

# Abschlussarbeit (Bachelor)

## „Herstellung vollständig perlitischer Gefüge an Legierungen des Fe-Mn-C-Systems“ (ab Februar 2023)

### Hintergrund

In der Arbeit von Sun et al. [1] wurde erstmals eine neuartige Prozessroute zur Herstellung von AHSS (engl. advanced high strength steels) der dritten Generation vorgestellt. Bei AHSS (engl. advanced high strength steels) handelt es sich um eine Gruppe von neuartigen Stählen, die bemerkenswerte Festigkeit bei gleichzeitig guter Duktilität sowie Umformbarkeit aufweisen. AHSS sind industriell etabliert und werden vor allem im Fahrzeugbau eingesetzt [2]. Ziel dieser Prozessroute ist die Einstellung eines fein-strukturierten Nichtgleichgewichtsgefüges aus Martensit und metastabilem Austenit im Fe-Mn-C-System. In Abb. 1 ist dargestellt, welche Schritte unternommen wurden, um ein solches Gefüge einzustellen. Der Ausgangszustand hier war ein vollständig perlitisches Gefüge. Bei der von Sun et al. [1] untersuchten eutektoiden Zusammensetzung mit einem Mn-Gehalt von ca. 5 m.% ist das Mn in beiden Phasen substitutionell gelöst, jedoch mit einem deutlich höheren Anteil im Zementit  $(\text{Fe,Mn})_3\text{C}$  [3]. Nach einer Kurzzeit-austenitisierung mit ausreichender Haltedauer liegt das Gefüge vollständig austenitisch vor. Aufgrund der langsamen Diffusion des Mn verbleibt die Mn-Konzentration in lamellarer Verteilung bestehen. Wird ein solches Gefüge abgeschreckt, so liegt in den Mn-reichen Gebieten aufgrund des austenitstabilisierenden Charakters des Mn metastabiler Austenit vor. Mit anschließendem Anlassen können bemerkenswerte Kombinationen aus Festigkeit und Duktilität erzielt werden. Neben den aussichtsreichen mechanischen Eigenschaften, kommt es unter nicht trivialen Phasenumwandlungen zur Ausbildung komplexer, noch unerforschter Grenzflächen.

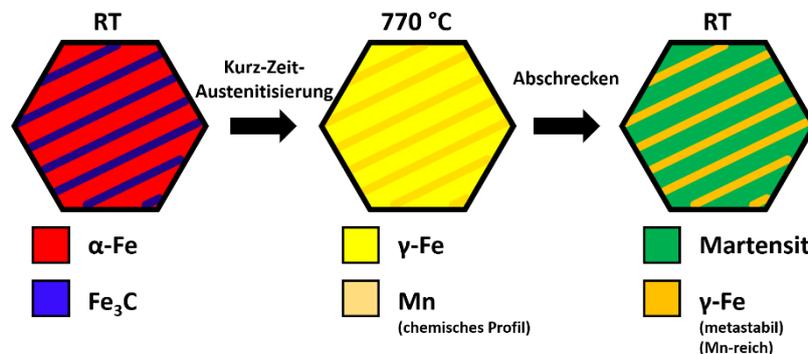


Abb. 1: Schematischer Ablauf der neuartigen Prozessroute. Der Ausgangszustand ist ein vollständig perlitisches Gefüge.

Prof. Martin Heilmaier  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Angewandte Materialien (IAM-WK)  
Engelbert-Arnold-Straße 4  
Campus Süd, Geb. 10.91, Raum 036  
76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608 46594  
Fax: +49 721 608 48044  
martin.heilmaier@kit.edu

Dr.-Ing. Alexander Kauffmann  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Angewandte Materialien (IAM-WK)  
Engelbert-Arnold-Straße 4  
Campus Süd, Geb. 10.91, Raum 375  
76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608 42346  
Fax: +49 721 608 48044  
alexander.kauffmann@kit.edu



Institut für Angewandte Materialien

## Abteilung Physikalische Metallkunde

## Zielsetzung

Ziel ist es vier Legierungen eutektoider Zusammensetzung mit Mn-Gehalten zwischen 5- und 11 m.% zunächst auf die Bildung eines vollständig perlitischen Gefüges hin zu untersuchen. Zentraler Aspekt ist die Wahl der Temperatur, da das Zweiphasengebiet des Perlits neben der Temperatur auch vom Mn- sowie C-Gehalt abhängt. Die Charakterisierung des Gefüges erfolgt durch Lichtmikroskopie (LM) und ggf. Rasterelektronenmikroskopie (REM). Um die ermittelten Umwandlungsbedingungen zu validieren, werden im Anschluss erneut vollständig perlitische Proben hergestellt.

## Experimentelle Vorgehensweise

- Trennen der Proben mittels Präzisionstrennmaschine
- Austenitisierung und anschließende Perlitbildung in Kastenöfen
- Einbetten und metallographische Präparation der Proben
- Gefügecharakterisierung mittels LM/REM
- Anpassung der Parameter falls nötig (Temperatur und Haltedauer)
- Herstellung vollständig perlitischer Proben

## Zeitlicher Ablauf

Bachelorarbeit:

1. Monat: Trennen der Proben  
Perlit u. Gefügecharakterisierung der ersten beiden Legierungen  
Literaturrecherche
2. Monat: Perlit u. Gefügecharakterisierung der übrigen Legierungen  
Probenherstellung (vollständig perlitisches Gefüge)  
Literaturrecherche
3. Monat: Verfassen der Arbeit

## Ansprechpersonen

M.Sc. Marcel Münch (marcel.muench@kit.edu)  
Dr. Alexander Kauffmann (alexander.kauffmann@kit.edu)  
Prof. Dr. Martin Heilmaier (martin.heilmaier@kit.edu)

## Literatur

- [1] Sun WW, Wu YX, Yang SC, Hutchinson CR. Advanced high strength steel (AHSS) development through chemical patterning of austenite. Scripta Materialia 2018;146(5):60–3. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2017.11.007>.
- [2] Raabe D, Sun B, Da Kwiatkowski Silva A, Gault B, Yen H-W, Sedighiani K et al. Current Challenges and Opportunities in Microstructure-Related Properties of Advanced High-

Prof. Martin Heilmaier  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Angewandte Materialien (IAM-WK)  
Engelbert-Arnold-Straße 4  
Campus Süd, Geb. 10.91, Raum 036  
76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608 46594  
Fax: +49 721 608 48044  
martin.heilmaier@kit.edu

Dr.-Ing. Alexander Kauffmann  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Angewandte Materialien (IAM-WK)  
Engelbert-Arnold-Straße 4  
Campus Süd, Geb. 10.91, Raum 375  
76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608 42346  
Fax: +49 721 608 48044  
alexander.kauffmann@kit.edu



#### Abteilung Physikalische Metallkunde

Strength Steels. Metall Mater Trans A 2020;51(11):5517–86.  
<https://doi.org/10.1007/s11661-020-05947-2>.

- [3] Hutchinson CR, Hackenberg RE, Shiflet GJ. The growth of partitioned pearlite in Fe–C–Mn steels. Acta Materialia 2004;52(12):3565–85.  
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2004.04.010>.