

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise . . . . .	3
<b>2 Stand der Forschung</b>	<b>5</b>
2.1 Überwachtes maschinelles Lernen . . . . .	5
2.1.1 Grundbegriffe . . . . .	6
2.1.2 Leistungsfähige Verfahren . . . . .	8
2.2 Intelligente Prozessüberwachung . . . . .	18
2.2.1 Allgemeiner Aufbau . . . . .	18
2.2.2 Funktionsweise der Teilkomponenten . . . . .	20
2.3 Heuristische Optimierungsverfahren . . . . .	28
2.3.1 Partikelschwarm-Optimierung . . . . .	29
2.3.2 Artificial-Bee-Colony-Optimierung . . . . .	31
2.3.3 Genetische Programmierung . . . . .	35
2.4 Modellauswahl . . . . .	37

## **INHALTSVERZEICHNIS**

---

2.4.1	Grundbegriffe . . . . .	38
2.4.2	Problem der Überanpassung . . . . .	39
2.4.3	Bewertung von Lernmodellen . . . . .	40
2.4.4	Validierung . . . . .	42
2.4.5	Suchstrategien . . . . .	43
2.5	Ansätze zur automatisierten Erzeugung von Prozessüberwachungs- systemen . . . . .	44
<b>3</b>	<b>Ableitung von Anforderungen</b>	<b>49</b>
3.1	Defizite der heutigen Situation . . . . .	49
3.2	Anforderungen . . . . .	51
<b>4</b>	<b>Lösungsansatz</b>	<b>53</b>
4.1	Grundidee . . . . .	53
4.2	Generisches Prozessüberwachungssystem . . . . .	55
4.2.1	Herauslösen des Analysemodells . . . . .	55
4.2.2	Prognose von Prozesszuständen . . . . .	58
4.3	Umsetzung des Analysemodells . . . . .	58
4.3.1	Grundkonzept . . . . .	59
4.3.2	Realisierung der Kenngrößenerzeugung . . . . .	60
4.3.3	Realisierung der Kenngrößenselektion . . . . .	69
4.3.4	Realisierung des Klassifikators . . . . .	72
4.3.5	Training des konfigurierten Analysemodells . . . . .	73
4.4	Umsetzung der Modellauswahl . . . . .	76
4.4.1	Auswahl des Optimierungsverfahrens . . . . .	76
4.4.2	Erweiterung des Optimierungsverfahrens . . . . .	77
4.4.3	Erzeugung und Modifikation von Lösungen . . . . .	81
4.4.4	Zielfunktion der Optimierung . . . . .	88

4.4.5	Parameter der Modellauswahl . . . . .	90
<b>5</b>	<b>Validierung der Leistungsfähigkeit des Verfahrens</b>	<b>93</b>
5.1	Anwendung beim Ultraschallschweißen . . . . .	94
5.1.1	Beschreibung des Fertigungsverfahrens . . . . .	94
5.1.2	Vergleichssysteme . . . . .	96
5.1.3	Verwendete Daten . . . . .	97
5.1.4	Versuchsablauf . . . . .	104
5.1.5	Vorhersageergebnisse . . . . .	106
5.1.6	Analyse der generierten Überwachungssysteme . . . . .	111
5.2	Anwendung beim Spritzgießen . . . . .	115
5.2.1	Beschreibung des Fertigungsverfahrens . . . . .	115
5.2.2	Vergleichssysteme . . . . .	118
5.2.3	Verwendete Daten . . . . .	119
5.2.4	Versuchsablauf . . . . .	121
5.2.5	Vorhersageergebnisse . . . . .	122
5.2.6	Analyse der generierten Überwachungssysteme . . . . .	123
5.3	Fazit . . . . .	125
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>127</b>
6.1	Zusammenfassung . . . . .	127
6.2	Ausblick . . . . .	130
<b>7</b>	<b>Summary</b>	<b>133</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>137</b>