solarzelle	82
6.2. GHz-Annealing von P3HT:PCBM-Solarzellen	83
6.2.1. Temperaturverläufe für verschiedene Leistungen	83
6.2.2. Annealingreihen für verschiedene Mikrowellenausgangsleistungen	84
6.2.3. Strukturuntersuchungen mit analytischer Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	88
6.2.4. Zusammenfassung: GHz-Annealing von P3HT:PCBM-Solarzellen	95
7. Morphologiekontrolle durch Nitrobenzol als Lösemitteladditiv	97
7.1. Nitrobenzol (NtB)	97
7.1.1. Physikalische und chemische Eigenschaften von Nitrobenzol	98
7.1.2. Solarzellen mit Nitrobenzol	100
7.1.3. Unipolare Bauelemente	106
7.1.4. Kristallbildungsuntersuchungen	108
7.1.5. AFM- und UV/Vis-Untersuchungen	111
7.1.6. Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS)	113
7.1.7. Analytische Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) . .	116
7.1.8. Zusammenfassung: Morphologiekontrolle durch Nitrobenzol als Lösemitteladditiv	124
8. Zusammenfassung und Ausblick	127
A. Morphologie von P3HT:PCBM-Solarzellenschichten bei thermischem Annealing	133
A.1. P3HT:PCBM-Morphologie unter Einfluss in zeitlicher Abhängigkeit bei thermischem Annealing	133
A.2. P3HT:PCBM-Morphologie im vertikalen Querschnitt	136
B. Schnelle P3HT:PCBM-Netzwerkbildung durch Hochfrequenzannealing bei 2.45 GHz	137
C. Lösemitteladditiv Nitrobenzol	139



D. Im Rahmen dieser Arbeit entstandene wissenschaftliche Veröffentlichungen	145
E. Im Rahmen dieser Arbeit betreute Arbeiten	149
Literaturverzeichnis	150