

Inhalt

1 Einführung in die werkstofftechnische Modellierung	1
1.1 Prinzip der mathematischen Modellierung	1
1.2 Bedeutung der mathematischen Modellierung	3
1.3 Einsatz und Ziele metallkundlicher Modellrechnungen	5
Weiterführende Literatur	6
2 Numerische Algorithmen und Computeralgebrasysteme	7
2.1 Numerische Algorithmen	8
2.2 Entwicklung der Berechnungswerkzeuge	9
2.3 Computeralgebrasysteme	10
2.4 Einführung in Mathcad	11
2.5 Vergleich konventioneller Programmiersprachen mit Mathcad-Programmen	20
2.6 Numerik mit Mathcad	27
Weiterführende Literatur	40
3 Metallkundliche Berechnungsansätze	43
3.1 Atomarer Aufbau und Kristallstruktur	44
3.2 Chemische Thermodynamik und Zustandsdiagramme	50
3.3 Diffusion	71
3.4 Umwandlungs- und Ausscheidungskinetik	85
3.5 ZTU-Verhalten niedriglegierter Stähle	99
3.6 Plastizität, Erholung und Rekristallisation	104
3.7 Einschub über Zelluläre Automaten	111
3.8 Bildbearbeitung und Quantitative Metallografie	117
3.9 Festigkeits- und Zähigkeitsverhalten	121
3.10 Bruchmechanik	130
3.11 Kriechen	149
3.12 Ermüdung	163
Weiterführende Literatur	174
4 Berechnung instationärer Temperaturfelder	179
4.1 Die Wärmeleitungsgleichung	180
4.2 Analytische Lösungen für interessante Fälle	180
4.3 Lösung der Fourier-Gleichung mittels finiter Differenzen	191
4.4 Finite-Elemente-Berechnung von Temperaturfeldern	197
4.5 Thermophysikalische Werkstoffkennwerte	200
4.6 Experimentelle Verifikation	208
Weiterführende Literatur	211
5 Schweißtechnische Berechnungen	213
5.1 Aspekte der Schweißbarkeit	214
5.2 Verfahrensspezifische Gesichtspunkte	214
5.3 Der thermische Schweißzyklus	222
5.4 Beurteilung der Schweißbeignung	228

5.5 Mikrostrukturelle Vorgänge in der WEZ	232
5.6 Mechanische Eigenschaften von Schweißverbindungen	235
5.7 Komplexe, gekoppelte Modelle in der Schweißtechnik.....	237
Weiterführende Literatur.....	246
6 Anwendungen im Bereich der Umformtechnik.....	247
6.1 Übersicht über die Fertigungsverfahren und Kenngrößen	248
6.2 Mathematische Beschreibung von Fließkurven	251
6.3 Strangpressen	254
6.4 Fließpressen	256
6.5 Flachwalzen.....	258
6.6 Thermomechanische Umformung beim Warmbandwalzen	265
6.7 Drahtziehen	273
6.8 Tiefziehen.....	277
6.9 FE-Simulation von Umformprozessen.....	280
Weiterführende Literatur.....	292
7 Anwendungen im Bereich Gießen und Erstarren	295
7.1 Einführung	296
7.2 Keimbildung.....	297
7.3 Thermische Analyse.....	298
7.4 Seigerungsphänomene.....	298
7.5 Konstitutionelle Unterkühlung und Gefügemorphologie.....	301
7.6 Wärmeübergang bei der Erstarrung	305
7.7 Übersicht über kommerzielle Erstarrungsprogramme.....	307
Weiterführende Literatur.....	311
8 Anwendungen im Bereich Bauteilauslegung und Werkstoffauswahl.....	313
8.1 Festigkeitsberechnung von Bauteilen	314
8.2 Zweidimensionale, elastische FE-Rechnung.....	319
8.3 Messung und Auswertung von Bauteilbeanspruchungen	333
8.4 Systematische Werkstoffauswahl.....	336
8.5 Werkstoffdatenbanken	344
Weiterführende Literatur.....	349
9 Anwendungen im Bereich der Prozessoptimierung	351
9.1 Methoden zur Prozess- und Qualitätsplanung.....	352
9.2 Methoden zur Auswertung von Prozessdaten	359
9.3 Statistische Prozesskontrolle.....	360
9.4 Multivariate Prozessanalyse mittels Regressionsrechnung	364
9.5 Neuronale Netzwerke.....	366
9.6 Genetische Algorithmen.....	371
9.7 Mechanismenbasierte Modelle für komplexe Prozesse	374
Weiterführende Literatur.....	385
Anhang	
Übersicht und Hinweise zur beiliegenden CD	387
Mathcad Bedienungsanleitung und Funktionsübersicht	393
Internet-Adressen zu den Fachbereichen	395
Sachverzeichnis.....	399