

Elektromobilität: Logistikplanung unter Berücksichtigung hybrider Fahrzeuge

Univ.-Prof. Richard F. Hartl, Mag. Ulrich Breunig, Dr. Jakob Puchinger, DI Gerhard Hiermann

Forschungsschwerpunkte: **Ressourcenmanagement • Unternehmensstrategien und -prozesse**

Wirtschaftswissenschaften

Aufgabe

Effiziente Tourenplanung für Fahrzeugflotten ist ein wesentlicher Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit vieler Unternehmen. Je größer der Fuhrpark, umso höher ist das Einsparungspotential, das durch intelligente Vorausplanung erreicht werden kann: sowohl auf operativer als auch auf taktischer Planungsebene.

Fahrzeuge mit alternativen Antriebsarten können Vorteile in der Flottenzusammensetzung bieten – allerdings muss in der Planung auf geänderte Rahmenbedingungen eingegangen werden. Elektrofahrzeuge haben beispielsweise eine deutlich geringere Reichweite als Autos mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren. Diesem Problem kann z.B. durch Einplanung von Schnellladestationen auf den geplanten Routen entgegen gewirkt werden.

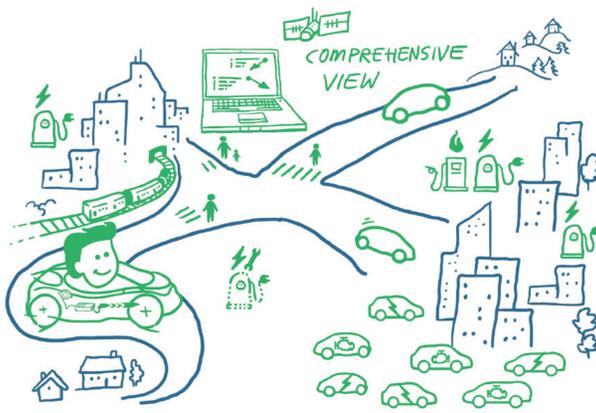


Abb.. 1: Projekt VECEPT

Im Work Package 4 des Projekts VECEPT (Vehicle with Cost Efficient Power Train) werden Algorithmen entwickelt, die Routen effizient und zeitsparend planen können und sämtliche spezifische Charakteristika der Fahrzeuge berücksichtigen. Im Detail werden zwei unterschiedliche Setups von Flottenplanung und Fahrzeugbewegung betrachtet.

Das erste beschäftigt sich mit der Einplanung von Schnellladestationen, das zweite mit einer mehrstufigen Belieferung von Kunden mit einem Mix aus herkömmlichen Lastwägen bis zum Stadtrand sowie kleineren Fahrzeugen zur Verwendung in der Innenstadt.

Durch die Simulation verschiedener Szenarien und Flottenzusammensetzungen sollen auf der taktischen Ebene Erkenntnisse zur optimalen Flottenzusammensetzung getroffen werden können.

Methode

How to tell a computer to be clever? Bei der exakten Berechnung eines mathematischen Modells, das ein gesamtes Transportproblem abbildet, stoßen auch moderne Computersysteme schnell an ihre Leistungsgrenzen. Bei der Planung von täglichen Abläufen sind Rechenzeiten von Stunden oder gar Tagen völlig inakzeptabel. Diese Problemstellungen werden daher mit Heuristiken, also Näherungsverfahren gelöst. Diese liefern zwar nicht notwendigerweise die optimale Lösung, aber dafür in viel kürzerer Zeit hinreichend gute Lösungen.

Im konkreten Beispiel wurde die Technik der Large Neighbourhood Search (siehe Abb. 2) implementiert. Das Grundprinzip ist denkbar einfach und intuitiv: Eine einfache Startlösung wird teilweise zerstört und in neuer – hoffentlich besserer – Kombination wieder repariert.

