

Verkehrsinformationssysteme



He Schmidt, wer isn heute dran, die albernern
Kartoffeldrucke von Tante Gerda zu loben ?



Mit einer Pressemitteilung vom 7. Oktober 1999 ging das Traditionsunternehmen „Märklin“, weltweit bekannt insbesondere für Metallspielwaren wie Metallbaukästen und Modelleisenbahnen, an die Öffentlichkeit. Unter dem Titel „Weniger ist oft mehr, auch bei Märklin“ teilte das Unternehmen mit, daß das Metallbaukasten-Sortiment, seit 1914 von Märklin im Angebot, in Zukunft nicht mehr im Katalogsortiment geführt wird. Eine kleine Pressemeldung, die unter den vielen, die mit dem Märklin Metallbaukasten aufgewachsen sind, wie eine Bombe einschlug. Was war der Grund dafür, daß die nunmehr fast ein Jahrhundert lang angebotenen Metallspielwaren keine Zukunft mehr haben? Die Antwort ist schnell gegeben: Mechanik ist out – Computerspiele sind in. Die Beobachtung deckt sich mit dem generell zu sehenden Wandel von der Mechanik zur Elektronik. Der Karikaturist der Computerzeitschrift c't stellt dies in der Ausgabe 9/2000 griffig dar mit einer Szene aus dem Kindergarten des kommenden 21. Jahrhunderts, in der schon Vierjährige mit Computern, Handys, CD und Internet spielen.

Der direkte Zugang zur Umwelt, zu deren Mechanismen, Materialeigenschaften und zu der dahinterstehenden Technik tritt in den Hintergrund und wird abgelöst durch eine Welt, in der Kommunikationstechnik und Informationstechnik in der Software und virtuelle Realität die entscheidende Rolle spielen.

Der Wandel der Technik wird wahrgenommen als ein Wandel der technischen Entwicklungen vom mechanischen Einzelobjekt zum vernetzten Transport- und Informationssystem. Dieser Paradigmenwechsel ist zu bedenken, wenn neue Entwicklungen wie Verkehrsinformationssysteme betrachtet werden. Diese neuen Entwicklungen sollen im folgenden in ihren technischen Zusammenhang gestellt und anhand von drei Thesen erläutert werden.

Erste These: Urbane Umwelten werden immer mehr zu intelligenten Ambienten

Mit der fortschreitenden Technologisierung wird die Stadt immer mehr zu einem von der künstlichen Intelligenz der Computer unterstützten, dynamischen, künstlichen System. Während die Ballungszentren als die Knotenpunkte der großen Verkehrsachsen bis zum Aufkommen der ersten Telegrafen und Telefone und schließlich der modernen Informationstechnik und Kommunikationstechnik gleichzeitig Handlungszentren, Produktionszentren und Marktplatz waren, ist mit der fortschreitenden Technologisierung die Stadt immer mehr geprägt von einer künstlichen, vernetzten Welt. Das gilt nicht nur für die unmittelbar sichtbaren Netze, wie Straßen- und Schienenwege, sondern auch für die nicht direkt sichtbaren Kommunikations- und Versorgungsnetze.

Reinhart D. Kühne ■
Verkehrsinformationssysteme ■

In großem Stil ist diese Entwicklung erstmalig einsehbar in den künstlichen Anlagen des Schloßgartens von Versailles oder in den synthetisch angelegten Städten in Karlsruhe, Freudenstadt oder Dresden. Versailles als vollendetes Beispiel französischer Gartenbaukunst des 17. Jahrhunderts weist auf einer Fläche von 800 Hektar 20 Kilometer Straßen, 46 Kilometer Wege mit 200 000 Bäumen und 210.000 gepflanzten Blumen auf. 132 Kilometer Baumreihen durchziehen die Gärten. Eine Wasserfläche von 21 Hektar mit 50 Brunnen und 120 Fontänen wird dort von 35 Kilometern Wasserleitungen versorgt, aus denen während des Brunnenbetriebs 3600 Kubikmeter Wasser pro Stunde in Brunnen und Fontänen schießen.

