

IT-basiertes Mobilitätsmanagement und integrierte Information: Konzept und Realisierung im Projekt CITY-TRAFFIC Bonn

K. Danowski^a, A. Irrgang^a und U. Beyer^b

^a Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme
Zeunerstraße 38, 01069 Dresden, Deutschland

^b Fraunhofer-Institut für Autonome Intelligente Systeme
Schloss Birlinghoven, 53754 Sankt Augustin, Deutschland

Kurzfassung: Im Rahmen des Projektes CITY-TRAFFIC werden in der Bundesstadt Bonn neuartige Telematikkonzepte zur Bewältigung der steigenden Mobilitätsbedürfnisse entwickelt und in die Praxis umgesetzt. Wesentliche Bestandteile sind einerseits die effektive Erfassung, Simulation und Steuerung der Verkehrsströme und andererseits die Versorgung der Verkehrsteilnehmer mit aktuellen dynamischen Mobilitätsinformationen. Im Projekt wird ein flächendeckendes maßstabs- und funktionsgerechtes hochdetailliertes Abbild der realen Verkehrsprozesse in der Stadt Bonn geschaffen und durch agentenbasierte Mikrosimulation Prognosen, Steuerungsmaßnahmen sowie optimale Informationen für die Verkehrsteilnehmer generiert. Ein umfassendes multimodales Informationssystem stellt Mobilitätsdienste über WWW, SMS, WAP und PTA zur Verfügung.

Schlagworte: agenten-basierte Mikrosimulation, Baustellenmanagement, künstliche Realität, Datenintegration, Information, Parkraummanagement, Stadt-/Verkehrsplanung, Telematik, Verkehrsmanagement, Verkehrsmodellierung

1 Einleitung

Ziel des Vorhabens CITY-TRAFFIC ist die Erstellung eines Pilotsystems zum Nachweis der Praxistauglichkeit des wissenschaftlichen Konzeptes der Künstlichen Realität (Artificial Reality, AR) und die Verbindung mit Verkehrsinformationsdiensten. Das Konzept wird zu einem flächendeckend eingesetztem Pilotsystem erweitert, um damit die praktische Verwendbarkeit des vielversprechenden Konzeptes der AR zu demonstrieren

Der AR-Kern des Systems besteht aus einem hochdetaillierten, Agenten-basierten Mikro-modell des Verkehrs in urbanen Ballungszentren. Das System ist ein Hybrid aus einem real-zeitfähigem, sensorgestützten Verkehrsüberwachungssystem und einer durch reale Verkehrsdaten getriebenen Mikrosimulation. Das von der Fraunhofer-AIS entwickelte FTA-Cluster-Betriebssystem ermöglicht den Einsatz kostengünstiger und leistungsstarker PC-Cluster-Hardware. Hierdurch entsteht erstmalig die Möglichkeit auf der Basis von hunderttausenden von Softwareagenten ein flächendeckendes, maßstabs- und funktionsgetreues elektronisches Abbild des realen Verkehrsgeschehens einer ganzen Region in Realzeit nachzubilden. Mit Hilfe dieser Künstlichen Realität können u.a. 15-20-Minuten-Vorhersagen erstellt werden. Eine darauf basierende vorausschauende Verkehrsbeeinflussung stellt einen signifikanten Fortschritt im Vergleich zu konventionellen, nicht-antizipierenden Systemen dar. Durch die Entwicklung eines umfassenden Informationssystems werden die Verkehrsteilnehmer zu aktiven, eigenverantwortlichen Partnern. Stadt- und Verkehrsplanung ist ebenfalls ein integraler Bestandteil des Systems. So können u.a. Auswirkungen von verkehrstechnischen Maßnahmen und Bedarfsanalysen in der Künstlichen Welt untersucht werden.

