

LASER + KAMERA = INNOVATION

Laser-Materialbearbeitung geht jetzt noch flexibler, genauer und kostengünstiger dank Bildverarbeitung

Der Einsatz moderner Lasertechnologie ist aufgrund seiner Schnelligkeit, Genauigkeit und Effektivität in der modernen industriellen Fertigung zum Standard geworden. Berührungslos, kraft- und verschleißfrei beschrifteten Laser Bauteile, elektronische Platinen oder Chipkarten, perforieren Verpackungen, strukturieren Halbleiter, bohren, schneiden und schweißen Kunststoffe und Metalle oder produzieren bei Bedarf hochkomplexe Gebilde per 3D-Druck.

Klassische Systeme zur Lasermaterialbearbeitung benötigen viele Einzelkomponenten und erfordern einen hohen Integrationsaufwand in puncto Mechanik und Steuerungssoftware. Je nach Anwendung muss ein System jedes Bauteil schon vor der Laserbearbeitung auf seine Eigenschaften überprüfen. Nach dem Laserprozess prüft eine weitere Einheit abschließend die Qualität.

Die Positionierung der Bauteile im Lasersystem bestimmt maßgeblich die Genauigkeit. Leider ist jedoch genau das mechanisch äußerst aufwendig und kostspielig. Sollen verschiedene Bauteiltypen in einer Anlage bearbeitet werden, bedarf es zudem einer tiefen Integration des Lasersystems in die Produktionssteuerung.

Die RAYLASE AG hat sich zum Ziel gesetzt, die wertvollen Eigenschaften von Lasern für Hersteller, Integratoren, Anlagenbauer und Forscher einfach nutzbar zu machen. Dazu bietet sie hochpräzise Komponenten zur schnellen Ablenkung und Modulation von Laserstrahlen, sowie funktionale Baugruppen und Lösungen zur Laser-Materialbearbeitung. Eine der neuesten Innovationen besteht in der Kombination aus einer Laserablenkeinheit, industriellen Kameras und einer speziellen Bildverarbeitungssoftware (siehe Abb. 1).

MODERNE BILDVERARBEITUNG: UNIVERSELL, GENAU UND ZUVERLÄSSIG

Das von RAYLASE entwickelte Machine Vision Control (MVC) erweitert herkömmliche Laserablenkeinheiten um die Möglichkeiten der modernen Bildverarbeitung. Lasersysteme auf Basis von MVC können Bauteile optisch prüfen, den Bauteiltyp eigenständig erkennen und sie erlauben deren quasi willkürliche Positionierung im



Abbildung 1: Machine Vision Control On-Axis - Kombination aus Laserablenkeinheit und in den Strahlengang eingekoppelte Kamera

Laserfeld. Dies erhöht die Präzision, Geschwindigkeit, Integrierbarkeit und senkt die Kosten von Lasersystemen erheblich. Bildverarbeitung hat sich in den letzten Jahren als eine Basistechnologie der industriellen Fertigung etabliert. Hochgenaue Qualitätsinspektion, berührungsloses Messen sowie die Steuerung von Prozessen auf Basis optischer Bilderkennung machen die Technologie wegweisend in der Produktionsautomatisierung. Die am häufigsten genannten Vorteile sind zusätzliche Sicherheit, Nachverfolgbarkeit, Materialeinsparungen und eine verbesserte Qualität bei gleichzeitig erhöhter Ressourceneffizienz und Produktivitätssteigerung.

Im Laserprozess ermöglicht die optische Messtechnik mit industriellen Kameras und Softwarealgorithmen die mikrometeregenaue Positionierung und Drehung des Lasers relativ zum Bauteil. So reicht eine einfache Mechanik, die Bauteile in das Laserfeld einzubringen. Zudem kann die Bildverarbeitungseinheit nativ die Bauteil-Qualität optisch kontrollieren. Geometrische Maße, Farbe, Textur, Oberflächeneigenschaften und Gesamterscheinungsbild können im direkten Soll-Ist-Vergleich geprüft werden. Das RAYLASE MVC mit seiner Kombination aus Lasertechnik und Bildverarbeitung bereitet auf dem Weg in die Industrie 4.0 die Basis für hochflexible, rein per Software konfigurierbare Fertigungsanlagen, die sich bei verbesserter Produktionsqualität zeit- und kosteneffizienter betreiben lassen.

