

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Zusammenfassung	VIII
Abstract	IX
Abkürzungsverzeichnis	X
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Motivation	1
1.2 Ziel der Arbeit	2
1.3 Struktur der Arbeit	3
2 Digitalisierung von Produktionssystemen	4
2.1 Evolution der industriellen Wertschöpfung	5
2.1.1 Industrielle Produktion	5
2.1.2 Die vier industriellen Revolutionen im Überblick	6
2.2 Digitalisierung und Flexibilisierung der Fertigung	8
2.2.1 Vernetzung von Produktionssystemen	8
2.2.2 Wandlung der Automatisierungspyramide	11
2.2.3 Cyber-physische Produktionssysteme	15
2.3 Modelle im Kontext der digitalen Fertigung	20
2.3.1 Modelle im Allgemeinen	20
2.3.2 Begriffsdefinition Informationsmodell	21
2.3.3 Grundsätze der ordnungsgemäßen Modellierung	22
2.3.4 Anforderungen an eine Methodik zur Informationsmodellierung	23
2.4 Formulierung der Forschungsfrage	25
3 Stand der Wissenschaft zur Informationsmodellierung cyber-physischer Produktionssysteme	27
3.1 Grundlagen zur Informationsmodellierung	28

V

3.1.1	Relevante Konzepte	28
3.1.2	Modellierungssprachen zur Informationsmodellierung	31
3.2	Ansätze zur Integration cyber-physischer Produktionssysteme	35
3.2.1	Referenzarchitekturmodelle	35
3.2.2	Kommunikationstechnologien	39
3.3	OPC UA als Konzept zur Informationsmodellierung	41
3.3.1	Einordnung in den Kontext	41
3.3.2	Informationsmodellierung in OPC UA	43
3.3.3	Transportmechanismen von OPC UA	47
3.4	Ausgewählte Ansätze zur Informationsmodellierung	49
3.4.1	Ontologie Engineering Methodik nach Y. Sure et al.	50
3.4.2	Informationsmodellierung nach Lee	51
3.4.3	Middleware Engineering Prozess	53
3.4.4	Ein systematischer Ansatz für das Design von OPC UA Informationsmodellen nach Pauker et al.	54
3.5	Methoden und Werkzeuge	57
3.5.1	V-Modell	57
3.5.2	LIPOK-Diagramm	58
3.6	Bewertung der Erkenntnisse	59
4	Konzept einer Entwicklungsmethodik zur Informationsmodellierung	60
4.1	Rahmenbedingungen und Anforderungen der Entwicklungsmethodik	60
4.2	Herleitung der Entwicklungsmethodik	66
4.3	Struktur der Entwicklungsmethodik	68
5	Detaillierung der Phasen der Entwicklungsmethodik	72
5.1	Entwicklung eines Organisationsspezifischen Informationsmodellstandards	73
5.1.1	Dokumentation des Systems	74
5.1.2	Analyse des Systems	78
5.1.3	Entwurf Organisationsspezifischer Standard	83
5.1.4	Dokumentation Organisationsspezifischer Standard	93
5.1.5	Implementierung Organisationsspezifischer Standard	93
5.1.6	Verifizierung	94
5.2	Entwicklung eines Organisationsspezifischen Instanzmodells	96
5.2.1	Entwurf Instanzmodell	96
5.2.2	Entwurf und Erstellung der Simulation	98
5.2.3	Verifizierung und Validierung	101
5.3	Entwicklung der Implementierung des Informationsmodells	103

5.3.1	Entwurf und Erstellung der Implementierung	103
5.3.2	Verifizierung und Validierung	105
5.4	Konzept zum Lifecycle Management von Informationsmodellen	106
5.5	Fazit zur Entwicklungsmethodik	110
6	Exemplarische Anwendung der Entwicklungsmethodik mit- hilfe eines Demonstrators	112
6.1	Rahmenbedingungen	112
6.2	Entwicklung des Informationsmodellstandards	114
6.3	Entwicklung des Instanzmodells	124
6.4	Implementierung und Validierung	132
6.5	Fazit und Bewertung der beispielhaften Realisierung	133
7	Zusammenfassung und Ausblick	135
7.1	Zusammenfassung der Arbeit	135
7.2	Weiterführende Arbeiten	136
	Literaturverzeichnis	138