

## Übung 11 - Aufgaben

### Aufgabe 1 (VRPSPD):

Das Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD) ist eine Erweiterung des CVRP dahingehend, dass jeder Kunde  $i$  zusätzlich zu seiner Nachfrage  $d_i$  eine Gütermenge  $p_i$  besitzt, welche durch das Fahrzeug abgeholt werden muss. Beide Mengen teilen sich die verfügbare Fahrzeugkapazität. Die Abholmenge eines Kunden kann nicht verwendet werden, um die Nachfrage eines anderen Kunden zu decken, das heißt, zu Beginn einer Tour  $k$  befindet sich die gesamte Nachfragemenge  $D_k$  auf der Tour im Fahrzeug, während sich am Ende der Tour die gesamte Abholmenge  $P_k$  auf der Tour im Fahrzeug befindet.  $r_i$  sei die Tour, auf welcher Kunde  $i$  liegt.

- a) Der wesentliche Unterschied zum CVRP besteht darin, dass die Ladungsmenge des Fahrzeugs im Verlauf einer Tour nicht nur abnehmen, sondern auch zunehmen kann. Für welche Werte von  $D_k$  und  $P_k$  auf einer Tour  $k$  ist die Tour in jedem Fall zulässig?
- b) Drücken Sie die Ladungsmenge  $l_i$  eines Fahrzeugs auf einer Kante vom Kunden  $i$  zum nachfolgenden Kunden  $i_+$  auf einer Tour so aus, dass sie sich während einer lokalen Suche in  $\mathcal{O}(1)$  berechnen lässt.

**Hinweis:** Denken Sie darüber nach, zu welchen Teilen aus  $d_j$  und  $p_j$  von Kunden  $j$  auf der Tour die Ladung des Fahrzeugs zu jedem Zeitpunkt abhängt.

**Hinweis:** Gehen Sie analog zur Zulässigkeitsberechnung des 2-Opt-Operators beim CVRP vor (Vorausberechnung von Hilfsfunktionen in  $\mathcal{O}(N)$ ).

- c) Betrachten Sie die in Abb. 2 dargestellten Nachbarschaftsoperatoren. Finden Sie einen Weg, mit Hilfe weiterer aus  $l_i$  vorausberechneten Funktionen die Zulässigkeit einer Nachbarlösung für den Fall  $r_v \neq r_w$  in  $\mathcal{O}(1)$  zu berechnen.

**Hinweis:** Die Kapazitätsrestriktion lautet  $l_i \leq Q$  für alle Knoten  $i$ .

**Hinweis:** Wie verändert sich die Ladungsmenge auf einer Tour, wenn Sie die Tour vor oder nach einen Knoten  $i$  verändern?

- d) Welche Besonderheit ergibt sich beim Relocate- und Exchange-Operator aus Abb. 2 für den Fall  $r_v = r_w$ ?

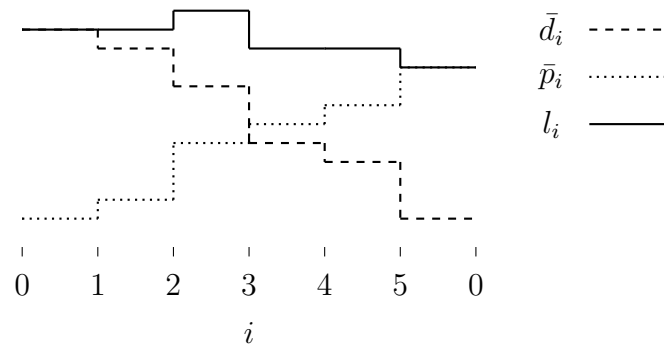


Abbildung 1: Zusammensetzung von  $l_i$  aus  $\bar{d}_i$  und  $\bar{p}_i$  auf einer Tour mit 5 Kunden.

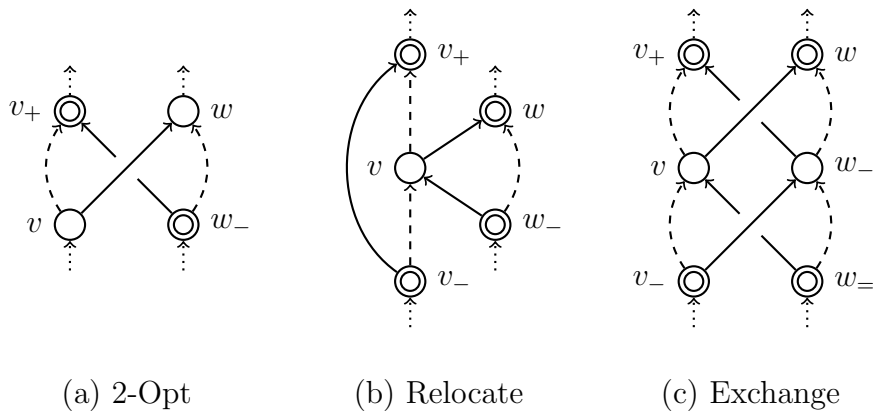


Abbildung 2: Nachbarschaftsoperatoren für das VRPSPD.