

## Teilprojekt/Arbeitskreisgruppe A4

### Titel

Simulationsunterstützte Ermittlung der Wirkung von Schweißbadströmungen auf die präzise Bildung der MSG-Schweißnaht

### Projektleitung/-bearbeitung

Mokrov, Oleg, Dr.-Ing.(RUS) (Projektleitung)

Lisnyi, Oleksii, Dr.-Ing.(UKR) (Projektbearbeitung)

Simon, Marek, Dipl.-Phys. (Projektbearbeitung)

Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik (ISF) der RWTH Aachen

### Aufgabenstellung

Ziel des Teilprojektes ist die simulationsunterstützte Vorhersage der Ausbildung der Schweißnähte beim Lichtbogenschweißen (MIG/MAG) als Basis für eine gezielte Beeinflussung der Schweißnaht zur Erhöhung der Bauteilpräzision. Dabei wird ein selbstkonsistentes Modell entwickelt, das den gesamten Schweißprozessbereich umfasst (Abb.1).

Ein zentraler Schwerpunkt der Forschung ist, durch ein verbessertes Verständnis der Wechselwirkung von elektrodynamischen und fluiddynamischen Effekten und den Einfluss auf die Bildung der Schweißnaht.

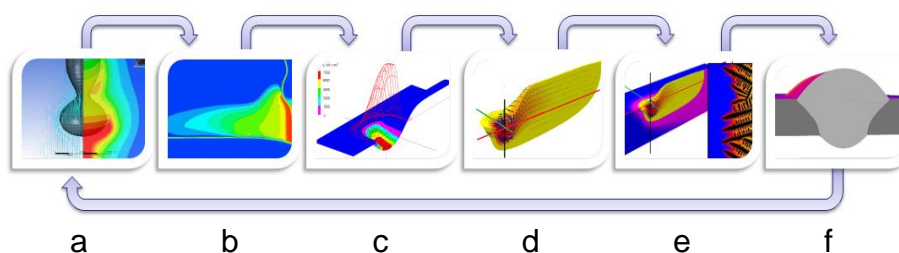


Abb. 1 Teilbereiche des Lichtbogenschweißens: (a) Elektrodendraht und Tropfen, (b) Lichtbogen, (c) Fallgebiete (d) Schmelzbad mit freier Oberfläche (e) Erstarrung (f) Schweißnaht.

Im vierten Jahr des Teilprojektes wurde das Kathodenmodell für die Wärme und Stromeinbringung zunächst in einem Berechnungscode implementiert und mit diesem Code konnten erste numerische Berechnungen durchgeführt werden die den Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur und Kathodenfleckverteilung verdeutlichten (AP1.1.). Die daraus resultierenden Erkenntnisse wurden ebenfalls in vereinfachter

Form im Schmelzbadmodell bei der Berechnung der Schmelzbadform berücksichtigt und analysiert. Die Ergebnisse wurden anschließend auf drei Konferenzen präsentiert und für die internationale Fachwelt zur Diskussion gestellt. Zuletzt wurde noch eine Reihe an Schweißversuchen mit Hochgeschwindigkeitsaufnahmen begonnen um den Prozess noch genauer zu analysieren (AP3.1).

### **Vorgehensweise**

Es wurde zunächst ein Kathodenmodell mit detaillierter Berücksichtigung der Kathodenprozesse entwickelt, wobei der Einfluss der Verdampfung hier durch einen Dämpfungsterm in der Ionenstromdichte modelliert wurde. Dieser physikalisch fundierte Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur und Wärmestromdichte wurde als Wahrscheinlichkeit für die Entstehung eines Kathodenflecks verwendet und in ein zweidimensionales Verteilungsmodell implementiert, wobei die Kathodenflecken wiederum die Temperaturverteilung modifizierten und somit ein nicht-linearer Zusammenhang hergestellt wurde. Anschließend wurde die aus diesem Modell resultierende Form der Verteilung auch in der Schmelzbadsimulation eingesetzt und es konnten wesentliche Effekte auf die Maximaltemperatur, sowie die Verdampfungsverluste festgestellt werden. Um die Verteilung der Kathodenflecken auf dem Schmelzbad zu bestätigen wurden anschließend Hochgeschwindigkeitskameraaufnahmen durchgeführt, allerdings ließen sich dort die Kathodenflecken nicht in der erwarteten Deutlichkeit beobachten und der Versuchsaufbau wurde für eine Messkampagne im nächsten Jahr modifiziert. Außerdem wurden die Ergebnisse auf unterschiedlichen internationalen Fachtagungen vorgestellt und diskutiert.

### **Ergebnisse**

Zusammen mit dem im ersten Jahr entwickelten Schmelzbadmodell und der im zweiten Jahr entwickelten Berücksichtigung der Tropfenwirkung, wurde das Konzept für das Kathodenmodell umgesetzt und eingehend analysiert, sowie in vereinfachter Form auch im Modell für die Schmelzbadbildung des MSG-Schweißens umgesetzt und ebenfalls analysiert. Als besonders wertvoll erwiesen sich die Anregungen die auf den internationalen Fachkonferenzen eingeholt werden konnten.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Die im letzten Jahr entwickelten Modelle für Schmelzbad und Kathodenbereich erlauben ein tieferes Verständnis für die wesentlichen Prozesse für die Schmelzbadbildung beim MSG-Schweißen. Die Hypothese auf welchem das Modell für den Kathodenbereich basiert wurde ebenfalls experimentell untersucht, jedoch sind noch eingehendere Untersuchungen erforderlich. Aufgrund des tieferen Verständnisses der Prozesse ist nun eine Erweiterung des Modells auf den Impulsprozess möglich.

### Veröffentlichungen

- Simon, M.; Schmidt, A.; Mokrov, O.; 2018: Schweißprozesssimulation - Simulationsgestützte Erforschung der physikalischen Prozesse verschiedener Schweißverfahren, In: Im Blickpunkt. Deutschlands elite-Institute: Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik der RWTH Aachen University, ISBN: 1614-8185
- Mokrov, O.; Simon, M.; Schiebahn, A.; Reisgen, U.; 2018: Evaporation-determined model for cathodic heating in GMA welding, In: Proceedings of the 22nd International Conference on Gas Discharges and Their Applications, Novi Sad, Serbia, September 2-7, 2018, Volume I, ISBN: 978-8-67025-781-8
- Mokrov, O.; Simon, M.; Schiebahn, A.; Reisgen, U.; 2018: Evaporation-based model for plasma-cathode attachment in GMA welding, In: Proceedings of the 22nd International Conference on Gas Discharges and Their Applications, Novi Sad, Serbia, September 2-7, 2018, Volume II, ISBN: 978-8-67025-782-5
- Mokrov, O.; Simon, M.; Schiebahn, A.; Reisgen, U.; 2019: Evaporation-determined model for arc heat input in the cathode area by GMA welding, In: Mathematical Modelling of Weld Phenomena 12, (accepted), TU Graz
- Mokrov, O.; Lisnyi, O.; Simon, M.; Schiebahn, A.; Reisgen, U.; 2019: Study of coupled influence of evaporation and fluid flow inside a weld pool on welded seam formation in GMAW, In: Mathematical Modelling of Weld Phenomena 12, (accepted), TU Graz
- Mokrov, O.; Simon, M.; Schiebahn, A.; Reisgen, U.; 2019: Concept for the calculation of the distribution of

**SFB 1120**

**Jahresbericht**



heat input in the cathode area by GMA welding; In:  
Welding in the world (invited paper submitted)