

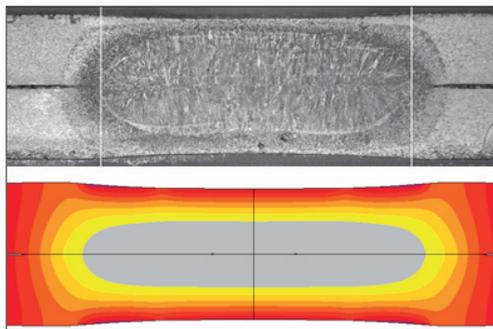


Matias Klarer

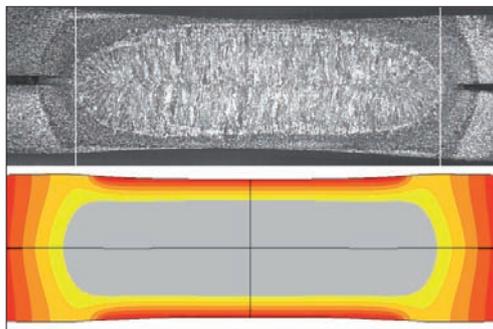
Diplomand	Matias Klarer
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, MAN Turbomaschinen AG, Zürich
Themengebiet	Konstruktion und Systemtechnik
Projektpartner	Schlatter Industries, Schlieren ZH

Prozesssimulation des Widerstandspunktschweissens mittels der Finite-Elemente-Methode (FEM)

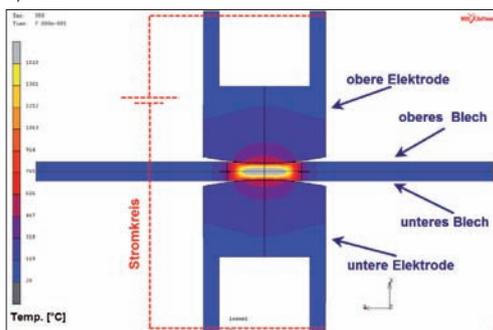
67 Erarbeitung von Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen mit einem General Purpose FEM Tool



Vergleich des metallurgischen Schliffes mit dem FEM-Resultat. Stromstärke 7 kA, Stromzeit 240 ms, Elektrodenkraft 2,8 kN



Vergleich des metallurgischen Schliffes mit dem FEM-Resultat. Stromstärke 9 kA, Stromzeit 240 ms, Elektrodenkraft 2,8 kN



Schweisssimulation der kompletten Struktur. Die beiden Elektroden pressen beidseitig auf die zu verschweisenden Bleche.

Ausgangslage: Beim Widerstandspunktschweissprozess werden zwei Bleche durch zwei Elektroden mit einer bestimmten Elektrodenkraft zusammengedrückt. Anschliessend fliesst elektrischer Strom von Elektrode zur Elektrode und damit durch die Schweissstelle. Durch die hohen Ströme (mehrere kA) erwärmt sich die Fügezone, bis die beiden Bleche an der Schweissstelle miteinander verschmelzen. In diesem komplexen Vorgang haben die Anfangsbedingungen (wie Material, Blechdicke, Oberflächenrauhigkeit, Ölfilm) und die Randbedingungen (wie Elektrodenkraft, Stromstärke, Stromzeit, Nach-/Vorhaltezeit) einen entscheidenden Einfluss. Auswirkungen auf das Schweissresultat können dabei aufgrund von Erfahrungswerten abgeschätzt werden.

Ziel der Arbeit: Die Simulation mittels FEM soll helfen, das Schweissresultat bereits vor der Schweissung abzuschätzen. Am Beispiel des Punktschweissens sollen Möglichkeiten und Grenzen der FEM erarbeitet werden, die ein General-Purpose-Programm ermöglichen. Damit sollen auch komplexere Anordnungen simuliert werden können, was in Zukunft Einfluss auf die Konstruktion von Widerstandsschweissmaschinen und die Bestimmung der Schweissparameter haben kann. Insbesondere sollen Erkenntnisse und Methodik auf die Simulation des Kreuzdrahtschweissens übertragen werden können.

Ergebnis: Mit dem erstellten 2-D-rotationssymmetrischen Modell können durch Veränderungen der Schweissparameter die Auswirkungen auf das Schweissresultat berechnet werden. Hierbei sind Stromstärke, Stromzeit und Elektrodenkraft frei wählbar. Mit kleinem Aufwand können Blechdicke und Elektrodenform angepasst werden. Vergleiche mit metallurgischen Schliffen aus Probeschweissungen bestätigen die tendenzielle Richtigkeit der FE-Ergebnisse. Mit dem verwendeten FEM-Programm und einem neu entwickelten Kontaktmodell kann der Punktschweissprozess tatsächlich simuliert werden. Dabei sind alle wichtigen physikalischen Einflüsse berücksichtigt. Noch detailliertere Vorgänge, wie das Herausdrücken der Schmelze zwischen den Blechen, können heute allerdings noch nicht direkt simuliert werden. Das Hauptproblem liegt darin, dass die Schmelze mittels der FEM noch nicht ausreichend dargestellt werden kann. Die Beschaffung der temperaturabhängigen Materialwerte erweist sich als sehr schwierig. Um das Modell weiter an die Realität anzunähern, sind eigene Material- und Kontaktwiderstandsmessungen unumgänglich. Die FEM besitzt die Grundlagenfähigkeit, diesen Prozess abzubilden und könnte in Zukunft ein nützliches Prozesssimulationsinstrument werden.