

Mit künstlicher Intelligenz gekonnt laserschweißen

Mittels Bildverarbeitung lassen sich fehlerhafte Teile relativ leicht erkennen und aussortieren. Besser wäre es allerdings, den Schweißprozess an die **TEILEGEOMETRIE** anzupassen, um trotz Abweichungen das gewünschte Resultat zu erzielen. Mithilfe künstlicher Intelligenz ist dieser Schritt nun gelungen.

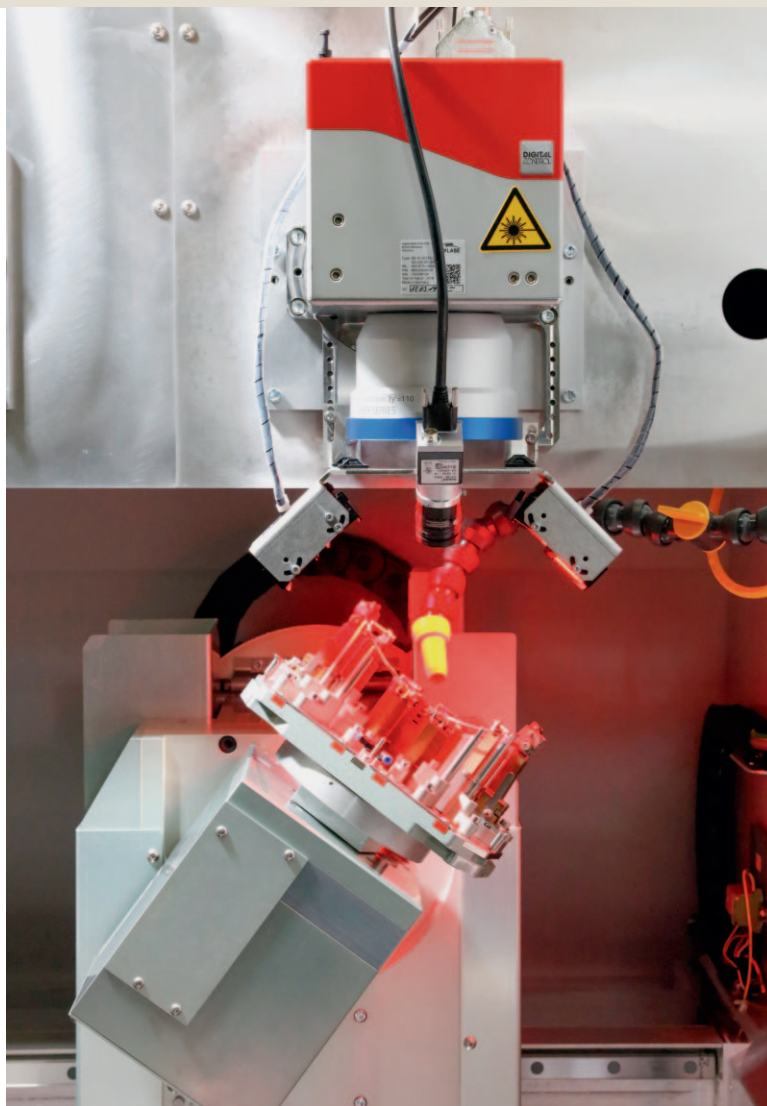


Bild 1. 3D-Laserschweißen mittels künstlicher Intelligenz

Mit freundlicher Genehmigung der Schüssler Technik GmbH & Co. KG

RAFAEL BARCOS

Die Industrie ist seit Jahrzehnten mit Bildverarbeitungsalgorithmen vertraut, um die Qualität, die Position oder die Geometrie von Bauteilen zu kontrollieren. Doch bis heute hat kein Algorithmus die zu leistende Arbeit von sich aus erkannt. Anders verhält es sich mit »Pathabene«:

Dieser Algorithmus assimiliert wie ein Lehrling, was geschweißt werden muss und was eben nicht (**Bild 1**). Im Anschluss übernimmt er die Aufgabe selbstständig. Bei Pathabene handelt sich nicht um einen Deep-Learning-Algorithmus, der lernt, sich anzupassen. Im Unterschied dazu lernt Pathabene, selbst zu kreieren. Er ist derjenige, der entscheidet, wo die Schweißnaht hingehört. Das bedeutet auch, dass Schweißgeometrien verformt erscheinen können. Betrachtet man sie jedoch im Detail, sind die geometrischen Variationen nur noch hundertstel Millimeter von der gewünschten Form entfernt. Bei den meisten Schweißnähten ist dies jedoch mehr als ausreichend.

