

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	1
<b>1 Solarstrahlung und Nachführung .....</b>	<b>3</b>
1.1 Die spektrale Verteilung der Strahlungsintensität.....	3
1.2 Die winkelabhängige Intensitätsverteilung der Strahlung .....	6
1.3 Die Messung der Zirkumsolarstrahlung .....	9
1.4 Realisierung einer transportablen, energieautarken Nachführanlage zur Messung von Konzentratormodulen .....	12
1.5 Vergleich von Direkt- und Globalstrahlungintensitäten .....	17
1.6 Zusammenfassung und Ausblick .....	20
<b>2 Optik und Wirkungsgrad der Konzentratoren .....</b>	<b>21</b>
2.1 Die Erhaltung des Phasenraumvolumens .....	21
2.2 Die Bestimmung des optischen Wirkungsgrads .....	23
2.3 Nicht-abbildende Optik .....	24
2.3.1 Die Anforderungen an den Konzentrator .....	24
2.3.2 Ein dielektrischer Sekundärkonzentrator .....	25
2.3.3 Holografische Konzentratoren .....	26
2.4 Abbildende Optik .....	28
2.4.1 Die hyperbolische planar-konvexe Linse .....	28
2.4.2 Strahlverfolgung an abbildenden Fresnellinsen .....	30
2.4.3 Kommerzielle Fresnellinsen für Konzentratormodule .....	32
2.4.4 Die optischen Wirkungsgrade der Fresnellinsen.....	34
2.4.5 Sphärische Linsen und Zylinderlinsen .....	37
2.4.6 Die Parabolrinne und der Linearkonzentrator .....	39
2.5 Zusammenfassung und Ausblick.....	41
<b>3 Das Verhalten von Solarzellen unter konzentriertem Licht .....</b>	<b>42</b>
3.1 Thermodynamische Energiewandlung .....	42
3.2 Die Obergrenze des Wirkungsgrads von photovoltaischen Energiewandlern.....	44
3.3 Die maximalen Wirkungsgrade von GaAs- und Tandem-Solarzellen.....	49
3.4 Die Solarzellenparameter einer idealen Solarzelle .....	52
3.5 Die Rekombination in einer realen Solarzelle.....	55
3.6 Die Injektion der Ladungsträger über den p/n-Übergang .....	58
3.7 Die Ströme in der Raumladungszone .....	60
3.8 Der Einfluß von Serien- und Parallelwiderstand .....	62
3.9 Zusammenfassung.....	64

<b>4</b>	<b>Design und Optimierung von Konzentratorsolarzellen aus GaAs</b> .....	<b>65</b>
4.1	Durch Flüssigphasenepitaxie hergestellte AlGaAs/GaAs Solarzellenstrukturen .....	65
4.1.1	Der diffundierte p/n Übergang .....	65
4.1.2	Der epitaktische p/n Übergang .....	66
4.1.3	Die Technologie der LPE-GaAs Solarzellen .....	67
4.2	Durch Gasphasenepitaxie hergestellte AlGaAs/GaAs Solarzellen .....	8
4.3	Die Materialparameter von Galliumarsenid .....	70
4.4	Die Lösungen der Transportgleichungen .....	70
4.5	Optimierung von Emitterdicke und Emitterdotierung .....	73
4.6	Die Optimierung der Basis .....	77
4.7	Das Design von radialen Vorderseitenkontaktstrukturen .....	79
4.7.1	Optimierung für eine homogene Lichtverteilung auf der Solarzelle .....	80
4.7.2	Realisierung verschiedener kleiner Kontaktstrukturen .....	83
4.7.3	Dimensionierung eines Grid mit 4 mm Durchmesser .....	86
4.7.4	Der Einfluß einer inhomogenen Lichtverteilung .....	88
4.8	Design und Optimierung von quadratischen Kontaktstrukturen .....	91
4.8.1	Die Anwendung in Systemen mit nicht-abbildender Optik .....	92
4.8.2	Optimierung für die Anwendung im holografischen Konzentrator .....	94
4.8.3	Die Kontaktstruktur für Zylinderlinsen .....	95
4.8.4	Ein Grid für quadratische Mikrolinsen .....	96
4.9	Der Übergangswiderstand Halbleiter-Metall .....	97
4.10	Die Optimierung des gesamten Zelldesigns .....	99
4.10.1	Der Emitter der MOCVD-Solarzelle mit radialer Vorderseitenkontaktstruktur .....	99
4.10.2	Technologie: Einfluß der Antireflexschicht auf den Wirkungsgrad der LPE-EBR-Solarzellen .....	102
4.11	Zusammenfassung und Ausblick .....	103
<b>5</b>	<b>Messungen der Solarzellenparameter unter konzentriertem Licht</b> .....	<b>104</b>
5.1	Die (Super-) Linearität des Photostroms mit der Konzentration .....	104
5.2	Die Leerlaufspannung in Abhängigkeit der Konzentration .....	106
5.3	Das Verhalten des Füllfaktors mit steigender Einstrahlung .....	109
5.4	Die Wirkungsgrade der GaAs-Konzentratorsolarzellen .....	110
5.4.1	Die Wirkungsgrade der MOCVD-Solarzellen .....	110
5.4.2	Die Wirkungsgrade der LPE-Solarzellen .....	111
5.4.3	Die Stabilität des Wirkungsgrades der LPE-GaAs Konzentratorsolarzellen .....	113
5.5	Zusammenfassung und Ausblick .....	114

<b>6</b>	<b>Konzentratormodule und Kühlung</b> .....	116
6.1	Die Solarzellenparameter von GaAs-Zellen in Abhängigkeit der Temperatur .....	116
6.2	Die passive Kühlung der Solarzellen .....	117
6.3	Die Entwicklung der Konzentratormodule .....	120
6.3.1	Messungen der Modulwirkungsgrade .....	120
6.3.2	Ein Modul mit sphärischen Linsen .....	122
6.3.3	Ein Konzentratormodul mit Fresnellinsen .....	123
6.4	Zusammenfassung und Ausblick .....	126
<b>7</b>	<b>Tandem Konzentration Anwendungen</b> .....	127
7.1	Die gestapelte GaAs / Si Tandem Konzentration Solarzelle .....	127
7.1.1	Optimierung der GaAs-Substratdicke .....	128
7.1.2	Optimierung der Antireflexschichten auf der Vorder- und Rückseite der GaAs-Solarzelle .....	130
7.1.3	Die Messungen der Tandem-Wirkungsgrade .....	133
7.2	Die Ga <sub>0,5</sub> In <sub>0,5</sub> P / GaAs Tandem-Solarzelle im holografischen Konzentration .....	137
7.2.1	Die Struktur der Ga <sub>0,5</sub> In <sub>0,5</sub> P-Solarzelle .....	137
7.2.2	Die Optimierung von Emitter und Basis der Ga <sub>0,5</sub> In <sub>0,5</sub> P-Solarzelle .....	138
7.2.3	Die Messungen der Solarzellenparameter .....	140
7.3	Zusammenfassung .....	142
	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	143
	Anhang .....	145
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	152