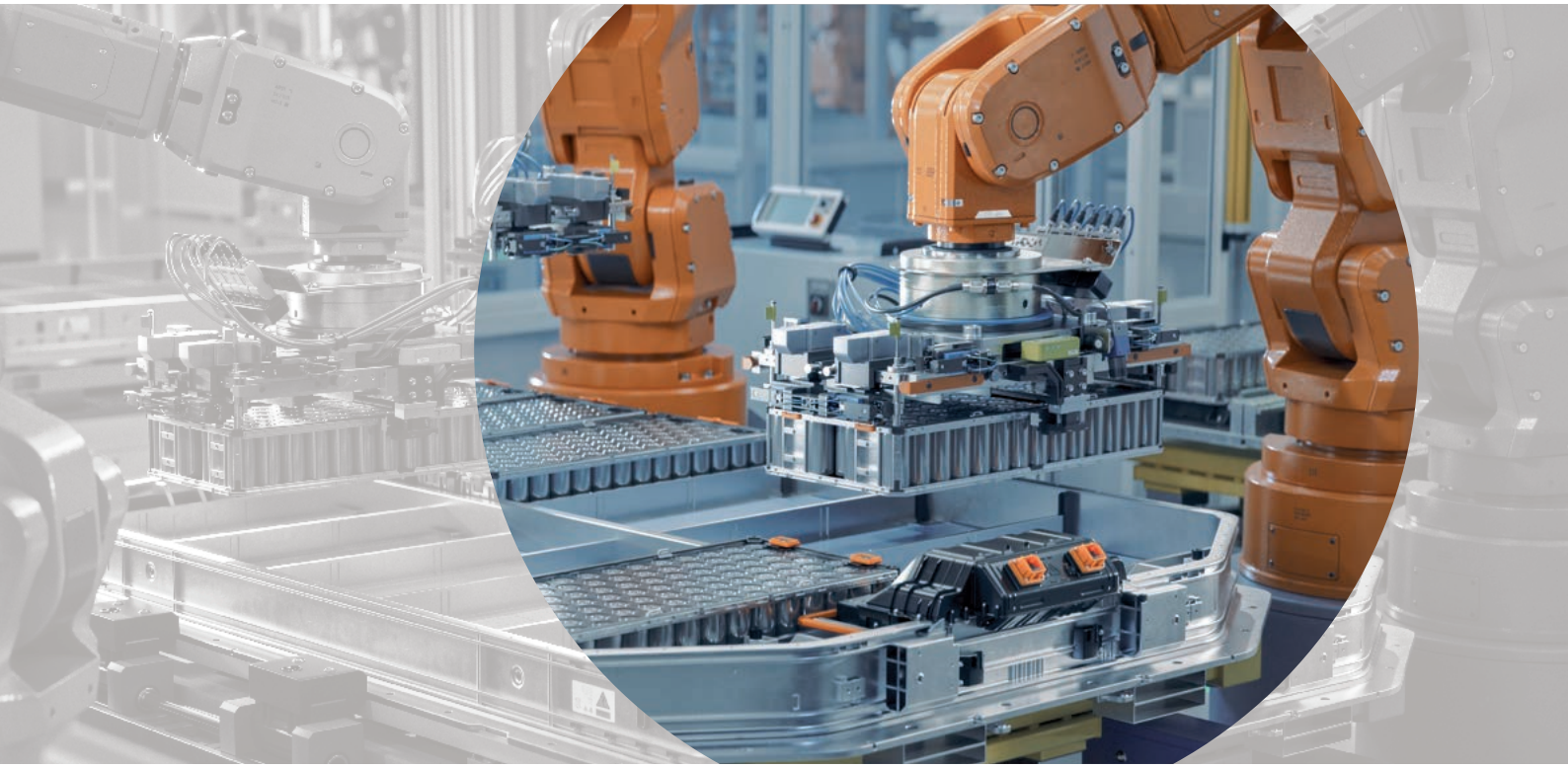
WHITEPAPER

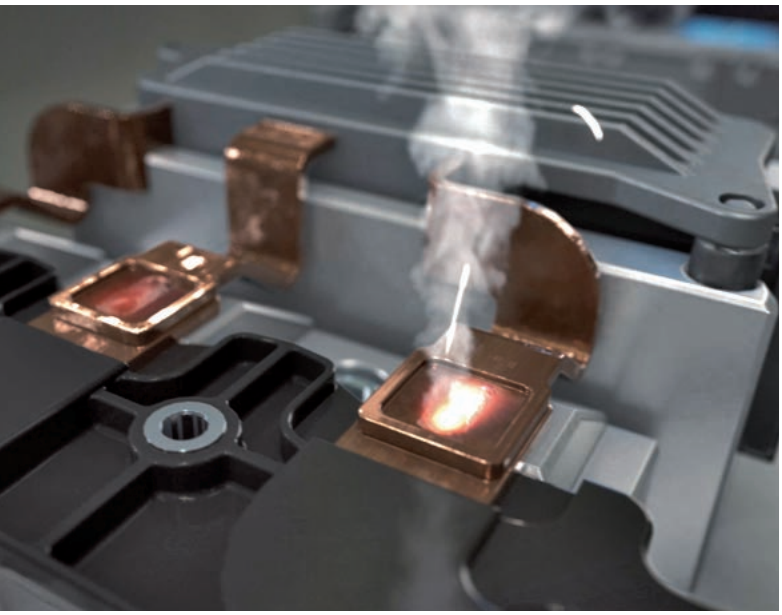
ROHMANN AUTOMATION



Intelligente Robotik und Inline-Qualitätskontrolle erhöhen die Ausbeute beim Batterie-Kontaktschweißen

Batteriemodule in Elektrofahrzeugen können mehrere Hundert einzelne Kontakte haben, in denen Kupfer auf Kupfer geschweißt werden muss. Der Schweißprozess erfordert spezielles Know-how: Da es nicht nur um die mechanische Festigkeit geht, sondern außerdem hohe Ströme fließen, ist höchste Prozesssicherheit gefragt. Systeme von Rohmann Automation kombinieren Robotik mit präziser Prozess-Messtechnik und erhöhen so die Effizienz der Fertigung.

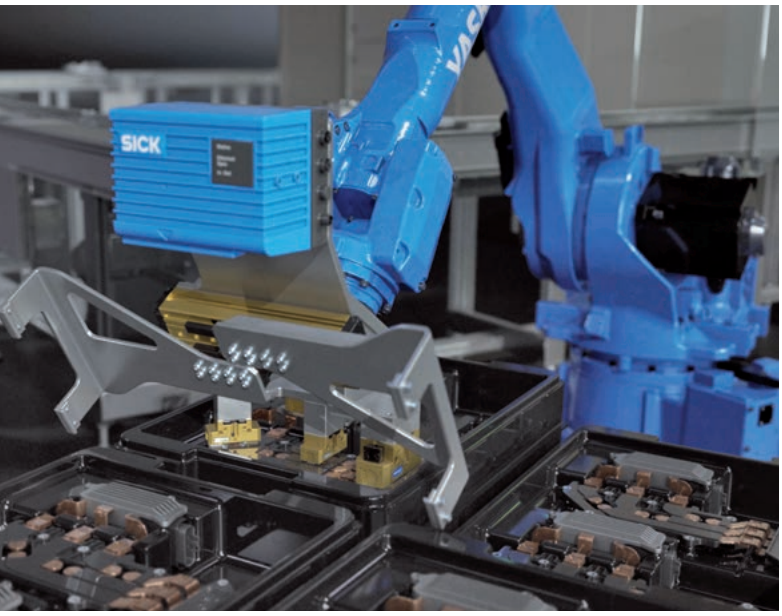
In der Serienfertigung von Batterieelementen muss eine hohe Anzahl von Kontakten in möglichst kurzer Zeit geschweißt werden. Die Schweißnähte müssen zum einen mechanisch stabil sein, zum anderen dürfen keine Übergangswiderstände entstehen, damit die Schweißstellen nicht überhitzen. Ein Beispiel sind Brände von Elektrofahrzeugen. Auch für andere elektrische Hochstrom-Anwendungen, in denen Kupfer auf Kupfer oder Aluminium geschweißt wird, gelten ähnlich hohe Anforderungen an die Prozesstechnik – beispielsweise für Stromschienen (Busbars) in Hochstromanwendungen.



Für das Kontaktschweißen von Busbar-Verbindungen ist das Laserschweißen ideal geeignet, denn Bauteile in der Umgebung der Schweißnaht werden nur gering thermisch belastet.

