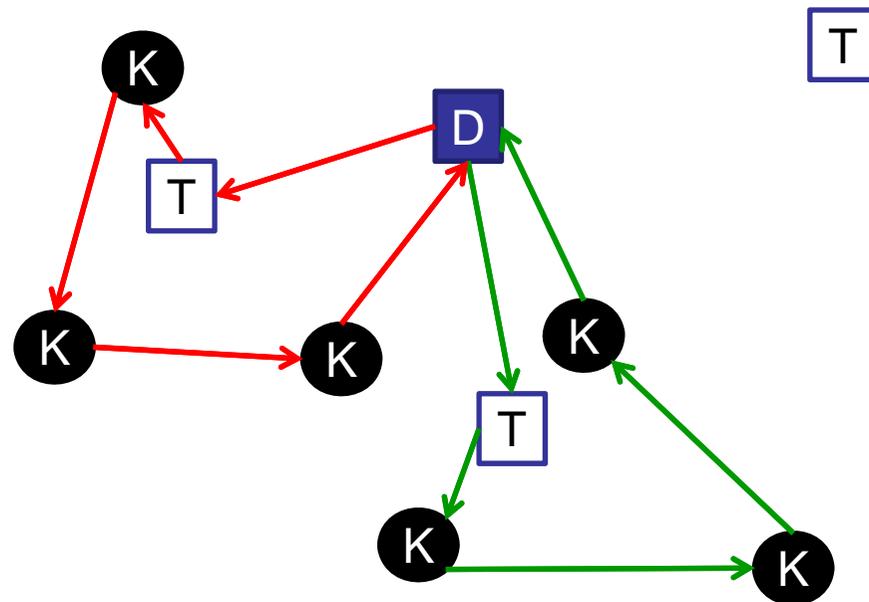


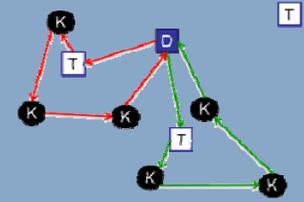
# Verfahren der Tourenplanung

Wedel, 7. Juni 2012



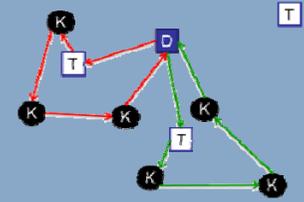
André Bente

# Gliederung



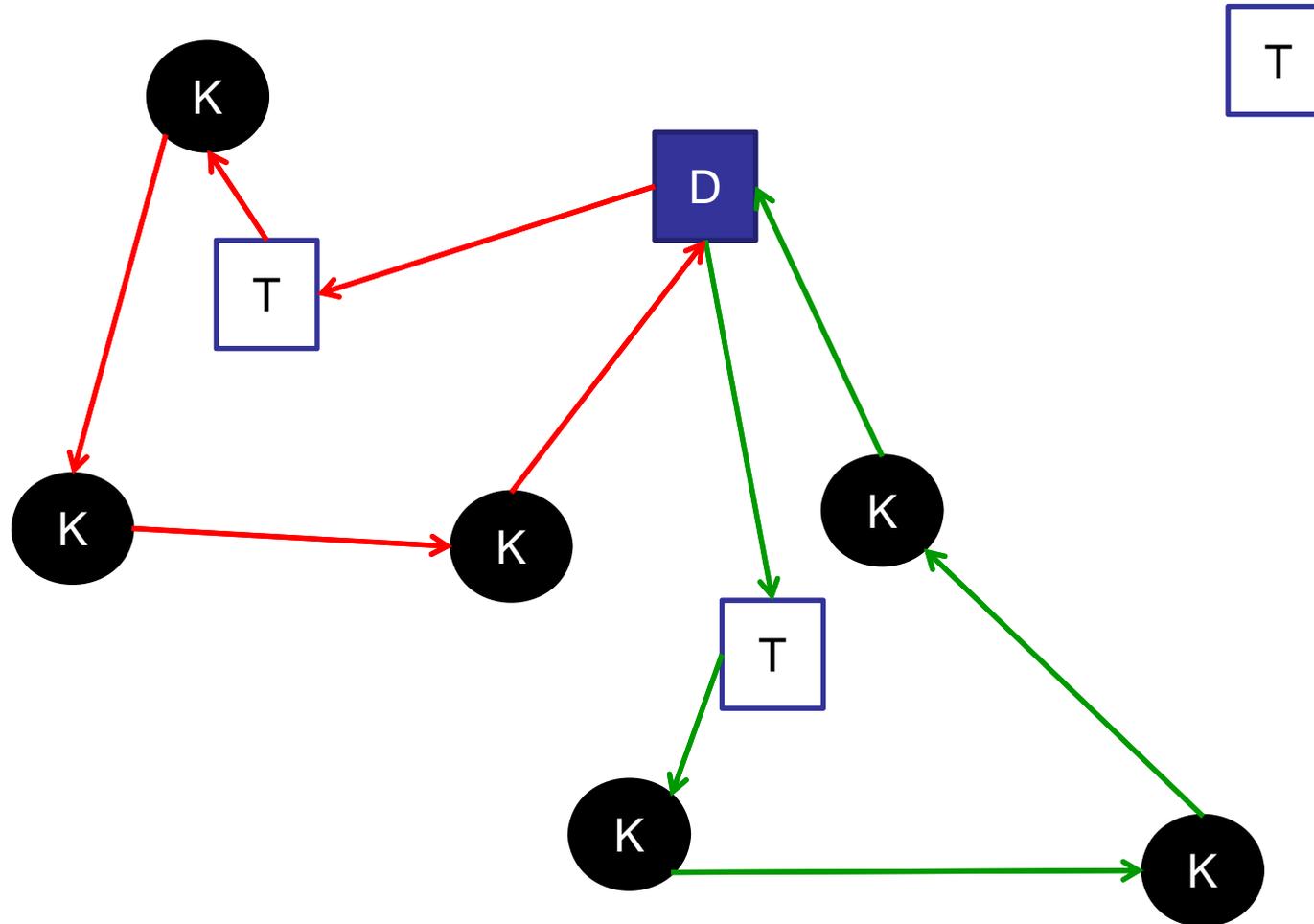
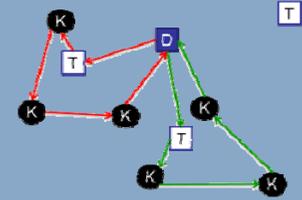
- I. Einleitung
- II. Motivation
- III. Klassifikation
- IV. Standardprobleme
- V. Exakte Verfahren
- VI. Heuristische Verfahren
- VII. Moderne Verfahren
- VIII. Einsatz
- IX. Ausblick

# I. Einleitung

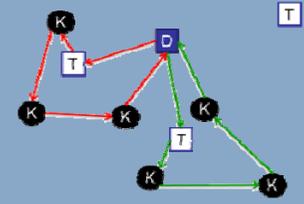


- Tourenplanung ist die Lösung von Tourenproblemen
- Heizöllieferant beliefert Endverbraucher
- Müllabfuhr leert Mülltonnen
- Spedition muss diverse Waren von Versendern zu Empfängern unter Einhaltung von Abhol- und Lieferzeiten befördern

