

## Teilprojekt A4

### **Titel**

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

### **Projektleitung/-bearbeitung**

Mokrov, Oleg (Projektleitung)  
Simon, Marek (Projektbearbeitung)  
ISF

### **Aufgabenstellung**

Das bisher mit dem Schmelzbadmodell gekoppelte Kathodenmodell war in der Lage Plasmatemperatur und Eisenanteil im Plasma als Eingabeparamter anzunehmen. Um diese Parameter auch innerhalb der Simulationskette abbilden zu können, musste das bestehende Modell um ein Lichtbogenmodell erweitert werden und eine Kopplung zwischen Kathodenmodell und Lichtbogenmodell entwickelt werden.

### **Vorgehensweise**

Aufbauend auf bestehenden Simulationen für das WIG-Schweißen wurde in Comsol Multiphysics ein erstes rotationsymmetrisches Lichtbogenmodell aufgesetzt. Hierbei wurde ein Ansatz mit einer aus dem EDACC-Modell abgeleiteten elektrischen Leitfähigkeit entlang einer dünnen Schicht an der Grenzfläche zwischen Lichtbogen und Schmelzbad verwirklicht. Parallel dazu wurde Kontakt zu der Arbeitsgruppe von Prof. Sano von der Osaka University (Dept. Manufacturing Science) aufgenommen und ein wissenschaftlicher Austausch initiiert, in welchem das Kathodenmodell für die Anwendung in dem in der Arbeitsgruppe entwickelten Lichtbogenmodell übergeben wurde sowie auch Kenntnisse über die Lichtbogensimulation ausgetauscht wurden. Dieses parallele Vorgehen wurde gewählt, da die Arbeitsgruppe aus Osaka eine international führende Rolle in der Simulation von Schweißlichtbögen einnimmt und gleichzeitig ein großes Interesse und ein großer Bedarf für das EDACC Modell bestand.

Weiterhin wurde die Bedeutung des Wichtungsfaktors aus dem EDACC Modell sowie die sich im EDACC Modell ergebende Energiebilanz eingehend analysiert.

Eine weitere Aufgabe bestand in der fortlaufenden Untersuchung der SPH Methode, welche anhand eines WIG-Schweißprozesses quantitativ gegen Ergebnisse aus Comsol Multiphysics und aus einem selbstgeschriebenen Solver validiert wurde.

### **Ergebnisse**

Zunächst wurde eine erste Kopplung eines einfachen transienten ein Lichtbogenmodells mittels des Kathodenmodells an eine Schmelzbadsimulation in Comsol Multiphysics aufgesetzt und damit eine prinzipielle Umsetzbarkeit des Ansatzes belegt werden. Darauf aufbauend konnte in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe aus Osaka, Japan, eine erste transiente, rotationssymmetrische Simulation von Draht-Lichtbogen und Schmelzbad mit EDACC Kopplung realisiert werden. Obwohl noch numerische Instabilitäten bestehen, belegen die Ergebnisse die Umsetzbarkeit des Ansatzes. Dies eröffnet nun auch die Möglichkeit einer transienten Modulation der Stromstärke einer Berücksichtigung des Kurzschlusses. Allerdings konnten die numerischen Instabilitäten noch nicht überwunden werden, da die Berechnung eine hohe Diskretisierungsdichte benötigt und was auch begründet warum der Einsatz effizienterer numerischer Methoden unerlässlich ist.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Auch wenn die bisher erreichte Kopplung der Teilmodelle noch numerische Instabilitäten aufweist, konnte eine erste transiente Simulation auf Basis des EDACC Modells realisiert werden. Diese weist realistische Schmelzbadoberflächentemperaturen auf und erlaubt damit eine präzisere Berücksichtigung der schmelztreibenden elektromagnetischen Kräfte.

Um die numerischen Instabilitäten zu beseitigen und dann auch den Kurzschlussprozess zu untersuchen, werden effizientere numerische Methoden benötigt. Hierfür ist auch eine Einbindung der SPH Methode für die Strömungssimulation vorgesehen.

## Veröffentlichungen

O. Mokrov, M. Simon, I. Shvartc, R. Sharma, U. Reisgen (2021) – Validation of the EDACC model for GMAW process simulation by weld pool dimension comparison. In: Enhanced Material, Parts Optimization And Process Intensification. Proceedings of the 1st International Joint Conference on Enhanced Material and Part Optimization and Process Intensification, EMPORIA 2020, May 19 - 20, 2020, Aachen, Germany; S. 51 - 59

O. Mokrov, M. Simon, R. Sharma, U. Reisgen, Ch. Schöler, M. Nießen, W. Schulz (2021) – Steigerung des Schweißprozessverständnisses durch Simulation des Laserstrahl- und des MSG-Schweißens. In: Schweißen und Schneiden, 73, 2021, 7, S. 428 – 435

M. Simon (2021) – On the Mechanism of Evaporation-Determined Arc-Cathode Coupling in GMA Welding (Dissertation). Düren: Shaker Verlag. 113 Seiten  
<https://doi.org/10.18154/RWTH-2021-04680>