

# Vollautomatisch von Zellen zu Packs

## Berliner Maschinenbauer mit neuem Prozess für Laserschweißen von Zellableitern

Eine ebenso präzise wie flexible Laserschweißmaschine automatisiert die Montage prismatischer Lithium-Ionen-Zellen zu Batterie-Packs und macht den Prozess sicher, reproduzierbar, effizient und wirtschaftlich. Sowohl die Mechanik als auch die Steuerungs- und Antriebstechnik lassen sich an unterschiedliche Fertigungsaufgaben anpassen.

**D**er Erfahrungsvorsprung asiatischer Unternehmen in der Entwicklung und Fertigung von Consumer-Lithium-Ionen-Zellen hat letztlich dazu geführt, dass das Gros der hiesigen Batteriehersteller keine eigenen Kapazitäten dafür aufbaut. Auch die meisten europäischen Automobilkonzerne und deren Systemzulieferer konzentrieren sich derzeit mehr auf die Folgeprozesse. Gängige Praxis ist es, fertige Batteriezellen zuzukaufen und diese zu Batterie-Packs zu assemblieren. Wer dabei die erwarteten Stückzahlen in höchster Qualität zu wettbewerbsfähigen Kosten bewältigen will, muss die Montage automatisieren und einen

stabilen, reproduzierbaren und wirtschaftlichen Prozess generieren.

Gleichsam aus dem Stand heraus gelungen ist dies dem Berliner High-Tech-Anlagenbauer Jonas & Redmann mit der ersten automatischen Laserschweißmaschine für das Verbinden der Ableiter/Tabs von prismatischen Zellen. Maßgabe des Betreibers war es, eine flexibel für unterschiedliche Schweißaufgaben in der Produktentwicklung einsetzbare Maschine zu entwickeln, die sich gleichermaßen für die Fertigung im industriellen Maßstab eignet. Für eine reine Serienproduktion ließe sich der realisierte Ansatz noch weiter vereinfachen und optimieren.



**1** Der Laserkopf ist in drei Achsen verfahrbar und in Transportrichtung um  $\pm 30$  Grad schwenkbar ausgeführt, zwei frei programmierbare Niederhalter fixieren die zu schweißenden Komponenten und erzeugen den erforderlichen Nullspalt.

**2** Präzision, Produktivität und Flexibilität verbindet die von Jonas & Redmann entwickelte Laserschweißmaschine für die automatische Montage von Lithium-Ionen-Zellen zu Batterie-Packs.

## Fein, fest und verlustarm

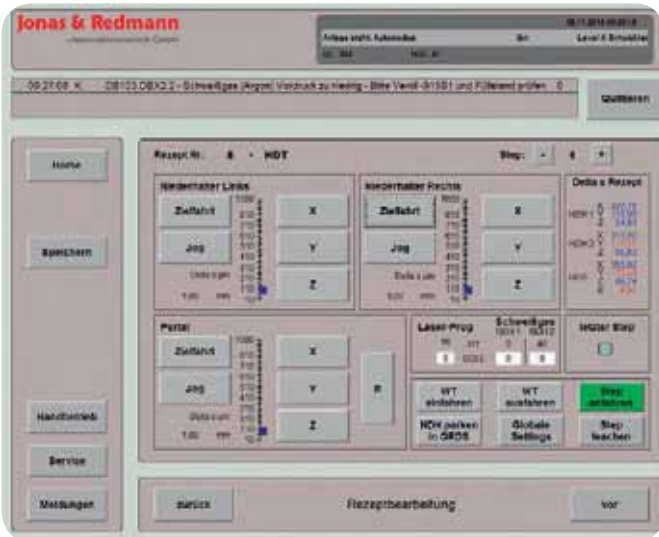
Das Laserschweißen ermöglicht sehr feine, dauerhaft feste und (elektrisch) verlustarme Verbindungen; das wurde in Versuchen im Vorfeld verifiziert. Die anvisierte Hauptanwendung – Verschweißen vieler dünner Alu- und Kupfertabs – setzte ein Lasersystem mit hoher Leistung und sehr präziser Fokussierung voraus. Insbesondere die Schweißtiefe muss auf wenige Mikrometer reproduzierbar genau regelbar sein, um nur die gewünschten Materialschichten zu verschweißen. Jonas & Redmann realisiert dies mit einem 6-Kilowatt-Faser-Laser bei einem Spotdurchmesser von 140 Mikrometern.