In dem Vorhaben werden insbesondere folgende Aspekte bearbeitet:

- Erstmalig, wird ein großräumiger realer Einsatz eines AR-Systems mit enger Kopplung von Simulation und realzeitfähiger, sensorgestützter Technik praktisch umgesetzt. Hierbei wird der gesamte Großraum Bonn lückenlos mikrosimuliert.
- Die Integration aller wesentlichen Aspekte von Stadt-/Verkehrsplanung, Verkehrsmanagement und Bürgerinformation in einem einheitlichen Werkzeug mit ganzheitlichem Grundkonzept erlaubt die multivalente Nutzung und unterstützt die Modernisierung der öffentlichen Verwaltung.
- Durch das System wird ein offener Programm- und Daten-Standard zur Ergänzung und Weiterentwicklung durch Dritte definiert. Bestehende Komponenten anderer Systeme sollen integriert werden können.

Die Stadt Bonn hat sich durch einen einstimmigen Ratsbeschluss zum Einsatz sowie zum langfristigen Weiterbetrieb des Systems bekannt. Das Pilotprojekt in Bonn schafft einen Demonstrator für AR-Systeme und unterstützt somit eine wissenschaftliche Vermarktung der AR-Technologie.

2 Technische Grundlagen

2.1 AR-Datenbank

Für das Projekt werden unterschiedliche Daten benötigt. So werden unter anderem Daten von Projektpartnern, wie dem Kataster- und Vermessungsamt der Stadt Bonn, dem Stadtplanungsamt, dem Stadtbauamt, den Stadtwerken Bonn (SWB) und dem Bonner General-Anzeiger verarbeitet. Diese bestehen aus Luftbildatlas, Fahrplänen des ÖPNV, Daten von Veranstaltungen, Points Of Interest (POI), etc.. Diese Daten werden entweder als Primärdaten verwendet oder dienen als Grundlage für weitere eigene Erhebungen. Format- und Qualitätsprobleme (z.B. fehlende Metainformation) bei solchen Daten sind in [3] beschrieben.

Sämtliche anfallenden Daten werden in einer relationalen Datenbank gespeichert. Das Modell dieser Datenbank sieht eine Dreiteilung vor. Zum einen gibt es eine Datenbank in der den Verkehrsraum repräsentierende Daten gespeichert werden. Hier werden das unten beschriebene Modell des Verkehrsraums, Luftbilddaten, Daten über verschiedene Typen von Induktionsschleifen etc. abgelegt. Eine zweite Datenbank dient der Sicherung aller Daten des Verkehrsaufkommens. Der Zugriff von außen auf die gesammelten, umformatierten und erhobenen Daten ist über eine dritte Datenbank gewährleistet, die nur für Projektpartner relevante Daten enthält. Die Größe der gesamten Datenbank wird im Laufe des erste Projektjahres die Terabyte-Grenze überschreiten.

Im Folgenden werden die wichtigsten Grundlagendaten für die Verkehrssimulation vorgestellt.

2.2 Geometriedaten

Neben den Daten des Verkehrsaufkommens werden Daten und Informationen des Verkehrsraums benötigt. Um den Verkehr exakt nachbilden zu können, ist ein hochgenaues und detailliertes Abbild sämtlicher Hauptverkehrswege unerlässlich. Das Modell des Verkehrsraums stellt einen weiteren elementaren Baustein des Systems CITY-TRAFFIC dar. Da die Stadt Bonn über ein Straßenkataster verfügt, welches die Anforderungen und Genauigkeit von CITY-TRAFFIC nicht erfüllen kann, wird ein solches Modell im Rahmen des Projekts erstellt. Hierfür werden von der Stadt Bonn sämtliche benötigten Unterlagen und Daten zur Verfügung gestellt. So werden auf Basis des Luftbildatlas (Bildmaßstab 1:3500), resultierend aus einer Befliegung des Bonner Stadtgebiets vom Mai 2000, sämtliche den