Die künstlichen, dynamischen Systeme beschränken sich längst nicht mehr auf die Versorgung mit Wasser, sondern weiten sich aus auf Verkehrssysteme, auf Energie und Kommunikation, auf Logistik, auf Entsorgung mit Abwasser, Müll und Abfall oder auf Medien und Unterhaltung.

den heute Düsenflugzeuge mit einer Geschwindigkeit von 800 bis 1000 Meilen pro Stunde die 100-fache Entfernung im selben Zeitraum! Insbesondere in dem von rund 80 Prozent der Erdbevölkerung bewohnten Nordteil der Erdkugel ist jeder Punkt praktisch innerhalb einer Tagesreise erreichbar. Der Schrumpfungsprozeß wird zur Zeit geradezu potenziert durch die informationstechnische Vernetzung der Ballungszentren. Die Internet-Geografie zeigt, daß sich die Verkehrsknotenpunkte gleichzeitig als Informationsknotenpunkte ausbilden, trotz



Abb. 3: Lichtsignalbaum (Traffic Technology International, April/May 1999, page 7).



Abb. 2: Orangerie Schloß Versailles (www.chateauversailles.fr/fr/133.asp).

Beschleunigt wird diese Entwicklung durch ein Schrumpfen der Welt als Folge veränderter Transporttechnologien. Wenn zu Beginn der Neuzeit die höchste Durchschnittsgeschwindigkeit von Pferdewagen und Segelschiffen bei zehn Kilometern in der Stunde lag, so überwin-

der Ablösung der physischen Verkehrsnetze von den Kommunikationsnetzen, und daß die Zentralitätsfunktion durch die Kommunikationstechnik eine neue Rolle bekommt. Es gilt: „Die meisten befahrenen Autobahnen sind auch Datenautobahnen“.

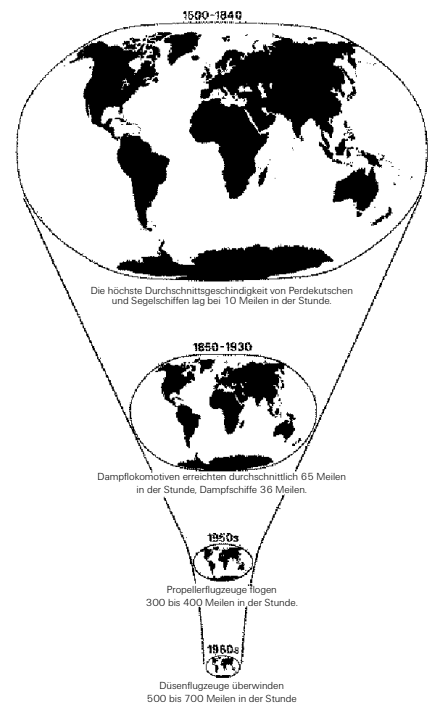


Abb. 4: Schrumpfen der Welt – die Folgen veränderter Transporttechnologien auf die „reale“ Entfernung (Peter Dicken, Global Shift, Industrial Change in a Turbulent World, London 1986).

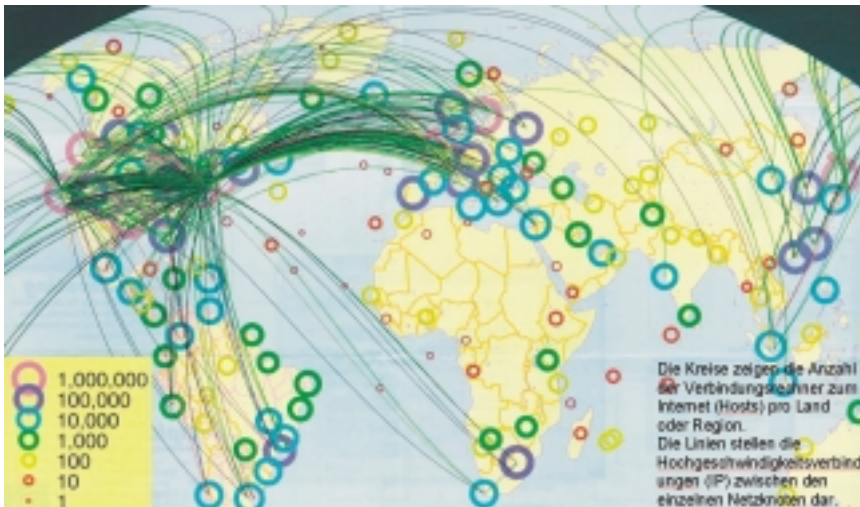


Abb. 5: Internetnetze (www.mids.org).



