

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Zielsetzung und Abgrenzung	10
1.2	Vorgehensweise	11
2	Stand der Technik	13
2.1	Lagersysteme	14
2.1.1	Aufgaben von Lagern	14
2.1.2	Lagergutarten	16
2.1.3	Ladehilfsmittel	16
2.1.4	Systematik der Lagermittel	17
2.1.5	Systematik der Fördermittel	21
2.1.6	Automatische Kleinteilelager	25
2.2	Fahrerlose Transportsysteme	28
2.2.1	Fahrerlose Transportfahrzeuge	30
2.2.2	Steuerungstechnik	33
2.2.3	Steuerungsalgorithmen	35
2.3	Die Methode der Nutzwertanalyse	37
3	Alternatives flexibles Lagersystem	41
3.1	Herkömmliche automatische Lagersysteme	42
3.2	Entwurf eines alternativen Lagerkonzepts	45

3.3	Komponentenkonzepion horizontales Lagersystem	49
3.3.1	Realisierungsmöglichkeiten Lagermittel	52
3.3.1.1	Art der Lastaufnahme im Lagermittel	53
3.3.1.2	Layout	63
3.3.1.3	Stützenraster	64
3.3.1.4	Nutzwertanalyse Lagermittel	66
3.3.2	Realisierungsmöglichkeiten Vertikalfördertechnik	69
3.3.2.1	Behältertransport	72
3.3.2.2	Fahrzeugtransport	75
3.3.2.3	Nutzwertanalyse Vertikalfördertechnik	76
3.3.3	Realisierungsmöglichkeiten Bedientechnik	79
3.3.3.1	Hubgabel-Variante	82
3.3.3.2	Teleskophub-Variante	83
3.3.3.3	Riemenhub-Variante	85
3.3.3.4	Nutzwertanalyse Bedientechnik	87
3.3.4	Zusammenfassung und Beschreibung des Referenz- Lagersystems . . .	88
4	Grundlagen zur Leistungsermittlung	93
4.1	Grenzleistung der Shuttle-Fahrzeuge	95
4.1.1	Berechnung der mittleren Fahrzeit durch vollständige Enumeration . .	95
4.1.2	Berechnung der mittleren Fahrzeit durch geometrischen Ansatz	97
4.1.2.1	Berechnung der geometrischen Flächen	99
4.1.2.2	Berechnung der mittleren Fahrzeiten in die Flächenmittelpunkte	105
4.1.2.3	Beispielhafte Anwendung des geometrischen Berechnungs- ansatzes	107
4.1.3	Mittlere Einzelspielzeit	113
4.1.4	Mittlere Doppelspielzeit	115
4.1.5	Validierung des geometrischen Berechnungsansatzes	118

4.2	Routing-Algorithmus zur Ermittlung der Ebenenleistung	121
4.2.1	Auswahl eines Routing-Algorithmus	122
4.2.2	Beschreibung des Routing-Algorithmus	124
4.2.2.1	Erreichbarkeits-Prüfung	127
4.2.2.2	Wegsuche nach Dijkstra	128
4.2.3	Anwendung des Algorithmus	128
4.2.4	Validierung des Routing-Algorithmus	133
4.2.5	Anpassungen des Routing-Algorithmus an die Untersuchungsumgebung	133
5	Ermittlung der resultierenden Leistung	139
5.1	Durchführung von Experimenten	140
5.1.1	Ebenenleistung bei Durchführung von Einzelspielen	142
5.1.2	Ebenenleistung bei Durchführung von Doppelspielen	145
5.2	Analytischer Berechnungsansatz	147
5.3	Systemvergleich	153
6	Zusammenfassung	161
7	Ausblick	165
8	Anhang	167
8.1	Hilfsstrecken zur Bestimmung der Behälterauflagefläche	167
8.2	Ergebnisse der Experimente	170
	Verzeichnisse	177
	Formelzeichen	189