

Vollautomatische berührungslose Schweißnahtvermessung in der industriellen Großserienfertigung

Thomas REHMANN¹

¹ EHR GmbH & Co. KG, Pforzheim

Kontakt E-Mail: thomas.rehmann@ehr.de

Kurzfassung

Zur objektiven Beurteilung und Vermessung von Schweißnähten in der industriellen Großserienfertigung gibt es nur wenige geeignete zerstörungsfreie Verfahren, welche in der Praxis eingesetzt werden können. Dazu gehören Röntgen, Ultraschall und Wirbelstrom. Jedoch sind diese Verfahren zur vollautomatischen Schweißnahtvermessung in der Großserienfertigung auf den unterschiedlichen Materialoberflächen und Geometrien nur bedingt einsetzbar.

Mit dem Lasertriangulationsverfahren lassen sich mit modernen Sensoren die Oberflächen Geometrien sehr schnell und hochgenau erfassen. Unter Einsatz einer geeigneten Software können Schweißnähte automatisch von der Oberfläche extrahiert und normgerecht vermessen werden.

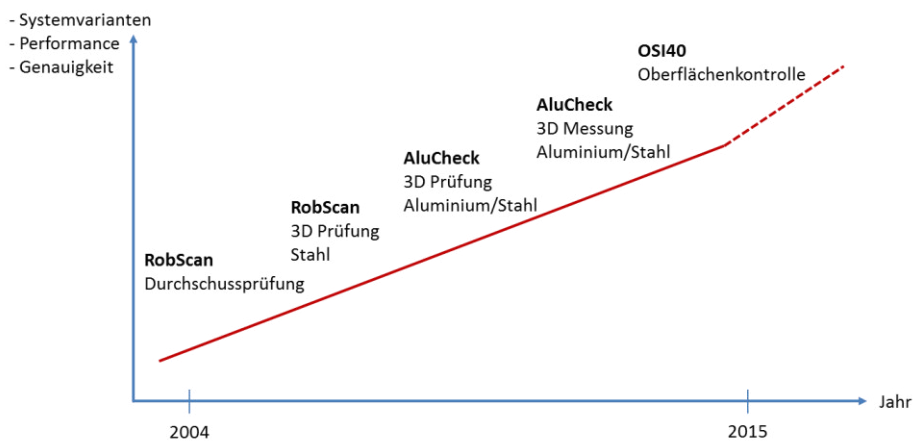
Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Eliminierung von Schwingungen und sonstigen Einflüssen, wie sie bei allen robotergeführten Systemen vorkommen, dar. Des Weiteren werden Funktionen wie Nahtsegmentierung, Unterscheidung unterschiedlicher Nahttypen und automatische Nahtfindung benötigt.

Die EHR® TIVIS® Software vereint diese Funktionalitäten und bildet diese in einer Standardsoftware ab, die sich für viele Nahttypen und Bauteil Geometrien eignet.

Der Vortrag erklärt die Lasertriangulation und geht auf die realisierten Projekte in der Großserienfertigung ein. Mit mehr als 150 installierten Systemen weltweit, ist EHR® einer der führenden Anbieter von vollautomatischen Systemen zur Schweißnahtvermessung.



Historie



Vollautomatische berührungslose Schweißnahtvermessung in der industriellen Großserienfertigung

Agenda

- Gründe für die Notwendigkeit einer 100% Schweiß-, Lötnahtinspektion.
- Verfügbare Prüfverfahren für eine objektive Beurteilung von Schweiß- und Lötnahten an Serienbauteilen.
- Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS® AluCheck.
- Zusammenfassung.

Notwendigkeit der 100% Kontrolle

Unterschiedlichste Schweiß- und Lötnahtgeometrien



Notwendigkeit der 100% Kontrolle

Prozessbedingte Gesichtspunkte

- Schweißprozess ist aufgrund vieler Einflussparameter nicht dauerhaft stabil
- Hohe Stückzahlen
- Kurze Taktzyklen
- Sehr hoher Automatisierungsgrad
- Bei Anbauteilen hohe Anzahl Schweißnähte (> 600)
- Heckmittelstück S-Klasse > 60 Schweißnähte
- Ca. 3,7 m Schweißnaht an der Fahrertür Mercedes S-Klasse

