

# Forschungsinitiative INVENT

Intelligenter Verkehr und  
Nutzergerechte Technik

## VMTL-Schlussbericht PTV AG

**Beitrag des  
Zuwendungsempfängers:**

PTV Planung Transport Verkehr AG  
Stumpfstrasse 1  
76131 Karlsruhe

**zum Teilprojekt:**

VMTL – Verkehrsmanagement in Transport  
und Logistik

**Laufzeit:**

1.10.2001 – 30.09.2005

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln  
des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem  
Förderkennzeichen 19G1124B gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

*Karlsruhe, 14.12.2005*

gefördert vom



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Inhaltsverzeichnis

<b>Öffentlicher Teil</b> .....	3
<b>I Zusammenfassung</b> .....	4
1. Aufgabenstellung.....	4
2. Voraussetzungen für das Vorhaben.....	5
3. Planung und Ablauf des Vorhabens .....	6
4. Wissenschaftliche und technische Ausgangslage .....	7
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	8
<b>II Ergebnisse und Verwertung</b> .....	10
1. Ergebnisse .....	10
2. Nutzen und Verwertbarkeit .....	19
3. Paralleler Fortschritt bei anderen Stellen .....	21
4. Veröffentlichungen .....	22
<b>IV        Berichtsblatt / Document Control Sheet</b> .....	23

# Öffentlicher Teil

# I Zusammenfassung

## 1. Aufgabenstellung

Ziel des VMTL Projektes war es, neue technologische und organisatorische Lösungen zu entwickeln, die durch intelligente Nutzung und Neugestaltung vorhandener Verkehrs-, Logistik- und Informationsinfrastruktur zu einer effizienteren, empfängerfreundlicheren und bedarfsgerechten Steuerung des Warenezustellverkehrs und zu einer aktiven Reduzierung bzw. Verlagerung des Verkehrs in Ballungsräumen beitragen.

Eingebunden in diesen Rahmen war das Hauptziel der PTV im VMTL-Projekt die Weiterentwicklung von dynamischen Tourenplanungswerkzeugen zur Optimierung von neuen, flexiblen städtischen und regionalen Transportabläufen. Neue Möglichkeiten zur mobilen Kommunikation und neue, Telematik-basierte Dienste verändern nicht nur die Transportprozesse, sondern greifen direkt in die Algorithmen einer ‚online Tourenplanung‘ ein. Die neuen Dienstleistungen mussten deshalb auch aus dem Blickwinkel der Tourenplanung bzw. der Optimierung der Abläufe diskutiert und integriert werden.

Eine prototypische Entwicklung solch flexibler und dynamischer Tourenplanungswerkzeuge, deren beispielhafte Integration mit neuen mobilen Diensten und eine zusammenfassende Demonstration waren demnach die Hauptarbeitsschwerpunkte seitens PTV. Zudem wurde die Verfeinerung von Kartengrundlagen aus der Distributionssicht untersucht. Der Beweggrund für die Arbeiten in diesem Themenbereich liegt darin, dass die aktuellen digitalen Karten, auf denen einerseits die Tourenplanung und andererseits die Navigations- und Zielführungssysteme basieren, weitestgehend auf den Individualverkehr (Personenverkehr) zugeschnitten waren und sind. Hier wurde folglich anhand ausgesuchter Fälle untersucht, ob und wie eine zusätzliche Ausrichtung auf den Güterverkehr sinnvoll ist und wie eine Aktualisierung der Planungsgrundlagen erfolgen kann.

Seitens der PTV wurden im Rahmen der Aufgabenstellung demnach Arbeiten in folgenden wesentlichen inhaltlichen Bereichen durchgeführt:

### **Systemarchitektur**

Gemeinsam mit allen Projektpartnern wurde eine Systemarchitektur entwickelt, welche die oben genannten Anforderungen erfüllt. Dies beinhaltet auch eine direkte Eingliederung der Tourenplanungs- und –steuerungselemente in die so geschaffene Systemarchitektur.

### **Tourenplanung mit alternativen Lieferorten**

Die entwickelten Tourbildungsverfahren der Tourenplanung mit alternativen Lieferorten erlauben es, dass Kundenpräferenzen (räumlich / zeitlich) in Form von alternativen Lieferadressen direkt bei der Tourbildung berücksichtigt werden.

### **Dynamische Tourenplanung auf der Basis von Ganglinien**

Die Algorithmen und Verfahren der dynamische Tourenplanung sind in der Lage, bei der Tourbildung tageszeitabhängige Fahrzeiten zu berücksichtigen. Grundlage dafür sind Geschwindigkeitsganglinien, die für einzelne Straßensegmente die Durchschnittsgeschwindigkeit pro Tageszeit angeben. Sie stellen damit Informationen über statistisch ermittelte Verkehrssituationen über den Tagesverlauf zur Verfügung (Prognose).

### **Tourensteuerung und –überwachung, Eventmanagement**

Die Prozesse des Eventmanagements zeigen sich verantwortlich für das Erkennen und Verarbeiten verschiedenster Ereignisse (z.B. Neuauftrag, unvorhergesehene Strassensperrung) während der Tourdurchführung und erlauben eine informationsgestützte und damit zielgerichtete Überwachung und Steuerung von Ausliefertouren.

### **Verbesserung der geografischen Planungsgrundlagen für die Tourenplanung, Tourenplanung mit Anfahrrorten**

Die entwickelten Tourbildungsverfahren der Tourenplanung mit Anfahrrorten ermöglichen es, die tatsächlichen Gegebenheiten bei der Zustelltour vor Ort, das sind z.B. vorhandene Restriktionen und Besonderheiten der eigentlichen Haltepunkte im Strassenraum oder Eigenheiten bei der praktischen Zustellung durch den Zusteller, in die Tourenplanung mit einzubeziehen.

## **2. Voraussetzungen für das Vorhaben**

Das Transportaufkommen ist im Segment der sog. „Letzten Meile“ in den letzten Jahren gestiegen und auch die Zukunftsaussichten deuten auf ein weiteres Wachstum hin. Der Grund dafür liegt darin, dass neben der bereits grossen Anzahl an Bestellungen bei den klassischen Versandhandelsunternehmen, zunehmend Einkäufe via Internet-Shop getätigt werden. Unterschiedlichste Waren können „online“ auch bei kleinen Firmen und Händlern bestellt oder auch darüber hinaus via „ebay“ bei Privatleuten ersteigert werden. Das bedeutet für den Privatkunden praktisches und komfortables Einkaufen, eine Belieferung „frei Haus“ und zeigt sich an der wachsenden Anzahl Pakete, welche durch den Transportdienstleister auf der sog. „Letzten Meile“ zugestellt werden sollen.

Betrachtet man jedoch die Zahlen und Fakten zum operativen Geschäft der Transportdienstleister und verfolgt man, dass die verschiedenen Dienstleister im Segment regelmässig mit neuen Servicekonzepten und betrieblichen Veränderungen aufwarten, so liegt die Vermutung nahe, dass hier noch ungelöste Probleme vorliegen: es fallen trotz des steigenden Paketaufkommens Kosten für den physikalischen Transport an, welche nicht mehr von den Versandhandelsunternehmen selbst getragen werden können und die Transportdienstleister geraten zunehmend unter Kostendruck. Problemfelder sind z.B. die sog. Atomisierung der Sendungen, d.h. es werden kleinere Einheiten häufiger bestellt. Auch die Erreichbarkeit der Kunden zu Hause nimmt aufgrund zunehmender Flexibilität der Menschen ab und stellt den Transportdienstleister vor neue Herausforderungen. Hinzu kommt ein wachsender Wettbewerb um die Ressource städtischer Strassen- und Lebensraum, welcher sich z.B. an dichtem Verkehr in den Innenstädten und auf den Einfallstrassen, in dem Vorhandensein von Zugangsbeschränkungen für Lieferfahrzeuge oder auch anhand von Bestimmungen zur Um-

weltverträglichkeit der Lieferfahrzeuge zeigt. Dies sind Tatsachen, welche die Lieferbedingungen beeinflussen oder gar erschweren und die Effizienz und damit auch den wirtschaftlichen Erfolg beeinträchtigen können. Dies gilt für alle Transportdienstleister und nicht nur im Speziellen für die Unternehmen, welche die „Letzte Meile“ bedienen.

Zugleich gibt es aber auch technologische Innovationen welche heute schon, oder in naher Zukunft zur Verfügung stehen (werden), und die in dem schwierigen Umfeld Verbesserungen bringen können: innovative Rechen-, Echtzeitinformations- und Kommunikationssysteme.

Die nun abgeschlossenen Arbeiten des INVENT-Projektes VMTL untersuchten den gezielten Einsatz der neuen Technologien im Sinne von technologisch und organisatorisch innovativen Lösungen. Diese Lösungen werden durch intelligente Nutzung und Neugestaltung vorhandener Verkehrs-, Logistik- und Informationsinfrastrukturen zu einer effizienteren, empfangnerfreundlicheren und bedarfsgerechteren Steuerung des Warenverkehrs und damit zu einer aktiven Reduzierung des vermeidbaren Verkehrs und der Umweltemission in Ballungsgebieten beitragen.

### 3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Partner im VMTL Projekt arbeiteten von Oktober 2001 bis September 2005, also über einen Zeitraum von fünf Jahren, gemeinsam an den oben genannten Zielen. Die Planung der Arbeiten zielte dabei darauf ab, durch die Spezifikationen und darauf aufbauenden Entwicklungen zunächst eine reale Demonstration, also Anwendung in der Praxis, mit den bereits vorhandenen Technologien durchzuführen. Dies wurde im Rahmen des Szenarios 2005 durchgeführt. Weiterhin wurden auch Vorausberechnungen geleistet, welche den Stand der Technik im Jahre 2010 als Basis umfassten. Diese Arbeiten wurden im Rahmen des Szenarios 2010 durchgeführt und in eingeschränkten Einzeldemonstrationen wurden die Ergebnisse im Praxisumfeld getestet.

Nachfolgende Übersicht zeigt die formelle Aufteilung in Arbeitspakete und den Gesamtprojektzeitplan. Die einzelnen Arbeitspakete wurden jeweils für das Szenario 2005 und das Szenario 2010 durchlaufen. Wesentliche Meilensteine waren dabei die reale Demonstration für das Szenario 2005 im Februar/März 2004 sowie die abschliessende Vorstellung und Ergebnispräsentation für das Szenario 2010 im April 2005.

INVENT-VMTL	2001	2002	2003	2004	2005
AP 2000 Methoden- und Verfahrensentwicklung					
AP 3000 Informationsbereitstellung					
AP 4000 Mobile Kommunikation					
AP 5000 Nutzerakzeptanz und Einführungsstrategie					
AP 6000 Applikation und Demonstratoren					

Abbildung: Zeitplan Gesamtprojekt

Aus Sicht der PTV war dabei vor allem der zweistufige Aufbau im Sinne des Szenarios 2005 und des darauf aufbauenden Szenarios 2010 besonders hilfreich, um die während der Arbeiten gewonnenen Erfahrungen, Hinweise und Verbesserungsmöglichkeiten in den Bereichen Tourenplanung und -steuerung direkt in die noch anstehenden Entwicklungen einfließen zu lassen.

## 4. Wissenschaftliche und technische Ausgangslage

Im Bereich der (depotbezogenen) Tourenplanung lagen zu Beginn der Arbeiten im Projekt Planungswerkzeuge vor, welche eine optimierte Tourenplanung unter Einsatz klassischer Tourbildungsalgorithmen, beinhalten. Die Werkzeuge führen eine Optimierung durch unter Beachtung der verfügbaren Fahrzeuge und der gegebenen Lieferaufträge. Die enthaltenen Verfahren erlauben zudem zu einem gewissen Grad auch die Berücksichtigung gegebener Restriktionen wie verschiedene Fahrzeugtypen oder Lieferung Vormittags/Nachmittags.

Eine Grundlagen für die Planungen mit diesen Werkzeugen sind Standardstrassennetze und Standardgeschwindigkeitsprofile für verschiedene Strassenkategorien. Konkret sind hierbei für zwölf Standardstrassen (z.B. Stadtstrasse schnell/mittel/langsam, Bundesstrasse schnell/mittel/langsam) Durchschnittsgeschwindigkeiten als Erfahrungswerte hinterlegt und werden für die Reisezeitermittlung verwendet. Eine weitere Grundlage sind Standardverfahren zur Geocodierung der Lieferadressen, welche die Anschrift der zu beliefernden Kunden räumlich zuordnen und so der Tourenplanung zur Verfügung stellen.

Die Durchführung der Planung erfolgt, sobald die Lieferaufträge in Form von Kundenadressen vorliegen. Eine Änderung der Planung kurze Zeit bevor die Touren beginnen (am Morgen des Zustelltags) oder während der Zustelltour sind für den Bereich der Paketzustellung in den Standardplanungswerkzeugen nicht vorgesehen.

Um das Ziel einer intelligenten Nutzung und Neugestaltung vorhandener Verkehrs-, Logistik- und Informationsinfrastruktur und so eine effizientere, empfängerfreundlichere und bedarfsgerechte Steuerung des Wareneinstellverkehrs zu erreichen, sind auch verschiedene Ansätze aus der Literatur herangezogen worden und zum Teil mussten erste Ergebnisse aus anderen INVENT-Teilprojekten abgewartet werden. Zudem wurden Arbeitsergebnisse aus anderen Forschungsbereichen erst während der Projektlaufzeit bekannt und konnten dann direkt in die anstehenden Arbeiten einfließen. Im Einzelnen sah die wissenschaftliche und technische Ausgangslage in den inhaltlichen Arbeitsbereichen der PTV, also der Tourenplanung und -steuerung, wie folgt aus:

### Systemarchitektur

Grundlagen für die Ausgestaltung einer möglichen Systemarchitektur lagen für den Bereich Tourenplanung bereits aus internen Vorüberlegungen zur Organisation von E-Commerce Warenflüssen vor. Darauf basierend konnten die Systemkomponenten definiert und die Abläufe innerhalb und zwischen den Systemkomponenten festgelegt sowie eine Abstimmung mit den anderen Systemelementen der Kommunikationsarchitektur durchgeführt werden.

### Tourenplanung mit alternativen Lieferorten

Zu Beginn der Arbeiten war keine praktische Möglichkeit vorhanden, verschiedene – also alternative – Lieferadressen in das System zu integrieren und auch bei der Tourbildung zu berücksichtigen, und gleichzeitig auch für diese Lieferadressen gültige Lieferzeitfenster einzubeziehen. Eine komplette Neuentwicklung war daher notwendig.

Das Tourenplanungsproblem mit Lieferzeitfenstern – als ein Teilaspekt - stellt dabei eine Erweiterung des klassischen Tourenplanungsproblems dar. Es wurde wegen der großen Praxisrelevanz während der letzten beiden Jahrzehnte intensiv studiert (vgl. Savelsberg 1985, Solomon und Desrosiers 1988, Koskosidis et al. 1992, Savelsberg 1992, Kontoravdis und Bard 1995, Potvin et al. 1996 sowie Taillard et al. 1997) und die Hinweise aus der Literatur konnten in die Arbeiten einfließen.

## **Dynamische Tourenplanung auf der Basis von Ganglinien**

Es gab keine Möglichkeit die zu erwartende Verkehrssituation bei der Tourenplanung zu berücksichtigen. Hierzu gab es zwar Ansätze aus der Literatur (vgl. Gambardella et al. 1999, Donati et al. 2002, Fleischmann et al. 2004), jedoch waren diese nicht in praktische Werkzeuge bzw. Algorithmen umgesetzt. Insbesondere auf die theoretischen Arbeiten im Bereich sequenzielle Einfügeverfahren konnte zugegriffen werden, um die Tourbildungsverfahren zu gestalten. Im Bereich der Reisezeitermittlung lagen nur die Standardverfahren vor, welche keine Zeitscheiben vorsehen. Die benötigten Verfahren und Prozesse mussten daher komplett neu entwickelt werden.

Die Bereitstellung der benötigten tageszeitspezifischen Verkehrsinformationen wurde im Rahmen der Arbeiten in dem INVENT-Teilprojekt NIV (Netzausgleich Individualverkehr) parallel zu den Arbeiten an der Dynamischen Tourenplanung entwickelt. Zuvor war solch eine Bereitstellung von Ganglinien nicht möglich.

