

Werkstoffkunde und Mechanik forschen weiter an gradierten Mischgefügen

Die ILH-Mitglieder – Lehrstuhl für Technische Mechanik und Lehrstuhl für Werkstoffkunde – haben am 23.6.2022 eine dreijährige Verlängerung des Vorhabens „Experimentelle und numerische Ermittlung der Korrelationen zwischen den Prozessgrößen der thermo-mechanischen Werkstoffbehandlung und den mechanischen Eigenschaften bei gradierten Mischgefügen mit bimodaler Korngrößenverteilung“ bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) bewilligt bekommen.

Das Ziel des Projektes liegt in der simulationsgestützten Bestimmung der Zusammenhänge zwischen den Prozessgrößen der thermo-mechanischen Werkstoffbearbeitung und der resultierenden gradierten Mikrostruktur mit bimodaler Korngrößenverteilung.

Für die Reduzierung des CO₂-Ausstosses im Verkehrssektor wird vermehrt der Ansatz belastungsangepasster Bauteile verfolgt, um das gesamte Fahrzeuggewicht zu senken. Durch die Realisierung einer gradierten thermo-mechanischen Werkstoffbearbeitung können Bauteile mit unterschiedlichen Anteilen von Mischgefügen und Korngrößen hergestellt werden, welche gezielt an einen möglichen Last- oder Crashfall angepasst sind. Die simulationsgestützte Prozessauslegung einer solchen mehrstufigen thermo-mechanischen Behandlung ermöglicht eine Reduzierung des experimentellen Aufwands und die gezielte Einstellung der Eigenschaften.

Während thermo-mechanischer Behandlung treten eine Vielzahl von mikromechanischen Phänomenen auf, die sich stark auf die makroskopischen Eigenschaften von Stählen auswirken. Der Prozess zur Erzeugung bimodaler Mikrostrukturen ist in drei Teilprozesse unterteilt. Die Teilprozesse sind interkritisches Glühen (I), Kaltverfestigung (II) und Rekristallisationsglühen (III). Die Verfahrenstemperatur und die aufgetragene Verformung sind schematisch dargestellt.

Die Entwicklung der Phasenanteile wird durch die Prozessvariablen beschrieben und ist in Abbildung 1 auf der Mesoskala dargestellt. Während des interkritischen Glühens (I) wandelt sich das rein ferritische Gefüge teilweise in Austenit um und bildet ein gemischtes ferritisch/austenitisches Gefüge. Durch anschließendes Abschrecken wird der austenitische Anteil des Mischgefüges in Martensit umgewandelt. Während der Kaltumformung entstehen Versetzungen, hervorgerufen durch die plastische Verformung. Dies führt schließlich zur Erhöhung der Versetzungsdichte und der gespeicherten Energie. Während des Rekristallisationsglühens nach der Kaltumformung tritt statische Rekristallisation und Ausscheidung von Karbiden auf, wodurch die Keimbildung und das durch die feindispersen Karbide eingeschränkte Kornwachstum eine Entspannung des martensitischen Gefügeanteils und Entstehung von feinen ferritischen Körnern ermöglicht wird. Die Kombination aus großen Körnern und neu gebildeten kleinen Körnern stellt ein bimodales ferritisches Gefüge dar. Dadurch können gewünschte Eigenschaften, wie z.B. eine hohe Dauerfestigkeit oder bessere Korrosionsbeständigkeit eingestellt werden. Im Rahmen des Projektes werden gradierte Mischgefüge erzeugt, um simulationsgestützt Bauteile mit gezielt eingestellter Mikrostruktur herzustellen, welche eine gezielte Variation der bimodalen Korngrößenverteilung besitzen.

Das Hauptziel im Bereich der Werkstoffkunde ist die experimentelle Ermittlung der Gesetzmäßigkeiten der Bildung von Mischgefügen mit bimodaler Korngrößenverteilung und Entwicklung eines Modells für die Beschreibung der Prozess-Mikrostruktur-Eigenschaftskorrelationen.

Das Hauptziel im Bereich Technische Mechanik ist die Simulation der Prozesskette mit Hilfe von Mikromodellen.

