

Inhaltsverzeichnis

Abstract	ix
Kurzzusammenfassung	xi
Einleitung	1
I. Theorie	5
1 Photovoltaik	7
1.1 Grundlagen	7
1.2 Solarzellentypen und Prinzipien	10
1.2.1 Solarzellen aus kristallinem Silizium (c-Si)	10
1.2.2 Dünnschichtsolarzellen	10
1.2.3 Photoelektrochemische Solarzellen	13
1.2.4 Farbstoffsensibilisierte photoelektrochemische Solarzellen	15
2 Aufbau und Funktion der Farbstoffsolarzelle	17
2.1 Aufbau der Zelle	17
2.1.1 Die Photoelektrode	17
2.1.1.1 Die TiO ₂ -Halbleiterschicht	17
2.1.1.2 Der Farbstoff	19
2.1.2 Die Gegenelektrode	21
2.1.3 Der Elektrolyt	22
2.2 Das Funktionsprinzip	22
2.2.1 Die elementaren Prozeßschritte in der Solarzelle	22
2.2.2 Der Ladungstransport in der TiO ₂ -Schicht	24
2.2.3 Die Verlustmechanismen	25
2.3 Offene Fragen zur Stabilität der Farbstoffsolarzelle	28
2.3.1 Konstruktionsbedingte Stabilität	28
2.3.2 Chemische und physikalische Stabilität	28
3 Meßmethoden und experimentelle Aufbauten	31
3.1 Ortsaufgelöste Photostrommessungen	31
3.2 Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie	33
3.2.1 Die Interferometertechnik	33
3.2.2 Apodisierung und Auflösung	34
3.2.3 Meßaufbau	36

3.2.4	Meßverfahren	36
3.2.4.1	Transmissionsmessungen	36
3.2.4.2	Einfache Reflexion	37
3.2.4.3	Abgeschwächte Totalreflexion (ATR)	37
3.3	Charakterisierungsmethoden	39
3.3.1	Schichtdickenbestimmung	39
3.3.2	Röntgenbeugung (XRD)	39
3.3.3	Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	41
3.4	Experimentelle Aufbauten	42
3.4.1	Aufbauten zur Langzeitbelichtung	42
3.4.2	Kennlinienmessung	43
II.	Experimenteller Teil	45
4	Die Präparation der Zellen	47
4.1	Die Präparation der Farbstoffsolarzellen	47
4.1.1	Die Photoelektrode	47
4.1.1.1	Die Darstellung der TiO ₂ -Suspension	47
4.1.1.2	Fertigung der TiO ₂ -Schichten	50
4.1.1.3	Charakterisierung und Morphologie der Schichten	50
4.1.1.4	Die Farbstoffadsorption	52
4.1.2	Die Herstellung der Gegenelektroden	52
4.1.3	Der Elektrolyt	54
4.1.4	Die Fertigung der Zellen	54
4.1.4.1	Die Verklebung der Elektroden	54
4.1.4.2	Die Befüllung der Zellen	55
4.2	Die Präparation spezieller FTIR-Meßzellen	56
4.2.1	ATR-Zellen	56
4.2.2	Transmissionsmeßzellen zur Elektrolytuntersuchung	57
4.2.3	Reflexionsmeßzellen	58
5	Degradationsuntersuchungen	61
5.1	Einführende Überlegungen	61
5.2	Ortsaufgelöste Photostrommessungen	63
5.2.1	Maskenbelichtungen	63
5.2.1.1	Maskenbelichtungen ohne Elektrolytdegradation	64
5.2.1.2	Maskenbelichtungen mit Elektrolytdegradation	85
5.2.1.3	Zusammenfassung der Maskenbelichtungen	88
5.2.2	Inhomogene photoinduzierte Degradation	93
5.2.3	Photostrommuster	96
5.2.4	Graukeilbelichtungen	98
5.3	FTIR-Untersuchungen	101
5.3.1	ATR-Untersuchungen	101
5.3.2	Untersuchungen mit Transmissionszellen	103
5.3.3	Die Reflexionsmeßzelle	110

6 Zusammenfassung und Ausblick	115
A FTIR-Übersichtsspektren der Referenzsubstanzen	121
Abbildungsverzeichnis	125
Tabellenverzeichnis	129
Abkürzungen und Symbole	131
Literaturverzeichnis	133
Danksagung	143
Lebenslauf	145