Abb. 6: Werbung T-Online (Peter Schick, Uni Stuttgart).

Zweite These: Die Technik wandelt sich vom Prothesenpark zur vollständig vernetzten, künstlichen, intelligenten Umwelt

Mit dem Slogan „In der Stadt gilt Tempo 50. Außer für e-Mails mit T-Online“ wirbt der Internetprovider T-Online für seine Dienste und belegt damit eindrucksvoll den mit der Anekdote von der Einstellung der Märklin Metallbaukästen beschriebenen Wandel der Stadt zum dynamisch künstlichen Ambiente. Der mit der informationellen Vernetzung initiierte Prozeß zeigt auf, daß die Technik sich von einem Prothesenpark und Produktionsensemble zu einer umfassenden, vollständig vernetzten, künstlichen, intelligenten Umwelt weiterentwickelt. Mit dem Aufkommen der Kommunikationsnetze ist es möglich, physischen Verkehr und Telekommunikation in der als Telematik bezeichneten Technikkombination zu vereinen. In einer szenarischen Marktbetrachtung gelingt es zu prognostizieren, welche Entwicklungen auf uns zukommen. Geht man von der derzeitigen Situation in Europa mit etwa 500 Milliarden Euro Mobilitätsausgaben, mit einem Bestand von 164 Millionen Personenkraftwagen und einem derzeitigen Telematik-Umsatz pro Jahr von 0,26 Milliarden Euro aus, so läßt sich eine Verzwanzig- bis Verachtzigfache des Telematik-Umsatzes pro Personenkraftwagen je nach Intensität der Nutzung des Internets bis zum Jahr 2010 abschätzen.

Wo heute kollektive Verkehrsleittechnik, Signalsteuerung, Verkehrsbeeinflussung und Wechselwegweisungssysteme

Jahr	1998	2010	
VerkehrstelematikszENARIO		wenig Internet	viel Internet
Mobilitätsausgaben (Mrd. E)	500	600	540
Bestand PKW (Mio. Stück)	164	190	184
Telematikanteil	0,05%	1,0%	5,0%
Telematikumsatz/Jahr (Mrd. E)	0,28	6,12	27,0
Telematikumsatz/PKW (E/PKW)	1,58	32,2	146,7

Tabelle 1: Verkehrstelematikmarkt Europa (Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik).

realisiert sind, werden künftig Mobilfunk-Terminals als Regelausstattung im Fahrzeug umfassende Verkehrs- und Navigationsinformationen sowie Fahrverbote und -gebote dem Fahrer anzeigen.

Mobilitätszentralen mit Angeboten für Fahrtvermittlung, Verbindungsinformation und Ticketing, die heute personalintensiv auf statischen Fahrplänen aufsetzen und nur an wenigen Stellen in Bahnhöfen und zentralen Plätzen erreichbar sind, werden morgen automatisiert und dynamisch rund um die Uhr erreichbar über Internetanbindung große Verbreitung finden und weitere, noch gar nicht definierte Aufgaben der Mobilitätsdienstleistung übernehmen.

Die festen Allianzen der großen Fahrzeughersteller wie

- GM mit AOL
 - Ford mit Yahoo
 - DaimlerChrysler mit T-Online
- zeigen, daß Internetdienste und Fahrzeugtechnologie eine Symbiose eingehen, um die Möglichkeiten des Mobile-Commerce, des Electronic Booking und

des Electronic-Traveling-Systems nicht nur für die Fahrzeughersteller zur Abwicklung des Produktions- und Zulieferprozesses selbst, sondern für die Vernetzung der Kunden und Fahrzeuginsassen zu nutzen.

