

Neue Lösungen für das strategische Verkehrsmanagement in der IGLZ Frankfurt am Main

D. Allekotte^{a,1}, M. Ganser^{b,2}, M. Dinter^{c,3} und F. Willems^{c,4}

^a Stadt Frankfurt am Main, Straßenverkehrsbehörde
Mainzer Landstraße 323, D-60326 Frankfurt am Main

^b GEVAS software - Systementwicklung und Verkehrstechnik
Leuchtenbergring 20, D-81677

^c AS&P – Albert Speer & Partner GmbH
Hedderichstraße 108-110, D-60596 Frankfurt am Main

Kurzfassung: Die wachsenden Verkehrsbelastungen auf allen Verkehrsträgern stellen hohe Anforderungen an die verantwortlichen Aufgabenträger. Die Stadt Frankfurt am Main baut zur Bewältigung dieser Aufgabe eine Integrierte Gesamtverkehrsleitzentrale auf. Ein wesentliches Ziel dieser Zentrale ist es, neben der Verkehrslageerfassung im städtischen Netz und der Zusammenführung sämtlicher verkehrsrelevanter Daten, abgestimmte Verkehrsmanagementstrategien zu entwickeln und mittels eines Strategiemanagementsystems umzusetzen.

Dabei wurden neue Konzepte der Planung und softwaretechnischen Umsetzung entwickelt und erprobt: Koordination vieler betroffener öffentlicher Stellen, sowohl in Gremien als auch online, vollautomatische und interaktive Strategien, eine automatische Situationsanalyse mit Fuzzy-Logik, ein Workflow-System und ein Modul zur Ausführung von Strategien-Maßnahmen mit automatischer Konfliktlösung.

Schlagworte: Verkehrsmanagement, Strategiemanagement, Verkehrsleitzentrale

¹E-mail: dorothee.allekotte@stadt-frankfurt.de, URL: www.stadt-frankfurt.de

²E-mail: michael.ganser@gevas.de, URL: www.gevas.de

³E-mail: m.dinter@as-p.de, URL: www.as-p.de

⁴E-mail: f.willems@as-p.de, URL: www.as-p.de

1 Einleitung

Die Stadt Frankfurt am Main als wesentlicher Wirtschaftsstandort der Rhein-Main-Region ist ständig wachsenden Verkehrsproblemen ausgesetzt. Bereits heute ist die Verkehrssituation von täglich etwa 300.000 Berufs- und Ausbildungspendlern geprägt. Hiervon nutzen etwa 200.000 Pendler den Motorisierten Individualverkehr (MIV). Dies führt zu erheblichen Qualitätseinbußen im Straßenverkehr. Zu den Spitzenverkehrszeiten ist der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) ebenfalls an der Grenze der Leistungsfähigkeit angekommen. Zur Lösung dieser Verkehrsprobleme soll ein Gesamtverkehrsmanagement für die Stadt Frankfurt am Main initialisiert werden. Hierzu wird von der Straßenverkehrsbehörde der Stadt Frankfurt am Main eine Integrierte Gesamtverkehrsleitzentrale (IGLZ) aufgebaut. Dieses Projekt beinhaltet:

- Erweiterung der Verkehrslageerfassung,
- Verkehrsmodellierung: Verkehrslageerfassung und Prognose (basierend auf Schleifendetektion und Floating Car Data im MIV und ÖV), Störfallerkennung und Ursache-Wirkungs-Analyse
- Erstellung eines Verkehrslageberichts („Level-of-Service“) für ein strategisches Straßennetz
- Verkehrsbeeinflussung mittels Lichtsignalanlagen, Infotafeln und dynamischen Parkleitsystem; weitere System wie Wechselwegweisung, Fahrstreifensignalisierung etc. können in die IGLZ integriert werden
- Aufbereitung und Verteilung von Verkehrsinformationen
- Aufbau eines Strategiemanagementsystems
- Entwicklung und Implementierung von in Vorfeld abgestimmten Verkehrsmanagementstrategien

Weiterhin soll der organisatorische Rahmen für die Entwicklung von Verkehrsmanagementstrategien und die Abstimmung mit den beteiligten Partnern erarbeitet werden.

