

BATTERIEN PERFEKT VERSCHWEISST

von Bernd Sattler, Abteilungsleiter Messtechnik / Bildverarbeitung, Manz AG

Im Herstellungsprozess von Batteriemodulen für Elektroautos ist höchste Präzision gefragt. Weil die Lage und die Höhe der Batteriezellen auf Grund von Fertigungstoleranzen variiert, muss der Laser, der die Leiterbleche auf die Batteriepole schweißt, für jede Zelle genau positioniert werden. Die Manz AG hat dafür eine Laserschweiß-Maschine entwickelt, die mittels 3D-Lasertriangulation die genaue Höhe und Position der Batteriezellen bestimmt.

Was für Autos mit Verbrennungsmotor der Tank ist, ist für Elektroautos das Batteriemodul: die Energiequelle, die den Motor antreibt. So ein Batteriemodul ist größer als ein Koffer und zentnerschwer. Erstaunlich konventionell ist sein Aufbau, bestehend aus einem Verbund zahlreicher einzelner Batteriezellen. Letztere unterscheidet man aufgrund ihrer jeweiligen Form in prismatische, zylindrische und sogenannte Pouch-Zellen. Die Zellen werden in Reihen- oder Parallelschaltung verbunden, um die gewünschte Ausgangsspannung in Kombination mit dem erforderlichen Ausgangsstrom zu erzielen. Dazu werden dünne Blechstreifen auf die Batteriepole geschweißt, um die gewünschte Verschaltung herzustellen.

Das Anschweißen der Blechverbindungen geschieht blitzschnell hochautomatisiert, pro Minute werden hunderte Schweißpunkte gesetzt. Allerdings hatte das bisher seine Tücken, denn die Höhe der Batteriezellen unterliegt Fertigungstoleranzen und auch deren Lage im Rahmen des Batteriepacks variiert. Zudem hat der Schweißlaser, der die Bleche und Batteriepole kurz aufschmilzt und verbindet, ein kleines Prozessfenster. Ist der Laser zu nah an der Zelle, besteht die Gefahr, dass er zu tief einschweißt und den Pol an der Batterie beschädigt. Ist der Abstand zu groß, erhitzt der Laser nur das Verbindungsblech, nicht aber den Anschluss an der Batterie. Unter Umständen kommt keine richtige Verbindung zustande und der Kontakt löst sich später wieder.

Ein von Manz entwickelter Prototyp einer Laserschweiß-Maschine beinhaltet eine Messstation, die mittels Lasertriangulation die Lage und die Höhe der Zellen in einem Batteriemodul in allen drei Raumdimensionen exakt bestimmt. Dadurch ist die Lage des Schweißpunkts räumlich genau bekannt und das Prozessfenster des Lasers kann entsprechend verschoben werden. Dazu fährt die Linse des Lasers – angetrieben von einer Voice-Coil ähnlich der Schwingspule in einem Lautsprecher – nach oben oder nach unten. Der Fokuspunkt verschiebt sich entsprechend. Um den Sensor mit dem Schweißlaser zu kalibrieren, ist am Scanner des Schweißlasers noch eine Kamera montiert, die eine

zweidimensionale Schwarzweißaufnahme macht, die mit der Triangulationsmessung zur Deckung gebracht wird.

Die dreidimensionale Vermessung der Schweißpunkte an den Batteriezellen erfolgt mit der Methode der 3D-Lasertriangulation. Ein Lasersensor fährt über die ganze Länge des Batteriepacks. Der Sensor wirft feine Linien aus blauem Licht auf die Oberseite der Batteriezellen, wo die Punkte zum Anschweißen der Verbindungsbleche liegen. Eine im Winkel angeordnete Kamera misst das reflektierte Licht. Über den bekannten Triangulationswinkel ergeben sich daraus Höhenlinien der Objekte. Höhenunterschiede zwischen den Batteriezellen sowie Fertigungstoleranzen jeder einzelnen Zelle erscheinen im Bild als Stufen in der Linie des reflektierten Lichts. Fährt man den Sensorkopf in mehreren Bahnen über den kompletten Batteriepack, ergibt sich aus den einzelnen Linienaufnahmen ein dreidimensionales Höhenbild des kompletten Batteriepacks.

Dieses Höhenbild wertet eine von Manz entwickelte Software aus. Sie erzeugt ein höhencodiertes Graubild, in dem sie automatisch markante Punkte findet und farbig hervorhebt. Die Erhebung in der Mitte der Zelle wird rot markiert, dort schweißt der Laser anschließend den Leiter für den Pluspol an.