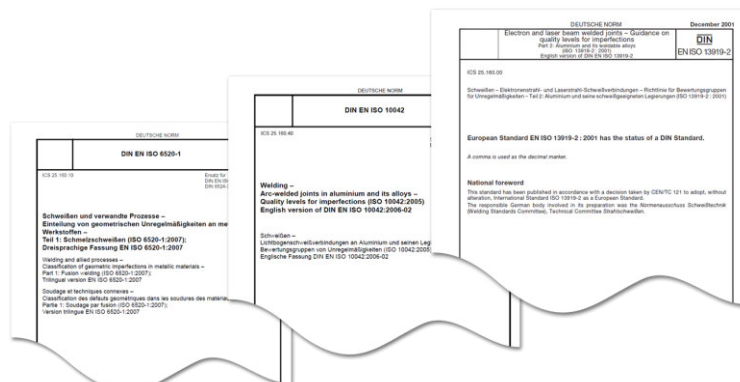
Notwendigkeit der 100% Kontrolle

Unzulänglichkeiten der visuellen Prüfung

- Fehler sind sehr klein (z.B. Poren, allgemein ab 0,2 mm).
- Loch Erkennung und Dichtigkeitsprüfung (ab 0,2 mm).
- Es gibt viele unterschiedliche Naht Geometrien.
- Viele verschiedene Fehler müssen erkannt und klassifiziert werden.
- Unterschiedliche Materialoberflächen müssen geprüft werden.
- Schnelle Ermüdung des Prüfpersonals.
- Keine objektive Bewertung der Fehler möglich.

Notwendigkeit der 100% Kontrolle

Einhaltung der Normen / Dokumentation



Verfahren für eine objektive Qualitätsbeurteilung

- Zerstörende Prüfung
- Zerstörungsfreie Prüfung
 - Taktile Verfahren
 - **Berührungslose Verfahren**

Verfahren für eine objektive Qualitätsbeurteilung

Berührungslose Verfahren

- Röntgen (nach dem Schweißprozess)
- Infrarot (während dem Schweiß-, Lötprozess)
- Wirbelstrom (nach dem Schweißprozess)
- Bildverarbeitung Matrixkamera 2D (während / nach dem Prozess)
- Laserlichtschnitt (nach und während dem Schweißprozess)

Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Prinzip der Lasertriangulation

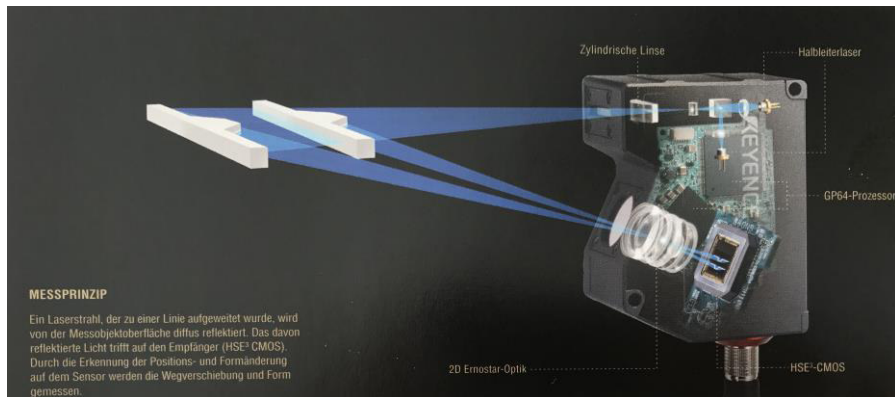
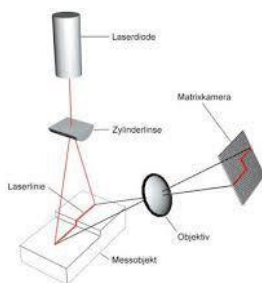


Bild: Keyence

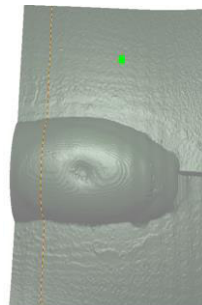
Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Lasertriangulation / Datenverarbeitung