Die Arbeiten zum Aufbau der IGLZ begannen im November 2001, der erste Bauabschnitt wird voraussichtlich Anfang 2004 beendet. Die beteiligten Firmen sind:

- Projektsteuerung:
CSC Ploenzke
- Softwareentwicklung IGLZ-Kern, Schnittstellen Verkehrsrechner und Internet:
Konsortium EDS Business Solutions GmbH,
GEVAS software GmbH,
Werum Software & Systems GmbH

- Softwareentwicklung restliche IGLZ-Schnittstellen:
Traffic Consult GmbH
- Erarbeitung von Verkehrsmanagementstrategien:
AS&P – Albert Speer & Partner GmbH

Das vorliegende Papier befasst sich mit dem Strategiemangement innerhalb der IGLZ inklusive der Entwicklung von Verkehrsmanagementstrategien.

2 Lösung

Durch eine Zusammenführung, Aufbereitung und Bewertung aller verkehrsrelevanten Daten in der IGLZ soll die Entscheidungsgrundlage für eine Strategie-orientierte Steuerung des Verkehrs geschaffen werden. Die Beeinflussung des Verkehrs erfolgt in der Regel durch vorabgestimmte intermodale Verkehrsmanagementstrategien. Die Strategien umfassen sowohl planbare Ereignisse wie z.B. Überlastungen während der Spitzenstunde oder Großveranstaltungen, als auch nicht planbare Ereignisse wie z.B. Störfälle im MIV. Das Strategiemangement in der IGLZ erfolgt durch ein speziell entwickeltes Strategiemangementsystems, welches weitestgehend automatisch abläuft. Sofern dies nicht möglich oder nicht gewünscht ist, wird der Operator durch die einzelnen Arbeitsschritte einer Strategie geführt. Ein manueller Eingriff der Operatoren der IGLZ ist jederzeit möglich.

3 Vorgehensweise

3.1 Entwicklung von Verkehrsmanagementstrategien

Im Rahmen der Strategieentwicklung werden die Ergebnisse vorangegangener Forschungsprojekte, vor allem des Projekts Nr. 70.560/98 des Forschungsprogramms Stadtverkehr (FOPS) „Verknüpfung von Strategien, Maßnahmen und Systemen des regionalen und städtischen Verkehrsmanagements“ und des Forschungsprojekts WAYflow „Mobilität in Ballungsräumen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) berücksichtigt und weiterentwickelt.

Die Vorgehensweise bei der Entwicklung von Verkehrsmanagementstrategien gliedert sich in die folgenden Arbeitsschritte:

- Analyse bestehender Problemsituationen und Dokumentation in einer Problembibliothek. Im Rahmen des ersten Bauabschnitts wurden insgesamt 34 Problemsituationen erfasst, analysiert und in einer Access-Datenbank dokumentiert. Diese Dokumentation beinhaltet eine kurze Situationsbeschreibung, die Ursache, die Wirkung und einen Lageplan.



Abbildung 1: Beispiel einer Problemdokumentation

- Auswahl von relevanten Problemsituationen für die weitere Strategieentwicklung. Für den ersten Bauabschnitt der IGLZ wurden insgesamt sieben Problemsituationen für die weitere Strategieentwicklung ausgewählt. Diese sind:
 - Störfall im MIV
 - Messeveranstaltung
 - Straßensperrung aufgrund von Hochwasser
 - Kurzzeitige Behinderung durch Wegfall eines Fahrstreifens
 - Überlastung während der Spitzenzeiten auf insgesamt drei Hauptverkehrsstraßen
- Ausarbeitung von Maßnahmen zur Minimierung der negativen Auswirkungen der ausgewählten Problemsituationen und Abstimmung mit allen beteiligten Institutionen. Dokumentation der Maßnahmen in einer Maßnahmenbibliothek. Diese Aufgabe gliedert sich in die folgenden Arbeitsschritte:
 - Erarbeitung von möglichen Maßnahmen
 - Auswahl von Maßnahmen bezüglich der Machbarkeit und des Realisierungshorizonts
 - Abstimmung mit den beteiligten Partnern:
 - Straßenverkehrsbehörde Frankfurt am Main
 - Straßenbauamt Frankfurt am Main
 - Polizei
 - Branddirektion
 - Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV)
 - Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main (VGF)
 - Messe Frankfurt GmbH
 - Fraport AG Frankfurt Flughafen

- Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV) / Verkehrsleit-zentrale Hessen (VLZ)
- Erarbeitung eines Strategieablaufs für die Maßnahmen der einzelnen Strategien. Diese Strategieablaufplanung dient der abschließenden Abstimmung der Verkehrsmanagementstrategie mit den beteiligten Partnern.

