Lichtsignalsteuerung als integrale Komponente des Verkehrsmanagements

Fritz Busch und Hartmut Keller

1. Hintergrund

In einer Zeit der informations- und kommunikationstechnischen Revolution sowie der ständig zunehmenden Verkehrsprobleme werden die am Verkehrsgeschehen Beteiligten und davon Betroffenen nahezu kontinuierlich mit Neuigkeiten unterschiedlichster Art konfrontiert:

- neue Technologien, die aus dem wissenschaftlichen Bereich und der industriellen Vorentwicklung zur Praxisreife gelangen,
- veränderte Einstellungen der Verkehrsverantwortlichen, die mit immer weniger Haushaltsmitteln konfrontiert sind,
- veränderte gesellschaftspolitische Einstellungen zum Umgang mit dem Thema ‚Mobilität und Verkehr' angesichts der Anforderungen aus Städtebau und Umwelt.

Der konzeptionelle Ansatz des Verkehrsmanagements erhält hier zunehmende Bedeutung als Handlungsvariante zur Lösung der Verkehrsprobleme in Ballungsräumen. Es sind, neben den multimodalen Informationssystemen, die Potentiale der Lichtsignalsteuerung in städtischen Straßennetzen, die maßgeblich die Wahrung urbaner Qualitäten und die Aufrechterhaltung des Wirtschaftsverkehrs gewährleisten können.

Die Konzepte und Projekte des kooperativen und regionalen Verkehrsmanagements in München, Stuttgart und Köln haben verdeutlicht, daß die Potentiale der Integration der städtischen und regionalen Informations- und Steuerungsmaßnahmen Nutzengewinne für alle Beteiligten erbringen. Diese prägen sich aus zum Beispiel in der verkehrsträgerübergreifenden Betrachtungsweise, der situativen Abstimmung der Verkehrssteuerungen auf strategischer und taktischer Ebene sowie durch Informationsgewinne, wie den generellen Verkehrslagebericht in einem Service- und Strategiezentrum und den daraus resultierenden neuen Möglichkeiten der stadt- und umweltverträglichen Verkehrsbeeinflussung.

Die Erwartungen in den Nutzen der neuen Technologien und Lösungsansätze sind hoch. Dies spiegelt sich nicht zuletzt in den zum Teil erheblichen Fördermitteln der öffentlichen Hand sowie den hohen Eigenbeteiligungen der Industrie bei verschiedensten Pilotprojekten zum Verkehrsmanagement.

Sind die Erwartungen berechtigt? Welche konzeptionellen Wege zeichnen sich ab? Welche Erfahrungen liegen vor? Diese Fragen sollen im folgenden anhand des klassischsten aller dynamischen Verkehrsbeeinflussungsmittel, der Lichtsignalsteuerung, diskutiert und zumindest ansatzweise beantwortet werden.

2. Konzeptioneller Ansatz

Die Lichtsignalsteuerung stellt seit Jahrzehnten das wichtigste Hilfsmittel in den Städten dar, um die in Richtung und Stärke wechselnden Verkehrsströme entsprechend den jeweiligen übergeordneten verkehrspolitischen Zielsetzungen zu beeinflussen. Spätestens seit Einführung der Verkehrsrechner, in Deutschland im Jahre 1965 in Berlin, ist auch die koordinierte Steuerung in größeren Netzen und damit die abgestimmte Verkehrsbeeinflussung in ganzen Stadtgebieten möglich.

In der heutigen Zeit des modernen Verkehrsmanagements mit verschiedenen neuen Technologien zur Verkehrsinformation und -beeinflussung (Verkehrstelematik) könnte die Frage gestellt werden: Ist das Potential der Lichtsignalsteuerung erschöpft und stellt sie eventuell ein überholtes, nicht mehr zeitgemäßes Instrumentarium dar?

Die Antwort ist ein klares Nein; im Gegensatz: die Lichtsignalsteuerung bildet Basis und unverzichtbares Rückgrat aller dynamischen Maßnahmen des Verkehrsmanagements in den Städten. Dies vor allem aus folgenden Gründen:

- Die netzweite LSA-Steuerung ist das einzige Instrumentarium zur direkten Steuerung und Regelung des Verkehrsprozesses einer Stadt überhaupt.
- Sie ermöglicht die aktive Beeinflussung des Verkehrsablaufs auf allen wesentlichen Streckenzügen und gestattet die Verwirklichung flexibelster Strategien zur Verkehrsmengensteuerung in Gebieten.
- Ein dynamisches LSA-Steuerungssystem stellt kontinuierlich aktuelle Verkehrsdaten an allen neuralgischen Punkten des Stadtgebietes zur Verfügung.
- Sämtliche Verkehrs- und Steuerungsdaten stehen für weiterführende Informations- und Managementaufgaben an zentraler Stelle im Verkehrsrechner zur Verfügung.

