

# LEITSTELLENÜBERGREIFENDE DISPOSITIONSUNTERSTÜTZUNG IM KRANKENTRANSPORTWESEN

Bernroider M<sup>1</sup>, Edlinger K-M<sup>1</sup>, Kiechle G<sup>1</sup>, Schneider C<sup>2</sup>,  
Stummer S<sup>1</sup>

## **Kurzfassung**

*Dieser Beitrag beschreibt die Arbeiten im Rahmen eines Forschungsprojekts, in dem ein System zur Entscheidungsunterstützung für DisponentInnen von Krankentransporten entwickelt und für den Praxisgebrauch evaluiert wurde. Ziel des Projekts ist die Bereitstellung von leitstellenübergreifenden Kombinationsvorschlägen für Transportaufträge. Dabei werden mögliche Einsparungspotenziale bei der Kilometerleistung und damit die Möglichkeit der effizienteren Nutzung der Personal- und Fahrzeugressourcen aufgedeckt und gleichzeitig Kriterien berücksichtigt, die die Servicequalität für die PatientInnen gewährleisten sollen.*

## **Abstract**

*This paper describes a research project which deals with the development of a decision support system for control center overlapping patient transportation. The aim is to save costs for transportation taking into account the requirements of patients regarding the quality of service.*

**Keywords** – *Dispositionsunterstützung, Planungsunterstützung, Krankentransporte, Ressourceneinsatz*

## **1. Einleitung**

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich das Gesundheitswesen in vielen Industriestaaten zu einem wichtigen Wirtschaftszweig entwickelt. Steigende Lebenserwartung und immer besser werdende medizinische Behandlungsmethoden sorgen dafür, dass dieser Trend auch in den nächsten Jahren anhalten wird. Parallel dazu steigt auch der Druck, die Effizienz in unterschiedlichsten Bereichen des Gesundheitssystems zu steigern und so dem enormen Kostenanstieg Herr zu werden.

Durch die verstärkte Verfügbarkeit von geographischen Informationssystemen auf herkömmlichen PCs wurde es möglich, die Planung der Logistik in unterschiedlichen Wirtschaftszweigen effizienter und vor allem effektiver zu gestalten. Die Verfügbarkeit von genauen Straßen- und Distanzinformationen, Durchfahrtszeiten, Erreichbarkeiten und im Speziellen die Berechenbarkeit von Reisezeiten von einem Ausgangsort zu einem Zielort macht es möglich, präzise und akkurate Routen- und Tourenpläne zu erstellen [1].

---

<sup>1</sup> Computational Logistics Lab, Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H., Salzburg

<sup>2</sup> Mobile and Web-based Information Systems, Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H., Salzburg

In vielen Bereichen des Gesundheitswesens wäre es wünschenswert, Routen- und Tourenpläne semi- oder vollautomatisiert erstellen zu können. Dazu zählen besonders die strategische Aufstellung von Rettungsfahrzeugen, der Krankentransport, der Medikamenten- und Materialtransport sowie die Koordination der MitarbeiterInnen der mobilen Hauskrankenpflege [2]. Im diesem Beitrag konzentrieren sich die Autoren auf den Krankentransport, da im Bundesland Salzburg rund 75% der Fahrten des Projektpartners Rotes Kreuz – Landesverband Salzburg auf geplante Krankentransporte entfallen. Im vorliegenden Beitrag werden die Arbeiten im Forschungsprojekt *Leitstellenübergreifende Dispositionsunterstützung* genauer vorgestellt.