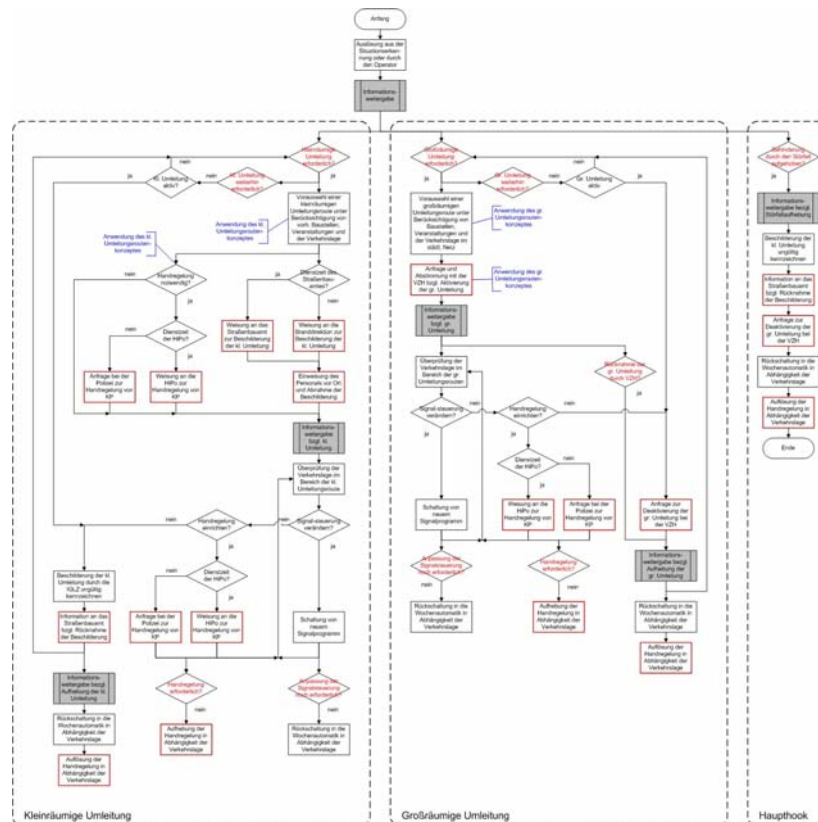


Abbildung 2: Beispiel eines Strategieablaufplans

- Erarbeitung einer detaillierten Strategieumsetzungsplanung, in der die einzelnen Aktionen seitens der IGLZ genau beschrieben werden. Hier werden auch die auslösenden und beendenden Situationen für jede Strategie genau definiert.

Die Strategieentwicklung ist eine verkehrsplanerische Aufgabe. Hier müssen neben der technischen Machbarkeit auch die organisatorischen und politischen Aspekte berücksichtigt werden.

Für das Strategiemangement innerhalb der IGLZ wird ein komplexes Strategiemangementssystem zum automatischen bzw. halbautomatischen Betrieb der Verkehrsmanagementstrategien aufgebaut (siehe unten). Eine Aufgabe, die sich für den Betrieb des Strategiemangementes der IGLZ stellt, ist die Implementierung der teilweise sehr komplexen Abläufe einer Verkehrsmanagementstrategie in das Strategiemangementssystem. Dies ist nicht ohne

weiteres möglich und erfordert daher vom Planer eine „Übersetzung“ der planerischen Strategie in eine systembezogene Darstellung und somit die Implementierung der verkehrsplanerischen Ansätze und Lösungen in die „IT-Welt“. Dies stellt eine besondere Herausforderung an die Verkehrsplaner im Rahmen der Strategieentwicklung und -implementierung im Projekt IGLZ dar.

3.2 Softwaretechnische Umsetzung des Strategiemanagements

Für das Strategiemanagement innerhalb der IGLZ wird ein Strategiemanagementsystem zum automatischen bzw. halbautomatischen Betrieb der Verkehrsmanagementstrategien aufgebaut.

