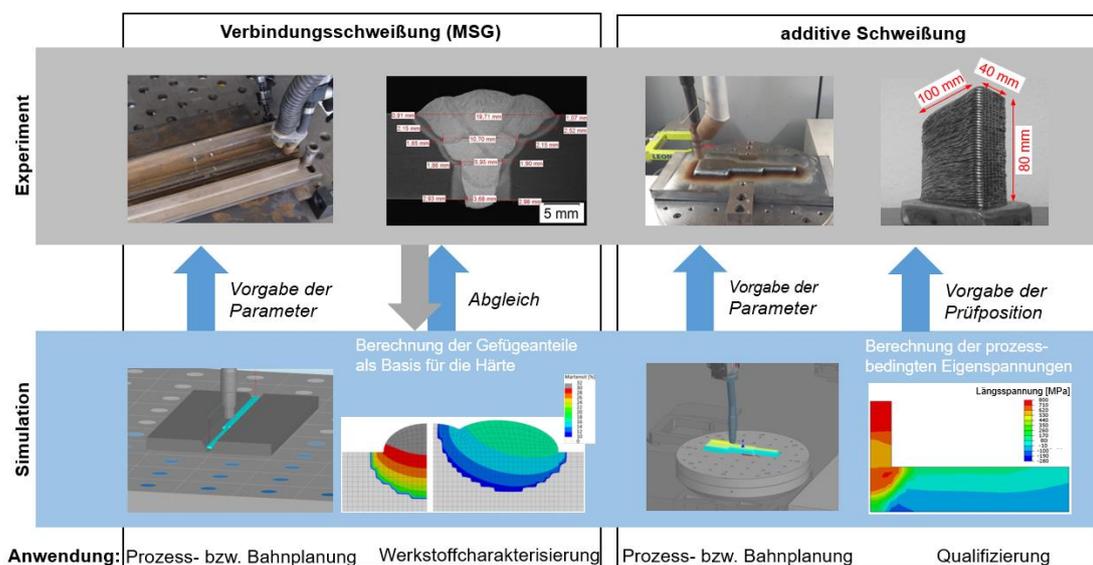


## Numerische Struktursimulation von Verbindungs- und additiven Schweißungen

Die additive Fertigung kann beispielsweise durch formgebendes Auftragschweißen mit dem MSG-Prozess erfolgen. Dazu ist eine Prozess- bzw. Bahnplanung mit CAM- Hilfsmitteln notwendig. Für die Erstellung individueller Erzeugnisse wird ein zuverlässiges Konzept zur Qualifizierung solcher Bauteile benötigt. Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer Struktursimulation, mit der kritische Stellen an Verbindungs- und additiven Schweißungen identifiziert werden können. Die Struktursimulation umfasst die Berechnung von Temperatur- und Eigenspannungsverläufen sowie ggf. der Gefügeumwandlung.

Sie erarbeiten im Rahmen eines Forschungsprojektes ein FE-Modell für Fügeprozesse und gleichen das Modell mit praktischen Versuchen ab. Ihre Ergebnisse fließen in die Entwicklung einer Prüfungsmethode zur Qualifizierung ein.



### Teilaufgaben

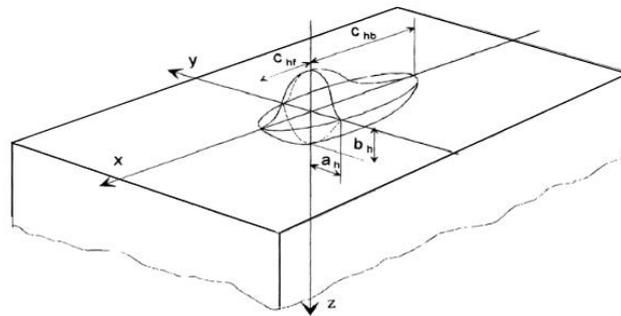
- Erarbeitung eines Simulationsmodells für das Schweißen von Verbindungsschweißungen und additiv gefertigten Bauteilen in Anlehnung an DIN SPEC 32534
- Durchführung von Simulationsrechnungen für eine Verbindungsschweißung (z.B. V-Naht) und eine additive Wandstruktur (z.B. Auftragschweißung)
- Validierung des FE-Modells anhand von Schweißversuchen (MSG-Verbindungsschweißen und additive Wandstruktur, experimentelle Daten liegen vor)
- Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse

Sämtliche Arbeitsschritte können vom Studienort erledigt werden. Die Anwesenheit in der SLV-Halle ist nicht zwingend notwendig. Für die Bearbeitung sind grundlegende Kenntnisse in der Fügetechnik, der FEM Simulation (vorzugsweise Ansys) und eine Affinität zur Modellierung multiphysikalischer Aufgabenstellungen von Vorteil.

Bei Interesse freuen wir uns auf Ihre Rückmeldung.

**Detailierung der Aufgabenstellung:**

Ziel ist es eine numerische Struktursimulation hinsichtlich der physikalischen Wärmeleitungsvorgänge sowie die Entwicklung der Eigenspannungen im Festkörper zu erstellen. In diesem Zusammenhang werden die Fügepartner mithilfe der FEM modelliert, ohne den Tropfenübergang und die Schmelzbaddynamik zu berücksichtigen. Sämtliche Effekte des Lichtbogens werden pauschal mithilfe einer Wärmequelle definiert. Vorzugsweise ist eine aus der Literatur bekannte GOLDAK-Wärmequelle zu nutzen, welche die Leistungsdichte im Bereich vom Schmelzbad als Funktion von Ort und Zeit vorgibt. Wesentliche Arbeitspunkt ist die Kalibrierung der Wärmequellenparameter  $\mathbf{x}_{q/r}$  ( $C_{hf}, C_{hb}$ ),  $\mathbf{y}_q$  ( $a_n$ ) und  $\mathbf{z}_q$  ( $b_n$ ) durch Abgleich mit vorliegenden Messdaten. Die notwendigen temperaturabhängigen Materialdaten werden für die Simulation von der SLV bereitgestellt.



N. Nguyen, Y.-W. Mai und A. Ohta, „Analytical solution for a new hybrid doubleellipsoidal heat source in semi-infinite body,“ in Advances in Composite Materials and Structures VII, © 2000 WIT Press, 2000, p. 11.

Im Einzelnen sind folgende Arbeitspakete zu erledigen.

**Paket 1** (in Form einer MA oder BA)

- Modellaufbau für eine konkrete Verbindungsschweißung (V-Naht, MSG-Schweißverfahren, Blechdicke 10 mm – 12 mm)
- Durchführung von Simulationsrechnungen für einen konkreten Schweißparametersatz ( $I$ ,  $U$ ,  $v$ ) und eine Schweißnaht bestehend aus wenigstens 2 Schweißlagen hinsichtlich
  - Temperaturfeld (thermische Berechnung)
  - Eigenspannungen (mechanische Berechnung)
- Validierung in Form von Auswertung und Abgleich der Ergebnisse mit Temperaturmessdaten sowie ggf. Anpassung der Modellierung

**Paket 2** (in Form einer MA oder BA)

- Übertragung der Modellierung aus Paket 1 auf das **additive Schweißen** (WAAM bzw. Auftragsschweißen) einer Rippenstruktur unter Verwendung der Wärmequellenparameter
- Nutzung der Bahnplanung aus CAM für den Modellaufbau im FEM-Programm
- Durchführung von Simulationsrechnungen für einen konkreten Schweißparametersatz ( $I$ ,  $U$ ,  $v$ ) und das Schweißen von wenigstens zwei Lagen der Struktur hinsichtlich
  - Temperaturfeld (thermische Berechnung)
  - Eigenspannungen (mechanische Berechnung)
- Validierung in Form von Auswertung und Abgleich der Ergebnisse mit Temperaturmessdaten sowie ggf. Anpassung der Modellierung

**Hinweis:**

Für die Kalibrierung der Wärmequelle ist die thermische Analyse hinsichtlich der Quellenparameter mehrfach auszuführen, bis ein zufriedenstellender Abgleich zu den Messdaten erfolgt ist.