

# Themen Bachelorseminar Logistik

## 1 Standortplanung

### Thema 1 (*Das $p$ -Center Problem: Modelle*)

Im  $p$ -Center Problem (PCP) wird jedem Kunden ein Standort zugeordnet, so dass das Maximum der (gewichteten) Distanzen zwischen Kunden und zugeordneten Standorten minimal ist. Es gibt verschiedene Möglichkeiten das PCP zu modellieren. Beschreiben Sie diese Modelle, setzen Sie diese mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um und analysieren Sie die verschiedenen Modelle anhand von Benchmarkinstanzen. (Elloumi et al. 2004)

### Thema 2 (*Standortplanung mit nicht-konventionellen Anforderungen*)

Im  $p$ -dispersion Problem geht es um Standortentscheidungen für unerwünschte Anlagen wie beispielsweise Mülldeponien, Lagern im militärischen Bereich oder Atomkraftwerken. Es gibt verschiedene Möglichkeiten das  $p$ -dispersion Problem zu modellieren. Beschreiben Sie diese Modelle, setzen Sie diese mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um und analysieren Sie die verschiedenen Modelle anhand von Benchmarkinstanzen. (Sayah and Irnich 2017)

## 2 Transport

### Thema 3 (*The Red-Blue Transportation Problem*)

Beim rot-blau Transportproblem handelt es sich um ein klassisches Transportproblem mit zusätzlichen Restriktionen. Beschreiben Sie diese Problemvariante, setzen Sie die beiden vorgestellten Modelle mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um und untersuchen Sie die verschiedenen Modelle anhand von Benchmarkinstanzen. (Vancroonenburg et al. 2014)

### Thema 4 (*Minimum Spanning Trees*)

Ein spannender Baum ist in der Graphentheorie ein Teilgraph, der alle Knoten des Ursprungsgraphen enthält, zusammenhängend ist und keine Kreise enthält. Er ist minimal, falls sein Kantengewicht unter allen spannenden Bäumen minimal ist. Geben Sie einen Überblick über das Problem und stellen verschiedene Modelle vor. Setzen Sie mindestens zwei dieser Modelle mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um und untersuchen Sie die verschiedenen Modelle anhand von Benchmarkinstanzen. (Tipp: Achten Sie insbesondere darauf welche Modelle sich für eine Umsetzung eignen.) (Abdelmaguid 2018)

## 3 Tourenplanung

### Thema 5 (*Traveling Salesman Problem mit Zeitfenstern: Modelle*)

Eine wichtige Erweiterung des Traveling-Salesman-Problem (TSP) ist das TSP mit Zeitfenstern (TSPTW). Beschreiben und vergleichen Sie unterschiedliche Modelle für das TSPTW und setzen Sie mindestens zwei dieser Modelle mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um. Analysieren Sie die verschiedenen Modelle anhand von Benchmarkinstanzen. (Langevin et al. 1993)

**Thema 6** (*Modellierung des Pickup and Delivery Problems mit Zeitfenstern (PDPTW)*)

Beim PDPTW geht es darum, mit einer Fahrzeugflotte eine gegebene Menge von Kundenaufträge zu bedienen. Die Kundenaufträge bestehen dabei aus dem Transportieren von Waren oder Personen von einem Ursprungs- (pickup) zu einem Zielort (delivery). Ziel ist es, die Gesamtdistanz der von allen Fahrzeugen zurückgelegten Strecken zu minimieren. Beschreiben und vergleichen Sie unterschiedliche Modelle des PDPTW. Setzen Sie diese Modelle mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um und analysieren Sie die verschiedenen Modelle. (Furtado et al. 2017)

**Thema 7** (*Modellierung des Capacitated Vehicle Routing Problems (CVRP)*)

Beim CVRP geht es darum, mit einer Fahrzeugflotte alle Kunden zu bedienen. Jeder auszuliefernde Gegenstand eines Kunden hat ein Gewicht und jedes Fahrzeug hat nur eine bestimmte Kapazität. Ziel ist es, die Gesamtdistanz der von allen Fahrzeugen zurückgelegten Strecken zu minimieren, ohne die Kapazitätsrestriktionen zu verletzen. Beschreiben und vergleichen Sie unterschiedliche Modelle des CVRP. Setzen Sie mehrere dieser Modelle mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um und analysieren Sie die verschiedenen Modelle anhand von Benchmarkinstanzen (Baldacci et al. 2004).

## 4 Scheduling

**Thema 8** (*Assembly Line Balancing*)

Bei der getakteten Fließfertigung werden Arbeitsgänge zu Stationen zugeordnet, wobei Vorrangbeziehungen zwischen den Arbeitsgängen zu berücksichtigen sind. Sie stellen Varianten des Simple Assembly Line Balancing Problems (SALBP) vor und setzen mehrere Eröffnungsverfahren mittels MS-Excel um. (Scholl and Voss 1997)

**Thema 9** (*Knotenfärbungsproblem*)

Gegeben sei eine Menge von Jobs, die jeweils einem Zeitslot zugeordnet werden sollen. Die Jobs können in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden, aber es gibt Jobs, die nicht gleichzeitig durchgeführt werden können. Dies ist ein einfaches Anwendungsbeispiel des Knotenfärbungsproblems. Der zugehörige Graph besteht aus einem Knoten für jeden Job und einer Kante für Jobs, die in Konflikt stehen. Beim Knotenfärbungsproblem sollen die Knoten eines Graphen so eingefärbt werden, dass (i) zwei Knoten, die mit einer Kante verbunden sind, unterschiedlich eingefärbt sind und (ii) die Anzahl an verwendeten Farben minimiert wird. Geben Sie einen Überblick über das Knotenfärbungsproblem und stellen Sie mehrere Modelle vor. Setzen Sie mindestens ein Modell um und vergleichen Sie unterschiedliche Strategien zur Symmetriereduktion. (Lewis 2016; Kapitel 3.1).

## 5 Cutting und Packing

**Thema 10** (*Multiple Knapsack Problem*)

Beim Multiple Knapsack Problem (MKP) ist eine Menge von Gegenständen mit zugehörigen Profiten und Gewichten gegeben. Im Gegensatz zum klassischen Rucksackproblem ist beim MKP eine Menge von Rucksäcken unterschiedlicher Kapazität gegeben. Ziel ist es, eine profitmaximale Teilmenge der Gegenstände zu finden, die so in die Rucksäcke gepackt werden kann, dass die Kapazität der einzelnen Rucksäcke nicht überschritten wird. Geben Sie einen Überblick über das Problem und stellen Sie Modelle bzw. Lösungsverfahren zum Finden optimaler Lösungen und oberer Schranken vor. Setzen Sie ein exaktes Modell, die zugehörige LP-Relaxation und ein weiteres, relaxiertes Modell mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um. (Kellerer et al. 2004; Kapitel 10).

**Thema 11** (*Cutting Stock Problem*)

Beim Cutting Stock Problem sind Stücke gleicher Länge gegeben, die in kleinere Stücke geschnitten werden sollen. Ziel ist es, alle kleinen Stücke aus so wenig Ausgangsmaterial wie möglich auszuschneiden.

Valério de Carvalho (1999) stellt ein Arc-flow-Modell vor. Beschreiben Sie das Problem und Modell(e) und setzen Sie das Modell von Valério de Carvalho mittels einer (kostenlosen) Modellierungssprache (z.B. Zimpl/SCIP) um.

## 6 Bestandsmanagement

**Thema 12** (*Anwendung der Methoden und Modelle der Zeitreihenanalyse*)

**Voraussetzung:** Programmierkenntnisse (z.B. R)

Mithilfe von Prognoseverfahren versucht man die Entwicklung von Zeitreihen vorherzusagen. Eine Zeitreihe ist eine zeitlich geordnete Folge von Beobachtungen einer bestimmten Größe. Typische Beispiele sind dabei Börsenkurse, Entwicklung von Infektionszahlen oder Wetterbeobachtungen. In Ihrer Bachelorarbeit befassen Sie sich mit der Analyse einer Zeitreihe. Beschreiben Sie, wie man Zeitreihen analysiert und klassifizieren Sie einige Prognosemodelle und -methoden. Wählen Sie eigenständig eine Zeitreihe aus und analysieren Sie die Daten. Ermitteln Sie einige geeignete Prognosemodelle und -methoden. Setzen Sie diese Mithilfe von R, Stata oder Python um. Verifizieren Sie die Eignung der gewählten Modelle mithilfe einer ex-post Prognose. Erstellen Sie anschließend eine ex-ante Prognose für den kommenden Zeitraum. Brockwell and Davis (2016)

**Thema 13** (*Supply Chain Contracting: Coordinating the Newsvendor*)

Ein zentrales Problem im Supply Chain Management ist die Gestaltung von Verträgen zwischen den Partner der Lieferkette. Modellieren Sie die Supply Chain basierend auf dem klassischen Newsvendor Modell, setzen Sie mehrere Vertragsmodelle in MS Excel um und vergleichen Sie die Ergebnisse anhand von Beispielinstanzen. Cachon (2003)

## 7 Produktionsplanung

**Thema 14** (*Dynamische Losgrößenplanung*)

Im Vergleich zum klassischen Losgrößenproblem (Lot-Sizing Problem) geht das dynamische Losgrößenproblem von einer zeitlich veränderlichen (dynamischen) Nachfrage aus. Beschreiben Sie das vorliegende Problem und setzen Sie ausgewählte Heuristiken sowie den Algorithmus von Wagner-Whitin mittels MS Excel um. Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse anhand von Beispielinstanzen. (Baciarello et al. 2013)

**Thema 15** (*Dynamische Losgrößenplanung mit Nachfragezeitfenstern*)

Das Dynamic Lot-Sizing Problem with Demand Time Windows ist eine Erweiterung des klassischen Dynamic Lot-Sizing Problems, bei dem Kunden ein Zeitintervall für die Lieferung angeben. Beschreiben Sie diese Problemvariante und setzen Sie das vorgestellte Modell z.B. mit Zimpl/SCIP um. Untersuchen Sie außerdem die Sensitivität bezüglich verschiedener Parameter in einer Rechenstudie und analysieren Sie die Ergebnisse. (Lee et al. 2001)

## 8 Sonstiges

**Thema 16** (*Order Picking*)

Bei der Kommissionierung geht es um die auftragsgerechte Zusammenstellung von Waren aus einem Lager. Um die zurückgelegte Strecke der Kommissionierer\*innen gering zu halten, werden in der Praxis oft heuristische Routingstrategien verwendet. Setzen Sie ausgewählte Strategien in MS Excel um und vergleichen Sie Ihre Ergebnisse anhand von Beispielinstanzen (Petersen 1997).

**Thema 17** (*Warteschlangenmodelle im Callcenter-Management*)

**Voraussetzung:** Programmierkenntnisse (z.B. R)

Die Aufgabe besteht in der Umsetzung einiger nicht Standardsysteme in R. Sie simulieren die Kennzahlen der Systeme und diskutieren die Aussagekraft unterschiedlicher Systeme und den Tradeoff zwischen wichtigen Kennzahlen. (Garnett et al. 2002)

**Thema 18** (*Soziale Netzwerke: Relaxationen des Cliques-Konzepts*)

Bei der Analyse von (sozialen) Netzwerken spielen Cliques, d.h. vollständige Teilgraphen, eine herausgehobene Rolle. Oftmals ist die Bedingung der Vollständigkeit, die an eine Clique gestellt wird, zu streng. Daher wurden verschiedene Relaxationen des Cliquesbegriffs in der Literatur eingeführt. Stellen Sie anhand des Artikels von Pattillo et al. (2013) die Konzepte relaxierter Cliques vor und setzen Sie mehrere Modelle beispielhaft in der Modellierungssprache ZIMPL um.

**Thema 19** (*Data envelopment analysis (DEA)*)

Charnes et al. (1978) entwickelten eine Methode, um innerhalb vergleichbarer entscheidungsrelevanter Einheiten die Besten zu identifizieren. Seitdem wurden eine Reihe weiterer DEA-Modelle entwickelt. Vergleichen Sie das CCR-Modell (Charnes et al. 1978) mit dem BCC-Modell (Banker et al. 1984) und einem additiven Modell (Cooper et al. 2002; Kapitel 4.3) und analysieren Sie die Unterschiede. Eine Umsetzung in z.B. MS Excel ist hilfreich.