Es besteht aus den Komponenten:

- Situationsanalyse mit Fuzzy-Control
- Flow-System
- Aktivitäten-Manager

Die zentrale Komponente des Strategiemanagements ist das **Flow-System**. Es speichert sämtliche Verkehrsmanagementstrategien der Stadt Frankfurt einschließlich deren Entscheidungs- und Arbeits-Abläufe in Form von formalisierten Workflows und führt diese aus. Interaktionen des Operators mit dem Flow-System sind vorgesehen und geschehen über eine Web-basiertes Bedienoberfläche, den sog. Strategie-Controller. Mit einem graphischen Workflow-Editor können beliebige Abläufe geplant, versorgt und getestet werden.

Workflows können in freier Abstufung vollständig automatisch ablaufen oder vom Operator gesteuert sein. Die Automatisierung wird durch eine Skriptsprache ermöglicht, deren Syntax einer Vereinfachung von Java entspricht. Das System unterstützt parallele Workflows mit gegenseitigen Referenzen, Workflows in Eltern-Kind Beziehung, parametrisierte Workflows und viele andere Funktionalitäten.

Das Flow-System deckt alle Anforderungen komplexer Verkehrsmanagement-Strategien ab, wie sie typisch für Ballungsräume sind. Dabei ist sichergestellt, dass der Operator nicht die Grenzen überschreitet, die seinem Handeln durch die Strategie-Vorabstimmung gesetzt sind. Auf der anderen Seite lässt es ausreichend Raum für spontane menschliche Entscheidungen, wie sie in den komplexen und nicht immer vorauszusehenden Situationen des realen Verkehrsgeschehens oft notwendig werden (Flow-System als Entscheidungshilfe-System). Ebenso ist es möglich, Workflows oder Teile davon auf einfache Weise von automatisch auf Handbetrieb oder umgekehrt umzustellen. Das System kann somit von einem vorsichtig angewendeten Prototypen zu einem weitgehend automatisierten Großsystem wachsen. Eine Straßenverkehrsbehörde kann so schrittweise Erfahrungen im Umgang mit den vielen neuen Aspekten und Fragestellungen im Zusammenhang mit einem hoch entwickelten Strategie-Management sammeln.

Dem Flow-System vorgeschaltet ist die **Situationsanalyse mit Fuzzy Control SFC**. Auf der Basis vom Anwender definierten Regeln analysiert es die aktuelle Verkehrssituation anhand der Detektordaten und der Ausgaben der Verkehrsmodelle der IGLZ. Die Analyse stellt die

wesentliche Eingangsinformation über das Verkehrsgeschehen für das Flow-System dar. Die Regeln können frei aus beliebigen in der Zentrale vorhandenen dynamischen und statischen Daten der IGLZ mit einem graphischen, generischen¹ Regeleditor zusammengestellt werden. Dabei kommen entweder klassische oder Fuzzy-Regeln zum Einsatz. Regeln können voneinander abgeleitet werden, kaskadierend aufeinander aufbauen und in einer Bibliothek abgelegt werden. Herstellerseitig eingebaute Funktionen stellen in der Verkehrswissenschaft übliche Standard-Auswertungen bereit.

Ein wesentlicher Zweck des SFC ist es, Ausdrücke der Art: „Vergleiche den Level of Service (LOS) von 55 Streckenabschnitten in der Nähe des Hauptbahnhofes. Sind mindestens 30% davon überstaut und steigt der Gesamtmittelwerte aller LOS mehr als 0,2 Stufen pro Minute dann liegt Problemfall B vor.“ aus dem den Workflows und Skripten des Flow-Systems heraus zu halten. So etwas wird durch das SFC „nach oben“ gekapselt, so dass sich der Ersteller der Workflows ganz auf die Steuerung des Strategieablaufes konzentrieren kann. Darüber hinaus dient das SFC als allgemeines Analyse- und Entscheidungswerkzeug, das immer dann zum Einsatz kommt, wenn automatische Auswertungen vorgenommen werden sollen, die nicht durch fest implementierte Algorithmen und Modell abgedeckt werden (können).

Vom Strategie-Management ausgehende Maßnahmen werden nicht direkt vom Flow-System und seinen Workflows, sondern über den Aktivitäten-Manager ausgeführt. Dies erlaubt es, komplexere Maßnahmen, die aus mehreren Einzelaktionen bestehen, als Ganzes aus einem Workflow heraus zu starten. Die Maßnahmen werden vom Aktivitäten-Manager in Aktionen zerlegt, auf Konflikte geprüft, ausgeführt, überwacht und bei Problemen abgeschaltet. Der Status jeder Maßnahme wird zum schaltenden Workflow laufend zurückgemeldet; dort kann entsprechend reagiert werden (z.B. mit einer Rückfallebene).

