

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	1
Formelzeichen	IX
Abkürzungen	XI
Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XVI
1 Einleitung	1
1.1 Systemverständnis der DEVEKOS-Komponente	2
1.2 Problemstellung und Handlungsbedarf	5
1.3 Anforderungen und Zielsetzung	6
2 Stand der Technik und der Forschung	9
2.1 Komponenten einer positionsgesteuerten Achse	9
2.1.1 Mechanischer Aufbau der Antriebsarten	9
2.1.2 Antriebsverstärker und Lageregelung	10
2.1.3 Bewegungssteuerung	11
2.1.4 Feldbussystem	12
2.2 Grundlagen der Bewegungssynchronisierung	13
2.2.1 Sequentielle, ereignisbasierte Bewegungssteuerung	13
2.2.2 Asynchrone Bewegungssteuerung	14
2.2.3 Synchrone Bewegungssteuerung	16
2.3 Methoden und Systeme zur Bewegungssynchronisierung	17
2.3.1 Königswellen mit Kurvenscheiben	17
2.3.2 MC und CNC-Systeme	18
2.3.3 Leader-Follower-Architekturen	19
2.3.4 Camming und Sollwertelisten	20
2.3.5 Cross-Coupling	21
2.4 Forschungsarbeiten zur Bewegungssynchronisierung	22
2.4.1 Bahnregelung	22
2.4.2 Scheduling von Bewegungsausführungen auf eingebetteten Low-Level-Controllern	24
2.4.3 Betrachtung der Netzwerkverzögerungen zur synchronen Ansteuerung von dezentralen Mehrachssystemen	25

2.5	Fazit aus der Betrachtung der Grundlagen sowie des Stands der Technik und Forschung.....	27
3	Systemarchitekturen zur Bewegungssynchronisierung	29
3.1	Begriffsklärung zu zentralen, parallelen, dezentralen und verteilten Systemarchitekturen	29
3.2	Gegenüberstellung von Systemkonzepten zur synchronen Bewegungssteuerung auf Miniatursteuerungen.....	32
3.2.1	Konzept mit zentraler Bewegungssynchronisierung	34
3.2.2	Konzept mit leaderbasierter Bewegungssynchronisierung	36
3.2.3	Konzept mit partitionierter Bewegungssynchronisierung	39
3.2.4	Konzept mit agentenbasierter Bewegungssynchronisierung	41
3.3	Bewertung der Lösungsansätze anhand der Anforderungskriterien.....	42
3.4	Auswahl eines Lösungsansatzes und Vorstellung der weiteren Vorgehensweise.....	45
4	Systemanalyse der verteilten Interpolation als Multiagentensystem	47
4.1	Grundlagen zu Multiagentensystemen.....	47
4.1.1	Interaktion in Multiagentensystemen	48
4.1.2	Vor- und Nachteile von Multiagentensystemen	50
4.2	Multiagentensysteme in der Produktion	51
4.3	Analyse des Anwendungsfalls als Multiagentensystem	54
4.3.1	Technische Entsprechung des Anwendungsfalls	54
4.3.2	Einordnung in Taxonomien für Multiagentensysteme	55
4.3.3	Auswahl des Vorgehensmodells und der Agentenarchitektur.....	59
4.3.4	Analyse der Aufgabeneigenschaften	61
4.4	Interaktion, Konsensfindung und koordinierte Bewegungen in Multiagentensystemen	66
4.4.1	Interaktionsmuster und Konsensfindung.....	67
4.4.2	Interaktionsmuster Zusammenführung	68
4.4.3	Interaktionsmuster Ausrichtung	68
4.4.4	Interaktionsmuster Formationsbewegung.....	69
4.4.5	Interaktionsmuster Rendez-Vous.....	70
4.5	Bewertung der Übertragbarkeit der Interaktionsmuster.....	71
5	Konzeption der verteilten Interpolation	75
5.1	Grundlagen zur Trajektorienplanung für synchronisierte Bewegungen	75
5.1.1	Homogene Transformation der Bahn in Achskoordinaten	76
5.1.2	Dynamikplanung	77

5.1.3	Transfer der Dynamikplanung auf die einzelnen Achsen.....	79
5.1.4	Kinodynamische Bewegungsplanung	81
5.2	Trajektorienplanung als Multiagentensystem	82
5.2.1	Kombination der Interaktionsmuster	83
5.2.2	Festlegung der Koordinationsvariable	85
5.2.3	Agentenverhalten.....	87
5.2.4	Kommunikationsprotokoll.....	95
5.3	Zusammenfassung des Interaktionsmusters	97
6	Realisierung der verteilten Interpolation	99
6.1	Validierung von Interaktionsmuster, Agentenverhalten und Kommunikationsprotokoll	100
6.1.1	Simulative Validierung	100
6.1.2	Funktionsnachweis durch variable Achsdynamiken.....	105
6.2	Anwendungsfallbetrachtung	108
6.2.1	Erweiterbarkeit und Rekonfiguration der verteilten Interpolation....	108
6.2.2	Schnittstellen und Funktionen der verteilten Interpolation	110
6.2.3	Integration des Ansatzes in kommerzielle Antriebskomponenten..	112
6.2.4	Integration des Ansatzes in die DEVEKOS-Miniatursteuerung	119
6.3	Bewertung von Potential und Funktionsumfang der verteilten Interpolation	120
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	125
8	Literaturverzeichnis	127
Anhang	153
Publikationsliste	156
Betreute studentische Arbeiten	158
Lebenslauf	161