Publikationsreihe des Fachgebiets Maschinenelemente und Maschinenakustik der Technischen Universität Darmstadt

Band 2/99

Carlo Sansour

Ein einheitliches Konzept verallgemeinerter Kontinua mit Mikrostruktur unter besonderer Berücksichtigung der finiten Viskoplastizität

D 17 (Habil.-Schr. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 1999

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Sansour, Carlo:
Ein einheitliches Konzept verallgemeinerter Kontinua mit Mikrostruktur unter besonderer Berücksichtigung der finiten Viskoplastizität / Carlo Sansour.
- Als Ms. gedr. -
Aachen : Shaker, 1999
(Publikationsreihe des Fachgebiets Maschinenelemente und Maschinenakustik der Technischen Universität Darmstadt ; Bd. 99,2)
Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Habil.-Schr., 1999
ISBN 3-8265-6703-X

Copyright Shaker Verlag 1999
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISBN 3-8265-6703-X
ISSN 1435-4292

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Kurzfassung

In dieser Arbeit wird eine Theorie verallgemeinerter Kontinua vorgelegt, die sowohl das klassische Kontinuum als auch bisherige Modelle wie das Cosserat und das mikromorphe Kontinuum unter einen einheitlichen Schirm zusammenfaßt. Das allgemeine Kontinuum weist unendlich viele Freiheitsgrade auf. Die Beschränkung auf endlich viele Freiheitsgrade führt zu speziellen Theorien, deren Konzeption problemorientiert ist. Eine besondere Eigenschaft des neuen Konzepts verallgemeinerter Kontinua ist die Unabhängigkeit vom gewählten Stoffgesetz. So können z.B. konstitutive Modelle der finiten Viskoplastizität vom vereinheitlichten Typ ohne weiteres berücksichtigt werden.

Das neue Konzept verallgemeinerter Kontinua kann ebenfalls eingesetzt werden, um sowohl Dimensionsreduktion (Herleitung von Schalen- und Stabmodellen) als auch um Dimensionserweiterung (Einführung von inneren Längen) systematisch zu erreichen.

Bekanntlich stellen die Rotationen die erweiterten Freiheitsgrade dar, die das Cosserat Kontinuum charakterisieren. Es wird gezeigt, daß die Rotationen stets (auch bei klassischen Kontinua) als unabhängige Freiheitsgrade betrachtet werden können. Die Aussage ist auch deshalb wichtig, weil sie die Zerlegung des Strecktensors als Basis für eine Theorie der finiten Inelastizität nahe legt. Ausführlich werden insgesamt vier mögliche Strecktensorzerlegungen diskutiert. Insbesondere wird gezeigt, daß vollständige Theorien auch auf der Basis von Zerlegungen des räumlichen Strecktensors entwickelt werden können.

Dieselben Ideen, die eine richtige Behandlung von räumlichen Strecktensoren erlauben, führen auch zur Klärung von zwei weiteren wichtigen offenen Fragen. Zum einen wird die Frage der Anisotropie in der Momentankonfiguration aufgeworfen und behandelt. Zum anderen wird die Frage der passenden Wahl einer objektiven Ableitung, für welche Evolutionsgleichungen formuliert werden sollen, ebenfalls geklärt. Es wird gezeigt, daß sich in Anwesenheit von Anisotropie die Form der konstitutiven Beziehungen ändert, wenn räumliche Tensoren als die primären Spannungs- und Verzerrungsgrößen betrachtet werden. Beachtet man solche Modifikationen, so gelingt es, die Anisotropie in der Momentankonfiguration richtig zu erfassen. Es kommt ein Hauptgedanke zum Tragen: nichtobjektive Anteile verändern über das Stoffgesetz die Form einer der beiden Gleichgewichtsbedingungen. So ist entweder die Form des Kräftegleichgewichts oder die des Momentengleichgewichts entsprechend zu modifizieren. Was übrig bleibt, ist dann eine objektive Ableitung, für welche Evolutionsgleichungen formuliert werden. Die objektiven Ableitungen werden nicht gewählt, sondern berechnet.

Von großem Wert ist die Feststellung, daß Invarianz der Verzerrungsmaße nur bezüglich der orthogonalen Gruppe gefordert werden muß. Die Erweiterung solcher Invarianzforderungen auf andere Lie Gruppen kann zu Verzerrungsmaßen führen, die nicht sinnvolle Gleichgewichtsbeziehungen nach sich ziehen. Diese Ideen werden anhand des Beispiels mikromorpher Kontinua nach Eringen und Kafadar verdeutlicht.

Die Anwendbarkeit der in der Arbeit dargelegten Konzepte wird anhand von vier verschiedenen Fällen aufgezeigt, begleitet von numerischen Berechnungen. Eine Membrantheorie finiter Verzerrungen unter Einschluß der Rotationen als unabhängige Variable, Finite Viskoplastizität basierend auf Strecktensorzerlegungen, Schalentheorie über das Modell einer Cosserat Fläche und Schalen als mikromorphe Flächen unter Einschluß finiter viskoplastischer Verzerrungen stellen die Anwendungsgebiete dar.