Führt man sich die Handlungsinstrumente des Verkehrsmanagements vor Augen, das heißt die

- Verkehrsvermeidung,
- Verkehrsverlagerung und
- verträgliche Abwicklung

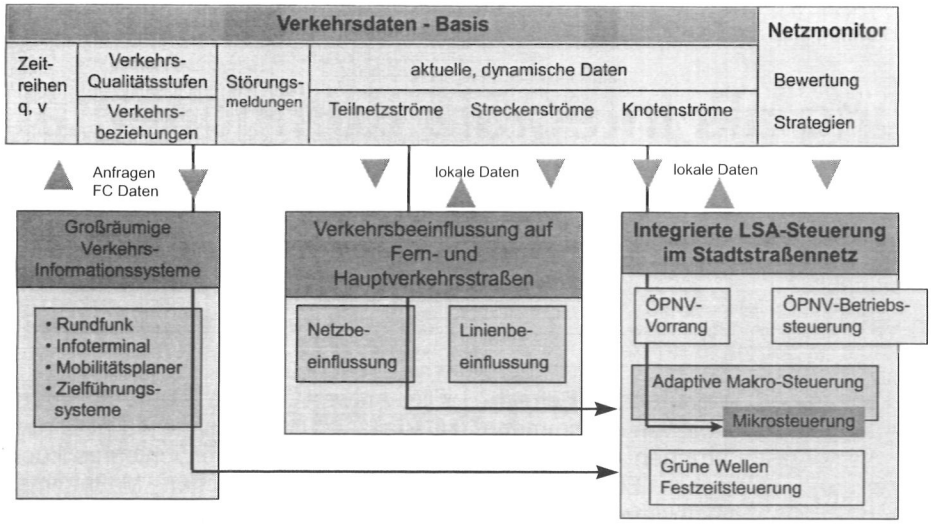
der noch bestehenden Verkehrsnachfrage, so lassen sich unmittelbar konkrete Beiträge der LSA-Steuerung zu den operationalisierten Zielen aufzeigen:

- Durch situationsabhängige Zuflußdosierung mit Hilfe von Pförtneranlagen wird die Verkehrsnachfrage auf eine für ein bestimmtes Gebiet verträgliche Menge begrenzt.
- Durch netzweite sowie lokale Priorisierung des ÖPNV lassen sich beträchtliche Reisezeitgewinne erzielen, die einer generellen Attraktivitätssteigerung und damit einem erstrebten Modal Shift dienen.
- Das stadtplanerische Ziel, für die Verkehrsabwicklung abhängig von der Situation sowie den städtischen

---

Vortrag beim Deutschen Straßen- und Verkehrskongreß vom 25. bis 27. September 1996 in Düsseldorf

Verfasseranschriften: Dr.-Ing. Busch, Siemens AG, Abt. ANL A8 SG4, Hofmannstr. 51, 81379 München; Univ.-Prof. Dr./UCB Keller, FG Verkehrstechnik und -planung, TU München, Arcisstr. 21, 80333 München



1: Informationen und Maßnahmen im Mehrebenenkonzept des Verkehrsmanagements

Nutzungsstrukturen bestimmte Verkehrsstrukturen zu verwirklichen (sogenannter strategischer Stadtfahrplan mit Leistungsachsen und verkehrsberuhigten Gebieten), wird durch Netzsteuerungen mit der situationsabhängigen Schaltung von Grünen Wellen realisiert.

- Um den Verkehr auf Leistungsachsen optimal abzuwickeln, werden Grüne Wellen verkehrsabhängig optimiert.
- Die Minimierung des Einflusses von Verkehrsstörungen auf den Verkehrsablauf im Netz läßt sich durch automatische Störungsdetektion in Verbindung mit verkehrsadaptiven Netzsteuerungen erreichen.
- Auch das Ziel einer umweltschonenden Abwicklung des Verkehrs kann wirkungsvoll durch die Lichtsignalsteuerung unterstützt werden, indem die Steuerung sowohl netzweit als auch lokal bezüglich Wartezeiten und Halten optimiert wird und dadurch eine Minimierung der verkehrsbedingten Emissionen erreicht.

Die Liste der Beispiele ließe sich verlängern, jedoch dürften die angeführten Beiträge ausreichen, um die große Bedeutung der Signalsteuerung für die Ziele des Verkehrsmanagements zu unterstreichen.

Verkehrsmanagement ist jedoch kein auf die Stadt begrenzter Ansatz, sondern muß das Geflecht der regionalen und großräumigen Verkehrsbeziehungen in seine Maßnahmen-Bündel integrieren – die städtischen Ziel-, Quell- und Durchgangsverkehre werden dadurch unmittelbar beeinflußt bzw. sind ihre Folge.

In Ballungsräumen sind damit künftig mehrere Ebenen der Verkehrsinformation und -steuerung zu erwarten, die entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen auf differenziertere Informationsqualitäten über den Verkehrsablauf in einem Ballungsraum aufbauen bzw. auf diese zurückgreifen können.

Als Beispielraum kann der Raum Nürnberg/München dienen, in dem mit dem Projekt BAYERNINFO eine hierarchisch strukturierte Verkehrsdatenbasis aufgebaut wird. Auf Landesebene entsteht hier bayernweit eine Verkehrsinformationszentrale (VIZ), die auf den Verkehrsrechnerzentralen für die Fernstraßen in Nord- und Südbayern sowie den im Aufbau befindlichen Regionalzentralen in Nürnberg (RGN) und München (RZM) aufsetzt. Diese auf regionaler Ebene neu entstehenden Informations- und Managementzentralen setzen ihrerseits auf einer dritten Ebene auf, die schwerpunktmäßig aus den städtischen Verkehrszentralen besteht, wie die für die Lichtsignalanlagen, den Betrieb des ÖPNV, von Parkleitsystemen und Hilfsdiensten etc.; zugleich werden jedoch auch Informationen der regionalen Systeme (ÖPNV-Verbünde, Fernstraßensteuerung) mit einbezogen. In diesen Zentralen stehen entsprechend der hierarchischen Struktur der Verantwortlichkeiten Verkehrsinformationen unterschiedlicher Aggregationsstufen zur Verfügung, mit der generellen Struktur, daß auf der jeweils höheren Ebene über eher umfassenderes Wissen verfügt wird, während auf der unteren Ebene eher detaillierteres, jedoch räumlich und zeitlich begrenztes, Wissen vorhanden ist. In der Regionalzentrale München werden, aufbauend auf dem Strategie- und Servicezentrum des kooperativen Verkehrsmanagements, aus mehreren Teilsystemen zum Beispiel multimodale Verkehrsinformationen in aggregierter Form zur Verfügung stehen, die dem jeweiligen Diensteanbieter, aber auch den Teilsystemen als Wissensbasis dienen können.