Verkehr beeinflussenden Daten mittels einer On-Screen-Digitalisierung erfasst. Der Verkehrsraum wird dabei in einzelne Karten (Luftbild-Subsets) unterteilt. Jede Karte stellt anschließend eine in sich geschlossene Einheit dar, auf der mit Daten des Verkehrsaufkommens eine Simulation gerechnet werden kann. Im Laufe des Projekts sind sukzessiv sämtliche Hauptverkehrswege des gesamten Bonner Stadtgebiets erfasst. Die geometrische Auflösung und der Detaillierungsgrad dieses Modells ist so hoch, dass nicht nur Fahrspuren aufgelöst werden, sondern auch Sachdaten wie Verkehrsträger, die diese Spur nutzen dürfen und die Geschwindigkeit, die ein Fahrzeug laut StVO hier fahren darf, erhoben werden. Spurwechsel zwischen Spuren werden ebenso erfasst wie Vorfahrtsregeln beim Kreuzen und Einmünden von Spuren. Quadratmeterweise wird der gesamte Verkehrsraum zerlegt und in Spur und in Nicht-Spur unterteilt, sowie deren Einfahrts- und Ausfahrtmöglichkeiten erfasst. Zusätzlich werden LSA, Induktionsschleifen, Haltebalken, Fahrradwege, Parkplätze, Haltestellen des ÖPNV und Verkehrsschilder in der Karte verortet.

Der große Aufwand der Datenerhebung wird durch die hohe Qualität der Simulation gerechtfertigt. Dies bedeutet aber auch im logischen Umkehrschluss, dass eine fehlerhafte Karte einen negativen Einfluss auf das Ergebnis der Simulation nehmen kann. Da sich aufgrund der großen anfallenden Datenmenge bei manueller Kontrolle der erhobenen Daten individuelle Fehler einschleichen können, wird ein weitestgehend automatisiertes und optimiertes Qualitätsmanagement vorangetrieben. Somit steht neben der Datenerhebung die Qualitätssicherung mit im Vordergrund. Ziel ist es, ein digitales Modell des Verkehrsraums in einer hohen standardisierten Qualität dem System CITY-TRAFFIC zur Verfügung zu stellen, dessen Nutzen für die Stadt Bonn über das Projekt hinaus reichen soll.

Um eine Implementierung weiterer Daten zu ermöglichen, ist in das Modell die Beziehung zu den Segmenten des Straßenkatasters eingearbeitet worden. Damit wird eine Verknüpfung zu weiteren Daten des Kataster- und Vermessungsamts gewährleistet. Somit ist eine bidirektionale Assoziation realisiert, die für weiterführende räumliche Analysen herangezogen werden kann.

2.3 Verkehrsaufkommen

Fast jede Lichtsignalanlage (LSA) verfügt zur verkehrsabhängigen Modifizierung der Phasenschaltung über Sensorik. Hierbei handelt es sich zumeist um Induktionsschleifen, die in die Fahrbahnen eingeschnitten sind. Damit ist eine LSA im Stande, den Verkehrsfluss zu messen. Die so erhobenen Daten werden in Bonn an einen zentralen Verkehrsrechner übermittelt. Regelmäßig meldet jeder Sensor einer LSA, die an den Verkehrsrechner angeschlossen ist, die Anzahl der Fahrzeuge, die über diese Schleife gefahren sind. Somit entsteht permanent ein flächendeckendes Abbild des aktuellen Verkehrsgeschehens (s. Abbildung1).

CITY-TRAFFIC macht sich diese sensorische Ausstattung des Stadtgebiets zu eigen. Die erfassten Daten, die von den LSA an den zentralen Rechner übermittelt werden, stellen die Grundlage für die Verkehrsbeobachtung dar und werden in Echtzeit an die Datenbank des

Projekts übermittelt. So steht dem Projekt nicht nur der aktuelle Straßenverkehrszustand zur

