

In situ Beobachtung der Azikularferritbildung an nichtmetallischen Einschlüssen am HT – LSCM

Alexander Mayerhofer

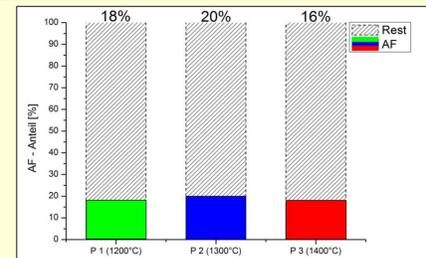
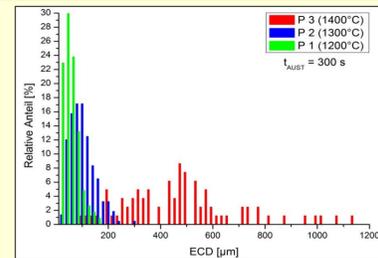
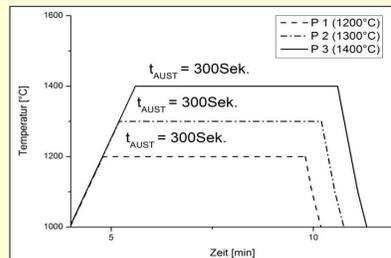
Motivation:

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung einer Methode zur Beobachtung der Austenit – Azikularferritumwandlung im Konfokalmikroskop. Das Hochtemperatur Laser Scanning Konfokalmikroskop (HT-LSCM) ermöglicht die in situ Betrachtung und Untersuchung von metallurgischen Aufschmelz-, Umwandlungs- und Auflösungsprozessen unter hoher Vergrößerung. Azikularferrit ist eine feinnadelige Form von Ferrit, die an nichtmetallischen Einschlüssen keimt und die mechanischen Eigenschaften von HSLA - Stählen stark verbessert. Azikularferritische Stähle erzielen bei Zähigkeit, gerade in niedrigen Temperaturbereichen, bessere Eigenschaftswerte als ferritisch-perlitische Stähle. Die vier Haupteinflussparameter Stahlzusammensetzung, Austenitkorngröße, nichtmetallische Einschlüsse und Abkühlbedingung können am HT-LSCM getrennt von einander untersucht werden. Im Zuge der Arbeit wurden Austenitisierungstemperatur, Austenitisierungszeit, Abkühlbedingungen sowie anlagenspezifische Parameter wie Probengeometrie und Spülbehandlung am Konfokalmikroskop des Lehrstuhls für Eisen- und Stahlmetallurgie untersucht. Ihre Auswirkungen auf das Umwandlungssystem wurden am Gefügeanteil des Azikularferrits (AF) gemessen.

Optimierung der Versuchsparameter

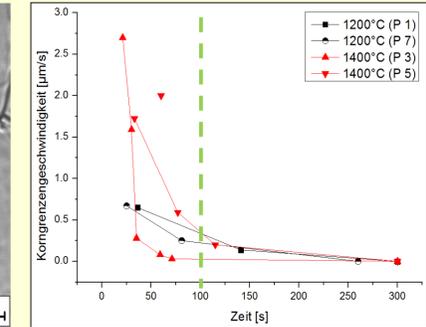
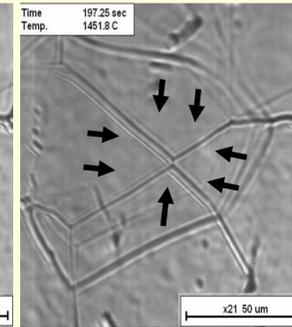
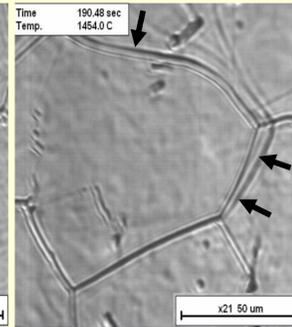
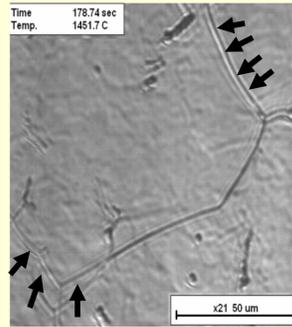
Austenitisierungstemperatur

