

# Tourenplanung: Meisterstück des modernen Logistikers

## 1 Routenplanung - was ist das?

### 1.1 Die Aufgabe

Routenplanung, Tourenoptimierung, Fahrzeugeinsatzplanung - das ist die Disposition einer Fahrzeugflotte zur Belieferung, Bedienung oder Entsorgung einer grossen Menge von Kunden, Filialen, Verkaufsstellen oder anderen Standorten. Dabei spielt es keine Rolle, ob Fahrzeuge der eigenen Firma, Fahrzeuge von Transporteuren mit festem Vertrag oder sporadisch eingesetzte Fremdfahrzeuge verplant werden.

Der Planer muss die beiden folgenden Aufgaben lösen:

- Zuordnung von Kunden und Sendungen zu Touren und Fahrzeugen (Clusterbildung)
- Fahrtroutenplanung für jedes Fahrzeug (Routing)

Dabei sind viele unterschiedliche Randbedingungen (Restriktionen) zu beachten. Eine wirklich optimale Lösung ist nur möglich, wenn beide Aufgaben nicht getrennt, sondern simultan bearbeitet werden. Dadurch wird diese Aufgabe sehr komplex.

„Klassische“ Tourenplanungsaufgaben findet man z.B. in den Bereichen Lebensmittelgrosshandel, Milchsammlung, Speditionen mit Stückgut- und Fernverkehr, Postbetriebe und Kurierdienste, Abfallentsorgung, Einsatzplanung von Aussendienstmitarbeiter im Vertrieb und Service und vielen anderen mehr.

### 1.2 Manuelle Planung und ihre Schwächen

Über 90% aller Betriebe, die regelmässig 10 oder mehr Fahrzeuge disponieren, planen auch heute noch ihre Touren konventionell ohne Computerunterstützung, obwohl sie für andere Aufgaben schon seit langem EDV-Programme einsetzen. Oft werden auf riesigen Strassenkarten mit bunten Nadeln und Wollfäden die geplanten Touren abgesteckt oder man sortiert Berge von Lieferscheinen. Fahrzeugbelastungen und Lieferzeiten werden intuitiv geschätzt. Tourlisten werden von Hand geschrieben oder nachträglich in ein EDV-Programm eingegeben.

Da nur wenig Zeit zur Verfügung steht, ist man gezwungen, sich an fixen, langfristig geplanten Rahmentouren zu orientieren. Dadurch entstehen die typischen Planungsfehler:

- Fahrzeugüberlastung oder mangelnde Auslastung
- Verstösse gegen die Arbeitszeitregelungen
- Verletzung von Lieferterminen
- Einsatz von ungeeigneten Fahrzeugen
- Teure Notfalltouren bei Reklamationen.

Man ist froh, wenn der Auftragsbestand vom Hof ist - egal wie. Für Wirtschaftlichkeitsüberlegungen bleibt keine Zeit.

### 1.3 Planungsaufgaben

Innerhalb der Tourenplanung unterscheidet man folgende Grundaufgaben:

- Die langfristige „**Strategische Planung**“ erfolgt auf der Basis von durchschnittlichen Liefermengen. Der Tourenplan wird während einer längeren Periode entweder als fester Fahrplan täglich unverändert durchgeführt oder dient als Fundament für die tägliche Feinplanung. Typische Beispiele sind Sommer- und Winterfahrpläne oder spezielle Pläne für Feiertage.

Strategische Planungen sind nur möglich, wenn die Liefermengen langfristig planbar sind. Ziele der strategischen Planung sind: vollständige oder teilweise Reduktion des täglichen Planungsaufwands, Bekanntgabe von festen Liefertagen und Lieferzeiten an die Kunden, Vergabe von festen Touren an Subunternehmer, Einteilung von Lieferregionen, Standortoptimierung für Umschlagpunkte.