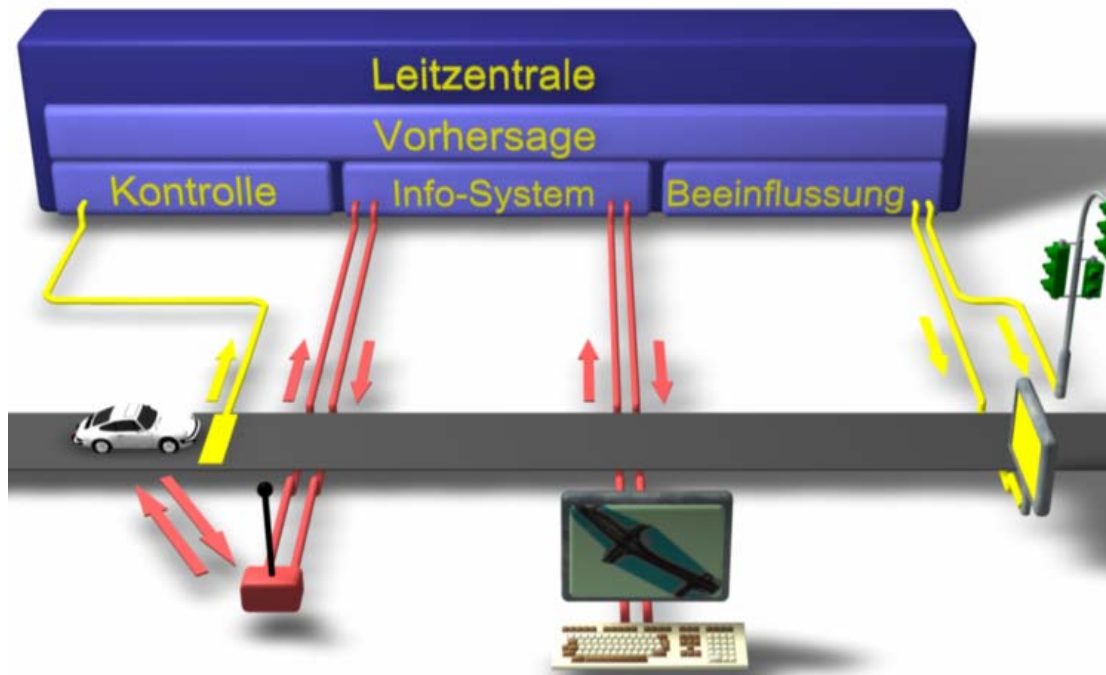


Abbildung 1: Architektur CITY-TRAFFIC

Verfügung, sondern es kann auf jede Messung zur weiterführenden Analyse später zurückgegriffen werden.

Neben den Sensoren der LSA sind dem System weitere Sensoren hinzuzufügen. Es handelt sich hierbei z.B. um mobile Radar- und Schlauchmessgeräte, die an sensiblen, sensorisch nicht erfassten Stellen temporär aufgestellt werden können. Da Parkhäuser eine wichtige Senke für den Kraftfahrzeugverkehr darstellen, bereichern Belegungsdaten der öffentlichen Parkhäuser das System.

3 Verkehrssteuerung

Um Verkehrsvorhersagen zu ermöglichen, ist es notwendig, auf der Basis von gemessenen Daten mit Hilfe einer Simulation ein genaues Abbild der Realität zu generieren.

Die Simulation wird auf Basis der einzelnen Karten durchgeführt. Dazu wird für jede der beschriebenen Karten anhand der erhobenen Fahrmöglichkeiten die Konvektivität der Ein- und Ausgänge ermittelt. Mit Hilfe der sensorisch erhobenen Daten des Verkehrsaufkommens können korrekte Verkehrsflüsse gerechnet werden, die angeben, wie viele der an A in die Karte eingefahrenen Fahrzeuge diese an B, C oder D wieder verlassen.

In der Simulation werden nun die einzelnen Objekte, die in eine Karte einfahren, am Eingang erzeugt. Auf Grund eines Fahrer-Fahrzeug-Modells werden diesen Objekten Eigenschaften, wie Fahrzeugtyp (Kleinwagen, LKW, etc.) und Risikobereitschaft sowie das Ziel (Ausgang) zugeordnet. Die erzeugten Objekte bewegen sich korrekt nach StVO autonom durch den Verkehrsraum und routen gemäß ihrer Eigenschaften selbständig durch den virtuellen Verkehrsraum. Hierbei berücksichtigen sie sich gegenseitig, gewähren z.B. Vorfahrt oder überholen langsamer fahrende Objekte, wenn dies möglich ist. Die LSA, deren Funktionalitäten realitätsgetreu erfasst wurden, greifen steuernd in den Verkehrsfluss ein, indem sie Segmente temporär sperren und somit den fließenden Verkehr abbremsen. In dem Pilotprojekt konnte so tatsächlich gemessener Verkehr mit einer hohen Genauigkeit in der Simulation nachgebildet werden.