## **2. Notwendigkeit und Möglichkeiten der Planungsunterstützung**

Personen, die medizinischer Betreuung bedürfen und aufgrund ihres Zustandes (z.B. liegender Transport, erhöhtes Notfallrisiko aufgrund bestehender Grunderkrankungen) beim Transport in ein Krankenhaus oder eine andere Einrichtung des Gesundheitswesens eine qualifizierte Begleitung benötigen, werden mit Krankentransportwagen von oder zur behandelnden Einrichtung transportiert. Alleine im Bereich der Krankentransporte und Rettungsdienste haben sich in Österreich die Ausgaben des Staates und der Sozialversicherungsträger in den vergangenen 20 Jahren verdreifacht<sup>1</sup>. Um dieses Wachstum in Zukunft einzudämmen, wird nach Möglichkeiten gesucht, Kosten für Krankentransporte zu reduzieren.

Als eine wirksame Möglichkeit der Kostenreduktion wird vom Roten Kreuz der effiziente Einsatz der verfügbaren Personal- und Fahrzeugressourcen gesehen. Eine Effizienzsteigerung soll durch Auftragskombinationen, d.h. durch den Transport von mehr als einer Patientin/einem Patienten pro Fahrzeug und geschickt gewählter Routenführung erreicht werden. Dadurch stehen Fahrzeuge schneller für weitere Transportaufträge zur Verfügung, was auch der Servicequalität für die PatientInnen zugutekommt. Die Anforderungsanalyse mit DisponentInnen der Landesleitstelle Salzburg hat ergeben, dass die MitarbeiterInnen eine elektronische Planungsunterstützung bei der Disposition von Transportfahrten als große Hilfestellung erachten, da sie besonders in Spitzenzeiten eine Erleichterung der Dispositionsarbeit darstellen würde. Dabei stehen besonders die Berechnung von Vorschlägen für die Kombination von Aufträgen innerhalb des eigenen Leitstellengebiets, sowie die Kombination von Aufträgen unterschiedlicher Leitstellen im Mittelpunkt des Interesses.

Zu diesem Zweck sollen transportlogistische Konzepte, die die Anzahl von gefahrenen Kilometern als primären Kostenindikator sehen und durch die automatisierte Unterstützung bei der Planung von Distributionsprozessen wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge im Allgemeinen eine Transportkosteneinsparung zwischen 5 und 20 % angeben [5], mit Aspekten der Servicequalität kombiniert werden. In Hinblick auf das spezielle Problem des Krankentransports wird das Einsparungspotenzial durch die Nutzung geeigneter Optimierungsverfahren mit mehr als 10 % angegeben [3], [4]. Außerdem könnten durch eine Kombination von Aufträgen, d.h. dem Transport von zwei oder mehreren PatientInnen in einem Fahrzeug, weitere Kilometer bzw. ganze Fahrten eingespart werden. Innerhalb eines Leitstellengebiets werden derartige Transporte von mehreren Personen bereits durchgeführt. Die Herausforderung besteht darin, über das eigene Planungsgebiet hinaus Kombinationsmöglichkeiten zu realisieren und damit Einsparungen zu erreichen und Leerfahrten zu vermeiden.

Die Besonderheit bei der Planung von Krankentransporten liegt nicht alleine in der Optimierung aus wirtschaftlicher Sicht, die menschliche Komponente spielt hier eine wesentliche Rolle. Die Servicequalität für die transportierten PatientInnen soll nicht unter dem Vorsatz, die Effizienz der

---

<sup>1</sup> Quelle: Statistik Austria [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/gesundheit/gesundheitsausgaben/019701.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/gesundheitsausgaben/019701.html) (Stand: 11.1.2012)

eingesetzten Ressourcen zu steigern, leiden. Im vorliegenden Projekt wurden möglichst geringe Wartezeiten für die PatientInnen, die Einhaltung von Terminen, zumutbare Fahrzeiten und für den Zustand der PatientInnen angemessene Transportarten als Faktoren der Servicequalität in die Berechnung der Kombinationen einbezogen, da diese aus den verfügbaren Auftragsdaten berechnet werden können. Dieser Spagat zwischen guter Servicequalität für PatientInnen und effizientem Ressourceneinsatz macht die Planung der Transporte zu einer komplexen Problemstellung. Selbst für erfahrene DisponentInnen ist es schwierig, alle Faktoren zu berücksichtigen und den Überblick zu behalten. Zu diesem Zweck setzt sich Salzburg Research im beschriebenen Projekt das Ziel, DisponentInnen bei ihrer Arbeit zu unterstützen und die Vorteile von mathematischen Optimierungsverfahren für die Praxis nutzbar zu machen.

