

Wo bitte, geht's zum Ziel?

Studienprojekt Navigationssysteme

von Klaus Möller

Im Sommersemester 1997 wurde im Studiengang Beschaffung und Logistik das Studienprojekt Car-Go durchgeführt. Car-Go beinhaltete den systematischen Test von marktgängigen Navigationssystemen zum Einsatz in Vertreter- und Lieferfahrzeugen. Getestet wurden Systeme der Firmen Blaupunkt (TravelPilot RGS 05), Philips (Carin 520) und Alpine (Alpine NVE-N055VP). An dieser Stelle sei den Herstellern sowie den Firmen mobilcom Kiefer, Karlsruhe und Windbiel, Pforzheim für die intensive Unterstützung des Projektes gedankt.

Problemstellung

Ein ständig wachsendes Verkehrsaufkommen, die Verdichtung des Straßennetzes und die Vergrößerung des "Schilderwaldes" führen zum Streß beim Autofahren und zu gefährlichen Situationen im Straßenverkehr. Der Fahrer oder die Fahrerin mit dem Stadtplan auf den Oberschenkeln, den suchenden Blick auf Straßenschilder und Hausnummern gerichtet, ist keine Seltenheit.

Routenplanung

Zur Verbesserung der Situation bietet der Softwaremarkt sogenannte Routenplanungsprogramme. Durch deren Einsatz kann im Vorfeld die Zeit für die Wegsuche verkürzt und der effizienteste Weg gefunden werden. Als Basis dieser Softwareprogramme dienen digitalisierte Straßenkarten. Zu Hause am PC werden Startpunkt, Zwischenstops und Zielpunkt ausgewählt, um unter diversen wählbaren Optimierungsgesichtspunkten - wie Fahrzeit, Streckenlänge oder Minimierung des Kraftstoffverbrauches - die bestmögliche Route zu ermitteln. Der Anwender kann sich abschließend den optimierten Weg in Listenform ausdrucken lassen. Einige Programme ermöglichen auch den Ausdruck einer graphischen Darstellung als Vektorkarte, bei der ein Straßennetz aus verschiedenen Geradenstücken zusammengesetzt wird oder als Rasterkarte, die mehr der herkömmlichen Landkarte gleicht.

Der Markt bietet eine große Auswahl dieser digitalisierten "Pfadfinder"; sie werden in unterschiedlichen Ausführungen und Preisklassen je nach den Bedürfnissen der Benutzer angeboten: Für bestimmte Ballungsräume, für Deutschland oder für ganz Europa, mit zusätzlichen Tips, wie Hotels, Restaurants, Sehenswürdigkeiten, Bahnverbindungen und vieles mehr. Einige Programme können Kundenadressen importieren und diese automatisch geocodieren oder Reisekostenabrechnungen und ein elektronisches Fahrtenbuch erstellen.

Mit einem Routenplanungsprogramm wird also die Route am grünen Tisch vorgeplant. Die ausgedruckten Listen müssen vom Fahrer aber während der Fahrt immer noch gelesen und verfolgt werden. Eine weitere Unterstützung kann die Darstellung der Fahrtroute auf einer Vektorkarte oder Rasterkarte bieten, wobei diese Form leider meist unübersichtlich und wenig sinnvoll bei einem nur kurzen Blick während der Fahrt ist.

Optimale Unterstützung bieten erst die Navigationssysteme, die den Fahrer während der Fahrt in akustischer oder optischer Form leiten. Sie besitzen darüber hinaus den Vorteil, daß bei kurzfristiger Änderung der Randbedingungen, beispielsweise wenn ein Stau bekannt wird, sofort eine Alternativroute ermittelt werden kann. Durch eine rechtzeitige Ansage von Richtungshinweisen kann der Fahrer auch in einer fremden Stadt beruhigt fahren und sich voll auf den Verkehr konzentrieren, neben dem Komfortgewinn ist dies gleichzeitig ein Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Trotzdem weist jedes Navigationssystem nach dem Einschalten darauf hin, daß die geltenden Verkehrsregeln zu beachten sind (z.B. bei Fehlfunktion des Systems - Einbiegen in Einbahnstraße o.ä.).

