

# Am laufenden Band

## Kontinuierliche Schweißprozessüberwachung zur Qualitätssicherung in der Fertigung

Die erhöhten Qualitätsanforderungen an Anwender schweißtechnischer Geräte insbesondere im Bereich der Automobilzulieferindustrie erfordern eine Kontrolle der Schweißdaten bereits während des laufenden Fertigungsprozesses. Gleichzeitig spielen die Protokollierung und die Rückverfolgbarkeit dieser Daten gegenüber Endkunden eine immer bedeutendere Rolle. Auf Basis des Softwareentwicklungssystems LabVIEW hat die AMC - Analytik & Meßtechnik

GmbH für den Schweißspezialisten Fronius eine Softwarelösung zur Überwachung, Visualisierung, Steuerung und Protokollierung von Schweißprozessen erstellt. UWE HORN, LARS SCHÖLER



Fertigungsprüfstand zur Überwachung des Schweißprozesses

UWE HORN ist Anwendungstechniker bei der Fronius Deutschland GmbH in Kaiserslautern

**KONTAKT**  
T +49/30/557745-0  
horn.uwe@fronius.com

LARS SCHÖLER ist Entwicklungsingenieur bei der AMC - Analytik & Meßtechnik GmbH in Chemnitz

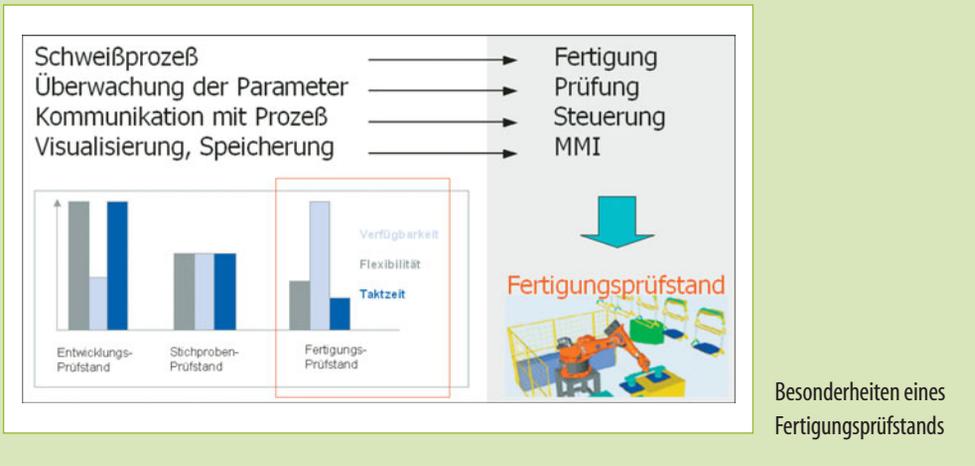
**KONTAKT**  
T +49/371/38388-0  
lars.schoeler@amc-systeme.de

**D**as Ziel des beschriebenen Projektes war die Einführung einer Qualitätssicherung durch Kontrolle und Dokumentation von Schweißdaten in Fertigungsprozessen. Diese Zielstellung ist besonders für Anwender von Schweißtechnologien im Bereich der Automobil-Zulieferindustrie, des Schiffbaus, des Behälter-, Anlagen- und Stahlbaus sowie vieler anderer sicherheitsrelevanter Applikationen von großer Bedeutung. In der ersten Stufe wurden MIG/MAG-Verfahren betrachtet. Dazu mussten folgende Aufgabestellungen bearbeitet und gelöst werden:

- ▶ Auswahl der für Fertigungsprozesse geeigneten Prüfverfahren für Schweißnähte
- ▶ Ausarbeitung und Umsetzung einer modularen Konzeption für Hard- und Software
- ▶ Erprobung des Systems, Anpassung der Kontrollparameter und Praxiseinführung

