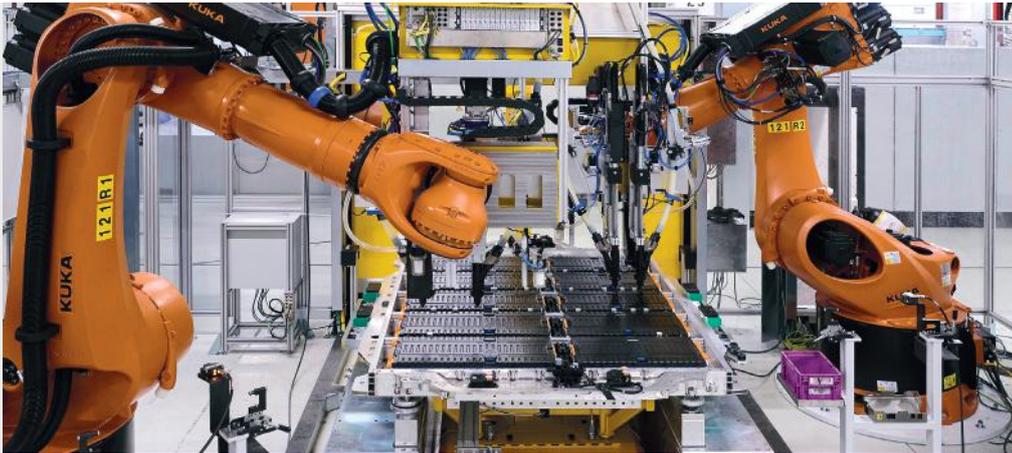


SICHERES LASERSCHWEISSEN IN DER BATTERIEFERTIGUNG

Automobilbauer setzt auf 100 % Prüfung mit Ophir BeamWatch Integrated Systemen



Batteriemodule sind das Herzstück jedes Elektroautos. Sie gewährleisten Mobilität und Sicherheit, ihre Zuverlässigkeit entscheidet über die Akzeptanz eines Fahrzeugs. Die BMW Group brachte schon 2013 mit dem i3 das erste vollelektrische Serienfahrzeug auf den Markt und weiß um die Tücken der Batteriefertigung, die mit jeder Kapazitätssteigerung an Komplexität zunehmen. Bis zu 144 Laserschweißungen werden zur Kontaktierung eines Batteriemoduls der 5. Generation durchgeführt. Dank Ophir BeamWatch Integrated Systemen kann der Autobauer den Laserstrahl vor der Fertigung jedes neuen Moduls prüfen. Taktzeitneutral und mit Erfolg: Bislang bestätigten alle mittels Schliffbild wöchentlich durchgeführten Stichproben ideale Einschweißiefen.

Taktzeitneutrale Prüfung der Laserstrahls

Laserschweißungen in der Fertigung von Batteriezellen erfordern höchste Präzision. Die zentralen Parameter des Laserstrahls vor der Schweißung regelmäßig zu prüfen, trägt wesentlich zur Qualität des gefertigten Batteriepacks bei. Schon im ersten Gespräch mit den Experten der BMW Group stand die Frage im Mittelpunkt, wie das umfassend und möglichst taktzeitneutral gelingen sollte. Innerhalb des Prozessen sollten zentrale Messgrößen erfasst werden:

- Fokusbild
- Fokusbild
- Laserleistung
- Fokuslage
- Fokusshift

Insbesondere die beiden letztgenannten Parameter sind bei Singlemode-Lasern entscheidend. Diese schnell zu messen, gestaltet sich jedoch schwierig. Einzig die berührungslose Messung des Laserstrahls basierend auf dessen Rayleigh-Streuung zeigt sich technologisch dazu in der Lage. Die von MKS entwickelte Technologie wird in der Ophir BeamWatch Produktfamilie genutzt. Speziell für die automatisierte Fertigung entwickelte das Unternehmen das Ophir BeamWatch Integrated System. Das kombinierte Strahlprofil- und Leistungsmessgerät verfügt über verschiedene Schnittstellen, über die es direkt in industrielle Netzwerke eingebunden werden kann. Für die Experten in der Technologieentwicklung der BMW Group kam dieses Messgerät exakt zum richtigen Zeitpunkt.