# I. Einleitung

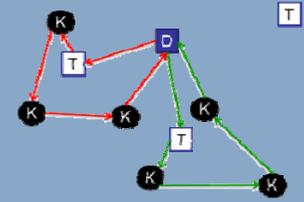


## II. Motivation



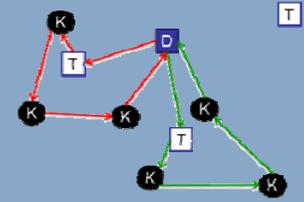
- Schneller Zugriff auf Distanzen und Zeiten
- Auch bei unerfahrenen Disponenten schnell gute Ergebnisse
- Schnelle Ausgabe von erwarteten Kosten bei Vordisposition
- Disponenten haben mehr Zeit für andere wichtige Tätigkeiten

# III. Klassifikation



- Zielfunktion die minimiert oder maximiert werden soll
- Komponenten dieser Funktion abhängig von Klassifikation
- 4 Hauptcharakteristiken werden unterschieden

# III. Klassifikation



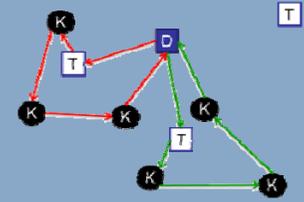
## 1. Depot- und Kundencharakteristik

- Anzahl vorhandene Depots?
- Art des Bedarfs?
- Sind Teillieferungen möglich?
- Art der Bedienung?
- Zeitliche Beschränkungen?
- Reihenfolgebeziehung?
- Muss Kunde oder Kante bedient werden?