3. Technischer Ansatz

Die Grundlage dieses integrierten VM-Ansatzes ist die Datenbasis. Wie die in Bild 1 dargestellte logische Architektur eines derartigen M45ehrebenenkonzeptes verdeutlicht, ziehen sich wie ein roter Faden als Kernelemente der einzelnen, oben skizzierten 3 Steuerungsebenen die jeweiligen Herkunfts-Ziel-Beziehungen – in unterschiedlicher Granularität – durch das Konzept. Ihre Kenntnis und, in direkter Umlegung auf das Netz, die Kenntnis der einzelnen Ströme und Routen ermöglicht erst eine abgestimmte Verkehrsbeeinflussung unter Berücksichtigung und Einhaltung eines übergeordneten Rahmenkonzeptes.

Daraus geht sichtbar hervor, welche zentrale Bedeutung der LSA-Steuerung von Hauptstraßennetzen als integraler Komponente des Verkehrsmanagements zukommt. Über diese Plattform von verfügbaren Verkehrsdaten liegt eine gegenüber der derzeitigen Situation völlig neue, umfassendere und detailliertere Kenntnis der Verkehrsnachfrage und des Verkehrsablaufs im Hauptstraßennetz vor. Unter der Hypothese, daß bei besserer Kenntnis des aktuellen und künftigen Verkehrsablaufs differenziertere Steuerungsmaßnahmen genutzt werden können, kann dadurch eine stadt- und umweltverträglichere Beeinflussung und Steuerung des Verkehrs erzielt werden.

Der Aufbau und die kontinuierliche Pflege einer derartigen Verkehrsdatenbasis mit entsprechenden Informationen setzt ein übergeordnetes Verkehrsdaten-Erfassungssystem voraus, das Zugriff auf die unterschiedlichen Datenquellen hat und durch Zuhilfenahme von

- historischem Wissen über Verkehrsabläufe,
- statischen Informationen über die Netzstrukturen und
- leistungsfähigen Verkehrsmodellen

die nur stichprobenartig vorliegenden dynamischen Daten vervollständigen kann. Dabei stammen die dynamischen Daten primär von den lokalen Meßstellen der konventionellen Verkehrsbeeinflussung, also vor allem der Signalsteuerung, die punktuell durch neu einzurichtende Zählstellen zu ergänzen sind.

Im Bereich der Verkehrsmodellierung haben dabei die Verfahren zur Schätzung der Verkehrsbeziehungen aus

Querschnittszählungen wichtige Beiträge erbracht (Cremer, Keller, 1991; Ploss, 1993; Bell, 1994), mittels derer es möglich ist, für Teilnetze innerhalb eines Kordons die Verkehrsströme dynamisch bzw. aktuell darzustellen. Durch Umlegung dieser Herkunfts-/Zielbeziehungen auf die Teilnetze lassen sich so zum Beispiel Lücken in der Datenerfassung oder Verkehrsbelastungen für Streckenabschnitte angeben, für die keine aktuellen Verkehrsmeßstellen vorhanden sind.

Diese Matrizen bilden gemeinsam mit den Zeitreihen der Verkehrsstärken und mittleren Geschwindigkeiten auch eine Grundlage für die Abbildung der Stufen der Verkehrsqualität in einem Netzmonitor NEMO (Hoops und Keller, 1996), in dem aus diesen aktuellen Datenbasen, gestützt mit historischen Daten, die aktuellen Verkehrszustände auf den Strecken und die Wartezeiten an den Knoten mit einem quasi dynamischen Verkehrsflußmodell dargestellt werden. Gekoppelt mit dem Netzmonitor sind die Wirkungsmodelle zur Quantifizierung der Effekte des Verkehrsablaufs auf Verkehrssicherheit und Umwelt, so daß mittels des Netzmonitors auch alternative Steuerungsmaßnahmen bewertet werden können. Diese Algorithmen, entwickelt im Rahmen von Munich COMFORT, bilden auch wesentliche Bestandteile des integrierten Verkehrsmanagementrechners CONCERT (Siemens AG, 1996), der zentrales Element unter anderem auch des Münchner Systems ist.

Anfangs noch eher sporadisch, aber in Zukunft immer bedeutungsvoller werden fahrzeuggenerierte Verkehrsdaten, die über die individuellen Verkehrsinformationssysteme weitergegeben werden. Mit zunehmenden Ausstattungsraten erreichen diese Stichproben auch auf weniger befahrenen Strecken, für die lokale Erfassungseinrichtungen nicht kosteneffektiv sind, Umfänge, die für sich Schätzwerte über die Verkehrsqualität liefern können bzw., im Verbund mit den lokal erfaßten Daten, eine Abbildung der aktuellen Verkehrssituation zulassen (Huber, 1996). – Die Frage der allgemeinen Verfügbarkeit dieser überwiegend auf privatwirtschaftlicher Basis erhobenen Daten für Zwecke des Verkehrsmanagements soll hier nicht diskutiert werden.

Zu ergänzen ist diese Datenbasis um die Meldungen über Störungen im Fahrt- und Verkehrsablauf im Straßennetz, die, mit ihren entsprechenden Folgen gewichtet, in den Modellierungsprozeß eingefügt werden.

