

## 2 Aufbau der Arbeit

Zunächst wird in dem folgenden dritten Kapitel allgemein auf die Thematik der mathematischen Optimierung eingegangen, wobei zwischen linearen und nichtlinearen Problemen unterschieden wird. Um die Notwendigkeit von ganzzahligen Variablen zu veranschaulichen, werden klassische gemischt-ganzzahlige Probleme vorgestellt.

Zum Inhalt dieser Arbeit gehört die Entwicklung von verbesserten Lösungsalgorithmen für gemischt-ganzzahlige Optimierungsprobleme. Das vierte Kapitel gibt zunächst einen Überblick des Lösungsverfahrens für gemischt-ganzzahliger Probleme. Im Rahmen dessen wird auf das Prinzip der strengen LP-Relaxierung eingegangen. Zur strengen LP-Relaxierung gehören verschiedene Verfahren, deren Ziel es ist, den Lösungsbereich der LP-Relaxierung des gemischt-ganzzahligen Modells einzuschränken. Das Prinzip von Schnittebenen (*Cuts*), welches in Kapitel 4.7 allgemein beschrieben wird, gilt als eines dieser Verfahren. Kapitel 4.7 beschäftigt sich des Weiteren mit der Bestimmung und Verbesserung der Qualität eines Cuts. Eine solche Qualitätsverbesserung kann über das *Liften* von Variablen erreicht werden. Anschließend werden einige Verfahren zur Ableitung von Schnittebenen detailliert beschrieben.

Durch die Anwendung der einzelnen Verfahren wird im Regelfall ein Vorteil in Form einer Verschärfung der relaxierten Lösung eines Teilproblems erzielt. Diesem Vorteil steht aber der grundsätzlich zu betrachtende Nachteil gegenüber, dass die Verfahren an sich zeitintensiv sind und dass ggf. auch durch die Modifikationen am Modell in den folgenden LP-Optimierungen mehr Zeit benötigt wird. Aus diesem Grund wird jedes Verfahren daraufhin untersucht, wann und wie lange es angewandt werden sollte.

Kapitel 5 wird mit der Vorstellung des Branch-and-Bound Verfahrens eingeleitet. Im Rahmen dessen werden Auswahlregeln für eine Branching-Variable sowie Regeln zur Knotenauswahl dargestellt. Dem folgend in Kapitel 6 wird beschrieben, wie das Branch-and-Bound Verfahren zum Branch-and-Cut Verfahren erweitert werden kann und welche Problematiken dabei zu beachten sind. Es werden Strategien vorgestellt, die bestimmen, an welchen Knoten nach Cuts gesucht werden soll. Dabei werden sowohl die Eigenschaften und das Lösungsverhalten des Modells, als auch die individuellen Eigenschaften eines Knotens beachtet. Sollen Cuts an einem Knoten abgeleitet werden, spielt insbesondere die globale bzw. lokale Gültigkeit dieser eine entscheidende Rolle. Mit einer Form des Liftens, durch die ein lokal gültiger Cut globale

Gültigkeit erlangen kann wird eine Möglichkeit zur Handhabung lokal gültiger Cuts aufgezeigt. Darüber hinaus wird in dieser Arbeit als Alternative dazu ein Ansatz präsentiert bei dem durch das kurzfristige Anhängen von lokal gültigen Cuts an das Modell, ein dauerhafter Nutzen für den Lösungsprozess erzielt werden kann. Abschließend werden in diesem Kapitel die in Kapitel 4 beschriebenen Verfahren zur Ableitung von Schnittebenen daraufhin untersucht, ob sie auch im Rahmen des Branch-and-Cut Verfahrens an jedem beliebigen Knoten abgeleitet werden können.

Die vorgestellten Techniken sind in der Optimierungssoftware MOPS, welche in Kapitel 7 vorgestellt wird, implementiert. Soweit es sinnvoll ist, werden diese auch innerhalb des Baumes angewandt. Dadurch kann das ursprünglich implementierte Branch-and-Bound Verfahren zu einem Branch-and-Cut-Verfahren ausgebaut werden. Die dabei auftretenden Schwierigkeiten hinsichtlich der Implementierung werden ebenfalls in Kapitel 7 beschrieben. Abgeschlossen wird die Arbeit mit der Vorstellung der numerischen Resultate sowie einer Beschreibung des Ausblicks.