

Ersetzt Ausgabe November 2005

**Inhalt:**

Vorwort

- 1 Übersicht
- 2 Erfassung der Fugengeometrie
- 3 Prozessüberwachung
- 4 Erfassung der Nahteigenschaften
- 5 Funktionsprinzipien der Messverfahren
- 5.1 Mechanische Verfahren
- 5.2 Elektronische Verfahren
- 5.3 Optische Verfahren
- 5.4 Akustische Verfahren
- 5.5 Magnetische Verfahren
- 6 Schrifttum

allein aber nicht ausreichend, um die geforderte Qualität zu sichern. Die Gliederung des Merkblatts unterscheidet zwischen Sensoren zur

- Erfassung der Fugengeometrie (s. Abschnitt 2)
- Prozessüberwachung (s. Abschnitt 3)
- Erfassung der Nahteigenschaften (s. Abschnitt 4).

Abschnitt 1 des Merkblatts gibt eine tabellarische Übersicht zu den Sensorprinzipien. Die hier eingeordnete Nummerierung ist in den späteren Tabellen berücksichtigt. In Abschnitt 5 schließlich finden sich zu jedem Sensorprinzip Planblätter mit Erläuterungen zum Messprinzip, dem schematischen Aufbau und Hinweisen zur Anwendung wie Messgenauigkeit und -geschwindigkeit.

**Vorwort**

Das Merkblatt gibt dem Anwender der Laserstrahlschweißtechnologie Hinweise auf Sensorik, die während des Laserstrahlschweißens zur Sicherung der Bearbeitungsqualität eingesetzt werden kann. Berücksichtigt werden ausschließlich Sensorsysteme, die während oder parallel zum Schweißprozess Messungen durchführen, von den Herstellern auch als Online-Sensorik bezeichnet. Grundsätzlich ist mit den nachfolgend vorgestellten Sensoren eine Regelung möglich bzw. heute bereits realisiert. Häufig ist ein einzelner Sensor

**1 Übersicht**

In Tabelle 1 sind die zurzeit verwendeten Sensorsysteme aufgeführt. Sie sind nach der Funktionsweise, d. h. dem Messverfahren, zeilenweise geordnet. Die Spalten geben Auskunft über die mögliche Position relativ zum Prozess des jeweiligen Messverfahrens. Man unterscheidet hierbei Verfahren, die vorlaufend arbeiten (Erfassung der Fugengeometrie), die prozessnah messen (Prozessüberwachung) und die, die nachlaufend sind (Erfassung der Nahteigenschaften).

**Tabelle 1. Übersicht „Qualitätssichernde Sensorik während des Laserstrahlschweißens“.**

		Position relativ zum Prozess		
		vorlaufend	prozessnah	nachlaufend
<b>Mechanische Verfahren</b>				
Nr. 1	Taktile Systeme	x		
<b>Elektronische Verfahren</b>				
Nr. 2	Kapazitive Systeme	x	x	
Nr. 3	Induktive Systeme	x		
<b>Optische Verfahren</b>				
Messmethoden mit Hilfslichtquellen				
Nr. 4	Lichtschnitt	x		x
Nr. 5	Graubildanalyse	x	x	x
Nr. 6	Durchlichtverfahren	x		x
Messmethoden vom NIR- bis IR-Bereich (NIR = nahes Infrarot)				
Nr. 7	Intensitätsmessung (ohne Ortsauflösung) vom NIR- bis IR-Bereich		x	x
Nr. 8	Ortsaufgelöste Intensitätsmessung vom NIR- bis IR-Bereich		x	x
Messmethoden im UV-Bereich				
Nr. 9	Intensitätsmessung (ohne Ortsauflösung) im UV-Bereich		x	

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Strahlschweißen“

		Position relativ zum Prozess		
		vorlaufend	prozessnah	nachlaufend
Messmethoden im VIS-Bereich (visueller Bereich)				
Nr. 10	Intensitätsmessung (ohne Ortsauflösung) im VIS-Bereich		x	
	Ortsaufgelöste Intensitätsmessung im VIS-Bereich		x	
Messmethoden im Wellenlängenbereich des Bearbeitungslasers				
Nr. 11	Rückreflexmessung (bei Laserwellenlänge)		x	
<b>Akustische Verfahren</b>				
Nr. 12	Ultraschallverfahren			x
Nr. 13	Laser-Ultra-Schall-Technologie / Laser-Ultra-Sonic-Technology (LUST)			x
<b>Magnetische Verfahren</b>				
Nr. 14	MFL Magnetischer Streufluss			x

Im Weiteren werden für die einzelnen Messpositionen relativ zum Prozess die Qualitätsmerkmale aufgezeigt, die mit den einzelnen Sensordaten erfasst werden können.

