

Ermittlung geeigneter Wärmeführungen zur Vermeidung wasserstoffunterstützter Kaltrisse beim Schweißen höherfester Feinkornbaustähle mit modifiziertem Sprühlichtbogen

Thomas Schaupp und Thomas Kannengießer (BAM)
 Stefan Burger, Manuela Zinke und Sven Jüttner (IWF)

Um den wachsenden Anforderungen an den stofflichen und konstruktiven Leichtbau sowie den Forderungen nach Ressourceneffizienz Rechnung zu tragen, werden in vielen Industriebranchen zunehmend höherfeste Feinkornbaustähle mit Streckgrenzen ≥ 690 MPa eingesetzt. Allerdings werden mit zunehmender Festigkeit deutlich höhere Anforderungen an deren schweißtechnische Verarbeitung gestellt. Weil gerade die Sensibilität gegenüber einer Degradation der mechanischen Eigenschaften der höherfesten Feinkornbaustähle durch den beim Schweißen aufgenommenen Wasserstoff mit steigender Festigkeit zunimmt, ist auf eine geeignete Wärmeführung zu achten. Für konventionelle MAG-Schweißprozesse liegen bereits Erfahrungen und Regelwerke zur Wärmeführung und entsprechende Wasserstoffgrenzwerte vor. Moderne Invertertechnik ermöglichte die Entwicklung modifizierter Sprühlichtbögen (mod. SLB). Im Vergleich zu konventionellen Lichtbogenprozessen wird ein äußerst kurzer und richtungsstabiler Lichtbogen, eine höhere Abschmelzleistung, ein größerer Kontaktrohrabstand und ein tieferer Einbrand realisiert. Neben den bekannten Vorteilen lassen außerdem reduzierte mögliche Nahtöffnungswinkel einen anderen Lagenaufbau und unterschiedliche Geometrien der einzelnen Schweißraupen erwarten, siehe Abbildung 1. Jedoch fehlen hierzu Aussagen über den schweißverfahrensspezifisch eingetragenen Wasserstoff und die damit einhergehende Kaltrissgefahr. Hierzu lagen in der Industrie, besonders bei den KMU, kaum Kenntnisse vor und sollten deshalb als Ziel dieses Forschungsprojektes erarbeitet werden.

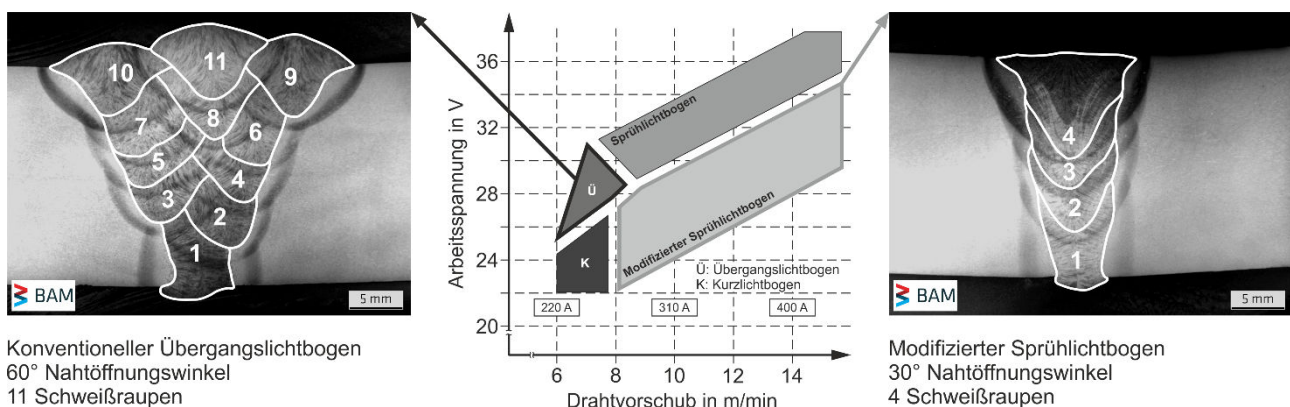


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Arbeitsbereiche beim MAG-Schweißen nach [1] und lichtmikroskopische Aufnahmen von Mehrlagenschweißungen an 20 mm dicken Blechen zur Darstellung des Lagenaufbaus mit konventionellem Übergangslichtbogen und modifiziertem Sprühlichtbogen [2]

Die vergleichenden Untersuchungen mit konventionellem Übergangslichtbogen (konv. LB) und mod. SLB mit angepasster Nahtkonfiguration erfolgten an freischumpfenden Stumpfstoßverbindungen sowohl mit Masivdraht als auch Metallpulverfülldraht. Zur Durchführung der Untersuchungen wurde eine Methodik entwickelt, die es ermöglicht, im Schweißgut realer Verbindungsschweißungen die Wasserstoffkonzentration reproduzierbar zu bestimmen. Anhand der Analysen konnte gezeigt werden, dass die Schweißprozessparameter die in das Schweißgut eingebrachte Wasserstoffkonzentration in Einlagenschweißungen beeinflussen,

