

# EFFIZIENTE SCHWEISSSIMULATION GROSSER STRUKTUREN

Aufgrund der lokalen Wärmewirkung des Schweißens entstehen Verzüge und Eigenspannungen am Werkstück. Diese sind mit numerischen Schweißsimulationen nach der Methode der Finiten Elemente nur erfolgreich berechenbar, wenn die Temperaturfelder im Modell – mit einer Ersatzwärmequelle aufgebracht – korrekt beschrieben werden können. Es ist wichtig, den aus Versuchen und Berechnungen festgestellten Energieeintrag in das Bauteil im numerischen Modell anzupassen. Der Zeitaufwand zur Anpassung dieses Parameters ist jedoch sehr hoch. Er übersteigt häufig die Rechenzeiten, die zur Berechnung von Temperaturfeldern, Verzug und Eigenspannungen in der heutigen Schweißsimulation nötig sind.

## Das Modell-Temperaturfeld

Die Berechnung des Modell-Temperaturfelds, das benötigt wird, um anschließend den Verzug und die Eigenspannungen gefügter Bauteile zu bestimmen, wird zum Beispiel mit einer Ersatzwärmequelle durchgeführt. Mit ihr wird der Energieeintrag berechnet. Die Validierung des Energieeintrags erfolgt mit experimentell ermittelten Temperatur-Zeit-Verläufen. Große Strukturen können mit Hilfe der numerischen Schweißsimulationen effizient berechnet werden, wenn die Temperaturfeldberechnung mit zwei einfach zu verwirklichenden Ansätzen durchgeführt wird:

- Die Modellgröße wird im Vergleich zum Gesamtmodell auf das Wesentliche reduziert.
- Die Anpassung des Energieeintrags erfolgt mit Vorgabe der Spitzentemperatur eines gemessenen Temperatur-Zeit-Verlaufs und einer entwickelten Routine zur Anpassung des Energieeintrags.

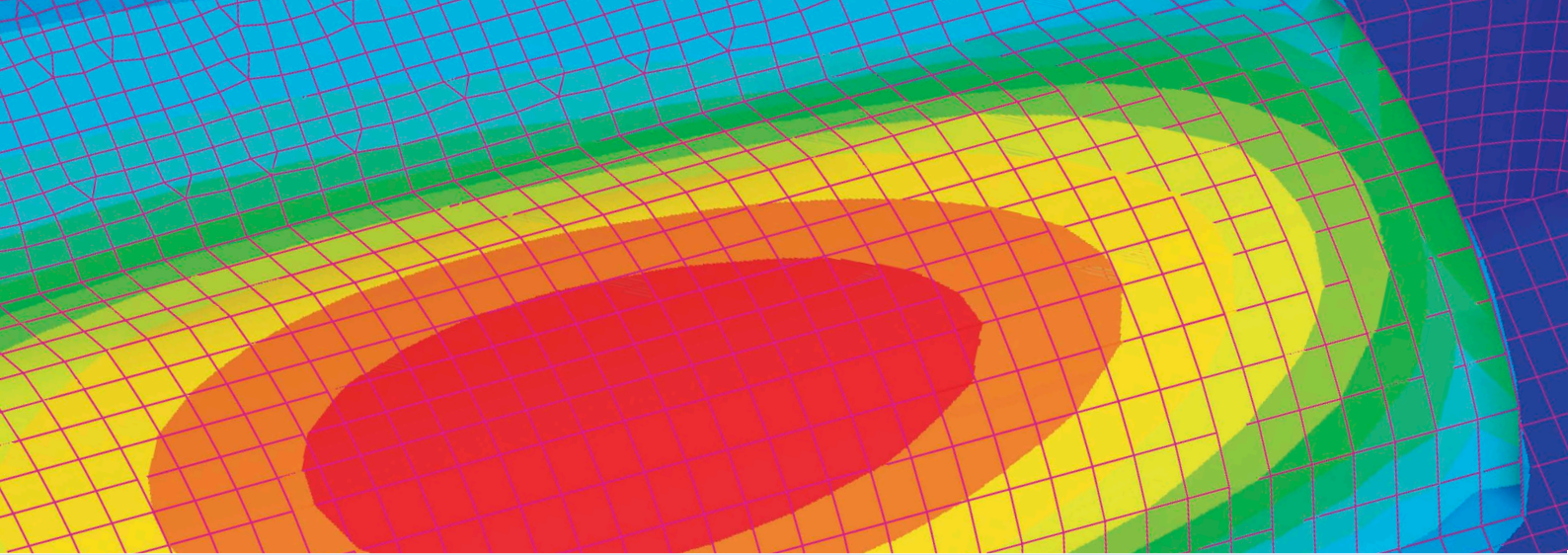
## Gesamtmodell versus reduziertes Modell

Der Vergleich der berechneten Temperatur-Zeit-Verläufe zwischen dem Gesamtmodell und dem reduzierten Modell zeigt: Die Bereiche der Aufheizung und die Spitzentemperatur werden nicht von der Modellgröße beeinflusst (Abbildung 2). Abbildung 1 zeigt beide Modelle im Vergleich.

