



Europäische Entwicklungen im Bereich der Navigation von Automobilen

Günther Retscher ¹

¹ *Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abteilung Ingenieurgeodäsie, TU Wien, Gußhausstr. 27-29, A-1040 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **83** (3), S. 120–126

1995

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Retscher_VGI_199511,  
  Title = {Europ{\'a}ische Entwicklungen im Bereich der Navigation von  
    Automobilen},  
  Author = {Retscher, G{\'u}nther},  
  Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
    Geoinformation},  
  Pages = {120--126},  
  Number = {3},  
  Year = {1995},  
  Volume = {83}  
}
```





Europäische Entwicklungen im Bereich der Navigation von Automobilen

Günther Retscher, Wien

Zusammenfassung

Durch die Präsentation bzw. die Markteinführung von Autonavigationssystemen hat die Zukunft der Mobilität in Europa bereits begonnen. In diesem Beitrag werden die bedeutendsten Entwicklungen vorgestellt. Ein eigener Abschnitt beschäftigt sich mit den Möglichkeiten der Positionsbestimmung. Neben terrestrischen Sensoren hat erst die Einbeziehung von absoluten Positionsdaten aus dem Global Positioning System den praktikablen Einsatz dieser Systeme ermöglicht. Nach einem Vergleich der Zielführungssysteme wird abschließend ihre Integration in Verkehrsleitsystemen behandelt.

Abstract

The future of mobility in Europe has already started with the presentation or establishment on the market of automatic vehicle location and navigation (AVLN) systems. This article presents the products of great importance. An own section deals with the possibilities for positioning devices. In addition to dead reckoning sensors absolute positions from GPS have enabled the use of these systems in practical service. After a comparison their integration in intelligent vehicle highway systems (IVHS) will be discussed.

1. Einleitung

Nach achtjähriger Laufzeit wurden in einer Abschlußbilanz Ende Oktober 1994 in Paris die Ergebnisse des europäischen Forschungsprojektes PROMETHEUS der Öffentlichkeit präsentiert. PROMETHEUS steht für Programme for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety und war ein Gemeinschaftsprojekt von 14 europäischen Automobilherstellern sowie über 50 wissenschaftlichen Institutionen. Die Hauptziele des Projektes waren die Erhöhung der Fahrsicherheit, Maßnahmen zur Unfallverhütung und zur Optimierung des Verkehrsflusses sowie die Verbesserung des Verkehrsmanagements. Mit verschiedenen technischen Entwicklungen sollen die Autofahrer in bestimmten Situationen unterstützt und mit Hilfe von Verkehrsleitsystemen und einer effizienteren Verknüpfung aller Verkehrsträger die negativen Auswirkungen der modernen Mobilität eingedämmt werden. Eine bedeutende Rolle in diesem Zusammenhang spielen auch Autonavigationssysteme, die dem Fahrer den optimalen Weg zu seinem Ziel zeigen. Die Forschungsarbeit wird in den nächsten vier Jahren mit dem neuen Projekt PROMOTE (Programme for Mobility and Transport in Europe) fortgeführt. Neben PROMETHEUS entstand in der Europäischen Union noch das Parallelprogramm DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe) im Rahmen des EUREKA-Projektes. Mit vergleichbaren Zielsetzungen richtet sich dieses

Projekt vorwiegend an Behörden und Verwaltungen und beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der umfassenden Einführung von Mobilkommunikation im Verkehr. DRIVE befindet sich momentan in seiner zweiten Stufe, in der die erarbeiteten Ergebnisse in Feldversuchen erprobt werden.

2. Entwicklung und Aufbau

Die Navigation von terrestrischen Fahrzeugen ist keine Erfindung der Gegenwart. Bereits vor rund 2000 Jahren in der Zeit Antike und im alten China wurden erste Ansätze verwirklicht. Die bekannteste Entwicklung ist der sog. chinesische Südzeigewagen (Chinese South Pointing Carriage) von Chan Heng (ca. 120 n.Chr.) und Ma Chün (ca. 255 n.Chr.) beruhend auf dem Prinzip der differentiellen Wegmessung, das auch heute noch bei terrestrischen Navigationssystemen angewendet wird. Nach vielen Jahrhunderten begann man erst etwa Anfang der 70er Jahre in den USA wiederum mit der Entwicklung von reinen terrestrischen Systemen, die auf dem Prinzip der Koppelnavigation basieren und relative Koordinaten liefern. Durch den Aufbau des Satellitenpositionierungssystems GPS entstand in den 80er Jahren eine zweite Entwicklungstendenz, die eine absolute Standortbestimmung anstrebt [2].

