

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Verzeichnis der Abbildungen.....</b>	<b>VII</b>
<b>Verzeichnis der Tabellen.....</b>	<b>XI</b>
<b>Verzeichnis der Abkürzungen.....</b>	<b>XIII</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Motivation.....	1
1.2 Praktische und wissenschaftliche Problemstellung.....	3
1.3 Zielsetzung der Arbeit .....	5
1.4 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	7
<b>2 Grundlagen und Stand der Forschung.....</b>	<b>9</b>
2.1 Grundlagen der vernetzten, adaptiven Produktion.....	9
2.1.1 Produktionsmanagement .....	10
2.1.2 Ziele produzierender Unternehmen.....	14
2.1.3 Industrie 4.0.....	17
2.1.4 Informationssysteme .....	19
2.1.5 Zwischenfazit zur vernetzten, adaptiven Produktion .....	23
2.2 Grundlagen der Daten .....	24

2.2.1	Wissenspyramide .....	24
2.2.2	Dateneigenschaften .....	27
2.2.3	Big Data .....	30
2.2.4	Modellcharakter von Daten .....	31
2.2.5	Zwischenfazit zu den Grundlagen der Daten .....	32
2.3	Grundlagen der Datenanalyse und des maschinellen Lernens .....	33
2.3.1	Statistische Datenanalyse .....	34
2.3.2	Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen .....	42
2.3.3	Maschinell lernende Systeme .....	44
2.3.4	Gestaltung maschinell lernender Systeme .....	54
2.3.5	Zwischenfazit der Datenanalyse und des maschinellen Lernens .....	57
2.4	Eingrenzung des Betrachtungsbereichs .....	59
2.4.1	Objektbezogene Eingrenzung .....	59
2.4.2	Prädikatsbezogene Eingrenzung .....	60
2.4.3	Subjektbezogene Eingrenzung .....	61
2.5	Analyse und kritische Würdigung des Stands der Forschung .....	62
2.5.1	Kriterien zur Bewertung bestehender Ansätze .....	63
2.5.2	Darstellung und Bewertung bestehender Ansätze .....	63
2.5.3	Zusammenfassung der Bewertung bestehender Ansätze und Positionierung der Arbeit .....	75
2.6	Zwischenfazit zur Ableitung des Forschungsbedarfs .....	77
<b>3</b>	<b>Konzeption der Methodik .....</b>	<b>79</b>
3.1	Anforderungen an die Methodik .....	79
3.1.1	Inhaltliche Anforderungen .....	80

3.1.2	Formale Anforderungen.....	81
3.2	Grundlagen der Modelltheorie .....	82
3.2.1	Allgemeine Modellierungstheorie .....	83
3.2.2	Systems Engineering.....	84
3.2.3	Requirements Engineering.....	87
3.3	Grundlagen der analytischen Forschungsmethoden .....	90
3.3.1	Allgemeine analytische Forschungsmethoden.....	91
3.3.2	Das Verfahren der Typisierung.....	92
3.3.3	Das Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse .....	94
3.4	Grobkonzept zur Applikation maschinell lernender Systeme in der vernetzten, adaptiven Produktion.....	95
3.4.1	Charakterisierung der vernetzten, adaptiven Produktion .....	97
3.4.2	Spezifikation konstituierender Herausforderungsmerkmale maschinell lernender Systeme .....	97
3.4.3	Charakterisierung maschinell lernender Systeme.....	98
3.4.4	Maschinell lernende Systeme in der vernetzten, adaptiven Produktion.....	99
3.5	Zwischenfazit zum Konzept der Applikation maschinell lernender Systeme in der vernetzten, adaptiven Produktion .....	99
<b>4</b>	<b>Detaillierung der Methodik .....</b>	<b>101</b>
4.1	Charakterisierung der vernetzten, adaptiven Produktion .....	104
4.1.1	Spezifikation des Zielsystems der vernetzten, adaptiven Produktion.....	105
4.1.2	Generische Entscheidungssituationen der vernetzten, adaptiven Produktion.....	113

4.1.3	Typisierung von Herausforderungen der vernetzten, adaptiven Produktion .....	122
4.1.4	Zwischenfazit zur Charakterisierung der vernetzten, adaptiven Produktion .....	130
4.2	Spezifikation konstituierender Herausforderungsmerkmale maschinell lernender Systeme .....	131
4.2.1	Differenzierung etablierter Datenanalyseverfahren, einfacher und fortgeschrittener maschinell lernender Verfahren .....	132
4.2.2	Fähigkeiten und Anforderungen (fortgeschrittener) maschinell lernender Verfahren .....	136
4.2.3	Herausforderungsmerkmale für den Einsatz maschinell lernender Systeme .....	151
4.2.4	Zwischenfazit zur Spezifikation konstituierender Herausforderungsmerkmale maschinell lernender Systeme .....	162
4.3	Charakterisierung maschinell lernender Systeme .....	163
4.3.1	Strukturelle Eigenschaften maschinell lernender Systeme .....	164
4.3.2	Daten- und Datenmodellanforderungen maschinell lernender Systeme .....	168
4.3.3	Typisierung maschinell lernender Systeme .....	170
4.3.4	Zwischenfazit zur Charakterisierung maschinell lernender Systeme .....	182
4.4	Maschinell lernende Systeme in der vernetzten, adaptiven Produktion .....	183
4.4.1	Eignung maschinell lernender Systeme für Herausforderungen der vernetzten, adaptiven Produktion .....	184
4.4.2	Charakterisierungslogik für spezifische Anwendungsfälle .....	198
4.4.3	Applikation maschinell lernender Systeme in der vernetzten, adaptiven Produktion .....	200
4.4.4	Zwischenfazit zu maschinell lernenden Systemen in der vernetzten, adaptiven Produktion .....	207

<b>5 Validierung und kritische Reflexion.....</b>	<b>209</b>
5.1    Darstellung des Fallbeispiels.....	209
5.2    Anwendung der Dissertation am Fallbeispiel.....	210
5.3    Kritische Reflexion der Anwendungserfahrung.....	215
<b>6 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>217</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>221</b>
<b>A. Anhang .....</b>	<b>255</b>
A.1    Fortgeschrittene Verfahren des maschinellen Lernens.....	255
A.2    Interpretationsregeln zur Charakterisierung von Anwendungsfällen.....	261
A.3    Charakterisierung relevanter Anwendungsfälle.....	266