### Auswahl der Prüfverfahren

Eine Analyse möglicher Prüfverfahren führte zu dem Schluss, dass außer der optischen Prüfung, der Thermographieprüfung und der Prüfung der Schweißprozessparameter keine weiteren ▶



Verfahren für den Einsatz in einem Fertigungsprüfstand geeignet sind, obwohl sie in vielen Fällen genauere Ergebnisse liefern oder auch eine einfachere Handhabung erlauben. Die Gründe hierfür sind prinzipbedingte sehr hohe Zykluszeiten, eine teilweise schlechte Fehlererkennung oder gar keine Möglichkeit zur Maßkontrolle der Schweißnaht. Darüber hinaus ist wie etwa bei der Ultraschall- bzw. der Durchstrahlungsprüfung ein hoher technischer Realisierungsaufwand erforderlich.

Im Gegensatz zu den anderen Verfahren wird bei der Überwachung der aktuellen Schweißprozessparameter nicht die fertige Schweißnaht beurteilt, sondern es werden während einer Schweißung Rückschlüsse auf die Qualität der Schweißnaht gezogen. Die Schweißgeschwindigkeit, die neben dem Schweißstrom, der Schweißspannung und der Drahtvorschubgeschwindigkeit zu den Schweißprozessparametern gehört, wird dabei nicht erfasst. Der Grund

liegt darin, dass die Schweißgeschwindigkeit von der Robotersteuerung geregelt wird und somit nicht durch einen zentralen Sensor oder die Sensoren der Stromquelle erfasst werden kann.

Es wurde statt dessen angenommen, dass die Schweißgeschwindigkeit, die je nach benötigtem Einbrand unterschiedlich gewählt werden muss, konstant ist. Der Einbrand wird anhand der anderen Schweißprozessparameter eingestellt. Mit den vorhandenen Werten können Formfehler, Bindefehler und ungenügende Durchschweißungen erkannt werden. Außerdem ist es möglich, durch eine Schutzgasflussüberwachung, in Abhängigkeit von der Schweißnahtvorbereitung, die Erkennungsrate auf die Fehlergruppen Hohlräume und sonstige Unregelmäßigkeiten zu erweitern. Ausgehend von diesen Überlegungen ist die Überwachung der Schweißprozessparameter das wichtigste Prüfverfahren.

### Konzept

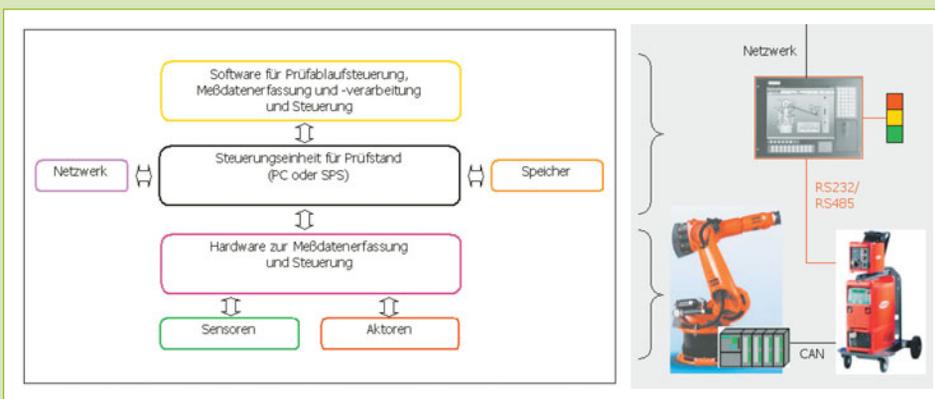
Die Realisierung von Sensorik, Aktorik und Hardware zur Messdatenerfassung und Steuerung basiert auf modernen digitalen Stromquellen wie etwa Fronius TransPuls Synergic. Sollten weitere Datenquellen eingebunden werden, kommen dezentrale National-Instruments-Messmodule der Serien FieldPoint bzw. Compact FieldPoint zum Einsatz. In jedem Fall ist aber OPC die Standard-Schnittstelle.

