

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Reduzierte Modelle	3
2.1	Mechanische Anwendungen	4
2.2	Verschiedene Techniken der Modellreduktion	4
3	Kontinuumsmechanik	13
3.1	Kinematik	13
3.2	Spannungen	17
3.3	Bilanzgleichungen	19
3.4	Materialgleichungen	20
3.4.1	Elastisches Materialverhalten	20
3.4.2	Elasto-Plastisches Materialverhalten	21
3.4.3	Algorithmische Aspekte der Elasto-Plastizität	24
4	Finite Elemente Methode für hoch aufgelöste Berechnungen	29
4.1	Schwache Formulierung der zugrunde liegenden Gleichungen	29
4.2	Finite Elemente Ansatz	31
4.3	Isoparametrisches Konzept	33
4.4	Numerische Integration	36
4.5	Lösung der Finite Elemente Gleichungssysteme	36
4.5.1	Iteratives Lösungsverfahren: <i>Newton-Raphson</i> Methode	37
5	Support Vector Regression (SVR)	43
5.1	Support Vector Maschinen für Regression	43
5.2	Standardisieren der Eingabedaten	51
5.3	Nicht glatte Antwortspektren	51
5.4	Sampling Methoden	52
6	Anwendung in der 1D-Elasto-Plastizität	55
6.1	Modellaufbau	55
6.2	Studien zur Kernel Funktion und Parametrisierung	58
6.3	Überanpassung (<i>engl. Overfitting</i>)	68
6.4	Studien zur Sampling Methode	73
6.5	Fazit aus den Studien	85
7	Anwendung in der 2D- und 3D-Elasto-Plastizität	87
7.1	Vier-Punkt-Biegebalken	87
7.2	Parameterraum und Ausgabegröße (<i>Quantity of Interest</i>)	88
7.3	Modellaufbau in 3D	89
7.4	Test- und Trainingsdaten für das reduzierte Modell in 3D	91
7.5	Ergebnisse der <i>Support Vector Regression</i> in 3D	97
7.6	Modellaufbau in 2D (Ebener Spannungszustand)	100
7.7	Test- und Trainingsdaten für das reduzierte Modell in 2D	102
7.8	Ergebnisse der <i>Support Vector Regression</i> in 2D	105
7.9	Sensitivität in den Parameterrichtungen	107
7.10	Fazit aus den Untersuchungen und Rechenzeiterparnis	110

8 Zusammenfassung und Ausblick	113
A Anhang	117
A.1 SVR Programmcode in MATLAB®	117
A.2 Matèrn 5/2 Kernel Funktion in MATLAB®	117
A.3 FE-Eingabedatensätze für die Parameterstudie in ABAQUS®	118
A.4 Programmcode für die Parameterstudie in ABAQUS®	120
Literaturverzeichnis	125