Entsprechend steif und präzise muss die Mechanik sein und der Laserkopf flexibel und dynamisch innerhalb des Arbeitsraums ( $\pm 440$  mm (X) /  $\pm 540$  mm (Y) /  $\pm 150$  mm (Z)) positioniert werden können. Die Berliner haben den Laserkopf servomotorisch in drei Achsen verfahrbar an einem Portal montiert und in der Transportrichtung um  $\pm 30$  Grad schwenkbar ausgeführt. So ist mit dem Laserkopf jede Position im Arbeitsraum mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,02$  Millimeter erreichbar.

Die Laseroptik hat eine eigene Steuerung und ist in sich in drei Achsen programmiert verfahrbar. Damit lassen sich auch sehr präzise Höhenprofile abbilden, wobei die Schweißtiefe sowohl über die Fahrgeschwindigkeit als auch über die Laserleistung exakt und wiederholgenau kontrolliert werden kann.

Die vorab vorbereiteten Batteriezellen werden auf einem Werkstückträger in die Maschine und ebenfalls servomotorisch in die Nulllage gebracht. Dort können sie mit zwei in drei Achsen programmiert positionierbaren Niederhaltern fixiert werden. Die Niederhalter grenzen die Schweißzonen weiter ein, sie beinhalten die





Mit Simatic WinCC flexible generierte Bedienoberfläche zur manuellen Bearbeitung von Verfahrprogrammen (Rezepten).



Kopf der Maschine ist eine speicherprogrammierbare Steuerung Simatic S7-300 (links) von Siemens. Zwei Sinamics Terminal Modules TM54F (rechts) begrenzen in Verbindung mit erweiterten Sicherheitsfunktionen im Antrieb sicher die Verfahrwege des Laserkopfs.

Schutzgaszuführung und die Absaugung. Unter allen Umständen zu vermeiden sind Schäden an den Zellen, deren leichtentzündlicher Inhalt Mensch und Maschine gefährden kann. Auf Wunsch des Betreibers gibt es einen nach hinten aus der Maschine fahrbaren Shuttle, mit dem sich der Werkstückträger im Notfall schnell aus der Maschine bringen lässt. Darüber hinaus können auch aktive Löschsyste-me (CO<sub>2</sub> oder Pyrobubbles) in die Anlage integriert werden.

## Automatisierung aus einem Guss

Eine weitere Forderung des Betreibers war es, die Maschine durchgängig mit Steuerungs- und Antriebstechnik von Siemens aufzubauen, deren Standard bei Bedienern sowie Servicekräften bekannt ist. Das erspart langwieriges Einarbeiten und hält die Ersatzteilhaltung schlank. Mit Unterstützung durch die lokale Niederlassung und Spezialisten vom Siemens-Applikationscenter in Chemnitz wurde ein geeignetes Automatisierungskonzept entwickelt und zügig umgesetzt. Kopf der Maschine ist eine speicherprogrammierbare Steuerung Simatic S7 300, die über eine schnelle Profinet-/Ethernet-Kopplung mit der Lasersteuerung kommuniziert. Die Schweißprogramme werden mit dem Laser-Softwaresystem geteicht und von der SPS in Form einzelner Positionierbefehle über das Antriebssystem an die Servoachsen übergeben.

Das modulare Antriebssystem Sinamics S120 konnte mit wenigen Doppelachsmodulen platzsparend und kosteneffizient an die Anwendung angepasst werden. Es ist rückspeisefähig und arbeitet daher sehr energieeffizient. Die beiden Portalachsen sind elektronisch zu einem Gantry-Verband im Master-Slave-Betrieb gekoppelt, wobei eine Drehmomentausgleichsregelung präzisen Gleichlauf gewährleistet und das Verkanten verhindert. Die durchgängig an allen Achsen eingesetzten Motoren der Baureihe Simotics S 1FK7 Compact sind für Anwendungen in Produktionsmaschinen kosten- und platzoptimiert ausgeführt. Alle Antriebskomponenten sind über den digitalen Systembus Drive Cliq miteinander verbunden. Darüber werden automatisch die elektronischen Typenschilder der Motoren ausgelesen, was die Inbetriebnahme und den Austausch im Servicefall deutlich vereinfacht.

## Sicherheit im Antriebssystem realisiert

Die spezifischen Sicherheitsanforderungen im Betrieb einer Laserschweißmaschine erfüllt der Maschinenbauer direkt in den Rege-

lungsbaugruppen und den Control Units (CU320-2) des Antriebssystems Sinamics S120. Hauptaufgabe ist es, sicher zu verhindern, dass der Laserstrahl außerhalb des zulässigen Bereichs verfährt, was zu einer Zerstörung von Maschine, Werkzeugen und Werkstücken und zu einer Gefahr für den Bediener führen kann.