Die in der Laser-Ablenkeinheit integrierte oder außen montierte Kamera erkennt Typ, Position und Lage des Bauteils anhand von Objektdimensionen und Markern oder 2D-Daten-Codes bzw. Schriftzeichen. Diese Merkmale wurden zuvor über die intuitiv zu bedienenden Erkennungswerkzeuge der graphischen Benutzeroberfläche der weldMARK® Vision Software von RAYLASE einge-lernt.

Die Steuerungssoftware wählt daraufhin das passende Laserprogramm für den erkannten Bauteiltyp aus. Diesbezüglich ist das System also nicht auf die Integration in die Anlagensteuerung angewiesen. Softwarealgorithmen adaptieren den Laserprozess an das Koordinatensystem des Bauteils. Mit zwei über Galvanometer gesteuerte Spiegel führt der Ablenkkopf den Laserstrahl an jeden beliebigen Punkt auf dem Bauteil in seinem Arbeitsfeld. Nach dem Prozess prüft die Software die erfolgreiche Durchführung und dokumentiert sie. Die MVC Software verfügt über vielfältige Möglichkeiten der optischen Analyse und Click&Teach vereinfacht und beschleunigt das Erstellen des Laser-Jobs auf neue Bauteil-Typen.

DAS AUGES DES LASERS

In der so genannten On-axis-Version des MVC ist die Kamera in den optischen Pfad des Lasers eingekoppelt. Laser und Kamera „schauen“ also über die selben Ablenkkopfspiegel und durch das selbe F-Theta Objektiv. Somit gleicht diese Anordnung den temperaturbedingten Drift der Ablenkeinheit, welcher Abweichungen zwischen der realen und der angesteuerten Laser-Position hervorruft, inhärent aus. Das On-Axis-Verfahren erlaubt besonders kurze Arbeitsabstände von kleinsten Brennweiten $< 50\text{mm}$ und bietet höchste Genauigkeit auf weniger als $10\mu\text{m}$.

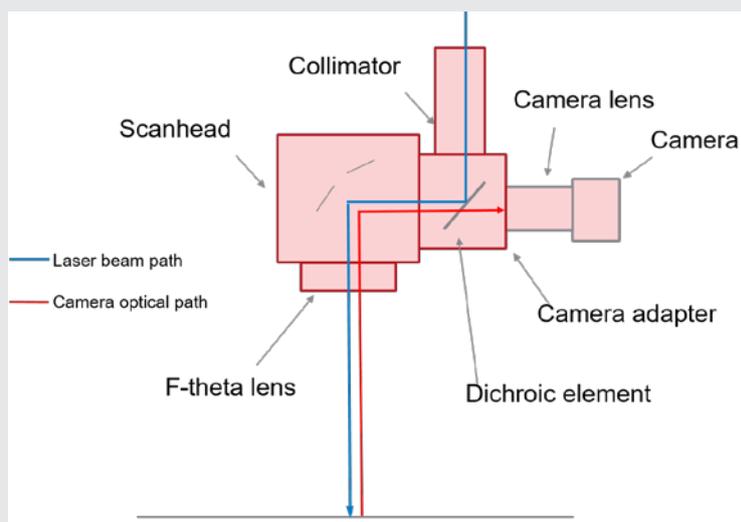


Abbildung 2 Schematischer Aufbau Machine Vision Control on-axis

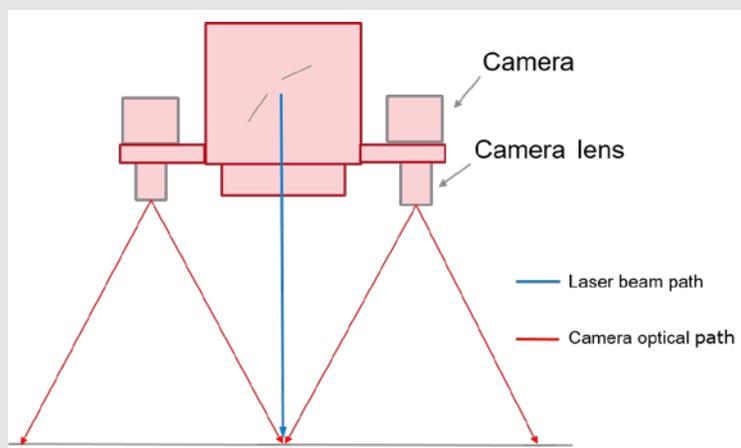


Abbildung 3 Schematischer Aufbau Machine Vision Control off-axis

Die Vorteile von Machine Vision können im Laserprozess auch „off-axis“ genutzt werden, mit der Installation von einer oder mehreren Kameras (in der Regel max. 4 Kameras) außerhalb der Ablenkeinheit. Besonders bei „on-the-fly“-Anwendungen, bei denen sich das Werkstück während der Bearbeitung kontinuierlich bewegt, oder wenn größere Werkstückbereiche schnell erfasst werden müssen, kann diese Technologie Vorteile erbringen.

INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN VON MACHINE VISION CONTROL

Das Zusammenspiel von Bildverarbeitung und Lasersystem erhöht die Effizienz und Wirtschaftlichkeit in zahlreichen Herstellungsverfahren verschiedenster Industrien. Anwendungen wie das Perforieren in der Verpackungsindustrie, Laserschneiden in der Textilwirtschaft sowie Laserschweißen und Tiefenbearbeitung in der Automobilindustrie und ITO-Strukturierung in der Elektronikbranche profitieren von der hohen Präzision der berührungslosen Bearbeitung.

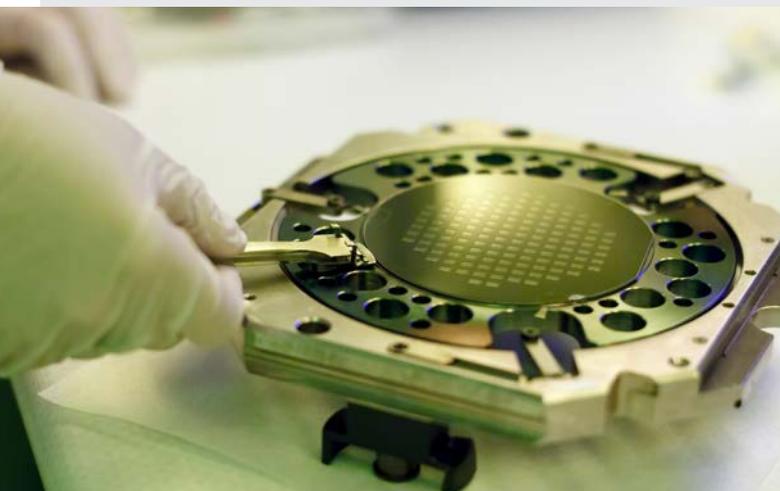


Abbildung 4 Aufwändige Halterung zur Handhabung von Halbleiter-Wafern

In der Mikrochipindustrie werden empfindliche Waferplatten mit Lasern entlang ihrer Kristallgitter strukturiert. Hierzu muss vor dem Laserprozess jeder Wafer analysiert werden. Bei erfolgreicher Prüfung passt das MVC den Laserprozess exakt auf die Position des Wafers und die Ausrichtung des Siliziumkristallgitters mit Toleranzen von wenigen Mikrometern an. Die Positions- und Lageerkennung sowie die nachgelagerte Qualitätssicherung via MVC macht insbesondere den Aufwand einer hochpräzisen mechanischen Wafer-Positionierung überflüssig und vereinfacht somit nicht nur den Maschinenbau, sondern schützt die hoch empfindlichen Wafer vor mechanischer Beschädigung durch Positioniervorrichtungen.

Bei der Produktion von Solarzellen werden die stromaufnehmenden Photovoltaik-Panel aus den empfindlichen kristallinen Waferplatten zusammengesetzt. Für das optimale Design kommt es vor allem darauf an, dass die Wafer exakt miteinander verschweißt sind. Das RAYLASE MVC erkennt vor der Bearbeitung mithilfe der Bildverarbeitung die Position der zu verschweißenden Platten und passt Start-Koordinaten und Ausrichtung des Laserjobs zuverlässig darauf an.