Plattform für die Steuerungseinheit ist ein PC mit Microsoft-Windows-Betriebssystem. Dies schafft optimale Voraussetzungen für den Einsatz von OPC und bietet alle Optionen für Netzwerk- und Feldbusanbindung (Master oder Slave), Datenbank-Speicherung sowie eine komplexe Funktionalität der Prüfsoftware. Als Plattform für die Prüfsoftware kommt das graphische Entwicklungssystem LabVIEW von National Instruments zum Einsatz. Seine Funktionsbibliotheken decken alle Anforderungen an die Erfassung, Verarbeitung, Speicherung und Visualisierung von Prüfdaten ab und unterstützen auch Erweiterungen in den Bereichen Vision, Motion und Control.

### Realisierung

Die Messwerte der Schweißprozessparameter werden durch den Fronius-OPC-Server über einen LocalNet/RS-232 Wandler bereitgestellt. In Ergänzung dazu können PCI/PXI-Meßkarten über den mitgelieferten Treiber NI-DAQ (OPC-Server) oder Feldbusmodule über den FieldPoint-OPC-Server verwendet werden. Der im LabVIEW-Erweiterungspaket DSC (Datalogging and Supervisory Control Toolkit) enthaltene OPC-Client integriert die Werte in die Visualisierungssoftware und ermöglicht die Weiterverarbeitung und Speicherung in der Datenbank Citadel.

Typischerweise wird in der automatisierten Schweißfertigung die Stromquelle durch die Roboter-SPS über einen Feldbus (z. B. CAN) direkt angesteuert. Da die Schweißdatenüberwachung zum einen durch Sollwert-Vorgabe, zum anderen durch Alarmierung des Bedieners bis hin zur Unterbrechung des Schweißprozesses indirekten Einfluss auf die Fertigung hat, kann jedoch auch hier von einer Steuerung gesprochen werden.



Umsetzung der Konzeptstruktur für den Fertigungsprüfstand

Konkret bedeutet das, dass Bediener mit bestimmter Berechtigung über die Visualisierungssoftware Sollwerte vorgeben dürfen. Die einmal ermittelten Sollwerte lassen sich in eine Excel-Datei exportieren oder aus dieser einlesen. Bei häufigem Bauteilwechsel verringert ein Import der Sollwerte die Umstellzeit mit ansonsten notwendiger manueller Eingabe jedes einzelnen Wertes erheblich. Sollwerte und Grenzwerte sind für jede einzelne Schweißnaht individuell einzugeben.

Der Vergleich der erfassten Istwerte mit den vorgegebenen Sollwerten führt im weiteren Verlauf zu Alarmierungen des Bedieners bei Soll-Ist-Abweichung. Gleichzeitig werden die Istwerte aktuell numerisch und historisch in einem Hypertrend dargestellt. Für eine schnelle Lokalisierung der fehlerhaften Schweißnaht bei einer Sollwert-Abweichung dient eine Bauteildarstellung. Anhand einer Graphik des zu fertigenden Bauteiles werden die einzelnen Schweißnähte nach ihrer Abarbeitung mit dem jeweiligen Status IO oder NIO dargestellt.

## Erweiterungsfähig

Zusätzlich zu den Prüfverfahren der Schweißprozessparameter bietet die Software die Voraussetzungen für eine Integration optischer Prüfungen. Dazu lassen sich Kameras mit hohem Dynamikbereich (z. B. Loglux i5, >100dB) über FireWire oder CameraLink anschließen und über die NI-IMAQ-Funktionsbibliotheken anwendungsspezifisch einbinden. Die Verwendung des Softwareentwicklungssystemes LabVIEW zur Programmierung der Visualisierungssoftware ermöglicht eine autorisierte Benutzeranmeldung und Alarmierung. Die Datenarchivierung mittels der Citadel-Datenbank

erlaubt eine lückenlose Trendspeicherung aller Daten und deren Rückverfolgbarkeit. Dabei wird die Datenbank auf dem Visualisierungssystem gehalten. Eine Extraktion von ausgewählten Prozessdaten unterschiedlicher Zeitspannen sowie Möglichkeiten zum Export, zur Analyse, Interpretation und Dokumentation von Daten und Alarmen sind gegeben.