DIE HERAUSFORDERUNG

Beim Batterie-Kontaktschweißen geht es nicht nur um das eigentliche Schweißen, der gesamte Prozess muss stimmen: die exakte Position der Fügepartner zueinander, der einwandfreie elektrische Kontakt, der Anpressdruck während der Schweißung, die Kurzschlussfestigkeit, die Qualität der Schweißverbindung, die minimale Temperaturbelastung des direkten Umfeldes der Schweißstelle, die End-of-line-Qualitätskontrolle und letztendlich die Arbeitssicherheit. Um in der hochgradig verketteten automatischen Fertigung höchste Prozesssicherheit sicherzustellen, gilt es also, ein **Bündel von Technologien zusammenzuführen**. Die immer größere Varianz der Zellabstände erfordert hochflexible Anlagenkonzepte und auch die lückenlose Dokumentation der Produktions- und Prozessdaten ist in der Automobilindustrie unverzichtbar.



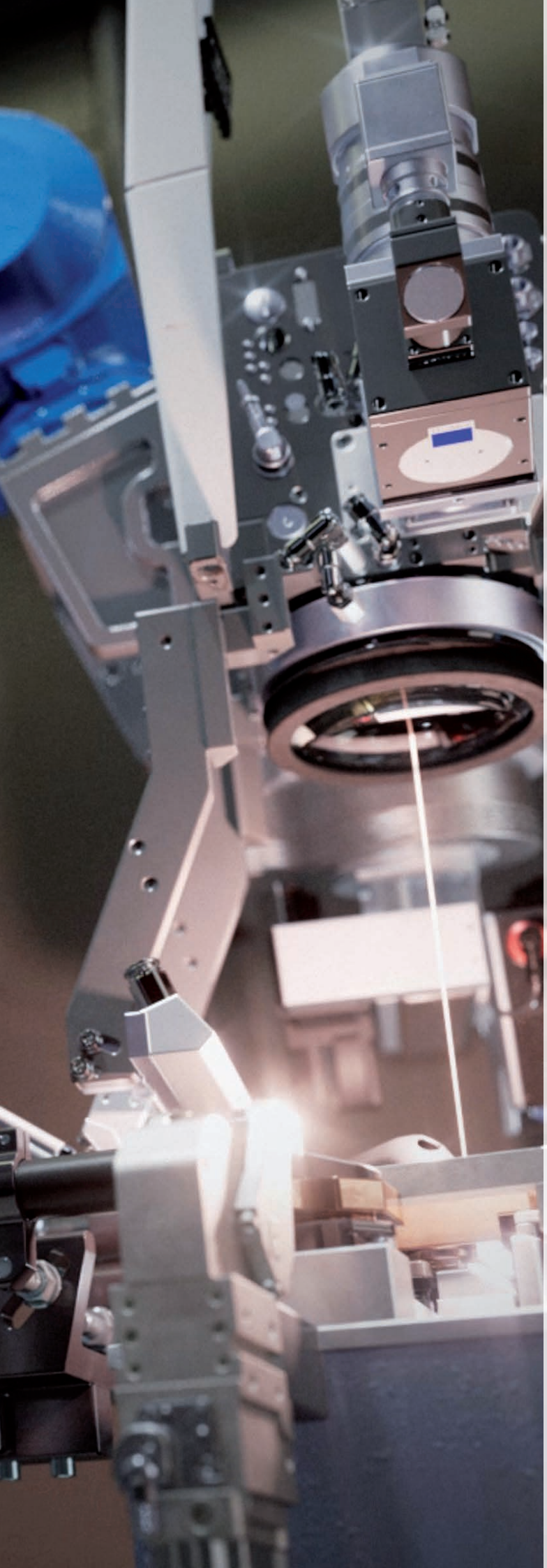
Mit optischen Sensoren ausgestattete Roboter übernehmen das „Pick-and-place“ der Bauteile vor dem Schweißen, die oft in gestapelten Kunststoff-Trays angeliefert werden und deren Position undefiniert ist.

DAS ERGEBNIS

Durch die **Kombination von schnellen Robotern und kurzen Schweißzeiten** erzielen Systeme von Rohmann sehr hohe Durchsatzraten. Einschließlich des Spannens und Absaugens benötigen sie beim Schweißen weniger als 0,3 Sekunden pro Kontakt.

