

# Bachelorarbeit

## Grundlagenuntersuchung zur Stoßstrombelastbarkeit von Widerstandsschweißverbindungen

Angefertigt von Maximilian Schlegel bei Phoenix Contact GmbH&Co. KG

Bei der Produktion von Überspannungsschutzgeräten ist das Widerstandsschweißen ein häufig genutztes Fügeverfahren. Funktionsbedingt haben die so erstellten Schweißstellen im Überspannungsfall einen Stoßstrom von bis zu 80 Kiloampere zerstörungsfrei zu führen. Zurzeit gibt es speziell für Schweißstellen kein Prüfverfahren, das eine Aussage zulässt, ob eine Fügestelle diese Belastung ohne Zerstörung besteht. Ziel der Bachelorarbeit ist die Verifizierung einer Messgröße, aus der ein Prüfverfahren ableitbar ist, das eine Qualitätsprüfung ermöglicht.

Um einen praxisnahen Lösungsansatz zu erarbeiten, werden zu Beginn die Anforderungen an die Messgröße und das Prüfverfahren formuliert. Im Idealfall ist ein solches Verfahren fertigungsnah, zeitnah, nicht-zerstörend und automatisiert und ermöglicht eine 100%-Inprozess-Prüfung. Hierzu werden verschiedene Verfahren, die unterschiedliche Messgrößen ermitteln, angewendet und bewertet.

Mit verschiedenen Versuchsreihen wird der Wahrheitsgehalt von vier Arbeitshypothesen überprüft:

- Es besteht ein Zusammenhang zwischen der elektrischen und mechanischen Festigkeit einer Widerstandsschweißstelle.
- Über den elektrischen Widerstand einer Widerstandsschweißstelle sind Rückschlüsse auf die elektrische Festigkeit dieser möglich.
- Eine positive Korrelation zwischen der Größe der Aufschmelzzone und der elektrischen Festigkeit ist nachweisbar.
- Anhand der Prüflingsverfärbung durch den Fügeprozess ist auf die elektrische Festigkeit zu schließen.

Als Messverfahren werden die Zugprüfung, die elektrische Stoßstromprüfung und die Ermittlung des elektrischen Widerstands genutzt. Für die Widerstandsbestimmung werden sowohl eine Vier-Leiter-Messung, als auch eine rechnerischere Bestimmung mit Konstantstromquelle, Zangenstrommessgerät und Multimeter durchgeführt. Neben diesen quantifizierenden Prüfungen werden auch qualifizierende Beurteilungen, wie Sichtproben und manuelle mechanische Belastungen, für die Evaluation der Arbeitshypothesen verwendet. Zusätzlich werden Schliffbilder und CT-Aufnahmen in Auftrag gegeben. So ist es möglich die dritte Arbeitshypothese durch die optische Bewertung auf Gefügeebene zu verifizieren und die Tauglichkeit eines weiteren nicht-zerstörenden Prüfverfahrens zu untersuchen.

Die Auswertung der Messergebnisse lässt den Schluss zu, dass eine Aussage über die Stoßstrombelastbarkeit durch Ersatzgrößen möglich ist. Ein direkter Zusammenhang zwischen der mechanischen und elektrischen Festigkeit wurde nachgewiesen. Zudem ist die elektrische Festigkeit bei ausgeprägten Aufschmelzonen höher, was durch die Schliffbilder bestätigt wurde. Hingegen wurde die Annahme, dass zwischen der elektrischen Festigkeit und dem elektrischen Widerstand, sowie zwischen Prüflingsverfärbung und der Stoßstrombelastbarkeit eine Korrelation besteht, falsifiziert. Auch mit einer CT-Aufnahme der Kupferprüflinge ist eine ausreichende Beurteilung der Schweißstelle nicht möglich.