Voraussetzung für Mobile-Commerce und elektronische Dienstleistungen ist ein breites Angebot, das mit Mobilkommunikationssystemen mit deutlich höheren Datengeschwindigkeiten als bisher ausgestattet wird und so den raschen Zugang zum Internet ermöglicht. Die Ent-

Standard	Übertragungsgeschwindigkeit kB/s	Einführung
GSM Global System for Mobile Communications	9.6/14	1992/1996
HSCSD (GSM) High Speed Circuit Switched Data	43,2	1999/2000
GPRS (GSM) General Packet Radio Service	170	2000/2001
EDGE (GSM) Enhanced Data rates for GSM Evolution	343	2001
WV-CDMA Wideband Code Division Multiple Access (UMTS) Universal Mobile Telecommunications System	128 bis 2.000	2002/2003

Tabelle 2: Höhere Datengeschwindigkeit in Zellulernetzen (Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik).



Abb. 7: Ersatz der kollektiven Streckenbeeinflussung durch Mobilfunkterminal als Regelausstattung (SSP Consult Beratende Ingenieure GmbH, Stuttgart, 1999).

wicklungsstrategie (Tabelle 2) vom High-Speed-Circuit and Switch-Data, des General-Package-Radio-Service bis schließlich zum Universal Mobile Telecommunications System zeigt, daß dies mit der Einführung ab dem Jahr 2003 gegeben ist. Dann sind Internetanbindungen von Mobiltelefonen über Wap-Spracherkennung und -sprachausgabe sowie der Abruf von Daten aus der Datenübertragung zwischen unterschiedlichen Geräten insbesondere in der Fahrzeug-Kommunikation ohne Einschränkungen möglich.

Wesentliche Elemente in der Verkehrs telematik, bei Mobilitätsdienstleistungen und in der Transportlogistik sind die Informationsdienste, mit denen Verkehrslenkung, Sicherheitsdienste, Verkehrserfassung und Abrechnungssysteme versorgt werden. Das Zusammenspiel dieser neuen Dienste für Notfallwarnung, Flugplaninformation, Umweltdaten, Preisinformation, Fahrplaninformation für dynamische Zielführung, für Wetterinformation, Baustelleninformation, Tourismusinformation und Routenberechnung, für die Erhebung wissenschaftlicher Verkehrsdaten, für allgemeine Verkehrsinformation, für die Bestimmung von Transportkosten sowie für Park-and-Ride-Information zeigt, daß

schon heute eine Vielzahl von Kunden, etwa Autovermietungen, Transportunternehmen, Taxiverbände, Automobilverbände, Parkanlagenbetreiber, Tourismusunternehmen, Veranstalter von Großereignissen, Busunternehmen, Onlinedienste, Medien und Verwaltung in Industrie und Wirtschaft, an einer entsprechenden Versorgung partizipieren.

Neben der mobilen Kommunikation mit der Entwicklung hin zu einer Übertragungsgeschwindigkeit bis zu zwei Megabit/Sekunde (Mbit/s) wird die Verwandlung der Technik vom Prothesenpark zum umfassenden, vernetzten, künstlichen, intelligenten Netzwerk vor allem auch

durch die Entwicklung der satellitengestützten Navigationssysteme vorangetrieben. Automatische Fahrzeugführung, Zielführungssysteme, Notruf, urbanes und interregionales Flottenmanagement sowie Diebstahlsicherung haben unterschiedliche Qualitätsanforderungen an die Ortungsgenauigkeit und Verfügbarkeit. Während für die automatische Fahrzeugführung eine Verfügbarkeit von 99,999 Prozent und eine Ortungsgenauigkeit von einem Meter notwendig sind, reicht im Bereich der Diebstahlsicherung eine Ortungsgenauigkeit der Größenordnung von 1.000 bis 10.000 Kilometer und eine Integrität unter 50 Prozent.

Neue Dienste

- Notfallwarnung
- Flugplaninformation
- Umweltdaten
- Reiseinformation
- Fahrplaninformation
- Wissensch. Verkehrsdaten
- allgem. Verkehrsinfo.
- Dynamische Zielführung
- Wetterinformation
- Transportkosten
- Baustelleninformation
- Tourismusinformation
- P+R Information
- Routenberechnung

Kunden

- Autovermietung
- Transportunternehmen
- Taxiverbände
- Verbände (ADAC)
- City-Stellplatzinformation
- Tourismusgewerbe
- Großveranstalter
- Fahrradvermietung
- Busunternehmen
- Industrie
- Wissenschaft (Universität Stuttgart)
- On-line-Dienste
- Medien
- Verwaltung

Abb. 8: Anbieter und Abnehmer von Mobilitätsdiensten (SSP Consult Beratende Ingenieure GmbH, München, 1999).

