

Laserparameter automatisiert bestimmen

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrielle Technologien

Betreuer: Prof. Dr. Axel Fuerst

Experte: Rolf Renggli (SBB CFF FFS)

Das Einstellen der optimalen Parameter für mit Laser zurechtgeschnittene Folien braucht viele Versuche und viel Aufwand einer mit dem Prozess vertrauten Person. Ändert sich die Foliendicke, das Material der Folie, das Material der Beschichtung oder die Dicke der Beschichtung, sind neue Einstellungen nötig. In dieser Masterthesis entstand ein Vorgehen, welches diese Aufgabe automatisiert.

1

Ausgangslage

Lasersublimieren ist eine Möglichkeit, Anoden und Kathoden für Lithium-Ionen Batterien aus dem in Folien vorliegenden Ausgangsmaterial herauszutrennen. Für die beim Laserschneidvorgang entstehende Kante gelten hohe Anforderungen. Die entstandene Kante muss regelmässig sein und der Schneidvorgang darf keine Metallspritzer auf der Oberfläche der Anode oder der Kathode hinterlassen. Entstandene Spritzer in einer Grösse von über 5 Mikrometer stellen eine Gefahr für die Zuverlässigkeit und Leistung der gefertigten Batterie dar. Die metallenen Partikel können in den Separator, welcher die Anode von der Kathode trennt, eindringen und somit eine leitende Brücke zwischen den beiden Folien bilden.

Vorgehen

In einem ersten Schritt ist die vorhandene optische Ausrüstung und deren Leistungsvermögen analysiert worden. Anschliessend sind die optischen Komponenten der an der BFH stehenden Produktionsanlage für Lithium-Ionen Batterien mit einem Beleuchtungssystem ergänzt worden. Dadurch stand direkt nach dem Ausführen eines Laserschneidvorgangs ein hochauflösendes Bild der entstandenen Kante und des Grats bereit. Darauf folgten Überlegungen bezüglich der Auswahl der für ein automatisiertes Einstellen des Prozesses sinnvollen Parameter. Dabei galt ein Parameter als nicht optimal, falls dieser nicht softwaremässig veränderbar ist. Zudem sollte die Anzahl Parameter niedrig sein, damit mit einer vernünftigen Zahl von Messungen der Lösungsraum übersichtlich und beschreibbar ist. In einer umfassenden Testserie sind mehrere hundert Bilder, von in Anodenmaterial und Kathodenmaterial erzeugten Schnitten, mit diversen Laserparametern entstanden. Diese Bilder waren anhand von definierten Kriterien untersucht worden und für jedes Bild ist die Qualität der Schnittkante bewertet worden. Um mit mehreren Ansätzen die Bilder mit

maschinell sehen zu beurteilen, wurden Programme mit den frei verfügbaren Programmbibliotheken EmguCV und Tensorflow implementiert. In das bestehende Steuerprogramm der Testanlage ist ein Unterprogramm integriert worden, welches den Laser, die Spiegel zur Führung des Laserstrahls und die Kamera koordiniert.

Resultate

Die entstandenen Schneidkanten waren in den, in direkter Draufsicht aufgenommenen, Bildern sowohl in Anoden und Kathoden identifizierbar. Wesentliche Merkmale wie die Dimension und Regelmässigkeit der Schnittkante konnten über eine 5 mm lange Kante gemittelt und beurteilt werden. Die aufgenommenen Testbilder waren verwendbar, Modelle mit maschinellem Lernen zu trainieren, welche die Schnittkanten in verschiedene Qualitätskategorien einteilen. Kleinste Metallspritzer sind noch nicht verlässlich erkennbar. Nicht optisch erkennbare Merkmale, sowie das Aussehen der Folienrückseite sind in dem entstandenen Optimierungsprozess nicht berücksichtigt. Der Optimierungsprozess ist bis auf das Nachladen und Entfernen von Folien in die Fertigungszelle automatisiert. Das Programm speichert die Aufnahmen, wie auch die Auswertung und Klassifizierung der einzelnen Bilder ab.

Fazit

Die Einführung von Systemen und Programmen, welche verfahrenstechnische Prozesse laufend untersuchen und die Parameter der Prozesse zuverlässig, aufgrund der ausgewerteten Daten, auf noch unbekannte Einflüsse und Störgrössen anpassen, können zukünftig zu einer gesteigerten Produktionsqualität beitragen. Diese Masterthesis ergänzte die Produktionsanlage für Lithium-Ionen Batterien mit einer aus Projektsicht interessanten Zusatzfunktion.



Simon Schär

simon-schaer@bluewin.ch