

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungen	V
Formelzeichenverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Herausforderungen in der Produktion hochpräziser Produkte in Produktionsnetzwerken	1
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Aufbau der Arbeit	5
2 Grundlagen	6
2.1 Kollaboration in Produktionsnetzwerken	6
2.1.1 Produktion in globalen Produktionsnetzwerken	6
2.1.2 Kollaboration und Lieferantenintegration	8
2.2 Funktionsorientierte Qualitätsregelung	10
2.2.1 Qualitätsbegriff, Funktionsorientierung und Toleranzen	10
2.2.2 Qualitätssicherung und die Rolle der Verifikation im PEP	13
2.2.3 Qualitätsregelung in der Produktion hochpräziser Produkte	18
2.3 Modellbildung und Simulation	25
2.3.1 Modelle zur Beschreibung des Produktverhaltens	25
2.3.2 Simulation in Produktionsnetzwerken	31
2.3.3 Vorgehen zur Durchführung von Simulationsstudien	32
3 Stand der Forschung	37
3.1 Anforderung an den Lösungsansatz	37
3.1.1 Unternehmensübergreifende Qualitätsregelstrategien	37
3.1.2 Funktionsprognose in Produktionsnetzwerken	37
3.1.3 Potenzialbewertung unternehmensübergreifender Qualitätsregelung	38
3.1.4 Allgemeingültigkeit des Lösungsansatzes	38
3.2 Vorstellung und Einordnung bestehender Ansätze	39

3.2.1	Ansätze zur Qualitätsregelung in der Produktion hochpräziser Produkte	39
3.2.2	Ansätze des Maschinellen Lernens zur Funktionsprognose	43
3.2.3	Ansätze zum Qualitätsmanagement in Produktionsnetzwerken	45
3.3	Forschungsdefizit	47
4	Lösungsansatz	51
4.1	Konkretisierung des Betrachtungsrahmens	51
4.2	Übersicht über den Lösungsansatz	53
5	Funktionsorientierte Qualitätsregelung in Produktionsnetzwerken	54
5.1	Entwicklung datengetriebener Funktionsmodelle	55
5.1.1	Modellbasierter Ansatz zur Erstellung datenbasierter Funktionsmodelle anhand von CAE-Modellen	58
5.1.2	Realdatenbasierter Ansatz zur Erstellung von Funktionsmodellen	59
5.1.3	Hybrider Ansatz zum Transfer-Learning von Metamodellen	61
5.1.4	Ontologiebasierte Datenintegration zur Funktionsprognose in Produktionsnetzwerken	62
5.2	Funktionsorientierte Qualitätsregelstrategien in Produktionsnetzwerken	63
5.2.1	Untersuchung der Anwendungsmöglichkeit bestehender Qualitätsregelstrategien in Produktionsnetzwerken	64
5.2.2	Entwicklung neuer Qualitätsregelstrategien für den unternehmensübergreifenden Kontext	66
5.2.3	Bewertung des Qualitätsverlustes bei unternehmensübergreifenden Qualitätsregelstrategien	80
5.3	Simulative Bewertung funktionsorientierter Qualitätsregelstrategien	85
5.3.1	Produktionsnetzwerkmodellierung mithilfe von Basisbausteinen	85
5.3.2	Modellierung der Komponenten und Strategien zur Qualitätsregelung	89
5.3.3	Zielsystem und Kostenmodell	98
6	Erprobung des Lösungsansatzes und prototypische Realisierung	101
6.1	Anwendungsfall 1: Simulative Bewertung unternehmensübergreifender Regelstrategien	103
6.1.1	Modellbasierter Ansatz zur Funktionsmodellerzeugung	106

6.1.2	Modellierung des Produktionsnetzwerkes und der Qualitätsregelstrategien im Simulationsmodell	110
6.1.3	Planung der Simulationsstudien	122
6.1.4	Ergebnisse der Simulationsstudien	128
6.2	Anwendungsfall 2: Prototypische Erprobung der individuellen Sequenzierung mit KLT-Allokation	148
6.2.1	Realdatenbasierter Ansatz zur Funktionsmodellerstellung	149
6.2.2	Versuchsdurchführung und Ergebnisse	150
7	Diskussion und Ausblick	153
7.1	Bewertung und kritische Würdigung	153
7.2	Handlungsempfehlungen	156
7.3	Ausblick auf weitere Forschungsarbeiten	158
8	Zusammenfassung	159
Liste eigener Publikationen		160
Literaturverzeichnis		163
Abbildungsverzeichnis		I
Abbildungsverzeichnis Anhang		VII
Tabellenverzeichnis		XIII
Tabellenverzeichnis Anhang		XV
Anhang		XVII
A1	Prozessmodelle zur Durchführung von Data-Mining-Projekten	XVII
A2	Prozessschaubild für den realdatenbasierten Ansatz	XXVI
A3	Anhang zum hybriden Modellierungsansatz	XXVII
A4	Ontologiebasierte Datenintegration	XXX
A5	Qualitätsregelstrategien in Produktionsnetzwerken	XXXI
A6	Heuristiken zur Anwendung in Logistikstrategien	XXXIII
A7	Kombinationsmöglichkeiten inkl. Spezifikationsstrategien	XXXIV
A8	Mehrwert der Kombination mit Spezifikationsstrategien	XXXVI
A9	Basisbausteine für die Modellerstellung	XXXIX

A10 Modellierung der Regelstrategien	XLI
A11 Analyse der Prüfpunkte	XLIII
A12 Reale Verteilungen der funktionskritischen Merkmale	XLIV
A13 Verteilungen der Prüfpunkte im Zeitverlauf	XLVIII
A14 Funktionskritische Merkmale im Zeitverlauf	XLIX
A15 Übersicht über funktionskritische Merkmale	LIII
A16 Vergleich der Sensitivitäten der verschiedenen Steuerungsmodelle und Prüfmodelle	LIV
A17 Kostenmodell und Verkaufspreise im Anwendungsfall	LVIII
A18 Modellierung weiterer funktionsorientierter Spezifikationsstrategien im internen Produktionsnetzwerk	LX
A19 Parametrisierung des Simulationsmodells	LXI
A20 Verteilungen der im Simulationsmodell generierten funktionskritischen Merkmale im Vergleich zur Realität	LXII
A21 Verteilungen der im Simulationsmodell erzeugten Störgrößen im Zeitverlauf	LXV
A22 Variierte Größen im Versuchsplan	LIX
A23 Aufbau des Versuchsplans	LXXI
A24 Weitere Experimente zur Analyse der Montagestrategien	LXXIII
A25 Weitere Experimente zur Analyse der funktionsorientierten Spezifikationsstrategien	LXXVII
A26 Weitere Experimente zur Analyse der generellen Toleranzaufweitung	LXXX
A27 Weitere Experimente zur Analyse der unternehmensübergreifenden, geometrischen Spezifikationsstrategien	LXXXIII
A28 Versuchsplan zur Bewertung des Potenzials einer toleranzfreien Serienproduktion	LXXXV