



Vollmechanisiertes Schweißen großvolumiger Nähte mit den Methoden der additiven Fertigung - FormWeld AM

Motivation & Zielstellung

Das Verbindungsschweißen von Stahlbauteilen mit Wandstärken von 40 bis 100 mm ist im Bereich des Stahlbrückenbaus, des schweren Maschinen- oder Schiffbaus gängige Praxis. Die vergleichsweise großen Toleranzen bei der Nahtvorbereitung durch autogenes Brennschneiden, eine hohe geforderte Abschmelzleistung und variable Schweißpositionen machen das MSG-Mehrlagenschweißen zum bevorzugt eingesetzten Schweißverfahren. Die hohen Bauteilgewichte und -abmaße sowie variable Nahtfugen lassen dabei kein Handling mit Positionierern oder Drehkippeinrichtungen für das vollmechanisierte Schweißen zu. Daher werden die Schweißnähte aufwendig in Strichraupentechnik handgeschweißt, wie Abb. 1 exemplarisch zeigt. Im

vorliegenden Projekt werden dickwandige Verbindungsschweißungen durch den Einsatz von einfachen und kostengünstigen Kinematiken und additiven Bewegungsmustern (vgl. Abb. 1) vollmechanisiert ausgeführt. **Ziel** ist es:

- additive Fertigungsmethoden einzusetzen,
- auf die Vorwärmung durch Ausnutzung der vorauseilenden Schweißwärme zu verzichten,
- die vom Mehrlagenschweißen bekannten Anlasseffekte auszunutzen,
- dem Fachkräftemangel durch Automatisierung entgegen zu wirken,
- die Arbeitsbelastung für den Schweißer zu reduzieren und

die Effizienz und Qualität zu steigern. Um diese Maßgaben zu erreichen, wird ein CAE Workflows mit der Technologie der drahtbasierten additiven Fertigung (**WAAM**) eingesetzt.

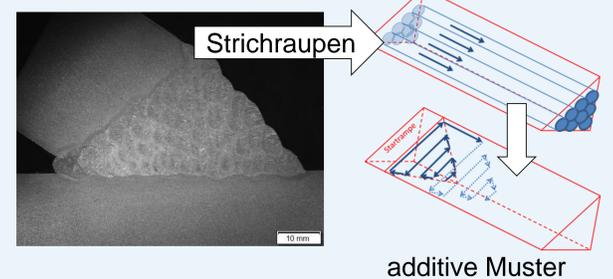


Abb. 1: Übergang von Strichraupen zu additiven Bewegungsmustern

Methoden

Es wird der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) Kleinroboter UR10 eingesetzt. Basierend auf den 3D CAD Daten der zu schweißenden Bauteile werden verschiedene additive Bewegungsmuster in einem

CAM Programm geplant (Parameter siehe Tab. 1). Mit der Ausgabe über einen Postprozessor werden die Bewegungsmuster in einen skriptbasierten Maschinencode übersetzt, der am MRK eingelesen

wird. So lassen sich die additiven Fertigungsstrategien stationär experimentell unter Laborbedingungen im Hinblick auf die Auswahl geeigneter Muster untersuchen, wie Abb. 2 zeigt.

Tab. 1: Schweißparameter und Bewegungsmuster

Parameter	Hinweis	Bewegungsmuster
U	30 V	Schweißspannung
I	278 A	Schweißstrom
v _s	60 cm/min	Schweißgesch.
v _D	8,8 m/min	Drahtvorschub
t	40 mm	Blechdicke
S355J2+N		Grundwerkstoff
G3Si1		Zusatzwerkstoff

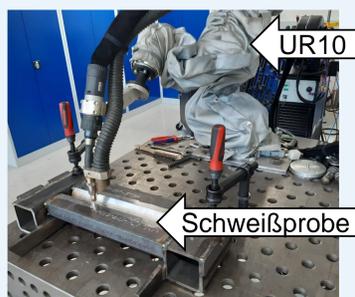
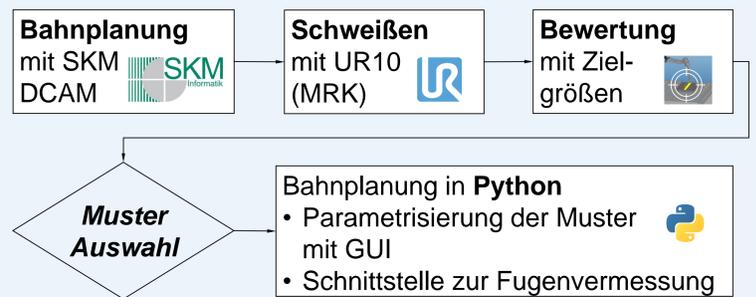


Abb. 2: Versuchsaufbau mit Schweißprobe am MRK Roboter (UR 10 + iROB Pulse 400) und Workflow



Ergebnisse und Ausblick

Die Strichraupentechnik wird in Abb. 3 dem additiven Bewegungsmuster „Mäander hybrid“ bestehend aus Längs- und Quermäandern bzw. Pendelungen gegenübergestellt. Im Hinblick auf die Wärmeleitung zeigt sich eine erhebliche Überhitzung der Mäander hybrid Proben im Schweißnahtbereich gegenüber den Strichraupen-Proben. Tab. 2 beinhaltet die zugehörigen t_{8/5}- Zeiten und mechanisch technologischen Eigenschaften. Gegenüber der Strichraupentechnik nimmt Kerbschlagarbeit KV_{WEZ} für die Mäander hybrid Technik um 54 % ab.

- Übertragung der hybriden Bahnmuster auf eine variable Fugengeometrie (vgl. Abb. 4) und
- Anwendung der Bahnplanungssoftware **ADD-WELD** vom Projektpartner SoMaRo GmbH für angepasste additive Strategien (vgl. Abb. 4).

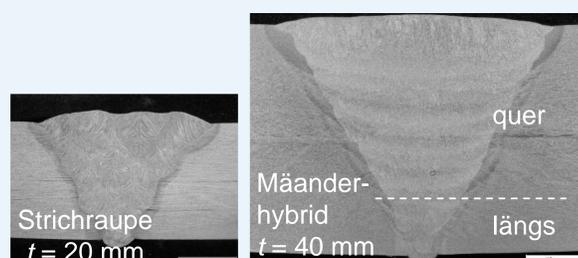


Abb. 3: Makroschliffe

Tab. 2: Technologische Eigenschaften

Parameter		Strichraupe	Mäander hybrid
t	[mm]	20	40
t _{8/5}	[s]	5 ... 9	24 ... 38
HV10	GW	162 ± 12	162 ± 08
HV10	WEZ	240 ± 31	181 ± 09
HV10	SG	228 ± 15	172 ± 14
KV	WEZ [J]	203 ± 07	94 ± 17

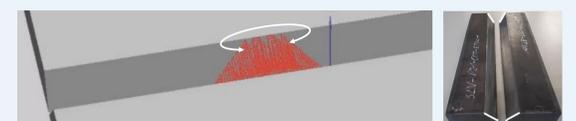


Abb. 4: Bewegungsmuster für wechselseitige Rampe & variable Fuge



2. Fachtagung
 Additive Manufacturing
 5. Oktober 2021, Halle (Saale)



SoMaRo GmbH



Gefördert durch
 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages