

Heuristische Verfahren zur Optimierung von Lebensmittellieferungen in Haushalte

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B. Sc.)“ im Studiengang
Wirtschaftswissenschaft der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz
Universität Hannover

vorgelegt von

Bock



Nico Malte Alexander



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner
Hannover, Freitag den 22. Februar 2019

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Listings	iv
Abkürzungsverzeichniss	iv
Zusammenfassung	iv
1 Einleitung	1
2 Die letzte Meile in der Belieferung von urbanen Haushalten	2
3 Heuristiken	6
3.1 Bergsteigeralgorithmus	8
3.2 Tabusearch	9
3.3 Simulated Annealing	10
3.4 Evolutionäre Algorithmen	11
3.5 Spezielle Algorithmen	12
4 Mathematische Formulierung	13
4.1 Location Routing Problem LRP	14
4.2 Vehicle Routing Problem mit verschiedenen Produkten, Fächern und Zeitfenstern, dass eine Aufteilung erlaubt (SP-VRPMPCTW)	16
5 Untersuchung	17
5.1 LocalSolver	17
5.2 Implementierung	19
5.3 Testinstanz	24
5.4 Berechnungen	27
5.5 Ergebnisanalyse	28
6 Diskussion und Ausblick	30
6.1 Kritische Würdigung	30
6.2 Beschränkungen der Untersuchung	32
6.3 Erweiterung der Forschung	33
7 Schluss	34
A Anhang	i

1 Einleitung

Das starke Wachstum von Versandhändlern und Eröffnung neuer Geschäftsmodelle zeigt, dass Konsumenten immer mehr den Komfort von Versand bis an die Haustür nutzen. Immer mehr Waren und Dienstleistungen können heute über das Internet bestellt und bei Konsumenten zu Hause in Empfang genommen werden. Dies betrifft auch die Versorgung von Konsumenten mit Lebensmitteln und Gegenständen des täglichen Gebrauchs, der heute noch zu großen Teilen über Supermärkte abgewickelt wird. Aber auch dort gibt es bereits Angebote, die die Waren bis an die Haustür liefern. Dabei zeigt sich, dass insbesondere die Lieferung auf der so genannten *Letzten Meile* (engl. Last Mile) kostenintensiv und schwer zu organisieren ist. Max Leyerer, Marc-Oliver Sonnenberg und Prof. Dr. Michael H. Breitner stellten dazu auf der 24. Conference on Information Systems, New Orleans, 2015 ein 3- Ebenen Modell vor, in dem Kunden von elektrischen Lastenfahrrädern (englisch ECB für Electric Cargo Bike) beliefert werden, die ihre Ware wiederum von breit gestreuten Versorgungspunkten abholen können. Dazu wurde ein Entscheidungsfindungssystem modelliert, mit dem die effiziente Zuordnung und Verteilung von Verteilungspunkten und ECBs auf Kunden vorgenommen werden kann. Untersucht wurde das dafür aufgestellte Modell mit verschiedenen Input-Instanzen und einem exakten Lösungsverfahren. Durch die NP-Schwere des Problems ist dies aber nur für kleinere Instanzgrößen in vertretbarer Zeit zu lösen. Leyerer u. a. 2018 erwähnen, dass das Entscheidungsfindungssystem noch verbessert und für größere Instanzen praktikabel gemacht werden muss. Das exakte Lösen ist im Vergleich zu heuristischen Verfahren dabei ein Flaschenhals, der die Berechnung stark verlängert (vgl. Koç und Karaoglan 2016). Dabei wird die Aufgabenstellung nach der optimalen Tour und Aufteilung durch möglichst niedrigen Durchführungskosten dominiert. Exakte Verfahren sind nur solange besser, solange deren Mehraufwand der Berechnung die Ersparnisse nicht wieder aufbraucht. Heuristische Verfahren finden häufig vergleichbar gute Lösungen in einem Bruchteil der Rechenzeit - insbesondere bei ansteigenden Instanzgrößen. Es stellt sich also die Frage:

Kann die Anwendung von heuristischen Modellen auf das Modell des Entscheidungssystems von Leyerer u. a. 2018 die Rechenzeit so verkürzen, dass dieses auch für größere Instanzen nutzbar ist?

