

## MEphisto Scope bei der Qualitätsüberwachung

# CD-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung

Das 2-Kanal USB-Instrument MEphisto Scope umfasst neben dem DSO einen Spektrumanalysator mit FFT, ein Voltmeter, einen Logikanalysator, einen Analog- und Digital-Datenlogger und eine Digital-Switchbox mit 24 I/O-Leitungen. Die Anwendung beschreibt den Einsatz des Moduls in der Qualitätsüberwachung beim Bolzenschweißen.

Beim Bolzenschweißen mittels Kondensator-Entladung (CD-Bolzenschweißen) und Spitzenzündung dauert der gesamte Schweißvorgang typischerweise nur etwa 0,5 ms bis 3 ms. So sind Taktfolgen bis herab zu einer Sekunde möglich. Dabei wird nur relativ wenig Energie in das Werkstück eingebracht. So kann man Bolzen auf Bleche von unter 1 mm Dicke schweißen, ohne dabei auf der Gegenseite Schweißmarken zu hinterlassen. Schweißen auf beliebig dicke Werkstücke ist aber ebenso möglich. Auch die Vielfalt der mit diesem Verfahren verschweißbaren Werkstoffe ist beeindruckend: Stahl, Edelstahl, Aluminium, Messing, um nur ein paar zu nennen.

Der prinzipielle Ablauf der Schweißung umfasst folgende Schritte: Ein (Elektrolyt-) Kondensator von 50 ... 200 mF (Millifarad, nicht Mikrofara!) wird auf eine einstellbare Spannung von 60 V bis maximal 200 V aufgeladen. Dann wird die Zündspitze des Bolzens auf das Werkstück gebracht. Dabei unterscheidet man zwischen Kontaktzündung und Spaltzündung. Bei der Kontaktzündung wird der Bolzen federnd auf das Werkstück gedrückt, bevor der Stromkreis per Thyristor geschlossen wird. Bei der Spaltzündung liegt die Kondensatorspannung zwischen Bolzen und Werkstück schon an, bevor sich Bolzen und Werkstück berühren. Der Bolzen wird mit ca. 50 cm/s auf das Werkstück gebracht und der Stromkreis schließt sich, wenn die Zündspitze des Bolzens das Werk-



Bild 1: Das MEphisto Scope UM202 – 7 Messinstrumente in einer Hand

stück berührt. Nun steigt der Strom rasch an – fast nur durch den induktiven Widerstand der dicken Zuleitung begrenzt. Die „hochohmigste“ Stelle des Stromkreises ist zunächst die Zündspitze, die nun durch den Strom erhitzt wird, bis sie schmilzt und teilweise verdampft. Obwohl der Schweißkopf den Bolzen nach wie vor federnd gegen das Werkstück drückt, entsteht durch das Aufschmelzen der Zündspitze ein Spalt zwischen Bolzen und Werkstück. Der Strom ist inzwischen auf einige 100 A angestiegen und kann wegen der Serieninduktivität nicht schlagartig aufhören zu fließen. Statt dessen zündet ein Lichtbogen, der den Spalt überbrückt. Damit beginnt die Brennphase. Idealerweise erzeugt der Lichtbogen im gesamten Zwischenraum zwischen Bolzenflansch und Werkstück ein Plasma. Die Lichtbogenspannung stellt sich passiv auf ca. 15 ... 35 V ein. Das Plasma erhitzt die metallischen Grenzflächen von Bolzenflansch und Werkstück. Da der Schweißkopf den Bolzen immer noch gegen das Werkstück drückt, berühren sich nach kurzer Zeit die verflüssigten Grenzflächen und schließen

den Lichtbogen kurz. Damit beginnt die Kurzschluss- und Abkühlphase. Dabei muss die Schweißvorrichtung dafür sorgen, dass Bolzen und Werkstück sich nicht mehr gegeneinander bewegen.