## **Tourensteuerung und -überwachung, Eventmanagement**

Eine Tourüberwachung im Sinne eines Monitorings war zu Beginn der Arbeiten bereits Stand der Technik, jedoch nicht in dem feingranularen Bereich der Hauszustellung auf der „Letzten Meile“ und vor allem nicht unter Berücksichtigung aktueller Verkehrsinformationen. Eine bereits vorhandene Systemkomponente, welche die Überwachung der Tour ermöglicht, musste daher erweitert werden, wobei vor allem die Bereitstellung der Verkehrsinformationen und deren praktische Verwendung neu zu entwickeln waren.

## **Verbesserung der geografischen Planungsgrundlagen für die Tourenplanung, Tourenplanung mit Anfahrrorten**

Auch bzgl. der Verbesserung der geografischen Planungsgrundlagen für die Tourenplanung im Sinne einer Tourenplanung mit Anfahrrorten waren weder konkrete Problembeschreibungen noch entsprechende praktische Lösungen für die Planungssysteme vorhanden. Während der Projektlaufzeit wurden erste Forschungsergebnisse z.B. im Bereich Fusswege-Routing bekannt, welche in die Arbeiten aufgenommen wurden.

## **5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Wichtig war die enge Zusammenarbeit mit den einzelnen VMTL-Projektpartnern:

- Mit den technischen Partnern IBM und Ericsson während der Spezifikationsphasen für beide Szenarien, der Implementierung sowie in der Demonstrationsphase für das Szenario 2005,
- Mit DaimlerChrysler im Bereich Simulation und Szenarienberechnung und
- Mit Hermes was die praktische Demonstration, Datenbereitstellung und Evaluierung der Ergebnisse anbelangte.

Eine Zusammenarbeit fand zudem im Bereich der Verkehrsinformationen mit dem INVENT-Teilprojekt NIV (Netzausgleich Individualverkehr) statt. PTV-intern und Teilprojektübergreifend wurde dabei intensiv im Bereich der Einbindung von aktuellen und prognostizierten Verkehrsinformationen zusammengearbeitet.

Zur Verbesserung der geografischen Planungsgrundlagen für die Tourenplanung mit Anfahrorten, wurden Informationen von verschiedenen Forschungs- und Kundenprojekten gesammelt. Konkret wurden folgende Projekte betrachtet und die dort gesammelten Erfahrungen direkt in die eigene Spezifikation aufgenommen:

- Forschungsprojekt INTREST – Intermodal Referencing System For Traffic Related Data
- Kundenprojekt zur Erfassung von Fuss- und Wirtschaftswegen im Stadtraum Berlin
- Machbarkeitsstudie „Location Based Services“ (LBS) zur Unterstützung bei der Wahrnehmung kommunaler Aufgaben
- Kundenprojekt Fusswege-Routing im Terminal, Flughafen Frankfurt
- Forschungsprojekt ASK-IT – Ambient Intelligence System of Agents for Knowledge-based and Integrated Services for Mobility Impaired users
- Forschungsprojekt DOM – Der Orientierte Mensch

Weiterhin hat ein Austausch mit dem nationalen Forschungsprojekt OVID (Stärkung der Selbstorganisationsfähigkeit im Verkehr durch I+K-gestützte Dienste) stattgefunden und es wurde über die VMTL-Ergebnisse berichtet.

## II Ergebnisse und Verwertung

### 1. Ergebnisse

Um die Ergebnisse der Arbeiten von PTV besser im Zusammenhang zu sehen, zeigt nachfolgende Übersichtsgrafik zunächst die grundsätzliche Architektur des VMTL-Systems mit speziellem Fokus auf den Bereich Tourenplanung und –steuerung: die Logistics-Plattform, welche den Transport Application Server (TAS) und entsprechende Anwendungen bzw. Grundlagen umfasst bzw. integriert. Dies Logistics-Plattform enthält alle für die Tourenplanung und –steuerung benötigten Funktionalitäten und arbeitet eng mit anderen Elementen des VMTL-Systems zusammen. Wichtig sind demnach die sehr enge Schnittstelle zum Business Integration Server, welcher die Brücke zu allen weiteren VMTL-Komponenten bildet und die Schnittstelle, über die Verkehrsinformationen bereit gestellt werden. Eine Schnittstelle zu weiteren externen System ist gleichfalls vorhanden, wird aber nachfolgend nicht weiter betrachtet.

Eine Unterscheidung zwischen den beiden Szenarien 2005 und 2010, welche unterschiedliche technologische Entwicklungshorizonte widerspiegeln, wird in der Übersicht und auch bei der nachfolgenden Ergebnisdarstellung nicht mehr vorgenommen.

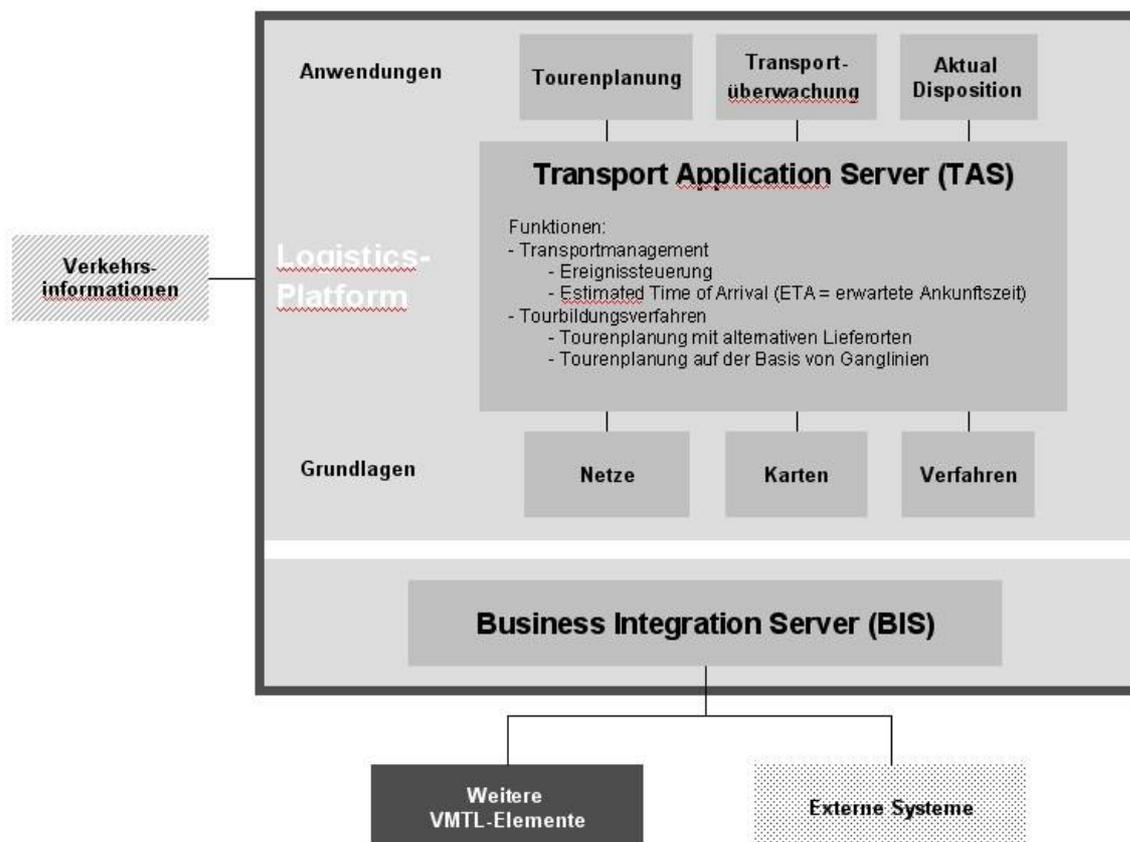


Abbildung: Übersicht VMTL-System

## **Transport Application Server**

Im Rahmen der Arbeiten des Auftragnehmers PTV bildet der Transport Application Server (TAS) die zentrale und neu zu entwickelnde Einheit für alle Aufgaben im Bereich der Tourenplanung und Tourensteuerung und wird bei folgenden wesentlichen Kernfunktionen im VMTL-Gesamtsystem aktiv:

- Tourenplanung am Vorabend bzw. Morgen der Auslieferung
- Tourüberwachung und Tourensteuerung während der Ausliefertour

Diese Kernfunktionen ermöglichen es, aus der Planung heraus ein genaues Lieferzeitfenster für jeden Kunden zu ermitteln und darüber hinaus auch im Falle einer nicht vorhersehbaren Störung auf die laufende Tour Einfluss zu nehmen. Hierzu werden am Vorabend eines Ausliefertages die Touren geplant, wobei hier alle Kundenpräferenzen und auch die zu erwartende Verkehrslage am nächsten Tag berücksichtigt werden. Das Ergebnis sind Lieferzeitfenster, welche den Kunden bereits am Vorabend mitgeteilt werden. Die Tourenplanung am Morgen berücksichtigt evtl. auftretende Änderungen seitens der Kunden sowie den tatsächlichen Wareneingang am Depot. Auch die Morgenplanung liefert Lieferzeitfenster, aber nur bei Bedarf, also wenn sich für den Kunden etwas ändert, wird dieser nochmals informiert. Die aus Planungssicht wesentliche Unterstützungsfunktion während der eigentlichen Auslieferung bildet die Tourensteuerung, welche beginnt, sobald die Lieferfahrzeuge das Depot verlassen haben. Sie ermöglicht eine Überwachung des Tourverlaufs und unterstützt eine Veränderung der laufenden Tour, falls dies spontane Ereignisse fordern.