Kurzdarstellung der Projektergebnisse

Abbildung 2. Auch beim Mehrlagenschweißen gestaltet sich der Wasserstoffeintrag abhängig von den Schweißprozessparametern und ist auf den unterschiedlichen Lagenaufbau zurückzuführen. Grundsätzlich ist den erarbeiteten Ergebnissen zu entnehmen, dass im Schweißgut von Stumpfstoßverbindungen mit abgesenktem Nahtöffnungswinkel erhöhte mittlere Wasserstoffkonzentrationen existieren. Geeignete Wärmeführungen führten zu einer signifikanten Reduzierung der Wasserstoffkonzentration bei dem Einsatz der Nahtkonfiguration mit abgesenktem Nahtöffnungswinkel. Dabei erwies sich eine Nachwärmprozedur aus der Schweißwärme heraus als zielführend. Die Vorstellung von Zwischenergebnissen in Normungsgremien erfolgten, um mittelfristig vor allem den KMU eine sichere Verarbeitung höherfester Feinkornbaustähle zu ermöglichen.

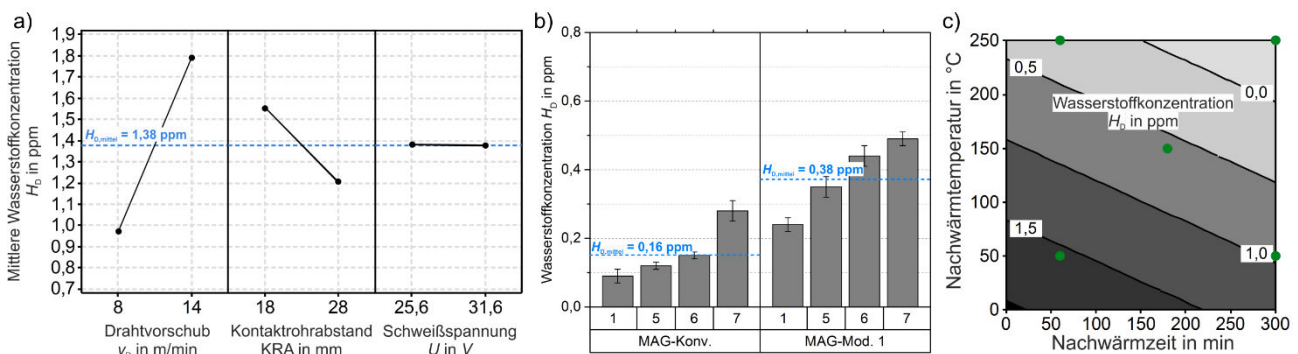


Abbildung 2: a) Einfluss von Schweißprozessparametern auf die Wasserstoffkonzentration in Einlagenschweißungen mit mod. SLB, b) Vergleich der mittleren Wasserstoffkonzentration in Mehrlagenschweißungen zwischen konv. LB und mod. SLB und c) Konturdiagramm der Wasserstoffkonzentration in Abhängigkeit der Nachwärmzeit und -temperatur

Die dargestellten Ergebnisse stellen einen wichtigen Beitrag zur sicheren Auslegung von Schweißkonstruktionen aus höherfestem Feinkornbaustahl dar und ermöglichen den KMU die technischen und wirtschaftlichen Vorteile der mod. SLB-Prozesse auszunutzen sowie unter Berücksichtigung der wasserstoffunterstützten Kaltrissbildung kostenintensive Nacharbeiten zu reduzieren. Das Forschungsvorhaben wurde am 30.06.2017 erfolgreich abgeschlossen. Eine umfangreiche Darstellung aller Ergebnisse kann dem Abschlussbericht [2] entnommen werden.

Das IGF-Vorhaben 18.596 BR (DVS 01.088) Ermittlung geeigneter Wärmeführungen zur Vermeidung wasserstoffunterstützter Kaltrisse beim Schweißen höherfester Feinkornbaustähle mit modifiziertem Sprühlichtbogen der Forschungsvereinigung Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS, Aachener Str. 172, 40223 Düsseldorf wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

[1] H. Cramer, L. Baum, S. Pommer, Überblick zu modernen Lichtbogenprozessen und deren Werkstoffübergängen beim MSG-Schweißen. In: DVS Berichte 275, DVS Media GmbH, Düsseldorf, 2011, S. 232-237.

[2] T. Schaupp, T. Kannengießler, S. Burger, M. Zinke, S. Jüttner, Schlussbericht DVS 01.088 / IGF 18.596 BR – Ermittlung geeigneter Wärmeführungen zur Vermeidung wasserstoffunterstützter Kaltrisse beim Schweißen höherfester Feinkornbaustähle mit modifiziertem Sprühlichtbogen, 2017, URN: [urn:nbn:de:kobv:b43-425946](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:b43-425946).