



KI-BASIERTE QUALITÄTS- SICHERUNG BEIM BATTERIESCHWEISSEN

Aufgabenstellung

Im Auftrag der 4D Ingenieurgesellschaft für Technische Dienstleistungen mbH wurde der Einsatz KI-basierter Methoden zur Überwachung von Kontaktschweißungen an Batterien evaluiert. Ein Sensor erfasst die von der Wechselwirkungszone emittierte Prozessstrahlung während des Schweißens. Klassische Ansätze zur Interpretation der Sensorsignale ergeben keine Bewertung, die pseudofehlerfrei und gleichzeitig ohne Fehlerschlupf ist. Um die Sensorsignale zuverlässiger zu interpretieren, werden Methoden der künstlichen Intelligenz appliziert.

Vorgehensweise

Für die Untersuchungen standen mehr als 32.000 Messsignale von Einzelschweißungen inklusive deren Qualitätsbewertung (i.O. bzw. n.i.O.) zur Verfügung. Auf Basis dieser Messungen wurden charakteristische Merkmale und spezifische Fingerabdrücke der Signale extrahiert. Neben einfachen Signalmerkmalen, wie Mittelwert und Standardabweichung, wurden zusätzlich zeit- und frequenzabhängige Merkmale wie beispielsweise Fourier-, Wavelet- und Autokorrelationskoeffizienten aus den Signalen extrahiert. Anschließend wurde

1 Verschweißter Batterieverbund bestehend aus mehreren Einzelzellen.

2 Entscheidungsgrenzen eines Klassifizierungsalgorithmus im 2D-Merkmalraum.

ein Algorithmus aus dem Bereich des überwachten Lernens verwendet, um ein Klassifizierungsmodell anzulernen, mit dem Schweißungen sowie die zugehörigen Qualitätskategorien (i.O. bzw. n.i.O.) zu bewerten sind.

Ergebnis

Die KI-basierte Auswertung ermöglicht eine Einteilung der Schweißnahtqualität in n.i.O. und i.O. Die Genauigkeit des Klassifizierungsergebnisses erreicht dabei für diesen Datensatz mehr als 80 Prozent, obwohl eine visuelle Bewertung der Signale kaum eine Unterscheidung der Qualitätskategorien erlaubt. Während der Entwicklung wurden 700 Merkmale basierend auf dem Rohsignal ermittelt. Hierbei hat sich gezeigt, dass die Fehlererkennungsrate mit den signifikantesten 31 Merkmalen ein Maximum erreicht. Dies reduziert den Aufwand für die Anwendung um mehr als 95 Prozent.

Anwendungsfelder

Das Einsatzgebiet des KI-Verfahrens ist die Erkennung von Unregelmäßigkeiten und Fehlern beim Laserstrahlschweißen von Batteriebauteilen. Das Verfahren kann darüber hinaus im Rahmen von »Industrie 4.0« auch zur Dokumentation und insbesondere zur Verbesserung der Qualität weiterer Lasermaterialbearbeitungsprozesse genutzt werden.

Ansprechpartner

Christian Knaak M. Sc.
Telefon +49 241 8906-281
christian.knaak@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Peter Abels
Telefon +49 241 8906-428
peter.abels@ilt.fraunhofer.de