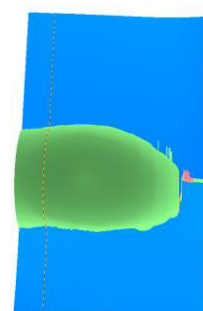
Lasertriangulation



Rohdaten

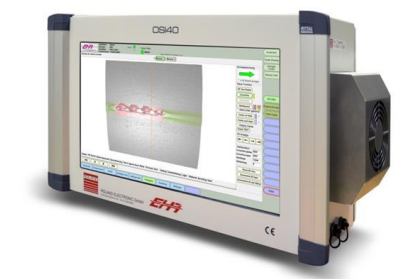


Auswertung



Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Notwendige Komponenten



OSI40 + TIVIS Software



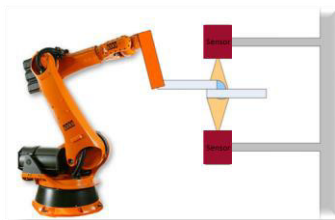
Kabel



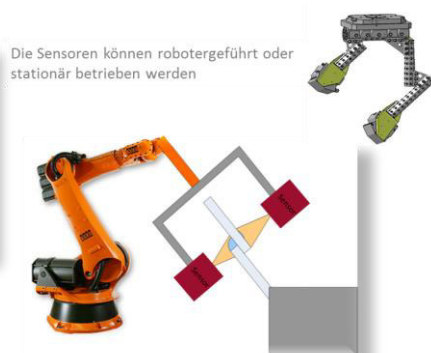
Sensor

Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Voraussetzungen



Stationärer Aufbau



Die Sensoren können robotergeführt oder stationär betrieben werden

Robotergeführte Sensoren

Kehlnahtschweißen im Leichtbau mit SeamLine Remote



Was ist SeamLine Remote?

- SeamLine Remote ist eine online Nahtlageregelung an der PFO 3D-2 für das Laser Remoteschweißen
- Es besteht aus mehreren Laserlinienprojektoren und einer Hochgeschwindigkeitskamera
- Die Fügekantenerkennung erfolgt durch die Vermessung des Höhenprofils entlang einer projizierten Lichtlinie (Triangulation).

Aufgaben der Pre-Sensorik:

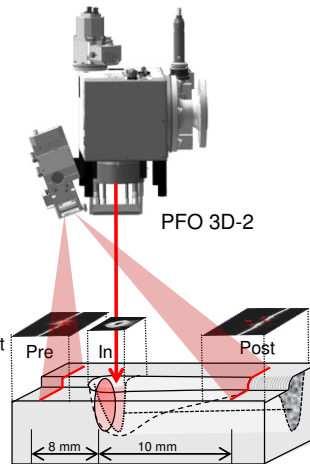
- Ermittlung der Soll-Position der Kehlnaht mittels Lichtschnitt

Aufgaben der In-Sensorik

- Ermittlung der Ist-Position des Brennflecks mittels Graubild

Aufgaben der Post-Sensorik

- Messung der Schweißnahtqualität mittels Lichtschnitt

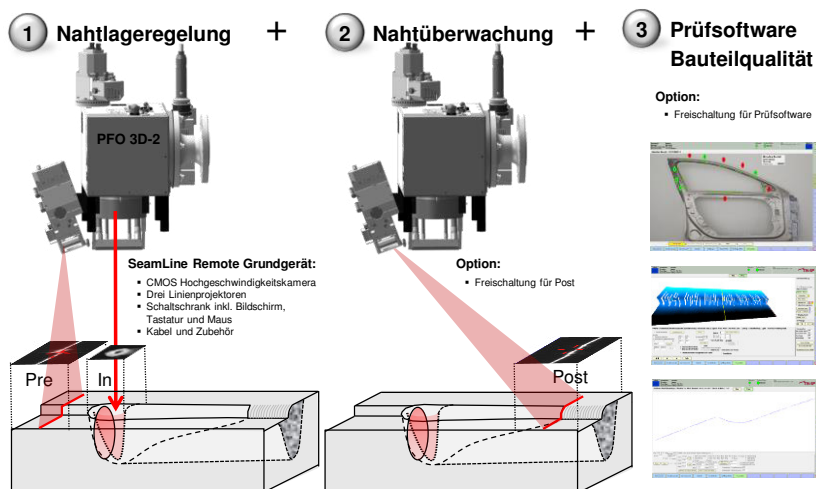


Außerdem: Anbindung an eine Prüfsoftware zur Visualisierung und Bewertung der Bauteilqualität (z.B. Fahrzeugtür, bestehend aus mehreren Einzelnähten)