Um die Workflows wie eben beschrieben effizient „nach unten“ zu kapseln, verfügt der Aktivitäten-Manager über weitere Funktionalitäten:

- Obligatorische Aktionen: führen zu einer Abschaltung aller Aktionen in der zugehörigen Maßnahme. Beispiel: Eine Maßnahme Umleitung besteht aus mehreren Anzeigen auf verschiedenen Freitext-Infotafeln und der unterstützenden Beeinflussung mehrerer Grüner Wellen. Die Beschaltung der Infotafeln ist obligatorisch, da der Fahrer der Umleitung ohne sie nicht folgen kann. Die Beeinflussung der Grünen Wellen ist nicht obligatorisch, weil die Umleitung ohne diese zwar u.U. nicht mehr sehr, aber immer noch einigermaßen gut funktioniert.
- Automatische Konfliktlösung: Wenn verkehrliches Strategiemangement oftmals nur geringe Funktionalitäten aufweist, liegt das zumeist daran, dass das Problem der Konfliktlösung zwischen Strategien und deren Maßnahmen nicht zufrieden stellend gelöst werden konnte. Die Aufgabe liegt auf der Hand: Viele parallel arbeitende Strategien (bzw. Workflows) konkurrieren beim Zugriff auf die an die Zentrale angeschlossenen Aktoren. Konflikte entstehen beim Versuch, Aktoren widersprüchlich zu beschalten (lokaler Kon-

¹ Generisch meint dabei, dass die Software bei Strukturänderungen der Daten (z.B. durch Hinzukommen eines neuen Verkehrsmodells) nicht angepasst werden muss. Dies wird durch das Datenmodell der IGLZ, das auf einem Metamodell beruht, ermöglicht.

flikt) oder auch auf der semantischen Ebene, wenn es verkehrlich keinen Sinn macht, zwei Strategien gleichzeitig laufen zu lassen (globaler Konflikt). Potenzielle und reale Konflikte werden vom Aktivitäten-Manager erkannt und abgefangen. Der Planer muss hierzu lediglich die Priorität von Strategien festlegen, eben-so wie die Existenz globaler Konflikte.

- **Abstrahiertes Aktorenmodell:** Eine weitere typische Anforderung an ein Strategiemangement ist der Umgang mit sehr vielen verschiedenen Aktortypen und das möglichst generisch¹. In der IGLZ hierzu ein verbindliches Aktorenmodell eingeführt, das denkbare Arten von Aktoren in einem sehr weitem Umfang modelliert und gemäß den Anforderungen eine Leitzentrale so zu wenigen Basistypen abstrahiert, dass ein allgemeiner Zugriff darauf möglich wird. Der Aktivitäten-Manager kommuniziert nur noch mit den abstrakten Aktoren; die physikalischen Aktoren werden jeweils durch individuelle Schnittstellen-Software gekapselt. Auf diese Weise können so verschiedene Aktoren wie Lichtsignalanlagen oder ein Meldungsausgabe-Banner im Internet auf die gleiche Art und Weise angesteuert werden.

Leistungsfähige graphische Anzeigewerkzeuge komplettieren das Strategiemangement der IGLZ und machen es zu einem hochkomfortablen System. Die angewandten Methoden entsprechen dem neuesten Stand der Technik. Eine Variante des Strategiemagements der IGLZ mit vereinfachtem Flow-System wird im BMBF-Leitprojekt MOBINET als sog. Strategiemodul der Verkehrszentrale München zum Einsatz. IGLZ und MOBINET werden in 2003 bzw. Anfang 2004 abgeschlossen.