Um eine solche hochgenaue und –detaillierte Mikrosimulation eines urbanen Verkehrsraums berechnen zu können, bedarf es großer Rechnerkapazitäten. CITY-TRAFFIC nutzt hierfür ein PC-Cluster, in dem ca. 50 handelsübliche PCs untereinander vernetzt sind und mit Hilfe einer Eigenentwicklung, dem FTA-Cluster-Betriebssystem, betrieben werden.

Somit entsteht erstmalig die Möglichkeit, auf der Basis von hunderttausenden von Softwareagenten ein flächendeckendes, maßstabs- und funktionsgetreues elektronisches Abbild des realen Verkehrsgeschehens einer Großstadt, schneller als Realzeit, nachzubilden. Für eine 15-Minuten-Vorhersage benötigt das System ca. eine Minute. Zusätzlich können weitere Daten berücksichtigt werden. Anhand von Randbedingungen wie Tageszeit, Wochentag, Wetterbedingungen u.ä. wird die bevorstehende Verkehrsdichte hochgerechnet. Auch können Daten eines Event-Managements mitberücksichtigt werden. Die so erstellten 15- bis 30-Minuten-Vorhersagen werden permanent mit Realdaten validiert und korrigiert. Diese extrapolierten Daten stehen somit neben den Realzeit-Daten der Verkehrssteuerung zur Verfügung. Solch eine vorausschauende Verkehrsbeeinflussung stellt einen signifikanten Fortschritt im Vergleich zu konventionellen, nicht-antizipierenden Systemen dar.

Die Anwendungsmöglichkeiten eines solchen Systems sind sehr weitreichend. In dem Projekt werden die Verkehrsprognosen herangezogen, um in den fließenden Verkehr einzugreifen. Somit wird der Verkehrsfluss optimiert, bevor Verkehrsprobleme entstehen. Weiterhin

4 Verkehrsinformation

4.1 Das Datenintegrationskonzept für die Mobilitätsinformation

Das multimodale Mobilitätsinformationssystem stellt eine wesentliche Komponente von CITY-TRAFFIC dar. Es informiert und bezieht die Verkehrsteilnehmer aktiv in das Verkehrsmanagement ein. Ziel ist die flächendeckende Zurverfügungstellung von allen relevanten verfügbaren aktuellen Mobilitätsinformationen der Region, ergänzt um relevante touristische/regionale Daten des Lebensraumes Stadt. Es werden Pre-Trip und On-Trip Services angeboten, die eine umfassende Information vor Fahrtantritt und während der Reise über WWW, WAP und SMS gewährleisten.

Die Grundlage für den Aufbau des Mobilitätsinformationssystems im Rahmen des Projektes CITY-TRAFFIC stellen Verkehrs-, Infrastruktur- und Touristik-Daten aus mehreren heterogenen Quellen, welche in verschiedenen Formaten vorliegen, dar. Durch das erarbeitete Datenintegrationskonzept werden die Datenbestände strukturell verknüpft und die Zusammenhänge innerhalb und zwischen den verschiedenen Datenbeständen hergestellt.

Der Kerngedanke besteht im Aufbau einer virtuellen Datenbank, in der alle relevanten Daten und ihre Beziehungen thematisch geordnet und logisch verknüpft sind. Bei dieser Lösung sind die konkrete physische Lokalisierung und das interne Format der Quelldaten nicht von primärer Bedeutung für die konkrete Umsetzung - d.h. diese können sich ändern, ohne dass davon das Gesamtkonzept berührt wird. Ein wesentlicher Vorteil der virtuellen Datenbank liegt in den Möglichkeiten zur Verknüpfung des verfügbaren Datenbestandes auch bei einer verteilten Datenhaltung.