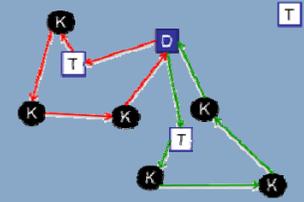
# III. Klassifikation

## 2. Fahrzeugcharakteristik

- Anzahl verfügbare Fahrzeuge?
- Kapazitätsbeschränkung?
- Zeitbeschränkung des Fahrzeugeinsatzes?
- Beschränkung der maximale Dauer einer Tour oder Route?
- Anzahl der Touren oder Routen pro Fahrzeug?



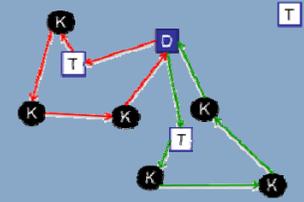
# III. Klassifikation



## 3. Problem- oder Zusatzcharakteristik

- Art des Graphen?
- Restriktionen zwischen Kunden und Fahrzeugen?
- Ein- oder mehrperiodiger Plan?

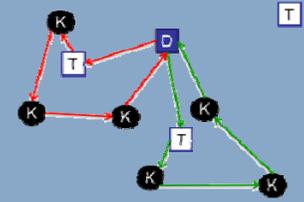
# III. Klassifikation



## 4. Zielsetzung

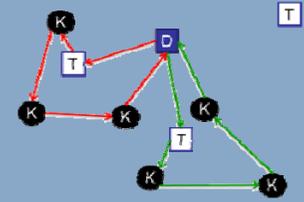
- Minimieren der zurückgelegten Entfernung
- Minimieren der Summe der Fahrzeiten
- Minimieren der Anzahl der benötigten Fahrzeuge/Touren
- Minimieren der Summe der Fahrkosten

# IV. Standardprobleme



- Capacitated Vehicle Routing-Problem (CVRP)
- CVRP mit Zeitrestriktionen
- VRP mit Zeitfenstern (VRPTW)
- Capacitated Chinese Postman-Problem (CCPP)
- Kapazitiertes kantenorientiertes VRP (CARP)

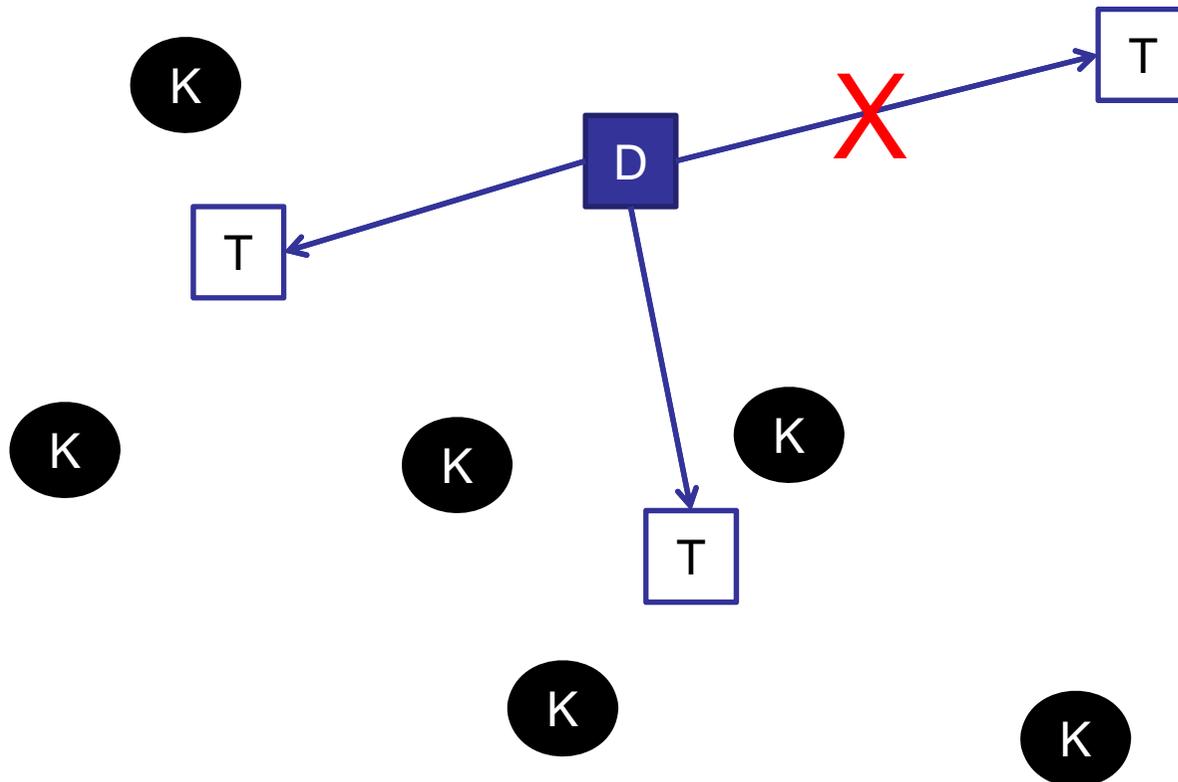
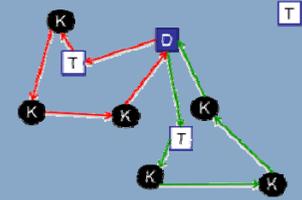
# V. Exakte Verfahren