Variationen bei Schweißbrücken erkennen

Bei der Herstellung von Batterie-Packs werden diese mittels Schweißbrücken miteinander verbunden. Aus wirtschaftlichen Gründen werden diese Brücken in großen Serien gestanzt oder geschert. Bei dieser Technik kann es jedoch zu Fehlern kommen, die auf das Ende des Streifens oder den Verschleiß des Stanzwerkzeugs zurückzuführen sind (**Bild 2**). Dabei handelt es sich um Teile mit unvollständiger Geometrie.

Mit herkömmlicher Bildverarbeitung lassen sich diese Teile leicht eliminieren, indem die fehlerhaften aussortiert werden. Allerdings steigen damit auch die Produktionskosten. Werden fehlerhafte Teile in die Produktionslinie eingebracht, birgt das jedoch

> KONTAKT

HERSTELLER
Mister Laser
 a Brand of Qori Sàrl
 CH-1808 Les Monts-de-Corsier
 Tel. +41 21 9711156
 info@mister-laser.com
 www.mister-laser.com
 Messe AMB, Stuttgart: Halle 5, Stand C13

LASER DEFLECTION AT ITS BEST



Bild 2. Ausgeschnittene Brücke mit guter Geometrie (oben), abgeschrägte Brücke (unten)

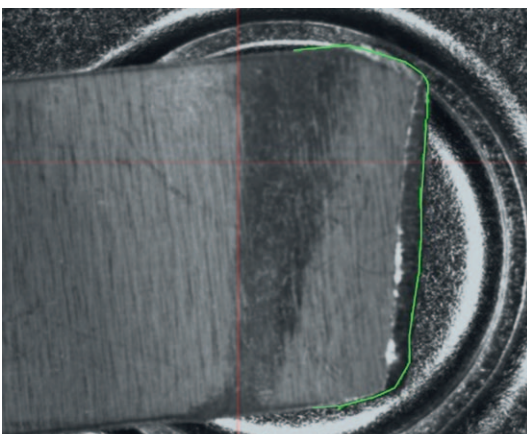
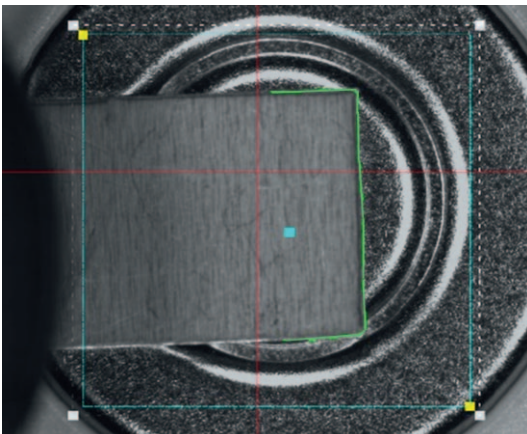
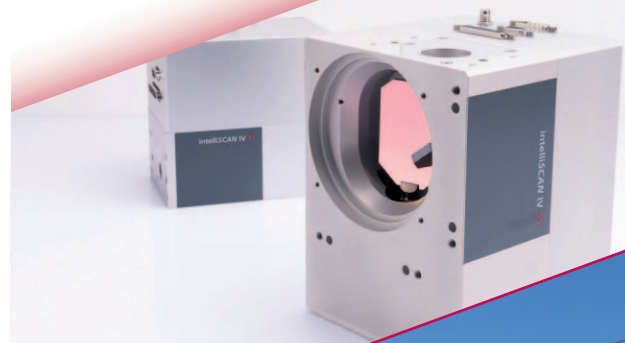


Bild 3. Defektfreie Brücke (oben), abgeschrägte Brücke (unten)



High-End Scan-Lösungen für
höchste Präzision und Produktivität
in der Laserbearbeitung