Die Navigationssysteme können je nach Anwendungsfall in verschiedene Kategorien einge-

teilt werden [3]. Autonome Zielführungssysteme arbeiten vollkommen unabhängig und teilen nur dem Fahrer seine aktuelle Position mit. Kann das Fahrzeug externe Informationen über Kommunikationseinrichtungen empfangen, spricht man von infrastrukturgestützten Systemen. Für das Management einer Fahrzeugflotte ist ein Datenaustausch zwischen dem Fahrzeug und einer zentralen Leitstelle in beiden Richtungen erforderlich. Der vorliegende Beitrag konzentriert sich primär auf autonome und infrastrukturgestützte Navigationssysteme.

Neben den Komponenten für die Positionsbestimmung besteht ein modernes Autonavigationssystem im wesentlichen aus einem Mikrocomputer, einer zentralen Steuer- und Anzeigeeinheit für die Kommunikation mit dem Fahrer, einem CD-ROM Laufwerk für die digitale Straßenkarte und verschiedener Software und Datenbanken (Abb. 1). Der Bordcomputer verwaltet die ein- und ausgehenden Daten und die Meßwerte des Positionierungssystems und dient als Navigationsrechner. Aus Platzgründen werden in der Regel der Computer, das CD-ROM Laufwerk und Teile der Positionierungseinheit (z.B. der Koppelnavigationsrechner bzw. der GPS-Empfänger) im Kofferraum des Fahrzeuges untergebracht. Die Steuer- und Anzeigeeinheit im Armaturenbrett ist direkt mit dem Bordcomputer verbunden. Das System kommuniziert mit dem Fahrer im Ausgabemodus visuell über Bildschirm bzw. akustisch via Lautsprecher. Die Dateneingabe kann über Tastatur bzw. Bedienknöpfe oder auch mittels Mikrofon erfolgen. Ein Kontrollprogramm steuert den gesamten Prozeßablauf beginnend bei der optimalen Wahl der Fahrtroute bis zur aktiven Zielführung. Durch eine zusätzliche Einbeziehung von aktuellen Verkehrsinformationen über den digitalen Informationsdienst RDS/TMC (Radio Data System/Traffic Message Channel) wird eine Optimierung der ausgewählten Fahrtroute erreicht. Die Fahrzeugnavigation ist bei modernen Systemen in ein einheitliches Audio-, Video- und Kommunikationssystem integriert.

3. Positionierungseinheit

Die momentane Fahrzeugposition kann sowohl aus den Meßdaten terrestrischer Navigationssensoren als auch mittels GPS bestimmt werden. Beide Systeme weisen jedoch Schwächen auf, wenn sie voneinander unabhängig eingesetzt werden sollen. Sinnvoll erscheint eine Verbindung beider Meßsysteme zu einem Zielführungssystem.

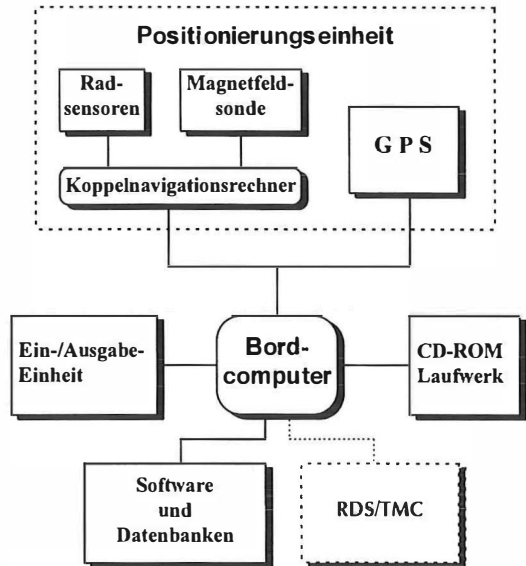


Abb. 1: Aufbauschema

3.1 Terrestrische Navigation

Bei der Koppelnavigation (dead reckoning) wird die zurückgelegte Wegstrecke mit Hilfe von zwei Radsensoren (ABS-Sensoren) an den nicht angetriebenen Rädern bestimmt. Aus der Wegdifferenz zwischen dem kurveninneren und kurvenäußeren Rad kann auch die Richtungsänderung berechnet werden. Die Richtungsmessung wird von einem Magnetkompaß und bzw. von Sensoren zur Messung des Einschlagwinkels des Lenkrades unterstützt. Die hohe Anfälligkeit und die geringe Genauigkeit der Sensoren führen in Summe zu einer fehlerhaften Positionsangabe. Durch einen Vergleich mit einer absolut bestimmten Position kann diesem Effekt begegnet werden, indem bei reinen terrestrischen Navigationssystemen die Fahrzeugposition mittels einer Trajektorieneinpassung in das Straßennetz der Karte einpaßt wird. Diese Technik ist unter ihrem englischen Namen map matching (Kartenvergleich) bekannt [6]. In regelmäßigen Abständen bzw. an markanten Punkten (z.B. Kreuzungen) werden die Standortkoordinaten korrigiert und die Radsensoren sowie der Kompaß kalibriert.