Wichtig ist sowohl für die Tourenplanung als auch für die Tourensteuerung die Integration von Verkehrsinformationen, welche über eine Schnittstelle zur T-Info Factory der PTV realisiert wurde. Die T-Info Factory agiert als Verkehrsinformationszentrale, d.h. auf der einen Seite werden Verkehrsdaten aus unterschiedlichen Quellen (Verkehrsmanagementzentralen, ADAC, etc.) empfangen und auf der anderen Seite werden Verkehrsinformationsdienste mit geeigneten Schnittstellen für unterschiedliche Anwendungen (Routing, Navigation, Planung, etc.) angeboten. Für VMTL wurde die Schnittstelle zwischen T-Info Factory und Transport Application Server technisch realisiert. Der Disponent kann sich die Verkehrsinformationsmeldungen in seinem Gebiet auf der Karte zusammen mit seiner Auslieferflotte ansehen und die Reisezeiten zu den Kunden werden auch laufend auf der Basis aktueller Verkehrsinformationen neu berechnet.

Des TAS als ein Einzelergebnis der Arbeiten seitens PTV bildet somit den wesentlichen Systembaustein für die Tourenplanung und –steuerung. Wichtig sind jedoch auch die zusätzlichen Funktionalitäten, welche die Kernfunktionen des TAS erweitern. Diese beinhalten die geforderten Verbesserungen der bisherigen Planungsverfahren und werden nachfolgen im Detail vorgestellt:

- Tourenplanung mit alternativen Lieferorten
- Dynamische Tourenplanung auf der Basis von Ganglinien
- Aktive Tourensteuerung und –überwachung, Eventmanagement
- Verbesserung der geografischen Planungsgrundlagen für die Tourenplanung, Tourenplanung mit Anfahrorten (wurde nur eingeschränkt realisiert)

## **Tourenplanung mit alternativen Lieferorten**

Das Wachstum und der Wandel bei E-Commerce und Heimbelieferung machen zunehmend effiziente und Empfänger-freundliche Zustellformen für die Heimbelieferung erforderlich. Der

Kundenwunsch nach größerer Flexibilität was die Lieferorte (Zuhause, Büro, Kofferraum, Paketshop, etc.) und auch die Lieferzeitfenster für diese Orte anbelangt, ist daher als wesentlicher Schwerpunkt der Entwicklungen im Bereich der Tourenplanung aufgenommen worden.

Um für einen Lieferauftrag mehrere separate und zueinander alternative Lieferorte mit eigenen Lieferzeitfenstern auch in der Tourenbildung zu berücksichtigen, wurden vier Verfahren für den Transport Application Server (TAS) implementiert. Die entwickelten Verfahren erlauben es, aus der für die Kunden vorhandenen Auswahl an alternativen Lieferoptionen, diejenigen Lieferpunkte mit entsprechenden Zeitfenstern zu wählen, welche im Sinne einer Gesamtoptimierung der Tour am günstigsten liegen. Häufungen von Lieferpunkten, die noch dazu ein ähnliches zeitliches Muster aufzeigen, können somit vom Planungsverfahren erkannt und dann bei der Zustellfahrt zeitnah zusammen bedient werden.

Als Ergebnis zeigt sich, dass die getesteten Verfahren für die betrachteten Testszenerien eine Reduktion der Tourlänge um bis zu 13% erreichen, verglichen mit den Referenzwerten der Tourenplanung ohne alternative Lieferorte. Die entwickelten Planungsverfahren liefern also - bei guter, d.h. praxistauglicher Laufzeit - eine deutliche Verbesserung gegenüber den Planungsergebnissen ohne alternative Lieferorte.

Das Testen und die Evaluierung der Verfahren wurden anhand von mehreren Testdatensätzen, welche unterschiedliche Szenarien widerspiegeln, vorgenommen. Als Grundlage für diese Testdatensätze diente ein anonymisierter realer Datensatz, welcher die Auslieferungen von Hermes im Großraum Hamburg in einem Zeitraum von 24 Stunden widerspiegelt. Der 921 Lieferorte umfassende Datensatz wurde dazu verwendet, die ursprünglichen Lieferorte zu modellieren. Der Referenztourplan über diese Lieferorte besitzt eine Gesamtlänge von 1621 Kilometern sowie eine Gesamtdauer von 125,16 Stunden und entspricht der klassischen Tourenplanung ohne Berücksichtigung der alternativen Lieferorte. Anhand dieses Referenztourplanes kann überprüft werden, inwiefern sich durch Anwendungen der unterschiedlichen Verfahren ein Vorteil bei der Tourenplanung ergibt.

Als Grundlage für die alternativen Lieferorte diente bei der Generierung der Testdatensätze die Lage von 221 Tankstellen aus dem Großraum Hamburg. Während das Volumen und Gewicht der Lieferungen für die alternativen Lieferorte sich aus den entsprechenden Angaben des ursprünglichen Lieferortes ergeben, wurden die Lieferzeitfenster entsprechend der zu modellierenden Art von alternativen Lieferorten gewählt. Für die Belieferung am Arbeitsplatz wurde beispielsweise ein Lieferzeitfenster von 8:00 h bis 18:00 h vorgesehen, für die Belieferung an einem Pickpoint wie dem Tower24 hingegen ein Lieferzeitfenster von 24 Stunden.

Über die Betrachtungen im Rahmen des oben gezeigten Einzelbeispiels hinaus wurden aus dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial mehrere Testdatensätze, welche unterschiedliche Szenarien widerspiegeln, konstruiert. Der Anteil der Lieferorte, welche über Alternativen verfügen, liegt in den Testdatensätzen zwischen 15 und 25%. Als Grundlage hierfür diente eine im Auftrag der Hermes Logistik Gruppe durchgeführte Umfrage, wonach zum damaligen Zeitpunkt ca. 27% der Kunden bereit waren, Gebrauch von alternativen Lieferadressen zu machen. Es können dabei für eine herkömmliche Lieferadresse 1 bis maximal 3 Alternativen angegeben werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die für die Planung mit alternativen Lieferorten entwickelten Verfahren es durch die Berücksichtigung der individuellen Kundenpräferenzen eine Verbesserung des Kundenservices ermöglichen. Hinzu eröffnet die Optimierung der Zustell Touren ein deutliches Einsparungspotential in der Kilometerleistung.

Nachfolgende Abbildungen zeigen beispielhaft ein Ergebnis der Szenarienkalkulationen:

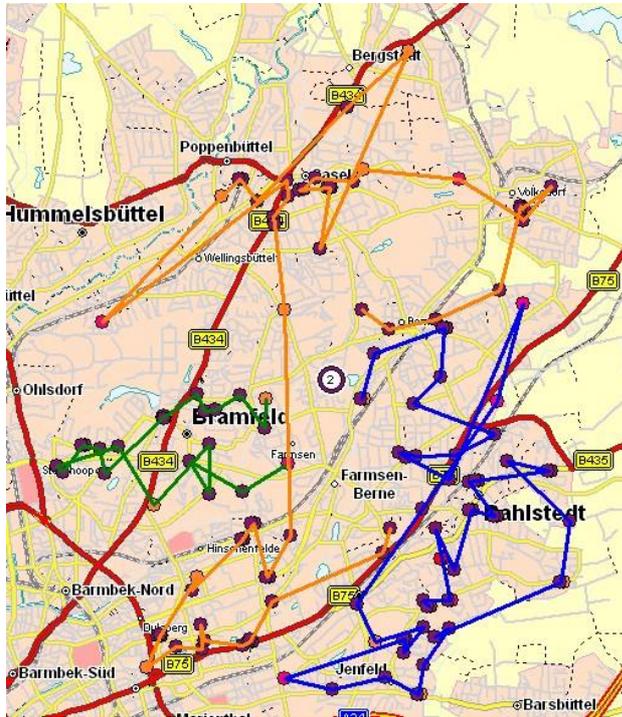


Abbildung: Alternative Lieferorte – Ergebnis konventionelle Planung

Ohne die Berücksichtigung von alternativen Lieferorten muss die Tour Lieferpunkte, die sehr peripher gelegen sind, bedienen.