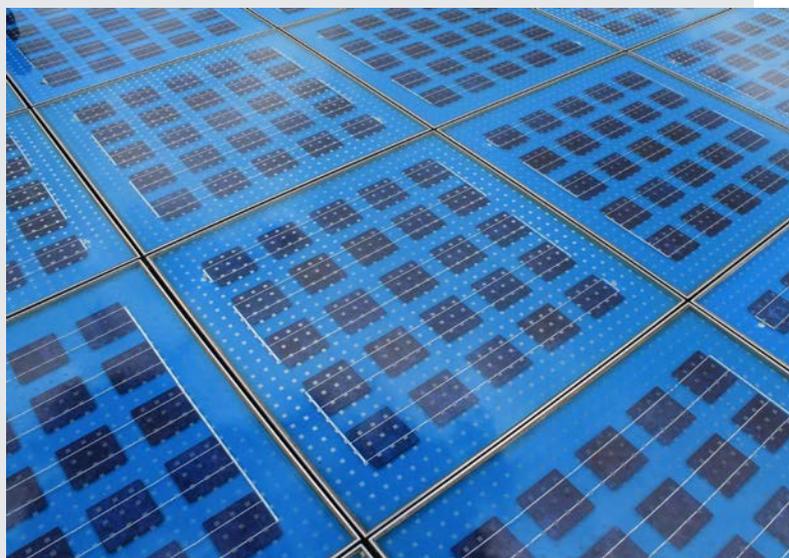


Abbildung 5: Einzelne Solar-Panels müssen exakt miteinander verschweißt werden

Die Leitfähigkeit ist auch in der Automobilindustrie mit ihren innovativen eMobility-Konzepten ein wichtiges Kriterium. Für eine hohe Reichweite moderner Elektroautos werden die Zell-Packs der Lithium-Batterien mithilfe von Zellverbindern verschweißt, damit die in Reihe geschalteten Zellen eine optimale Energieabgabe erzielen. Eine Herausforderung sind hierbei die zahlreichen unterschiedlichen Bauformen der Batterien, die Laser-Schweißsysteme beherrschen müssen. Mittels der Click&Teach-Funktion des RAYLASE Machine Vision Control ist der Prozessingenieur in der Lage, einfach und schnell das Laser-Schweißsystem für weitere neue Bauformen einzurichten.

Über die graphische Benutzeroberfläche der weldMARK® Vision Software von RAYLASE markiert er im Live-Kamerabild charakteristische Merkmale, an denen das MVC die Position und Lage der Batterie erkennen kann. Anschließend definiert er über die Benutzeroberfläche von „Click & Teach“ den Laserprozess. Alles Weitere übernimmt die MVC-Software.

Zudem wird in der Automobilproduktion schon seit einiger Zeit die Glasscheibe des Armaturenbretts mittels Laserschweißtechnik eingefügt. Die Bilderkennung des MVC sorgt auch hier anhand von Charakteristika des Armaturengehäuses für eine höchstpräzise Platzierung der Schweißnähte.



Abbildung 6 Die Deckgläser von Armaturenbrettern müssen exakt verschweißt werden (Position der Schweißnaht in rot)

Mit dem Einsatz der Bildverarbeitungstechnologie können somit auch Laseraufgaben in extrem anspruchsvollen Branchen Anwendungen mit höchster Genauigkeit durchgeführt werden. In der Medizintechnik unterstützt das MVC beispielsweise die Produktion

von Insulinmessstreifen. In diesen Streifen wird das Blut des Patienten durch hauchdünne Kapillarkanäle zum Messsensor geleitet. Lasersysteme müssen die Teststreifen dazu mit einer Genauigkeit von $< 50\mu\text{m}$ aus PET-Kunststoff-Sandwiches entlang aufgedruckter Konturlinien herausschneiden. Machine Vision Control erkennt die charakteristischen Merkmale der Sandwiches und positioniert automatisch den Laserjob für einen exakten Schneidprozess ohne die hauchfeinen Kapillare zu zerstören.



Abbildung 7: Die feinen Kapillarkanäle des Insulin-Messstreifens transportieren das Blut zum Sensor

ZUSAMMENFASSUNG

Das Machine Vision Control (MVC) System von RAYLASE bietet mit der Kombination von Machine Vision und Lasertechnologie eine All-in-One-Lösung zur Vereinfachung der Prozessschritte bei geringem Integrationsaufwand und erhöhter Präzision. Zur einfachen Implementierung ist die ausführliche Analyse der Anwendungsbedingungen durch Spezialisten im Vorfeld unabdingbar. Die individuelle Systemkonfiguration aus Laser, Kameras, Objektiven, Beleuchtung und die Wahl des optimalen Ablenkensystems benötigt eine exakte Spezifikation und viel Erfahrung mit Laser- und

Bildverarbeitungssystemen. So entstehen im Zusammenspiel der Einzelkomponenten optimale Ergebnisse und das durchkonfigurierte MVC lässt sich mühelos in einen größeren Systemverbund integrieren. RAYLASE ist führend bei der Kombination aus Laser-Ablenktechnologie und Bildverarbeitung und bietet mit einer hohen Projekterfahrung kundenspezifische Beratung für verschiedenste Industrien und Anwendungen. Damit gewährleistet Machine Vision Control und RAYLASE's Entwicklungs-Know-How ein schnelles Time-to-Market bei geringem Projektrisiko.