Unter Navigation versteht man deshalb

- die Ortung eines Fahrzeuges, d.h. die Bestimmung der aktuellen Position, der Fahrtrichtung und der

Geschwindigkeit in bezug auf eine digitalisierte Karte,

- die Bestimmung von Richtung und Entfernung zum Ziel,
- die Berechnung der Streckenabschnitte in der digitalisierten Karte zum Ziel (Routing) und die Ausgabe der Richtungshinweise in optischer und akustischer Form.

Navigation

Die Hersteller von Navigationssystemen sind der Auffassung, daß sich der Markt in Zukunft überproportional vergrößern wird.

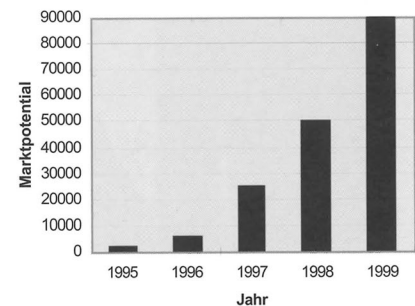


Abbildung. 1: Marktpotential für Navigationssysteme ¹

Aus Sicht des ADAC profitiert prinzipiell jeder Autofahrer von solch einem Gerät; zwei Personengruppen werden jedoch hervorgehoben:

- Vielfahrer unter Zeitdruck mit häufig wechselnden unbekanntem Zielen und
- Autofahrer, denen das Fahren nach Karten durch den oft verwirrenden Schilderwald ein "Greuel" ist ²

Nach Eingabe des Zielortes ermittelt das Navigationssystem die Fahrstrecke. Die hierzu benötigten Informationen bezieht das Gerät von einer auf CD-ROM gespeicherten digitalisierten Straßenkarte. Diese Daten beziehen Systemhersteller von einem der beiden bedeutenden Anbieter, NavTech oder Tele Atlas.

¹ vgl. Blaupunkt: Präsentation vom 25.04.1997

² vgl. Nowicki, J. / Winkler, R.: ADAC Motorwelt, S. 37

Der Fahrer ist nicht an die vorgegebene Route gebunden; bei Verlassen der vorgesehenen Fahrtstrecke ermittelt das System sofort eine Alternativroute. Für die richtige Fahrweisung muß das System wissen, wo sich das Auto befindet. Die Ortung erfolgt einerseits durch Radsensoren bzw. Tachosensoren, welche die zurückgelegte Strecke ermitteln. Kurvenfahrten erkennt das System durch Laufwegunterschiede zwischen kurveninnerem und -äußerem Rad. Ein Kompaß unterstützt die Weg- und Winkelmessungen. Diese Daten werden permanent mit der gespeicherten Straßengeometrie abgeglichen. Andererseits hält das System ständig Kontakt zu drei der vierundzwanzig Satelliten des "Global Positioning Systems (GPS)", welches den Standort eines Fahrzeuges auf 100 m genau bestimmen kann.³

Fahrzeugortung mit Global Positioning System (GPS)

Als Grundlage der Ortung nutzen die getesteten Navigationssysteme das Global Positioning System (GPS). Dieses System wurde ursprünglich vom amerikanischen Militär entwickelt. Das System basiert auf der Messung von Laufzeitdifferenzen zu insgesamt 24 Satelliten, die in einer Höhe von ca. 20.000 Kilometern um die Erde kreisen; in sechs Ebenen kreisen je vier Satelliten. Die Satelliten stehen der Nutzung im zivilen Bereich aktuell kostenfrei zur Verfüg-

ung. Für eine zweidimensionale Positionsermittlung (Länge und Breite) ist der gleichzeitige Empfang von mindestens drei Satelliten erforderlich. Für eine dreidimensionale Positionsermittlung (Länge, Breite und Höhe) ist der gleichzeitige Empfang von mindestens vier Satelliten nötig. Da jedoch die Höhe für die Positionsermittlung eine wesentliche Komponente darstellt, ist eine reine zwei-D-Navigation nur in der Seefahrt wegen der konstanten Höhe von Null Metern vorteilhaft.