Qualitative Anforderungen an die GPS-Komponente bzw. an die Ortungsfunktion generell (äußere Ellipse) bei Anwendungen im Straßenverkehr

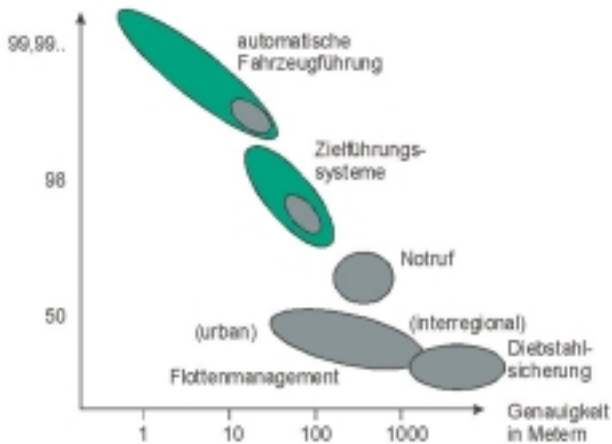


Abb. 9: Ortung und Navigation (W. Möhlenbrink und K. Mezger, GPS-Anwendungen im Straßenverkehr, Spektrum der Wissenschaft, Januar 1996).

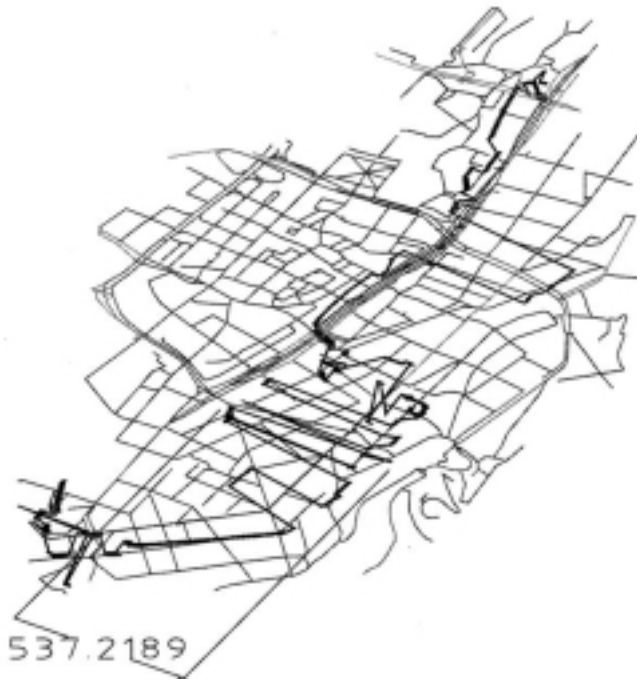


Abb. 10: Ortungssprünge mit GPS-Satellitenortung in der südlichen Innenstadt von Stuttgart (Martin Stark, Uni Stuttgart, 1999).

Trajektorien aus Meßfahrten wie die in Abbildung 10 gezeigten, die in der Innenstadt von Stuttgart aufgenommen wurden, belegen allerdings, daß bei der Satellitenortung in bebauten Gebieten zum Teil erhebliche Sprünge auftreten können und eine allein auf Satellitenortung gestützte Navigation nicht die im Straßenverkehr geforderte Genauigkeit hat.

Autonome Kraftfahrzeug-Navigationsysteme setzen deshalb auf eine Positionsbestimmung mit Datenfusion aus mehreren Quellen. Mit einer in Deutschland verkauften Stückzahl von zwei Millionen werden im Jahr 2000 die Navigationsgeräte zum ersten Mal die Schwelle zum Massenmarkt überschreiten. Die Anwendungen moderner Ortungssysteme bleiben dann nicht mehr wie derzeit nur auf die Fahrzeuge der Oberklasse beschränkt.