- Die „**Operative Planung**“ („taktische Planung“, „Ad-hoc-Planung“) ist eine einmalige Tourenplanung für einen konkret vorliegenden Auftragsbestand, wie z.B. die tägliche Planung bei Speditionen im Stückgut. Sie erfolgt meistens unter Zeitdruck und Hektik.
- Die „**Simulation**“ dient zur Analyse von „Was wäre wenn“ - Szenarien: Optimierung der Fuhrparkstruktur, Entscheidung über Eigen- und Fremdtransport, Optimierung von Lieferfrequenzen, Standort-Optimierung.

## 1.4 Ein Beispiel: Feinverteilung in der Pressedistribution

Die Empfänger (Kunden, Leistungserbringungsorte) sind Kioske, Ladengeschäfte, Tankstellen, Hotels, Krankenhäuser, Verkaufsautomaten und Austrägerdepots.

Die Lieferungen bestehen aus

- Tageszeitungen, Zeitschriften und ggf. Bücher und andere Kioskwaren
- verlagseigene Produkte und Fremdprodukte
- langfristig bestellte oder zugeteilte Stückzahlen und kurzfristige Nachbestellungen
- Abholung von Retouren
- mehrere Lieferungen an einem Tag (Erstlieferung vor Öffnung, Nachlieferung während der Öffnung).

Der Fuhrpark besteht aus verlagseigenen oder fremden Lieferfahrzeugen (Kleinbus, Pkw). Startorte der Touren sind Druckhäuser, feste eingerichtete Depots (Kopfstationen) oder Umschlagpunkte ohne spezielle Einrichtungen (Tankstellen, Rastplätze).

Typische Probleme in der Pressedistribution sind:

- sehr enge Zeitfenster zwischen Verfügbarkeit der Ware (Produktionszeiten) und Öffnungszeiten der Kunden
- Steigerung des Verkehrsaufkommens im morgentlichen Berufsverkehr
- langfristig planbare und kurzfristige Mengenschwankungen von Tag zu Tag (Wochentage, Sonderausgaben, Beilagen)
- häufige Änderungen im Kundenstamm (saisonale Öffnungen und Schliessungen bei Freibädern und Skiliften), sowie logistisch nicht relevante Mutationen (Inhaberwechsel)
- hohe Kundendichten in Innenstädten mit zahlreichen Verkehrsbeschränkungen (Fussgängerzonen, Einbahnstrassen)

Andere Planungsaufgaben im Pressewesen sind z.B.:

- **Vortransport:** Fernverkehr vom Produktionsort zu Depots mit Lkw oder Lieferfahrzeugen, z.T. kombiniert mit Feinverteilung
- **Zustellertouren:** Fussgängertouren für Zusteller (Austräger) zur Hauszustellung bei Abonnenten.

## 2 Tourenoptimierung mit dem Computer

### 2.1 Die Aufgabe eines Tourenoptimierungsprogrammes

Moderne Computerprogramme zur Tourenoptimierung erstellen in kurzer Zeit für einen Datenbestand mit Kunden, Aufträgen und Fahrzeugen selbständig und vollautomatisch einen Tourenplan mit folgenden Eigenschaften:

- sämtliche Restriktionen werden erfüllt, sofern sie datentechnisch erfasst sind (z.B. Beachtung von Lieferzeitvorgaben, keine Fahrzeugüberlastung)

- der Tourenplan ist nahezu optimal, d.h. die Gesamtkosten der Planung liegen geringfügig über dem theoretisch möglichen Minimum.

Tourenplanung ist eine sehr komplexe Optimierungsaufgabe. Beim heutigen Stand der Mathematik lässt sich das absolute Minimum nicht mit vertretbarem Zeitaufwand ermitteln. Die Algorithmen liefern daher eine „suboptimale“ Lösung.