Probleme bei der Zuordnung der Fahrzeugposition zur digitalen Straßenkarte können unter Umständen zu einem Verirren des Systems führen, wenn parallel zur befahrenen Straße noch eine weitere vorhanden ist. Systeme mit einem Magnetkompaß für die Fahrtrichtungsbestimmung sind bedingt durch die starken Veränderungen des Magnetfeldes außerhalb des Autos

besonders fehleranfällig. Auch die Genauigkeit der Entfernungsmessung mittels Radsensoren kann durch Driften der Räder oder durch den Verschleiß der Reifen erheblich abnehmen. Bei terrestrischen Navigationssystemen muß vor Fahrtantritt eine Initialisierung vorgenommen werden, d.h. der aktuelle Standort muß mittels Koordinaten, auf der Karte mit einem Cursor, einer Adresse oder mit einer Entfernungsangabe (z.B. Abstand zur nächsten Kreuzung) bekanntgegeben werden. Das terrestrische System erreicht seine Grenzen, wenn Fahrten in Länder, für die es noch keine digitalen Karten gibt, eine Fahrt mit einem Autoreisezug oder einer Fähre, bei der der zurückgelegte Weg mit den Radsensoren nicht bestimmt werden kann, oder auch Fahrten abseits von Straßen im Gelände unternommen werden. Auch die Aktualität und Genauigkeit der elektronischen Landkarte ist ein wichtiger Faktor für die Bestimmung der optimalen Fahrtroute.

3.2 Autonome GPS-Systeme

Gegen den alleinigen Einsatz von GPS in der Autonavigation sprechen hauptsächlich zwei Gründe. In bestimmten Situationen reichen die erzielten Genauigkeiten für die absolute GPS-Positionierung mit dem C/A-Code bei SA nicht aus. Das größte Problem stellen jedoch Unterbrechungen bzw. der Verlust der Satellitensignale aufgrund von Abschattungen dar. Diese Effekte treten besonders häufig im Stadtgebiet auf und können dann sogar dazu führen, daß eine Positionierung unmöglich wird. Von Herstellerseite wird als negativer Punkt immer noch die Abhängigkeit vom Betreiber des GPS-Systems, dem amerikanischen Verteidigungsministerium (Department of Defense), angeführt, obwohl mit Erreichen der Initial Operational Capability zu Beginn des Vorjahres die Verfügbarkeit des Standard Positioning Service für zivile Anwender garantiert wurde.

Die Navigationsgenauigkeit von GPS kann – wie in der geodätischen Praxis üblich – durch differentielle Positionierungsverfahren gesteigert werden. Ein wichtiger Bestandteil eines in Echtzeit arbeitenden DGPS-Systems ist die Datenübertragungseinrichtung zwischen der Referenzstation und dem bewegten Empfänger. Für die Autonavigation ist eine Übermittlung der Korrekturdaten mittels RDS, wie in Versuchen des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen mit dem Westdeutschen Rundfunk bereits nachgewiesen wurde [5], empfehlenswert. Damit werden bestehende Sende- und Empfangseinrichtungen genutzt und die DGPS-Korrekturen kön-

nen zukünftig gemeinsam mit aktuellen Verkehrsinformationen vom Autoradio an das Navigationssystem digital weitergeleitet werden. Genauigkeitsmäßig ist eine Relativmessung mit Codephasen vollkommen ausreichend. Diese hat im Hinblick auf die einfachere Bearbeitung und die geringere Fehleranfälligkeit gegenüber Signalverlusten im Vergleich zur kinematischen Trägerphasenmessung wesentliche Vorteile [4]. Auch bei differentiellen GPS-Positionierungsverfahren ist eine Kombination mit terrestrischen Navigationssensoren zur Überbrückung von Signalverlusten durch Abschattungen unbedingt erforderlich.