MADE IN GERMANY

www.scanlab.de

Bild 4. Reguläres Teil (links), Teil mit unvollständigem Stift (rechts)

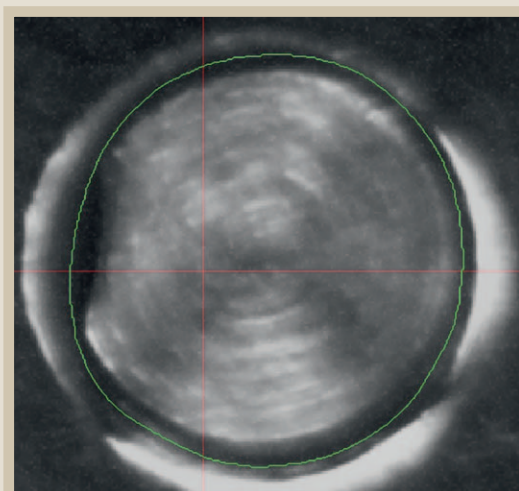
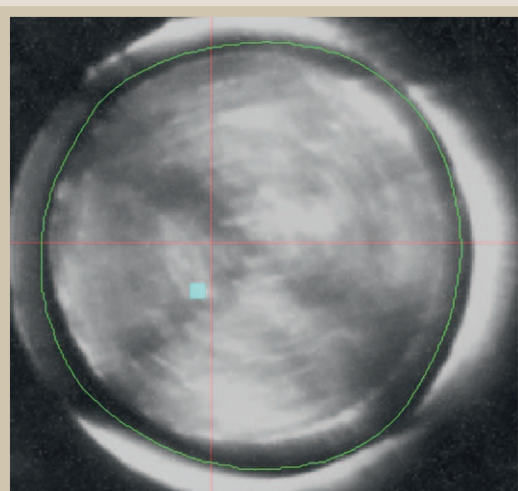
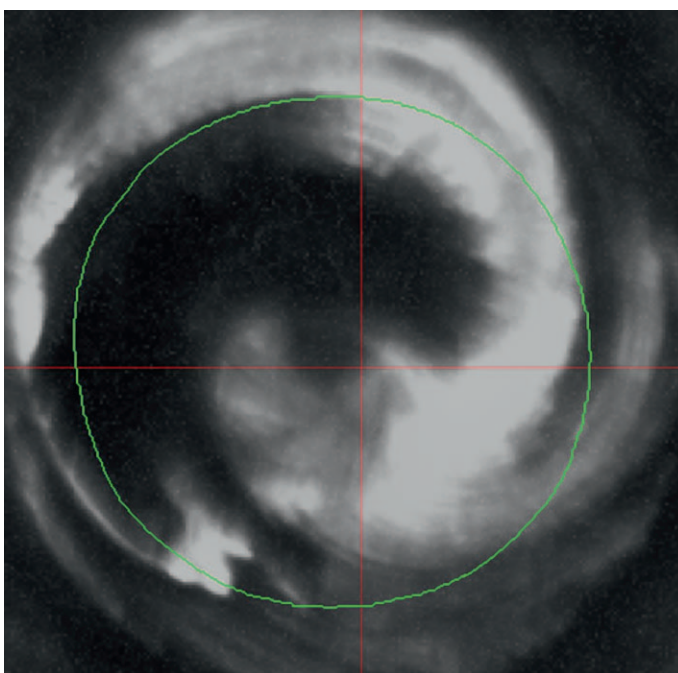


Bild 5. Detailbild einer Schweißung (oben), coaxialer Blick nach dem Schweißen (unten)



Risiken, beispielsweise unzureichende Schweißoberflächen oder sogar das teilweise Verschweißen einer Kapazität und deren Beschädigung. Wenn man die heutigen Batterien betrachtet, gibt es Tausende von Kapazitäten, die miteinander verbunden sind. Beim Schweißen, was die kostengünstigste Methode ist, besteht die Gefahr, dass im Falle eines Defekts alles recycelt werden muss. Pathabene lernt, wie man dieses Risiko reduzieren kann (**Bild 3**).