## Literatur

- Tamer F Abdelmaguid. An efficient mixed integer linear programming model for the minimum spanning tree problem. *Mathematics*, 6(10), 2018. doi: 10.3390/math6100183.
- Luca Baciarello, Marco D’Avino, Riccardo Onori, and Massimiliano M. Schiraldi. Lot sizing heuristics performance. *International Journal of Engineering Business Management*, 5:5, January 2013. doi: 10.5772/56004.
- Roberto Baldacci, Eleni Hadjiconstantinou, and Aristide Mingozzi. An exact algorithm for the capacitated vehicle routing problem based on a two-commodity network flow formulation. *Operations Research*, 52:723–738, 10 2004. doi: 10.1287/opre.1040.0111.
- Rajiv D. Banker, Abraham Charnes, and William Wager Cooper. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9):1078–1092, September 1984. doi: 10.1287/mnsc.30.9.1078.
- Peter J. Brockwell and Richard A. Davis. *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-29854-2.
- Gérard P. Cachon. Supply chain coordination with contracts. In S.C. Graves and A.G. de Kok, editors, *Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation*, volume 11 of *Handbooks in Operations Research and Management Science*, pages 227 – 339. Elsevier, 2003. doi: 10.1016/S0927-0507(03)11006-7.
- Abraham Charnes, William Wager Cooper, and Edwardo Rhodes. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6):429–444, 1978. doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.
- William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, and Kaoru Tone. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 2002. ISBN 978-0306475412.

- Sourour Elloumi, Martine Labbé, and Yves Pochet. A new formulation and resolution method for the  $p$ -Center problem. *INFORMS Journal on Computing*, 16(1):84–94, 2004. doi: 10.1287/ijoc.1030.0028.
- Maria Gabriela S. Furtado, Pedro Munari, and Reinaldo Morabito. Pickup and delivery problem with time windows: A new compact two-index formulation. *Operations Research Letters*, 45(4):334–341, 2017. doi: 10.1016/j.orl.2017.04.013.
- Ofer Garnett, Avishai Mandelbaum, and Martin Reiman. Designing a call center with impatient customers. *Manufacturing & Service Operations Management*, 4(3):208–227, 2002. doi: 10.1287/msom.4.3.208.7753.
- Hans Kellerer, Ulrich Pferschy, and David Pisinger. *Knapsack Problems*. Springer, Berlin, 2004. ISBN 978-3540402862.
- André Langevin, Martin Desrochers, Jacques Desrosiers, Sylvie Gélinas, and François Soumis. A two-commodity flow formulation for the traveling salesman and the makespan problems with time windows. *Networks*, 23(7):631–640, 1993. doi: 10.1002/net.3230230706.
- Gilbert Laporte, Stefan Nickel, and Francisco Saldanha da Gama, editors. *Location Science*. Springer International Publishing, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-13111-5.
- Chung-Yee Lee, Sila Çetinkaya, and Albert P. M. Wagelmans. A dynamic lot-sizing model with demand time windows. *Management Science*, 47(10):1384–1395, October 2001. doi: 10.1287/mnsc.47.10.1384.
- Rhyd M. R. Lewis. *A Guide to Graph Colouring: Algorithms and Applications*. Springer, Cham, 1 edition, 2016. ISBN 978-3319257280. doi: 10.1007/978-3-319-25730-3.
- Jeffrey Pattillo, Nataly Youssef, and Sergiy Butenko. On clique relaxation models in network analysis. *European Journal of Operational Research*, 226(1):9–18, 2013. doi: 10.1016/j.ejor.2012.10.021.
- Charles G. Petersen. An evaluation of order picking routing policies. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(11):1098–1111, November 1997. doi: 10.1108/01443579710177860.
- David Sayah and Stefan Irnich. A new compact formulation for the discrete  $p$ -dispersion problem. *European Journal of Operational Research*, 256(1):62–67, 2017. ISSN 0377-2217. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.036>. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037722171630457X>.
- Armin Scholl and Stefan Voss. Simple assembly line balancing – heuristic approaches. *Journal of Heuristics*, 2(3):217–244, 1997. doi: 10.1007/bf00127358.
- Jose M. Valério de Carvalho. Exact solution of bin-packing problems using column generation and branch-and-bound. *Annals of Operations Research*, 86:629–659, 1999. doi: 10.1023/a:1018952112615.
- Wim Vancroonenburg, Federico Della Croce, Dries Goossens, and Frits C.R. Spijksma. The red–blue transportation problem. *European Journal of Operational Research*, 237(3):814–823, 2014. doi: 10.1016/j.ejor.2014.02.055.