Produkt:

- Ophir® BeamWatch Integrated

Einsatzgebiet:

- Kontaktschweißungen in der Batteriefertigung

Anwendung:

- Automatisierte Messung der Laserparameter

Vorteile:

- Taktzeitneutrale Messung
- Fokusshift wird erfasst
- IO-Prüfung gewährleistet Schweißqualität
- Ausschuss wird vermieden

Berührungslose Ermittlung des Fokusshift

Das erste Ophir BeamWatch Integrated System wurde im Rahmen des Prototypenbaus und der grundsätzlichen Definition der Produktionslinie für die Batteriefertigung 2019 in Betrieb genommen. Es folgte eine intensive Testphase in der Technologieentwicklung. Schnell war klar, dass das Messgerät alle erforderlichen Parameter messen konnte. Mehr noch, die Messungen machten deutlich, dass der thermische Fokusshift im Prozess unterschätzt wurde: Die Messungen mit BeamWatch Integrated zeigten einen thermischen Fokusshift im mm-Bereich, mit dem die Ingenieure nicht gerechnet hatten. Durch die Messungen konnte dieser im Prozess entsprechend berücksichtigt werden; für den Autobauer war dies ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer konstanten Einschweißtiefe für alle Kontaktschweißungen. In der Entwicklungsphase wurden Schliffbilder der Kontaktschweißungen angefertigt, um den Zusammenhang zwischen dem Fokusshift und der Einschweißtiefe zu ermitteln. Basierend darauf und in engem Austausch mit den Ophir Experten legte das Team entsprechend die Grenzwerte für den Fokusshift fest.

Die Messungen mit BeamWatch Integrated zeigten einen thermischen Fokusshift im mm-Bereich, mit dem die Ingenieure nicht gerechnet hatten.

Durch die Messungen konnte diese im Prozess entsprechend berücksichtigt werden; für den Autobauer war dies ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer konstanten Einschweißtiefe für alle Kontaktschweißungen.

Beeinträchtigte Einschweißtiefe durch Schweißspritzer

Eine weitere Erkenntnis aus den Untersuchungen zeigte sich bezüglich der Optiken der Single Mode Faserlaser, die zum Kontaktschweißen verwendet werden: Sie sind anfällig gegenüber Spritzern auf dem Schutzglas. Diese Spritzer zeigten sich aber nicht nur im Fokusshift, sondern noch direkter im Fokusdurchmesser. Auch die Auswirkungen einer Defokussierung des Laserstrahls, beispielsweise durch ein verschmauchtes Schutzglas, konnten durch die Messungen mit BeamWatch Integrated analysiert werden. Aufgrund der Abweichungen bei den Laserstrahlparametern prüfte das Team auch hier die Einschweißtiefe der jeweiligen Schweißnaht. Obgleich diese optisch völlig einwandfrei aussah, zeigte sich eine deutlich zu geringe Einschweißtiefe. Die Konsequenz: Die Messtechnik muss in den Serienfertigungsprozess integriert werden. Nur so kann die Qualität der Kontaktschweißungen auf Dauer gewährleistet werden.

Reproduzierbare Qualität der Kontaktschweißungen

Heute ist das Ophir BeamWatch Integrated System weltweit in allen automatisierten Produktionslinien integriert, in der BMW Batteriemodule der 5. Generation fertigt. Während des Be- und Entladevorgangs wird der Laser kurz bei voller Leistung betrieben, um den Fokusshift zu ermitteln. Erst nach der Bestätigung (IO-Signal), dass die Parameter des Laserstrahls den Spezifikationen entsprechen, beginnt die Schweißung.

In der Anlaufphase der Produktion wurde zunächst nach jedem Modul gemessen. Für die Serienfertigung in Vollauslastung entschied man sich dafür, den Laserstrahl nach jedem zehnten gefertigten Modul erneut zu messen. Erkennt das BeamWatch Integrated eine Abweichung in einem der vorher definierten Parameter, wird eine Warnmeldung angezeigt. Daraufhin prüft das verantwortliche Bedienpersonal der Linie das Schutzglas des Lasers und reinigt oder tauscht dies gegebenenfalls. Eventuelle Fehler durch eine abweichende Strahlkaustik des Lasers lassen sich damit von vornherein vermeiden. Zusätzlich zu dieser proaktiven Prüfung werden alle Module nach dem Schweißprozess einer elektrischen Funktionsprüfung unterzogen.