3.3 Kombinierte Navigationssysteme

Die Nachteile und die Fehlerquellen terrestrischer Systeme können verkleinert werden, wenn zusätzlich eine absolute Positionsbestimmung mittels GPS durchgeführt wird. Bei den meisten derzeit erhältlichen Navigationssystemen wird GPS nur als zweites unabhängiges Positionierungselement verwendet, das in regelmäßigen Abständen zur Stützung und Kontrolle der terrestrischen Meßwertgeber herangezogen wird. Beide Positionen werden getrennt bestimmt und der digitalen Karte überlagert. Eine Initialisierung des Systems bei Fahrtbeginn ist nicht erforderlich, wenn die Satellitensignale zur Verfügung stehen. Verläßt man den Bereich der elektronischen Landkarte, kommt es zu keinem Positionsverlust und die absolute GPS-Position kann direkt angezeigt werden. Bei der Rückkehr in den Kartenbereich ist daher keine neuerliche Standorteingabe notwendig. Bei einer echten Kombination wird hingegen die momentane Fahrzeugposition beispielsweise über eine Filterung gemeinsam aus allen vorliegenden Meßdaten berechnet. Dadurch erzielt man wesentlich höhere Genauigkeiten, da sowohl die terrestrischen Sensoren mit Hilfe von GPS kalibriert werden als auch das Meßrauschen der GPS-Position durch die Koppelnavigation erheblich reduziert wird.

4. Realisierte Autonavigationssysteme

Die Entwicklung von Autonavigationssystemen wird in Europa vor allem von zwei Herstellern in Verbindung mit Autofirmen vorangetrieben. Es handelt sich hierbei um die zur Bosch-Gruppe gehörende Audio-Firma Blaupunkt Werke GmbH mit Sitz in Hildesheim, Deutschland, und die Tochterfirma Philips Car Systems in Wetzlar, Deutschland, vom holländischen Konzern

	BOSCH Travelpilot IDS	BOSCH Berlin RCM 303 A	MERCEDES APS S-Klasse	PHILIPS Carin	BMW Navigation 7er-Reihe	RENAULT Carminat C3 Top-Version
Positionierungseinheit						
Terrestrische Sensoren	✓	✓	✓	✓	✓	✓
GPS	1)	✓	✓	2)	✓	✓
Eingabe						
Tastatur	✓	x	x	x	x	x
Bedienknopf	x	x	x	✓	✓	✓
Wippschalter	x	✓	✓	x	x	x
Ausgabe						
Routenkarte	✓	✓	x	2)	✓	✓
Zielführungsdiagramm	x	✓	✓	✓	✓	✓
Sprachausgabe	x	✓	✓	✓	✓	✓
Monitor						
LCD-Farbe monochrom	x ✓	✓ x	x ✓	x ✓	✓ x	✓ x
Preis						
ATS	rd. 41.000,-	rd. 40.000,- ³⁾	rd. 30.000,-	rd. 42.000,-	ab 44.800,-	rd. 40.000,-
Einführungstermin						
in Deutschland	1991	Mai 1995	Frühjahr 1995	1992	Herbst 1994	1996

1) Optional gegen Aufpreis

2) ab Modell Carin II

3) ohne Audio- und Videokomponente von Berlin RCM 303 A

Tab. 1: Systemgegenüberstellung

Philips. Beide Firmen haben bereits Anfang der 90er Jahre autonome und mit CD-ROM arbeitende Navigationssysteme auf dem deutschen Markt angeboten (TRAVELPILOT IDS der Fa. Bosch-Blaupunkt [8] und CARIN I von Philips [10]). Ausgehend von diesen Vorläufermodellen wurden die aktuellen Systeme entwickelt, die entweder von den Firmen direkt oder auch gemeinsam und teilweise in etwas veränderter Form mit den Autofirmen BMW und Mercedes-Benz bereits angeboten werden bzw. kurz vor der Markteinführung stehen. Eine Marktübersicht der Navigationssysteme mit diversen für den Benutzer interessanten Merkmalen enthält die Tab. 1. Die Angaben wurden aus Produktinformationen und Presseberichten der einzelnen Hersteller bzw. Anbieter entnommen [7] bis [14].

