

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Ziele	2
1.2	Silenos	4
1.3	Anforderungen an das Rahmenwerk	5
1.4	Stand der Technik	7
1.5	Umsetzung und Struktur der Arbeit	13
2	EINZELPARTIKELANALYSE	17
2.1	Partikelrekonstruktion	18
2.1.1	Partikeldefinition	18
2.1.2	Connected Component Labeling	20
2.1.3	Laufzeit	28
2.2	Gestaltanalyse	33
2.2.1	Boundingbox	35
2.2.2	Konfigurationshistogramme	36
2.2.3	Minkowskifunktionale	38
2.2.4	Momente	46
2.2.5	Konvexität	48
2.2.6	Fraktale Dimension	51
2.3	Zusammenfassung	54
3	STATISTISCHE METHODEN	57
3.1	Grundbegriffe	57
3.2	Größenverteilung	60
3.2.1	Schätzung der Verteilungs- und Dichtefunktion	61
3.2.2	Schätzen der Verteilungsparameter	63
3.2.3	Überprüfung des Modells	66
3.3	Räumliche Verteilung	67
3.3.1	Punktprozess	68
3.3.2	Homogener Poisson Punktprozess	69
3.3.3	Schätzen der Intensitätsfunktion	71
3.3.4	Modellparametrisierung und Validierung	75
3.4	Zusammenfassung	81
4	ANWENDUNGSFALL	83
4.1	Motivation	83
4.1.1	Nichtmetallische Einschlüsse	84
4.1.2	Charakterisierungsmerkmale	85
4.1.3	Statistische Eigenschaften	87
4.1.4	Detektionsverfahren	88
4.2	Makroeinschluss-Detektion	91
4.2.1	Fräsprozess und Bildaufnahme	92
4.2.2	Bildverarbeitung	93
4.2.3	Morphologische und statistische Analyse	93

4.3	Zusammenfassung	94
5	KLASSIFIKATION VON DEFEKTEN IN STAHL	95
5.1	Einführungsbeispiel	95
5.2	Maschinelles Lernen	98
5.2.1	Bewertung eines Klassifizierers	99
5.2.2	Lernalgorithmus	101
5.3	Auswertung	104
5.3.1	Risse, Artefakte und globulare Defekte	105
5.3.2	Poren und nichtmetallische Einschlüsse	109
5.4	Zusammenfassung	112
6	STATISTISCHE UNTERSUCHUNG VON DEFEKTEN IN STAHL	113
6.1	Größenverteilung	113
6.1.1	Modellauswahl	114
6.1.2	Explorative Datenanalyse	115
6.1.3	Modellparametrisierung und Validierung	121
6.1.4	Hierarchisches Modell	125
6.2	Räumliche Verteilung	127
6.2.1	Modellauswahl	128
6.2.2	Modellparametrisierung und Validierung	134
6.3	Simulation von Stahlproben	143
6.4	Evaluation verschiedener Fräszszenarien	146
6.4.1	Optimierung der Spanabnahme	146
6.4.2	Abbruchkriterium	147
6.5	Zusammenfassung	150
7	IMPLEMENTATION	153
7.1	Particle Detection System	153
7.1.1	Pipeline Stufen	155
7.1.2	Vorverarbeitung	157
7.1.3	Rekonstruktion	158
7.1.4	Klassifikation	158
7.1.5	Statistische Auswertung	160
7.1.6	Archivierung	161
7.1.7	Zusammenfassung	163
7.2	Particle Analysis System	164
7.2.1	Aufbau	165
7.2.2	Sichtprüfung der Partikel	168
7.2.3	Statistische Analyse	173
7.3	Zusammenfassung	176
8	ZUSAMMENFASSUNG	177
A	ANHANG	181
A.1	Konfigurationstabellen	181
	LITERATUR	185