Kehlnahtschweißen im Leichtbau mit SeamLine Remote



SeamLine Remote Pakete



Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Erkennbare Fehlergrößen

Scan frequency	2000	4000	8000	profiles/s
Travel speed	100	100	100	mm/s
Profile distance / accuracy	0,05	0,025	0,0125	mm

Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

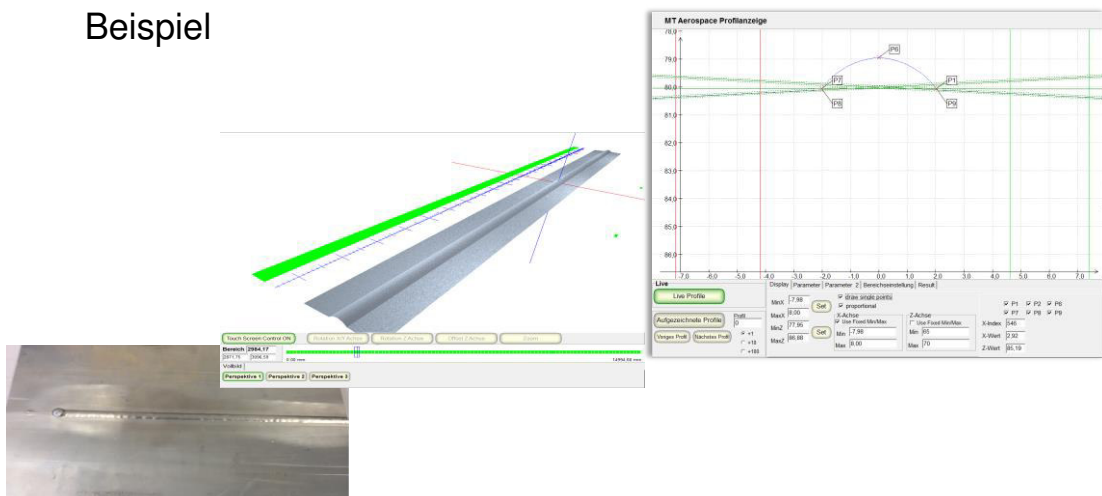


Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®



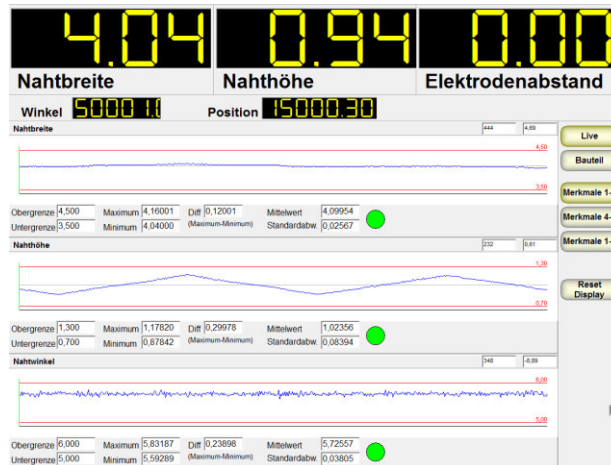
Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Beispiel



Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Beispiel



Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

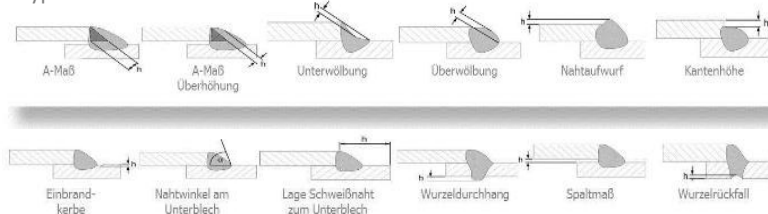
Fehlerbilder (Bördelnaht)

Typische Fehler einer Bördelnaht.



Fehlerbilder (Kehlnaht)

Typische Fehler einer Kehlnaht.

