



Simon Starck (Autor)

Kai Peter Birke (Herausgeber)

# Entwicklung und Validierung einer Ultraschallmessdiagnostik für zylindrische Zellen

- Energie & Nachhaltigkeit -

Hrsg.: Prof. Dr. Kai Peter Birke

Simon Starck

**Entwicklung und Validierung  
einer Ultraschallmessdiagnostik  
für zylindrische Zellen**

Elektrische  
Energiespeichersysteme



Nachhaltige  
CO<sub>2</sub>-Kreisläufe



Elektromobilität &  
Batterietechnologie



TOP MSc – BSC



**Cuvillier Verlag**

Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8983>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Lithium-Ionen-Zellen . . . . .	3
2.1.1	Anwendungsgebiete . . . . .	3
2.1.2	Charakteristische Größen . . . . .	3
2.1.3	Aufbau . . . . .	5
2.1.4	Bauformen . . . . .	8
2.1.5	Funktionsweise . . . . .	8
2.2	Ultraschall . . . . .	10
2.2.1	Grundlagen . . . . .	10
2.2.2	Wellenausbreitung . . . . .	12
2.2.3	Erzeugung von Ultraschall . . . . .	13
2.2.4	Ultraschallprüfsysteme . . . . .	14
2.2.5	Ablauf einer Messung . . . . .	15
2.2.6	Nahfeld- und Fernfeld . . . . .	17
2.2.7	Implus-Echo- und Transmissions-Verfahren . . . . .	18
2.2.8	Einstellmöglichkeiten am Ultraschallgerät . . . . .	19
2.3	Stand der Technik . . . . .	20
2.3.1	Möglichkeiten der Ladezustandsbestimmung . . . . .	20
2.3.2	Ladezustandsbestimmung mittels Ultraschall . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Materialien und Methoden</b>	<b>25</b>
3.1	Materialien . . . . .	25
3.1.1	Lithium-Ionen-Zelle . . . . .	25
3.1.2	Glycerin . . . . .	26
3.1.3	3D-Druck . . . . .	26

3.1.4	Aluminium Extrusionsprofile . . . . .	26
3.2	Geräte . . . . .	26
3.2.1	Ultraschallgerät . . . . .	26
3.2.2	Prüfköpfe . . . . .	27
3.2.3	Batteriezyklierer - BaSyTec . . . . .	27
3.2.4	Klimaschrank . . . . .	28
3.2.5	Schrittmotor . . . . .	28
3.3	Versuchsaufbau . . . . .	29
3.3.1	Stationärprüfstand . . . . .	29
3.3.2	Rotationsprüfstand . . . . .	31
3.3.3	Finale Prüfstände . . . . .	32
3.4	Charakterisierungsmethoden . . . . .	33
3.4.1	Abstand und Winkel . . . . .	33
3.4.2	Referenzmessungen . . . . .	34
3.4.3	Ladezustand . . . . .	34
3.4.4	Temperaturabhängigkeit . . . . .	35
3.4.5	Rotationsmessungen . . . . .	36
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>37</b>
4.1	Abstand und Winkel . . . . .	37
4.2	Referenzmessungen . . . . .	38
4.2.1	Umgebungstemperatur . . . . .	38
4.2.2	Klimaschrank . . . . .	40
4.3	Ladezustand . . . . .	40
4.3.1	C/5-Messungen . . . . .	40
4.3.2	1C-Messungen . . . . .	43
4.4	Rotation . . . . .	47
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>51</b>
5.1	Zusammenfassung der Arbeit . . . . .	51
5.2	Ausblick . . . . .	52
<b>A</b>	<b>Vergleichsmessungen</b>	<b>53</b>
<b>B</b>	<b>Zweiter Anhang</b>	<b>57</b>
B.1	Datenblätter . . . . .	58
B.1.1	Lithium-Ionenzelle INR18650MJ1 . . . . .	58

---

---

B.1.2	Ultraschallgerät - Siui Sync Scan . . . . .	60
B.1.3	Sender . . . . .	63
B.1.4	Empfänger . . . . .	64
B.2	Programmcode . . . . .	65
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>67</b>
	<b>Formelzeichen</b>	<b>69</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>72</b>

---