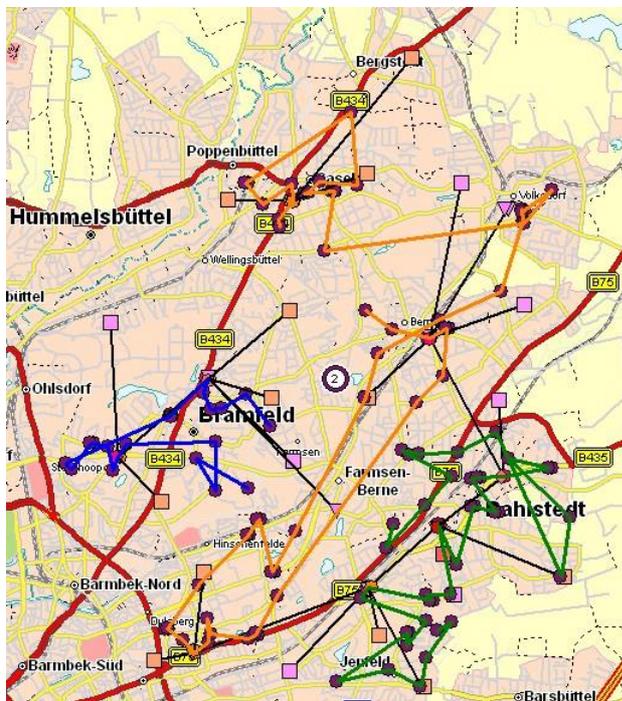


Abbildung: Alternative Lieferorte – Ergebnis neues Verfahren

Stehen alternative Lieferorte zur Verfügung, so wird versucht, z.B. sehr peripher gelegene Lieferpunkte durch zentraler gelegene Alternativen zu ersetzen.

Es kommt so zu einer Bündelung bzw. Konzentration von Lieferpunkten und die Tour ist gegenüber der konventionell geplanten Tour deutlich kürzer.

## Dynamische Tourenplanung auf der Basis von Ganglinien

Die bekannten Tourenplanungsalgorithmen konnten bislang nur auf statischen Netzen planen, d.h. die Reihenfolge der Tour wurde unter Berücksichtigung von Distanzen und zugehörigen festen Reisezeiten geplant. Indem nun durch die neu entwickelten Verfahren die zu erwartende dynamische Verkehrssituation im Verlauf des jeweiligen Auslieferungstags berücksichtigt werden kann, d.h. es wird berücksichtigt, dass es für ein und dieselbe Distanz im Netz über den Tag hinweg variierende Reisezeiten gibt, kann für den Kunden ein wahrscheinlicheres und genaueres Lieferzeitfenster ermittelt werden. Die Entwicklung dieser vertieften und komplexeren Verfahren für die Tourenplanung auf der Basis von Ganglinien war daher ein weiterer wesentlicher Schwerpunkt der Arbeiten der PTV.

Hierzu wurden drei sequenzielle Einsatzverfahren für den modular aufgebauten Transport Application Server (TAS) implementiert. Die entwickelten Verfahren berücksichtigen bei der Tourenbildung historische Verkehrsinformationen und darauf basierende Prognosezustände in Form von im Tagesverlauf variierenden, also dynamischen Aufwandsmatrizen. Die Verkehrsinformationen werden über die Schnittstelle zur T-Info Factory zur Verfügung gestellt.

Die durchgeführten Tests und Szenarienbetrachtungen zeigen, dass die Planungsverfahren Tourenpläne hervorbringen, welche zum einen besser die tatsächliche Verkehrssituation im Tagesverlauf reflektieren, zum anderen ergeben sich aber auch „Vermeidungseffekte“. Die Touren verlaufen also zu Spitzenzeiten nicht oder nur vermindert in den besonders belasteten Bereichen einer Stadt. Die Tests zeigen aber auch klar, dass die entwickelten Verfahren nur dann ihre volle Wirkung entfalten können, wenn auch genügend genaue und differenzierte Verkehrsinformationen bereitgestellt werden.

Die Tests wurden für das Untersuchungsgebiet München-Nord in kleinem Masstab und in Zusatzuntersuchungen für das Untersuchungsgebiet Berlin durchgeführt. Die technische Machbarkeit konnte bereits am Falle München-Nord gezeigt werden, jedoch hat es sich als sinnvoll erwiesen, auch die Rahmenbedingungen anhand des „Massenbeispiels“ Berlin noch stärker bei den Untersuchungen zu berücksichtigen:

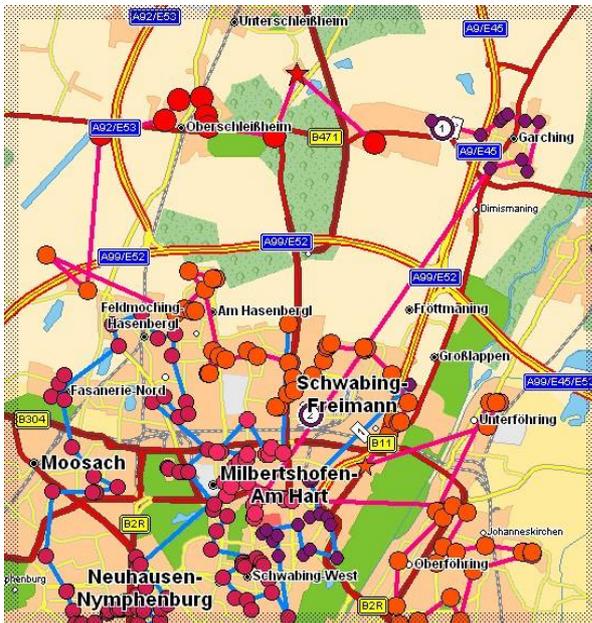
Für Berlin lagen Ganglinien (15-Minuten-Intervalle) vor, welche jedoch in Qualität und Ausprägung intensiv untersucht werden mussten. Hierzu wurden die einzelnen Tage (Montag bis Sonntag) im Detail betrachtet und schliesslich die Montagsganglinie gewählt, da hier die grössten verkehrlichen Belastungen abzulesen waren. Weiterhin musste im Bereich der Netze/Ganglinien eine Vergleichsbasis geschaffen werden, welche eine Beurteilung der Planungsergebnisse erleichtert. Hierzu wurden verschiedene Netze herangezogen bzw. neu mit Durchschnittswerten belegt. Konkret wurden folgende Netzvarianten verwendet bzw. betrachtet:

- Standardnetz: keine dynamischen Verkehrsinformationen, es gibt Strassentypen welche mit Durchschnittsgeschwindigkeiten belegt sind
- Dynamisches Netz: einer grösseren Anzahl von Strecken im Netz sind Ganglinien mit im Tagesverlauf variierenden Geschwindigkeiten zugeordnet
- Vquer-Netz: für die mit Ganglinien behafteten Strecken wurden basierend auf den verfügbaren Ganglinien (vgl. Dynamisches Netz) mittlere Geschwindigkeiten errechnet
- Spezial-Netz: aus einem anderen Projekt vorliegendes Netz mit angepassten Durchschnittsgeschwindigkeiten

Für verschiedene Szenarien (Variation der Anzahl Lieferpunkte und Variation der Depot-Lage) wurden sowohl dynamische als auch statische Planungen mittels des neu entwickelten Verfahrens durchgeführt und verglichen.

Der Nutzen der so verfeinerten Tourenplanungsalgorithmen liegt darin, dass den Kunden wahrscheinlichere und genauere Lieferzeitfenster mitgeteilt werden können. Ausserdem werden die belasteten Bereiche im Straßennetz in der Rushhour gemieden und es kommt somit zu einer Entzerrung der verkehrlichen Situation im städtischen Bereich.

Nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft die Unterschiede zwischen den Ergebnissen einer herkömmlichen Planung und der Dynamischen Tourenplanung:



Der herkömmlich geplante Tourenplan sieht vor, dass der Fahrer während der Morgenspitze in den Innenstadtbereich fährt.

Dadurch ergeben sich Verspätungen, welche dazu führen, dass Lieferzeitfenster verletzt werden und zudem kann der Fahrer das Liefergebiet erst zur Abendspitze wieder verlassen. Insgesamt ergibt sich eine unnötig lange Tour, da der Fahrer Zeit im dichten Verkehr verliert.

(Die Zunahme der Verspätung wird durch zunehmend größer werdende Kreise angezeigt.)

Abbildung: Dynamische Tourenplanung – Ergebnis konventionelle Planung



Abbildung: Dynamische Tourenplanung – Ergebnis neue Planung

Der dynamisch geplante Tourenplan sieht vor, dass der Fahrer erst nach abklingen der Morgenspitze in den Innenstadtbereich fährt.

Dadurch wird weniger Zeit im Stau verbracht und der Fahrer kann vor der Abendspitze das Liefergebiet verlassen. Insgesamt ergibt sich zwar eine geringfügig längere Tour (km), die jedoch zeitlich deutlich kürzer ist als im obigen Falle.

## Tourensteuerung und -überwachung, Eventmanagement

Das Eventmanagement zeigt sich verantwortlich für das Erkennen und Verarbeiten verschiedenster Ereignisse während der Tourdurchführung. Ziel ist es dabei, den Verlauf der Touren zu verfolgen und den Disponenten bei Bedarf bei der Bearbeitung unvorhergesehener Ereignisse zu unterstützen. Dabei erkennt das Eventmanagement frühzeitig kritische Ereignisse und so ist es möglich, bei Bedarf entsprechende Massnahmen zu ergreifen.

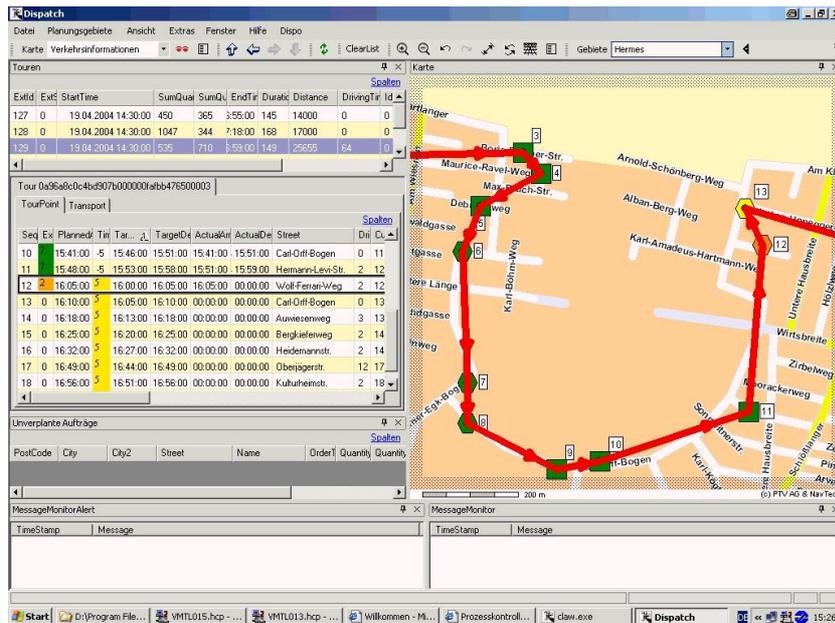
Durch das kontinuierliche Überwachen der Tour (eingehende Tourstatusmeldungen) und die Einbeziehung von Verkehrsinformationen, wird der bisherige Verlauf der Touren genau nachvollzogen und der zu erwartende Verlauf abgeschätzt. Kommt es zu Abweichungen vom ursprünglich geplanten Verlauf, z.B. aufgrund eines unfallbedingten Staus, können die betroffenen Kunden zumindest über die Änderung des Lieferzeitpunktes informiert werden. Möglicherweise kann jedoch die Tour auch leicht modifiziert werden, sodass vor allem kritische Kunden pünktlich beliefert werden. Ein weiterer wichtiger Anwendungsfall ist die Bearbeitung von Neuaufträgen (z.B. Kofferabholung): durch das Eventmanagement wird dem Disponenten der Neuauftrag angezeigt und er wird dabei unterstützt, den Auftrag in eine der laufenden Touren einzuplanen. Dabei wird berücksichtigt, dass es zu keinen Restriktionsverletzungen kommt (Lieferzeitfenster anderer Kunden).

Die wichtige Neuentwicklung im Bereich des Eventmanagements besteht demnach in der Berücksichtigung aktueller Verkehrsinformationen. Diese werden über die Schnittstelle zur T-Info Factory zur Verfügung gestellt.

Die Reaktion auf eingehende Verkehrsstörungen wurde im Rahmen von Tests untersucht, in denen beispielhafte Verkehrsstörungen simuliert und die technische Reaktion des Systems beobachtet wurden. D.h. die Lieferzeitpunkte für die verbleibenden Tourpunkte wurden basierend auf den vom Fahrzeug eingehenden Statusmeldungen sowie den aktuellen Verkehrsinformationen neu berechnet und kritische Verzögerungen angezeigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Eventmanagement eine wichtige Komponente ist, welche es ermöglicht, auch auf unvorhergesehene Ereignisse – insbesondere auch verkehrlicher Natur – effizient zu reagieren. Insbesondere wenn eine grössere Anzahl vereinbarter Lieferzeitfenster einzuhalten ist, ist es möglich, die Kunden bei Bedarf zu benachrichtigen, und bei möglichst vielen Kunden die ursprünglich vereinbarten Lieferzeitfenster einzuhalten. Damit wird eine höhere Servicequalität und mehr Kundenzufriedenheit erzielt.

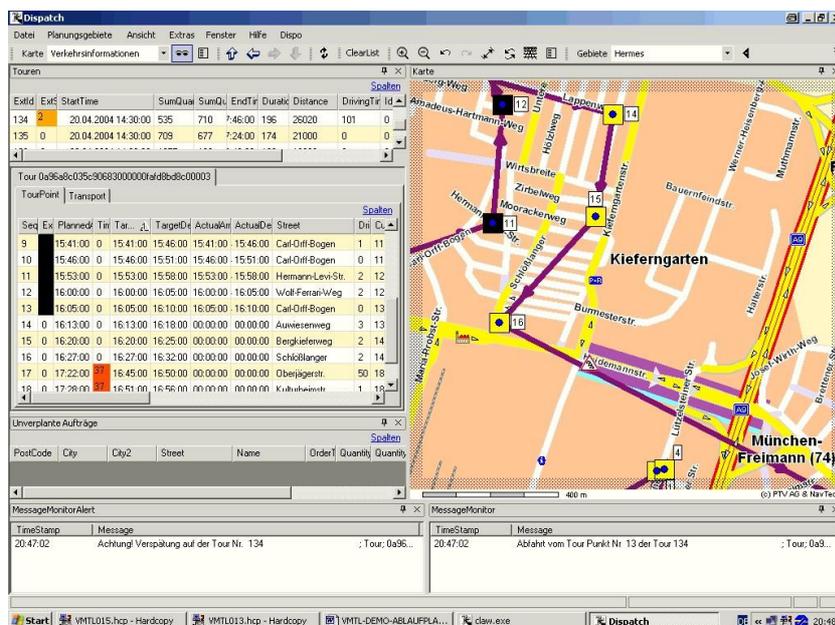
Nachfolgende Abbildungen zeigen beispielhaft, wie der Disponent das Eventmanagement über die Benutzeroberfläche erfährt:



Der bisherige und der weitere Verlauf einer Tour wird dem Disponenten visualisiert.

Es liegen keine Störungen oder kritische Ereignisse, die zu Verspätungen führen, vor.

Abbildung: Eventmanagement – Benutzeroberfläche keine Störungen



Eine aktuelle Staumeldung geht ein und die Auswirkungen auf den weiteren Verlauf der Tour (Verspätung) werden visualisiert.

Der Disponent wird aktiv gewarnt und er kann entsprechend reagieren.

