

Mikrostruktursensitive Schädigungsmodellierung von Pipelinestählen unter Wasserstoffbeanspruchung

M. Dölz¹, B. Tekkaya¹, S. Münstermann¹

¹ RWTH Aachen University, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

Wasserstoff bietet eine Möglichkeit zur Energieerzeugung durch klimafreundliche Energieträger. Die Initiative „European Hydrogen Backbone“ zielt auf eine europaweite Infrastruktur aus teilweise schon vorhandenen Rohrnetzwerken, die für den Wasserstofftransport umgewidmet werden sollen. Dabei muss sichergestellt werden, dass die eingesetzten Stähle auch für den Einsatz unter Wasserstoffbeladung geeignet sind. Verunreinigungen, wie nichtmetallische Einschlüsse, weisen einen großen Einfluss auf die Beständigkeit gegenüber wasserstoffinduzierter Schädigung auf. Der experimentelle Sicherheitsnachweis stellt jedoch eine große Herausforderung dar, da Wasserstoff nur eingeschränkt lokal quantitativ bestimmbar ist und nur beschränkt Material aus dem bestehenden Rohrnetzwerken entnommen werden kann. Es wurde ein FE-Modell entwickelt, das die lokale Wasserstoffkonzentration unter Berücksichtigung der hydrostatischen Spannung und der plastischen Dehnung berechnen kann. Die Entwicklung von Wasserstofffallen resultiert aus der Umformung und ermöglicht lokale Konzentrationen im Bauteil aufzulösen, um so deren Einfluss auf die wasserstoffinduzierte Rissbildung in Stählen bewerten zu können.

In der Arbeit wird mit Hilfe von numerischen Untersuchungen der Einfluss auf die lokale Wasserstoffkonzentration in Abhängigkeit der Umformhistorie untersucht. Dafür wird die U-O-E-Rohreinformung unter Verwendung eines makroskopischen Plastizitätsmodells simuliert, um die plastischen Dehnungs- und Spannungsverteilungen innerhalb des Rohrs aufzulösen. Nachfolgend werden durch einen Submodellansatz die aus der makroskopischen Simulation resultierenden Verschiebungen auf ein repräsentatives Volumenelement der Mikrostruktur übertragen und die sich entwickelnde lokale Wasserstoffkonzentration bewertet.