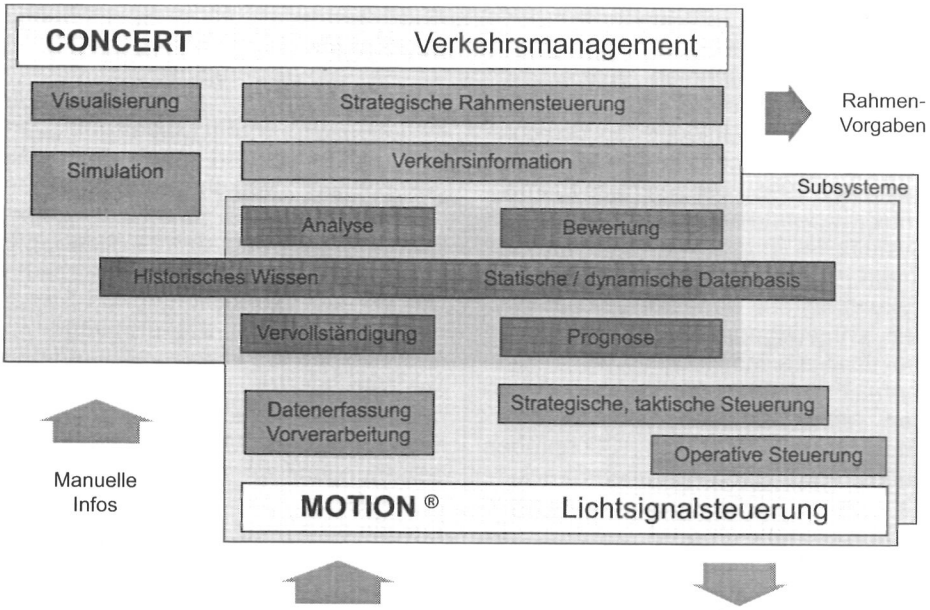
Diese Basisstruktur an Verkehrsinformationen wird ergänzt, beeinflußt, vertieft und aktualisiert durch die damit gekoppelten Verkehrsleitmaßnahmen (siehe Bild 1).

Für die Steuerung der Lichtsignalanlagen ergibt sich damit ein Rahmen von Verkehrsinformationen und Steuerungsmaßnahmen, der die Verkehrsnachfrage für die LSA determiniert und der gleichzeitig Informationen über diese aktuelle Nachfrage, im wesentlichen über die Matrix der Verkehrsbeziehungen, für die Steuerung der LSA liefert.

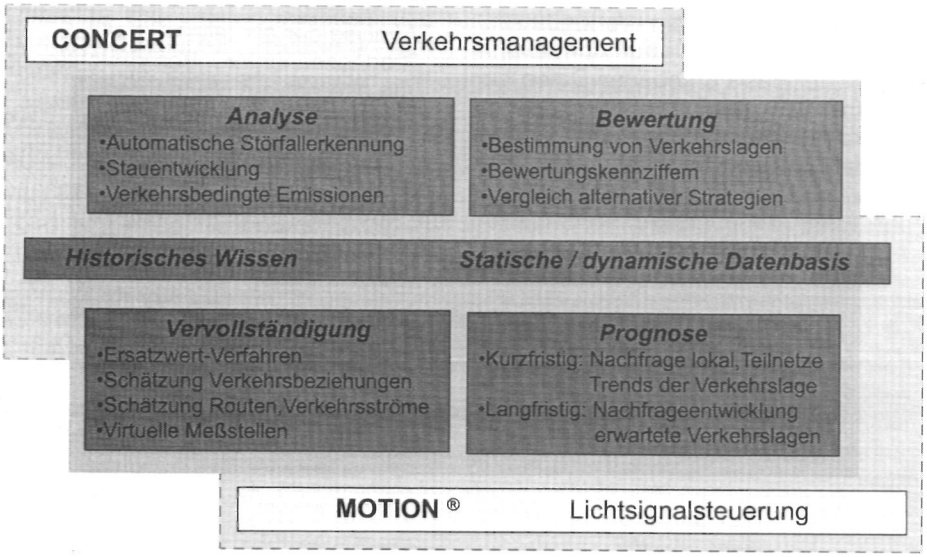
Erst die detaillierte Kenntnis der aktuellen Verkehrssituation im Gesamtnetz durch Aufbau und kontinuierliche Pflege einer derartigen Datenbasis ermöglicht nun die weitergehenden Schritte des Verkehrsmanagements:

- Analyse der aktuellen Situation
- Prognose unter Berücksichtigung von alternativen Maßnahmen
- Bewertung und Entscheidung
- Steuerungsmaßnahme

Wie in den Bildern 2 und 3 anhand der Systeme CONCERT und MOTION®



2: Funktionale Integration von Verkehrsmanagement und Lichtsignalsteuerung



3: Gemeinsame Funktionen der Managementzentrale und des zentralen LSA-Rechners

(Busch, Kruse, 1993) verdeutlicht, ergeben sich im Detail sehr enge Verzahnungen zwischen übergeordnetem Verkehrsmanagement und netzbezogener Lichtsignalsteuerung. Dies führt dazu, daß es mehr und mehr möglich wird, nicht nur konzeptionell abgestimmte, sondern technisch und funktionell voll integrierte Systemlösungen für städtische und regionale Netze zu erstellen. Die Lichtsignalsteuerung ist damit kein isoliert wirkendes System, sondern integrale Komponente des Verkehrsmanagements.