## 2 Erfassung der Fugengeometrie

In der Messposition vor dem Prozess wird die Fugengeometrie erfasst. Die dabei verwendeten geometrischen Kenngrößen sind für die relevanten Stoßarten in Bild 1 zusammengefasst. In Tabelle 2 sind die für eine Geometrieerfassung prinzipiell geeigneten Sensortypen aufgelistet und hinsichtlich Anwendbarkeit bei verschiedenen Naht-Stoß-Kombinationen und geometrischen Größen eingeordnet.

**Tabelle 2. Zuordnung der erfassbaren qualitätsrelevanten Merkmale bei verschiedenen Fügegeometrien zu den vorlaufenden Messverfahren.**

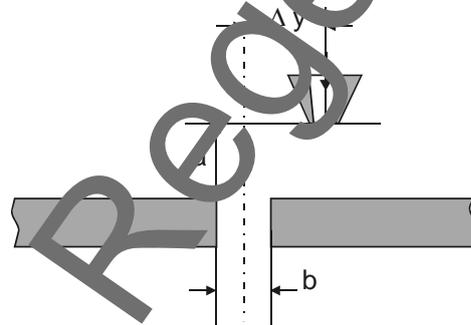
Qualitätsrelevante Merkmale	Nahtart und Stoßgeometrie		
	I-Naht am Stumpfstoß	Kehlnaht am Überlappstoß	Kehlnaht am T-Stoß
Abstand a	Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4	Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4	Nr. 1, (Nr. 2), (Nr. 3), Nr. 4
Fugenlage lateral $\Delta y$	(Nr. 1), (Nr. 3), (Nr. 4), Nr. 6	Nr. 1, (Nr. 2), Nr. 3, Nr. 4	Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4
Spaltgröße b	Nr. 4, Nr. 6	Nr. 4	Nr. 4, (Nr. 6)

( ) mit Einschränkung einsetzbar

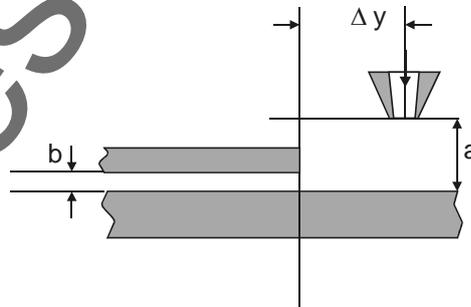
## 3 Prozessüberwachung

Wird die Messung prozessnah durchgeführt, so werden im Wesentlichen akustische oder optische Signale, die der Schweißprozess emittiert, untersucht und mit geometrischen oder Prozessparametern in Zusammenhang gebracht. Dabei ist meist keine eindeutige Zuordnung zwischen Signaländerung und spezifischem Fehler möglich, vielmehr wird eine globale Aussage über den Prozessverlauf getroffen.

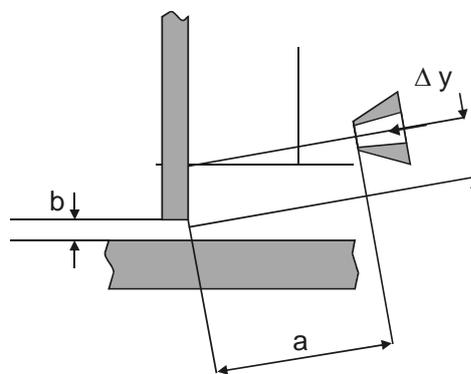
I-Naht am Stumpfstoß



Kehlnaht am Überlappstoß



Kehlnaht am T-Stoß



a Abstand  
b Spaltgröße  
 $\Delta y$  Fugenlage lateral

**Bild 1.** Definition der verwendeten geometrischen Kenngrößen.