

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Symbolliste | 5 |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Formgedächtnislegierungen | 1 |
| 1.2 Formgedächtniseffekte | 4 |
| 1.3 Werkstoffkundliche Grundlagen | 6 |
| 1.4 Phasentransformation | 7 |
| 1.5 Stand der Technik | 9 |
| 1.6 Ziele der Arbeit | 11 |
| 1.7 Aufbau der Arbeit | 11 |
| 2 Phänomenologisches Modell | 13 |
| 2.1 Einleitung | 13 |
| 2.2 Asymmetrischer Effekt | 13 |
| 2.3 Konstitutive Gleichungen | 16 |
| 2.3.1 Kinematik durch Dekomposition des Transformationsdehnungstensors | 16 |
| 2.3.2 Thermodynamisches Konzept | 17 |
| 2.3.3 Helmholtz-Energie und Spannungen | 17 |
| 2.3.4 Fließfunktion für deviatorische Spannungszustände | 18 |
| 2.3.5 Spannungsmoden-abhängige Wichtungsfunktionen | 19 |
| 2.3.6 Modell A: Individuelle Transformationsdehnungen mit unterschiedlichen Richtungen | 19 |
| 2.3.7 Modell B: Koaxiale Transformationsdehnungen | 20 |
| 2.4 Numerische Implementierung | 22 |
| 2.5 Parameteridentifikation | 24 |
| 2.6 Repräsentative Beispiele | 27 |
| 2.6.1 Pseudoelastische NiTi Legierungen unter Zug, Druck und Schub | 27 |
| 2.6.2 Pseudoelastische NiTi Legierung unter Zug und Schub | 29 |
| 2.6.3 Finite Elemente Simulation eines Stents | 31 |
| 2.6.4 Finite Elemente Simulation einer Zahnspange | 33 |
| 2.7 Fazit | 38 |
| 3 Mikromechanische Phasentransformation | 41 |
| 3.1 Einleitung | 41 |
| 3.2 Gliederung | 41 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4 | Inhaltsverzeichnis | |
| 3.3 | Zwillingsbildung | 42 |
| 3.3.1 | Transformationsdehnungen | 42 |
| 3.3.2 | Kompatibilitätsbedingung der Zwillingsebene (Martensit - Martensit) | 45 |
| 3.3.3 | Kompatibilitätsbedingung der Habitusebene (Austenit - Martensit) | 46 |
| 3.4 | Mikroskopisches Verformungsverhalten | 50 |
| 3.4.1 | Schmidfaktor | 52 |
| 3.4.2 | Miller Indizes | 52 |
| 3.4.3 | Polfiguren | 55 |
| 3.4.4 | Textur | 64 |
| 3.4.5 | Darstellung einer Textur | 67 |
| 3.5 | Fazit | 69 |
| 4 | Mikromechanisches Modell | 73 |
| 4.1 | Einleitung | 73 |
| 4.2 | Konstitutive Gleichungen | 73 |
| 4.2.1 | Kristalline Struktur | 73 |
| 4.2.2 | Dehnungen | 74 |
| 4.2.3 | Helmholtz-Energie | 75 |
| 4.2.4 | Elastische Lagrangefunktion | 76 |
| 4.2.5 | Thermodynamisches Konzept | 77 |
| 4.2.6 | Entwicklungsgleichungen | 79 |
| 4.3 | Numerische Implementierung | 80 |
| 4.3.1 | Formulierung diskreter Zustandsgleichungen | 81 |
| 4.3.2 | Eliminierung der Lagrangemultiplikatoren | 82 |
| 4.3.3 | Projizierte Newton-Iteration | 83 |
| 4.3.4 | Algorithmisches Kriterium für Phasentransformation | 86 |
| 4.3.5 | Tangentenmodul | 91 |
| 4.4 | Repräsentative Beispiele | 91 |
| 4.4.1 | Materialdaten | 92 |
| 4.4.2 | Simulation mit 3 Körnern | 92 |
| 4.4.3 | Numerischer Vorteil des Projizierten Newton Algorithmus | 94 |
| 4.4.4 | Simulation mit 20 Körnern | 94 |
| 4.4.5 | Simulation mit 100 Körnern | 95 |
| 4.4.6 | Validierung des mikromechanischen Modells | 96 |
| 4.5 | Finite Elemente Simulation eines Stents | 99 |
| 4.6 | Fazit | 101 |
| 5 | Zusammenfassung und Ausblick | 103 |
| | Literatur | 105 |
| A | Formulierung von spannungsmoden-abhängigen Wichtungsfunktionen | 108 |
| B | Ergänzung zum mikroskopischen Modell | 110 |