

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xiii
Akronymverzeichnis	xv
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	2
1.2 Problemstellung	6
1.3 Ziel der Arbeit	8
1.4 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	9
2 Begriffliche Grundlagen	11
2.1 Grundbegriffe im Kontext der Arbeit	12
2.2 Einführung Cyberphysisches Produktionssystem	14
2.2.1 Cyberphysische Systeme	16
2.2.2 Cyberphysisches Produktionssystem	18
2.2.3 Einordnung in den Kontext der Forschungsarbeit	20
2.3 Einführung Produktionsversorgung	20
2.3.1 Definition der Produktionsversorgung	20
2.3.2 Aufgaben der Produktionsversorgung	21
2.3.3 Einordnung in den Kontext der Forschungsarbeit	28
2.4 Herleitung von Zielgrößen der Produktionsversorgung	30
2.5 Definition von Zielgrößen im Kontext der Forschungsarbeit ..	37
3 Konzepte der Produktionsversorgung	45
3.1 Klassische Konzepte	46
3.1.1 Bedarfsorientierte Produktionsversorgungskonzepte ..	46
3.1.2 Verbrauchsorientierte Produktionsversorgungskonzepte	51
3.2 Neuartige Konzepte	54

3.3	Anforderungen an die Produktionsversorgungskonzepte	59
3.4	Qualitative Analyse und Bewertung	67
3.5	Zusammenfassende Darlegung der Forschungslücke	79
4	Modellierung des Produktionsversorgungskonzeptes	81
4.1	Auswahl einer Modellierungsmethode	82
4.1.1	Sichtenkonzept	83
4.1.2	Gewähltes Modell im Kontext der vorliegenden Forschungsarbeit	86
4.2	Konzeptstruktur und -aufbau von RealProS	89
4.2.1	Aufbaustruktur des Cyberphysischen Systems	95
4.2.2	Fähigkeiten der Systemkomponenten	98
4.3	Beschreibung des Konzeptverhaltens von RealProS	103
4.3.1	Prozessabläufe/Lebenszyklen der Systemkomponenten	104
4.3.2	Entscheidungssituationen der Systemkomponenten . . .	142
4.3.3	Wissen der Systemkomponenten	145
4.3.4	Kommunikation zwischen den Systemkomponenten . .	147
5	Empirische Untersuchung von RealProS	151
5.1	Grundlagen der empirischen Untersuchung	152
5.2	Einordnung in den Kontext der Forschungsarbeit	154
5.3	Qualitative Zwischenbewertung von RealProS	156
5.4	Experimentelle Durchführung	159
5.4.1	Versuchsplanung	159
5.4.2	Design des Experiments	172
5.4.3	Durchführung und Evaluation der Versuche	178
5.4.4	Analyse und Interpretation der Ergebnisse	179
6	Fazit	187
6.1	Zusammenfassung der Forschungsergebnisse	188
6.2	Reflexion und Ausblick	193
	Literaturverzeichnis	195
	Anhang	215
A.1	Zusätzliche Tabellen	216
A.2	Variablen und Notationen	220
A.3	Veröffentlichungen des Autors	226
A.4	Studentische Arbeiten	229
A.5	An dem Forschungsprojekt beteiligte Personen	230

Abbildungsverzeichnis

1.1	Schaubild einer Argumentationskette zur Einführung von CPPS bzw. Darlegung der Forschungslücke	5
1.2	Struktur der Forschungsarbeit	10
2.1	Struktur cyberphysischer Systeme	17
2.2	Einordnung und Aufgaben der Produktionsversorgung	30
2.3	Kennzahlensystem des VDI	31
2.4	Ziele zur Bewertung der Produktionsversorgung	33
2.5	Charakteristika cyberphysischer Produktionssysteme	34
2.6	Hierarchie der Veränderungsfähigkeit	36
2.7	Zielgrößen der Produktionsversorgung	37
3.1	Prinzip der Kanban-Steuerung	52
3.2	Übersicht der Bewertungskriterien	67
3.3	Qualitative Eignungsbewertung bestehender Produktionsversorgungskonzepte	71
3.4	Schematisch illustrierter Prozess zur Aufweisung des konkreten Forschungsbedarfs	79
4.1	Sichtenkonzept der Modellierungsmethode	84
4.2	Schema zur Beschreibung des Vorgehensmodells der Konzeptmodellierung	89
4.3	Darstellung des verwendeten beispielhaften CPPS	92
4.4	Strukturmodell des cyberphysischen Produktionssystems	97
4.5	Fähigkeiten der Systemkomponenten	103
4.6	Beispielhafte Belegung von Arbeitsstationen	104
4.7	Beispiel einer Reservierung	105
4.8	Lebenszyklus eines Störungsmanagementssagenten	108
4.9	Lebenszyklus eines Arbeitsstationsagenten	112
4.10	Lebenszyklus eines Ladungsträgeragenten	116

4.11	Lebenszyklus eines Kommissionierstationsagenten	120
4.12	Vertikale Auftragsvergabe – Fall a	122
4.13	Vertikale Auftragsvergabe – Fall b	123
4.14	Vertikale Auftragsvergabe – Fall c	123
4.15	Ausrüstung des Roboters Fall 1	124
4.16	Ausrüstung des Roboters Fall 2	124
4.17	Ausrüstung des Roboters Fall 3a	125
4.18	Ausrüstung des Roboters Fall 3b	125
4.19	Lebenszyklus eines FTS-Agenten	127
4.20	Lebenszyklus eines Rüststationsagenten	131
4.21	Lebenszyklus einer Entscheidungsfindung – Arbeitsstation	140
4.22	Wissenslandkarte für das cyberphysische Produktionssystem	145
4.23	Notwendige Wissensklassen	147
4.24	CPPS-Sequenzdiagramm	149
5.1	Die Wahl der Vorgehensschritte im Zuge der empirischen Untersuchung von RealProS	155
5.2	Qualitative Eignungsbewertung des Produktionsversorgungskonzepts RealProS	157
5.3	Schritte zum Vorgehen bei der empirischen Untersuchung von RealProS	159
5.4	Explosionsdarstellung Drohne	160
5.5	Vorranggraph – Quadrocopter	160
5.6	Vorranggraph – Hexacopter	161
5.7	Ausschnitt der realen Versuchsproduktionsversorgungsumgebung	162
5.8	Übersicht vorhandener Hardware	163
5.9	Kommunikationsnetzwerk innerhalb der realen Versuchsproduktionsumgebung	167
5.10	Verteilung der Kostenquoten über alle Versuche	181
5.11	Einflussdiagramme signifikanter Parameter der Kennzahl Durchlaufzeit	182
5.12	Qualitätsregelkarten und Normalverteilung der Durchlaufzeit ...	183