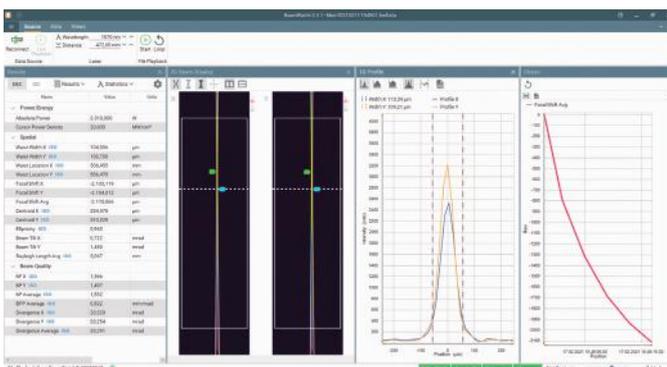


Abb. 1+2: Ophir BeamWatch Integrated 500 wurde speziell für die Messung von Singlemode-Faserlasern mit Fokusslängen von bis zu 500 mm entwickelt.

Sowohl die Entwicklung des Laserschweißprozesses der BMW Group insgesamt als auch die Qualität der gefertigten Module konnte durch die MKS Messtechnik optimiert werden.

Essenzielles Werkzeug zur Überwachung

Die Fertigung eines Batteriemoduls ist ein insgesamt sehr komplexer Prozess. Die einzelnen Batteriezellen werden gestapelt, gepresst und in einen Rahmen gefügt. Anschließend müssen sämtliche Plus- und Minuspole im Zellkontaktierungssystem geschweißt werden – pro Stunde werden auf einer Anlage mehr als 15.000 Schweißpunkte gesetzt. Die Ingenieure des Technologieteams sind überzeugt, dass die Qualität der gefertigten Module maßgeblich von der gleichbleibend hohen Qualität der Laserstrahlparameter abhängt: Ophir BeamWatch Integrated ist ein essenzielles Werkzeug zur Überwachung des Laserstrahls in der Fertigung der Batteriemodule. Davon sind auch die Teams an den Maschinen überzeugt. Insgesamt konnte sowohl die Entwicklung des Laserschweißprozesses der BMW Group als auch die Qualität der gefertigten Module durch die MKS Messtechnik optimiert werden.

Die BMW Group

Die BMW Group ist der weltweit führende Premium-Hersteller von Automobilen und Motorrädern und Anbieter von Premium-Finanz- und Mobilitätsdienstleistungen. Das BMW Group Produktionsnetzwerk umfasst weltweit mehr als 30 Produktions- und Montagestätten; das Unternehmen verfügt über ein globales Vertriebsnetzwerk mit Vertretungen in über 140 Ländern. Zum 31. Dezember 2021 beschäftigte das Unternehmen weltweit 118.909 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.



WARUM MKS?

MASSGEBLICHE TECHNOLOGIEN	VERLÄSSLICHER PARTNER	EXZELLENTER BETRIEB	UMFANGREICHES PORTFOLIO
Spitzentechnologie und Entwicklungs-kompetenz für anspruchsvolle Prozesse	Führend in der Entwicklung innovativer, zuverlässiger Lösungen für komplexe Aufgaben unserer Kunden	Konsistente Ausführung über alle Geschäftsprozesse hinweg	Enorme Auswahl an Produkten und Services in den von uns adressierten Märkten

MKS Photonics Solutions

MKS Instruments ist ein führender Hersteller von Systemen und Lösungen, um kritische Parameter in Fertigung und Forschung zu messen, zu analysieren, zu liefern und zu steuern. Spectra-Physics, Ophir und Newport sind Marken der Photonics Solutions Division von MKS Instruments. Spectra-Physics kombiniert leistungsfähige Lasertechnologien mit einem tiefen Anwendungswissen, um branchenführende Lasersysteme für industrielle und wissenschaftliche Präzisionsanwendungen zu liefern. Ophir ist auf Laser- und LED-Messtechnik spezialisiert, darunter Laserleistungs- und Energiemessgeräte sowie Laserstrahlprofil-Messgeräte. Ophir liefert außerdem Hochleistungsobjektive und optische Elemente für die IR-Wärmebildgebung sowie Optiken für die Materialbearbeitung mit CO₂- und Hochleistungsfaserlasern. Newport bietet eine breite Palette von Lösungen an, darunter präzise Positioniertechnik, optische Tische und Systeme zur Vibrationsisolation, photonische Instrumente und Temperaturmesssysteme bis hin zu optomechanischen Komponenten. Photonics Solutions von MKS Instruments erweitern das Leistungsspektrum und die Produktivität von Kunden in Bereichen wie der Halbleiterproduktion, Elektronikfertigung sowie zahlreichen individuellen Märkten.