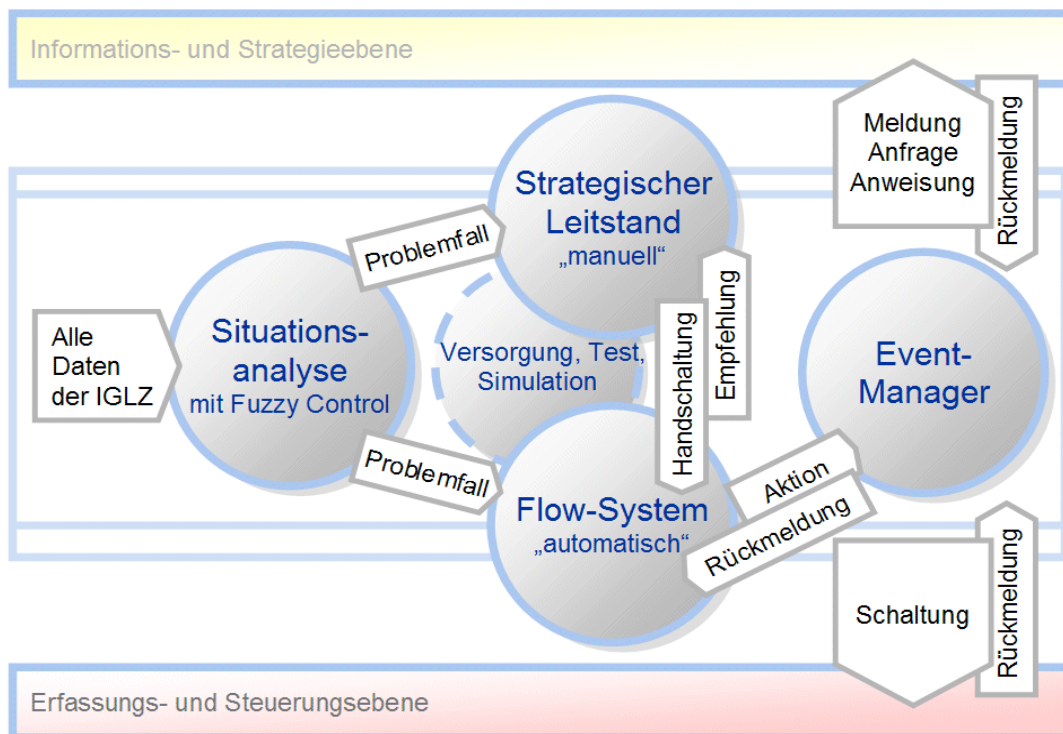


Abbildung 4: Informationsflüsse im Strategiemangement der IGLZ

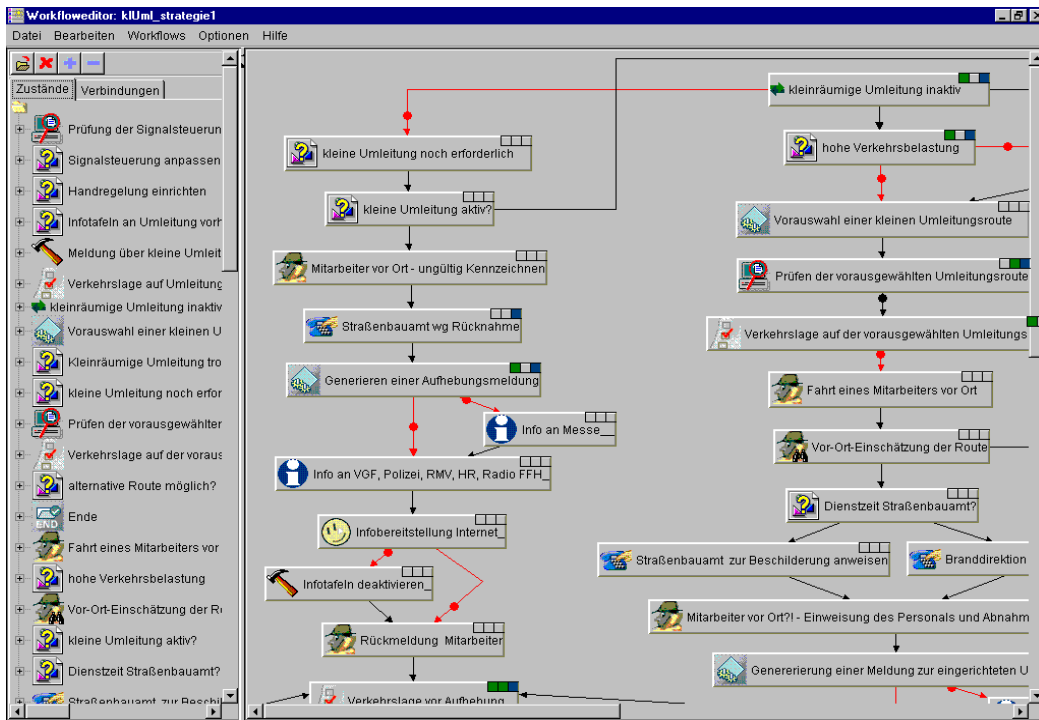