Mit diesen vorgenannten Rahmenbedingungen sind für die Steuerung von LSA neue Wege eröffnet, in denen eine integrierte Netzsteuerung für LSA möglich wird. Einerseits ist durch die dadurch aktuell bekannte Verkehrsnachfrage eine bessere Anpassung der Steuerungsgrößen an diese Gegebenheiten im gesamten Netz möglich, und andererseits ist damit eine Harmonisierung und Koordinierung der unterschiedlichen Ausprägungen der LSA erforderlich. Das heißt, die Maßnahmen der ÖPNV-Beschleunigung im Straßenraum, die Strecken mit Grünen Wellen, die Anlagen mit Festzeitsteuerung und die verkehrsabhängig, mikroskopisch gesteuerten Anlagen sind mit denen der adaptiven, verkehrsabhängigen Steuerungssysteme zu einem relationalen System zu integrieren.

Mit der Kenntnis der Verkehrsnachfrage im Netz und der Kenntnis der aktuellen Beeinflussung der Verkehrsströme durch die unterschiedlichen Verkehrsleitsysteme können auch die einzelnen Systeme der LSA-Steuerung integriert behandelt werden.

Im Sinne des LSA-Planungsansatzes SIGMA (Garben u.a., 1983), aus dem heraus das Online-Netz-Steuerverfahren MOTION®[1] entwickelt wurde, wird das Stadtstraßennetz entsprechend seiner hierarchischen Gliederung als Stadtfahrplan gesteuert. Gliederungselemente sind dabei die Streckenzüge entlang der Linien des ÖPNV, der priorisiert wird, und entlang derer entsprechend der Verkehrsbedeutung Grüne Wellen eingerichtet werden sollen. Da absoluter Vorrang für den ÖPNV ebenso wie Grüne Wellen bei hohen Auslastungen an einzelnen Knotenpunkten zu erheblichen Behinderungen für den MIV bzw. den Querverkehr führen können, ist eine verkehrsadaptive Steuerung in Kombination mit einer flexiblen Mikrosteuerung unerläßlich. In gleicher Weise sind die isolierten Knotenpunkte verkehrsadaptiv zu steuern bzw. durch die verbesserte Kenntnis der aktuellen Verkehrsnachfrage steuerbar.

Der wesentliche Vorteil dieses Ansatzes gegenüber eher ganzheitlichen Programmsystemen, die beispielsweise in den 60 Jahren in Toronto, San José oder Glasgow entwickelt wurden, ist nicht nur die Kenntnis der aktuellen Verkehrsnachfrage bzw. die Verfügbarkeit von mehr Verkehrsdetektoren, sondern der Segmentierung des Gesamtproblems in hierarchisch strukturierte Teilsysteme, die entsprechend ihrer Stellung in der Hierarchie miteinander kommunizieren können bzw. vernetzt werden. Damit werden die Teilsysteme steuerungstechnisch beherrschbar, das heißt in sich optimierbar und sind eingebunden in eine überschaubare Gesamtsteuerungshierarchie.

4. Anwendungsbeispiele

4.1 Steuerung nach Umweltkriterien in Köln

Die Stadt Köln hat in den vergangenen Jahren ein umfangreiches, hierarchisch organisiertes Verkehrsmanagementsystem erstellt, welches unterschiedliche verkehrswirksame Maßnahmen im Großraum Köln realisiert. Beispielhaft seien genannt:

- ein individueller Verkehrsservice mit verschiedenen aktuellen Informationen zum Verkehr (Verkehrslage, Parkraumsituation, ÖV-Angebot, Baumaßnahmen, ...)
- ein Verkehrsleit- und -informationssystem, das an den Haupteinfallstraßen der Stadt situationsabhängige Hinweise gibt

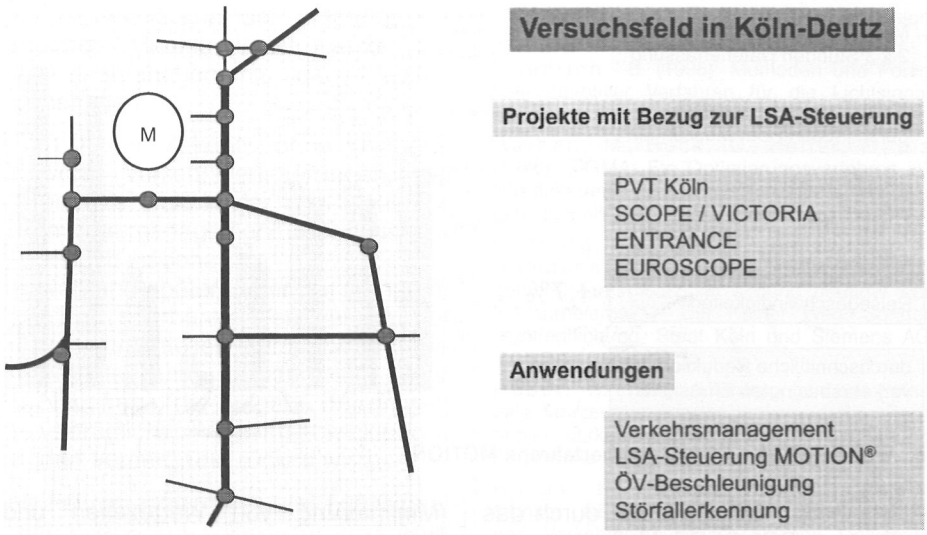
1 MOTION® ist eine international registrierte Marke der Siemens AG

- eine in die Managementmaßnahmen eingebundene netzorientierte Lichtsignalsteuerung, zum Teil mit Nutzung des Steuerverfahrens MOTION.