Im Gegensatz zu den Vorgängermodellen kann das Navigationspaket als ein Menüpunkt in ein einheitliches Audio-, Video- und Kommunikationssystem integriert werden. Durch eine logische Zusammenfassung aller Funktionen in einer zentralen Kontrolleinheit wird die Bedienbarkeit und optische Integration der Komponenten im Fahrzeug erleichtert. Ein in der Fahrzeugmittelkonsole eingebauter Bordmonitor dient als Dialogpartner. Das Hauptmenü enthält optional neben dem Funktionen eines herkömmlichen Bordcomputers die Bedien- und Anzeigefunktionen von Radio, Kassettendeck, CD-Wechsler, Telefon, Fernsehen und Navigation. Das System be-

sitzt einen hohen Grad an Flexibilität für die Einbeziehung zukünftiger Optionen.

Der wesentliche Unterschied zu früheren Navigationssystemen liegt jedoch in der Art der Zielführung. Nicht die Landkarte alleine zeigt den Weg, sondern der Computer gibt dem Fahrer durch optische oder akustische Signale die Anweisungen, wie er sein Ziel am besten erreicht. Diese aktive Zielführung in Form von Zielführungsdiagrammen (siehe Abb. 2) und Sprachausgabe bringt im Hinblick auf die Verkehrssicherheit entscheidende Vorteile. Der Fahrer kann sich völlig auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren und wird nicht durch den ständigen Blick auf den Monitor abgelenkt. Die empfohlene Streckenführung wird in der Regel in Form von Pfeilen und einer Entfernungsangabe bis zum nächsten Fahrtrichtungswechsel angegeben. Diese Informationen werden dem Fahrer auch rechtzeitig akustisch mit kurzen, prägnanten Anweisungen (Bitte rechts abbiegen, Bitte links einordnen) mitgeteilt. Sind keine Richtungsänderungen vorzunehmen, wird die Distanz bis zur nächsten Änderung angezeigt. Zusätzlich wird der Fahrer durch die Angabe des Straßennamens über seinen momentanen Position informiert. Neben der Anzeige von Zielführungsdiagrammen kann teilweise auch die Kartendarstellungsform gewählt werden. Die digitale Routenkarte (siehe Abb. 3) entspricht in ihrer Darstellung einem gewöhnlichen Straßenatlas, wobei die Straßen

nach ihrer Wertigkeit gelb bzw. rot dargestellt sind. Die geplante Route erscheint in einer anderen Farbe und durch ein Symbol wird der aktuelle Standort angezeigt. Der Kartenmaßstab kann individuell verändert werden und Übersichtskarten erleichtern die Orientierung. Die Probleme und Schwierigkeiten, die viele Menschen beim richtigen Lesen einer Karte haben, und die Vorteile der aktiven Zielführung haben Mercedes-Benz veranlaßt, in ihrem gemeinsam

topographischen Angaben enthält die auf CD-ROM digital gespeicherte Landkarte noch Informationen, die das Straßennetz betreffen wie beispielsweise Fußgängerzonen, Einbahnstraßen oder Abbiegeverbote, als auch Flughäfen, Autobahnknoten und -abfahrten, Adressen von Tankstellen, Restaurants, Hotels oder Sehenswürdigkeiten. Durch eine finanzielle Unterstützung der CD-ROM besteht sogar die Möglichkeit, daß eine Branche in ihrem Bereich exklusiv vertreten



Abb. 2: Beispiel für ein Zielführungsdiagramm (Fa. BMW)



Abb. 3: Übersichtskarte mit geplanter Fahrtroute (Fa. BMW)

mit Bosch-Blaupunkt entwickelten Navigationssystem AUTO-PILOT-SYSTEM (APS) [12] auf die Kartendarstellungsform völlig zu verzichten. Dieser Umstand macht sich auch im Preis bemerkbar, da ein kleineres Display ausreicht und auf einen teuren LCD-Farbbildschirm verzichtet werden kann (Tab. 1). Das gemeinsam mit Philips entwickelte Navigationspaket von BMW [7] bietet hingegen beide Darstellungsformen. Zur übersichtlicheren Darstellung kann der Fahrer sich neben der akustischen aktiven Zielführung die Routenkarte anzeigen lassen, um seine Position im Straßennetz mitverfolgen zu können. Auch andere Menüoptionen wie das Bedienen des Audiobereiches oder Funktionen des Bordcomputers, das Telefonieren oder bei Verkehrsstillstand ein Blick auf das aktuelle Fernsehprogramm sind möglich, während das Navigationssystem weiterhin über Sprachcomputer den Weg weist. Bei BMW wird aber auch über zukünftige Ausführungen ohne den aufwendigen Farbmonitor nachgedacht.