Der Energieeintrag in das Bauteil kann auch alternativ mit der Spitzentemperatur eines Temperatur-Zeit-Verlaufs beschrieben werden. Er lässt sich am reduzierten Modell bestimmen und ohne Änderung auf das Gesamtmodell übertragen.

## Schnellere Anpassung

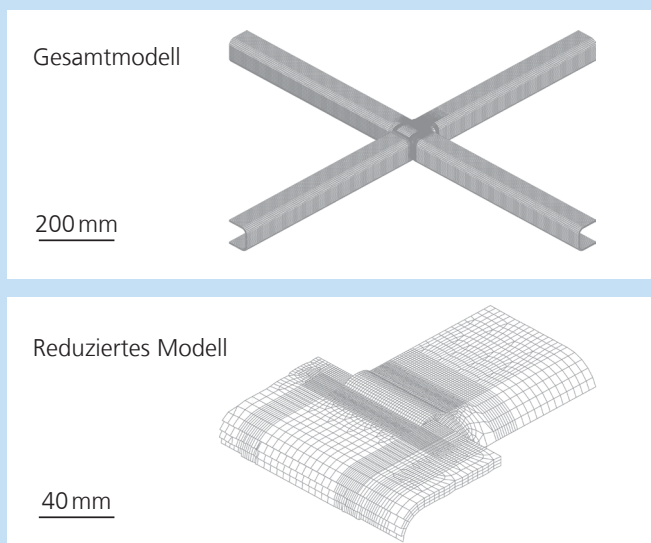
Abhängig von den thermophysikalischen Materialdaten und den geometrischen Parametern der Ersatzwärmequelle zur Abbildung des Energieeintrags während des Schweißens lässt sich eine hinreichend genaue Temperaturfeldberechnung durchführen. Der Parameter »Energieeintrag« kann auf einfache Weise mit einer am Fraunhofer IWM entwickelten Routine bestimmt werden. Dieses Verfahren benötigt nur kurze Rechenzeiten. Voraussetzung ist jedoch, dass die Modellgröße auf das Wesentliche reduziert wird. So ist es möglich, die Anpassung des Energieeintrags an große Strukturen innerhalb weniger Stunden zu errechnen, ohne dass die Aufmerksamkeit der Anwenderinnen und Anwender davon in Anspruch genommen wird. Die vorliegende Anpassung wurde in einer Stunde erreicht. Ergänzend wurden Solvareinstellungen, Vernetzungsstrategien und Shell-Solid-Kopplungen untersucht.



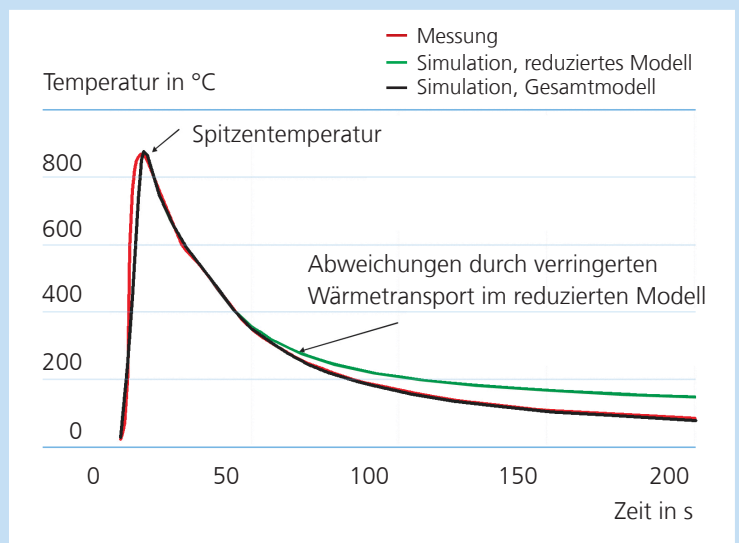
Temperaturverteilung durch bewegte Ersatzwärmequelle.

Für die Anpassung von Temperatur-Zeit-Verläufen stellt der Energieeintrag den wichtigsten Parameter bei der Definition der Ersatzwärmequelle dar. Darüber hinaus müssen auch die geometrischen Parameter der Ersatzwärmequelle definiert werden. Diesbezüglich wird die bereits zur Verfügung stehende Routine derzeit erweitert. Mit dem Makroschliffbild einer Schweißnaht und einem Temperatur-Zeit-Verlauf als Eingangsdatensatz soll künftig die Temperaturfeldberechnung auch für Anwenderinnen und Anwender ohne langjährige Erfahrungen zeitnah durchführbar werden.

Dr. Marcus Brand



1 Gesamtmodell versus reduziertes Modell.



2 Vergleich von gemessenen und mit verschiedenen großen Modellen berechneten Temperatur-Zeit-Verläufen.