Neben der Alarmierung des Bedieners im Falle einer Sollwert-Abweichung ist auch eine Schnittstelle zur Kopplung des Visualisierungssystems mit der Robotersteuerung realisiert. Als einfachste Lösung können digitale Ein-/Ausgänge vom FieldPoint-System oder Ein-/Ausgangskarten mit den jeweiligen Baugruppen der Robotersteuerung verbunden werden. Die Kommunikation zwischen der Visualisierungssoftware und dem Feldbussystem oder der PCI/PXI-Karte erfolgt dabei ebenfalls über OPC. So lassen sich einfache Signale wie Start, Stopp, Bestätigung und Freigabe austauschen. Gleichzeitig ist es möglich, den Fertigungsprozess so lange zu unterbrechen, bis der Bediener die Alarme bestätigt hat.

Eine weitergehende Möglichkeit der Kopplung ist die Integration des Visualisierungssystems als Slave in das jeweilige Feldbussystem zwischen Robotersteuerung und Stromquelle (Industrial Ethernet, Profibus, Interbus, CAN, DeviceNet und Modbus). Auch hier erfolgt die Integration der Daten über OPC. Auf diesem Weg stehen alle Daten aus der Stromquelle der Robotersteuerung zur Verfügung.

## Fazit

Das Schweißdaten-Überwachungssystem ermöglicht im Gegensatz zu Stichprobenprüfungen eine permanente und zerstörungsfreie Kon-



Masterstation zur Überwachung von Schweißprozessparametern

trolle der Schweißungen im Fertigungsprozess. Die Entwicklungsumgebung LabVIEW mit den Erweiterungsmodulen DSC und Vision mit ihren integrierten OPC-Schnittstellen ermöglicht dabei eine effiziente Realisierung des Visualisierungssystems inklusive der Einbindung der Schweißdaten und dem Signalaustausch mit der Robotersteuerung.

Die Funktionalitäten der Entwicklungsumgebung erlaubt zudem eine lückenlose Abspeicherung der Daten in eine nicht manipulierbare Datenbank, die Anwendung eines Benutzermanagements und eine rasche Alarmierung des Bedienpersonals. Dies garantiert die für Qualitätsdaten notwendige Sicherheit. Die in den Visualisierungssystemen typischerweise enthaltene Netzwerkanbindung ermöglicht eine Bereitstellung aller Prozessdaten im LAN/WAN und damit die Benachrichtigung bis hin zur separaten Visualisierung an zentraler oder übergeordneter Stelle wie auch eine Übergabe der Prüfergebnisse in Systeme zur Qualitätssicherung. ■

Dieser Beitrag als PDF und weiterführende Informationen (ähnliche Beiträge, technische Daten, Direktlinks zum Hersteller etc.) sind online verfügbar auf [www.aud24.net](http://www.aud24.net)

Zerstörungsfreie Prüfverfahren für Schweißnähte			
Zerstörungsfreies Prüfverfahren	innere Fehlererkennung	äußere Fehlererkennung	Eignung für Fertigungsprüfung
Ultraschallprüfung	vollständig	vollständig	–
Farbeindringprüfung	–	vollständig	–
Magnetpulverprüfung	teilweise	vollständig	–
Wirbelstromprüfung	teilweise	teilweise	–
Potenzialsondenmessung	–	teilweise	–
Optische Prüfung	–	vollständig	ja
Thermographie	vollständig	teilweise	ja
Schallemissionsprüfung	teilweise	–	–

more @ click AD065252 >