

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
I	Entwicklung der jodunterstützten CVD–Methode	5
2	Eigenschaften und Präparationsmethoden von ZnSe	7
2.1	Eigenschaften von ZnSe	7
2.2	Präparationsmethoden von ZnSe	8
3	Chemische Gasphasendeposition	11
3.1	Prinzip	11
3.2	CVD–Anlage	12
4	ZnSe–Transport	15
4.1	ZnSe–Abtrag im chemischen Gleichgewicht	15
4.1.1	Zusammenfassung	18
4.2	Simulationen außerhalb des chemischen Gleichgewichts	19
4.2.1	Transportgleichungen	19
4.2.2	Gasphasenzusammensetzung im Quellenrohr	20
4.2.3	Weiterführende Simulationen neuartiger Reaktorgeometrien	21
4.2.4	Zusammenfassung	23
5	Eigenschaften polykristalliner ZnSe–Schichten	25
5.1	Wachstumsraten	26
5.1.1	Einfluss des Substrats	26
5.1.2	Jodtransportrate	27
5.2	Strukturelle Eigenschaften	28
5.2.1	Jodeinbau	30
5.3	Optische Eigenschaften	34

5.3.1	Absorption	34
5.3.2	Photolumineszenz	36
5.4	Zusammenfassung	37
II Herstellung und Charakterisierung von Chalkopyrit–Dünnschichtsolarzellen mit ZnSe–Puffern		39
6	Methoden der elektrischen Charakterisierung	41
6.1	Bandverlauf eines n^+p -Übergangs	41
6.2	Strom–Spannungs–Charakteristik	43
6.2.1	Diodenstrom	43
6.2.2	Photostrom	45
6.3	Admittanzspektroskopie	48
6.3.1	Spannungsabhängige Kapazität	48
6.3.2	Kapazität tiefer Störstellen	49
6.3.2.1	Kontinuierliche Störstellenverteilung	51
6.4	Spektrale Quantenausbeute	53
6.4.1	Spannungsabhängige Quantenausbeute	56
6.4.1.1	Raumladungszonenweite	58
6.4.1.2	Rekombination über Störstellen	61
6.4.2	Experiment	66
6.4.2.1	Optische Verluste	67
6.4.2.2	Zusammenfassung	69
7	Chalkopyrit–Solarzellen mit CVD–ZnSe–Puffer	71
7.1	Aufbau der Solarzellen	71
7.2	Präparation von CVD–ZnSe–Puffern	74
7.2.1	Einfluss der Substrattemperatur	74
7.2.2	Einfluss der Depositionszeit	75
7.2.3	Zusammenfassung	77
8	Morphologie der CVD–ZnSe–Puffer	79
8.1	Rasterelektronenmikroskopie	79
8.2	Transmissionselektronenspektroskopie	80
8.3	Zusammenfassung	81

9 Elektrische Eigenschaften der Solarzellen	82
9.1 Strom–Spannungs–Charakteristik	82
9.1.1 Zusammenfassung	86
9.2 Quantenausbeute	87
9.2.1 Bestimmung der Diffusionslänge	90
9.2.2 Rekombination über Störstellen	93
9.2.3 Zusammenfassung	95
9.3 Kapazitätsmessungen	97
9.3.1 Spannungsabhängige Kapazität	97
9.3.2 Störstellendichte	99
9.3.3 Zusammenfassung	101
9.4 Zusammenfassende Diskussion der experimentellen Ergebnisse	102
9.5 Modell des Stromtransports	104
9.5.1 Vorbetrachtungen	104
9.5.2 Modell des Stromtransports	105
9.5.3 Numerische Simulation	106
9.5.4 Zusammenfassung	109
10 Zusammenfassung	111
A Reaktionen in der H₂/I₂–Gasphase	115
B Grundgleichungen des Stromtransports	116
C Auflösungsvermögen der EDX–Methode	118
D R_S–Korrektur der gemessenen Quantenausbeute	120
Abkürzungen und Symbole	123
Literaturverzeichnis	127
Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge	139
Lebenslauf	141
Danksagung	143