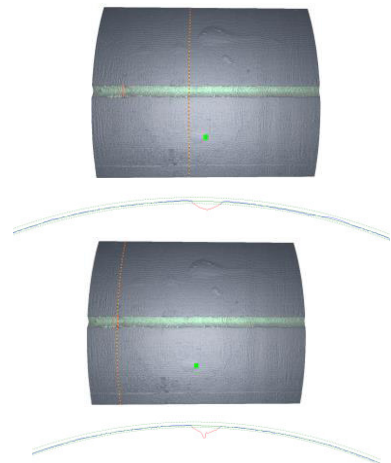


Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Nahtaufwurf						
Maximal zulässiger Nahtaufwurf	1,00	[mm]	☒ Summenfehler relevant	☐ Überbrückt		
Erlaubter Nahtanteil mit Nahtaufwurf über Maximum	16,00	[mm]	☒ Gruppenfehler relevant	☐ Gut Simulation		
			☒ Gruppenfehler 50%	☒ Keine Randauswertung		
Kantenhöhe						
Maximal zulässige Kantenhöhe						
Maximal zulässige Kantenhöhe	0,90	[mm]	☐ Summenfehler relevant	☒ Überbrückt		
Erlaubter Nahtanteil mit Kantenhöhe > Maximum	16,00	[mm]	☒ Gruppenfehler relevant	☐ Gut Simulation		
			☒ Gruppenfehler 50%	☒ Keine Randauswertung		
Fehler "überhaupt keine Naht"						
Fehler "überhaupt keine Naht" ab Kantenhöhe	1,70	[mm]	☒ Summenfehler relevant	☒ Überbrückt		
Erlaubter Nahtanteil mit "überhaupt keine Naht"	1,00	[mm]	☒ Gruppenfehler relevant	☐ Gut Simulation		
			☒ Gruppenfehler 50%	☐ Keine Randauswertung		
Einbrandkerbe						
Maximal zulässige Tiefe Einbrandkerbe	1,00	[mm]	☐ Summenfehler relevant	☒ Überbrückt		
Erlaubter Nahtanteil mit Einbrandkerbe > Maximum	16,00	[mm]	☒ Gruppenfehler relevant	☐ Gut Simulation		
			☒ Gruppenfehler 50%	☒ Keine Randauswertung		
Nahtwinkel						
Maximal zulässiger Nahtwinkel	70,00	[°]	☒ Summenfehler relevant	☐ Überbrückt		
Erlaubter Nahtanteil mit Nahtwinkel > Maximum	16,00	[mm]	☒ Gruppenfehler relevant	☐ Gut Simulation		
			☒ Gruppenfehler 50%	☒ Keine Randauswertung		
Nahtüberwölbung						
Maximal zulässige Nahtüberwölbung						
Maximal zulässige Nahtüberwölbung	0,50	[mm]	☒ Summenfehler relevant	☐ Überbrückt		
Erlaubter Nahtanteil mit Überwölbung > Maximum	16,00	[mm]	☒ Gruppenfehler relevant	☐ Gut Simulation		
			☒ Gruppenfehler 50%	☐ Keine Randauswertung		

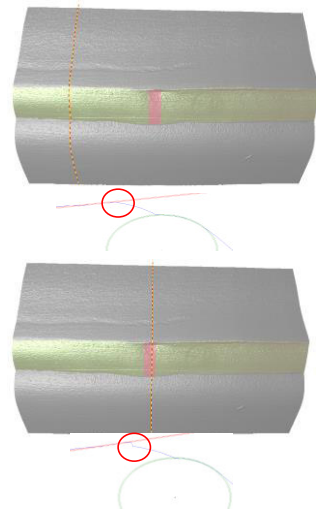
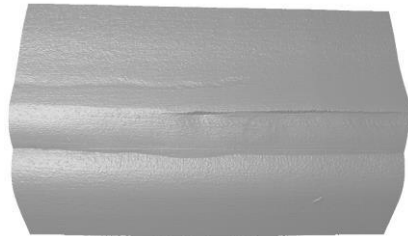
Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Fehlerdarstellung



Systemübersicht und Möglichkeiten von EHR® TIVIS®

Fehlerdarstellung



Zusammenfassung

- Schnelle Schweiß-, Lötprozesse sind nicht hundertprozentig stabil.
- Aus diesem Grund ist bei hohen Qualitätsansprüchen oder bei sicherheitsrelevanten Bauteilen eine 100% Prüfung unabdingbar.
- Bei einem hohen Automatisierungsgrad in der Fertigung ist das nur vollautomatisch realisierbar.
- Viele Bauteile dürfen nur von Partnern gefertigt werden, die über in die Fertigungslinie integrierte QS-Systeme verfügen.
- Für hochgenaue, schnelle und von der Oberfläche unabhängige Messungen, ist das Lasertriangulationsverfahren das Mittel der Wahl.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