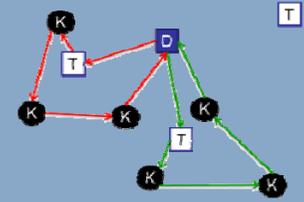
- Zum Beispiel Branch and Bound – Verfahren
- Finden beweisbar immer optimale Lösung
- Stellen unlösbare oder unbeschränkte Probleme fest
- Rechenaufwand wächst überproportional mit Problemgröße

# V. Exakte Verfahren

Branch and Bound - Beispiel

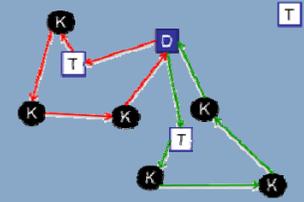


# VI. Heuristische Verfahren



- Zulässige Lösungen in relativ kurzer Zeit
- Qualität der Lösung im Verhältnis zum Optimum unklar
- Lösung wird nicht zuverlässig gefunden
- Häufig speziell an das Problem angepasste Heuristiken

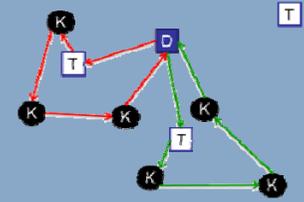
# VI. Heuristische Verfahren



## A. Eröffnungsheuristiken

- Saving – Algorithmus
- Einfüge – Heuristik
- Cluster-First-Route-Second – Heuristik
- Route-First-Cluster-Second – Heuristik

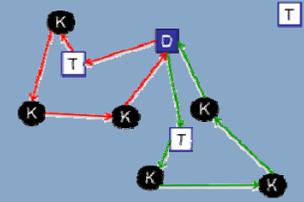
# VI. Heuristische Verfahren



## B. Verbesserungsheuristiken

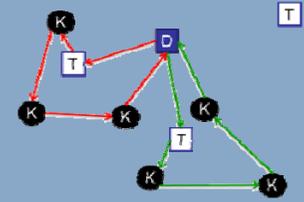
- Lokale-Suche - Heuristiken
- Simulated Annealing
- Tabusuche
- Evolutionäre Algorithmen
- Ameisenverfahren

# VI. Moderne Verfahren



- Meta-Strategien
- Meta-Heuristiken
- Kombination exakter Verfahren mit Heuristiken

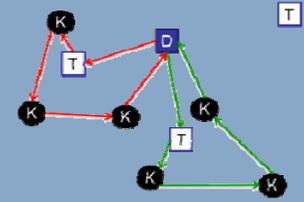
# VI. Moderne Verfahren



## A. Tabusuche

- Tabuliste mit letzten Schritten
- Je nach Verfahren flexibler Umgang mit der Tabuliste
- Suchzyklen können nicht ausgeschlossen werden
- Länge der Tabuliste wichtiges Kriterium
- Abbruch nach festgelegter Anzahl Iterationen, länger ausbleibender Verbesserung oder festgelegter Zeit

