

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Gegenstand der Arbeit	1
1.2	Aufbau der Arbeit	3
2	Wiederaufbereitung von Medizinprodukten	5
2.1	Abgrenzung und Klassifikation von Medizinprodukten	5
2.2	Beschreibung des Wiederaufbereitungskreislaufs von Medizinprodukten	9
3	Einordnung der Problemstellung und Überblick über die Literatur	15
3.1	Einbettung und Aufgaben der Sterilgutversorgung im Krankenhaus	15
3.1.1	Logistische Prozesse im Krankenhaus	15
3.1.2	Schnittstelle von Sterilgutversorgung und Operationssaalplanung	18
3.1.3	Planungssituation der zentralen Sterilgutversorgungsabteilung	22
3.2	Abgrenzung der Problemstellung von Forschungsansätzen aus der Literatur	24
3.2.1	Überblick über die verwandte Literatur	24
3.2.2	Operationssaalplanung mit Berücksichtigung von wiederaufbereitbaren Medizinprodukten	25
3.2.3	Quantitative Ansätze für wiederaufbereitbare Medizinprodukte	27
3.2.3.1	Bestell- und Bestandsmanagement von wiederaufbereitbaren Medizinprodukten	27
3.2.3.2	Wiederaufbereitung von Medizinprodukten	29
3.2.3.3	Konfiguration von Medizinproduktsets	31

3.2.4	Dynamische Bestellmengen- bzw. Losgrößenplanung mit Wiederaufbereitung und beschränkter Lagerdauer und -kapazität	32
4	Mathematische Modellformulierung für ein integriertes Bestellmengen- und Wiederaufbereitungsplanungsproblem für begrenzt haltbare Medizinprodukte mit aggregierter Wiederaufbereitungskapazität (PRPP^{agg})	41
4.1	Modellannahmen und Notation	41
4.2	Mathematische Modellformulierung	45
4.3	Komplexitätsanalyse	49
5	Ein heuristischer Lösungsansatz für das PRPP^{agg} auf Basis von Dantzig-Wolfe-Dekomposition und Spaltengenerierung	51
5.1	Überblick	51
5.2	Dantzig-Wolfe-Dekomposition für lineare Optimierungsprobleme mit spezieller Struktur	52
5.2.1	Konvexe Mengen und Konvexitätskombinationen	52
5.2.2	Transformation eines linearen Programms in ein Master- und Subproblem	53
5.3	Das Spaltengenerierungsverfahren zur Lösung des Masterproblems	58
5.4	Eine Dantzig-Wolfe-Reformulierung für das PRPP^{agg}	62
5.4.1	Motivation zur Auswahl des Lösungsansatzes	62
5.4.2	Das Masterproblem des PRPP^{agg} ($\text{MP-PRPP}^{\text{agg}}$)	65
5.4.2.1	Modellannahmen und Notation	65
5.4.2.2	Mathematische Modellformulierung	66
5.4.3	Formale Beschreibung der produktsspezifischen Subprobleme ($\text{SP-PRPP}^{\text{agg}}$)	69
5.4.3.1	Modellannahmen und Notation	69
5.4.3.2	Mathematische Modellformulierung	70
5.5	Bestimmung eines zulässigen Bestellmengen- und Wiederaufbereitungsplans für das PRPP^{agg}	71
5.6	Theorem zur Anzahl nicht-ganzzahliger Auswahlvariablen in der optimalen Lösung des relaxierten $\text{MP-PRPP}^{\text{agg}}$	75
6	Numerische Untersuchungen zum PRPP^{agg}	79
6.1	Entwurf von Testinstanzen	79
6.2	Referenzlösungen	85
6.3	Ergebnisse für den auf Spaltengenerierung basierenden Lösungsansatz	88
6.4	Bewertung der Ergebnisse	94