Die grafische Benutzeroberfläche (z.B. für Windows) unterstützt den Planer bei folgenden Arbeiten:

- Pflege der Stammdaten
- Darstellung und Auswertung der Planungsergebnisse mit Grafiken und Tabellen (Beispiele: Fahrtrouten im Strassennetz, Zeit/Weg-Diagramme)
- weitere Verbesserung der Planung durch manuelle Eingriffe, z.B. Verschieben eines Auftrags von einer Tour in eine andere („drag and drop“) mit geringfügiger Verletzung einer Zeitrestriktion
- Ausdruck von Tourlisten und Fahrer-Anweisungen

Tourenoptimierungsprogramme sind eigenständige Programmsysteme für Personal Computer im Industriestandard. Die Integration in die EDV-Umgebung und der Datenaustausch erfolgen durch standardisierte Schnittstellen. Trotzdem sind sie keine PC-Standardsoftware wie Excel, sondern betriebswirtschaftliche Programme, die immer an die speziellen Anforderungen einer Anwendung angepasst werden müssen. Die optimale Einführung und Anwendung erfordert daher den engen Kontakt zum Hersteller.

## 2.2 Programmfunktionen im Überblick

Tourenoptimierungsprogramme bieten folgende Programmfunktionen:

### Datenverwaltung

- automatische Übernahme von aktuellen Daten aus der EDV-Umgebung
- Pflege sämtlicher Planungsdaten im Dialog
- sofortige Aktualisierung der Tourenpläne bei Änderungen der Basisdaten mit Anzeige von neuen Tourzeiten, Fahrzeugauslastungen und Transportkosten
- Warnungen bei Fahrzeugüberlastung, Zeitverstößen und anderen Restriktionsverletzungen

### Digitales Strassennetz

- Einbindung von digitalen Strassennetzdaten mit beliebiger Genauigkeit (z.B. vollständige Stadtpläne mit Verkehrsregelungen oder reduzierte Regionaldaten)
- Suche nach Orten, Postleitzahlen, Strassennamen oder Adressen
- Routenoptimierung für Fahrten von einem Startort zu einem Zielort (kürzster, schnellster oder kostenminimaler Weg) mit Ausgabe von Fahrhinweisen
- Ausgabe von Distanztabelle (z.B. von jedem Depot zu jedem Kunden)
- Ermittlung von benachbarten Kunden mit nicht akzeptabler Distanz (z.B. zur Elimination von überflüssigen Verkaufsautomaten)

### Mathematische Optimierungsverfahren

- Vollautomatische Zusammenstellung von Aufträgen zu Touren und Fahrzeugen (Tourenoptimierung)
- Optimale Ergänzung von bereits vorgeplanten Teiltouren
- Vollautomatische Verbesserung einer Planung nach Änderung der Ausgangsdaten durch Tausch von Aufträgen und Fahrzeugen
- Optimierung der Reihenfolge der Anfahrstellen pro Tour (Travelling Salesman Problem)

### Manuelle Tourenplanung

- Zuordnung von einem oder mehreren Aufträgen zu einer Tour an eine bestimmte Position oder mit automatischer Auswahl der optimalen Position
- Integration eines neuen Auftrags in die optimale Tour
- Entfernung von Aufträgen aus Touren
- Zuordnung von Touren zu Fahrzeugen

### Sonstiges

- Statistische Auswertung und Ermittlung von Logistik-Kennzahlen
- Abrechnung von Transporteuren und Auftraggebern
- Ausgabe von Drucklisten
- Übergabe von Planungsergebnissen an die EDV-Umgebung

## 2.3 Abgrenzung

Ein Tourenoptimierungsprogramm ist kein:

- Routenplaner aus dem Computerladen, welcher lediglich die optimale Fahrtroute von einem Startpunkt zu einem Ziel - evtl. mit Zwischenstopps - ermittelt
- Tourenverwaltungsmodul aus einem Warenwirtschaftssystem, das nur zum Ausdruck von Tourlisten dient, aber die Planung nicht unterstützt
- Programm zur Überwachung von Fahrzeugen-Standorten mit Satellitenortung (GPS)
- „Standort-Optimierung-System“, das die optimalen Standorte von Depots, Kopfstationen oder Produktionsstandorten berechnet.

