

## EFFIZIENTERE BATTERIEPRODUKTION

# Deep Learning sorgt für sichere Elektroauto-Akkus

Die Automobilbranche zählt zu den Vorreitern beim Einsatz innovativer Fertigungstechnologien. Industrielle Bildverarbeitung auf Basis von künstlicher Intelligenz sorgt für effektive Qualitätskontrolle bei der Produktion von Batterien für Elektrofahrzeuge.



Bild: PS Marcom Services

VERFASST VON

**Peter Stiefenhöfer**

Freier Fachautor für Cognex

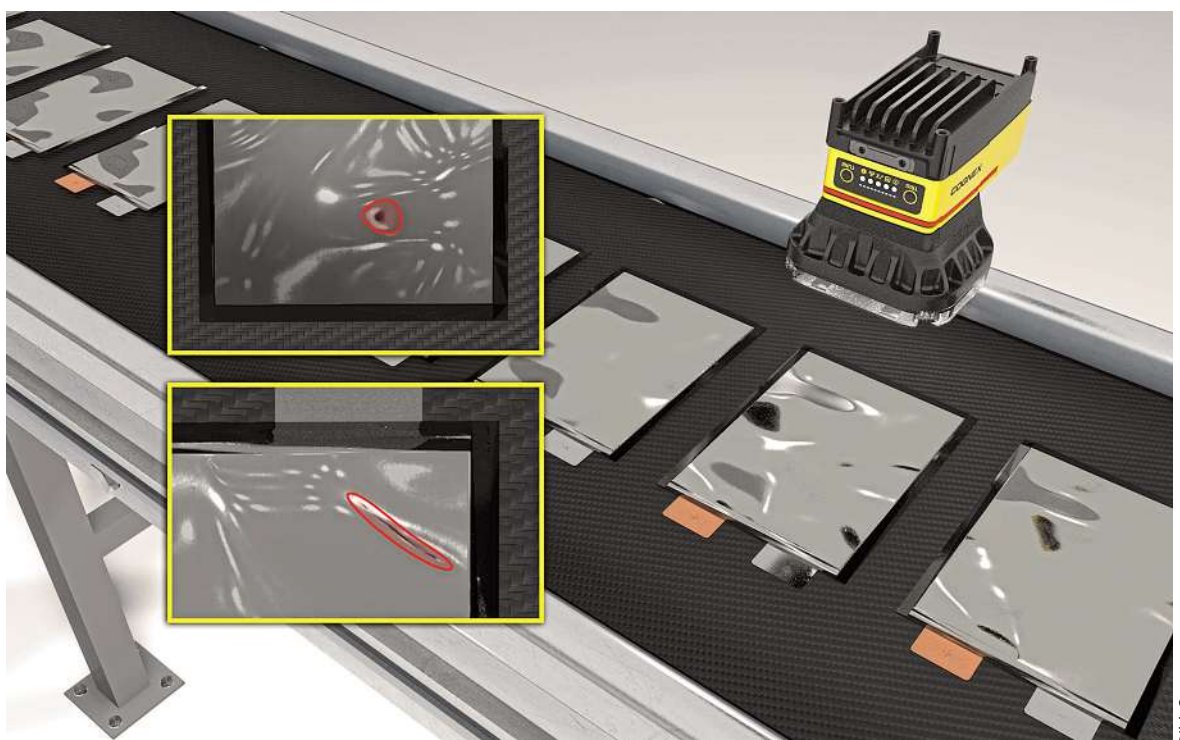
**B**is ein Kraftfahrzeug seine ersten Kilometer auf der Straße absolviert, ist eine enorme Anzahl an Produktionsschritten erforderlich. Vom Blinkerglas mit Kosten im Cent-Bereich bis hin zum Antriebsaggregat, das den Gesamtpreis wesentlich mitbestimmt, muss dabei jede einzelne Komponente absolut fehlerfrei sein und korrekt eingebaut werden, um Reklamationen zu vermeiden und den Kundenansprüchen gerecht zu werden.

