

# Alternative Sensoren zur Schweißspaltverfolgung

Gerhard MOOK<sup>1</sup>, Tino ADAM<sup>2</sup>, Yury SIMONIN<sup>1</sup>, Johannes KLICHE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg

<sup>2</sup> Sondermaschinenbau Calvörde GmbH, Calvörde

Kontakt E-Mail: mook@ovgu.de

## Kurzfassung

Bei der Fertigung von Wagenkästen für den Schienenfahrzeugbau, vom Hochgeschwindigkeitszug im Fernverkehr bis zu S- und U-Bahnen im Nahverkehr, hat es in den letzten Jahren erhebliche Veränderungen der Konstruktionen, der eingesetzten Werkstoffe und Fügeverfahren gegeben. Zunehmend kommen Laserstrahl- und das Plasmaschweißen zum Einsatz. Diese Schweißverfahren ermöglichen Blechverbindungen im Stumpfstoß ohne Überlappung und benötigen keinen Zusatzwerkstoff.

Um diese Schweißprozesse automatisiert einsetzen zu können, ist eine exakte Verfolgung der Schweißnaht mit einer Genauigkeit von wenigen Zehntelmillimetern notwendig. Da die Bleche aber beim Stumpfstoß versatzfrei zu verschweißen sind, können die bisher eingesetzten Lichtschnittsensoren einen Nahtverlauf nicht erkennen. Auch taktile Sensoren eignen sich nicht, da eine Körperkante zum Abtasten fehlt. Bedingt durch die Größe der Bauteile und ihre nicht immer ausreichende Genauigkeit ist ein Schweißen mit einer festen Bahnsteuerung nicht möglich. Die einzig mögliche Alternative ist derzeit das exakte Teachen jeder einzelnen Schweißnaht vor dem Schweißen. Dafür kann die Naht mit einem Pilotlaser geringer Leistung abgefahren und die manuell vermessenen Abweichungen im Programmablauf korrigiert werden. Der Personal- und Zeitaufwand dafür sind erheblich und müssen bei jeder Schweißung wiederholt werden. Ein automatisches Schweißen der Bauteile ist somit nicht möglich.

Da es sich beim Schweißspalt um eine Werkstofftrennung handelt, besteht die grundlegende Idee darin, Wirbelstromsensoren für ihre exakte Verfolgung einzusetzen. Die Sensoren liefern neben der Spaltposition auch Angaben zum Versatz der Bleche und zur Spaltbreite.

# Alternative Sensoren zur Schweißspaltverfolgung

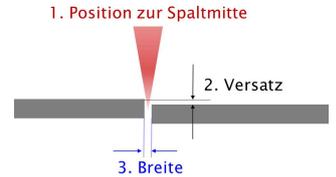
## Aufgabe

Laserstrahlschweißen von Blechen im Stumpfstoß ohne Zusatzwerkstoff → Geht nur bei präziser Einhaltung der Spaltparameter → Spaltparameter müssen überwacht werden!

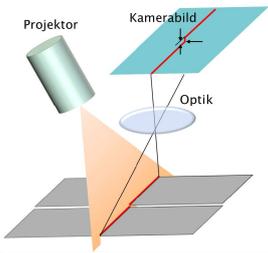


Bei der Fertigung von Wagenkästen für den Schienenfahrzeugbau hat es in den letzten Jahren erhebliche Veränderungen der Konstruktionen, der eingesetzten Werkstoffe und Fügeverfahren gegeben. Zunehmend kommen das Laserstrahl- und das Plasmaschweißen zum Einsatz. Diese Schweißverfahren ermöglichen Blechverbindungen im Stumpfstoß ohne Überlappung und benötigen keinen Zusatzwerkstoff.

Um diese Schweißprozesse automatisiert einsetzen zu können, ist eine exakte Verfolgung der Schweißnaht mit einer Genauigkeit von wenigen Zehntelmillimetern notwendig. Feste Bahnsteuerungen sind nur selten möglich.

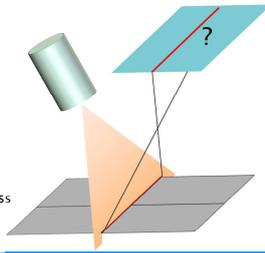


## Lichtschnittverfahren



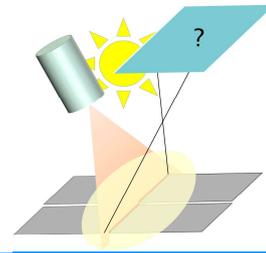
### Messbetrieb

Eine Laserlichtquelle projiziert eine helle Linie quer über den Spalt. Eine Kamera erfasst diese Linie aus einem anderen Winkel, sodass sich die Spaltparameter an Unstetigkeiten erkennen lassen.