Das GPS-System basiert auf der direkten Entfernungsmessung im Einweglaufzeitmeßverfahren mit synchronisierter Zeitreferenz zwischen Satelliten (Sender) und GPS-Empfänger (Erdstation). Die Entfernung wird hier durch einen Uhrenvergleich bestimmt. Alle Satelliten senden synchron bestimmte Signale (Pseudo-Zufalls-codes). Eine im Empfänger gleichfalls genau gehende Uhr (Atomuhr) ermöglicht die Messung von Signallaufzeitunterschieden, die jedes Signal vom Satelliten bis zum Empfänger braucht. Der Empfänger berechnet mindestens drei Entfernungen zu Bezugspunkten mit bekannter Position und damit den Standort nach drei oder mehr Koordinaten. Das GPS-Signal dient zur groben Positionierung mit einer Genauigkeit von bis zu 100 Metern. Diese Genauigkeit ist für eine aktive Zielführung jedoch nicht ausreichend, so daß eine zusätzliche Stützung unerlässlich ist.

Diese Funktion wird bei Navigationssystemen durch die Radsensoren und den Magnetfeldsensor, beziehungsweise durch das Gyroskop und das Tachosignal in Verbindung mit der digitalisierten Straßenkarte erfüllt.

Wichtig wird das GPS-System für das Navigationssystem insbesondere nach Fahrten in Zügen oder auf Fähren, um den neuen Standort, der nicht durch Radbewegungen verursacht wurde, zu definieren.⁴

Komponenten der Systeme

Navigationssysteme bestehen im wesentlichen aus folgenden Komponenten;

- Navigationskomponente mit CD-ROM-Laufwerk,
- Monitor mit integriertem Lautsprecher,
- GPS-Antenne und -empfänger,
- Gyroskop,
- Tachosignalschnittstelle,
- IR-Fernbedienung⁵

Zusätzlich können, wie z.B. im Blaupunktssystem, für eine genauere Positionsbestimmung Radsensoren eingesetzt werden.

³ vgl. o.V.:*Pressespiegel / acquisa Special*

⁴ vgl. *Alpine, Blaupunkt und Philips: Systembeschreibungen*

⁵ *Philips: Systempräsentation vom 16.04.1997*

⁶ *Philips: Systempräsentation vom 16.04.1997*

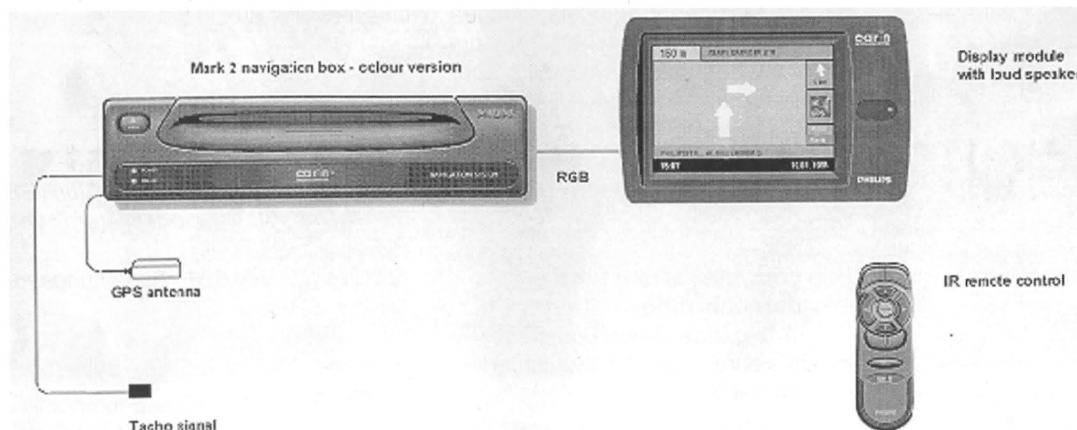


Abbildung. 2: Navigationskomponenten des CARIN 520⁶

Funktionsweise der Systeme

Nach der Eingabe des Zielortes wird die aktuelle Route berechnet und der erste Richtungshinweis ausgegeben. Die Ausgabe erfolgt bei allen Systemen auf jeden Fall akustisch, unterstützt durch eine grafische Ausgabe in Vektorform, als Kartenausschnitt sowie teilweise als Kreuzungs-zoom.