Ein Beispiel:

Die Taktzeit für ein Batteriemodul mit 256 Zellkontakten beträgt einschließlich des Bauteiltransfers nur 115 Sekunden. Dank der Kombination von Inline- und End-of-line Kontrolle verlassen nur Module die Anlagen, die zu 100 Prozent geprüft sind.

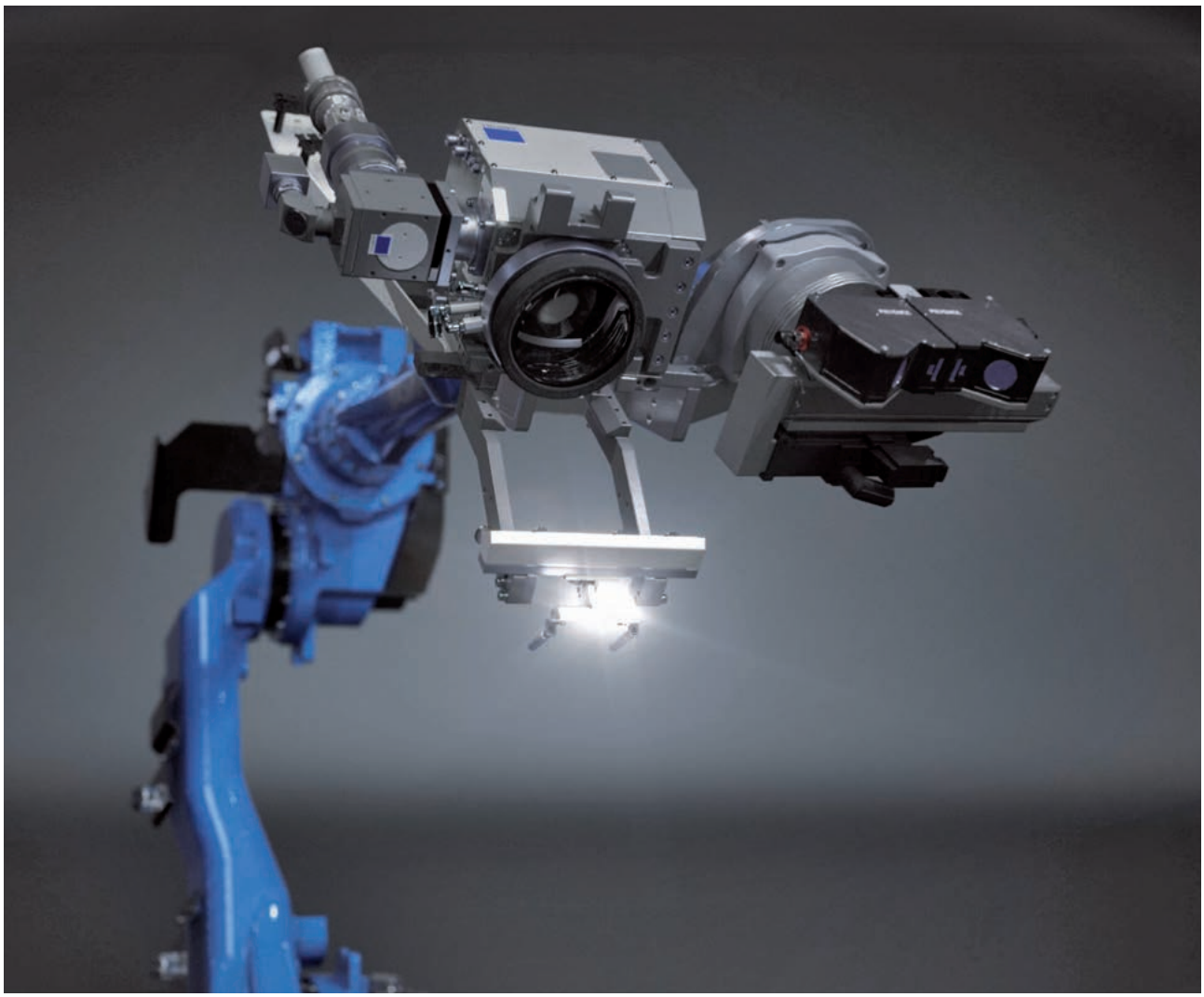


DAS KNOW-HOW

Die größte Herausforderung bei der Herstellung von Batteriemodulen und weiteren Bauteilen für die E-Mobilität sowie von anderen Hochstrom-Komponenten, zum Beispiel von Busbars, ist die Kupfer-auf-Kupfer-Kontaktierung. In Werken führender Hersteller von Batteriesystemen und Elektrofahrzeugen arbeiten bereits mehrere Systeme von Rohmann Automation – seien es Stand-alone-Schweißzellen der Baureihe LaserCube X oder kundenspezifische Anlagen, die von der Übernahme der einzelnen Bauteile über das Schweißen bis zur Übergabe der fertigen Batteriezelle **alle Prozessschritte** umfassen.