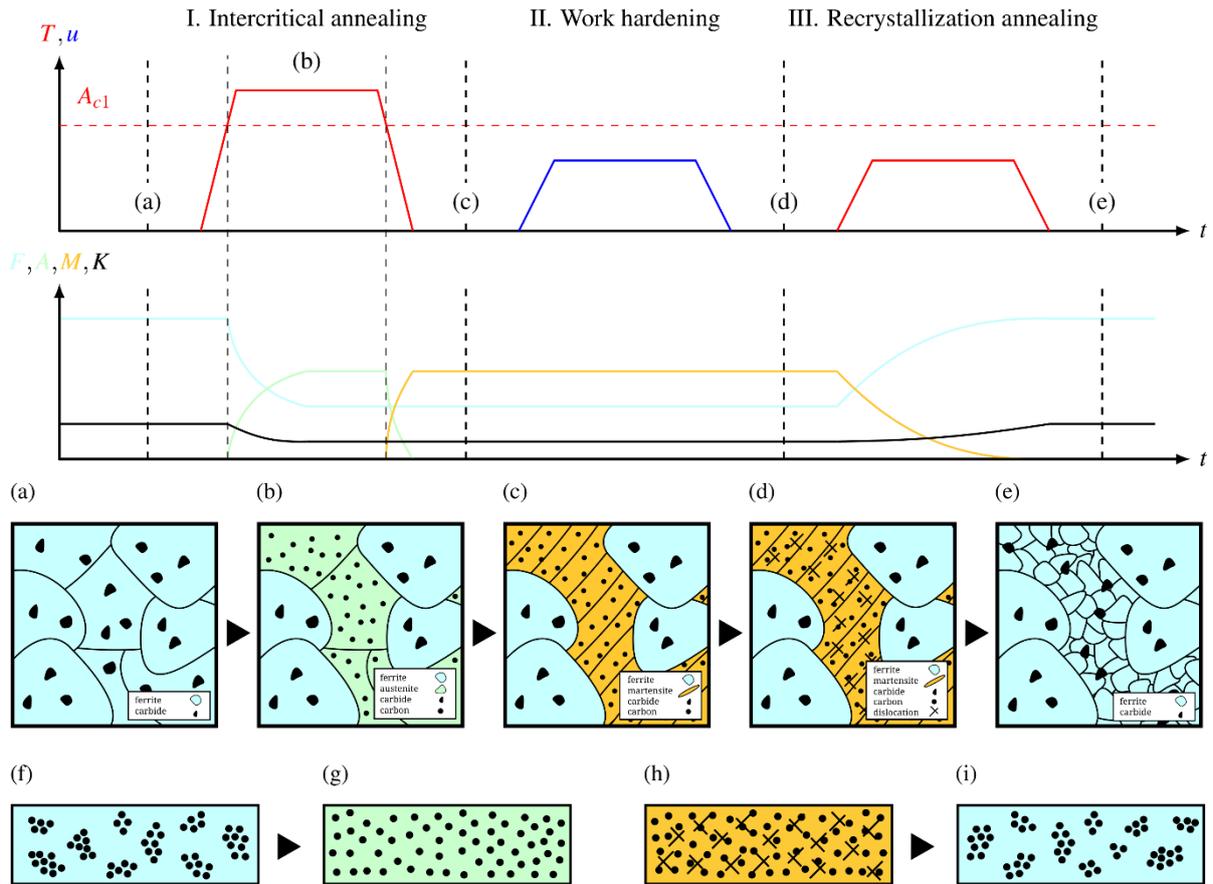


Abbildung 1: Mikrokinetik: (a)-(b) Umwandlung von Ferrit in Ferrit/Austenit, (b)-(c) Umwandlung von Ferrit/Austenit in Ferrit/Martensit, (c)-(d) Kaltverfestigung zur Erzeugung von Versetzungen, (d)-(e) Umwandlung von Ferrit/Martensit in bimodalen Ferrit, (f)-(g) Kohlenstoffausgleich innerhalb einer Phase, (h)-(i) Kohlenstoffanreicherung innerhalb einer Phase.