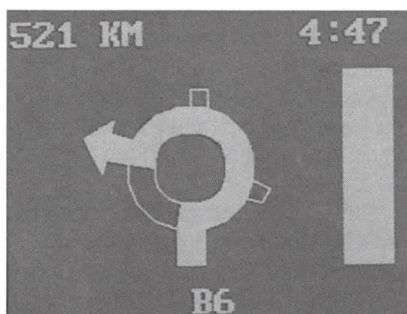


Abbildung 3: Vektordarstellung im Blaupunkt RGS 05⁷

In der **Vektordarstellung** werden neben der Fahrtrichtung die Entfernung sowie die geschätzte Fahrzeit bis zum Ziel gezeigt sowie ein Entfernungsbalken, der die Distanz bis zum nächsten Abbiegemanöver angibt und der in Annäherung an die Kreuzung kontinuierlich abnimmt.

Bei der **Kartendarstellung** wird eine Routenkarte auf dem Bildschirm gezeigt. Die Position des Fahrzeuges wird als Kreis mit Richtungspfeil angezeigt. Die Route wird weiß dargestellt. Zusätzlich wird im oberen rechten Bildschirmfeld eine vereinfachte Darstellung der Zielführungshinweise mit der Entfernung bis zur nächsten Richtungsänderung angegeben.

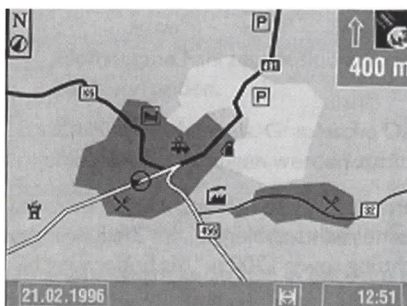


Abbildung 4: Kartendarstellung des CARIN 520⁸

Wenn sich das Fahrzeug während der Fahrt einer Kreuzung nähert, wird der Umgebungsbereich als Kreuzungs-zoom vergrößert dargestellt und mit folgenden Informationen versehen: Name der nächsten Straße bzw. des nächsten Autobahnkreuzes, Entfernung und Richtung zum Zielort, Entfernung bis zur nächsten Richtungsänderung und Uhrzeit.⁹



Abbildung 5: Kreuzungsdarstellung des Alpine NVE-NO55VP¹⁰

Praxistest

Das Ziel des vorliegenden Praxistestes lag darin, das Systemverhalten auf vordefinierten Strecken zu vergleichen und insbesondere in Grenzbereichen zu testen. Zu letzterem Zweck wurde ein Katalog von Problempunkten festgelegt, denen bestimmte Situationen im Straßennetz entsprachen. Diese Problemsituationen befanden sich im Bereich Pforzheim/Karlsruhe und wurden systematisch, mit je einem System pro Testtag, nacheinander durchfahren. Um die Vergleichbarkeit der Systeme zu gewährleisten, wurden die Tests unter den gleichen Grundeinstellungen der Systeme durchgeführt. Um die während der Fahrt ermittelten Eindrücke der teilnehmenden Testpersonen zu stützen, wurden bestimmte Ausschnitte der Testfahrten auf Video aufgenommen und hinterher ausgewertet.

Bewertungskriterien für die Testdurchführung

Auf folgende Bewertungskriterien wurde während der Testdurchführung besonderer Wert gelegt:

- Bedienung
- Schnelligkeit der Systeme
- Sprachausgabe
- Display mit Übersichtlichkeit, Ablesbarkeit, Informationsgehalt und Größe
- Zuverlässigkeit der Navigation
- Anzahl und Schwere der Navigationsfehler (z.B. entgegengesetztes Einbiegen in eine Einbahnstraße)
- Reaktion des Systems im Grenzbereich
 - Detailliertheitsgrad des digitalen Straßennetzes sowie der Orts- und Straßendatenbanken
 - Richtungswechsel in schneller Abfolge
 - Routenneuberechnung nach Falschfahrmanöver
 - Reaktion auf Zielorte in Fußgängerzonen oder auf besonderem Gelände
 - Aufnahme längerwährender Baustellen
 - Führung durch komplexe Kreisverkehre

Testergebnisse

Abschließend läßt sich durchaus sagen, daß nach diesem umfassenden und aufschlußreichen Praxistest grundsätzlich alle Zielorte erreicht werden und somit ein nützlicher Beitrag zur Unterstützung des Fahrers beim Finden eines Zielortes gewährleistet ist. Es zeigen sich in den getesteten Problempunkten kleine Schwächen der Systeme, auf die im einzelnen hingewiesen wurde und die weitere Verbesserungspotentiale für die Hersteller aufzeigen sollen.

