

**WERKSTOFFTECHNISCHE SIMULATION UND  
UNTERSUCHUNG DES SCHWEISSENS  
FEUERVERZINKTER STÄHLE**

**MASTERARBEIT**

**Verfasser: Wolfgang FELDER**

## **Kurzfassung**

Bei der Ausführung nicht lösbarer Verbindungen im Stahlbau ist das Schweißen feuerverzinkter Bauteile auf der Baustelle oft unvermeidlich. Gründe für das nachträgliche Überschweißen sind die begrenzten Maße des Verzinkungskessels, der hohe Zeit- und Kostenaufwand für die vollständige Entfernung des Zinküberzugs sowie erforderliche Reparaturen oder Ergänzungen an Bauteilen.

Im Rahmen dieser Masterarbeit werden die maßgeblichen Einflussgrößen auf das Auftreten von Schweißnahtunregelmäßigkeiten, die mechanisch-technologischen Werkstoffeigenschaften der Schweißverbindung sowie die Beschädigung des Korrosionsschutzes beim Überschweißen des feuerverzinkten Baustahls untersucht. Nach einer numerischen Schweißsimulation zur Bestimmung geeigneter Schweißparameter sowie zur Vorhersage der Gefüge- und Werkstoffeigenschaften in der Wärmeeinflusszone werden unter variierenden Versuchsbedingungen (Oberflächenzustand, Schweißstromstärke) hergestellte Lichtbogenhandschweißungen sowohl mithilfe zerstörungsfreier Prüfverfahren (Sicht- und Röntgenprüfung) als auch zerstörender Prüfverfahren (Vickers-Härteprüfung, Quersugversuch, Kerbschlagbiegeversuch und Querbiegeprüfung) analysiert.

Die Ergebnisse der Schweißnahtprüfung zeigen einerseits, dass der Zinküberzug zu keiner direkten werkstofflichen Beeinflussung der mechanisch-technologischen Werkstoffeigenschaften führt, andererseits das Auftreten schwerwiegender Schweißnahtunregelmäßigkeiten wie Schlackenzeilen, Einbrandkerben und Poren begünstigt, die zu einer Herabsetzung der Werkstoffeigenschaften bis hin zu fehlerhaften Schweißverbindungen führen.

Im Gegensatz zum Abschleifen des Zinküberzugs von den Nahtflanken können mithilfe der Erhöhung der Schweißstromstärke um 20 % fehlerfreie Schweißnähte mit ähnlichen Werkstoffeigenschaften wie bei der Referenzschweißung des blanken Blechs erreicht und die Anforderungen der Schweißverfahrensprüfung nach EN ISO 15614 vollständig erfüllt werden. Voraussetzung ist jedoch die Verwendung von rutilzellulose-umhüllten Stabelektroden und das Einhalten weiterer für das Schweißen feuerverzinkter Bleche idealer Schweißparameter. Zur besseren Entweichung der Zinkdämpfe aus dem Schweißbad eignen sich eine Vergrößerung des Stegabstands auf 2 mm und eine leichte Reduzierung der Schweißgeschwindigkeit. Die Wahl der Stromstärke muss jedoch so erfolgen, dass infolge der höheren Wärmeeinbringung eine Wiederherstellung des Korrosionsschutzes laut EN ISO 1461 noch zulässig ist.

**Schlagwörter:** Stahlbau; Schweißtechnik; Baustellenschweißung; feuerverzinkte Baustähle; numerische Schweißsimulation; Schweißverfahrensprüfung nach EN ISO 15614; Schweißnahtunregelmäßigkeiten; mechanisch-technologische Werkstoffeigenschaften; Wiederherstellung des Korrosionsschutzes nach EN ISO 1461;

## Abstract

In the case of the construction of non-detachable joints in the steel construction the welding of hot-dip galvanised steel structures is often unavoidable. Reasons for the subsequent overwelding of hot-dip galvanised steel are bulkiness of the workpiece, high expenditure of time and cost for the complete removal of the zinc coat and necessary repairs or supplements on structures.

The purpose of this master thesis is the study of the essential influencing variables at the appearance of weld joint irregularities, the mechanical-technological material characteristics of the weld joint as well as the damage of the corrosion protection. First a numerical welding simulation is running to define appropriate welding parameters for the experimental studies and to predict structure and material characteristics in the heat affected zone. Afterwards manual metal arc weldings are manufactured under varying test conditions (surface condition, welding current) and analysed with both non-destructive testing (visual and radiographic testing) and destructive testing (Vickers-hardness testing, tensile test, notched bar impact testing, bending test).

The results of the welding procedure test in accordance with EN ISO 15614 show on the one hand, that the zinc coat does not directly affect on the mechanical-technological material characteristics of the weld joint, though on the other hand implicates the appearance of serious weld joint irregularities as slag rows, undercuts and porosities. Consequences of the irregularities are a decrease of the mechanical-technological material characteristics up to incorrect weld joints.

In contrast to grinding the zinc coat of the weld edge an increase of the welding current by 20 % provides accurate weld joints with similar material characteristics as the reference welding of the uncoated steel. Additionally, the requirements of the welding procedure test can be completely fulfilled. Basis for this is the use of rutile cellulose-infolded pencil electrodes and the keeping of ideal rules for welding hot-dip galvanised steels. In order to improve the escape of the zinc fumes from the fusion the welding gap should be increased up to 2 mm and the welding speed reduced slightly. In view of the higher heat input the choice of the current has to be made in such a way, that the restoration of the corrosion protection in accordance with EN ISO 1461 is still valid.

**Key words:** steel construction; welding engineering; construction site welding; hot-dip galvanised construction steel; numerical welding simulation; welding procedure test in accordance with EN ISO 15614; weld joint irregularities; mechanical-technological material characteristics; restoration of corrosion protection in accordance with EN ISO 1461;