Dies gilt für alle Fahrzeuge, ganz gleich, ob sie mit Elektroantrieb oder konventionellem Verbrennungsmotor ausgestattet sind. Elektrofahrzeuge erfordern jedoch vor allem für die Fertigung ihrer Batterie spezielle Prozesse bei der Qualitätsprüfung und -sicherung. Bildverarbeitungssysteme auf Basis künstlicher Intelligenz stellen dafür wirtschaftliche Lösungen zur Verfügung, wie die folgenden Beispiele zeigen.

Der wesentliche Kern eines Elektrofahrzeugs ist seine Batterie mit einer Vielzahl von einzelnen Batteriezellen. Ist deren Qualität nicht perfekt, so verringert sich zum einen ihre Effizienz, zum anderen führt eine ungleichmäßige Lastverteilung zwischen den Zellen zu einem erschwerten Batteriemanagement. Beides verkürzt die Lebensdauer des Batteriepakets und wird zur Folge haben, dass der Besitzer mit der Leistung seines Fahrzeugs nicht zufrieden ist.

## Pouch-Oberflächeninspektion

Die Basis der in Elektrofahrzeugen verwendeten Batterien sind so genannte Pouch-Batteriezellen. Während des erforderlichen Entgasungsprozesses verändert sich deren Form und wird etwas unregelmäßiger. Im nachfolgenden



**Bild 1:** Mithilfe von Deep-Learning-basierten Algorithmen erkennt Bildverarbeitung Fehler wie Blasen und Falten an Pouch-Batteriezellen.

Bild: Cognex

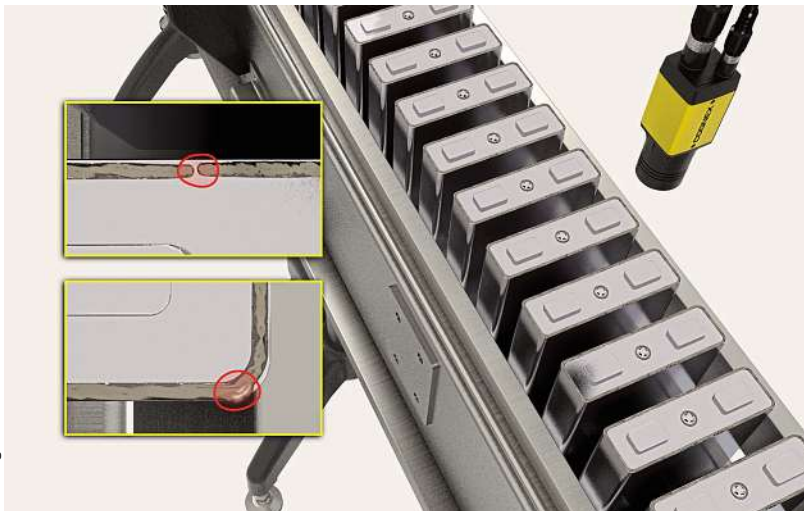


Bild: Cognex

**Bild 2:** Eine Kombination von 2D- und 3D-Bildverarbeitungssystemen mit Deep-Learning-Technologie ermöglicht eine genaue Klassifizierung von Batteriezellen-Gehäuseschweißungen, um funktionelle Fehler von rein kosmetischen sicher zu unterscheiden.

Prozess werden diese Pouch-Batteriezellen zusammengedrückt, um ihre Oberflächen zu glätten, da nur glatte, faltenfreie und geradegerichtete Pouches die volle Leistung entfalten können.

Hersteller von Zellenbatterien setzen in diesen Phasen automatisierte Prüfsysteme ein, um Oberflächendefekte zu erkennen (Bild 1). Aus Bildverarbeitungssicht problematisch ist dabei die komplexe Oberflächenstruktur der Pouches, deren unruhiger, störender Hintergrund Falten, Blasen und andere Fehler verdecken kann. Das Erscheinungsbild von Zellenpouches kann dabei sehr unterschiedlich sein, so dass es zu kompliziert und zeitaufwendig ist, detailliert nach allen Fehlern zu suchen und diese sicher zu identifizieren.