⁷ Blaupunkt: *TravelPilot RG 05/RGS 05 - Das Navigationssystem von Blaupunkt*, S. 5

⁸ Philips: *CARIN 520 - Bedienungsanleitung*, S. 98

⁹ vgl. ebenda

¹⁰ Alpine: *NVE-NO55VP - Systembeschreibung*

Die Exaktheit der Navigation und der Entfernungsangaben des Blaupunkt-systems treten hervor; dies ermöglicht wiederum einen effizienten Einsatz des hilfreichen Distanzbalkens bei diesem System. Es kann nicht nachgewiesen werden, ob die Exaktheit des Systems auf den Einsatz bestimmter Ortungskomponenten, auf die Verarbeitungssoftware, auf das digitale Netz oder eine Kombination dieser Faktoren zurückzuführen ist.

Beim Alpinesystem überzeugt die übersichtliche Kreuzungsdarstellung, die auch in Extremsituationen schnell aufeinanderfolgender Richtungswechsel den Überblick bewahren läßt. Dieses System weist darüber hinaus die größte Flexibilität bei der Einstellung benutzerbezogener Parameter auf.

Das Philipssystem macht einen sehr ausgewogenen Eindruck und bietet eine auf das Wesentliche reduzierte, jedoch klare Kreuzungsdarstellung, die die Orientierung bei komplexen Knotenpunkten erleichtert. Die Oberfläche ist von der Farbgebung her kontrastreich und klar gestaltet.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß eine Kombination der

Stärken der Systeme eine unschlagbare Version ergeben würde.

Laut Herrn Geiger, dem Vorsitzenden der Geschäftsführung des Autoelektronik-Herstellers Becker GmbH in Karlsbad, sieht die Zukunft dieses noch jungen Bestandteils der Kommunikationstechnik im Kraftfahrzeug so aus, daß die Entwicklung der Navigationsgeräte nicht stehenbleiben wird, sondern sich vom isolierten Navigationsgerät im Auto hin zur integrierten Navigationsfunktion innerhalb eines komplexen vielseitigen Fahrzeuginformationssystems entwickelt¹¹

Ausgangspunkt der mobilen Kommunikation ist, wie Mitarbeiter der Firma Blaupunkt auf einer Fachpressekonferenz mitteilen, das Autoradio, weil es in der Armaturentafel, also im primären Blickfeld von Fahrer und Beifahrer, einen weltweit normierten Einbauraum hat. Ein Vorteil, den keine andere Kommunikationstechnik im Fahrzeug bieten kann.¹² Das Gerät muß lediglich noch an das Tachosignal und an einen Empfänger für das satellitengestützte GPS angeschlossen werden. Die digitalen Straßendaten befinden sich auf einer Compact Disc. Wenn das Fahrtziel per Tastatur eingegeben ist, werden die für die

Fahrt benötigten Daten von der CD in einen Vier-Megabyte-Arbeitsspeicher geladen. Danach kann die Navigations-CD herausgenommen werden, so daß das Laufwerk zum Abspielen von Audio-CDs genutzt werden kann. Die Navigationsfunktion wird dadurch ebensowenig beeinträchtigt wie das Radiohören oder das Abspielen von Audio-CD's.¹³

Radio und Telefon, Navigation und Verkehrstelematik, dies alles wird in einem Multifunktionsgerät vereint, das nicht größer ist als das herkömmliche Autoradio. Auf längere Sicht soll sogar die PC-Technik ins Auto einziehen¹⁴, um auf standardisierte Software zurückgreifen zu können und die Schnittstellen zu vereinheitlichen. Dann ist es auch möglich, die vollständige Integration mit dem Routenplanungssystem zu erreichen, die es heute bereits für jeden handelsüblichen PC gibt.