In jedem dieser Fälle hat Pathabene einen Verlauf definiert (grüne Linie auf den Bildern), der die Verformung korrigiert. Es ist zu beachten, dass die Oberflächenbeschaffenheit der darunterliegenden Kapazität keinen Einfluss auf die von Pathabene gefundene Naht hat, da der Algorithmus gelernt hat, diese Oberfläche nicht zu verschweißen. Auf diese Weise gelingt es, mehrere Tonnen defekter Brücken pro Jahr zu vermeiden, was im Umkehrschluss die Rentabilität des Produkts verbessert. Angesichts der steigenden Rohstoffpreise sind die Kosten für das Recycling dieser Teile ebenfalls nicht zu vernachlässigen, ganz zu schweigen vom ökologischen Aspekt.

Uhrenbandglieder mit Flächen und Fasen

Ein weiterer Fall, in dem Pathabene sich auszeichnet, ist das Erkennen von Serienteilen mit erheblichen geometrischen Variationen. Zu nennen ist hier das Schweißen von Uhrenarmbandgliedern aus Metall: Aufgrund von stark glänzenden Oberflächen, kleinen

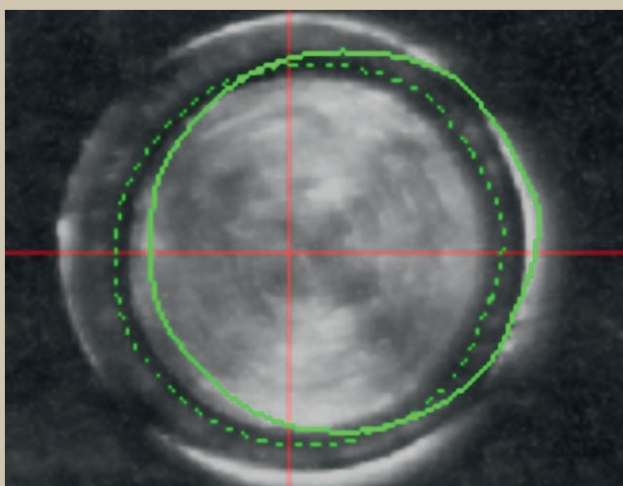
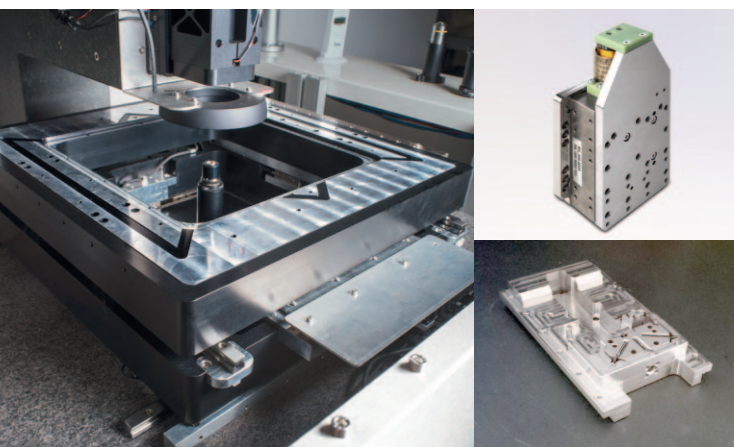


Bild 6. Neugefundene Naht mit kombinierter Repositionierung

oder großen Fasen oder Rundungen, Stiften mit Abflachungen und starken Kontrastschwankungen kann das Ergebnis große Schwankungen aufweisen. Bei herkömmlichen Bildverarbeitungssystemen ist es bei solch variablen Produktionsbedingungen sehr schwierig, eine Schweißnaht richtig zu positionieren. Darüber hinaus handelt es sich um einen Prozessschritt, der am Ende der Produktionslinie durchgeführt wird und mit erheblichen Kosten verbunden ist, wenn das Band nachgebessert oder sogar entsorgt

werden muss. Nach dem Schweißen mittels Pathabene werden die Armbänder poliert, sodass keine der genannten Mängel sichtbar sind. Die mechanische Festigkeit der Verbindungen wird nicht verringert, solange die Schweißnaht an der richtigen Stelle, in der richtigen Tiefe und ohne Einschlüsse angebracht wird (**Bild 4**).