## 3 Planungsdaten

### 3.1 Logistische Stammdaten

Die folgenden Stammdaten sind als Vorbereitung für den Programmeinsatz einmalig zu erheben. Sie dienen i.A. als Basis für unterschiedliche Planungsaufgaben und -varianten:

- Empfänger (Verkaufsstellen, Kunden) mit vollständiger Anschrift und Einbindung ins Straßennetz, Typ (Kiosk oder Automat), Öffnungszeiten, gewünschte Lieferzeiten, Abladebedingungen, Zufahrtsbeschränkungen und sonstige Hinweistexte für den Fahrer
- Quellen (Depots, Produktionsorte, Umschlagpunkte) mit Angaben zum Standort, Produktionszeiten und Warenverfügbarkeit
- Fuhrpark mit Fahrzeugnummern, Fahrzeugtyp, Ladekapazität, zeitliche Verfügbarkeit, Geschwindigkeiten und Kostensätze.

### 3.2 Lieferdaten

Die folgenden Sendungsdaten (Lieferungen, Aufträge) bilden die Grundlage für eine konkrete Tourenplanung:

- Quelle und Empfänger
- Gesamtgewicht oder Exemplarzahl pro Artikel
- evtl. Volumen bei sperrigen Kiosk-Waren
- Liefertag (z.B. normaler Werktag, Freitag, Samstag, Sonntag) und Zeitscheibe (Erstlieferung vor Öffnung, Zweitlieferung während Öffnungszeit)
- Zeitbedarf für Auslieferung (abhängig von Menge und Typ des Empfänger)
- Ertrag für kundenweise Kosten/Nutzen-Analyse

### 3.3 Strassennetz

Für die Tourenplanung werden digitale Strassennetzdaten auf Vektorbasis mit folgenden Elementen benötigt:

- Netzknoten (Verkehrsknoten, Ortsmittelpunkte, Kunden-Standorte) mit Geo-Koordinaten, Bezeichnung und Typklassifikation
- Strassenelemente als Verbindung zwischen den Netzknoten mit Entfernung (in Meter), Strassentyp, Fahrtrichtung und Strassenname
- Verkehrsregelungen (Einbahnstrassen und Abbiegeverbote) für innerstädtische Planungen

Strassennetzdaten können vom Lieferanten des Tourenoptimierungssystems oder aus anderen Quellen (staatliche Vermessungsämter, Anbieter von Fahrzeug-Navigationssystemen) bezogen werden.

## 4 Das Rationalisierungspotential der Tourenoptimierung

### 4.1 Rationalisierungseffekt 1: Transportkosten

Die Vorteile der Tourenoptimierung im Vergleich zur konventionellen Planung sind:

- Minimierung der **Fahrt-Kilometer** senkt die variablen Fahrzeugkosten (Benzin, Verschleiss)
- Minimierung der **Fahrzeit** senkt die Fahrer-Einsatzzeiten (Personalkosten)
- Minimierung der **Anzahl von Fahrzeug-Einsätzen** senkt die Fahrzeug-Fixkosten
- Minimierung von **Fahrer-Einsatztagen** senkt die Personal-Fixkosten

Dadurch werden die Transportkosten verringert und die vorhandenen Ressourcen im Fuhrpark besser ausgelastet. Frei werdende Kapazitäten können für neue Aufgaben genutzt werden.

Die Durchführung von modellhaften Vergleichsrechnungen mit Daten aus der Praxis zeigt in den meisten Fällen folgende Ergebnisse:

- die variablen Transportkosten werden um mehr als 10% reduziert.
- bei grösseren Planungsaufgaben mit mehreren hundert Abladestellen und mehr als 10 Fahrzeugeinsätzen werden auch die Fixkosten um mindestens 10% gesenkt.

Insgesamt sind Einsparungen von 10 - 20% der Transportkosten zu erwarten.

