

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungen und Formelzeichen	12
1 Einleitung	15
1.1 Problemstellung	15
1.2 Zielsetzung	16
1.3 Vorgehensweise	17
2 Stand der Technik	18
2.1 Begriffe und Definitionen	18
2.2 Ausgangssituation	21
2.2.1 Morphologie des Palettierens	21
2.2.2 Morphologie der Packstückstapel	24
2.2.3 Anwendungsbereiche für Palettiertiersysteme	25
2.2.4 Marktübersicht der Palettierroboter und -automaten	27
2.2.5 Palettieren von Packstücken im Sortenmix	29
2.3 Analyse der Ansätze zum Erzeugen von Packmustern beim automatischen Palettieren von Packstücken im Sortenmix	30
2.3.1 Ansätze zum Palettieren bei bekannter Kommission	31
2.3.2 Ansätze zum Palettieren bei nicht bekannter Kommission	32
2.4 Bewertung der Ansätze zum automatischen Palettieren von Packstücken im Sortenmix	34
3 Entwicklungsschwerpunkte	35
3.1 Folgerung aus der Analyse der Ausgangssituation	35
3.2 Pflichtenheft für ein Verfahren zum automatischen Palettieren von Packstücken im beliebigen Sortenmix	35
3.3 Vorüberlegungen für ein Verfahren zum automatischen Palettieren von Packstücken im beliebigen Sortenmix	37

4	Entwicklung von Strategien für die Heuristik zum automatischen Palettieren von Packstücken im beliebigen Sortenmix	41
4.1	Definition der Koordinatensysteme beim Palettieren	41
4.2	Betrachtungen zum Raumverschnitt	42
4.3	Strategien zur Grobpositionierung von Packstücken	44
4.3.1	Plazieren des ersten Packstücks	44
4.3.2	Plazieren des zweiten Packstücks	47
4.3.2.1	Folgepackstück mit annähernd gleicher Höhe	47
4.3.2.2	Folgepackstück mit größerer Höhe	49
4.3.2.3	Folgepackstück mit niedrigerer Höhe	53
4.3.3	Folgerungen aus den bereits abgeleiteten Strategien für das Plazieren weiterer Packstücke	54
4.3.4	Bilden von neuen Ebenen	54
4.3.5	Plazieren von Packstücken auf bereits palettierten Packstücken	57
4.3.6	Überbrücken von größeren Lücken	60
4.3.7	Bilden von bündigen Außenkanten	61
4.3.8	Zusammenfassung der Grobpositionierungsstrategien	62
4.4	Strategien zur Feinpositionierung von Packstücken	63
4.4.1	Mögliche Positionen auf einer Setzfläche	63
4.4.2	Freies Setzen eines Packstücks auf andere	65
4.4.3	Setzen bei einseitiger Begrenzung	66
4.4.4	Setzen bei zweiseitiger Begrenzung	67
4.4.5	Setzen bei drei- bzw. vierseitiger Begrenzung	69
4.4.6	Strategie zur Stabilitätserhöhung	71
4.4.7	Zusammenfassung der Feinpositionierungsstrategien	72
4.5	Gewichtungskriterien für die entwickelten Palettierstrategien	73
4.5.1	Vorüberlegungen zum paarweisen Vergleich der Grobpositionierungsstrategien	73
4.5.2	Ableitung von Gewichtungskriterien durch paarweisen Vergleich	74
4.5.3	Implementierungsspezifische Betrachtungen für die Gewichtungskriterien	75

5	Untersuchung der Leistungsdaten des entwickelten Palettieralgorithmus	77
5.1	Implementierung des Palettieralgorithmus und Visualisierung der erreichten Ergebnisse	77
5.2	Packstückspektrum der Untersuchung	79
5.3	Arbeitsweise des Palettieralgorithmus am Beispiel einer Europalette	80
5.4	Durchschnittlich erreichter Ladungsträgerfüllgrad	83
5.5	Einfluß der Größe des Packstückpuffers auf den erreichten Ladungsträgerfüllgrad	84
5.6	Einfluß des Kippens der Packstücke auf den erreichten Ladungsträgerfüllgrad	85
6	Erprobung des entwickelten Algorithmus innerhalb einer Palettierzelle am Beispiel der Europalette	87
6.1	Beschreibung der Systemkomponenten des Versuchsaufbaus	87
6.2	Ablaufbeschreibung des Versuchsaufbaus	90
6.3	Leistungsdaten des Versuchsaufbaus	92
6.4	Erprobung des entwickelten Palettieralgorithmus	92
6.5	Bewertung der durchgeföhrten Arbeiten	94
7	Zusammenfassung und Ausblick	95
8	Literaturverzeichnis	98