

## Sicheres und wirtschaftliches Fügeverfahren

Ultraschallschweissen für Kunststoff und Metall

KUNSTSTOFFSCHWEISSEN

METALLSCHWEISSEN

SCHNEIDEN

REINIGEN

SIEBEN



Bronschhofen (CH), 02/2020

Ultraschallschweissen ist eine bewährte Methode zum Verbinden von Metallteilen oder Kunststoffen. Die Anwendungsbereiche reichen vom Fügen thermoplastischer Bauteile, dem Einbetten von Metalleinsätzen über das Verbinden von Drähten, Litzen mit Stromschienen, Schweissungen an Kabelbäumen und Kontakten in der Automobil- und Elektroindustrie bis hin zu Verpackungsmaterialien oder Sonderanwendungen mit Lackdrähten, Folien und dünnen Blechen. Obwohl die Ultraschalltechnik als Fügemethode für Metalle oder Kunststoffe im Vergleich zu anderen Verfahren höhere Investitionskosten verursacht, ist sie letztendlich auf längere Sicht meist wirtschaftlicher, wenn man Werkzeugkosten, Energieverbrauch und Verbindungsqualität berücksichtigt.

Das Ultraschallschweissen hat sich in vielen Anwendungsbereichen etabliert, weil es kurze und effiziente Prozesszeiten bietet und sich einfach in den Automatisierungsverbund integrieren lässt (Bild 1). Die Schweisszeiten betragen typischerweise 0,2 bis 2 Sekunden (maximal bis 3 Sekunden), je nach Fläche und Schweisshöhe. Im Gegensatz zu anderen Fügeverfahren, wie beispielsweise dem Spiegelschweissen (thermische Schweisstechnik zum Verbinden von Thermoplasten), sind keine Aufwärm- oder Abkühlzeit erforderlich. Unterschiedliche Legierungen in variablen Materialstärken lassen sich miteinander verbinden und die meisten natürlichen Oxidschichten behindern die Schweissbarkeit der Verbindungsstellen kaum. Ausserdem ist z.B. Aluminium mit Ultraschall sehr gut schweisbar, was für andere Verfahren meist eine Heraus-



- 01 Ausgewählte Ultraschallkomponenten unterstützen komplexen Anlagenbau
- 02 Ultraschall geschweisste Verbindung zwischen Kupferkabel und MAK-Terminal
- 03 Unterschiedlichste Fügeaufgaben erfordern massgeschneiderte akustische Werkzeuge (Sonotroden)



- 04 Menügeführter Schweißprozess mit Telson®Flex
- 05 Eine starke Verbindung. Torsional geschweisster Sensorhalter an Leichtbaustossfänger.

forderung ist. Im Vergleich zu anderen Metallschweißverfahren erwärmen sich die Fügepartner weniger stark, so dass deren Schmelzpunkt nicht erreicht wird. Daraus resultieren gleich mehrere Vorteile gegenüber anderen Verbindungstechniken: So werden weitere Materialien in direkter Umgebung, wie beispielsweise eine Drahtisolation, nicht beschädigt. Zudem entstehen keine Gefüge-Veränderungen in der Grenzschicht wie Versprödungen der Fügepartner am Übergang zum Festmaterial (Bild 2).

### Geringer Energiebedarf und lange Standzeiten

Ultraschallschweißen ist obendrein sehr energieeffizient. Die elektrische Energie wird durch das Ultraschallsystem dank modernster Hochleistungselektronik mit hohem Wirkungsgrad in Vibrations- und in der Fügezone in Wärmeenergie umgewandelt, die zwischen einigen Joule bis zu mehreren Kilojoule variieren kann. Die Schweißkraft wird in der Regel durch Pneumatik-Zylinder erzeugt. Je nach Anwendung und Einschaltdauer kann zusätzlich noch Druckluft zur Kühlung der Werkzeuge erforderlich werden. Ein typischer Ultraschallgenerator hat eine Leistung von 3.6kW, die deutlich kleiner ist als die Leistung eines Widerstandsschweißgerätes. Widerstandsschweißen erfordert zudem oft noch eine kostspielige Wasserkühlung mit zusätzlichen Recycling- und Reinigungskosten oder gar eine neue Stromversorgung, um die benötigte Leistung überhaupt zur Verfügung stellen zu können, wenn mehrere Systeme im Einsatz sind.

Auch die Werkzeugkosten sind beim Ultraschallverfahren überschaubar. Die akustischen Werkzeuge, die sogenannten Sonotroden, sind typischerweise aus Aluminium, Titan oder gehärtetem Werkzeugstahl gefertigt. Aluminium ist kostengünstig und lässt sich schnell und einfach bearbeiten. Titan ist zwar teurer, aber sehr verschleißfest. Alle Varianten überzeugen durch lange Standzeiten. Ultraschall-Sonotroden halten je nach Anwendung mehrere hunderttausend Zyklen (Bild 3). Widerstandsschweißwerkzeuge müssen normalerweise in einer automatisierten Umgebung täglich gewechselt werden. Beim Kunststoffschweißen liegen die Standzeiten der Sonotroden-Arbeitsflächen teilweise noch bedeutend höher und können bei wenig abrasiven Materialien durchaus weit über eine Million Zyklen erreichen.

