

Beanspruchungsgerechte Reparatur von Schweißverbindungen bei der Fertigung von Bauteilen aus hochfesten Feinkornbaustählen

Dirk Schröpfer, Amadeus Becker und Thomas Kannengießer

Bei der Montage von Stahlkonstruktionen kommt es trotz anforderungsgerechter schweißtechnischer Fertigung vereinzelt zur Detektion von unzulässigen Unregelmäßigkeiten im Schweißbereich. Die Verarbeitungsregelwerke, wie [1] empfehlen das lokale thermische Ausfugen betroffener Bereiche und erneutes Schweißen, vgl. **Abbildung 1a und b**, geben aber aufgrund fehlender wissenschaftlich fundierter Untersuchungen kaum Informationen zu adäquaten Reparaturkonzepten. Dies betrifft insbesondere die Berücksichtigung und Optimierung resultierender schweißbedingter Beanspruchungen durch hohe Schrumpfbinderungen der Ausfugenuten sowie der Gefügedegradation angrenzender Bereiche durch das Ausfugen und erneute Schweißen. Gerade bei hochfesten Stahlgütern ergeben sich dadurch häufig reduzierte mechanische Eigenschaften und zusätzliche schweißbedingte Beanspruchungen sowie erneut auftretende Nahtdefekte, vgl. **Abbildung 1c**. Solche schweißtechnischen Herausforderungen gilt es für hochfeste Stähle adäquat zu begegnen. Denn diese Leichtbaustoffe sind aufgrund des Einsatzes für die Windenergie, z. B. Mobilkrane, vgl. **Abbildung 1d**, von hoher Relevanz.

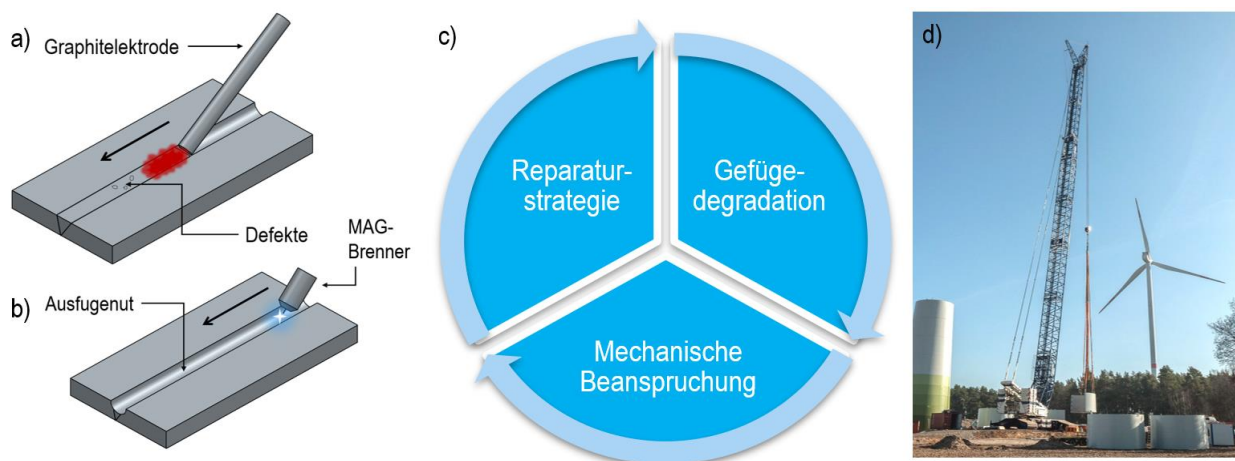


Abbildung 1. Schematisch: a) Ausfugen von Defekten mittels Kohlelichtbogen-Fugenhobeln [2] und b) Reparaturschweißen mittels MAG; c) Faktoren für die beanspruchungsgerechte schweißtechnische Reparatur, d) Einsatz hochfester Stahlgütern für die Windenergie.

Anhand dieser Problemstellungen wurden für das Forschungsvorhaben FOSTA P1311 systematische bauteilrelevante Untersuchungen der schweißbedingten Beanspruchungen und Gefügeveränderungen reparierter Schweißnähte in Abhängigkeit von der Schrumpfbinderung und Wärmeleitung beim Schweißen und Ausfugen sowie von der Reparaturzyklenanzahl durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse zeigen auf, welche Faktoren sich für eine Beanspruchungsreduzierung auch bei hohen Einspannbedingungen eignen und wie eine Degradation des Gefüges und der Eigenschaften der Schweißnaht sowie wiederholte Schweißnahtdefekte in der Reparaturaht vermieden werden können. Insbesondere sind mittels adaptiver Wärmeleitung geringere schweißbedingte Beanspruchungen in den Reparaturschweißnähten erreichbar [3]. Zusätzliche Bauteilversuche sichern zudem die Übertragbarkeit der Schweißexperimente in die Praxis ab. **Abbildung 2** zeigt die Eigenspannungsanalyse an einer geschweißten Reparaturaht für einer Probe mit bauteilähnlichen Abmessungen und Einspannbedingungen. Daneben sind die sich ergebenden Quereigenspannungsprofile in Abhängigkeit von der konstruktiven Schrumpfbinderung der Schweißnaht durch definiert gewählte Probenformen dargestellt.

Aufgrund der erarbeiteten Erkenntnisse konnten Empfehlungen für beanspruchungs- und werkstoffgerechte Reparaturkonzepte abgeleitet und ausgesprochen werden. Zudem gelang es mit dem projektbegleitenden Ausschuss mehrfache Reparaturzyklen an den Schweißproben abzubilden und hinsichtlich der Gefügeveränderungen, vgl. **Abbildung 3**, und Beanspruchungen zu untersuchen. Die Analysen wurden an den hochfesten Stahlgütern S500MLO für den Offshore-Bereich und S960QL für den Mobilkranbau realisiert. Damit wird insbesondere der wirtschaftlichen Fertigung hocheffizienter Konstruktionen für Windenergieanlagen und hochfester Strukturen, die für deren Errichtung notwendig sind, Rechnung getragen.