### 3. Verwendete Methoden

Die Disposition der Transportmittel, d.h. die Zuordnung von Aufträgen zu Fahrzeugen, erfolgt in den Leitstellen der mit den Krankentransporten betrauten Organisationen und erfordert viel Geschick und Erfahrung. Besonders in Spitzenzeiten und bei sehr kurzfristig einlangenden Aufträgen ist diese Arbeit für DisponentInnen eine große Herausforderung. Um dem Ziel des effizienten Ressourceneinsatzes gerecht zu werden, kann es sich als sinnvoll erweisen, zwei oder mehr Transportaufträge miteinander zu kombinieren.

Abbildung 1 veranschaulicht die Planungs Herausforderung bei der Kombination von zwei Transportaufträgen: die PatientInnen  $P_1$  und  $P_2$  könnten jeweils auf direktem Weg das Krankenhaus H bzw. Arzt A erreichen, wobei der Transport von  $P_1$  über die Grenze des Leitstellengebiets hinaus führt.

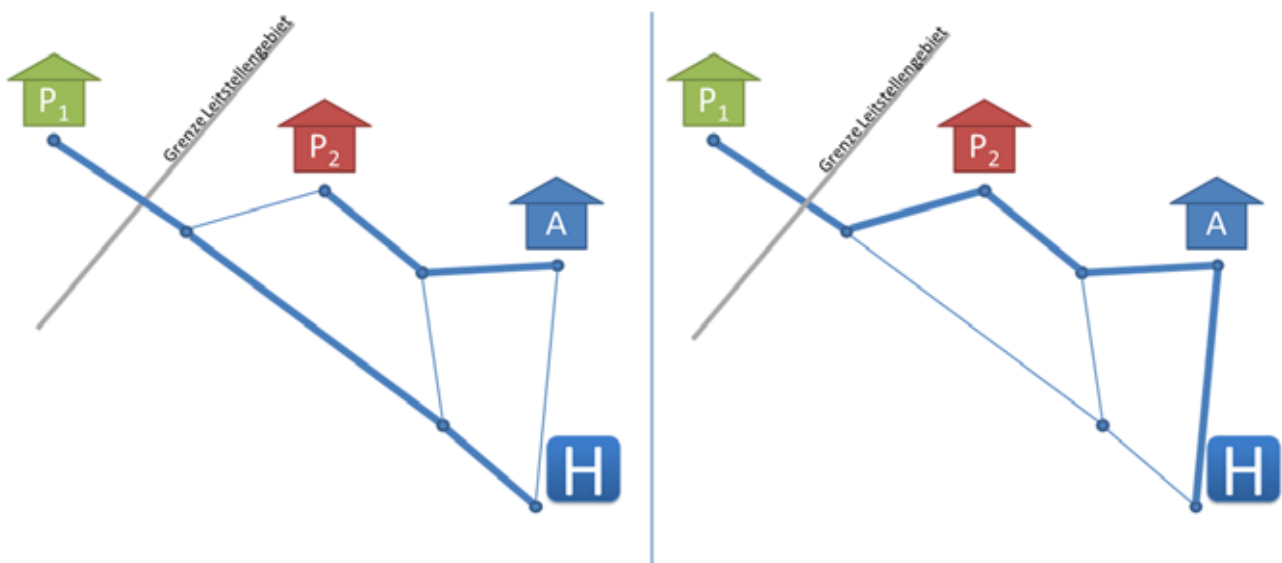


Abbildung 1: Streckenänderung bei der Kombination von Transportaufträgen

Durch die Kombination der beiden Aufträge muss PatientIn  $P_1$  einen Umweg in Kauf nehmen, jedoch muss für die beiden Aufträge nur ein Fahrzeug eingesetzt werden. Für die Beurteilung möglicher Kombinationen müssen Kriterien definiert werden, die ein möglichst ausgewogenes Verhältnis zwischen wirtschaftlichen Aspekten und Servicequalität für die PatientInnen gewährleisten. Im vorliegenden Projekt wurden folgende Qualitätsfaktoren berücksichtigt, die vom Roten Kreuz als relevant beurteilt wurden und mit den verfügbaren Daten abzubilden sind:

- Einhaltung der vereinbarten Termine für alle PatientInnen
- Passende Fahrzeugausstattung (liegender, sitzender Transport, usw.)
- Passende Qualifikation der Begleitpersonen im Fahrzeug
- Möglichst geringe Umwege für die Patienten im Vergleich zum direkten Transport

Um alle relevanten Restriktionen zu beachten, werden potenzielle Kombinationsmöglichkeiten schrittweise überprüft. Besonders hierbei ist eine automatisierte Unterstützung der DisponentInnen notwendig, da mit steigender Anzahl an Aufträgen die Kombinationsmöglichkeiten rasch ansteigen und es mit manuellen Planungsmethoden beinahe unmöglich wird, diese zu überblicken und zu beurteilen.

Schritt 1: Die Aufträge werden nach geplanter Dispositionszeit geordnet und nicht kombinierbare Aufträge (z.B. Notfälle, ansteckende Krankheiten) herausgefiltert.

Schritt 2: Es erfolgt eine grobe zeitliche Prüfung der Zeitfenster. Dabei werden Auftragskombinationen ausgeschlossen, wenn z.B. die Zeitfenster nicht überlappen und daher ein gemeinsamer Transport der Patienten nicht in Frage kommt.

Schritt 3: Für eine potenzielle Kombination wird überprüft, ob keiner der Patienten durch die Kombination länger als das 1,5-fache der Fahrzeit bei direktem Transport unterwegs ist.

Schritt 4: Schlussendlich wird für die kombinierten Aufträge geprüft, ob alle Termine (Abholtermin, Termin im Krankenhaus, usw.) eingehalten werden können. Dabei wird die Fahrzeit zwischen den Punkten berücksichtigt.