Die virtuelle Datenbank im Mobilitätsinformationssystem von CITY-TRAFFIC beinhaltet sowohl Daten, als auch Methoden und Zusammenhänge. Dabei kann man auf zweierlei Art und Weise auf Daten zugreifen:

- einerseits werden Daten systemintern verwaltet – d.h. in einer Datenbank auf dem CITY-TRAFFIC-Informationsserver und
- andererseits können Daten extern abrufbar sein – d.h. über Direktzugriff auf externe Datenbanken, Nutzung von Diensten externer Server.

Ein wesentlicher Punkt der Untersuchung war, die relevanten Beziehungen zwischen den einzelnen Datenbeständen herzustellen bzw. festzustellen, welche Daten voneinander abhängen und wie sie miteinander verknüpft werden. Die entwickelten Schnittstellen-Methoden und Module dienen dazu sowohl Daten in die Datenbank einzuarbeiten als auch Zusammenhänge herzustellen und Informationen abzuleiten.

4.2 Datenquellen

Eine Kernaufgabe bei der Entwicklung des Mobilitätsinformationssystems stellt die Akquisition der für die Realisierung der Verkehrsinformationssysteme notwendigen Datenquellen: ÖPNV-Verbindungsankunft, Fahrplandaten, Motorisierter Individualverkehr - Routing, Parkrauminformationen, Level of Service auf den Straßen/Stauinformationen, Stadtplandaten, georeferenziertes Straßen- bzw. Adressenverzeichnis, Stadtinformationen (Informationen über s.g. Points of Interest), Veranstaltungsdaten und Fernverkehrsdaten – Bahninformationen, Flugplandaten. Zwei wesentliche Voraussetzungen - die Existenz bzw. Verfügbarkeit der Daten und die Gewährung der dauerhaften Nutzung dieser Daten durch den Provider für die Zwecke des CITY-TRAFFIC – wurden im Rahmen umfangreicher Voruntersuchungen recherchiert.

Im Rahmen des Mobilitätsinformationssystems wurden Daten der Fraunhofer-AiS, des Kataster- und Vermessungsamtes, des Stadtbauamtes, des Stadtplanungsamtes, des Flughafens Köln-Bonn, des General-Anzeigers Bonn, der Stadtwerke Bonn, der Bonner City Parkraum GmbH, des Verkehrsverbundes Rhein-Sieg, sowie der Deutschen Bahn AG integriert (s. Abbildung 3).