Abbildung: Eventmanagement – Benutzeroberfläche Störung wird visualisiert

## **Verbesserung der geografischen Planungsgrundlagen für die Tourenplanung, Tourenplanung mit Anfahrrorten**

Die Testfahrten im Rahmen der Arbeiten haben gezeigt, dass neben der Berücksichtigung von alternativen Lieferorten und Verkehrsinformationen bei der Tourenplanung auch spezielle und detaillierte geografisch-verkehrliche Informationen wichtig sind, welche den Lieferort selbst näher beschreiben. Dies sind z.B. Park- oder Wendemöglichkeiten für unterschiedlich große Lieferfahrzeuge oder auch zeitliche Erreichbarkeiten der Ziel- oder Anfahrrorte gemäss vorhandener städtischer Zufahrtsbeschränkungen. Abhängig von Grösse und Gewicht der Waren ist die Benutzung von Ladehilfen in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten von Interesse. Beliebige Kombinationen dieser Restriktionen und Attribute sind für eine einzelne Auslieferung in der Praxis möglich und führen z.B. dazu, dass von Fall zu Fall unterschiedlich viel Zeit für den gesamten Auslieferungsvorgang beim Kunden eingeplant werden.

Die Tourenplanung mit Anfahrrorten erlaubt demnach die Berücksichtigung von Zufahrts- und Haltemöglichkeiten sowie zusätzlichen zeitlichen Restriktionen direkt bei der Tourbildung. Die grundlegenden Verfahren sind die gleichen wie für die Tourenplanung mit alternativen Lieferorten, jedoch werden nun keine Kunden-spezifischen Informationen, sondern Lieferpunkt-spezifische Zusatzinformationen in der Tourenplanung berücksichtigt. Neben der geographischen Information der Lieferadresse der Kunden, welche über den Schritt der Geocodierung mittels Standardkarten bzw. Standardplanungsdatensätzen dem Tourenplanungssystem zur Verfügung gestellt wird, sind hier weitere geographisch-verkehrliche Details zu berücksichtigen, die sich z.B. aus den Praxis-Erfahrungen der Zusteller rekrutieren können.

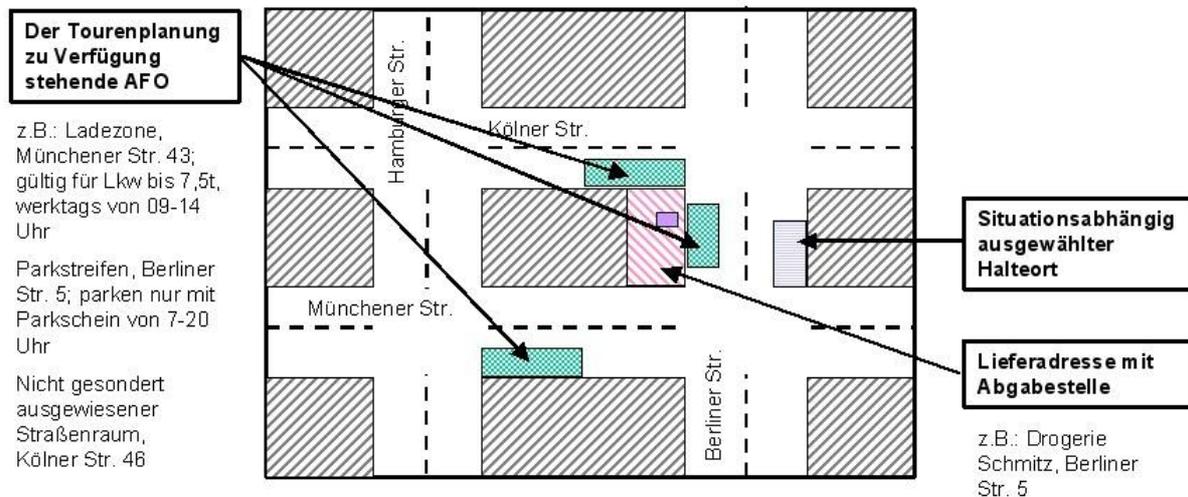
Im Rahmen einer eingegrenzten Testumgebung, welche auf den Verfahren zur Tourenplanung mit alternativen Lieferorten basiert, wurden folgende Problemfelder näher untersucht:

- Erreichbarkeit des Anfahrrortes: Zufahrtszeit, Grösse und Gewicht des Fahrzeugs
- Erreichbarkeit des Abgabeortes: Grösse und Gewicht der Sendung, Barrierefreiheit
- Attribute des Anfahrrortes: Abstellzeit des Fahrzeuges, Laufzeit des Zustellers

Eine Berücksichtigung von Aspekten wie Wendemöglichkeiten wurde hier nicht weiter betrachtet, um die Komplexität zu begrenzen.

Die Arbeiten im Bereich Tourenplanung mit Anfahrrorten konnten erste grundlegende Schritte hin zu einer Berücksichtigung sehr spezieller und detaillierter geografisch-verkehrliche Aspekte erreichen. Da der Themenbereich nicht Hauptbestandteil der Arbeiten im Bereich der Tourenplanung war, konnten keine umfassenden Untersuchungen oder auch Verfahrensentwicklungen durchgeführt werden und es liegen vor allem Ergebnisse im Bereich der Problemdefinition vor, welche die Grundlage für weiterführende Arbeiten bilden.

Nachfolgende Abbildung zeigt, wie eine Lieferadresse in der Praxis tatsächlich zu erreichen sein kann:



Zu einer Lieferadresse gibt es mehrere mögliche Anfahrorte (AFO). Ziel ist es, für eine konkrete Sendung einen gültigen und optimalen Anfahrort bereits bei der Tourenplanung festzulegen.

Abbildung: Anfahrorte in der Tourenplanung

## 2. Nutzen und Verwertbarkeit

Die entwickelten Module bzw. Verfahren bieten auf verschiedenen Ebenen Verbesserungen für den Logistikdienstleister und die Kunden:

Der Transport Application Server erlaubt die modulare Integration von neuen Verfahren und Lösungsansätzen im Bereich der Tourenplanung und –steuerung.

Die Tourenplanung mit alternativen Lieferorten bietet einerseits Vorteile für die Kunden, durch eine individuelle Berücksichtigung der persönlichen Lieferpräferenzen, und andererseits deutliche Optimierungspotentiale in der Tourenplanung (Bündelung) für den Transportdienstleister. Wichtig ist, dass die Bereitstellung von Lieferzeitfenstern seitens der Kunden und deren tatsächliche Berücksichtigung die Reduktion der erfolglosen Zustellversuche bedingt und damit zusätzlich zu einer Effizienzsteigerung seitens des Transportdienstleisters beiträgt.

Die Dynamische Tourenplanung auf der Basis von Ganglinien ermöglicht eine genauere Ermittlung von Lieferzeitfenstern und trägt damit gleichfalls zu einem besseren Kundenservice bei. Zudem kommt es zu Optimierungspotentialen in der Tourenplanung, da auf die verkehrliche Situation in der Stadt eingegangen und damit die Vermeidung von Standardstausituationen ermöglicht wird.

Das Eventmanagement (Tourüberwachung und –steuerung) trägt dazu bei, dass auf unvorhergesehene Situationen besser reagiert werden und dass der Tourenplan so gut wie möglich befolgt werden kann. Kunden können so im Notfall direkt informiert werden, was gleichfalls zu einer Steigerung der Kundenzufriedenheit beiträgt.

Die nur ansatzweise realisierte Tourenplanung mit Anfahrorten ermöglicht eine Verbesserung für den Zusteller vor Ort, dieser kann so gezielt zu einer geeigneten und gültigen Entladestelle geleitet werden. Zudem sind Optimierungspotentiale vor allem in der Innenstadtbe-

lieferung denkbar, wo einzelne Lieferadressen räumlich sehr eng beisammen liegen können. Die benötigte Zeit für das Be- und Entladen kann insgesamt besser eingerechnet werden und der Tourenplan gewinnt an Genauigkeit.

Hinsichtlich der Verwertbarkeit der verschiedenen Module sind für alle Entwicklungen konkrete Anwendungsfälle aus der Praxis vorhanden. Die Prototypen liegen in unterschiedlicher Entwicklungsreife vor, und können entsprechend des geplanten Einsatzes zügig in vorhandene Systeme integriert werden. Nachfolgend werden die Einsatzfelder und der Entwicklungsstand für den TAS bzw. die einzelnen Module nochmals im Detail aufgezeigt:

### **Transport Application Server**

Der Transport Application Server liegt als voll entwickelte Integrationsplattform vor und erlaubt die flexible Bereitstellung unterschiedlicher Module im Bereich der Tourenplanung und -steuerung. Der TAS ist in allen Bereichen des Transportwesens, also nicht nur im KEP-Bereich, einsetzbar.