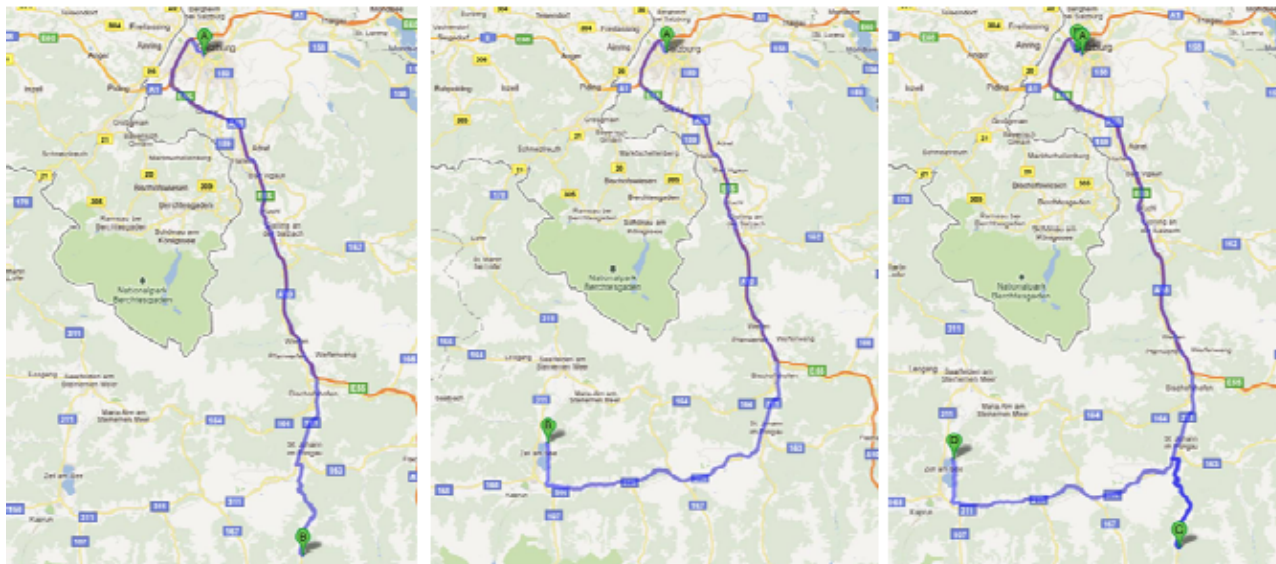
Derartige Auftragskombinationen sind innerhalb eines einzelnen Dispositionsgebiets keine außergewöhnliche Herausforderung, da erfahrene DisponentInnen in der Lage sind, dieses Potenzial zu erkennen und zu nutzen. Interessant sind jene Kombinationen, die über einzelne Planungsgebiete hinausgehen und übergreifend zwischen verschiedenen Leitstellen disponiert werden, wodurch auch die Anzahl an verfügbaren Aufträgen ansteigt. Im Projekt *Leitstellenübergreifende Dispositionsunterstützung* werden diese Voraussetzungen geschaffen und ein Prototyp eines Entscheidungsunterstützungssystems für die DisponentInnen entwickelt, das Vorschläge für leitstelleninterne und –übergreifende Kombinationen von Transporten anbietet und nach geeigneten Kriterien aufbereitet und sortiert.

Die Architektur des Systems ist so aufgebaut, dass den DisponentInnen die Kombinationsvorschläge vorerst unabhängig vom Leitstellensystem auf einem gesonderten Bildschirm angezeigt werden. Dadurch ist es möglich, die berechneten Kombinationen zwar anzuzeigen, den DisponentInnen jedoch die endgültige Entscheidung zu überlassen, ob ein Kombinationsvorschlag angenommen wird. So bleiben bei der Entscheidungsfindung die wichtigen Erfahrungswerte der DisponentInnen erhalten, die im Optimierungsmodell nicht abgebildet werden können. Bei einer erfolgreichen Evaluierung des Systems soll in weiterer Folge eine Einbindung ins System erfolgen, die letzte Entscheidung wird aber weiterhin bei den DisponentInnen liegen.

#### **4. Evaluierung und Ergebnisse**

Das entwickelte System wurde im Rahmen des Projekts in einer Leitstelle des Österreichischen Roten Kreuzes - Landesverband Salzburg durch erfahrene DisponentInnen auf die Eignung im Praxiseinsatz getestet. Bei den Tests standen die Darstellung und die Qualität der berechneten Ergebnisse im Vordergrund, wobei die Beurteilung durch die AnwenderInnen im Rahmen des

Projekts weitgehend qualitativ durchgeführt wurde, da zum Testzeitpunkt die Datengrundlage für quantitative Tests noch nicht vorhanden war. Ein Beispiel für eine gültige Kombination über Leitstellengrenzen hinaus, die alle relevanten Kriterien erfüllt, ist in *Abbildung 2* dargestellt. Die Routen links (Auftrag A) und in der Mitte (Auftrag B) stellen die beiden Einzeltransporte dar, auf dem rechten Bild ist die berechnete Kombination abgebildet.



**Abbildung 2: Auftragskombination bei Benutzertest (Kartenquelle: Google Maps)**

Aus *Tabelle 1* ist ersichtlich, dass zwei Fahrzeuge getrennt voneinander insgesamt eine weitere Strecke zurücklegen als ein Fahrzeug, das die Auftragskombination durchführt.