Das besondere Know-how von Rohmann besteht in der Integration unterschiedlichster Technologien. Im Einzelnen ist es das Werkstückhandling, zum Beispiel mit Pick-and-place-Systemen, das Laserschweißen und die Inline- und End-of-line Qualitätskontrolle. Rohmann integriert Komponenten bewährter Systempartner für diese einzelnen Aufgaben zu leistungsfähigen Systemen aus einem Guss. Durch das präzise koordinierte Zusammenspiel der Baugruppen entstehen Anlagen, die eine hohe Ausbeute an hochwertigen Komponenten und Batteriesystemen sicherstellen.

Die Laser-Schweißköpfe sind mit modernster Prozesstechnik für die Inline-Schweißnaht-kontrolle ausgestattet.



Scanner-Laseroptik mit integrierter Messtechnik
für das Laserschweißen von Busbars

DER PROZESS

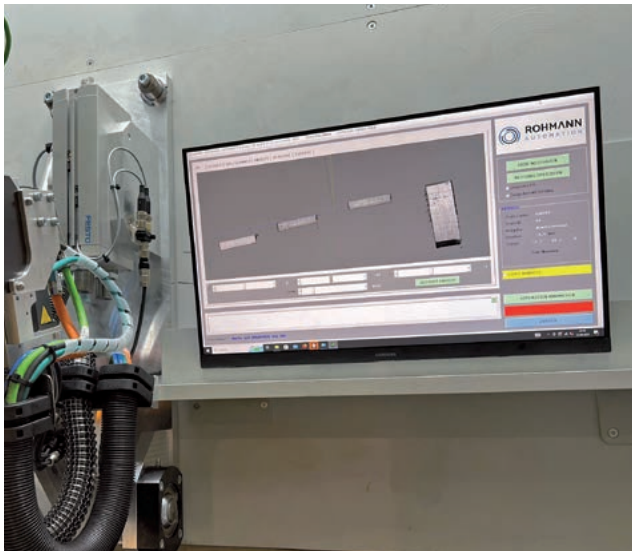
Bei der Fertigung von Batteriesystemen steht das **Zuführen** der vormontieren Batterie-Packs und der Schweißmasken, beispielsweise über Lineartransfersysteme, am Beginn des Prozesses. Für das Erkennen der **Lage** der einzelnen Komponenten auf dem Zuführband haben sich hochgenaue Triangulationssensoren bewährt, da sie Lageabweichungen in drei Dimensionen sicher erkennen und unempfindlich gegen Fremdlicht sind. Da bei der **Positionierung** der Schweißmasken oft schnelle und wiederholgenaue Bewegungen erforderlich sind, setzt Rohmann meist SCARA-Roboter ein. Sie greifen die Masken und positionieren sie präzise auf den Batteriekontakten. In die Prozessoptik integrierte Sensoren kontrollieren die exakte Position der Schweißmasken auf der Batterie.

Minimaler Nullspalt

Ein wichtiger Prozessschritt ist das präzise **Andrücken** der Verbindermatten oder Bleche an die Plus- oder Minus-Pole der Zellen, denn es darf keine Lücke entstehen, die den Laserprozess gefährden würde. Deshalb drücken die SCARA-Roboter die Masken im Bereich der Schweißnaht mit präzise geregelter Kraft auf die Batteriekontakte, sodass ein „Nullspalt“ von weniger als 20 µm gewährleistet ist.

Enger Kontakt

Um zu prüfen, dass die beiden zu verschweißenden Teile engen mechanischen Kontakt haben, wird vor dem Schweißen eine **Widerstandsprüfung** durchgeführt. Darüber hinaus kann es passieren, dass sich metallische Fremdkörper, zum Beispiel Schweißspritzer oder Verunreinigungen, auf einer der beiden Oberflächen absetzen. Da sie Strom leiten können, würden sie das Ergebnis der Widerstandsprüfung verfälschen und die mechanische Festigkeit der Schweißstelle beeinträchtigen. Aus diesem Grund hat Rohmann eine zusätzliche **Partikelmessung** entwickelt: Ein 3-D-Laserscanner erfasst die Oberfläche der Teile und erkennt auch wenige Zehntelmillimeter große Partikel, die dann einen Prozessstopp auslösen und einen Bedienereingriff erfordern.