### Applikationsspezifische Auslegung und optimale Qualitätskontrolle

Ultraschallschweißen ist also eine kostengünstige Fügemethode für die meisten thermoplastischen Kunststoffe sowie Nichteisenmetalle wie Aluminium, Kupfer, Messing oder Nickel. Wird jedoch nicht auf eine passende Teilgestaltung geachtet, kann das auch umfangreiche Anpassungen nach sich ziehen und der wirtschaftliche Vorteil ist dahin. Telsonic rät deshalb, dass der Anwender bereits in einem frühen Designstadium Ultraschallspezialisten mit ins Boot nimmt für eine ultraschallkonforme Gestaltung von Bauteil und Fügezone. Dann lassen sich nachträgliche Modifikationskosten vermeiden. Ultraschall ist also immer eine Überlegung wert, denn oft kann der Preis des Ultraschallschweißgerätes durch die Substitution eines anderen Prozesses, beispielsweise einer Verzinnungsstation oder durch das Einsparen von Befestigungselementen wie z.B. Halter, Clipse etc., gerechtfertigt werden. Auch kann ein Ultraschallschweißgerät die Arbeitskosten reduzieren und Verletzungsrisiken durch Crimp- oder Lötprozesse beseitigen.

Zudem tragen die verschiedenen Optionen der Qualitätskontrolle zur Kosteneinsparung bei, die oft übersehen wird. Für jedes Teil gibt es eine Rückmeldung qualitätsrelevanter Größen wie Gesamtenergie, maximale Leistung, Schweißzeit, absolute oder differenzielle Teiledicke etc. Die intelligente Prozesssteuerung der Anlage kann auf-

grund definierter Toleranzbereiche Probleme erkennen, wie z.B. fehlende oder unvollständig ausgeformte Konturen, Verwendung einer falschen Anzahl von Drähten, fehlende eingelegte Litzen, Änderungen in der Materialhärte und -dicke oder das komplette Fehlen von Teilen im Werkzeug. Das trägt wesentlich dazu bei, dass keine schlechten Teile in die Produktionskette gelangen, spart Nachbearbeitungszeit, Ausschuss und Geld.

### **Umweltfreundlich und einfach zu bedienen**

Da Ultraschallschweißgeräte keine Wasserkühlung benötigen und auch einen geringen Luftverbrauch haben, sinken die Betriebskosten. Eine Luftabsaugung ist in der Regel nicht erforderlich, da bei den meisten Kunststoff- und Metallanwendungen keine Dämpfe oder Gase entstehen. Ausserdem erfordert das Ultraschallschweißen von Metallen keine weiteren Verbrauchsmaterialien wie Crimp-Hülsen, Flussmittel und Lote. Beim Fügen von Kunststoffen mit Ultraschall entfallen zusätzliche Komponenten wie Dichtungen, Klebstoffe oder Lösungsmittel. Eine Reinigung der Fügeteile ist in der Regel ebenfalls nicht notwendig, da durch die eingebrachten Ultraschallschwingungen Verunreinigungen entfernt oder Oxidschichten aufgebrochen werden.

Die Bedienung ist bei den meisten Ultraschallschweissanlagen relativ einfach. Eine eintägige Schulung reicht in der Regel aus. Heutige Schweißprozess-Steuerungen sind menügeführt und damit sehr bedienerfreundlich (Bild 4).

Die Prozessparameter für die verschiedenen Schweißkombinationen und -projekte sind gespeichert und können einfach abgerufen werden, wodurch die Gefahr von Bedienungsfehlern aufgrund falscher Maschineneinstellungen praktisch ausgeschlossen ist.

Die Ultraschall-Verbindungstechnik für Kunststoffe und Metalle ist damit ein sicheres, wirtschaftliches und ökologisches Fügeverfahren. In der Automobiltechnik ist es mittlerweile weit verbreitet, da es Gewichtsreduktion, Energieeffizienz und Elektromobilität aktiv unterstützt (Bild 5). Es eignet sich für praktisch alle Leichtbaumaterialien und wird auch für die Bordnetze der Hochstromanwendungen in Elektrofahrzeugen eingesetzt, wo Kupfer zur Gewichtsersparnis zunehmend durch Aluminium substituiert wird. Kurze Zykluszeiten, selektive Energiezufuhr, Flexibilität in der Anwendung sowie hohe Prozesssicherheit sind weitere Kriterien, welche die Ultraschallschweißtechnik sowohl im Kunststoff- als auch im Metallbereich als sicheres und wirtschaftliches Verfahren auszeichnen.

von Reinhard Züst, Technical Consultant, TELSONIC AG (Schweiz)



06 Reinhard Züst,  
Technical Consultant,  
TELSONIC AG