**Tabelle 1: Zusammenfassung Auftragskombination**

	<b>Auftrag A</b>	<b>Auftrag B</b>	<b>Kombination</b>
Abholort	Salzburg Stadt	Salzburg Stadt	Salzburg Stadt –
Zielort	Großarl	Zell am See	Großarl – Zell am See
Fahrstrecke <sup>1</sup>	82 km	105 km	136 km
Fahrzeit <sup>3</sup>	1 h 06 min	1 h 22 min	1 h 59 min

Die DisponentInnen wurden von den Testleitern von Salzburg Research während und nach den Tests über die Qualität der Kombinationsvorschläge und deren Nutzen für die tägliche Arbeit befragt. Dabei wurden besonders Kombinationen, die über Grenzen von Leitstellengebieten hinausgehen, von den DisponentInnen als sehr hilfreich angesehen, da diese über das Leitstellensystem nicht identifizierbar sind. Generell wurde das System vor allem in Hochlastzeiten als wichtige Unterstützung der Arbeit beurteilt. Für einen sinnvollen Gebrauch bei der täglichen Dispositionsarbeit ist aus Sicht der DisponentInnen die Integration der Funktionen in das Leitstellensystem jedoch unerlässlich.

## 5. Schlussfolgerung und Ausblick

Das Forschungsprojekt *Leitstellenübergreifende Dispositionsunterstützung* zeigt die Vorteile einer Planungsunterstützung bei der Disposition von Auftragskombinationen auf. Durch die erfolgreichen

<sup>1</sup> berechnet auf Basis von Google Maps: <http://maps.google.de/>

Praxistests ist das nächste Ziel die Einbindung des entwickelten Systems in die Leitstellenumgebung, um alle Funktionalitäten optimal nutzen und damit die bestmögliche Unterstützung für die DisponentInnen gewährleisten zu können. Dadurch kann in weiterer Folge eine quantitative Beurteilung der Kombinationsmöglichkeiten durchgeführt werden. Neben der Ausweitung auf ein größeres Planungsgebiet über die Grenzen des Bundeslandes hinaus und mit Leitstellensystemen unterschiedlicher Anbieter, soll in einem nächsten Schritt auch die Evaluierung der Servicequalität der Auftragskombinationen aus Sicht der transportierten PatientInnen untersucht werden.

## 6. Danksagung

Das Projekt *Leitstellenübergreifende Dispositionsunterstützung* ist eine Kooperation von Salzburg Research und dem Österreichischen Rotes Kreuz – Landesverband Salzburg und wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend BMWFJ unterstützt.

## 7. Literaturangaben

- [1] Dörner K, Kiechle G. Intelligente Optimierungsverfahren für Standort- und Transportprobleme im Gesundheitswesen. GIS 10. 2007:27 – 34,
- [2] Dörner K, Hartl R.. Health care logistics, emergency preparedness, and disaster relief: new challenges for routing problems with a focus on the Austrian situation. In: Golden B, Raghavan R, Wasil E, editors. The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges, Springer Series: Operations Research/Computer Science Interfaces Series. 2008:43:527–550
- [3] Kiechle G, Dörner K, Biffl S. Strategies to support ambulance scheduling with efficient routing services. In: Proceedings of the 9th International Conference on Business Informatics. Vienna, Austria, 2009.
- [4] Kiechle G. Solution Procedures for Real-World Vehicle Routing Problems in Health Care. Dissertation. Universität Wien, 2009.
- [5] Toth P, Vigo D, editors. The Vehicle Routing Problem. SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications, 2002:1.
- [6] Trautsamwieser A, Hirsch P. Optimization of Daily Scheduling for Extramural Health Care Services. Lecture Notes in Management Science, August 2010(2):149-163; ISSN 2008-0050, 2010.

### Corresponding Author

Stephanie Stummer

Computational Logistics Lab, Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H.

Jakob Haringer Straße 5/3

A-5020 Salzburg, Austria

Email: [stephanie.stummer@salzburgresearch.at](mailto:stephanie.stummer@salzburgresearch.at)