

STAHLUS

Laser-Ultraschall-Methoden zum Beobachten metallurgischer Prozesse in Stahl während thermischer Behandlung

Programm / Ausschreibung	Kooperationsstrukturen, Kooperationsstrukturen, Bridge Ausschreibung 2022	Status	laufend
Projektstart	01.03.2023	Projektende	30.05.2026
Zeitraum	2023 - 2026	Projektlaufzeit	39 Monate
Keywords	laser-ultraschall; mikrostruktur, in-situ; rekristallisation; phasenumwandlung		

Projektbeschreibung

Mechanische und technologische Eigenschaften von polykristallinen Materialien, wie z.B. Stahl, hängen stark von ihrer Mikrostruktur ab. Typische Beispiele sind hierfür die Festigkeit, die durch Mikrostrukturverfeinerung (Kornfeinung) erhöht werden kann, und die Tiefzieheigenschaften, die von der kristallographischen Textur bestimmt werden. Die Mikrostruktur wird von der chemischen Zusammensetzung und dem Temperatur-Zeit-Verlauf bzw. Temperatur-Zeit-Umform-Verlauf (thermische/thermomechanische Behandlung) während des Herstellprozesses maßgeblich beeinflusst. Für die Werkstoff- und Prozessentwicklung ist die Kenntnis dieser Gefügeänderungen von grundlegender Wichtigkeit. Klassischer Weise wird versucht Einblicke zu erhalten, indem die Mikrostruktur von Proben in thermischen Simulatoren an verschiedenen Punkten des Prozesses durch schnelles Abkühlen „eingefroren“ wird (Quenching). Die so erhaltenen Proben werden dann als Mikroschliffe aufbereitet und mit verschiedenen Verfahren ex-situ untersucht. Die gewinnbaren Informationen sind umfassend, es können z.B. Korngrößenverteilung, Form und kristallographische Orientierung mit etablierten Methoden erfasst werden. Sie erfordern jedoch hohen zeitlichen Aufwand und können deshalb nur diskrete Punkte in der Matrix aus chemischer Zusammensetzung und Prozessparametern abdecken. Außerdem kann sich der Gefügestand auch während des Abschreckens noch verändern, bevor der Zustand eingefroren ist.

In diesem Projekt sollen auf Basis von Laser-Ultraschall Methoden entwickelt werden, um die Gefügeveränderungen direkt während eines metallurgischen Prozesses zu erfassen. Hier ist das Ziel, die Analyse an verschiedenen Temperaturkurven mit wenig Zeitaufwand zu wiederholen und den Herstellungsprozess schnell und energiesparend bezüglich Werkstoffeigenschaften, Prozessgeschwindigkeit und Energieverbrauch zu optimieren. Unser Projekt soll die Prozessumstellungen, die für eine Beimischung von höheren Schrottanteilen unter Erhaltung der Produktqualität erforderlich sind, beschleunigen. Es leistet einen Beitrag, die ehrgeizigen Ziele, wie die angekündigte CO₂-Neutralität bis 2050, zu erreichen.

Abstract

Mechanical and technological properties of polycrystalline materials, such as steel, strongly depend on their microstructure. Typical examples are the strength, which can be increased by microstructure refinement (grain refinement), and the deep drawing properties, which are determined by the crystallographic texture. Besides chemical composition, the microstructure

is significantly influenced by the temperature-time curve or temperature-time forming curve (thermal/thermomechanical treatment) during the manufacturing process. For material and process development, knowledge of these microstructural changes is of fundamental importance. Classically, insights are gained by "freezing" the microstructure of specimens in thermal simulators at various points in the process by rapid cooling (quenching). The resulting samples are then prepared as microsections and examined by various methods. The information that can be obtained is comprehensive, e.g., grain size distribution, shape and crystallographic orientation can be recorded with established methods. However, they require a high time effort and can therefore only cover discrete points in the matrix of chemical composition and process parameters. Also, the method is ex-situ and the microstructure state can still change during quenching before the condition is frozen. In this project, laser ultrasound methods for the detection of microstructural changes during a metallurgical process will be developed. The aim is a fast analysis, which can be repeated for different process parameters with greatly reduced time expenditure. This is necessary to optimize new manufacturing processes involving the recycling of higher fractions of scrap-steel quickly and energy-saving, with regard to material properties, process speed and energy consumption. In this way, our project accelerates the steps towards achieving the announced CO2 neutrality by 2050.

Projektkoordinator

- Research Center for Non Destructive Testing GmbH

Projektpartner

- voestalpine Stahl GmbH