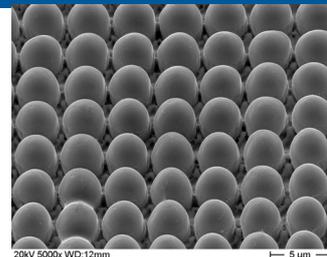


Dr. Wilhelm Pflögel, PI  
Melanie Mangang, Doktorandin  
IAM-AWP, Laserprozesstechnik



## Gezielte Einstellung der Oberflächentopographien von Elektroden zur Erhöhung der Zyklenstabilität und Leistungsdichte mittels Ultrakurzpuls-Lasertechnologie

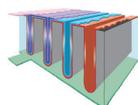
erfolgt

Arbeiten

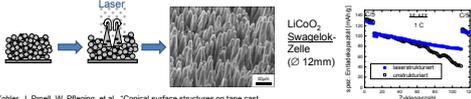
geplant

**Motivation:** 3D-Elektroden, Erhöhung des Flächen-zu-Volumen-Verhältnisses und Verkürzung der Li<sup>+</sup>-Diffusionswege

**Mögliche Umsetzung:** Bildung von selbstorganisierenden Cones in Elektroden, die zu einer verbesserten Zyklenstabilität führen



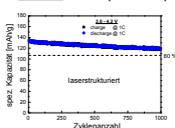
Joe F. M. Oudenhoven et al. Adv. Energy Mater. 1 (2011) 10-33



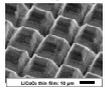
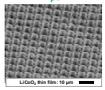
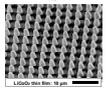
R. Köhler, J. Proell, W. Pflögel et al., "Conical surface structures on tape cast electrode materials for lithium ion batteries" Applied Physics A, under review

up-scaling

Li(NMC)O<sub>2</sub> Pouch-Zelle (5x5cm<sup>2</sup>)



Laser- und Prozessparameter:



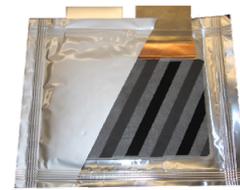
Bildung von Schmelze

Bildung von Debris

Kalter Materialabtrag ohne Debrisbildung

Laserpulslänge, Wellenlänge, Energiedichte, Pulsfrequenz, Prozessgase, Strahlführung, Prozessstrategie

- Auswahl der Elektrodenmaterialien (LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, LiFePO<sub>4</sub>, LiNi<sub>x</sub>Mn<sub>y</sub>Co<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Schichtherstellung und Charakterisierung
- Definition von 3D-Strukturen
- Parameterstudie zur Laserablation ( $\lambda$ ,  $\tau_{\text{Puls}}$ ,  $v_{\text{rep}}$ ,  $\epsilon$ , Prozessgasatmosphäre) und Temperaturfeldsimulation
- Charakterisierung und Auswertung:
  - Abtragsraten und Randschichtmodifizierung
  - Elektrochemische Charakterisierung (Pouchzellen, Swagelok-Zellen)
  - Post-Mortem-Analysen
- Auswahl von Prozessstrategien und up-scaling



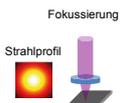
Schnittmodell einer Pouch-Zelle (170x111mm<sup>2</sup>)

vorhanden

## Kompetenzen / Geräte

gesucht

Laseranlagen

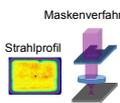


**fs-ps-ns Faserlaser**  
(Amplitude, IPG)

Wellenlänge: 1030, 515, 343 nm  
Pulslänge: 350 fs – 10 ps  
Repetitionrate: 0-2 MHz  
Leistung: 20 W



Wellenlänge: 1064 nm  
Pulslänge: 4-200 ns  
Repetitionrate: 1-1000 kHz  
Leistung: 20 W



**UV-Laser**  
(ATL, Coherent)

Wellenlänge: 193 nm, 248 nm  
Pulslänge: 5 ns, 20 ns  
Repetitionrate: 1-500 Hz  
Leistung: 10 W



32-Kanal-Batterietester, SEM, EDX, ICP-OES, AES, Raman, thermo-physikalische Analysemethoden (Kalorimeter, DSC, photoakustische Methoden, Laser-Flash), Materialographie, Weißlicht- und Laserprofilometrie, Kontaktwinkelmessungen

