

Sichere und effiziente Reparatur hochfester Schweißverbindungen im Bereich Windenergie

Thomas Kannengießer, Dirk Schröpfer, Amadeus Becker (FB 9.4/9.2)

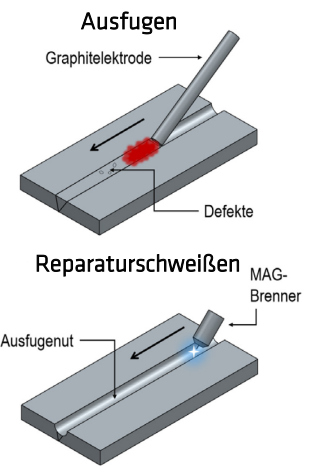
Motivation



Ressourceneffizienz bei Fertigung und Errichtung von Windkraftanlagen



- **Ausgangspunkt:** Feststellung von Defekten bei der Fertigung von hochfesten Schweißkonstruktionen
Wirtschaftliche Lösung: Thermisches Ausfugen und Reparaturschweißen → kritisch hinsichtlich der speziellen Gefüge hochfester Feinkornbaustähle und der Beanspruchungen beim Reparaturschweißen
- **Zielstellung:** Ableitung beanspruchungs- und werkstoffgerechter Reparaturkonzepte für hochfeste Feinkornbaustähle (Richtlinien und Normung)
- **Anwendungsbereich:** Errichtungs- und Gründungsstrukturen von On- und Offshore-Windenergieanlagen



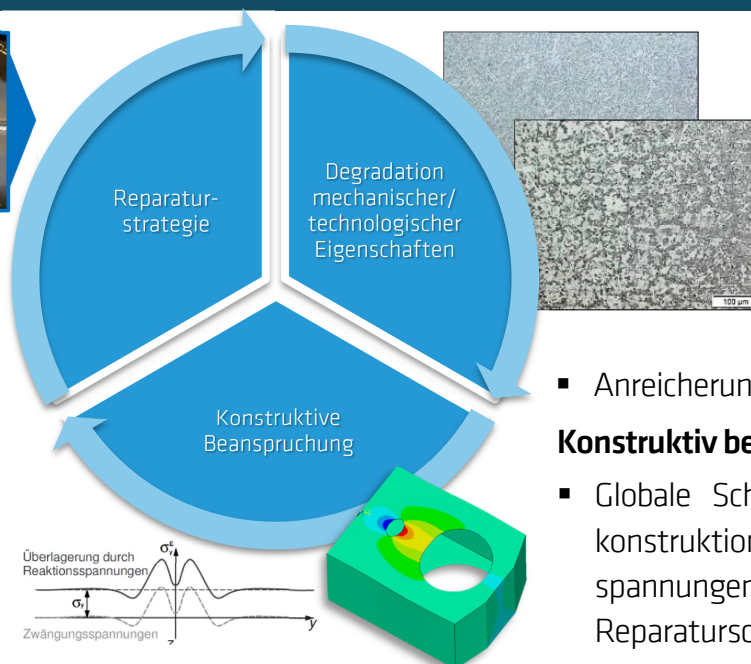
Schematische Darstellung eines Reparaturvorganges

Forschungsgegenstand



Untersuchung adäquater Reparaturstrategien

- Einflussgrößen:
 - Einspannsituation
 - Ausfugestrategie/Fugennachbearbeitung
 - Wärmeführung (Streckenenergie, Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur)
 - Reparaturzyklenanzahl