### problematisch

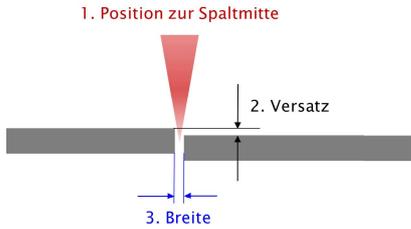
Liegen die Bleche perfekt aneinander, was durch den Laserzusschnitt möglich ist, zeigt sich keine Unstetigkeit im Abbild der Linie. Die Spaltposition kann nicht eindeutig bestimmt werden.



### problematisch

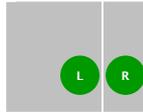
Wird die Linie zum Beispiel durch Sonnenlicht überstrahlt, wird die Bestimmung der Spaltparameter zusätzlich erschwert.

## Herausforderungen für das Wirbelstromverfahren

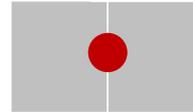


Das aus der Rissprüfung bekannte Wirbelstromverfahren findet alle Spalte. Außerdem kann es den Abstand zu den Blechen bestimmen und daraus den Versatz ermitteln. Die Bestimmung der Spaltbreite ist eine echte Herausforderung, die durch eine neue Sensorart gelöst wurde. Störparameter, wie Temperatur- und Materialeinfluss werden minimiert.

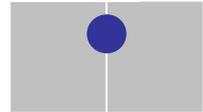
### Abstandssensoren



### Positionssensor



### Spaltbreitensensor



### Umgebungssensor



Für jede Teilaufgabe wurden optimierte Sensoren entwickelt. So sollen die Abstandssensoren nicht den Spalt sehen, der Positionssensor soll unabhängig von Abstand, Versatz und Spaltbreite arbeiten und der Spaltbreitensensor soll weder auf Abstand, Position noch Versatz reagieren.

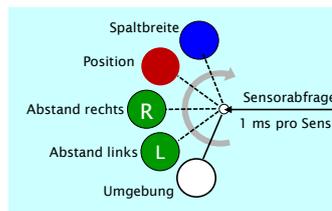
Dazu wurden aufwendige Algorithmen entwickelt, die auf Kalibrierungen und Verknüpfungen der Sensordaten zur Entkopplung der Einflüsse basieren. Der Temperatureinfluss wird durch den Umgebungssensor erfasst.

## Multisensorik



Der Sensorkopf besteht aus einem temperaturbeständigen und elektrisch isolierenden Material, das die Magnetfelder der Sensoren passieren lässt. Die mehrkanalige Wirbelstrom-Elektronik ist direkt im Kopf integriert. Energie- und Daten werden per USB-Kabel übertragen.

### Sensorkopf



### Demodulation und Parameterentkopplung



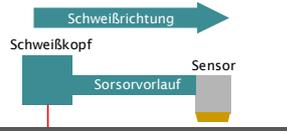
Ein Windows-Rechner bestimmt aus den Sensordaten die Messwerte und übergibt sie der Schweißsteuerung.

## Integration in die Steuerung

### Hardwareintegration

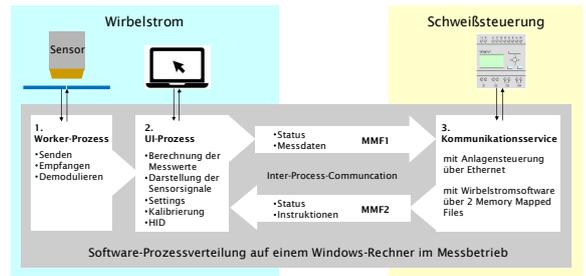


Die vom Windows-Rechner ermittelten Werte werden an die Schweißsteuerung übertragen. Zur Demonstration werden die ermittelten Werte hier auf ein Smartphone gespiegelt.



Der Prüfkopf läuft in einiger Entfernung vor dem Schweißkopf.

### Softwareintegration



## Danksagung

Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Landes Sachsen-Anhalt gefördert.



## Kontakt



Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Telefon: 0391/675455  
E-Mail: mook@ovgu.de



SM Calvörde Sondermaschinenbau GmbH & Co. KG  
Telefon: 039051/90163  
E-Mail: t.adam@smcalvoerde.de