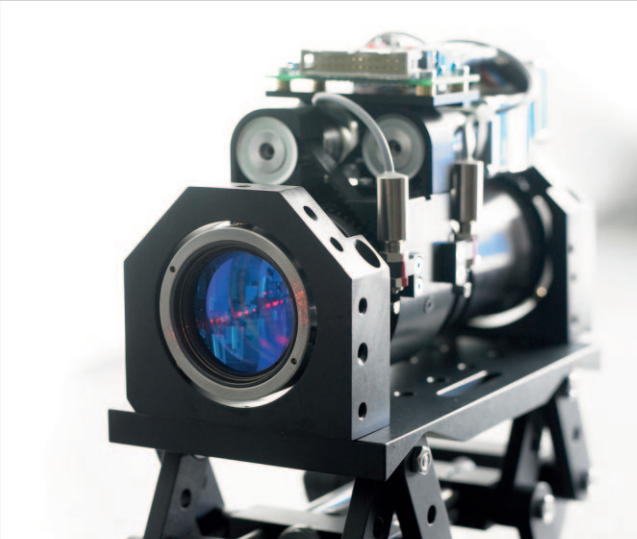
Die Augmentationsfunktion ermöglicht es auch, ein Bild in mehreren Hundert Fällen anzulernen, indem die Parameter des Bilds geändert werden, um



THE ART OF PRECISION

Our expertise in design and manufacturing high precision product and flexures devices at your service

Via Industria 3 · 6933 Muzzano · Switzerland · mecartex.ch



Ihr Partner für Präzisions-optik & optische Systeme.

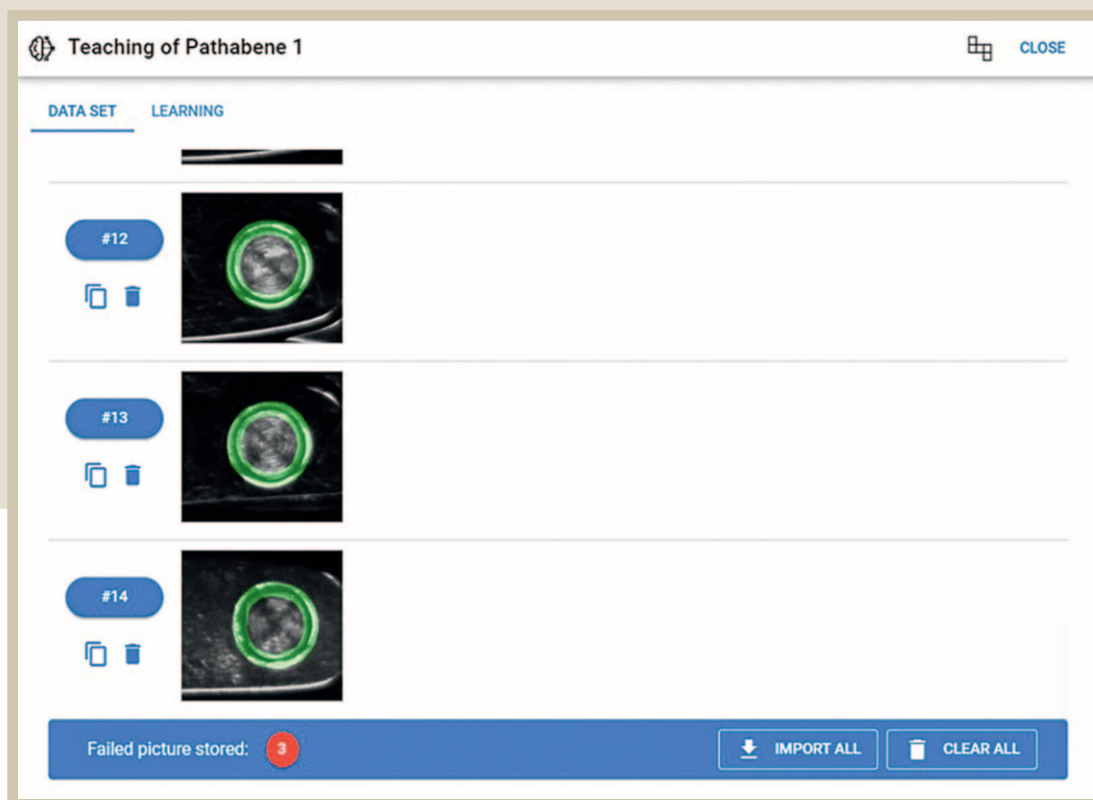
SPECTROS AG 4107 Ettingen Schweiz Tel.+41 61 726 20 20



www.spectros.ch

Look closer. See further.