Diese Arbeit implementiert dafür das von Leyerer u. a. 2018 eingeführte Modell in die Software LocalSolver, die unter anderem heuristische Verfahren zum Lösen mathematischer Gleichungssysteme nutzt. Bei Leyerer u. a. 2018 sank die Rechenzeit stark mit der Einschränkung der zulässigen Lösungsmenge und brauchte dagegen bei größeren zulässigen Lösungsmengen bis zu 4 Stunden. Zur Untersuchung der Forschungsfrage wird die Lösungsgüte im Rechenzeitvergleich zur exakten Lösung verglichen, um damit die Einsetzbarkeit heuristischer Verfahren auf das Modell beurteilen zu können.

lieferung von Lebensmitteln, urbane Logistik allgemein vor großen Herausforderungen, wie Arbeitskräftemangel, Luftreinhaltung, Leiselogistik und anderen Herausforderungen steht (vgl. *ZF-ZUKUNFTSSTUDIE 2016 - Die letzte Meile* 2016). Entsprechend sollte der Erforschung von Verbesserungspotential in der urbanen Logistik weiter großer Stellenwert zugeschrieben und eine Forschung getätigt werden. Hierfür und insbesondere für den Vergleich wie dem von Leyerer u. a. 2018 vorgestellten von Entscheidungsunterstützungssystemen wären allgemeingültige und vergleichbare Instanzen ein großer Fortschritt.

7 Schluss

Diese Arbeit untersucht die Frage "Kann die Anwendung von heuristischen Modellen auf das Modell des Entscheidungssystems von Leyerer u. a. 2018 die Rechenzeit so verkürzen, dass dieses auch für größere Instanzen nutzbar ist?". Dafür wird in das Problem der Belieferung von urbanen Haushalten eingeführt und das System von Leyerer u. a. 2018 beschrieben. Die Funktionsweise, sowie das Modell von Heuristiken werden beschrieben und die angewandten Methoden und Annahmen, auf denen diese Untersuchung basiert, vorgestellt und die Ergebnisse kritisch betrachtet. Es zeigte sich in dem Zusammenhang, dass das einfache Übernehmen von Modellen ohne den Lösungskontext, vor dem sie aufgestellt worden sind, nicht zu befriedigenden Ergebnissen führt. Vielmehr lässt sich aus den Ergebnissen schließen, dass Heuristiken nur auf entsprechend formulierte Modelle sinnvoll angewendet werden können. Vor diesem Hintergrund kann das heuristische Lösungsverfahren für ein Entscheidungsunterstützungssystem im Einsatz eines ECB basierten Liefernetzwerkes weder als geeignet noch als ungeeignet dargestellt werden. Es zeigte sich, dass weitere Forschung auf ein abgewandeltes Modell hin notwendig ist, um weitere Aussagen treffen zu können. Insgesamt zeigt die Recherche die großen Probleme und Herausforderungen vor der Logistik im Allgemeinen und Urbane Logistik, also auch die Belieferung von Haushalten mit Lebensmitteln, steht. Zunehmende regulatorische Anforderungen, wachsende Mengen und Arbeitskräftemangel werden spürbar in der allgemeinen Presse und Öffentlichkeit vermehrt diskutiert. Hier sollte die Wissenschaft und insbesondere die Wirtschaftsinformatik als Brückenbauer zeigen, wie man mit modernen Methoden und durch den Einsatz von klugen Algorithmen die Probleme verringern kann. Insbesondere für die Lösbarkeit der besprochenen Optimierungsprobleme bleibt die Forschung hinsichtlich von Quantencomputern hochspannend, da diese die Rechenzeit für solche Methoden um ein Vielfaches verringern und damit wesentlich flexiblere Belieferungsmodelle zulassen könnten. Wir sehen, die urbane Logistik bewegt nicht nur Menschen und Güter, sondern auch die Wirtschaftsinformatik.