

Inhaltsverzeichnis

	Seite
0 Verzeichnis verwendeter Größen, Einheiten und Abkürzungen	12
1 Einleitung	14
2 Problemstellung	16
2.1 Begriffsbestimmung	16
2.1.1 Zum Begriff "hybride Montagestruktur"	16
2.1.2 Zum Begriff "interaktive Simulation"	17
2.1.3 Zum Begriff "Petri–Netze"	18
2.2 Problematik der Simulation als Hilfsmittel zur Montageplanung	18
2.2.1 Technikorientierte Montagesystemplanung	18
2.2.2 Ganzheitliche Betrachtung des dynamischen Verhaltens von Planungsalternativen	20
2.2.3 Durchführung von Simulationsstudien	21
2.3 Vorhandene Arbeiten zum Problemkreis	22
2.3.1 Anwendungsmöglichkeiten der Simulation als Hilfsmittel zur Planung von Produktionsstrukturen	22
2.3.2 Klassifizierung bestehender Simulationsmethoden	22
2.3.3 Anwendungsgebiete von Simulationssystemen	26
2.3.4 Grafische Unterstützung der Simulation	27
2.3.5 Vorhandene Simulationssysteme	29
2.3.6 Einsatz von Petri–Netzen in der Montageplanung	33
2.4 Zielsetzung	34
2.5 Vorgehensweise	35
3 Modellbildung	39
3.1 Arbeitsaufgaben in hybriden Montagesystemen	39
3.2 Unterstützung des Planers durch eine objektorientierte graphische Oberfläche	42
3.3 Auswahl und Beschreibung der Montagesystemelemente unter funktionalen Gesichtspunkten	43

	Seite
3.3.1 Auswahl der Montagesystemelemente	43
3.3.2 Beschreibung der elementaren Vorgänge	45
3.3.3 Berechnung der Ausführungszeit	48
3.4 Montagesystemelemente als eigenständige Prozesse	49
3.5 Synchronisation paralleler Prozesse mit Hilfe von Petri–Netzen	51
3.5.1 Elemente und Funktionsweise von Petri–Netzen	51
3.5.2 Forderungen an die elementaren Petri–Netze	53
3.5.3 Erweiterung der Petri–Netz–Symbolik	54
3.5.4 Basiskomponenten zum Aufbau der elementaren Petri–Netze ..	57
3.5.5 Behandlung zeitbehafteter Vorgänge	61
3.6 Darstellung des Funktionsmodells mit Petri–Netzen	65
3.6.1 Aufbau und Interpretation des Mitarbeiter Netzes	65
3.6.2 Aufbau und Interpretation des Arbeitsplatz–Netzes	66
3.6.3 Modellierung der Weitergabe von Arbeitsgegenständen	69
3.6.4 Aufbau und Interpretation der Netze von Puffern, Lägern, Behältern und Transportmitteln	73
3.7 Kombination der elementaren Petri–Netz–Strukturen zu Modellsystemen	78
4 Entscheidungssystem	80
4.1 Schnittstelle zwischen Basis– und Entscheidungssystem	80
4.2 Aufbau des Entscheidungssystems	82
5 Grafiksystem	87
5.1 Aufbau der Benutzeroberfläche	87
5.2 Funktional–Layout und Anwendungsbeispiel	89
5.3 Objektfenster	92
5.3.1 Leistungsgrade eines Mitarbeiters	93
5.3.2 Arbeitszeiten der Mitarbeiter	94
5.3.3 Arbeitsgänge	95
5.4 Animation des Simulationsablaufs	97
5.5 Interaktive Entscheidungen im Simulationsablauf	98
5.6 Statistiken und Auslastungsdiagramme	100

	Seite
5.6.1 Objektbezogene Statistiken	100
5.6.2 Auslastungsdiagramme	101
5.6.3 Simulationsprotokolle	103
5.7 Durchführung von Simulationsläufen im Anwendungsbeispiel	103
5.7.1 Beschreibung der durchgeföhrten Simulationsläufe	103
5.7.2 Ergebnisse der Simulationsläufe	106
5.7.3 Bewertung der Ergebnisse	106
6 Auswirkungen der interaktiven Simulation und Erfahrungen	108
6.1 Durchführung interaktiver Simulationsläufe mit mehreren Testpersonen	108
6.2 Erfahrungen beim Einsatz des interaktiven Simulators	113
7 Programmtechnische Realisierung	115
7.1 Anforderungen an Hard- und Software	115
7.2 Implementierung in PASCAL	116
7.2.1 Implementierung der Petri-Netze	116
7.2.2 Programm-Module des Simulators	117
7.3 Programmgröße und Rechenzeit	118
8 Zusammenfassung	120
9 Schrifttum	121
10 Anhang	133
10.1 Beschreibung der hybriden Montagezelle	133
10.2 Liste der Objektdarstellungen	140
10.3 Kostenvergleichsrechnung im Anwendungsbeispiel	148
10.4 Planungsgrundlagen und Simulationsmodelle im Praxisbeispiel	151