

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

von

Dipl.-Ing. Dr. mont. Bruno Buchmayr



| Inhaltsverzeichnis | | Seite |
|---------------------------|---|--------------|
| | Einleitung | 0-1 |
| 1 | Entwicklungstrends | 1-1 |
| 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 |
| 2 | Prinzip der Mathematischen Modellierung | 2-1 |
| 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 |
| 3 | Schweißtechnische Problemstellungen | 3-1 |
| 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 |
| 4 | Empirische Ansätze oder Black-Box-Modelle | 4-1 |
| 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 |
| 5 | Modellierung werkstoffkundlicher Vorgänge beim Schweißen | 5-1 |
| 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 |
| 6 | FE-Modellierung des mechanischen Verhaltens | 6-1 |
| 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 Schweißspannungen und -verzug | 6-26 |
| 6.6 | FE-Analyse von Schweißspannungen und Schweißverzug | 6-34 |
| 6.7 | Sonstige schweißtechnische Anwendungen der FE-Methode | 6-38 |
| 6.8 | Literatur zu Kapitel 6 | 6-42 |
| 7 | Expertensysteme in der Werkstoff- und Schweißtechnik | 7-1 |
| 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 |
| 8 | Sonstiger Computereinsatz in der Schweißtechnik | 8-1 |
| 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 |
| 9 | Zukünftige Aufgaben (Ausblick) | 9-1 |
| 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