Durch höhere Temperaturen werden größere Austenitkörner erzeugt. Laut Literatur resultieren größere Austenitkörner in einem höheren Anteil des Azikularferrits am Gesamtgefüge. Die dargestellten Diagramme zeigen die Auswirkungen drei verschiedener Austenitisierungsvorgänge. Eine darauffolgende lichtmikroskopische Auswertung ergab nur eine geringere Steigerung des Azikularferritgehalts. Der limitierende Faktor bei diesen Versuchen ist daher nicht die Austenitisierungstemperatur.



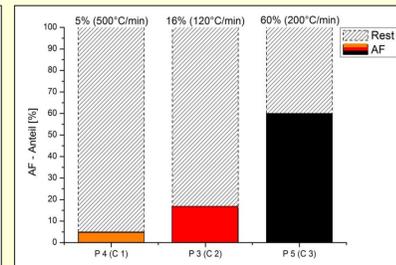
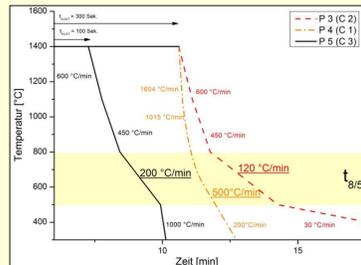
Austenitisierungszeit

Mit den erzeugten Videoaufnahmen konnte die Abnahme der Austenitkorn - Wachstumsgeschwindigkeit sichtbar gemacht werden. Nebenstehende Abbildungen zeigen das oft sprunghafte Anwachsen der Körner. Zur Bestimmung der Korngrenzengeschwindigkeit dienen statische Referenzpunkte, wie nichtmetallische Einschlüsse oder kleine Porositäten. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Verringerung der möglichen Wechselwirkung zwischen Probe und Ofenatmosphäre ist es sinnvoll die Behandlungsdauer kurz zu halten. Bei den hier gewählten Versuchsparametern kann der Wachstumsvorgang nach ca. 100 s als vollendet betrachtet werden.