Abbildung 5: Workflow einer komplexen Verkehrsmanagement-Strategie

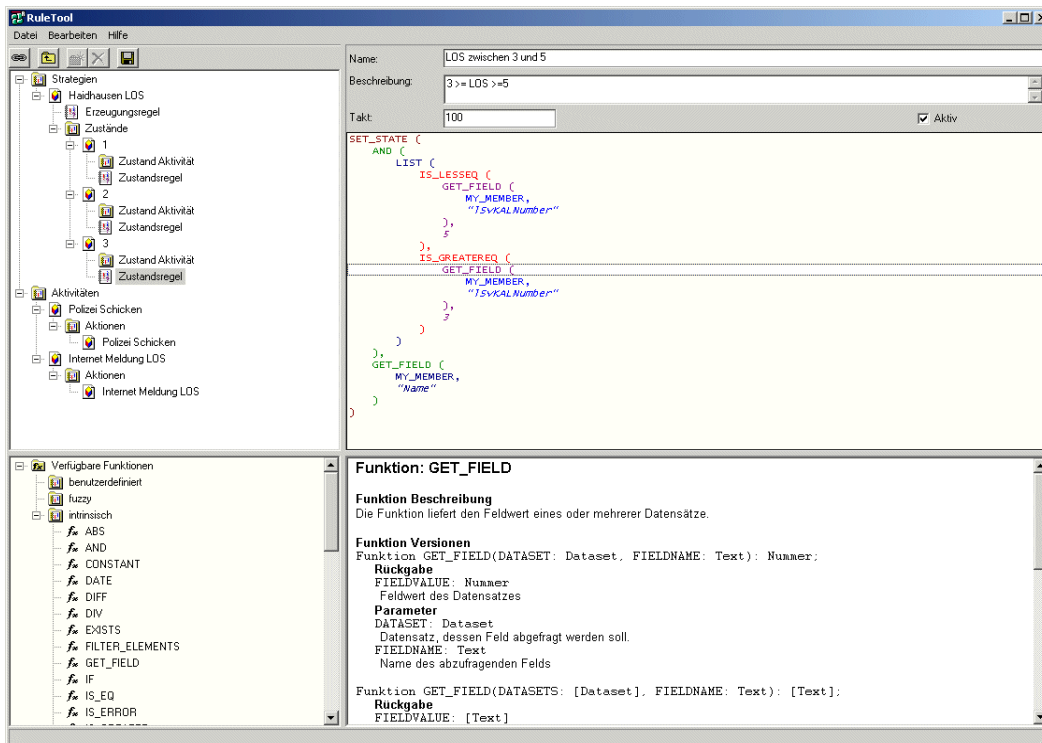


Abbildung 6: Freie Definition von Regeln für die Situationsanalyse mit Fuzzy-Control SFC

