

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Motivation</b>	<b>1</b>
1.1	Physikalisch nichtlineare Berechnungen . . . . .	1
1.2	Ziele und Gliederung dieser Arbeit . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Plastizitätstheorie</b>	<b>3</b>
2.1	Fließbedingung . . . . .	3
2.2	Fließregel . . . . .	5
2.3	Spannung-Dehnungs-Beziehungen . . . . .	5
2.4	Verfestigungsregel . . . . .	6
2.5	Lastgeschichte - Isotrope und kinematische Verfestigung . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Stoffgesetz</b>	<b>9</b>
3.1	Grundlagen der Tensorrechnung und Bezugssysteme . . . . .	9
3.2	Mechanik und Kinematik der Schale . . . . .	11
3.3	Verzerrungsmaß und Schnittgrößen . . . . .	13
3.4	Elastisches Stoffgesetz für Schalenelemente . . . . .	14
3.5	Elasto-plastisches Stoffgesetz: Von-Mises Plastizität . . . . .	16
3.6	Plastische Algorithmen . . . . .	19
3.6.1	Stand der Technik . . . . .	19
3.6.2	Radial-Return-Mapping nach Simo und Taylor . . . . .	20
3.6.3	Geschlossene Lösung in Anlehnung an Alfano et al. . . . .	23
3.6.4	Iterative Lösung mit einem Polynom achten Grades . . . . .	27
3.6.5	Implementierte Algorithmen . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Implementierung des Berechnungsalgorithmus</b>	<b>29</b>
4.1	Beschreibung der Schalenformulierung in TRIMAS . . . . .	29
4.2	Umstellung auf konvektive Koordinaten . . . . .	30
4.3	Implementierung des elasto-plastischen Materialverhaltens . . . . .	33
4.4	Berücksichtigung der Lastgeschichte . . . . .	36
<b>5</b>	<b>Validierung der Ergebnisse</b>	<b>38</b>
5.1	Vergleich mit Handrechnungen . . . . .	38
5.1.1	Einaxial gezogene Scheibe . . . . .	38
5.1.2	Scheibe unter reiner Schubbelastung . . . . .	42
5.1.3	Eingespannter Balken unter reiner Biegung . . . . .	43
5.2	Vergleich mit Literaturbeispielen . . . . .	45
5.2.1	Scheibe mit Loch . . . . .	45
5.2.2	Elasto-plastischer Balken . . . . .	50
5.2.3	Quadratische Platte mit Flächenlast . . . . .	54
5.2.4	Zylinder mit Einzellast . . . . .	58
5.2.5	Kragarm mit U-Querschnitt unter Einzellast . . . . .	62
5.3	Fazit der Validierung . . . . .	65