### Prozesssicherheit

Elektrisch betrachtet bilden der Kondensator und die Zuleitungskabel einen Schwingkreis, der über die Schweißstelle geschlossen wird. Da der Lichtbogen dem Schwingkreis Energie entzieht, ist der Schwingkreis so stark bedämpft, dass es im Wesentlichen nur zu einer Halbwelle kommt. In der Praxis wird ein kleiner Rückstrom meist von Leistungsdioden aufgenommen, um den Elektrolytkondensator vor Verpolung zu schützen. Der Verlauf des Stroms stellt sich also passiv ein. Für die Dauer des Lichtbogens sind aber auch chemische und mechanische Einflussgrößen wie Material und Oberflächenbeschaffenheit von Bolzen und Werkstück, die Masse der beweglichen Komponenten der Bolzenhalterung, Feder- und Reibungskräfte sowie Material und Maßhaltigkeit der Zündspitze von entscheidender Be-

### AUTOR



Dr. Josef Gödde ist Eigentümer der Firma Dr. Josef Gödde Schweißüberwachungen in Greifenstein-Nenderoth und Ernst Bratz, Mitarbeiter der Meilhaus Electronic GmbH in Puchheim bei München





**all-electronics.de**

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf [all-electronics.de](https://www.all-electronics.de)!

**Hier klicken & informieren!**



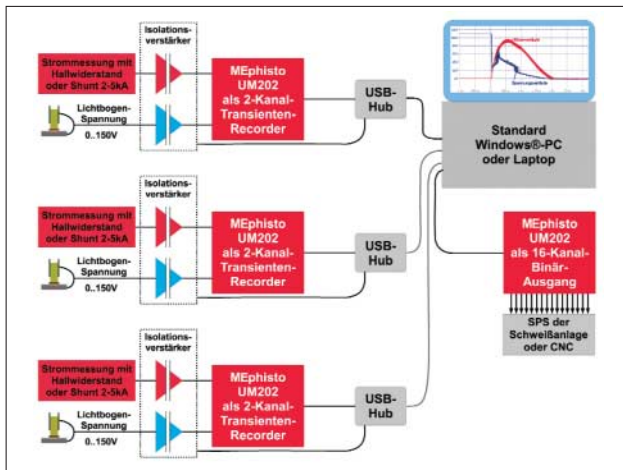


Bild 2: Blockschaltbild des Messaufbaus

deutung. Hier liegt das Know-how der Gerätehersteller.

Aus den bisherigen Ausführungen lässt sich leicht abschätzen, dass jede Schweißvorrichtung ihren eigenen, charakteristischen Kinetik von Strom- und Spannungsverlauf aufweist. Die Oszillogramme von Strom und Spannung guter Schweißungen lassen sich daher nicht ohne weiteres vorhersagen, sind aber wie ein Fingerabdruck typisch für die jeweilige Schweißvorrichtung.

Glücklicherweise sind diese Oszillogramme bei jeder einzelnen Schweißvorrichtung aber sehr gut reproduzierbar. Darauf beruht das STUD-DI-System, die Qualitätsüberwachung beim CD-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung. Dies ist ein Messsystem, das Strom und Spannung oszillografiert und analysiert.

Die Anlage wird zunächst so eingestellt, dass sie gute Schweißungen produziert. Dabei sind die angezeigten Oszillogramme schon eine entscheidende Hilfe.

Dann betreibt man das STUD-DI-System im „Lernmodus“. Dabei ermittelt das System zahlreiche charakteristische Kenngrößen in den Oszillogrammen (z. B. die Dauer der Vorwärmzeit, Lichtbogenspannung- und Dauer, Stromstärke), sowie deren Mittelwerte und Streuungen. Daraus ermittelt das Programm Grenzwert-Datensätze für die jeweilige Schweißeinrichtung. Wenn dem System im Lernmodus, zufällig oder absichtlich, auch schlechte Schweißungen angeboten werden, lässt sich auch gleich die Treffsicherheit der Datensätze bei der Unterscheidung zwischen guten und schlechten Schweißungen beurteilen. Selbstverständlich können die Daten für den Lernmodus auch im laufenden Produkti-

onsbetrieb gewonnen werden, wenn dabei noch keine Überwachung erforderlich ist.

### Messtechnik

Das STUD-DI-System wurde so konzipiert, dass es leicht und kostengünstig an bestehenden Produktionsanlagen nachrüstbar ist. Die messtechnische Herausforderung bestand in einer preiswerten Erfassung der Oszillogramme der Schweißströme (Mindestforderung Messbereich bis 10 kA, 20 kHz Bandbreite und 16 Bit Auflösung) und -Spannungen (200 V, 20 kHz Bandbreite und 16 Bit Auflösung) für die rechnergestützte Analyse.