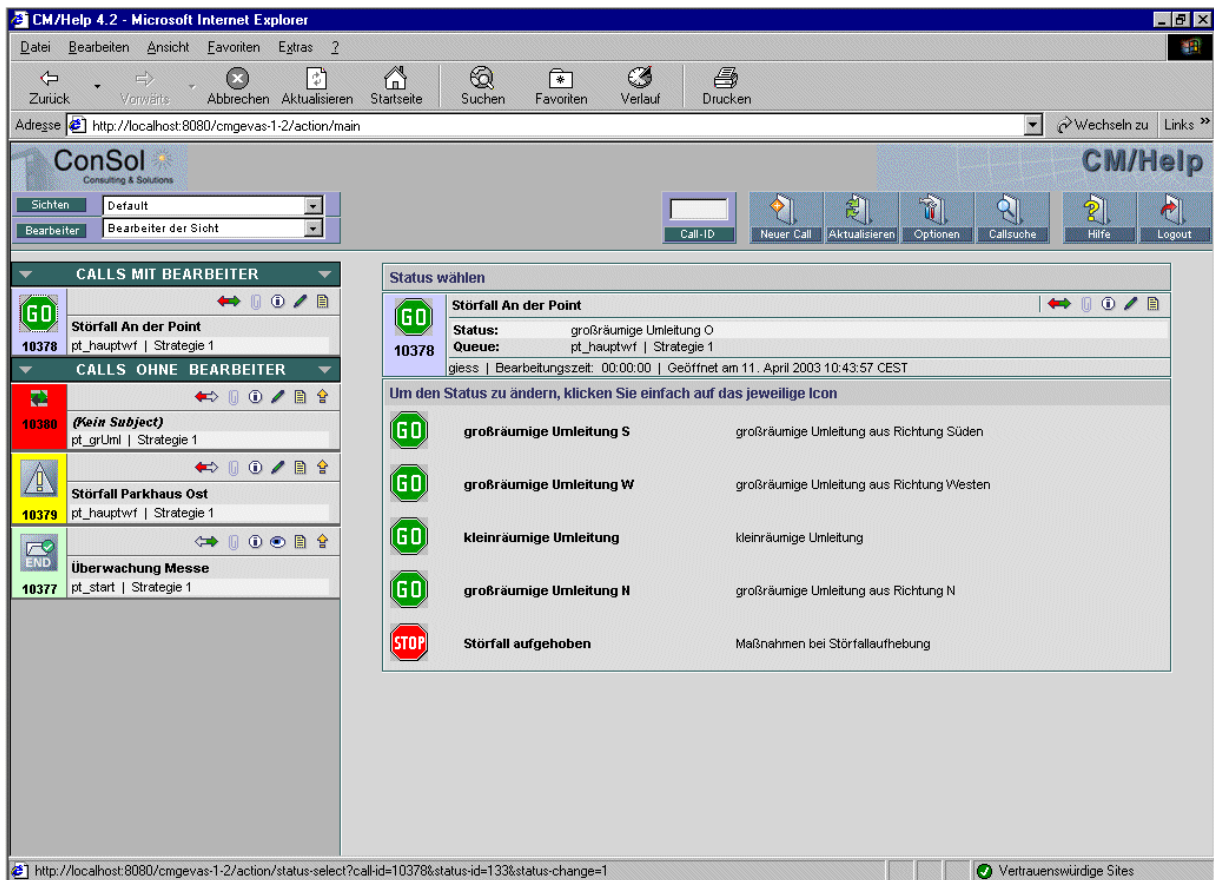


Abbildung 7: Die Web-basierte Bedienoberfläche erlaubt die Bedienung von Verkehrsmanagement-Strategien auch vor Ort oder aus der Privatwohnung (z.B. bei Bereitschaftsdienst)

4 Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde gezeigt, dass mit dem Einsatz moderner planerischer Methoden und Software-technik das komplexe Problem des Verkehrsmanagements in Ballungsräumen soweit aufbereitet werden kann, dass für den Fachplaner beherrschbar und ohne Abstriche bei der innerstädtisch notwendigen Flexibilität machen zu müssen.

Mit der Umsetzung in der IGLZ Frankfurt am Main wird weiter gezeigt, dass sich ein System mit dieser Aufgabenstellung auch im Praxiseinsatz bewährt. Das Strategiemangement der IGLZ nimmt damit eine Vorreiterrolle für weitere, ähnlich gelagerte Projekte, wie sie in Mitteleuropa derzeit überall angegangen werden, ein.

Der weitere Ausbau des Strategiemangement der IGLZ wird in verschiedene Richtungen gehen:

- Regionale Strategien
- Abgesetzter Strategischer Leitstand
- Online-Qualitätssicherung für Strategien (a posteriori, Wirkungsabschätzung laufender Strategien mit Soll-Ist-Vergleich)
- Offline-Qualitätssicherung für Strategien (ex ante, Wirkungsabschätzung noch nicht aufgeschalteter Strategien, für abzustimmende und ad-hoc erstellte Strategien, Basis: Simulation)
- Integration mit Automobil-Navigationssystemen der dritten Art

Literatur

- [1] Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen:
Verknüpfung von Strategien, Maßnahmen und Systemen des regionalen und
städtischen Verkehrsmanagements.
Forschungsprogramm Stadtverkehr – Projekt-Nr. 70.560/98
Wiesbaden, 2000

- [2] IGLZ
Problembibliothek
Frankfurt am Main, 2002

- [3] IGLZ
Entwicklung von Strategie 1 und 2
Frankfurt am Main, 2002

- [4] IGLZ
Entwicklung von Strategie 3 und 4
Frankfurt am Main, 2003

- [5] WAYflow-Konsortium:
"Lastenheft Verkehrsmanagement"
Frankfurt am Main, 2000

- [6] WAYflow-Konsortium:
"Pflichtenheft Verkehrsmanagement"
Frankfurt am Main, 2001