

# Inhalt

<b>1 Motivation, Einleitung und Gliederung</b>	<b>1</b>
<b>2 Inelastisches Verhalten metallischer Werkstoffe</b>	<b>5</b>
2.1 Phänomene der irreversiblen Verformung – die makroskopische Betrachtungsweise – . . . . .	6
2.2 Mechanismen der irreversiblen Verformung – die mikroskopische Betrachtungsweise – . . . . .	10
2.2.1 Vom Kontinuum zum Kristall . . . . .	10
2.2.2 Kristallographische Grundlagen . . . . .	11
2.2.3 Elastizität . . . . .	15
2.2.4 Plastizität durch Abgleitung . . . . .	17
2.2.4.1 Einführung von Gleitsystemen . . . . .	18
2.2.4.2 Das SCHMIDTsche Schubspannungsgesetz . . . . .	20
2.2.5 Abgleitung durch Versetzungsbewegung . . . . .	22
2.2.6 Versetzungsdynamik . . . . .	24
2.2.7 Charakteristiken der Einkristallverformung . . . . .	28
2.2.8 Temperatureinfluß und Diffusionsvorgänge . . . . .	34
2.2.9 Verformung und Verfestigung von Polykristallen . . . . .	43
2.2.10 Der Einfluß der Korngrenzen . . . . .	48
2.2.11 Zusammenfassung . . . . .	67

---

<b>3</b>	<b>Zur Modellierung des inelastischen Werkstoffverhaltens</b>	<b>69</b>
3.1	Kontinuumsplastizität . . . . .	71
3.1.1	Kinematik . . . . .	71
3.1.2	Materialgleichungen . . . . .	75
3.2	Kristallplastizität . . . . .	79
3.2.1	Kinematik der Einkristallverformung . . . . .	79
3.2.2	Konstitutive Gleichungen . . . . .	85
3.2.3	Kurzportraits ausgewählter Modelle . . . . .	87
3.2.4	Übergang zum Mehrkristall . . . . .	97
3.3	Zur Modellierung der Korngrenzen . . . . .	98
<b>4</b>	<b>Ein neues Werkstoffmodell für polykristalline Gefüge</b>	<b>103</b>
4.1	Beschreibung des Korninneren . . . . .	103
4.2	Beschreibung der Korngrenzen . . . . .	111
<b>5</b>	<b>Numerische Behandlung des Werkstoffmodells</b>	<b>119</b>
5.1	Die Methode der Finiten Elemente (FEM) . . . . .	119
5.2	Integration der konstitutiven Gleichungen . . . . .	123
5.3	Programmierbare Modellbeschreibung . . . . .	124
5.4	Bestimmung des Tangentenmoduls . . . . .	128
5.5	Verwendung des FE-Programms ABAQUS . . . . .	131
5.5.1	Die benutzerdefinierte Schnittstelle UMAT . . . . .	131
5.5.2	Die benutzerdefinierte Schnittstelle FRIC . . . . .	137
<b>6</b>	<b>Ergebnisse von Simulationsrechnungen</b>	<b>143</b>
6.1	Einkristallsimulationen . . . . .	143
6.2	Bikristallsimulationen . . . . .	154
6.3	Multikristallsimulationen . . . . .	182
6.4	Experimentelle Vorgehensweisen . . . . .	207
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>215</b>

---

<b>Literatur</b>	<b>221</b>
<b>A Mathematische Methoden in der Kristallographie</b>	<b>245</b>
A.1 Stereographische Projektionen . . . . .	246
A.2 Bestimmung der SCHMID-Faktoren . . . . .	249
A.3 Bestimmung von EULER-Winkeln aus alternativen Orientierungs- angaben . . . . .	250
A.4 Gleichwertige Abbildung beliebiger Orientierungen im Standard- Dreieck . . . . .	257
A.5 Berechnung von Gleitlinien . . . . .	260
A.6 Iteration von EULER-Winkeln aus der Orientierungsmatrix . . . .	261
<b>B Matrizen</b>	<b>265</b>
B.1 Transformationsmatrizen . . . . .	265
B.2 Modellmatrizen . . . . .	266
<b>C Mathematische Herleitungen und Umformungen</b>	<b>267</b>
C.1 Äquivalenz von Entwicklungsgleichungen für isotrope Verfesti- gungsgrößen . . . . .	267
C.2 Zur Berechnung der Tangentenmoduln . . . . .	269