Als Stromsensoren reichen meist analoge Hall-Sensoren aus, die das Magnetfeld am Stromkabel erfassen. Diese Magnetfelder sind in Kabelnähe selbst im industriellen Umfeld so viel stärker als eventuelle Störfelder, dass dies die preisgünstigste Lösung ist. Der Nachteil einer nicht von vorne herein kalibrierten Messkette spielt keine Rolle, weil die absolute Stromstärke in den gelernten Oszillogrammen nicht wichtig ist. Eine nachträgliche Kalibrierung der Strommessung durch Integration des Stroms bei bekannter Ladespannung und Kapazität des Kondensators ist programmunterstützt möglich, aber bestenfalls so genau wie die Kapazitätsangabe des Elkos, dessen Eigenschaften stark streuen. Das System wurde zunächst mit einer einfachen Messkarte entwickelt. Zur korrekten Triggerung mussten alle Samples vom Rechner auf Vorliegen der Triggerbedingungen geprüft werden, was von vorneherein zu hoher CPU-Auslastung führt. Viele Anwender betreiben jedoch mehrere Schweißköpfe auf einem Roboter oder einem CNC-Tisch. Da ist es unwirtschaft-

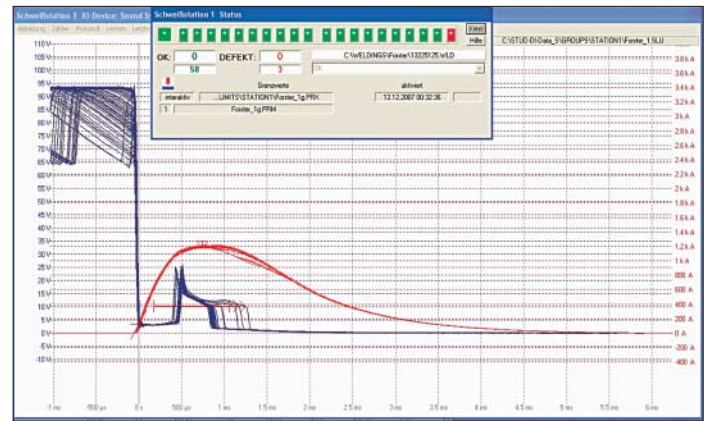


Bild 3: Das STUD-DI-System ist ein Messsystem von Dr. Josef Gödde, das Strom und Spannung zur Qualitätsüberwachung beim CD-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung oszillografiert und analysiert.

lich, für jeden Kopf einen eigenen Rechner einzusetzen.

Deshalb kommen nun MEphisto Scopes UM202 von Meilhaus zum Einsatz. Diese sind als preiswerte, leicht zu programmierende Transientenrecorder einsetzbar, die dem Rechner nur dann Daten schicken, wenn tatsächlich eine Schweißung stattgefunden hat. Dazu kommt, dass diese als USB-Geräte keine eigene Stromversorgung benötigen. Der vorgeschaltete Isolationsverstärker wird ebenfalls vom USB versorgt und kann wahlweise mit Hall-Sensor oder Shuntwiderstand zur Strommessung betrieben werden.

Weil das STUD-DI Programm von vorneherein konsequent objektorientiert für die Überwachung mehrerer Schweißköpfe entwickelt war, brauchte nur das Erfassungsmodul neu programmiert zu werden. Um zusätzliche Köpfe von unabhängig voneinander arbeitender Schweißeinrichtungen zu überwachen, braucht der Anwender nach dem Anschluss der weiteren MEphisto Scopes lediglich menügeführt die Konfigurationsdatei zu ändern und kann so mit einem Rechner bis zu 12 Schweißköpfe überwachen. Die Antwortzeiten des Systems sind dann immer noch schneller als mit der alten Messkarten-Lösung.

Wegen der nun vernachlässigbaren CPU-Auslastung benötigt das STUD-DI Programm keinen eigenen Rechner mehr, sondern kann auf evtl. schon an der Schweißanlage vorhandenen Rechnern (z. B. zur Einrichtung der CNC, SPS) laufen. (jj)

**infoDIRECT** **502e0208**  
[www.elektronik-industrie.de](http://www.elektronik-industrie.de)  
 ▶ Link zu **Meilhaus Electronic**