Eine wirtschaftliche Lösung für diese Aufgabenstellung bieten Deep-Learning-Tools wie VisionPro Deep Learning von Cognex. Diese Software nutzt Deep-Learning-basierte Bildverarbeitungsalgorithmen zur Identifizierung von Fehlern wie Blasen und Falten, indem es von kommentierten Bildern lernt. Das Modell erlernt dafür zunächst das übliche Erscheinungsbild einer Pouch-Oberfläche, einschließlich natürlicher Abweichungen, die keine Fehler darstellen. Alle Merkmale, die vom normalen Erscheinungsbild des Modells abweichen, werden als anormal eingestuft. Auf diese Weise erfasst VisionPro Deep Learning zuverlässig und beständig alle Anomalien, ohne umfangreiche Fehlerbibliotheken zu benötigen.

## Beurteilen von Gehäuseschweißungen

Ein weiteres Anwendungsbeispiel von Deep-Learning-Lösungen bei der Batteriefertigung für Elektrofahrzeuge ist die Beurteilung der Gehäuseschweißungen von prismatischen Batteriezellen. Bei diesen Bauteilen wird ein rechteckiges Gehäuse rund um eine Elektrodenplatte geschweißt, bevor anschließend der obere Gehäuseteil (Deckel) aufgesetzt und angeschweißt wird.

Dieser Deckel muss eine gewisse Ausdehnung und Kontraktion der Zellen zulassen, da sich diese während des Einsatzes erwärmen und abkühlen. Nachdem die prismatischen Zellen aufgrund ihrer Form auf platzsparende Weise sehr dicht angeordnet werden können, ist dieser Aspekt besonders wichtig, um thermisch bedingte Fehler zu vermeiden. Die Schweißnähte an beiden seitlichen und am oberen Gehäuseteil müssen auf Fehler ge-

# Leitfaden für die Automatisierung



Thomas Schmertusch

## Strukturierte Automatisierungssysteme

Die richtige Komponentenauswahl für modulare Maschinen und Anlagen

1. Auflage 2021, 434 Seiten

ISBN: 978-3-8343-3451-0

49,80 EUR

Das Buch widmet sich allen Aspekten der Automatisierungstechnik und unterstützt bei der Auswahl der richtigen Automatisierungskomponenten.

13904

## Jetzt bestellen!

Weitere Informationen und versandkostenfreie Lieferung unter

[www.vogel-fachbuch.de](http://www.vogel-fachbuch.de)

 **VOGEL  
FACHBUCH**

prüft werden, bevor Batteriezellen in ein Modul eingebaut werden.

Die korrekte Beurteilung dieser Schweißnähte an jeder Zelle ist für die Funktionsfähigkeit und Lebensdauer der gesamten Batterie von großer Bedeutung. Auch hier besteht die Herausforderung für die automatisierte Qualitätskontrolle insbesondere darin, dass alle Schweißungen in ihrem Aussehen deutlich variieren können. Zudem muss zwischen tatsächlichen, leistungsmindernden Fehlern verschiedener Ausprägung und solchen Abweichungen unterschieden werden, welche die Leistung nicht beeinträchtigen.

In derartigen Anwendungsfällen kann eine Kombination von 2D- und 3D-Bildverarbeitungssystemen mit der Deep-Learning-Technologie hilfreich sein, um viel mehr mögliche Fehlertypen zu erkennen als mit nur einer Technologie (Bild 2). Die Deep-Learning-Defekterkennungs- und -klassifizierungstools von Cognex werden anhand vielfältiger guter und fehlerhafter Schweißnahtvariationen trainiert und ermöglichen auf dieser Basis eine genaue Klassifizierung, um funktionelle Fehler von rein kosmetischen sicher zu unterscheiden.

### Wärmeleitmaterial prüfen

Batterien können viel Wärme erzeugen, die abgeführt werden muss, um Batterieschäden oder einen vorzeitigen Leistungsabfall zu verhindern. Das dafür eingesetzte Wärmeleitmaterial übernimmt häufig auch die gleichermaßen wichtige Funktion der elektrischen Isolierung und muss mit engem Kontakt zwischen den Substraten korrekt angebracht werden, um seine Aufgaben fehlerfrei zu erfüllen. Mögliche Fehler können dabei zum Beispiel Luftblasen, eine schlechte Haftung oder Einschlüsse sein, die im Ergebnis sowohl die Wärmeleitfähigkeit als auch die elektrische Isolierung verringern können.

