xx.xx.xxxx

Praktikumsbericht für das Pflichtpraktikum im Bachelor

Im Zeitraum vom xx.xx.xxxx bis zum xx.xx.xxxx

Praktikant in der Disposition   
Klumpe GmbH  
Schlosserstraße 21  
49757 Werlte

Praktikant Jan-Luca Kramer

Matrikelnummer 367619  
Rütscherstraße 155  
52072 Aachen  
jan-luca.kramer@rwth-aachen.de

Inhaltsverzeichnis

Sperrvermerk

**Unternehmensporträt**

Die Klumpe GmbH aus Werlte, im Nordwesten Niedersachsens, kann auf eine 150-jährige Geschichte im Bereich der Kreislaufwirtschaft und Industriereinigung zurückblicken. Der Geschäftsbereich bezieht sich vor allem auf Niedersachsen.

Zum Portfolio gehören das Sammeln und Verwerten gewerblichen Abfälle, Altholz, Bauschutt und Papier, hier mit in Verbindung steht der eigene Containerdienst.

Ein weiterer Geschäftsbereich sind die sogenannten SAM-Trucks, diese Spezialfahrzeuge werden zum einen zur Be- und Entkiesung von Flachdächern und zum anderen für das Verladen und Transportieren von Schüttgütern mit einer Korngröße von bis zu 50 Millimetern verwendet. Der Einsatz erfolgt deutschlandweit sowie im angrenzenden europäischen Ausland.

Der dritte Geschäftsbereich besteht aus der Produktion und dem Vertrieb der „BIG STONES“. Hierbei handelt es sich um Blocksteine aus mineralischen Wertstoffen, die im Zuge des Baustoffrecyclings aufbereiteten, gewaschenen und klassifiziert wurden. Das Prinzip ähnelt Klemmbausteinen, mit ihnen können zum Beispiel Schuttgutboxen im Deponie- oder Silobereich gebaut werden

Im Jahr 2019 waren insgesamt 108 Mitarbeiter bei der Klumpe GmbH beschäftigt, darunter 2 Auszubildene. Der Umsatz betrug laut Jahresabschluss 10.037 T€.

Seit xxx gehört die Klumpe GmbH zur weltweit tätigen REMONDIS-Gruppe und dient als Entwicklungsstandort.

**Tätigkeitsbeschreibung**

Im Betrieb gibt es zahlreiche Planungsaufgaben, die sich grob in die Kategorie der „Vehicle-Routing Probleme“ einordnen lassen. Es gibt Aufträge, sei es einen Container beim Kunden oder in einem Straßenzug die Mülltonnen zu entleeren, die von einem Fahrzeug ausgeführt werden. Dabei ist die Reihenfolge der Aufträge und die Route, welche abgefahren wird, zentraler Teil des Entscheidungsproblems. In den letzten Jahren ist durch neue Algorithmen und Modelle die Möglichkeit zur Lösung dieser Probleme durch Optimierung und Heuristiken, stark gewachsen.

In einer Machbarkeitsanalyse sollte analysiert werden, ob diese auch auf die vorliegenden Problemstellungen im Betrieb angewendet werden können.

Ausgangspunkt hierzu bildete eine ausgiebige Literaturrecherche. Dabei wurden Modelle und mögliche Lösungsverfahren gesammelt und anschließend vorgestellt.

Hierbei wurde die Problemstellung in zwei Teilbereiche unterteilt. Zum einen die „Node-Routing Probleme“ und zum anderen die „Arc-Routing Probleme“. Beim „Node-Routing“ wird der Bedarf, wie zum Beispiel ein Kundenauftrag, einem Knoten des Graphen zugeordnet. Hingegen treten die Bedarfe beim „Arc-Routing“ auf den Kanten des Graphen auf. Diese beiden Teilbereiche lassen sich unterschiedlichen Geschäftsfeldern im Betrieb zuordnen.

Dabei fällt die Betretung der Gewerbekunden in den Bereich des „Node-Routings“. Jedem Kunden wird hierbei ein Knoten im Graphen zugewiesen und die Fahrzeit zwischen Kunden und Depot bestimmt. Die kommunale Sammlung der gelben Säcke ist ein Beispiel für das „Arc-Routing“. Hierbei wird das Straßennetz als Graph modelliert und die Wertstoffmenge der Haushalte werden als Bedarf der Kanten dargestellt.

Im Landkreis Emsland wird zum Anfang des Jahres 2022 das Abholsystem der Verpackung von Säcken auf Tonnen umgestellt. In diesem Zusammenhang werden auch die Fahrzeugrouten überarbeitet.   
Aus diesem Grund wurde hierauf der weitere Fokus gelegt.