Die Dateneingabe erfolgt in der Regel über einen Bedienknopf oder Wippschalter, eine kleine Tastatur oder auch mittels Infrarot-Fernbedienung. Für den Zielort kann neben Straßennamen auch eine Adresse oder eine nächstgelegene infrastrukturelle Einrichtung angegeben werden. Neben dem Straßennetz und wichtigen

wird. So könnte z.B. eine Hotelkette das Recht bekommen, daß alle gespeicherten Hotels aus ihrer Kette stammen. In einem Adreßbuch können zusätzlich häufig angefahrne Ziele gespeichert werden. Nach Angabe ihrer Hersteller sollen die digitalen Karten wesentlich präziser als herkömmliche Straßenatlanten sein, denn nur so könne eine elektronische Navigationshilfe funktionieren. Der entscheidende Faktor ist hier der Ausgangsmaßstab, der für die Digitalisierung der Karte herangezogen wurde. Die Zoomfunktion bei der Kartendarstellungsform sollte demnach keine größeren Maßstäbe als den Ausgangsmaßstab zulassen. Ein Problem haben die elektronischen Landkarten noch mit den herkömmlichen gemeinsam, nämlich jenes der Aktualität. Nicht nur Umleitungen im Zuge von Baumaßnahmen verursachen Veränderungen, auch generell ändern sich jährlich rund 10 Prozent der Straßen. Damit man nicht jedes Jahr eine neue CD-ROM erwerben muß, erfordert dieser Umstand eine jährliche Aktualisierung der Daten. Von Herstellerseite wird eine Abonnementgebühr in der Höhe von rund ATS 1.500,- pro Jahr diskutiert [1].

Nach Eingabe des Zielortes wird ausgehend von dem zuletzt gespeicherten Standort bzw. der mittels GPS bestimmten Position die optimale Fahrtroute berechnet. Hält sich der Fahrer

einmal nicht an eine empfohlene Anweisung, so erstellt das System sofort eine neue Route zum Ziel, allerdings mit der Neigung, nach Möglichkeit zur geplanten Route zurückzukehren. Meldet der Verkehrsfunk Stauungen, kann auf Wunsch eine alternative Fahrtroute geplant werden. Zukünftig sollen jedoch auch die digitalen Verkehrsinformationen über RDS mit dem Navigationssystem gekoppelt werden und somit direkt in die automatische Routenplanung einfließen. Im 1995 erscheinenden System CARIN II von Philips soll die Integration von RDS-Informationen bereits möglich sein.

Während vorerst GPS nur als zusätzliche Option angeboten wurde und die Positionsbestimmung rein auf terrestrischen Sensoren basierte, hat GPS in den modernen, kombinierten Systemen einen höheren Stellenwert erhalten. BMW bietet als erster europäischer Automobilhersteller seit Herbst 1994 sein Navigationssystem als Sonderausstattung im neuen 7er Modell an [7]. Für die S-Klasse von Mercedes-Benz wird das Auto Pilot System ab dem Frühjahr 1995 für Deutschland als Extra erhältlich sein [12]. Zu diesem Zeitpunkt will auch die Firma Bosch-Blaupunkt mit dem Verkauf der Navigationskomponente ihres Audio- und Kommunikationssystems Berlin RCM 303 A beginnen [11]. Die Firma Sony will Ende 1995 ein autonomes Navigationssystem in Europa anbieten, das ausschließlich GPS zur Positionierung und eine digitale Karte auf CD-ROM zur Darstellung des momentanen Ortes verwendet. Das System SONY MOBILE DIGITAL MAP [14] kann einfach und unkompliziert in jedes Auto eingebaut werden. Die kleine, kreisförmige GPS-Antenne wird am oder im Fahrzeug angeheftet, der 5-Zoll-LCD-Farbmonitor ist überall leicht zu installieren und das CD-ROM Laufwerk kann einfach an den Zigarettenanzünder angeschlossen werden. Bei diesem System soll es in der Grundstufe jedoch keine aktive Zielführung geben, die Auswahl der optimalen Fahrtroute obliegt dem Fahrer. Wegen der in Abschnitt 3.2 angeführten Gründe werden sich Probleme bei der Positionierung nicht vermeiden lassen.

