

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------|
| Abbildungsverzeichnis | VII |
| Tabellenverzeichnis | X |
| Symbolverzeichnis | XIII |
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1 Ziel der Arbeit | 2 |
| 1.2 Aufbau der Arbeit | 4 |
| 2. Grundlagen der Kommissionierung | 7 |
| 2.1 Aufbau von Kommissioniersystemen | 8 |
| 2.1.1 Das Materialflusssystem | 8 |
| 2.1.2 Das Organisationssystem | 13 |
| 2.1.3 Das Informationssystem | 15 |
| 2.2 Automatische Kommissionierung | 16 |
| 2.2.1 Stand der Technik | 17 |
| 2.2.2 Automatische Distributionszentren | 22 |
| 2.2.3 Ein 4-Stufen-Modell automatischer Kommissioniersysteme | 26 |
| 2.3 Mathematische Beschreibung des Kommissioniervorgangs | 30 |
| 2.3.1 Die Beschreibung der Auftragsstruktur | 30 |
| 2.3.2 Definition und Zusammensetzung der Auftragskommissionierzeit | 33 |
| 2.3.3 Die Kommissionierleistung | 37 |
| 3. Regalbediengeräte – Betriebsstrategien und Spielzeitberechnung | 39 |
| 3.1 Aufbau und Funktion von Regalbediengeräten | 39 |
| 3.1.1 Aufbau von Regalbediengeräten | 39 |
| 3.1.2 Arbeitsspiele von Regalbediengeräten | 42 |
| 3.2 Grundlagen der Spielzeitberechnung | 44 |
| 3.2.1 Mathematische Beschreibung der Spielzeit | 44 |
| 3.2.2 Spielzeit von Kommissionierfahrten | 46 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.2.3 | Bewegungsablauf von Regalbediengeräten | 47 |
| 3.2.4 | Das Regalwandmodell | 51 |
| 3.3 | Betriebsstrategien für Regalbediengeräte | 54 |
| 3.3.1 | Lagerplatzvergabestrategien | 54 |
| 3.3.2 | Wegoptimierungsstrategien | 56 |
| 3.3.3 | Variation der Lage des Lastaufnahme- und Übergabepunktes | 57 |
| 3.3.4 | Ruhepunktstrategien | 58 |
| 3.4 | Spielzeitmodelle | 58 |
| 3.4.1 | Modellierung einer Regalwand mit Schnellläuferzone nach Gudehus und Pretenthaler | 59 |
| 3.4.2 | Analytische Spielzeiberechnung nach Gudehus | 61 |
| 3.4.3 | Das Modell von Hausmann, Schwarz und Graves | 63 |
| 3.4.4 | Der geometrische Ansatz von Ashayeri et al. | 65 |
| 3.4.5 | Der statistische Ansatz von Bozer und White | 66 |
| 4. | Der Regalpicker – Funktion und Betriebsstrategien | 69 |
| 4.1 | Aufbau und Funktion des Regalpickers | 70 |
| 4.2 | Variationen des Arbeitsspiels | 75 |
| 4.3 | Einsatz des Regalpickers im Gesamtsystem | 76 |
| 4.3.1 | Stand-alone-Betrieb | 79 |
| 4.3.2 | Einsatz mit Ware-zur-Person-System | 80 |
| 4.3.3 | Einsatz mit Nachschubfunktion | 81 |
| 4.3.4 | Kombination verschiedener Kommissioniertechniken | 81 |
| 4.4 | Betriebsstrategien für den Regalpicker | 82 |
| 4.4.1 | Wegoptimierungsstrategien | 82 |
| 4.4.2 | Die Lagerplatzvergabestrategie <i>verschobene A-Zone</i> | 83 |
| 5. | Spielzeitberechnung für den Regalpicker | 87 |
| 5.1 | Palettenspiele | 88 |
| 5.1.1 | Einzelspiele | 90 |
| 5.1.2 | Querfahrten und Doppelspiele | 92 |
| 5.2 | Kommissionierspiele | 94 |
| 5.2.1 | Die Zusammenführungszeit | 95 |
| 5.2.2 | Die Bearbeitungszeit | 96 |
| 5.2.3 | Berücksichtigung der jeweiligen Arbeitsablaufvariante | 101 |
| 5.3 | Das gemischte Arbeitsspiel | 103 |
| 5.4 | Vergleich der verschiedenen Arbeitsablaufvarianten | 104 |
| 6. | Spielzeitberechnung mit Lagerplatzvergabestrategie | 107 |
| 6.1 | Grundlagen | 108 |
| 6.1.1 | Modellierung der Schnellläuferzone | 108 |
| 6.1.2 | Verschieben der Schnellläuferzone | 108 |
| 6.2 | Zusammenführungszeit bei verschobener A-Zone | 111 |
| 6.2.1 | Ursprungsfahrten bei verschobener A-Zone | 111 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 6.2.2 | Querfahrten bei verschobener A-Zone | 113 |
| 6.3 | Bearbeitungszeit bei verschobener A-Zone | 126 |
| 6.4 | Interpretation der Ergebnisse | 127 |
| 6.4.1 | Betrachtung der Ursprungsfahrt | 127 |
| 6.4.2 | Betrachtung der Querfahrt | 130 |
| 6.4.3 | Betrachtung der Bearbeitungszeit | 137 |
| 7. | Gesamtsystemleistung | 141 |
| 7.1 | Hybride Kommissioniersysteme | 142 |
| 7.1.1 | Grundlagen | 142 |
| 7.1.2 | Die Kommissionierleistung P_T im Innensystem | 143 |
| 7.1.3 | Die Kommissionierleistung $P_{A'}$ im Außensystem | 144 |
| 7.2 | Aufteilung der Kommissionierleistung auf Innen- und Außensystem | 146 |
| 7.2.1 | Fixe Kriterien | 146 |
| 7.2.2 | Variable Kriterien | 146 |
| 7.2.3 | Mischkriterien | 147 |
| 7.2.4 | Entscheidung nach Grenzpickmenge | 147 |
| 7.2.5 | Bestimmung der Anteile beider Spielarten | 148 |
| 7.3 | Beispielrechnungen | 150 |
| 7.3.1 | Beispielrechnung 1 – WzP-System ohne Puffer | 150 |
| 7.3.2 | Beispielrechnung 2 – Nachschubfunktion | 154 |
| 7.4 | Gesamtsystemleistung und Lagerplatzvergabestrategie | 157 |
| 7.4.1 | Vorgehensweise | 157 |
| 7.4.2 | Der Wechseleffekt | 158 |
| 7.5 | Beispielrechnung 3 – WzP-System mit Puffer | 162 |
| 7.5.1 | Rechnung ohne Lagerplatzvergabestrategie | 163 |
| 7.5.2 | Rechnung mit Lagerplatzvergabestrategie | 163 |
| 7.5.3 | Rechnung mit Berücksichtigung des Wechseleffektes | 164 |
| 8. | Zusammenfassung und Ausblick | 167 |
| | Literatur | 171 |
| A. | Anhang | 177 |
| A.1 | Betrachtungen zu den möglichen Lagen der Integrationsgrenzen | 177 |
| A.1.1 | c als erste Grenze | 177 |
| A.1.2 | $b - d$ als erste Grenze | 178 |
| A.2 | Weitere Interpretationen zur Fahrzeitberechnung mit verschobener A-Zone | 180 |
| A.2.1 | Querfahrten zwischen A- und B-Zone | 180 |
| A.2.2 | Weitere Darstellungen der Erwartungswerte bei verschobener A-Zone | 183 |