Die Wiederholpräzision beträgt an allen Punkten weniger als 20 Mikrometer, das Verfahren ist also auf jeden Fall präzise genug, um das Prozessfenster des Lasers anpassen zu können. Eine größere Herausforderung ist das Arbeitstempo. Die Kombination aus Lasertriangulationsmessung und Schweißlaser schafft derzeit mehr als 500 Schweißungen pro Minute. Kunden wünschen sich hier künftig ein noch höheres Tempo. Eine Idee um dies zu erreichen ist, statt nur eines Sensors zwei oder mehrere Sensoren einzusetzen, die jeweils nur einen Teil des Batteriepacks scannen.

Dass diese Strategie, zwei Sensoren einzusetzen, erfolgversprechend ist, beweisen die vier Lasertriangulations-Messstationen, die Manz an einen Hersteller von Notebooks geliefert hat. Dort bestimmen sie die Tiefe der Tasche, in die das Touchpad exakt eingepasst wird. Der nahtlose und taktil nicht fühlbare Anschluss des Touchpads ist ein wichtiges Kriterium für das Qualitätsempfinden und den Arbeitskomfort der Nutzer. Diese Messstationen besitzen jeweils zwei Sensoren, sie erreichen damit ein annähernd doppeltes Arbeitstempo. Die Herausforderung für einen ausreichend hohen Durchsatz ist dort die enorme Datenmenge. Die beiden Sensoren erzeugen pro Messung 200 Megabyte, die innerhalb von fünf Sekunden verarbeitet werden müssen.

Manz besitzt langjährige Erfahrung mit der 3D-Lasertriangulation. Das Unternehmen hat die Methode bereits früher genutzt, um die Ebenheit von Solarzellen zu bestimmen. Für den Notebook-Hersteller entwickelt Manz derzeit eine Anlage mit einem Sensor mit besserer Optik und höherer Auflösung. Sie ist für eine noch präzisere Tiefenbestimmung der Touchpadtasche ausgelegt.

Abbildungen:

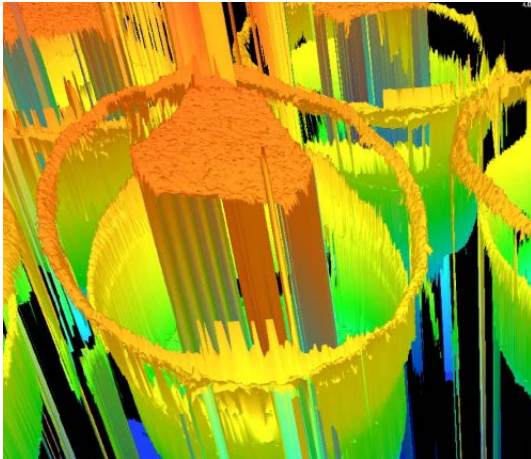


Abb.1: Dreidimensionale Vermessung der Schweißpunkte an den Batteriezellen erfolgt mit der Methode der 3D-Lasertriangulation



Abb. 2: Ein Batteriemodul besteht aus einem Verbund zahlreicher einzelner Batteriezellen. Man unterscheidet prismatische, zylindrische und sogenannte Pouch-Zellen.

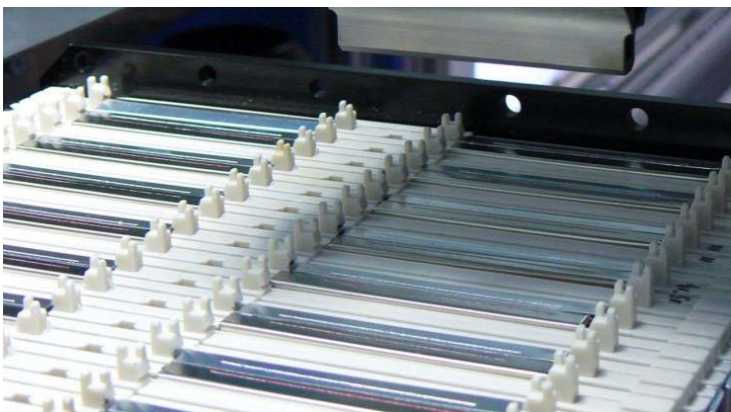


Abb. 3: Verschweißen von Batteriezellen mit einer Laserprozessanlage