

Nordin Smajlović, dipl. ing., München

**Das Cosserat-Kontinuum
als Werkstoffmodell bei der
Torsion anisotroper
dünnwandiger Rohre**

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe

Nr. **480**

Inhaltsverzeichnis

Liste der Symbole	IX
Ziel der Arbeit	XIII
1 Einleitung: Idee, Annahmen und Vorgehensweise	1
1.1 Kontinuumsmechanik: Mesovolumen und Korndrehung	1
1.2 Cosserat-Kontinuum	3
1.2.1 Kinematik	3
1.2.2 Statik	4
1.2.3 Längenparameter	5
1.2.4 Cosseratsche Grenzschicht	5
1.3 Röntgenfeinstrukturanalyse als Meßverfahren zum Cosserat-Effekt	7
1.3.1 Motivation	7
1.3.2 Polfiguren und Orientierungsverteilungsfunktionen	8
1.3.3 Anisotropie	16
1.4 Torsionsversuch	16
1.5 Bisherige Arbeiten	19
2 Zur Theorie des Cosserat-Kontinuums	20
2.1 Stoffunabhängige Grundgleichungen	20

2.1.1	Verformungsgrößen	20
2.1.2	Gleichgewichtsbedingungen	21
2.1.3	Leistungsdichte	21
2.1.4	Verträglichkeitsbedingungen	21
2.2	Starrplastisches, anisotropes Materialverhalten	22
2.2.1	Allgemeines Stoffgesetz	22
2.2.2	Anisotropes Stoffgesetz	23
2.3	Gleichungssystem	28
3	Plastische Torsion von kreisförmigen, orthotropen Hohlzylindern im Cosserat-Kontinuum	30
3.1	Koordinatentransformation	30
3.2	Kinematische und Verformungsgrößen	31
3.3	Gleichgewicht und statische Größen	32
3.4	Anwendung auf dünnwandige Hohlzylinder	33
3.4.1	Gleichungssysteme	33
3.4.2	Analytische Lösungen	37
4	Untersuchungen zum Versuchsmaterial	43
4.1	Probenvorbereitung	43
4.1.1	Auswahl des Werkstoffes	43
4.1.2	Zuschneiden und Biegen der Proben	44
4.1.3	Beizen und Schweißen der Probe	44
4.2	Materialparameter im Fließkriterium	45
4.2.1	Die Hill-Koeffizienten von Reinaluminiumblech	45
4.2.2	Korndurchmesser und charakteristische Cosserat-Länge	52

5	Messung mechanischer Größen	54
5.1	Versuchsaufbau	54
5.1.1	Torsionsbank	54
5.1.2	Einspannung	54
5.2	Bestimmung der Cosseratschen Drehgeschwindigkeit	56
5.2.1	Auswertung der Polfiguren	57
5.2.2	Auswertung der Orientierungsverteilungsfunktionen	64
5.3	Weitere kinematische und statische Größen	70
5.3.1	Verdrehwinkel	70
5.3.2	Längen- und Umfangsänderung	71
5.3.3	Torsionsmoment	72
6	Versuchsdurchführung	73
6.1	Vorversuchsanalyse: Probengeometrie und Wahl der Versuchsbedingungen .	73
6.2	Spektrum der tordierten Proben	76
6.3	Fehlerbetrachtung: Experimente, Messungen	77
7	Ergebnisse mit Diskussionen	84
7.1	Cosserat-Drehgeschwindigkeit	84
7.1.1	Polfigurauswertung	84
7.1.2	ODF-Auswertung	94
7.2	Längenänderungsgeschwindigkeit	99
7.3	Torsionsmoment	103
8	Vergleich von Theorie und Experiment	110
8.1	Referenzgrößen	110

8.2	Polfigurauswertung	111
8.3	ODF-Auswertung	115
8.4	Vergleich der Polfigur- und ODF-Auswertung	117
8.5	Vergleich des Cosseratschen mit dem klassischen Drehmoment	119
8.6	Die Cosseratsche Drehgeschwindigkeit in der Literatur	119
9	Schlußfolgerungen	124
	Zusammenfassung	127
	Summary	128
A		129
A.1	Gleichgewichtsbedingungen	129
A.2	Verformungsgrößen	130
A.3	Verträglichkeitsbedingungen	131
A.4	Faktoren $A_{ij}^{(k)}$ im Fall CA1	132
A.5	Faktoren $A_{ij}^{(k)}$ im Fall VA1	133
	Literaturverzeichnis	134