Das Partikel-Messsystem detektiert Fremdkörper auf der Oberfläche der Schweißpartner.

Minimale Erwärmung

Für das Kontaktschweißen von Batteriemodulen ist das **Laserschweißen** ideal geeignet, denn Bauteile in der Umgebung der Schweißnaht werden nur gering thermisch belastet. Dies ist besonders wichtig bei sicherheitsrelevanten Bauteilen oder Kunststoffteilen, die sich in unmittelbarer Nähe der Schweißstelle befinden. Rohmann setzt Faser- und Scheibenlaser bewährter Lieferanten ein. Während des Schweißens wird die **Einschweißtiefe** mit der optischen Kohärenztomografie (optical coherence tomography, OCT) gemessen – einem Verfahren, das sich in fast allen Batterieanwendungen bewährt hat.

Die Spannvorrichtungen und Bauteilaufnahmen werden während des Schweißens gekühlt beziehungsweise temperiert. Dies stellt die gleichbleibende **Temperatur** des gesamten Schweißequipments sicher und kompensiert zum Beispiel Schwankungen der Umgebungstemperatur, die sich über den Tag verändern.

Optimale Strahlqualität

Kleinste beim Laserprozess entstehende Partikel, die sich im Strahlengang des Lasers befinden, können die Strahlqualität beeinflussen. Um dem entgegenzuwirken, werden beim Schweißen entstehende Dämpfe und Partikel unmittelbar an der Schweißnaht und im Inneren der Kabine abgesaugt.

Nach dem Schweißen wird die optische **Qualität aller Schweißnähte** automatisch mit einem 3-D-Laserscanner geprüft. Dabei bewegen hochpräzise Servoantriebe die Messsensoren mit definierter Geschwindigkeit über die geschweißten Kontakte.