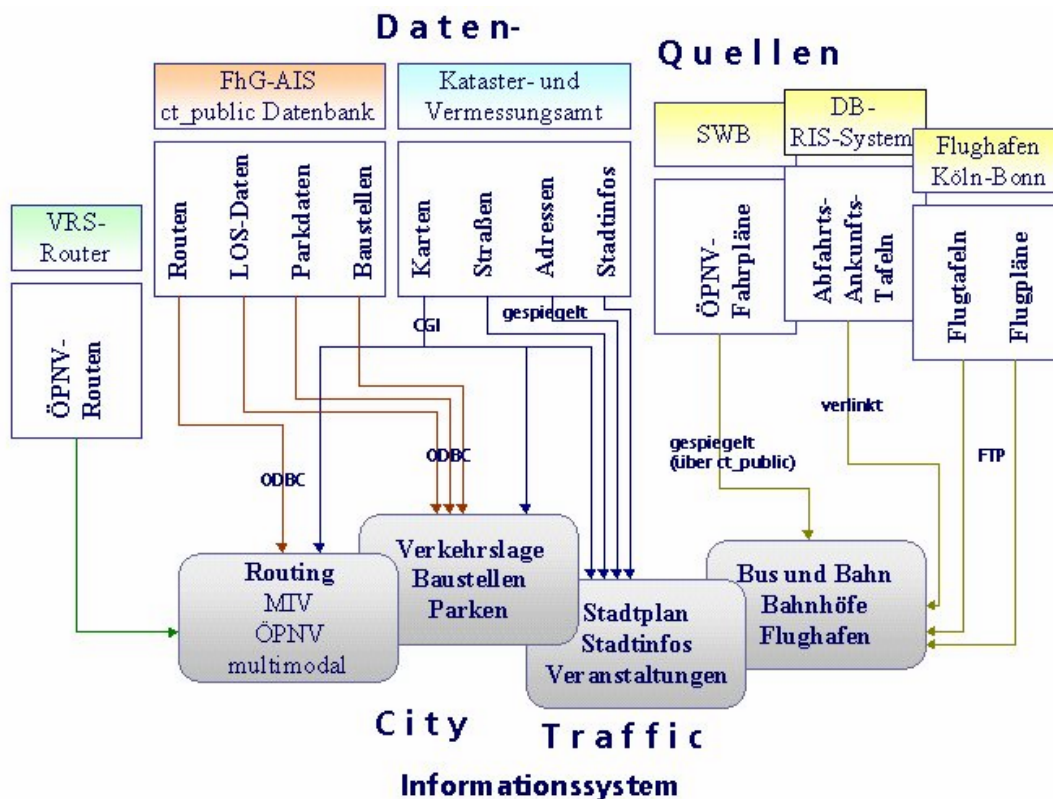


Abbildung 3: Mobilitätsinformationssystem CITY-TRAFFIC – Bestandteile, Datenquellen und Zugriffe

4.3 Basisdienste

Kern des Informationssystems stellt ein multifunktionaler Informationsserverdienst dar, der vielfältige verkehrsrelevante Auskünfte über die Stadt (Parkmöglichkeiten, Staus, Baustellenbehinderungen, Objekte in der Stadt, Veranstaltungen) und über die verkehrliche Erreichbarkeit (MIV, ÖPNV, multimodal) verschiedener Ziele entsprechend den vom Nutzer vorgegebenen Restriktionen (Verkehrsmittelwahl, Abfahrts- o. Ankunftszeit usw.) ermittelt.

4.4. Internet-Informationsdienste

Für die Entwicklung des Internet-Informationssystems wurde eine Plattform gewählt, die einen dynamischen Aufbau von Seiteninhalten durch Aufruf von Berechnungsmodulen, direkte Datenbankzugriffe und flexible Datenmanipulation ermöglicht. Die zu präsentierenden Informationen werden diesbezüglich in eine Form überführt, welche für die

Internetseitenentwicklung notwendige Trennung von Logik, Inhalt und Layout ermöglicht [1, 5].

- MIV-Routing
- ÖPNV-Routing
- Multimodales Routing
- Straßenverkehrszustand (Level of Service / Stausituation)
- Baustelleninformationen
- Aktuelle Parkplatzinformationen
- Haltestellenfahrpläne des Öffentlichen Personen-Nahverkehrs
- Aktuelle Abfahrten und Ankünfte im Eisenbahnfernverkehr
- Fluginformationen Flughafen Köln-Bonn – aktueller und Saisonflugplan
- Stadtplan und Luftbild in verschiedenen Vergrößerungsstufen
- Georeferenziertes Adressverzeichnis
- Stadtinformationen verknüpft mit Mobilitätsinformationen
- Veranstaltungshinweise und Verknüpfung zu Mobilitätsinformationen.

Die Systemgestaltung setzt die neuesten Erkenntnisse der Softwareergonomie und des Webdesigns um, so dass der Nutzer optimal durch die Vielfalt an Informationen geführt werden kann. Vorteile wie Übersichtlichkeit, kurze Navigationspfade, Möglichkeiten für flexible Informationsintegration und nutzerfreundliche Dialogführung prägen die Nutzerschnittstelle [1, 2, 4].

4.5 SMS-Dienst

Einen wesentlichen Schwerpunkt im CITY-TRAFFIC-Mobilitätsinformationssystem bildet die On-Trip-Information und damit die Abstimmung des Angebotes auf mobile Endgeräte. Es werden sowohl der in Deutschland weit verbreitete und stark genutzte SMS-Dienst als auch WAP unterstützt.