Bild 7. Reihe von Fällen, die gelernt wurden und solche, die es zu lernen gilt

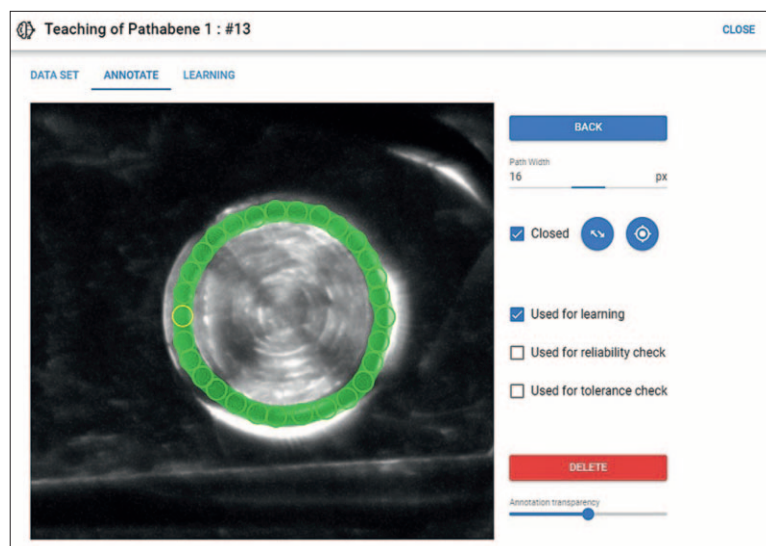


die Anzahl der zum Anlernen nötigen Bilder zu begrenzen. Um die Menge der von Pathabene zu verarbeitenden Informationen zu reduzieren, ist es außerdem möglich, sie mit anderen visuellen Erkennungs- algorithmen zu kombinieren (Bild 5). Auf diese Weise ist es möglich, die visuelle Erkennungszeit im obigen Beispiel von 500 auf 200 ms (einschließlich Bild- aufnahmezeit) zu reduzieren, während die Qualität der Erkennung durch eine geringere Anzahl möglicher Fälle und Interferenzen erhöht wird (Bild 6).

Einfaches Einlernen ohne Produktionsstillstand

Bild 8. Einlernen eines Spezialfalls

Das Lernsystem ist besonders übersichtlich, sodass sich der Anwender nicht in komplizierten Optionen



und Funktionen verliert. Ein Server in unserem Unternehmen ermöglicht es, die Modellrechnungen durchzuführen und zur lokalen Nutzung an die Maschine zurückzusenden. Wie beim Deep Learning gilt: Je mehr Fälle gelernt werden, desto besser. Während der Produktion speichert der Algorithmus Bilder von Fällen, in denen die gewünschten Parameter nicht erreicht wurden. Während einer Arbeitspause kann der Anwender die spezifische Naht neu definieren und das Training neu starten. So wird sichergestellt, dass die Produktion nicht stillsteht und für die Zukunft optimiert wird (Bilder 7 und 8).

Pathabene ist in die »Forbeam«-Software implementiert und funktioniert als eigenständige Komponente. Es handelt sich nicht um ein Add-on mit externer Lizenz, das der Software hinzugefügt wird. Dies ermöglicht eine extrem schnelle Übertragung von Informationen. Die Software ist vollständig nutzbar, da vom Konzept bis zur Realisierung alles im eigenen Haus von Forthwood und Mister Laser entwickelt wurde. In Kombination mit Kallpa-Bearbeitungsköpfen können Materialien wie Stahl oder Titan mit Infrarot-Lasern und Materialien wie Gold, Kupfer, Stahl und Titan mit grünen Lasern geschweißt werden. ■ MI110861

AUTOR

RAFAEL BARCOS ist Geschäftsführer von Mister Laser in Les Monts-de-Corsier in der Westschweiz; br@mister-laser.com