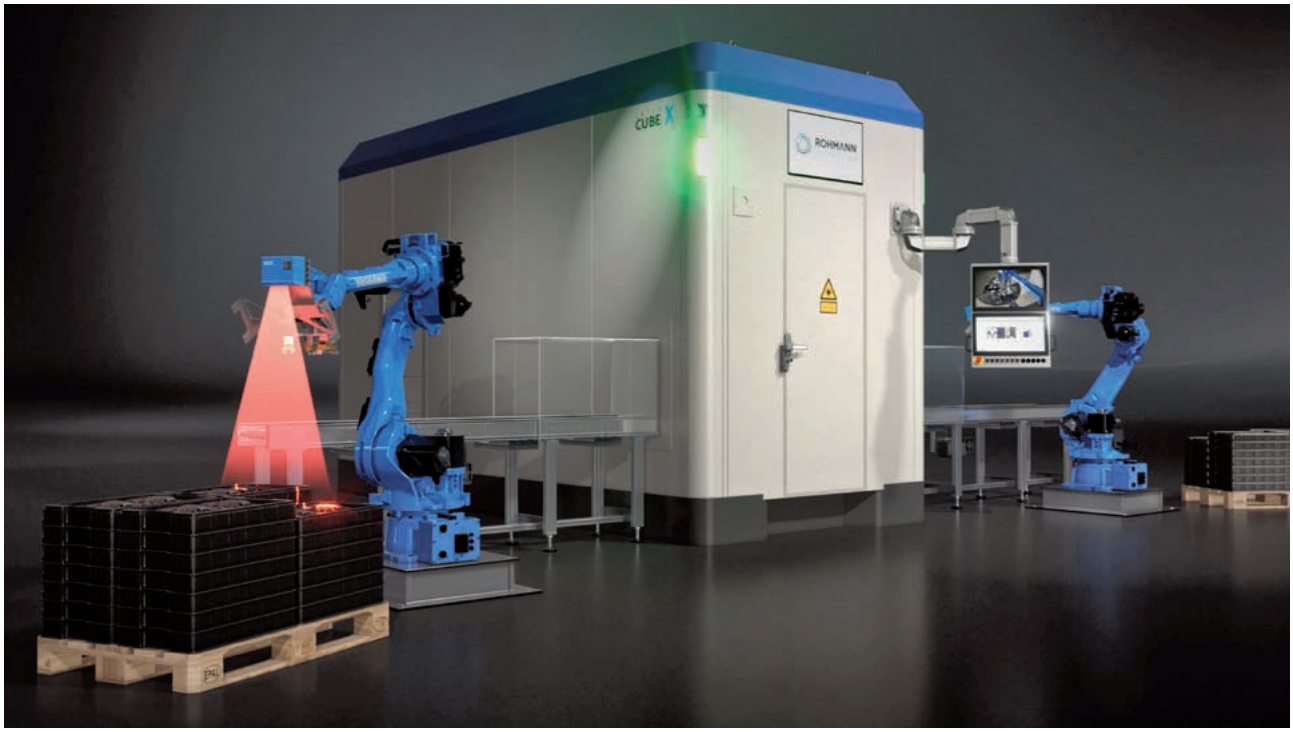
LASERCUBE X

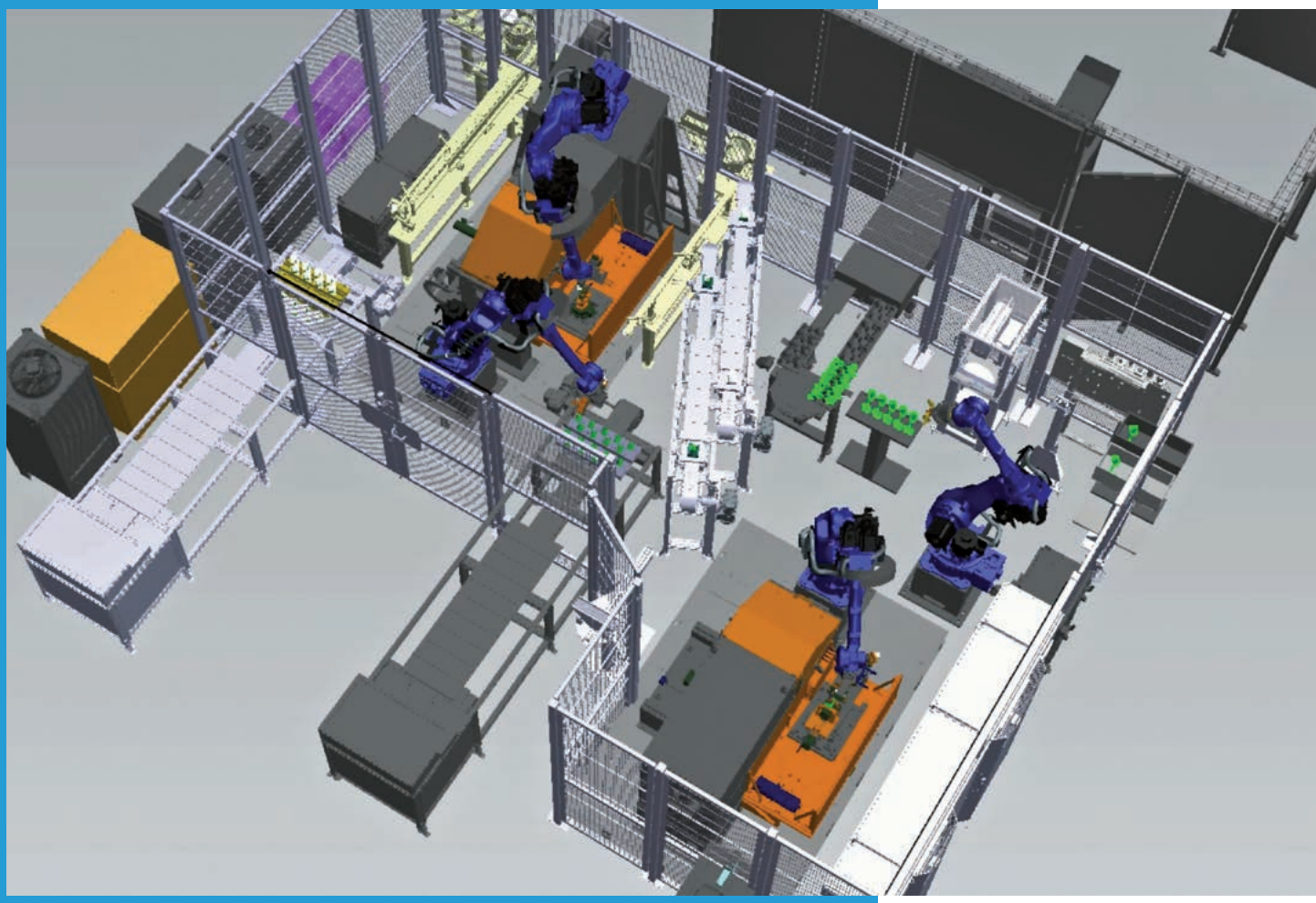
Die LaserCube X Roboterzelle ist die Lösung für nicht verkettete oder Stand-alone Prozesse. Sie kann in der Produktionshalle an einem nahezu beliebigen Ort aufgestellt werden und gewährleistet vollständige Lasersicherheit. Dank des modularen Aufbaus ist sie sehr flexibel und lässt sich nachträglich mit geringen Kosten umbauen.

