

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielstellung	2
1.3	Aufbau der Arbeit	3
2	Definition und Eingrenzung des Forschungsgegenstands	5
2.1	Grundlegende Begriffe der Produktionstechnik	5
2.2	Vision: Die Factory of the Future als modulares Produktionsnetzwerk	9
2.2.1	Grundlegende Bestandteile einer zukünftigen Produktionsstätte	9
2.2.2	Der übergeordnete Produktionsprozess in einer Factory of the Future	10
2.2.3	Produktionsauftrag und Produktdefinition	11
2.2.4	Fertigungseinheiten	13
2.2.5	Ablauf der Fertigung	14
2.3	Zusammenfassung	15
3	Anforderungserhebung	16
3.1	Anwendungsfälle	16
3.2	Allgemeine Anforderungen	21
3.3	Anforderungen an das formale Modell	22
3.4	Anforderung an die Ablaufplanung und -Steuerung	24
3.5	Zusammenfassung	25
4	Stand in Forschung und Technik	26
4.1	Formen der Produktionsorganisation	26
4.2	Planungs- und Steuerungssysteme in der Produktion	27
4.2.1	Computer Integrated Manufacturing als Ursprung moderner Planungs- und Steuerungssysteme	27
4.2.2	Die Automatisierungspyramide	29
4.2.3	Manufacturing Execution Systems	31
4.3	Ansätze zur automatisierten Planung	35
4.3.1	Planer in der künstlichen Intelligenz	35
4.3.2	Ansätze in der Montageplanung	37
4.3.3	Autonome Produktionsplanung in service-orientierten Architekturen	40
4.3.4	Produktbasierte Steuerung der Produktion und Cyber-physische Sys- teme	41
4.4	Ansätze zur Modellbildung	42
4.4.1	Grundlagen semantischer Technologien	43
4.4.2	Repräsentation von Informationen in der Informationstechnik	43
4.4.3	OWL Ontologien	44
4.4.4	Ontologien in der Produktionstechnik	45
4.4.5	Servicedefinitionen und Semantic Web Services	48

4.4.6	Deklarative Formalismen zur Beschreibung von Produkten	49
4.5	Zusammenfassung	51
5	Grundlegende technische Voraussetzungen	53
5.1	Realisierung der Materialflüsse	53
5.2	„Plug and Produce“	56
5.3	Zusammenfassung	57
6	Systementwurf	58
6.1	Ablaufplanung bei zentraler Steuerung	58
6.1.1	Entwurf der Systemarchitektur	58
6.1.2	Entwurf der Softwarearchitektur	60
6.2	Ablaufplanung als verteiltes System	63
6.2.1	Entwurf der Systemarchitektur	63
6.2.2	Entwurf der Softwarearchitektur	65
6.3	Zusammenfassung	68
7	Modellbildung	69
7.1	Ein formales Modell zur Abbildung der Entitäten einer Fertigung	69
7.1.1	Die Fertigungsdomäne als gemeinsames Begriffssystem	69
7.1.2	Formale Spezifikation eines Produkts	70
7.1.3	Formale Spezifikation einer Fertigungseinheit	72
7.2	Überführung des formalen Modells in ein Objektmodell	73
7.2.1	Objektmodell der Produktbeschreibung	73
7.2.2	Objektmodell eines Services	74
7.3	Formalismen zur Spezifikation von Fertigungsdomäne, Produkten und Services	75
7.3.1	Beispiel einer Top-Level-Ontologie zur Abbildung einer Fertigungsdomäne	75
7.3.2	Evaluation von Auszeichnungssprachen zur Spezifikation von Produkten und Fertigungseinheiten	76
7.3.3	Spezifikation von Produkten über YAML	79
7.3.4	Spezifikation von Services	81
7.4	Zusammenfassung	82
8	Algorithmik	84
8.1	Übergeordneter Ablauf der Planung	84
8.2	Ableitung einer Produktionsvorschrift	86
8.3	Adaptive Planung im zentralisierten Ansatz	92
8.3.1	Kapazitätenabschätzung	92
8.3.2	Berechnung der Ressourcenzuordnung	94
8.3.3	Planung der Fertigung eines Produkts	99
8.3.4	Ausführung der Fertigung	103
8.4	Reasoning zur Service Discovery	104
8.4.1	Implementierung der Service-Knowledgebase	105
8.4.2	Modellierung der Wissensbasis	108
8.4.3	Anfrageformalismus und Inferenzmechanismus	110

8.5	Dezentrale Fertigungsplanung im verteilten System	112
8.5.1	Grundlegende Vorgehensweise der dezentralen Fertigungsplanung	112
8.5.2	Ressourcenzuteilung und Ablaufplanung	112
8.5.3	Kapazitätsmanagement	116
8.6	Implementierung	117
8.7	Zusammenfassung	118
9	Validierung	120
9.1	Anwendungsbeispiel Fügeprozess	120
9.2	Anwendungsbeispiel LogistikszENARIO	123
9.3	Diskussion	127
9.3.1	Eignung des Verfahrens	127
9.3.2	Vergleich von zentralisiertem und verteiltem Ansatz	127
9.3.3	Übertragbarkeit und Limitierungen	129
9.4	Ausblick	130
10	Zusammenfassung	132
	Literaturverzeichnis	135