In der praktischen Anwendung müssen visuelle Inspektionen viele mögliche Fehler erkennen und dabei oft Materialien mit geringem Farbkontrast überprüfen (Bild 3). Sobald der nächste Schritt der Batteriemontage erfolgt ist, wird das Wärmeleitmaterial dauerhaft verdeckt und ist für eine weitere Prüfung nicht mehr zugänglich. Fehler in dieser Phase können somit zu später schwer diagnostizierbaren Problemen führen.

Eine Stärke der regelbasierten Bildverarbeitung besteht darin, erwartete Probleme zum Beispiel mit Wülsten, Ris-



Bild: Cognex

**Bild 3:** Bei der Untersuchung von Wärmeleitmaterial auf nicht vorhersehbare Fehler hat Deep Learning-basierte Bildverarbeitung deutliche Vorteile gegenüber der regelbasierten Bildverarbeitung.

sen, der Einbaubreite oder anderen häufig auftretenden Merkmalen genau zu erkennen. Bei der Verwendung von Wärmeleitmaterial kann hingegen ein deutlich breiteres Spektrum an Installationsproblemen auftreten, die sich zuvor nicht prognostizieren lassen. Aus diesem Grund stellt diese Anwendung ein weiteres typisches Einsatzbeispiel dafür dar, wie Deep Learning-basierte Bildverarbeitung von Cognex effizientere Lösungen ermöglicht.

Diese Technologie geht sogar einen Schritt weiter: Sollte eine Batterie später ausfallen, kann ihre Fehlerart mit einem bei der Prüfung gespeicherten Bild des Wärmeleitmaterials verknüpft und zusätzlich in die Trainingsmenge aufgenommen werden. Auf diese Weise lässt sich das Deep-Learning-Lernmodell weiter verfeinern, damit es diese neuen Fehler für künftige Inspektionen erkennt.

### Erfahrung in allen Industriebereichen

Die genannten Beispiele zeigen nur einen kleinen Ausschnitt an Anwendungen aus der Herstellung von Elektrofahrzeugen, bei denen Bildverarbeitung in Verbindung mit Deep Learning zu wirtschaftlichen und sicheren Produktionsprozessen beitragen kann. Weitere Applikationen aus diesem Industriebereich finden sich unter anderem beim so genannten Stacking einzelner Elektrodenblätter, bei denen die korrekte, Mikrometer-genaue Ausrichtung zueinander überprüft wird, bei der Beurteilung der Kappenschweißungen von Batteriezellen, der Inspektion der Dosieröffnung, über die Batteriezellen mit einem flüssigen Elektrolyt gefüllt werden, bei der sicheren Unterscheidung zwischen echten Beschichtungsdefekten und akzeptablen Abweichungen von Batterieoberflächen sowie in vielen anderen Aufgabenstellungen.

Industrielle Bildverarbeitungssysteme von Cognex mit und ohne Deep Learning-Funktionalität werden darüber hinaus auch in einer Vielzahl von weiteren Industriefeldern eingesetzt, um Werkstoffe auf ihre Qualität und Konsistenz zu prüfen, Bauteile zu führen, auszurichten und zu identifizieren, Montageprozesse zu überwachen sowie für viele weitere Aufgaben. Das breite Angebot von Cognex umfasst für nahezu jede Bildverarbeitungs-Aufgabenstellung eine passende Lösung. (cg)

#### EP-INFO

## Wie funktioniert Deep Learning?

Die Deep-Learning-Technologie nutzt neuronale Netzwerke, welche die menschliche Intelligenz nachahmen, um zwischen Anomalien zu unterscheiden, verformte Teile zu lokalisieren und besonders schwierige Zeichen zu lesen, während sie natürliche Abweichungen in komplexen Mustern toleriert. Deep Learning stellt daher eine innovative Ergänzung zu herkömmlichen industriellen Bildverarbeitungsansätzen dar, die Schwankungen und Abweichungen bei visuell ähnlichen Teilen nur schwer abschätzen können. In der Fabrikautomation kann Deep Learning von Cognex entscheidungsbasiert Teile lokalisieren, prüfen, klassifizieren und Zeichen erkennen – und das deutlich effizienter als Menschen oder herkömmliche industrielle Bildverarbeitungslösungen.