Sie ist in **zwei Varianten** erhältlich: In der Version mit durchlaufendem Werkstücktransfersystem werden die Komponenten auf Werkstückträgern der einen Seite zugeführt und die fertigen Batteriemodule auf der anderen entnommen. Ist die Schweißzelle mit einem Zwei-Stationen-Rundschalttisch ausgestattet, wird das Werkstück manuell oder per Roboter in die Bauteilaufnahme der Bedienerseite eingelegt. Die Vorrichtung taktet es anschließend in die Schweißzelle und gibt es nach dem Schweißen wieder frei. Servo-elektrische Laserschutzschotts auf beiden Seiten schützen die Bediener vor Laserstrahlung und garantieren gleichzeitig geringste Taktzeiten.

Eine LaserCube X Laserschweißzelle mit Rundschalttisch für das manuelle Zuführen der Bauteile

Eine LaserCube X Laserschweißzelle mit Bauteiltransfersystem für das automatische Zu- und Abführen der Bauteile





Modulare Systeme übernehmen neben dem Laserschweißen eine Vielzahl weiterer Prozessschritte.

MODULARE SYSTEME

Für Anlagen, die mehrere verkettete Prozessschritte bearbeiten, hat Rohmann einen Systembaukasten entwickelt. Mit ihm lassen sich individuelle Lösungen realisieren, sie vereinen alle Arbeitsschritte von der Zuführung bis zur Entnahme des Lasermarkierten Batteriemoduls. Je nach Anforderung an die Taktzeit und den verfügbaren Platz kommen zum Beispiel unterschiedliche Roboter oder Portale mit Linearachsen zum Einsatz. Die Systeme verfügen darüber hinaus über alle Einrichtungen für das Handling der Werkstücke und weitere Module, zum Beispiel das Schweißen der Batteriegehäuse oder das Laser-Beschriften.

Automatische Überprüfung der Schweißnähte mit Triangulationssensoren in einem Doppelkopf-Messsystem

www.vip-kommunikation.de
www.vip-grafik-kommunikation.de

Über Rohmann Automation

Die 2007 gegründete **Rohmann Automation GmbH** entwickelt, plant und implementiert Automatisierungslösungen für die industrielle Fertigung mit innovativen Robotersystemen. Das Angebot reicht von der einzelnen Fertigungszelle bis hin zur vollständigen Produktionslinie. Es umfasst alle Funktionen vom Werkstückhandling über automatisierte Schneid- und Fügeverfahren wie zum Beispiel das Laserschweißen sowie optische Verfahren bis zur Qualitätssicherung und der nahtlosen Integration in die digitale Welt der Anwender.

Schwerpunkte sind Fertigungsverfahren für **Komponenten der E-Mobilität** und das **automatisierte Entladen von Bauteilen** aus Ladungsträgern mithilfe von 3-D-Visionsystemen. Immer wieder macht das Unternehmen durch Innovationen auf sich aufmerksam. Ein aktuelles Beispiel ist die **LaserCubeX** Fertigungszelle für das Schweißen von Kupfer auf Laserbasis.

Zu den Kunden zählen namhafte Unternehmen aus der Automobil- und Luftfahrtindustrie.

ROHMANN AUTOMATION GMBH
JASCHA ROHMANN
An den Wiesen 10 | 55218 Ingelheim am Rhein
Tel.: +49 6132 8994-980
www.rohmann-automation.de
E-Mail: jascha.rohmann@rohmann-automation.de