Aus der praktischen Nutzung der Tourenoptimierung liegen selten direkt vergleichbare Kostenrechnungen vor, da mit der Einführung des Planungssystem meistens auch die Randbedingungen geändert werden, wie z.B. Standortwechsel in der Produktion, Änderung der Produktionszeiten, Reorganisation der Verteilstruktur oder Erweiterung des Produktspektrums durch Fusion oder Übernahme von Fremdprodukten.

### 4.2 Rationalisierungseffekt 2: Kosten der Disposition

Das Tourenplanungssystem vereinfacht und beschleunigt die Arbeit des Disponenten. Dadurch entstehen bei gleicher oder besserer Qualität der Tourenplanung folgende Resultate:

- Der Chef-Disponent wird von Routineaufgaben entlastet und hat mehr Zeit für umfangreichere Planungsaufgaben oder andere Arbeiten.
- Hilfskräfte für Vorsortierung, Schreiben von Tourlisten usw. werden überflüssig.
- Computerberechnungen und Drucklisten enthalten keine Schreib- und Rechenfehler. Die permanente Datenprüfung verhindert Planungsfehler. Sondertouren für Nachlieferungen zur Korrektur von Fehlplanungen entfallen. Lieferqualität und Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens werden verbessert.

- Das Planungssystem ermöglicht die Aufnahme neuer Kunden oder die Änderungen von Restriktionen und die erforderliche Anpassung der Tourenplanung in kürzester Zeit. Die Tourenplanung ist immer aktuell.
- Die Transportabwicklung wird transparent, wodurch die Einarbeitung von neuen Disponenten vereinfacht wird.

Ein typisches Beispiel aus der Lebensmitteldistribution:

- Ohne Tourenoptimierung: dezentrale Disposition in 2 Depots. Aufwand: pro Depot ein Disponent mit 4 Stunden pro Tag, also insgesamt ca. 8 Stunden pro Tag
- Mit Tourenoptimierung: zentrale Disposition für beide Depots. Aufwand: 1 Disponent mit ca. 3 Stunden pro Tag

### 4.3 Kosten/Nutzen-Analyse

Die einmaligen Anschaffungskosten für die Software, Implementierung, Schulung und Einführung liegen je nach Ausstattung und Umfang von individuellen Programmanpassungen zwischen Fr. 50'000.- bis weit über Fr 100'000.-. Dazu kommen die internen Kosten für die Systemeinführung.

Andererseits betragen die jährlichen Gesamtkosten für den Einsatz eines Lieferfahrzeugs ca. Fr 150'000.-. Beim Rationalisierungspotential von 10% der Transportkosten ist also bereits bei einem kleinen Fuhrpark mit 10 Fahrzeugen eine Amortisation innerhalb eines Jahres möglich.

Bei grösseren Aufgaben besteht kein Zweifel, dass sich die Systeminstallation innerhalb kurzer Zeit rentabilisiert, vor allem wenn man die Einsparungen und sonstigen Verbesserungen der Planungsqualität berücksichtigt, die neben der unmittelbaren Senkung der Transportkosten möglich sind.

Die Synergien von Vertriebskooperationen oder anderen strukturellen Änderungen im Transport können oft nur mit einer computergestützten Tourenplanung erfolgreich in die Praxis umgesetzt werden.

Verkehrsbelastung und Benzinkosten werden auch in Zukunft weiter ansteigen und lassen eine überdurchschnittliche Steigerung der Transportkosten erwarten. Die Kosten für den Einsatz eines Planungssystems werden dagegen konstant bleiben oder sogar sinken. Dieser Trend führt dazu, dass sich die Rationalisierungseffekte der Tourenoptimierung in Zukunft weiter verstärken.

Tourenoptimierung auf Knopfdruck ist nicht möglich. Ein Tourenplanungssystem ist ein komplexes Werkzeug, das nicht von heute auf morgen eingeführt werden kann. Die Auswahl und Einführung sollte daher ohne Zeitdruck geschehen. Nur dann erschliesst sich das volle Rationalisierungspotential und nur dann sind Synergien möglich, die bei einer konventionellen Planung undenkbar erscheinen.

Hans Kissling