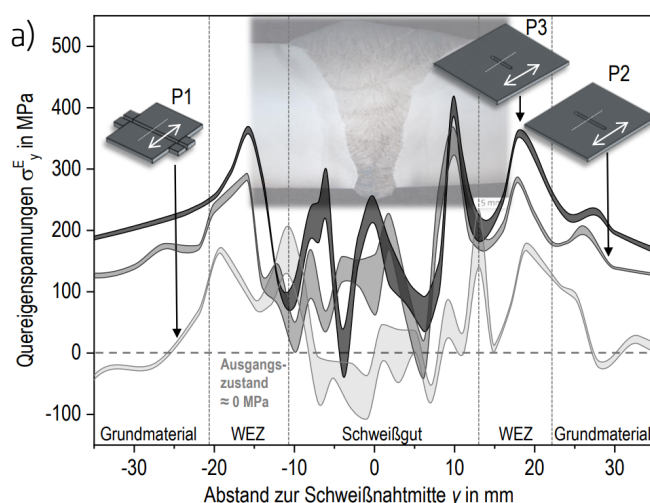
Degradation mechanischer und technologischer Eigenschaften

- Wiederholte thermische Beanspruchung des Gefüges beim Ausfugen und Reparaturschweißen
- Zunehmende Degradation mit der Reparaturzyklenanzahl [1]
- Anreicherung von Kohlenstoff in den Fugenflanken [2]

Konstruktiv bedingte Beanspruchung

- Globale Schrumpfbehinderung durch die Schweißkonstruktion → kritische Überlagerung lokaler Eigenspannungen mit globalen Beanspruchungen beim Reparaturschweißen von Ausfugenuten [1]

Potential und Aktivitäten



a) Quereigenspannungsprofile für freischumpfende und selbstbeanspruchte Proben (S500MLO); b) Instrumentierter Bauteilversuch bei Fa. Tadano Demag (S960QL, Mobilkranbau)



- Realisierung definierter Beanspruchungssituationen beim Reparaturschweißen mittels bauteilnaher Probenformen [3, 4]
 - Systematische Schweiß- und Reparaturversuche mit variierten Schweißparametern (Analyse: Eigenspannungen, $\Delta t_{8/5}$ -Abkühlzeiten, Degradation von Gefüge und mechanischen Eigenschaften)
 - Optimierung der schweiß- und konstruktiv bedingten Beanspruchungen durch gezielte Wärmeführung [5]
 - Instrumentierte Reparaturversuche an realen Schweißkonstruktionen bei Projektpartnern
- Wissenstransfer in die Industrie / Ableitung von Handlungsempfehlungen

Erfolgreiche Drittmittel-Förderung

- AiF-Projekt, seit 11/2019 für ca. 2,5 Jahre, Projektvolumen: ca. 340 k€
- Titel: Beanspruchungsgerechte Reparatur von Schweißverbindungen bei der Fertigung von Bauteilen aus hochfesten Feinkornbaustählen (FOSTA P1311, IGF-Nr. 20162 N)
- Fokus auf relevante hochfeste Stahlgüten S500MLO (EN 10225-1) für Offshore-Anwendungen und S960QL (EN 10025-6) für den Anwendungsbereich Mobilkranbau



Arbeitskreis / Projektkonsortium (Auswahl)

Sicherheit in Technik und Chemie

Kontakt:

Dr.-Ing. Dirk Schröpfer
T: + 49 30 8104-4376
Dirk.schroepfer@bam.de

Literatur

- [1] Schasse, R.: Gefüge und Eigenspannungen beim Reparatur-Schweißen von höherfesten Feinkornbaustählen. Dissertation, OvGU Magdeburg, 2017.
- [2] Milyutin, V.S.: The effect of arc-air cutting on the quality of metal. Weld Prod 26 (1979), S. 44–46.
- [3] Schwenk, C. et al.: Restraint conditions and welding residual stresses in self-restrained cold cracking test. 8th Int Conf Trends in Weld Res (2008), S. 766–773.
- [4] Satoh, K.; Matsui, S.: Reaction stress and weld cracking under hindered contraction. IIW-Doc. IX-574-68 (1968), S. 353–375.
- [5] Schroepfer, D. et al.: Welding stress control in high-strength steel components using adapted heat control concepts. Weld World 63 (2018), S. 647–661.