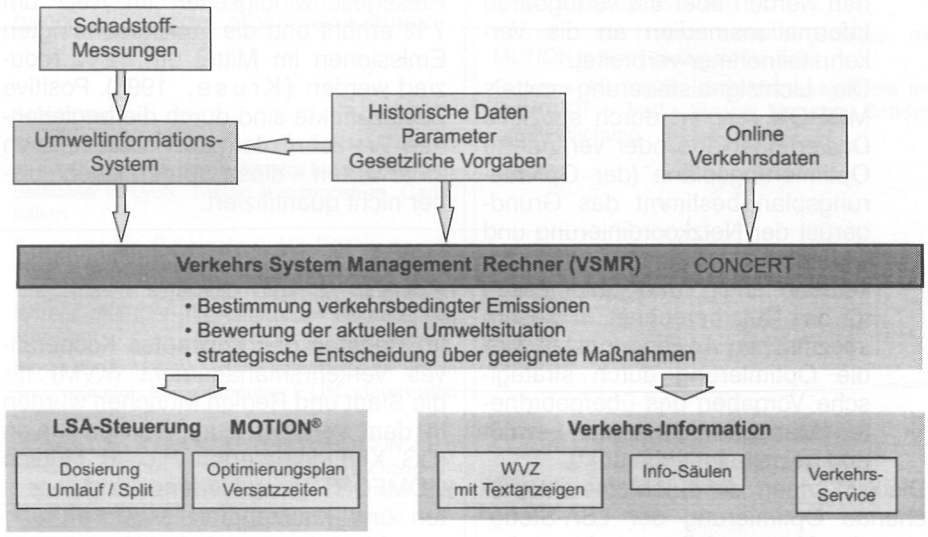
Das zentrale Datenerfassungs- und Managementsystem, von dem aus sämtliche Maßnahmen aktiviert werden, basiert auf dem bereits oben angesprochenen System CONCERT; es kommuniziert mit den verschiedensten städtischen Subsystemen (zur Beschreibung des Kölner Systems siehe Hasberg u. a.,1994).

Eines der Ziele des städtischen Verkehrsmanagements in Köln ist die Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen sowie die Aktivierung informativer und restriktiver Maßnahmen bei Vorliegen kritischer Umweltsituationen nach BImSchG. Hierzu wurde mit teilweiser Förderung der EU (DG XVI) ein Pilotvorhaben durchgeführt, das unter anderem auch die Signalsteuerung mit einbezog. Wie noch verschiedene andere, die LSA-Steuerung betreffende Anwendungen wurden die Versuche im Stadtgebiet Köln-Deutz durchgeführt (siehe Bild 4). Das inhaltliche Konzept dieses Ansatzes zur umweltsensitiven Steuerung ist in Bild 5 verdeutlicht:

- In einer Vorphase wurden offline von der Stadt auf der Basis von Schadstoff-Messungen sowie Verkehrsdatenganglinien und Immissionsberechnungen Entscheidungsstufen festgelegt, die bei bestimmten Verkehrssituationen Maßnahmen auslösen.
- Im Online-Betrieb werden die im CONCERT-System einlaufenden Verkehrsdaten auf das Netz umgerechnet und mit den vorgegebenen Entscheidungsschwellen verglichen.



4: Das Versuchsfeld Köln-Deutz



5: Konzeption des ENTRANCE-Versuches in Köln

Besteht „Berlin" den Härtetest?

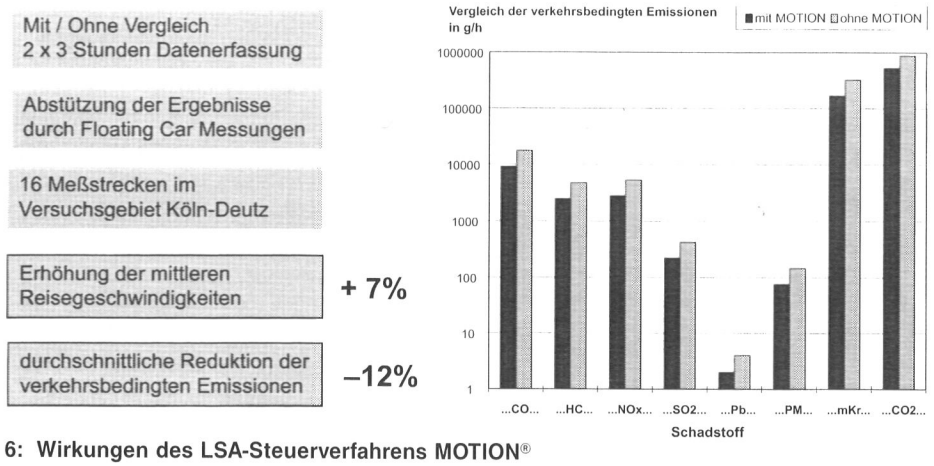
Blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen brauchen klare akustische Signale, um sich im Straßenverkehr orientieren zu können. Diese Signale sollten sich der Außenlautstärke anpassen und sich in einem funktionellen Design präsentieren. Hier setzt unser Behinderten-Leitsystem „Berlin" mit seiner ausgefeilten Technik und seiner massiven Bauweise Akzente.

Die Elefantendame Elfie hat's mit ihren 4.000 Kilogramm getestet.

Besteht „Berlin" den Härtetest?