Abkühlbedingung

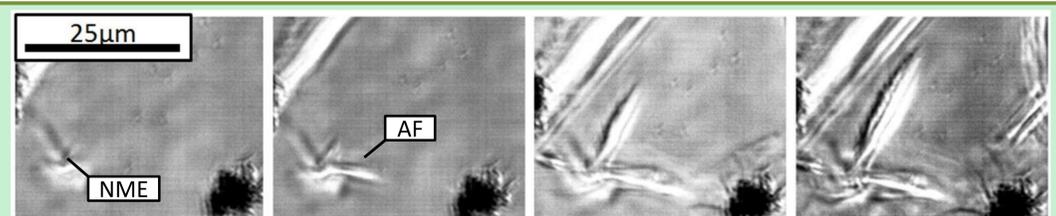
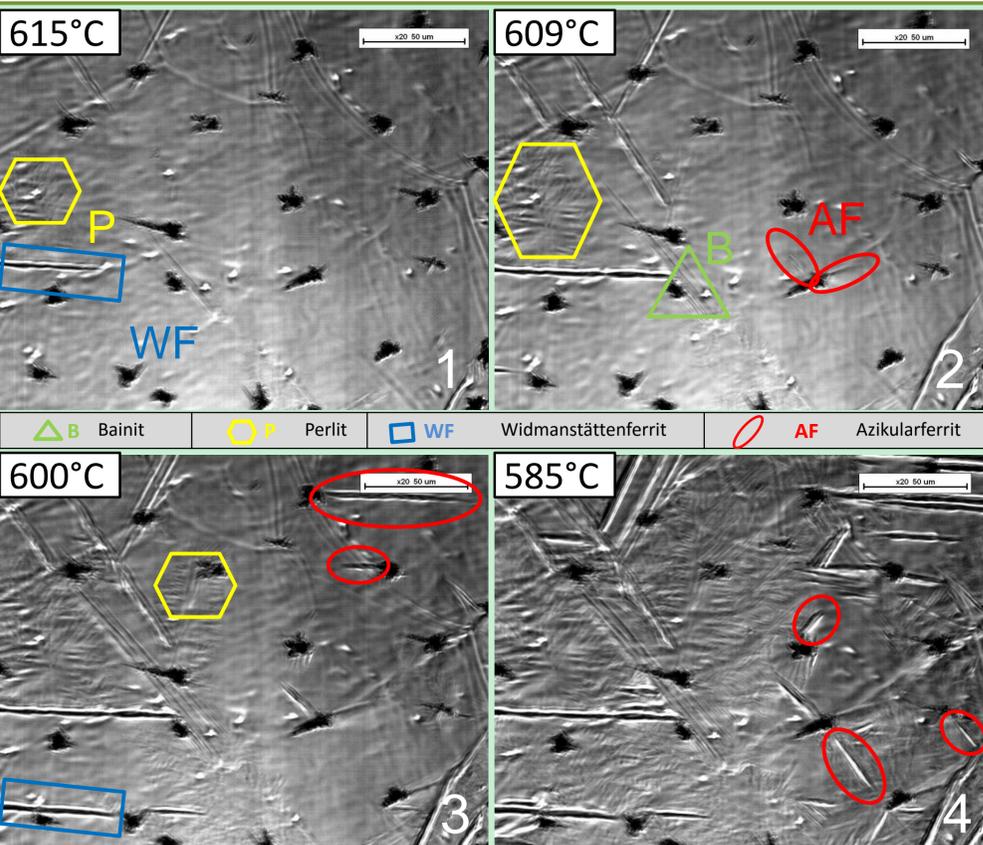
Der azikularferritische Umwandlungsbereich liegt zwischen dem perlitischen und bainitischen. Es wurden mehrere Abkühlbedingungen untersucht, wobei das Hauptaugenmerk auf dem $\Delta t_{8/5}$ - Bereich lag. Dieser beschreibt die Kühlrate von 800 °C auf 500°C, bei welcher das Gefüge die Phasenumwandlung von austenitisch auf azikularferritisch erfährt. Eine Kühlrate von 200°C/min bei $\Delta t_{8/5}$ zeigte den höchsten Anteil an Azikularferrit.



Optimierte Parameter

$T_{AUST} = 1400 \text{ °C}$
 $t_{AUST} = 100 \text{ s}$
Kühlrate = 200°C/min

In situ Beobachtung am HT-LSCM



Keimung von Azikularferrit an einem nichtmetallische Einschluss (HT – LSCM)

Die Bildfolge (1 - 4) zeigt die Beobachtung der Gefügeumwandlung im Bereich 615 – 585 °C. Bedingt durch die Nähe zur perlitischen und bainitischen Umwandlung des Azikularferrits, zeigt sich eine nahezu gleichzeitige Umwandlung von Bainit (B), Perlit (P), Widmanstättenferrit (WF) und Azikularferrit (AF).

Bainit wandelt rasch und nadelförmig von den Austenitkorngrenzen aus um, Perlit flächig und langsam, keimend an Korngrenzen sowie an nichtmetallischen Einschlüssen. Große markante widmanstättenferritische Ferritnadeln wachsen der Theorie entsprechend von den Korngrenzen in das Korn. Der Azikularferrit keimt interkristallin an aktiven nichtmetallischen Einschlüssen und erzeugt ein feinnadeliges Gefüge.

Durch die besondere Anlagentechnik des Laser Scanning Konfokalmikroskops können Parameter wie Austenitisierungstemperatur, Austenitisierungsdauer, Spülbehandlung oder verschiedenste Abkühlbedingungen separat voneinander eingestellt und untersucht werden. Dies ermöglicht die in situ Beobachtung und Erforschung der interkristallinen Keimung des Azikularferrits an nichtmetallischen Einschlüssen.



Alexander Mayerhofer

Kontakt: alexander.mayerhofer@stud.unileoben.ac.at

Betreuer: Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Susanne Michelic
Dipl.-Ing. Denise Loder

Forschungspartner:

