

## Mathematische Aspekte zur Planung eines Paketnetzwerkes

Eine positive Entwicklung des Onlinehandels im B2C-Bereich, die Reduzierung von Lagerflächen und der Wunsch nach Just-in-Time-Belieferungen sind Gründe für einen stark wachsenden KEP-Markt. Heute beliefern Kurier-, Express- und Paketdienstleister (KEP) hauptsächlich Unternehmen (B2B). Durch die starke Zunahme des E-Commerce verändert sich die Empfängerstruktur jedoch vermehrt hin zu Privatkunden, die den KEP-Dienstleistern eine grosse Chance bieten.

Diese Arbeit befasst sich mit der Frage nach der Anzahl Fahrzeuge, die für die vorgegebenen Depots benötigt werden, um die Kunden zu beliefern. Weiter soll kalkuliert werden, wie viele Sendungen notwendig sind, um die Gewinnschwelle zu erreichen.

In einem ersten Schritt wird jede Ortschaft der Schweiz dem ihr nächsten Depot zugeordnet. Die Anzahl Fahrzeuge wird mittels Savings-Verfahrens bestimmt. Dieses heuristische Verfahren kommt zum Einsatz, weil das exakte Verfahren als NP-schwer bezeichnet wird und mit üblichen Solvern nicht lösbar ist. Als Erstes werden Pendeltouren vom Depot zu jeder Ortschaft und zurück erstellt. Diese werden anschliessend verbessert, indem jeweils zwei verschiedene Touren zusammengelegt werden, wodurch eine Einsparung in Kilometern erreicht werden kann. Das Zusammenlegen der Touren muss die vorgegebene Zeitrestriktion einhalten. Mittels drei Szenarien wird versucht, eine minimale, mittlere und maximale Anzahl Fahrzeuge zu berechnen. In einem weiteren Schritt werden anhand der Kilometerkosten die Gesamtkosten errechnet und somit die Anzahl notwendiger Sendungen für einen beliebigen Preis bestimmt.

Die Resultate schwanken zwischen 150 und 880 Fahrzeugen. Im Mittel werden 190 Fahrzeuge benötigt, die pro Tag 35'000 km zurücklegen. Die Gesamtkosten liegen im Mittel bei Fr. 106'000.-. Bei einem Paketpreis von Fr. 6.- werden 17'667 Sendungen pro Tag benötigt, um die Gewinnschwelle zu erreichen.

Diese Resultate zeigen, wie viele Fahrzeuge resp. Sendungen benötigt werden. Es muss aber angemerkt werden, dass die errechneten Lösungen nicht der Realität entsprechen. In einem nächsten Schritt müsste das Verfahren auf Strassenebene und unter Berücksichtigung von Kundenzeitfenstern, die in der Branche zunehmend an Gewicht gewinnen werden, implementiert werden.

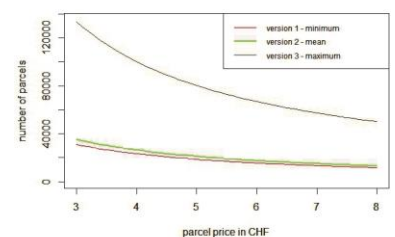


Diplomand  
Silvan Helfenstein

Dozent  
Manuel Renold



Mögliche regionale Einteilung der Pakethubs



Erforderliche Pakete abhängig vom Paketpreis zur Erreichung der Gewinnschwelle