5. Verkehrsleitsysteme

Von seiten der Verkehrsplaner glaubt heute niemand mehr ernsthaft daran, daß der Individualverkehr in den nächsten Jahren zurückgehen wird. Durch Verkehrsmanagement können auch mit dem vorhandenen Straßen- und Parkraumangebot noch weitere Verkehrssteigerungen bewältigt werden. Verkehrsmanagement

reicht von der einfachen Beeinflussung der Ampelanlagen bis zu Verkehrsleitsystemen, die alle Verkehrsmittel koordinieren. Mit der Kooperation von Individualverkehr und öffentlichen Personennahverkehr in Ballungsräumen befassen sich u.a. die Projekte Kooperatives Verkehrsmanagement München mit Beteiligung von BMW [15] und Euro-Scout von Siemens [16]. Die Information des Autofahrers soll nicht nur über herkömmliche Einrichtungen außerhalb des Fahrzeuges, wie beispielsweise durch Wechselwegweisung- und Linienbeeinflussungsanlagen, sondern direkt im Auto und in weiterer Folge in Verbindung mit Zielführungssystemen erfolgen. Der Datenaustausch erfolgt entweder über digitalen Verkehrsfunk oder auch über spezielle Infrarotbaken, die an wichtigen Verkehrsknotenpunkten installiert sind.

Mit der Einbeziehung von aktuellen Verkehrsinformationen über RDS/TMC wird der erste Schritt weg vom fahrzeugautonomen in Richtung infrastrukturestütztes Navigationssystem vorgenommen. Die Verkehrsinformationen stammen teilweise von der Polizei, zum Großteil werden sie aber von Sensoren entlang von Hauptverkehrsstraßen erfaßt. Beispielsweise sind im Großraum Paris auf 700 km Stadtautobahnen und Schnellstraßen an die 4000 Magnetsensoren sowie 500 Videokameras vorgesehen [1], die über das Verkehrsaufkommen, Geschwindigkeit, Wetter- und Straßenverhältnisse informieren. Von einer zentralen Leitstelle werden die Daten an die Rundfunkanstalten übermittelt und über die Sender permanent ausgestrahlt. Die RDS/TMC-tauglichen Radiogeräte decodieren sie und informieren den Autofahrer über Staus in dem für ihn relevanten Bereich bzw. übergeben sie direkt dem Navigationssystem, das die geplante Fahrtroute entsprechend abändert. Die in Abschnitt 4 vorgestellten Systeme sind vorerst als autonome Navigationshilfe für den einzelnen Autolenker konzipiert worden. Von der französischen Autofirma Renault wurde gemeinsam mit anderen Firmen, u.a. auch Philips, das System CARMINAT [13] als umfassendes Informationssystem für den Straßenverkehr entwickelt. Das Hauptziel dieses Projektes ist die Übermittlung von Echtzeitinformationen über die Verkehrslage und die Empfehlung von Ausweichrouten an den Autofahrer. Vier verschiedene Varianten sollen ab 1996 angeboten werden. In der Grundstufe werden nur akustische Verkehrsinformationen über den Bordcomputer mitgeteilt. Der Fahrzeuglenker muß selbst entscheiden, welche Route er zu seinem Zielort wählt. Variante 2 bietet zusätzlich eine Fülle von Informationen (Parkplatzsituation, Tankstellen, Hotels, Restaurants,

usw.) und deren visuelle Anzeige auf einem kleinen Display. Erst ab der dritten Stufe wird das Grundpaket durch ein Navigationssystem basierend auf GPS und terrestrischen Sensoren ergänzt. In der Topversion soll das von Philips entwickelte autonome dynamische Navigationssystem CARIN II inkludiert sein. Das aktuelle Verkehrsaufkommen wird hierbei auf der Routenkarte durch unterschiedliche Farbkennzeichnung der Straßen dargestellt. Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes DRIVE wurden 1994 drei Pilotversuche in Frankreich mit 350 Fahrzeugen gestartet.