Zusätzlich: FIB, TEM, TOF-SIMS, XPS, XRD, Raman-Mapping (KIT-Kooperationspartner)

- Ergänzende Analysemethoden: z.B. EIS, SIMS, RBS, BET, Hg-Porosimeter, FT-IR, CT, in-situ Analytiken, Analyse mechanischer Spannungen und Volumenänderungen im 3D-System
- Austausch weiterer und neu entwickelter Dickschichtkathoden- und Anodenmaterialien bzw. beschichteter Elektroden
- Kooperation im Bereich der Simulation von
  - Lithiumionen-Diffusionsprozessen in 3D-Strukturen (Li-Konzentrationsprofile)
  - Zellsystemeigenschaften (Leistungsdichte, Zyklenstabilität)
  - mechanischen Spannungen, Volumenänderungen

## Vernetzung der Arbeit

Portfolio-Partner: Dr. W. Bauer, Dr. C. Ziebert, Dr. S. Ulrich, Dr. J. Binder

Weitere Kooperationen:

- Princeton University, USA: Printing of microbatteries
- Korea Institute of Science and Technology (KIST): Energy storage and thin film batteries
- NRL, Washington, USA: Development of 3D batteries

Begleitformular  
für Veröffentlichungen

**A Angaben zur geplanten Veröffentlichung**

Verfasser/-in: Wilhelm Pfleging, Melanie Mangang

(der/die Unterstrichene ist federführend)

Org.-Einheit des/der federführenden Verfassers/-in: **IAM-AWP (Arbeitsgruppe Laserprozesstechnik)**

Titel der geplanten Veröffentlichung: **Lasermodifizierung von Elektrodenmaterialien**

Die Arbeit soll als **Poster Vortrag-Beitrag** erscheinen

Veröffentlichung in / bei **Elektrochemische Speicher im System - Zuverlässigkeit und Integration, Portfolio Kick-off Treffen, KIT-Campus Nord, 10.05.2012**

Die Veröffentlichung bezieht sich auf das F+E-Vorhaben Nr. **43-98-30**

Die vorgestellten Ergebnisse werden für schutzwürdig erachtet: **nein**

Fachkollege gemäß Ziffer 4.1 der Veröffentlichungs-Richtlinien: **Prof. H.J. Seifert**

Karlsruhe, 15.08.2012

  
(Unterschrift des/der federführenden Verfassers/-in)

**B Stellungnahmen**

Stellungnahmen	Eingangsdatum	Gegen die Veröffentlichung bestehen keine Bedenken	Gegen die Veröffentlichung bestehen Bedenken wegen (gem. Ziff. 3.2 Veröffentl.-Richtl.)	Ausgangsdatum	Unterschrift
Leiter/-in der Org.-Einheit (bzw. Vorstand im Falle von Ziffer 3.1 Satz 3 Veröffentl.-Richtl.)	20.08.12	✓		20.08.12	A.J. Seifert
Programmleiter/-in	27.8.12	x		28.8.12	A. J. Seifert
Stabsabteilung Innovation	28.9.12	x		29/08/12	A. J. Seifert
Vorstand (gem. Ziff. 3.3 c Veröffentl.-Richtl.)					

**C Bescheid des Leiters/der Leiterin der Organisationseinheit bzw. des Vorstandes (gem. Ziff. 3.1 Satz 3 Veröffentlichungs-Richtlinien)**

Eingang der Stellungnahmen am 3.9.12

Der Antrag auf Veröffentlichung wird genehmigt.

Falls Bericht des Forschungszentrums Karlsruhe: \_\_\_ Exemplare werden für Autoren/Autorinnen und Organisationseinheit benötigt.

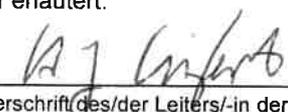
Erforderliche Stückzahl der Sonderdrucke: \_\_\_

Der Antrag auf Veröffentlichung wird nicht genehmigt.

Mit dem/der Verfasser /-in wurden die einer Veröffentlichung entgegenstehenden Bedenken am \_\_\_\_\_ im Beisein von Herrn/Frau \_\_\_\_\_ erörtert.

Die nicht ausgeräumten Bedenken sind in der Anlage näher erläutert.

Karlsruhe, 4.9.12

  
(Unterschrift des/der Leiters/-in der Organisationseinheit bzw. des zuständigen Vorstandsmitglieds)