7 Mathematische Modellformulierung für ein integriertes Bestellmengen- und Wiederaufbereitungsplanungsproblem für begrenzt haltbare Medizinprodukte mit disaggregierter Wiederaufbereitungskapazität (PRPP^{dis})	97
7.1 Erweiternde Modellannahmen und zusätzliche Notation	97
7.2 Mathematische Modellformulierung	99
7.3 Zusätzliche Restriktionen zur Brechung der Symmetrien im PRPP^{dis}	100
7.4 Gegenüberstellung von PRPP^{agg} und PRPP^{dis}	105
7.5 Ausschluss des auf Dantzig-Wolfe-Dekomposition und Spaltengenerierung basierenden Lösungsansatzes für das PRPP^{dis}	108
8 Eröffnungs- und Verbesserungsheuristiken zur Lösung des PRPP^{dis}	111
8.1 Überblick	111
8.2 Eröffnungsverfahren zur Erzeugung einer zulässigen Startlösung	112
8.2.1 Vorüberlegungen zum Entwurf des Eröffnungsverfahrens und Gemeinsamkeiten mit dem Bin Packing Problem	112
8.2.2 Prioritätswertbasierte Sortierung der Medizinprodukte	114
8.2.3 Ablauf des Eröffnungsverfahrens	116
8.3 Verbesserung der ermittelten Startlösung	128
8.3.1 Übersicht und Grundkonzept der lokalen Suche	128
8.3.2 Verfahren für eine verbesserte Ausnutzung der räumlichen Kapazität in eingeplanten Wiederaufbereitungsgängen	131
8.3.2.1 Reorganisation der Zuordnung von Medizinprodukten zu Wiederaufbereitungsvorgängen	131
8.3.2.2 Umverteilung von Medizinprodukten auf Wiederaufbereitungsvorgänge anderer Sterilisationsarten	140
8.3.3 Verfahren für eine bessere Ausnutzung der (zeitlichen) Ressourcenkapazität	143
8.3.3.1 Einplanung zusätzlicher Wiederaufbereitungsvorgänge bei zeitlicher Restkapazität	143
8.3.3.2 Änderung der Sterilisationsart eines eingeplanten Wiederaufbereitungsvorgangs	147
8.3.4 Aggregation von Bestellmengen	149
8.4 Verbesserung der bestehenden Lösung mit der Fix&Optimize-Heuristik	151

8.4.1	Lösungsidee der Fix&Optimize-Heuristik	151
8.4.2	Modellformulierung der Unterprobleme	152
8.4.3	Iterationsabfolge der Fix&Optimize-Heuristik	155
9	Numerische Untersuchungen zum PRPP^{dis} und Gegenüberstellung mit PRPP^{agg}	161
9.1	Generieren von Referenzlösungen	161
9.1.1	Modellvarianten und Startlösungsalternativen	161
9.1.2	Ergebnisse in Abhängigkeit von der Modellvariante und der verwendeten Startlösung	163
9.1.3	Referenzlösungen durch Auswahl der besten oberen und unteren Schranke	168
9.2	Ergebnisse für den heuristischen Lösungsansatz	169
9.2.1	Ergebnisse für das Eröffnungsverfahren ohne Verbesserungsheuristiken	169
9.2.2	Ergebnisse für das Eröffnungsverfahren in Kombination mit Verbesserungsverfahren	171
9.2.3	Ergebnisse für die Fix&Optimize-Heuristik auf Basis der vorliegenden Lösung	174
9.3	Untersuchung der Abweichung bei aggregierter und disaggregierter Betrachtung der Wiederaufbereitungsvorgangskapazität	178
9.4	Bewertung der Ergebnisse	181
10	Schlussbemerkungen	183
10.1	Zusammenfassung	183
10.2	Ausblick	186
Literatur	189	
Anhang	206	
A	Verbesserung der unteren Schranke gemischt-ganzzahliger Optimierungsprobleme mithilfe der Dantzig-Wolfe-Dekomposition und Spaltengenerierung	206