Derzeit verhindert noch die ungeklärte Organisation des Verkehrs der Zukunft die umfassende Nutzung des Potentials der Navigationssysteme. Die Hauptaufgabe des Nachfolgeprojektes PROMOTE besteht deshalb darin, so rasch wie möglich die Voraussetzungen für technische Entwicklungen von PROMETHEUS zu schaffen. Für grenzüberschreitende Verkehrsleitsysteme ist der Aufbau einer europaweit einheitlichen und optimierten Verkehrsinfrastruktur erforderlich.

Bei der kritischen Beurteilung von Autonavigationssystemen ist der Geodät gefordert einerseits das Genauigkeitspotential der Kartengrundlagen und andererseits der Positionierung via GPS in Verbindung mit terrestrischen Sensoren aufzuzeigen. Die in manchen Presseberichten und Produktinformationen angegebenen Navigationsgenauigkeiten von GPS mit dem C/A-Code bei SA fallen aus der Sicht eines Geodäten viel zu optimistisch aus und sind nicht allgemein gültig, u.a. heißt es im Philips Europa-Magazin 94/95 bei der Beschreibung des Navigationssystems CARIN [11]: ihr augenblicklicher Standort wird durch Satelliten automatisch auf 20 m genau festgestellt.

Der Autor dankt Hr. Joerg M. Koppensteiner für zahlreiche Fachgespräche und für die Bereitstellung von diversen Produktinformationen.

Literatur

- [1] *Brandl M.*: Pilot aus der Konserve, Verkehr & Umwelt, Ausgabe 9/10 1994, S. 32–33
- [2] *Krakiwsky E. J.*: GPS and Vehicle Location and Navigation, GPS World, May 1991, S. 50–53
- [3] *Krakiwsky E. J., C. Harris*: Communications for AVLN Systems, GPS World, November 1994, S. 42–50
- [4] *Koppensteiner J. M.*: Integration des Global Positioning Systems in der automobilen Navigation, Diplomarbeit, Abteilung Ingenieurgeodäsie, TU Wien, 1995.
- [5] *Lindstrot W., Raven P.*: DGPS-Referenzstationen Nordhelle und Bonn - ein Jahr im praktischen Betrieb, in DGON (Hrsg.): DGON Seminar Satnav'93, Bonn-Bad Godesberg, 20.–22. Oktober 1993, Düsseldorf 1993, S. 237–244.
- [6] *White M.*: Car Navigation Systems, in *Maguire D. J., M. F. Goodchild, D. W. Rhind* (Hrsg.): Geographical Information Systems: Principles and Applications, Longman, London 1991, Vol. 2, S. 115–125.
- [7] *Produktinformation der Fa. BMW*: Das BMW Navigationssystem, 1994.
- [8] *Produktinformation der Fa. Bosch-Blaupunkt*: Travelpilot IDS, 1991.
- [9] *Produktinformation der Fa. Bosch-Blaupunkt*: Der große Unterschied im Automobil: Berlin RMC 303 A, 1994.
- [10] *Produktinformation der Fa. Philips*: CARIN Navigation System, 1991.
- [11] *Europa Magazin 94/95 der Fa. Philips*: CARIN Navigationssystem: Der sichere Weg zum Ziel, 1994.
- [12] *Presseinformation der Fa. Mercedes-Benz*: Auto Pilot System (APS), 1994.
- [13] *Produktinformation der Fa. Renault*: CARMINAT an Bord: Schlau durch den Stau, 1994.
- [14] *Autorevue 11/94*: Sony Mobile Digital Map: Inmitten von Satelliten, 1994, S. 14.
- [15] *Produktinformation der Fa. BMW*: Kooperatives Verkehrsmanagement München, 1991.
- [16] *Produktinformation der Fa. Siemens*: Kooperation statt Konfrontation: dynamisches Verkehrsmanagement mit EURO-SCOUT, 1990.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Günther Retscher, Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abteilung Ingenieurgeodäsie, TU Wien, Gußhausstr. 27–29, A-1040 Wien.