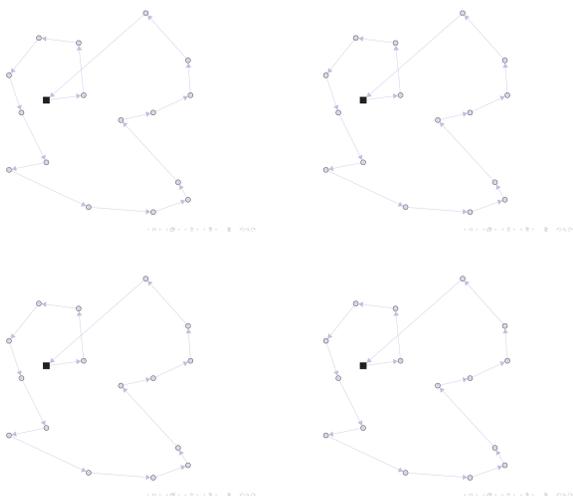


Abb.. 2: Large Neighbourhood Search

Die erste Modellierung eines Lösungsansatzes als 2-Echelon Vehicle Routing Problem: Die Belieferung der Endkunden (blaue Kreise) erfolgt in zwei Ebenen. Große Lastwägen liefern Waren vom Depot (schwarzes Quadrat) zu den so Satelliten (rote Dreiecke). Dort werden die Güter in kleinere, umweltfreundlichere Fahrzeuge umgeladen, die dann zu den Kunden fahren. Bei kluger Anordnung der Satelliten am Stadtrand können LKWs aus dem Zentrum ferngehalten werden. Bei dieser Problemstellung werden zuerst die Kunden zu passenden Satelliten zugeordnet, dann werden effiziente Fahrzeugrouten gesucht.

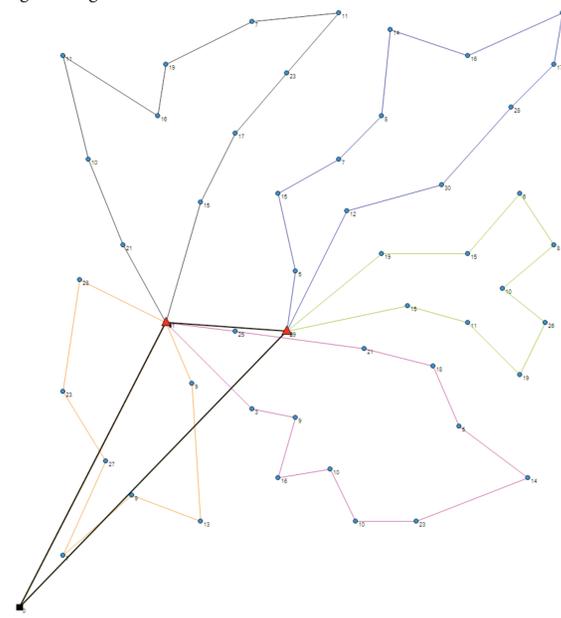


Abb.. 3: 2 Echelon Vehicle Routing Problem

Im zweiten Ansatz wird ein Electric Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows and Recharging Stations modelliert: Endkunden (blaue Kreise) werden direkt von einem zentralen Depot (schwarzes Quadrat) mittels Elektrofahrzeugen beliefert.

Um die Reichweite zu erweitern können Nachladestationen (grüne Dreiecke) besucht werden, die Abhängig von der Batterieladung eine gewisse Zeit benötigt, um ein Fahrzeug wieder vollkommen zu laden werden. Zusätzlich kann aus einer Anzahl an Fahrzeugtypen gewählt werden, die sich vom Anschaffungspreis, der maximalen Beladung an Gütern und der Batteriegröße unterscheiden. In unserem Beispiel können alle Endkunden kosten- und emissionsgünstig eingeplant werden unter Verwendung zweier kleineren (schwarze Touren), eines mittleren (rote Tour) und eines großen Fahrzeuges (grüne Tour).

