

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Bildung und Verflüchtigung fester Phasen im System Cu-Ga-Se	8
2.1	Eigenschaften und Phasengebiet des Chalkopyrits CuGaSe_2	8
2.2	Bildung binärer Verbindungen	11
2.2.1	Synthese von Cu_2Se	11
2.2.2	Synthese von Ga_2Se_3	13
2.3	Exotherme Bildung von CuGaSe_2	15
2.3.1	Literaturdaten zur Bildungswärme verschiedener Chalkopyrite	15
2.3.2	Differentialthermoanalyse der Bildungsreaktion von CuGaSe_2	17
2.4	Thermische und chemische Verflüchtigung	22
2.5	Nachweis der Gasspezies.....	26
3	Halogenunterstützte Gasphasenabscheidung von CuGaSe_2	32
3.1	Verfahrensübersicht und Motivation halogenunterstützter Chalkopyritpräparation	32
3.2	Thermodynamische Entwicklung der Abscheidemethode	36
3.2.1	Chemische Transportreaktionen.....	36
3.2.2	Vergleich möglicher Quellenmaterialien und Transportgase.....	37
3.2.3	Phasenbildung unter Kupferjodid, Galliumchlorid und Selenwasserstoff.....	41
3.3	Aufbau und Funktion der Präparationsanlage	45
3.3.1	HCVD-Reaktor	45
3.3.2	Jodquelle (I_2 -Sättiger)	47
3.3.3	Bildung von Jodwasserstoff.....	48
3.4	Analyse der chemischen Quellenreaktionen.....	51
3.4.1	Voraussetzungen reproduzierbarer Abscheidebedingungen	51
3.4.2	Chemischer Charakter des Massentransports	53
3.4.3	Reproduzierbarkeit des Massenabtrags	55
3.4.4	Phasenumwandlung durch die chemische Abtragsreaktion.....	57
3.4.5	Oberflächeneffekte beim chemischen Quellenabtrag.....	60
3.4.6	Einstellbarkeit der Gasphase	61

4	Solarzellen auf der Basis von CuGaSe₂-Dünnschichten.....	62
4.1	Eigenschaften von Solarzellen.....	62
4.1.1	Aufbau und elektrisches Verhalten.....	62
4.1.2	Stand der Forschung.....	64
4.2	HCVD-Präparation von Absorberschichten.....	66
4.2.1	Phasenbildung unter HCVD-Bedingungen.....	66
4.2.2	Eigenschaften der CuGaSe ₂ -Dünnschichten.....	69
4.3	CuGaSe ₂ /CdS/ZnO-Heterostrukturen.....	73
4.3.1	Strom-Spannungs-Charakteristik.....	74
4.3.2	Quantenausbeute.....	79
4.3.3	Stromtransport.....	80
4.3.4	Langzeitstabilität.....	81
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	85
6	Anhang.....	89
6.1	Thermodynamische Datenbank.....	89
6.2	Symbolverzeichnis.....	91
6.3	Abkürzungen.....	92
7	Literaturverzeichnis.....	93
8	Lebenslauf.....	102
9	Danksagung.....	103