REHABILITATIONS RTB TECHNIK BROER

Am Vorderflöß 6 · 33175 Bad Lippspringe · Telefon 0 52 52 / 5 13 19 · Telefax 0 52 52 / 5 09 40



6: Wirkungen des LSA-Steuerverfahrens MOTION®

- Bei Bedarf werden dann durch das System CONCERT Maßnahmen in den betroffenen Subsystemen aktiviert:
  - Vorgegebene Verkehrsinformationen werden über die verfügbaren Informationsmedien an die Verkehrsteilnehmer verbreitet.
  - Die Lichtsignalsteuerung mittels MOTION reagiert durch spezielle Dosierungspläne oder veränderte Optimierungspläne (der Optimierungsplan bestimmt das Grundgerüst der Netzkoordinierung und wird in MOTION im Normalfall verkehrsabhängig und automatisch für das Netz berechnet; in diesem spezifischen Anwendungsfall wird die Optimierung durch strategische Vorgaben des übergeordneten Managementsystems bewußt und gezielt eingeschränkt).

Die Wirkungen, die durch eine entsprechende Optimierung der LSA-Steuerung im Netz erzielbar sind, wurden durch einen begleitenden Feldversuch erfaßt (vgl. Bild 6). Durch die insgesamt deutlich verflüssigten Verkehrsabläufe (Minimierung von Wartezeiten und Halten) und die situative Optimierung des Verkehrsflusses auf den Hauptleistungsachsen (MOTION-Optimierungsplan) konnten die durchschnittlichen Reisegeschwindigkeiten im Netz um 7 % erhöht und die verkehrsbedingten Emissionen im Mittel um 12 % reduziert werden (Kruse, 1996). Positive Zusatzeffekte sind durch die begleitenden Verkehrsinformationsmaßnahmen zu erwarten – diese wurden jedoch bisher nicht quantifiziert.

4.2 Kooperatives Verkehrsmanagement in München

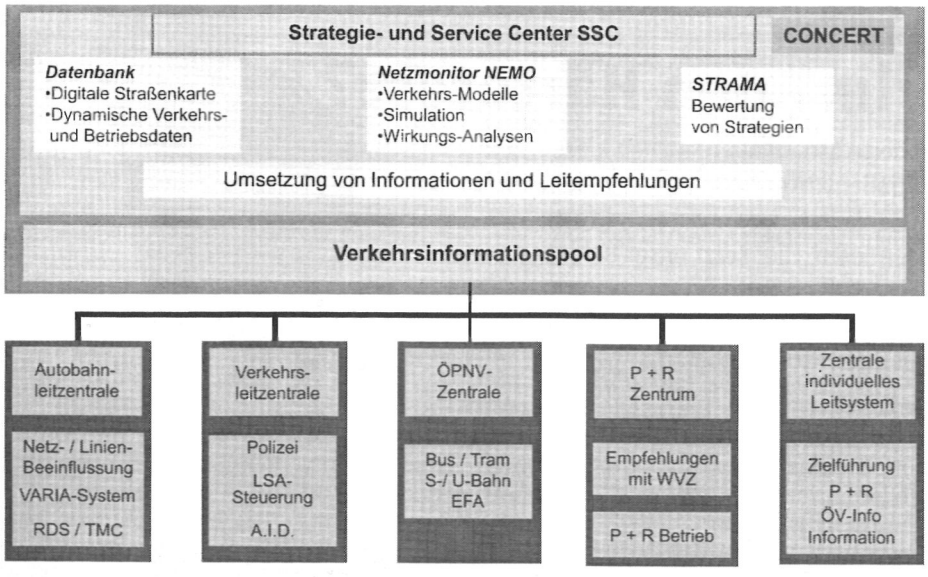
Im Rahmen des Konzeptes Kooperatives Verkehrsmanagement (KVM) für die Stadt und Region München wurden in dem von der Europäischen Union (DG XIII) geförderten Projekt Munich COMFORT verschiedene Komponenten und Maßnahmen entwickelt und erprobt.

Kernstück des Münchner Projekts ist das Strategie und Service Zentrum mit dem zentralen Verkehrsmanagementrechner CONCERT (siehe Bild 7). Einen wesentlichen Schwerpunkt des Projektes bildete die Entwicklung und Erprobung des zuvor erwähnten dynamischen Verkehrs- und Wirkungsmodells NEMO, mit dem der Verkehrsablauf auf der Basis aller eingehenden Verkehrsdaten sowie der aktuellen Steuerungsparameter der Lichtsignalsteuerung modelliert wird. In Munich COMFORT konnte durch Vergleich mit historischen Daten nachgewiesen werden, daß die Modellierung trotz der Größe des betrachteten Netzes und Schwächen in der dynamischen Datenbasis zutreffende Schätzungen liefert und als Grundlage der Bewertung von alternativen Strategien dienen kann. Weitere Erkenntnisse aus dem Münchner Projekt, das sich vorwiegend mit lokalen Ansätzen als Vorstufe eines integrierten Managements des Verkehrs auseinandersetzte, sind im Bereich des Straßenverkehrs:

- eine deutliche Reduktion von Reisezeiten, Stauungen und Unfällen durch Einführung der Verkehrsbeeinflussung im BAB-Netz München-Nord
- eine im Feld nachgewiesene Reduktion von Wartezeiten und Staulängen durch lokale, verkehrsadaptive LSA-Optimierung

in der Größenordnung von 15 % (Friedrich, 1996).

Das Münchner Projekt erfährt eine Fortführung auf mehreren Ebenen. Im Bereich der Verkehrssteuerung ist hier das Projekt Management von Hauptstraßennetzen (MANAH) zu nennen, wofür der in Bild 1 dargestellte hierarchische und integrierte Ansatz zur Verkehrsbeeinflussung entwickelt wurde (Keller, 1996). Im Bereich der Verkehrsinformation findet das Projekt Munich COMFORT eine Fortführung in dem bereits zuvor angesprochenen Vorhaben BAYERNINFO, das vom Freistaat Bayern im Zusammenhang mit dem Programm Bayern-Online zur Nutzung von Datenhochgeschwindigkeits-Netzen gefördert wird (siehe z. B. Busch, 1996). Dieses Projekt hat eine bayernweite Dimension und verbindet unter anderem die Regionen Nürnberg und München über multimodale Informationsdienste miteinander.