¹¹ vgl. Peters, W.: *Technik und Wirtschaft*, S. 4

¹² vgl. Meyer, L.: *Bosch-Mitarbeiterzeitung "Bosch-Zünder"*, S. 10

¹³ vgl. O.V.: *WirtschaftsWoche*, S. 121

¹⁴ vgl. Meyer, L.: *a.a.o.*, S. 10



Teilnehmer des Studienprojektes Car-Go

von links: Mirko Bens, Nicole Braun, Thorsten Metzger, Stefan Tiefau, Prof. Dr.-Ing. Klaus Möller, Marc Bohne, Kerstin Brosch, John Schliever, Levent Yilmaz

Die Integration weiterer Kommunikationskomponenten ins Auto setzt die anhaltende Miniaturisierung der Elektronik voraus. In den vergangenen zehn Jahren haben sich in der Tat die Leiterbahnbreiten und -abstände auf ein Viertel reduziert. Für die Navigation setzt z.B. Blaupunkt jetzt Chip-on-Board-Techniken ein. Künftig wird ein einziger Antennenstab genügen, um Radio und Telefon, Navigation und Verkehrstelematik im Auto zu nutzen. Eigene Erfahrungen mit der Verkehrstelematik konnte Blaupunkt aus gemeinsamen Projekten mit Daimler-Benz und der Polizei in Tokio sammeln. Auch die Daimler-Benz-Töchter Mercedes Benz und Debis Telematic Japan wollen den Autofahrern in den nächsten Monaten treffsichere Stauprognosen und Umleitungsempfehlungen anbieten, um die Reisezeiten in der 12 Millionen-Metropole Tokio zu halbieren.

Mitte dieses Jahres soll auch in Deutschland der Startschuß für derartige Verkehrsdienstleistungen fallen. Per Satellitenortung und Mobilfunk wollen Fahrzeughersteller, Mobilfunkanbieter und Endgeräteproduzenten staugeplagte Autofahrer mit maßgeschneiderten Verkehrsprognosen beglücken. Kluge Navigationslotsen sollen ab Juni 1997 automatisch um jede Störung herum navigieren. Zu diesem Servicestart sicherten sich der DTS-Chef (Debis Telematic Services), Herr Mertens und seine Mitarbeiter per Vertrag den Zugriff auf sämtliche Verkehrsdaten des ADAC und damit mittelbar auch auf Informationen der Landesverkehrsmeldestellen der Polizei. Zusätzlich fließt ein steter Strom an Beobachtungsdaten der rund 15.000 Stamelder der Automobilclubs in der DTS - Rechenzentrale zusammen. Mit Angaben zu Wetterbedingungen und Baustellen wird dann per Computer ein Informationsbündel erstellt. Allein für Europa, so prognostiziert die Europäische Kommission, soll der Markt für Verkehrstelematikdienste bis zum Jahr 2010 auf gigantische 200 Milliarden Mark wachsen.¹⁵

Sogar bei Fahrradfahrern ist eine Entwicklung in Richtung Leitsystem erkennbar geworden. Was vorerst noch eine Studie ist, aber schnell zur Realität werden könnte, ist das Fahrradleitsystem vom Elektronikkonzern Philips. Der japanische Stardesigner Sotoro Myjagi hat ein entsprechendes System entwickelt. In Zukunft wird der ambitionierte Tourenfahrer oder Fahrradkurier per Satellit und Zentralrechner seinen Weg finden. Ange-dacht ist sogar ein Freisprech-Mobiltelefon, das wie eine Klingel an den Lenker geschraubt werden kann.¹⁶

15 vgl., Frey, P.: *Steter Fluß*, S. 123
16 vgl. O.V.: *Fit for fun*, S. 122

Prof. Dr.-Ing. Klaus Möller

Studiengruppe:

Mirko Bens - Systemingenieur Alpine
Marc Bohne - Auswertungsmanager
Nicole Braun - Medienmanagerin
Kerstin Brosch - Projektmanagerin
Thorsten Metzger - Systeming.Blaupunkt
John Schiever - Auswertungsmanager
Stefan Tiefau - Testmanager
Levent Yilmaz - Systemingenieur Philips

Der Autor:

Dr.-Ing. Klaus Möller ist Professor für Distributionslogistik und Verkehrsmanagement im Studiengang Beschaffung und Logistik.

Betreuer:



Die Hersteller standen Rede und Antwort