

Dipl.-Math. Mirjam Kapp

## **Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Kaltrissanfälligkeit niedriglegierter Stähle beim Laserstrahlschweißen an zylindrischen Bauteilen**

### Kurzfassung

In dieser Arbeit wird die Entstehung von Kaltrissen beim Laserstrahlschweißen an rotationssymmetrischen Proben untersucht. Einerseits geschieht das experimentell durch Schweißungen an Probekörpern, andererseits mit Hilfe von Simulationen. Die dafür relevanten Werkstoffdaten werden sowohl experimentell als auch durch Berechnungen bestimmt. Durch einen Abgleich der im Versuch entstandenen Kaltrisse und der berechneten Spannungen wird geprüft, ob eine rechnerische Aussage über die Entstehung von Kaltrissen getroffen werden kann.

Sieben Geometrien mit sich verändernder geometrischer Einspannung aber gleichbleibendem Fügequerschnitt werden untersucht. Mit dem Ziel die Konzentration des Kohlenstoffs und damit die Härte in der Schweißnaht schrittweise zu erhöhen werden insgesamt drei Werkstoffe und deren Kombinationen, also sechs Werkstoffverbindungen, betrachtet. Bei den Schweißungen wird nachgewiesen, dass die Kaltrissneigung abhängig vom Werkstoff und der Geometrie ist. Sowohl mit steigendem Kohlenstoffgehalt, als auch mit sich erhöhender geometrischer Einspannung nehmen die Kaltrisse in der Schweißnaht zu.

In den Simulationen bilden die experimentellen und berechneten Werkstoffdaten mit Hilfe des STAAZ-Modells das Werkstoffverhalten sehr gut ab. Mit Hilfe des Temperaturfeldes und des globalen Verzugs werden die Simulationen bezüglich der Experimente validiert. Die simulativen Spannungen nehmen mit steigender Einspannung zu und die Härte kann sehr gut vorausberechnet werden. Im Gegensatz zu den Experimenten kann kein direkter Zusammenhang aus berechneten Eigenspannungen und der Härte in der Schweißnaht auf die Entstehung von Kaltrissen gefunden werden, da das Spannungsniveau zwischen den einzelnen Werkstoffkombinationen zu unterschiedlich ist.

Dipl.-Math. Mirjam Kapp

## **Influencing Factors for Cold Crack Susceptibility of Laser Welded Joints Using Low Alloy Steel in Cylindrical Components**

### Abstract

In this thesis, the formation of cold cracks in laser welding of rotationally symmetrical specimens is thoroughly investigated. This is achieved theoretically via simulations and experimentally by welding of test specimens. The important material properties are determined through conducting CALPHAD-method and hot tensile tests. Hence, a comparison between the obtained experimental cold cracks and the calculated stresses is made. Thereby, one can elucidate whether a mathematical statement about the formation of cold cracks is possible.

The study has covered seven geometries with different geometrical restraints but constant joint cross sections, where three materials and their six combinations are considered. The concentration of the carbon and thus the hardness in the weld seam is increased gradually. It is shown that the tendency for cold cracking depends on the material and the geometry. The cold cracking in the weld increase with increasing carbon content and becomes larger with geometric restraint.

The experimental and calculated material properties using the STAAZ-model have been proved to represent the material behavior very well. With the aid of the temperature field and the global delay, the simulations' results have been validated. It has been shown, that the hardness can be well predicted and the simulated stresses increase with increasing clamping. In contrast to the experiments, since the stress level between the different material combinations is too different, there is no direct correlation between the calculated residual stresses and hardness in the weld seam on the formation of cold cracks.