

## Teilprojekt A02

### Titel

Lokaler Eigenspannungsaufbau bei der Erstarrung technischer Legierungen während des Schweißens

### Projektleitung/-bearbeitung

Uwe Reisgen / Rahul Sharma / Konrad Mäde / Lukas Oster  
Institut für Schweißtechnik und Fügechnik (ISF)

### Aufgabenstellung

In diesem Teilprojekt ist eine Verifizierung und Erweiterung bestehender Theorien zum Eigenspannungsaufbau durch direkte Beobachtung des Dehnungsverlaufes beim Schweißen zu erarbeiten. Dies erfolgt durch In-Situ-Experimente zur Messung von Temperatur und Dehnung. Die Temperatur- und Verformungsdaten dienen als Grundlage zur Validierung von Thermo-Mechanischen Simulationsmodellen.

### Vorgehensweise

Im siebten Projektjahr wurden die Weiterentwicklung des Hochtemperaturzugversuchs im Dilatometer durchgeführt. Hierfür wurde ein Feinkraftsensor und ein Schrittmotor mit feinsten Auflösung in das Dilatometer eingebaut. Die erzielten Materialkennwerte ermöglichen die Bestimmung von mechanischen Materialkennwerten um die Kohärenztemperatur.

Darüber hinaus wurden Experimente zur in Situ Eigenspannungsmessung während des Schweißens mittels Röntgenbeugung am Synchrotron durchgeführt.

Es wurde ein Versuchstand konstruiert und gefertigt an welchem die Betrachtung des Dehnungsverhalten mittels energiedispersiver Röntgenbeugung bei gleichzeitiger Überwachung der Makroskopischen Dehnung und Verzug möglich ist. Die Bestimmung der materialspezifischen Beugungsspektren und deren zeitliche

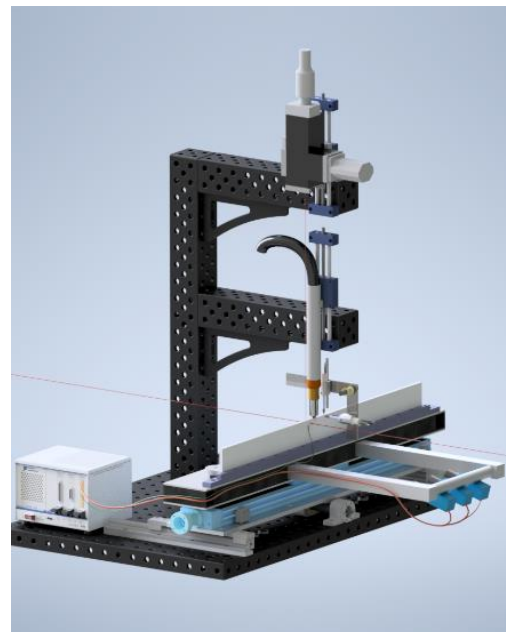


Fig 1 Versuchsaufbau Beugungsversuche kombiniert mit DIC, Thermografie, taktilem Verzugsmessung und Schweißprozessen

Veränderung bildet die Grundlage für die Bestimmung von Dehnungen im inneren des Bauteils und war in dieser Form in zeitlicher und lokaler Präzision nicht erreicht. Neben den experimentalen Fortschritten ist die parallele Abbildung der Versuchsgeometrien in einer numerischen Simulation erfolgt.

### Ergebnisse

Das Dehnungsverhalten im inneren der betrachteten Werkstoffe (S235 und 1.4307) kann mit Hilfe der Versuche zeitlich und lokal sehr hoch aufgelöst werden und mit Thermografieaufnahmen überlagert werden. Diese Möglichkeit dient als Grundlage für die Beschreibung der Eigenspannungsentwicklung.

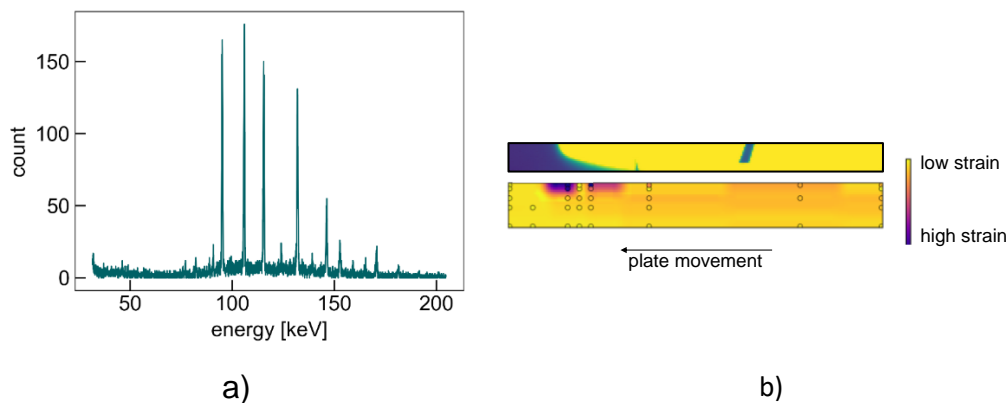


Fig 2 a) Beugungsspektrum; b) Dehnungsverteilung im Bauteil überlagert mit Thermografie Messung

Die genannte Überlagerung von Dehnungs- und Temperaturmesswerten ist zusätzlich bei dem Additivprozess-LMD verwendet zur Anwendung gekommen um verschiedene Pfadgeometrien um deren Einfluss auf den Verzug zu bestimmen.

Außerdem wurden mit Hilfe der entwickelten in Situ Legierungswerkzeuge ein Spritzgussbauteil mit gradierten Wärmeleitfähigkeiten in Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten ausgelegt und additiv hergestellt.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die Möglichkeit im inneren von Stahlbauteilen den Dehnungszustand mit dem an der Oberfläche und dabei umfangreiche Nebenkenngößen wie Temperatur und Verzug zu bestimmen bildet die Grundlage für die Beherrschung der Eigenspannungen in technischen Legierungen und wird in die

Bildung eines (statistischen) Modells einfließen welches wiederum Grundlage einer kompensierenden Prozessregelung ist. Die Nutzung von additiven Prozessen ermöglicht hier eine Vielzahl von Einstellparametern und Kompensationsmöglichkeiten.

### **Veröffentlichungen**

*Sharma, R., In situ neutron diffraction strain measurement in the area of the weld pool during welding [2nd International Conference on Advanced Joining Processes 21-22 October 2021 - Sintra, Portugal]*