# VI. Moderne Verfahren

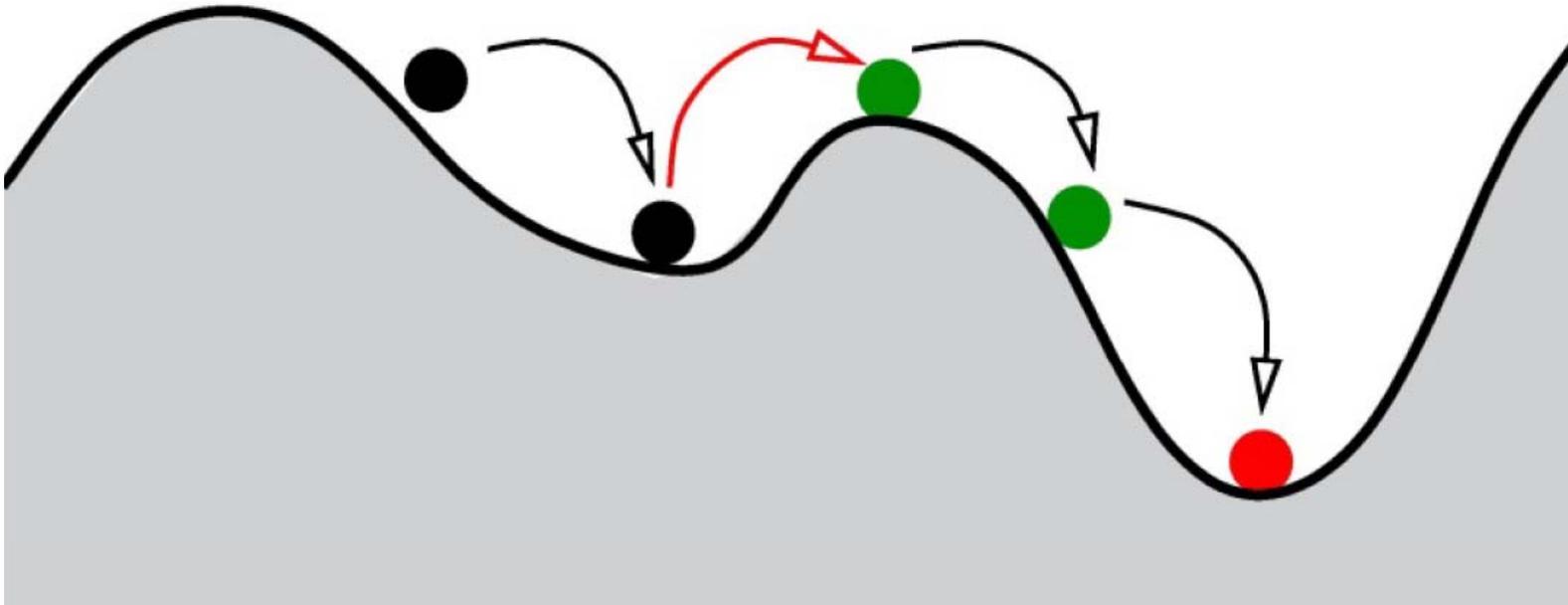
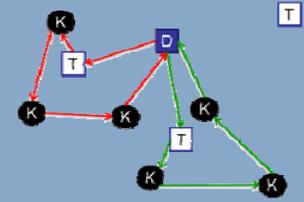


## B. Simulated Annealing

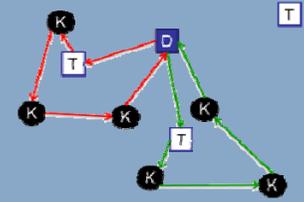
- Simulation der Abkühlung eines erhitzten Metalls
- Energie / Wärme im System entspricht Zielfunktion
- Ziel: Überwindung lokaler Minima
- Zwischenzeitliche Verschlechterungen werden zugelassen
- Durch Abkühlung wird Flexibilität reduziert

# VI. Moderne Verfahren

## B. Simulated Annealing

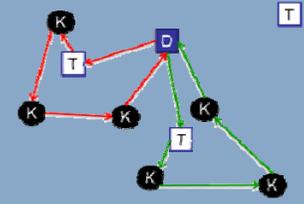


# VIII. Einsatz



- Speditionen
- Kundendienstfirmen
- Abfallwirtschaftsbetriebe
- Personenbeförderungsunternehmen
- ...





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**André Bente**