\*\*\*\*Mit fahren beim gelben Sack\*\*\*\*

Anschließend wurde ein erstes Modell gebaut. Hierzu wurde ein binäres, lineares Optimierungsproblem gewählt. Dieses besteht aus Entscheidungsvariablen, Nebenbedingungen und einer Zielfunktion.  
Die Entscheidungsvariablen können Werte von 0 und 1 annehmen und stellen dar, ob eine Straße für die Route genutzt wird (zur Straße zugehörige Variable gleich eins) oder nicht (zur Straße zugehörige Variable gleich null). Die Nebenbedingungen schränken den Zulässigkeitsbereich der Variablenkombinationen ein. Dies beinhaltet Kapazitätsbeschränkungen der Fahrzeuge, Einhaltung der Lenk und Ruhezeiten, Zusammenhängigkeit der Routen und das Starten beziehungsweise Enden der Routen am Betriebsgelände. Für die Zielfunktion wurde zunächst eine Minimierung der Fahrtzeiten gewählt. Eine Erweiterung auf weitere Ziele wurde später diskutiert.

Das Modell wurde an einer einfachen Probleminstanz aus der Literatur getestet. Hierzu wurde die Instanz von Pearn aus dem Jahr 1989 gewählt. Sie ist mit 25 Straßen und 4 Fahrzeugen jedoch relativ klein und eignet sich nur als Konzeptvalidierung.

Die Routen aus der Lösung des Modells waren nicht identisch mit denen aus der Literatur, da jedoch der gleiche Zielfunktionswerte (gleiche Kosten) erreicht wurden, kann die Lösung als gleichwertig angesehen werden und das Modell stimmt mit dem Literaturbeispiel überein. Auch der anschließenden manuellen Überprüfung der Nebenbedingungen hielt die Lösung stand. Die erzeugten Routen sind im Bild 1 dargestellt.

Um weiter Ziele zu gewinnen, wurden verschiedene Stakeholder befragt. Dabei lassen sich diese Wünsche teilweise nicht gut in das Modell integrieren. Der Wunsch der Anwohner nach möglichst wenig Veränderung zu alten Plänen steht mit der Optimierung der Kosten im direkten Wiederspruch. Hingegen könnte der Wunsch der Fahrer nach festen Endzeiten der Routen durch den Einbau eines Puffers realisiert werden. Generell sorgt das Berücksichtigen von Puffern für einen robusteren Plan und damit für Planungssicherheit, was von allen erwartet wird. Dies musste in der folgenden Beschaffung der Daten berücksichtigt werden.

Das zentrale Problem der Datenbeschaffung bestand darin, das reale Straßennetz mit den Haushalten in einen Graphen für das Modell zu überführen. Hier zu gibt es bereits eine Schnittstelle zwischen der OpenStreetMap (kurz OSM) und der Programmiersprache Python. Damit wurde nach dem ein Testgebiet definiert wurde, die Daten eingespeist. Anschließend

wurden diese Daten manuelle auf Fehler kontrolliert. Am häufigsten waren dabei fehlende Straßen oder Verbindungen, die mit den LKWs nicht befahrbar sind. Diese Korrekturen wurden dann anschließend auch im Editor der OSM in die Karte eingepflegt.  
Ein weiteres Problem war die Schätzung der Wertstoffmenge in den jeweiligen Straßenabschnitten. In einer ersten Näherung wurden diese proportional zur Anzahl der Häuser angenommen. Beim folgenden Versuch die reale Instanz mit dem Modell zu lösen, war die Rechenzeit mit mehreren Tagen viel zu groß. Bei einer Ausweitung des Gebietes auf den gesamten Landkreis würde sich das Problem nur noch verstärken.   
Zur Verbesserung des Modells und den Vergleich mit anderen Ansätzen wurde im Anschluss ein Programm zum Einlesen verschiedenerer Testinstanzen unterschiedlicher Größe der DIMACS geschrieben. Dies vereinfacht und beschleunigt das zukünftige Entwickeln der Modelle.

Aufstellung der Wochentätigkeiten

**Praktikumsbescheinigung**

Herr   
geboren am in   
wohnhaft in   
hat vom bis ( Wochen)  
ein Betriebspraktikum in unserem Unternehmen   
absolviert.

Der wöchentliche Arbeitsumfang betrog Stunden, von denen Tage versäumt wurden.  
  
  
Im Einzelnen wurden folgende Tätigkeiten ausgeführt:

* A
* B
* C

Wir bedanken uns für die Zusammenarbeit und wünschen für die persönliche und berufliche Zukunft alles Gute.

……………………….. ………………………………………   
Ort, Datum Unterschrift Betreuer, Firmenstempel