

Bachelorarbeit

Deposition von  
Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) in  
porösem Aluminiumoxid

Deposition of Copper Indium Gallium Selenide  
(CIGS) in porous Alumina

im Bachelorstudiengang Physik

Vorgelegt von Oliver Thiele

Matrikelnummer 428168

im Dezember 2019

in Münster

Erstgutachter: Prof. Dr. Gerhard Wilde

Zweitgutachter/Themensteller: Dr. Martin Peterlechner

Betreuer: Mirko Gabski



Institut für Materialphysik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung/Motivation</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1	Elektrochemie . . . . .	2
2.1.1	Anodisches Aluminiumoxid . . . . .	2
2.1.2	Faradaysches Gesetz . . . . .	3
2.1.3	Ionenkonzentration an Elektrode . . . . .	3
2.2	Rasterelektronenmikroskopie . . . . .	4
2.2.1	Rückgestreute Elektronen . . . . .	4
2.2.2	Sekundärelektronen . . . . .	5
2.2.3	Detektoren für Sekundärelektronen . . . . .	6
	Everhart-Thornley Detector (ETD) . . . . .	6
	Through-the-Lens Detector (TLD) . . . . .	7
2.2.4	Aufladungseffekte . . . . .	7
2.2.5	Rastertransmissionselektronenmikroskopie (RTEM) . . . . .	8
2.3	Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX) . . . . .	8
2.3.1	Bremsstrahlung . . . . .	9
2.3.2	Intensitäten . . . . .	9
2.3.3	Reichweite . . . . .	9
2.3.4	ZAF-Faktor . . . . .	10
2.3.5	Detektoreigenschaften/-artefakte . . . . .	10
2.4	Solarzellen und Dioden . . . . .	12
2.4.1	Kennlinie einer Solarzelle . . . . .	12
	Einfluss der Temperatur auf den p-n-Übergang . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Methoden</b>	<b>14</b>
3.1	AAO-Membran-Herstellung . . . . .	14
3.2	CIGS-Deposition . . . . .	16
3.2.1	Konstante Spannung . . . . .	17
3.2.2	Gepulste Stromquelle . . . . .	17
	Parameter . . . . .	17
	Füllgrad . . . . .	17
	Probleme . . . . .	18
3.3	Herstellung der Querschnittsproben . . . . .	18
3.4	Herstellung geätzter Proben . . . . .	18
3.5	RTEM . . . . .	19
3.6	Auswertung der EDX-Spektren . . . . .	19
3.7	Herstellung der Solarzelle . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Resultate und Diskussion</b>	<b>20</b>
4.1	Deposition mit konstanter Spannung . . . . .	20
4.2	Unveränderte AAO-Membran nach gepulster Deposition . . . . .	20

4.3	Geätzte AAO-Membran und freistehende Röhren . . . . .	24
4.3.1	Einfluss von NaOH/Phosphorsäure auf CIGS . . . . .	24
4.3.2	Bilder der Röhren . . . . .	26
4.3.3	Elementare Zusammensetzung der Röhren . . . . .	29
	EDX-Spektren . . . . .	30
	Veränderung der Probe und Kontamination . . . . .	32
	Effekte durch den Elektronenstrahl . . . . .	33
	EDX-Linescan . . . . .	34
	Quantifizierung . . . . .	35
	Kontrollproben ohne Deposition . . . . .	36
	Zusammenfassung . . . . .	37
4.4	Herstellung einer Solarzelle . . . . .	38
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerung und Ausblick</b>	<b>41</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>43</b>
	<b>Anhang</b>	<b>44</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>46</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>47</b>
	<b>Literatur</b>	<b>48</b>