

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE
Herausgegeben vom Rektor der TU Bergakademie Freiberg

B 357 Werkstoffwissenschaft

**Deformationsmechanismen bei
verschiedenen Verformungstemperaturen
in austenitischem TRIP/TWIP-Stahl**

Stefan Martin

Inhaltsverzeichnis

Thesen	VI
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	5
2.1 Deformation austenitischer Stähle	5
2.1.1 Phasen und martensitische Umwandlungen des Eisens	5
2.1.2 Versetzungs- und Partialversetzungsbewegung	7
2.1.3 Stapelfehlerenergie	12
2.1.4 ϵ -Martensitbildung	17
2.1.5 Zwillingbildung und TWIP-Effekt	19
2.1.6 α' -Martensitbildung und TRIP-Effekt	23
2.2 Nachweis von planaren Defekten mittels XRD	30
3 Experimentelle Details	37
3.1 Werkstoff	37
3.1.1 Legierungskonzept des austenitischen Stahls	37
3.1.2 Stahlguss	38
3.1.3 FAST-Sinterstahl	38
3.2 Mechanische Prüfverfahren	40
3.3 Methoden der Mikrostrukturcharakterisierung	40
3.3.1 Probenpräparation	40
3.3.2 Bestimmung des ferromagnetischen Phasenanteils	41
3.3.3 Rasterelektronenmikroskopie (REM)	42
3.3.4 Elektronenstrahlmikroanalyse (ESMA)	46
3.3.5 Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	47
3.3.6 Röntgenbeugung (XRD)	48
3.3.7 DIFFaX	51
	III

4	Ergebnisse und Diskussion	55
4.1	Ausgangszustand der Mikrostruktur	55
4.1.1	Gusszustand	55
4.1.2	FAST-Sinterstahl	57
4.2	Mikrostrukturmodell der Deformationsmechanismen	59
4.2.1	Einleitung	59
4.2.2	DIFFaX-Model des gestörten Austenits	61
4.2.2.1	Verifizierung des Modells und der Anpassungsparameter	65
4.2.2.2	Anpassung der XRD-Daten nach Verformung bei 20°C	69
4.2.2.3	Stapelfehler im ϵ -Martensit	74
4.2.2.4	Fehlerdiskussion	75
4.2.3	Abbildung der Defektstrukturen	76
4.2.3.1	TEM	76
4.2.3.2	EBSD	77
4.2.4	Quantifizierung der Mikrostrukturbestandteile	79
4.2.5	α' -Martensitbildung	80
4.2.5.1	Athermische α' -Martensitbildung	81
4.2.5.2	Spannungsinduzierte α' -Martensitbildung	82
4.2.5.3	Deformationsinduzierte α' -Martensitbildung	83
4.2.6	Gitterparameterentwicklung bei Verformung/Phasenumwandlung	92
4.2.7	Verformungsverhalten des Austenits und des α' -Martensits	93
4.3	Deformationsmechanismen als Funktion der Temperatur	97
4.3.1	Deformation unterhalb Raumtemperatur	98
4.3.2	Deformation bei Raumtemperatur	101
4.3.3	Deformation bei 60°C	107
4.3.4	Deformation bei 100°C	111
4.3.5	Deformation oberhalb 200°C	113
4.3.6	Mechanische Eigenschaften unter Zugbeanspruchung	114
4.4	Einfluss von Seigerungen im Gusszustand	117
4.5	FAST-Sinterstahl: Deformation bei Raumtemperatur	121
5	Schlussfolgerungen	125
5.1	Einfluss der α' -Martensit- und der Zwillingsbildung auf Verfestigung	125
5.2	Deformationsmechanismen als Funktion der Temperatur	133
6	Zusammenfassung und Ausblick	137

A Anhang	141
A.1 Diffraktogramme der gestoppten Zustände des Stahlgusses	141
A.2 Gitterparameter des FAST-Sinterstahls nach der Verformung	142
A.3 Messbarkeit von Mikrozwillingbündeln mit EBSD	143
A.4 Spannungs-Stauchungs-Kurven des Gusszustandes	145
Veröffentlichungen	147
Lebenslauf	152
Bildnachweis	154
Literaturverzeichnis	157