Neben der Basic-Sicherheitsfunktion STO (Safe Torque Off – Sicher abgeschaltetes Drehmoment) kommt auch die Extended-Sicherheitsfunktion SLP (Safety Limited Position – Sicher begrenzte Position) zum Einsatz. Letztere ermöglicht eine zuverlässige Überwachung des Verfahrbereiches mit sicherheitsgerichteten Software-Endlagenschaltern, die über zwei fehlersichere Terminal Module TM54F aktiviert werden können. Deren Ansteuerung ist zweikanalig umgesetzt, wodurch Safety Integrated Level SIL2 gemäß EN 62061 erreicht wird. Die dazu erforderlichen Absolutwertgeber sind bei Simotics-S-Motoren standardmäßig verfügbar.

Mit SLP kann mit geringem Aufwand eine hochwirksame Schutzbereichsüberwachung realisiert werden. Die Funktion erspart den Einsatz externer Komponenten wie Hardware-Endschalter und damit verbundenen Verdrahtungsaufwand. Aufgrund der kurzen Reaktionszeit nach einer Grenzwertüberschreitung können Sicherheitsabstände geringer ausfallen.

Alternativ könnte die Aktivierung der Safety-Funktionen im Antrieb mit einer fehlersicheren Simatic-CPU (F-CPU) über Profinet und das Profisafe-Protokoll ohne zusätzliche Sicherheits-Hardware realisiert werden. Zusätzlich zu SLP können dann auch mit der Funktion Safe Position (SP) sichere Positions-Istwerte über die sichere Kommunikation via Profisafe an die Sicherheitssteuerung übertragen werden. Hier können dann Überwachungsfunktionen flexibel realisiert werden.

Die Bedienoberfläche wurde mit der Visualisierungs-Software Simatic WinCC flexible erstellt und führt den Bediener durch alle Prozessschritte. Einmal geteichte Schweißprogramme können mit WinCC flexible als Rezept abgespeichert und bei Bedarf wieder abgerufen werden. Qualitätsrelevante Daten lassen sich in definierbarer Tiefe erfassen und zum Nachweis automatisch archivieren.

Die von Jonas & Redmann mit Unterstützung der Fachabteilungen des Ausrüsters in kurzer Zeit umgesetzte Laserschweißmaschine erfüllt alle Anforderungen des Betreibers in Bezug auf Qualität, Flexibilität und Produktivität. „Der Aufbau ermöglicht eine einfache Anpassung an unterschiedliche Schweißaufgaben und auch die Inte-



Das modulare Antriebssystem Sinamics S120 lässt sich individuell und somit kosteneffizient an jede erforderliche Achskonstellation anpassen. Es ist rückspeisefähig und arbeitet dadurch sehr energieeffizient.

gration in automatisierte Produktionslinien. Mit der durchgängigen und in jeder Hinsicht offenen Automatisierungstechnik von Siemens sind wir auch in der letztgenannten Disziplin auf der sicheren Seite“, so das Fazit von Lutz Redmann. Der neue Ansatz hat sich in der Praxis bewährt, der Prozess ist reproduzierbar stabil. Die vom Betreiber geforderten Taktzeiten werden problemlos erreicht.

Sofern potenzielle Anwender dies wünschen, lässt sich die Automatisierung mit überschaubarem Aufwand ins Engineering Frame-

## Hintergrundinfo

### Jonas & Redmann Maschinenbau

Das 1989 gegründete Maschinenbauunternehmen Jonas & Redmann hat sich zum größten Sondermaschinenbauer Berlins entwickelt. Aktuell beschäftigt die Unternehmensgruppe über 400 Mitarbeiter weltweit, davon 360 am Stammsitz Berlin, 40 in Malterdingen und weitere rund 50 in Vertriebs- und Service-Niederlassungen international. Wichtigste Kompetenzbereiche sind die Medizintechnik (seit der Gründung), die Photovoltaik (seit 1999) und die Energiespeichertechnik (seit 2009/2010) sowie die bereichsübergreifende Montageautomatisierung. Jonas & Redmann hat langjährige Erfahrung in der Automatisierung komplexer neuartiger Produktionsprozesse. 2011 wurde die erste vollautomatische Fertigungslinie für Lithium-basierte Batteriezellen ausgeliefert. Seit März 2013 leitet die Jonas & Redmann Group das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderte Technologie-Konsortium ProTrak. Ziel dieses Verbunds ist es, die Entwicklung von Prozesstechnologie für die Massenproduktion kosteneffizienter Lithium-Zellen voranzutreiben.

work TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) von Siemens übertragen. TIA optimiert sämtliche Betriebs-, Maschinen- und Prozessabläufe und integriert Controller, Peripheriesysteme, HMI, Antriebe, Motion Control und Motormanagement. bf ■

**Autor**

Johannes Röck und  
Joachim Schneider, Siemens

