

**Computer in der  
Werkstoff- und Schweißtechnik  
Anwendung von mathematischen Modellen**

von

Dipl.-Ing. Dr. mont. Bruno Buchmayr

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Einleitung	0-1
<b>1 Entwicklungstrends</b>	<b>1-1</b>
1.1 Fortschritte in der Werkstofftechnologie	1-2
1.2 Fortschritte in der Schweißtechnik	1-7
1.3 Fortschritte in der Computertechnologie	1-9
1.4 Computereinsatz in der Werkstofftechnik	1-18
1.5 Computereinsatz in der Schweißtechnik	1-20
1.6 Literatur zu Kapitel 1	1-21
<b>2 Prinzip der Mathematischen Modellierung</b>	<b>2-1</b>
2.1 Klassifizierung der Modelltypen	2-2
2.2 Methodik der Modellbildung	2-5
2.3 Voraussetzungen für das Mathematische Modellieren	2-9
2.4 Nutzen, Grenzen und Aufwand des Modellierens	2-10
2.5 Verfügbare Software	2-13
2.6 Aspekte der Softwaretechnik	2-16
2.7 Besonderheiten der Modellierung werkstoffkundlicher Vorgänge	2-20
2.8 Literatur zu Kapitel 2	2-24
<b>3 Schweißtechnische Problemstellungen</b>	<b>3-1</b>
3.1 Einleitung	3-2
3.2 Metallkundliche Vorgänge in der Wärmeeinflußzone	3-7
3.3 Metallkundliche Vorgänge im Schweißgut	3-14
3.4 Werkstoffbedingte Schweißfehler	3-27
3.5 Möglichkeiten zur Beurteilung der Schweißbeignung	3-35
3.6 Einflußgrößen auf die Schweißbeignung moderner Baustähle	3-43
3.7 Literatur zu Kapitel 3	3-55
<b>4 Empirische Ansätze oder Black-Box-Modelle</b>	<b>4-1</b>
4.1 Ermittlung der Ansätze	4-2
4.2 Beschreibung des thermischen Zyklus	4-8
4.3 Formulierung der Einflüsse durch die chemische Zusammensetzung	4-15
4.4 Ansätze zur Beschreibung der Schweißrißanfälligkeit	4-25
4.5 Beschreibung der mechanischen Eigenschaften	4-40
4.6 Sonstige schweißtechnische Kennwerte	4-48
4.7 Entwicklung eines Softwarepaketes "WEZ-Kalkulator"	4-52
4.8 Literatur zu Kapitel 4	4-66
<b>5 Modellierung werkstoffkundlicher Vorgänge beim Schweißen</b>	<b>5-1</b>
5.1 Strukturierung - Modellblöcke - Übersicht	5-2
5.2 Fluiddynamische Vorgänge im Schweißbad	5-6
5.3 Modellierung des thermischen Schweißzyklus	5-10
5.4 Thermodynamische Berechnung der Gleichgewichtszustände	5-12
5.5 Modellierung des Umwandlungsverhaltens	5-29
5.6 Teilchenkinetik	5-45
5.7 Austenitkornwachstum	5-53
5.8 Kohlenstoffdiffusion in Mischschweißverbindungen	5-57

5.9	Wasserstoffdiffusion beim Schweißen	5-71
5.10	Metallkundliche Vorgänge im Schweißgut	5-75
5.11	Behandlung von Mehrlagenschweißungen	5-81
5.12	Modellierung der mechanischen Eigenschaften	5-85
5.13	Literatur zu Kapitel 5	5-88
<b>6</b>	<b>FE-Modellierung des mechanischen Verhaltens</b>	<b>6-1</b>
6.1	Methodik der Finite-Elemente-Analyse	6-2
6.2	FE-Berechnung des transienten Temperaturfeldes	6-3
6.3	FE-Berechnung von abkühlungsbedingten Eigenspannungen	6-7
6.4	Gekoppelte FE-Modellierung zur Beschreibung des Umwandlungsverhaltens und der mechanischen Auswirkungen bei Wärmebehandlungen	6-9
6.5	Allgemeine Übersicht zu Schweiß eigenspannungen und -verzug	6-26
6.6	FE-Analyse von Schweiß eigenspannungen und Schweißverzug	6-34
6.7	Sonstige schweißtechnische Anwendungen der FE-Methode	6-38
6.8	Literatur zu Kapitel 6	6-42
<b>7</b>	<b>Expertensysteme in der Werkstoff- und Schweißtechnik</b>	<b>7-1</b>
7.1	Prinzip der Expertensysteme	7-2
7.2	Entwicklung von Expertensystemen	7-13
7.3	Einsatz in der Werkstofftechnik	7-16
7.4	Einsatz in der Schweißtechnik	7-36
7.5	Literatur zu Kapitel 7	7-40
<b>8</b>	<b>Sonstiger Computereinsatz in der Schweißtechnik</b>	<b>8-1</b>
8.1	Übersicht zum Software-Einsatz	8-2
8.2	Software für die Arbeitsvorbereitung und Prüfdatenverwaltung	8-5
8.3	Programme zur Ermittlung der Schweißbeignung	8-16
8.4	Computersysteme für die Prozeßkontrolle	8-18
8.5	Programme für die Festigkeitsberechnung von Schweißverbindungen	8-20
8.6	EDV-unterstützte Defektanalyse	8-21
8.7	Auswertungen mittels Statistik-Programmen	8-24
8.8	Werkstoff-Datenbanken und Informationssysteme	8-27
8.9	On-line-Literaturrecherchen	8-37
8.10	Lehrsysteme auf EDV-Basis	8-42
8.11	Literatur zu Kapitel 8	8-44
<b>9</b>	<b>Zukünftige Aufgaben (Ausblick)</b>	<b>9-1</b>
9.1	Notwendigkeit für Zusammenarbeit	9-2
9.2	Lösung offener Probleme	9-3
9.3	Anwendung bei Neuentwicklungen	9-5

---

**Anhang A** - Entwicklungsgeschichte der Personal Computer

**Anhang B** - Löslichkeitsprodukte von Karbiden, Nitriden und Karbonitriden

**Anhang C** - Werkstoff-Faktendatenbanken

**Stichwortverzeichnis**