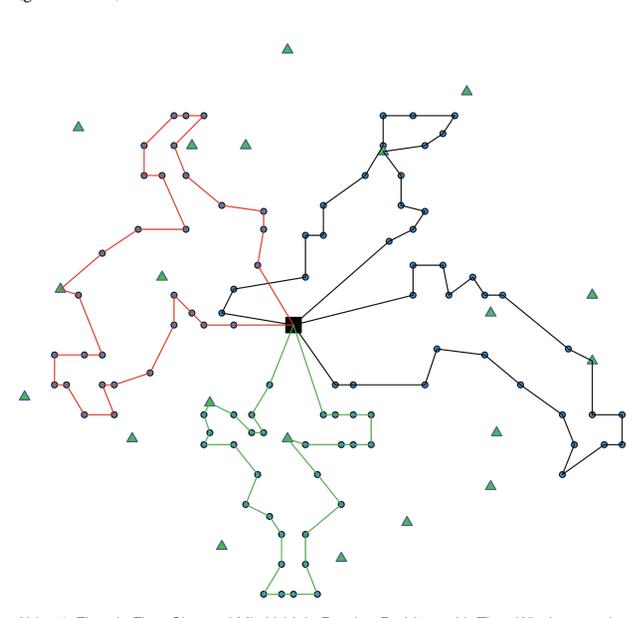


Abb.. 4: Electric Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows and Recharging Stations

Ergebnis

Da das Projekt noch nicht abgeschlossen ist, werden vorläufige Ergebnisse bzw. „Work in Progress“ vorgestellt. Das Framework zur Lösung maßgeschneiderter Transportprobleme wird zu einem Tool für Flottenmanager weiterentwickelt, mit dem für unterschiedliche Flottensetups die Kosten der gewünschten Transportbewegungen simuliert und abgeschätzt werden können. Damit können unterschiedliche Szenarien durchgespielt und die voraussichtlichen zukünftigen Kosten berechnet werden. Die Implikationen diverser Entscheidungen, insbesondere zur Fahrzeuganschaffung, stellen so

eine wesentliche Unterstützung in der Entscheidungsfindung („Decision Aid“) dar.

VECEPT befasst sich gezielt mit dem Einsatz von Plug-In Hybridfahrzeugen (PHEV) und Batterie Elektrofahrzeugen (BEV) in größeren gemischten Flotten, um hierdurch den Roll-out der Elektromobilität zusätzlich zu fördern, Flottenbetreibern Sicherheit und Flexibilität zu bieten und die Reichweitenangst zu überwinden. Flotten dienen dabei auch als Ansatzpunkt, um darüber hinausgehend auch private Nutzer anzusprechen.

Eine leicht bedienbare, leistungsfähige Ladeinfrastruktur (Langsam- und Schnell-Ladung) ist ein weiterer wichtiger Faktor, um die Reichweitenangst vor allem beim privaten Nutzer zu mindern. Neben der Installation derartiger Infrastruktur in VECEPT soll hier das Nutzungsverhalten unterschiedlicher Nutzergruppen nicht zuletzt im Hinblick auf mögliche Unterschiede betreffend PHEV vs. BEV untersucht werden. Abschließend werden in einem umfassenden Feldtest Demo- und Vergleichs-Fahrzeuge sowie Flotten und Infrastruktur getestet und umfassend evaluiert.

Mitarbeitende an der Fakultät: Univ.-Prof. Dr. Richard F. Hartl, Mag. Ulrich Breunig

Externe Partner der Wissenschaft: Dr. Jakob Puchinger, DI Gerhard Hiermann, AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Externe Partner der Wirtschaft:

- AVL List GmbH
- eco.plus Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH
- Fluidtime Data Services GmbH
- Institute for advanced Energy Systems & Transport Applications
- Infineon

- IVD-Prof.Hohenberg GmbH
- MAGNA E-Car Systems GmbH & Co OG
- Samariterbund Wien, Rettung und Soziale Dienste gemeinnützige GmbH
- Verbund AG Vienna
- Kompetenzzentrum Das virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH

Durchführungszeitraum: Juli 2012 - Juli 2015

