

**Andrea Schütze**

## **Numerische Umsetzung einer Fließeckentheorie metallischer Vielkristalle und ihre Anwendung auf die Scherbandanalyse mittels inkrementeller Energieminimierung**

### **Zusammenfassung**

Die vorliegende Arbeit basiert auf einem phänomenologischen Modell des elastoplastischen Verhaltens metallischer Vielkristalle (Petryk und Thermann, 1997). In Übereinstimmung mit mikromechanischen Befunden geht dieses Zwei-Flächen-Modell von der Ausbildung einer Ecke der Fließfläche im aktuellen Belastungspunkt aus. Es beschränkt erreichbare Spannungszustände durch eine zusätzliche, extremale Fläche. Diese beiden Eigenschaften ermöglichen indirekt die Modellierung kristallographischer Effekte, partielle Entlastung und Verfestigung, durch unabhängige konstitutive Funktionen. Die zeitunabhängigen, inkrementell nichtlinearen Rategleichungen werden für endliche Verzerrungen numerisch umgesetzt und verifiziert. Besondere Beachtung erfährt dabei ein mit zweiter Ordnung genaues Zeitintegrationsverfahren.

Es wird gezeigt, dass das Materialmodell für die Simulation von Deformationsprozessen, die mit materiellen Instabilitäten verbunden sind, geeignet ist. Zu diesem Zweck werden ebene Prozesse der isochoren Stauchung mit überlagerter Scherung mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente numerisch analysiert. Hierbei erfolgt in jedem Zeitschritt eine automatische Auswahl des stabilen Deformationspfades durch Minimierung der inkrementellen Energie (Petryk, 1982, Petryk und Thermann, 1992). Die erstmalige Ausbildung und Entwicklung mehrfacher makroskopischer Scherbänder wird dokumentiert und diskutiert. Die Vorhersagen stimmen teilweise sehr gut mit experimentellen Ergebnissen überein. Mögliche Richtungen zur Weiterentwicklung der benutzten Methode werden aufgezeigt.

## **Implementation of a yield-surface vertex theory for metal polycrystals and its application to shear band analysis by incremental energy minimization**

### **Abstract**

The present work is based on a phenomenological model of elastoplastic behaviour of metal polycrystals (Petryk and Thermann, 1997). In agreement with micromechanical observations, this two-surface model predicts a vertex on the yield-surface at the current loading point and restricts the stress states by an additional extremal surface. These two features allow the modelling of crystallographic effects, partial unloading and hardening, by separate constitutive functions. A finite strain version of the time-independent, incrementally non-linear rate equations is implemented and verified with emphasis on a second order accurate time integration scheme.

It is shown that the material model is suited for the analysis of material instability problems. For this purpose plane deformation processes of isochoric compression and superimposed shear have been numerically analyzed by the Finite-Element method. In these applications the stable deformation path is automatically selected by incremental energy minimization as proposed by Petryk (1982) and Petryk and Thermann (1992). The formation and development of multiple macroscopic shear bands is documented and discussed. Predictions of the theory are in partial agreement with experimental observations. Directions in which the employed method may be extended are indicated.