7: Systemarchitektur des Kooperativen Verkehrsmanagements in München

5. Ausblick

Die vorangegangenen Ausführungen haben verdeutlicht, daß Verkehrsmanagement als integrierter Ansatz zu betrachten ist, der von der Region bis zum Stadtgebiet durchgängige Konzepte verfolgt und als wesentliche Komponente die Lichtsignalsteuerung

enthalten muß. Erst durch die Wechselbeziehung zwischen übergeordneter Verkehrsinformationszentrale, wie zum Beispiel CONCERT, einerseits und dem LSA-Steuerungssystem andererseits ergibt sich die Möglichkeit der netzweiten Datenvervollständigung und Situationsabbildung. Im Gegenzug gilt die Regel, daß bessere Verkehrsdaten (und hier insbesondere die Kenntnis von Nachfrage und Verkehrsbeziehungen) auch verbesserte Möglichkeiten der Verkehrssteuerung eröffnen; durch den Netzfokus und die Möglichkeit der prognostischen Wirkungsabschätzung läßt sich die adaptive LSA-Steuerung zur aktiven Netzsteuerung erweitern, die im Rahmen eines vorgegebenen strategischen Stadtfahrplans ihren Beitrag zum Verkehrsmanagement leistet.

Es sollte allerdings nicht unterschätzt werden, daß die entstehenden neuen Qualitäten der Steuerung auch zu erhöhten Anforderungen an die Systemtechnik führen. Dies betrifft zum einen die Leistungsfähigkeit der Komponenten der LSA-Steuerung (mit intelligenten Knotenpunktsteuergeräten, die neben der Mikrosteuerung auch komplexere Algorithmen zur Datenvorauswertung, z. B. Knotenstromschätzung, beherrschen, sowie Verkehrsrechnern, die netzweite Datenmodelle und Optimierungen rechnen können) und zum anderen die Notwendigkeit, integrierte Systemarchitekturen sowie leistungsfähige Kommunikationsnetze zwischen Informations- und Managementzentralen einerseits und angeschlossenen Subsystemen andererseits zu realisieren.

Spiegelt man obige technische Vision an den verkehrlichen Gegebenheiten, so ist, im Sinne der eingangs genannten Handlungsinstrumente des Verkehrsmanagements, davon auszugehen, daß

- in naher Zukunft, ohne nennenswerte Verkehrsverlagerungen, das primäre Zielfeld der LSA-Steuerung im Staumanagement in überlasteten Netzen zu sehen ist,
- während später, unter der Annahme einer spürbaren Verlagerung von Verkehrsanteilen zum ÖV und begrenzter und bewältigbarer MIV-Nachfrage, die Aufgabe der umweltverträglichen Verkehrsabwicklung in den Vordergrund rücken wird.

Verkehrsmanagement und Lichtsignalsteuerung, dies sollten die Ausführungen des Beitrags nahebringen, sind keine isolierten Maßnahmen der Verkehrsbeeinflussung, sondern starke Partner, die durch ihre Wechselbeziehung voneinander profitieren können.

Schrifttum

Bell M. G. H. (1994): A stochastic user equilibrium (SUE) path flow estimator for the DEDALE database in Lyon. Tristan II symposium, Capri, Italien

Bielefeldt, C., Keller, H., Philipps, P., Ploss, G. (1986): Projektstudie zur Entwicklung eines verkehrsabhängigen Steuerungsverfahrens MOTION. Im Auftrag der Siemens AG, München

Busch, F. (1996): Traffic telematics in urban and regional environments. PTRC Intertraffic Conference, Amsterdam

Busch, F., Kruse, G. (1993): MOTION – Ein neues Verfahren für die städtische Lichtsignalsteuerung und seine Erprobung im Rahmen des EG-Programms ATT. HEUREKA, Karlsruhe

Cremer, M., Keller, H. (1991): Dynamic Identification of Flows from Traffic Counts of Complex Intersections. Eighth Int. Symposium on Transportation and Traffic Theory. Toronto

Friedrich, B. (1996): Methoden und Potentiale adaptiver Verfahren für die Lichtsignalsteuerung. Straßenverkehrstechnik, Heft 10

Garben, M., Heck, G., Keller, H., u. a. (1986): SIGMA: Ein Optimierungsverfahren zur koordinierten Lichtsignalsteuerung. Straßenverkehrstechnik, Heft 32

Hasberg, G., Sorich, H., Busch, F., Ramachers, L. (1994): Stadtverkehrsmanagement: Ein Ansatz zur Lösung heutiger Verkehrsprobleme? – Der Kölner Weg. Sonderveröffentlichung, Stadt Köln und Siemens AG, München

Huber, W. (1996): Anforderungen und Potentiale fahrzeuggenerierter Verkehrsdaten. Fachgebiet Verkehrstechnik und Verkehrsplanung, Technische Universität München

Hoops, M., Keller, H. (1997): Network Monitor NEMO. Fachgebiet Verkehrstechnik und Verkehrsplanung, Technische Universität München

Keller, H. (1996): Management von Hauptstraßennetzen ManaH. Forschungsvorhaben im Forschungsverbund ForVerts. Bayerische Forschungsstiftung, München

Kruse, G. (1996): Erste Ergebnisse mit MOTION in Köln. Grünlicht 35, 5/96

Siemens AG (1996): Verkehrsmanagement mit CONCERT – Traffic System Manager. Sonderveröffentlichung