### **Tourenplanung mit alternativen Lieferorten**

Der klassische Anwendungsfall für das entwickelte Modul ist beim Distanzhandel zu finden, welcher sehr häufig flexible und schwer erreichbare Kunden beliefern möchte, welche nur selten an der Heimatadresse anzutreffen sind. Eine direkte Umsetzung des Konzepts ist z.B. für die PaketShops von Hermes, aber auch für andere Schliessfachsysteme denkbar. Solche Konzepte werden von verschiedenen Anbietern aktuell bereits angeboten bzw. befinden sich in der Aufbauphase. Daraus leitet sich der Bedarf nach einer entsprechenden Planungsunterstützung ab, welche die Vorgänge besser begleiten.

Das Modul liegt als vollentwickelter Prototyp vor und kann rasch in die PTV Produktwelt aufgenommen werden. Dabei sind noch Varianten der Ausgestaltung der Verfahren denkbar, welche den Kundenwünschen entsprechend entwickelt werden können.

### **Dynamische Tourenplanung auf der Basis von Ganglinien**

Ein konkretes Beispiel ist auch hier der Bereich Distanzhandel: Es wird nun möglich, realistische Tourenpläne zu ermitteln, welche z.B. als Grundlage für die Transportüberwachung und -steuerung dienen können. Es ist damit weiter möglich, den Kunden aus der Tourenplanung heraus, Lieferzeitzusagen zu machen, welche nicht nur den Tag der Zustellung, sondern z.B. ein 2-Stunden Zeitfenster beinhalten.

Die sequentiellen Einfügeverfahren liegen in unterschiedlichen Implementierungsgraden vor. Die Wirkungsweise der Verfahren wurde hinreichend bewiesen, jedoch sind in diesem Bereich noch weitergehende Arbeiten und Entwicklungen auch auf wissenschaftlicher Ebene notwendig. Erste Teillösungen mit eingeschränkter Funktionalität sollen aber möglichst rasch in die Produktwelt aufgenommen werden.

Eine wichtige Voraussetzung für die Markteinführung der Verfahren ist die Bereitstellung von geeigneten Ganglinien (Verkehrsinformationen).

### **Aktive Tourensteuerung und –überwachung**

Ein typischer Anwendungsfall ist die Einhaltung enger Lieferzeitfenster beim Distanzhandel: Durch das kontinuierliche Überwachen der Tour (eingehende Tourstatusmeldungen) und die Einbeziehung von Verkehrsinformationen, wird der bisherige Verlauf der Touren genau nachvollzogen und der zu erwartende Verlauf abgeschätzt (ETA = Estimated Time of Arrival). Ein weiterer Anwendungsfall aus dem KEP-Umfeld ist der Bereich des Neuauftrags-handlings. Ist eine Annahme von Neuaufträgen (z.B. Kofferabholung) vorgesehen, so wird dem Disponenten durch das Eventmanagement der Neuauftrag angezeigt und er wird dabei unterstützt, den Auftrag in eine der laufenden Touren einzuplanen.

Das Modul liegt als weit ausgestalteter Prototyp vor, der eine grosse Anzahl verschiedener Ereignisse, welche auch unabhängig von Planung und Durchführung auftreten, berücksichtigen kann. Je nach Anwendungsfall kann das Modul flexibel an ein vorliegendes System angepasst werden.

Eine wichtiger Zusatzaspekt für die Markteinführung des Moduls ist die Bereitstellung von geeigneten Verkehrsinformationen.

### **Tourenplanung mit verbesserten geografischen Planungsgrundlagen**

Das Modul wurde nur rudimentär entwickelt, auch wenn eine ausführliche Problemanalyse und erste Spezifikation vorliegen. Die Berücksichtigung von Lieferort-spezifischen Zusatzinformationen ist vor allem bei Transporten im Bereich der „Letzten Meile“ nutzenbringend.

In diesem Bereich sind noch weitere Entwicklungsarbeiten und Tests notwendig.

## **3. Paralleler Fortschritt bei anderen Stellen**

Im Bereich der Berücksichtigung von Verkehrsinformationen bei der Tourenplanung (Dynamische Tourenplanung auf der Basis von Ganglinien) wurden parallel zu den Arbeiten in VMTL auch im Rahmen des nationalen Forschungsprojekt OVID (Stärkung der Selbstorganisationsfähigkeit im Verkehr durch I+K-gestützte Dienste) Möglichkeiten untersucht und entwickelt, Verkehrsinformationen (prognostizierte Verkehrslage) in die Tourenplanung zu integrieren. Hierbei lag der Fokus jedoch zunächst auf der Erstellung eines umfassenden Prognosemodells, welches die dezidierte Bereitstellung der Informationen für die Verkehrsteilnehmer ermöglicht, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Reaktionen (z.B. Befolgung oder Missachtung der gegebenen Routenempfehlungen). Im Rahmen der Arbeiten in OVID wurden auch Möglichkeiten untersucht, welche eine Abstimmung von Produktionsprozessen auf die Logistikprozesse ermöglicht.

## 4. Veröffentlichungen

Es wurde eine grosse Anzahl von Veröffentlichungen bzw. Präsentationen über die verschiedenen Ergebnisse der Arbeiten der PTV gemacht:

- In einem Fachbeitrag in der Strassenverkehrstechnik (10/2004) wurde ausführlich über die Arbeiten unter dem Titel „Berücksichtigung von Kundenprioritäten und Verkehrszustand bei der Zustellung und Abholung von Waren“ berichtet.
- Als Nachbereitung der Meilensteinpräsentation Demonstration Szenario 2005 im März 2004 wurden verschiedene Beiträge für die Fachpresse erstellt.
- Die VMTL-Ergebnisse wurden in Nürnberg während des BESTUFS Workshops mit dem Titel “Last Mile Solutions“ vorgestellt (April 2005).
- Als Nachbereitung der Abschlussveranstaltung im April 2005 wurden die Ergebnisse von VMTL und insbesondere die die Tourenplanung und -steuerung betreffenden Bereiche einem Mitarbeiter der Verkehrs Rundschau in einem ausführlichen Telefoninterview vorgestellt.
- Als Nachbereitung der Abschlussveranstaltung im April 2005 wurde eine Pressemitteilung mit den Ergebnissen im Bereich der Tourenplanung und -steuerung sowie den anderen Teilprojektergebnissen der PTV erstellt.
- Die Gesamtergebnisse im Bereich der Tourenplanung und -steuerung wurden in verschiedenen Beiträgen für die Fachpresse vorgestellt.
- Die Ergebnisse im Bereich der Tourenplanung und -steuerung wurden in einem Paper für die City Logistics Conference (Juli 2005) dokumentiert und dort einem internationalen Fachpublikum vorgestellt.
- Die Ergebnisse im Bereich der Tourenplanung und -steuerung sowie die anderen Teilprojektergebnisse der PTV wurden im COMPASS (PTV Kundenzeitschrift) vorgestellt.
- Die Ergebnisse aller PTV-Demonstrationen wurden PTV-intern vorgestellt (Fachvortrag).
- Es wurde ein Produktblatt für jedes der Module im Bereich der Tourenplanung und -steuerung erstellt, welches die wichtigsten Anwendungsgebiete, die Funktionalitäten, die technischen Eigenschaften sowie die Integrationsmöglichkeiten in die vorhandene Produktwelt enthält.
- Die VMTL-Ergebnisse wurden in das Europäische Projekt NICHES ([www.niches-transport.org](http://www.niches-transport.org)) als Fallbeispiel für den Bereich „Lösungen für die Paketzustellung im Bereich E-Commerce (Schliessfächer, etc.)“ eingebracht und VMTL wird hier im Zusammenhang mit und im Vergleich zu anderen Lösungen weiter untersucht.
- Die VMTL-Ergebnisse im Bereich der Tourenplanung und -steuerung wurden in einer PTV-Zusatzbroschüre veröffentlicht (deutsch und englisch).

## **IV    Berichtsblatt / Document Control Sheet**