Prinzipiell werden zwei grundlegende SMS-Dienste angeboten, einmal direkt nutzbare (PULL) und andererseits profilgestützte (PUSH). Bei der ersten Gruppe von Diensten werden die Anfragen per SMS an den Server und die gewünschten Informationen an den Endkunden gesendet. Die zweite Gruppe von Diensten arbeitet systeminitiiert. Sie erlaubt allen Nutzern mit Handy eine Übermittlung von, über ein Nutzerprofil definiert, Auskünften. Die Informationen werden zu festgelegten Zeiten oder bei bestimmten Ereignissen (z.B. Detektieren von Stausituationen auf den für den jeweiligen Nutzer relevanten Strecken) vom System gesendet. Die Eintragung der Daten in die Nutzerprofildatenbank erfolgt über Internet.

Folgende Informationen können per SMS-Interface genutzt werden: ÖPNV-Fahrplanauskunft (s. Abbildung 4), ÖPNV- Haltestellenmonitor, Parkinformationen und MIV-Routing.



Abbildung 4: SMS-Auskunft Fahrplanauskunft

4.6 WAP-Auskunft

Bei der Gestaltung der WAP-Dienste wurden Besonderheiten der Interaktionsmöglichkeiten sowie Übertragungszeiten berücksichtigt. Somit kommt es zu einem WAP-spezifischen Design der Informationsdienste. Es wurde ein WAP-Server mit zugehöriger Algorithmik, Datenbank und Schnittstellen aufgebaut. Per WAP-Interface können ÖPNV-Fahrplanauskunft, ÖPNV-Haltestellenmonitor, Verkehrslage sowie MIV-Routing abgerufen werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das im Rahmen des Projektes CITY-TRAFFIC untersuchte Konzept der „Künstlichen Realität“ ist auch auf viele andere wissenschaftlich wichtige Fragestellungen übertragbar. Die geschaffenen technischen Voraussetzungen legen die Basis für einen Einsatz in anderen Gebieten, wie z.B. der Simulation von Zellen oder im Bereich der Telekommunikationsforschung.

Die im Rahmen des Projekts gewonnenen Daten bilden eine einzigartige technische Basis für Beispieldatensammlungen und Benchmarking in anderen Projekten.

Das Pilotsystem in Bonn schafft eine hervorragende praxisnahe Basis für eine Vielzahl von weiteren Projekten im Bereich der Verkehrsforschung sowie der autonomen intelligenten Steuerung von realen Systemen. Die Stadt Bonn ist an weiteren wissenschaftlichen Aktivitäten in diesem Bereich interessiert und steht potentiellen Folgeprojekten offen gegenüber.

Literatur

- [1] Danowski, K., 1998, Computergestützte Fahrtendisposition in fahrplan- und bedarfsgesteuerten Verkehrssystemen: Ein Beitrag zur Integration wissensbasierter und algorithmischer Konzepte in Entscheidungsunterstützungssystemen, Cuvillier Verlag, ISBN 3-89712-191-3, Göttingen.
- [2] Danowski, K., Daduna, J., 1999, Advanced Technologies in the Design of Public Transit & City Information Systems, 7th International Workshop on Computer-Aided Scheduling, Massachusetts Institute of Technology, MIT Cambridge (USA), 6-8 August 1997, in Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 471, herausgegeben von H. Niegel & M. Wilson, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- [3] Follmann, J., Grünfeld, H., 2000, Telematik im Verkehrswesen – Aufbau eines Managementsystems für Verkehrsdaten, Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII, herausgegeben von J. Strobl, T. Blaschke & G. Griesebner, H. Wichmann Verlag, Heidelberg.
- [4] Strobel, H., Intermodale Fahrgastleitsysteme: Allgemeine Konzepte und Fallstudie Dresden Vortrag zur Sitzung "Traffic Management and Traffic Information" UITP International Conference "WHAT CAN TECHNOLOGY DO FOR PASSENGER INFORMATION?", Göteborg, 17. bis 18. Juni 1996.
- [5] Strobel, H., Intermodales Verkehrsmanagement: Konzepte und erste Resultate aus dem BMBF-Leitprojekt intermobil Region Dresden (1999 - 2004) VDE-Kongress 2002 Dresden, ITG Fachtagung, Verkehrstelematik 2, 23. Oktober 2002.