Entwicklungen wie das „Digital Audio Broadcasting“ (DAB) und die Verkehrsinformation via Mobiltelefon als Dienst der Anbieter Tegarom oder Mannesmann Passo, Gedas oder des ADAC sind erste Schritte auf einem Weg zu umfassender dynamischer Navigation.

Dabei ist das Digital Audio Broadcasting mit der aktuellen, grafisch aufbereiteten Verkehrsinformation nicht wesentlich mehr als eine qualitative Weiterentwicklung des derzeitigen Verkehrsrundfunks. Die im Mobilfunknetz angebotenen Dienste dagegen greifen zusätzlich auf eigene Verkehrserfassungssysteme zu und stel-

len hinsichtlich der Datenerfassung eine neue Qualität an Verkehrsinformationsdiensten dar.

Die Nutzung der sich flächenhaft ausbreitenden neuen Kommunikations- und Informationsdienste ist keineswegs auf Anwendungen für das Automobil beschränkt. Die durchgängige, umfassende Fahrplaninformation, wie sie mit dem seit 1995 eingeführten landesweiten elektronischen Auskunftssystem EFA-Baden-Württemberg angeboten wird, ist ein Beispiel dafür, daß Verkehrsinformationsdienste auch für den öffentlichen Verkehr Teil des zitierten künstlich intelligenten Netzwerks sind und eher den Beginn als den Abschluß einer Entwicklung darstellen: Im System EFA-Baden-Württemberg werden alle (!) Verbindungen des öffentlichen Personenverkehrs in Baden-Württemberg, im gesamten deutschen Fernverkehr und in einem großen Teil der deutschen, französischen und Schweizer Tarifverbände erfaßt und auf dem heimischen PC abrufbar angeboten.

Hersteller / Typ	Alpine NVE-NC02SPS	Clarion NAX 9400 E	Pioneer AVIC 505	Kennwood KANN-V100	Ilsepunkt Travelpilot RCS 06 / RCS 08	Grundig Pilotsystem GPS 1
Verfügbar seit	Anfang '97	Ende '97	September '98	Ende '98	Mitte '97	September '98
Fahrzeugkomponenten Nurclasseniert mit CD-ROM-Laufwerk, GPS-Antenne, LCD-Monitor, Fernbedienung	✓	✓	zusätzlich Mäuseknopf	✓	zusätzlich 3D-View	✓
Positionsbestimmung integriertes, autoloses Navsystem, Eigenprüfung und direkte Ortung	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Routenplanung Straßenliste, schon, Kartenschnitt, Fahrtrichtungsplan, Zoom-Markieren, Kartenverkleinerung	✓	zusätzlich 3D-View	✓	✓	✓	✓
Lieferant digitaler Daten	NavTech	Telco-Adac	NavTech	NavTech	Telco-Adac	NavTech
Dialog mit Fahrer akustisch und optisch über TFT-LCD-Monitor, Joystick & Fernbedienung, Menüwahl, Bedienhilfen	✓	✓	✓	✓	Kreuztaste statt Joystick	Eingabe über geographische Daten
Zusatzfunktionen	TMC Prognose-schichtmodell	keine	Spracherkennungstechnologie	Tuner/Verstärker /CD-Wechsler-Steuerung	keine	DGPS-Eingang für Korrekturen über RDS

Tabelle 3: Marktübersicht über autonome Kfz-Navigationssysteme (Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik).

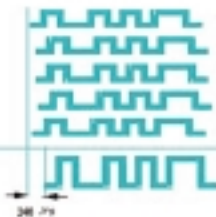


Abb. 11: DAB-Mehrwegempfang (DAB-Pilotprojekt Baden-Württemberg GmbH, Baden-Baden).



Empfang digitaler DAB-Signale (Mode 1)

- Signal 1 (direkt)
- Signal 2 (reflektiert)
- Signal 3 (reflektiert)
- Signal 4 (reflektiert)
- Signal 5 (reflektiert)



Alle Signale werden verzögert; nach 246 µs ("Schutzintervall") werden die bis dahin eingelaufenen Signale "synchronisiert"; daraus ergibt sich das Summensignal.

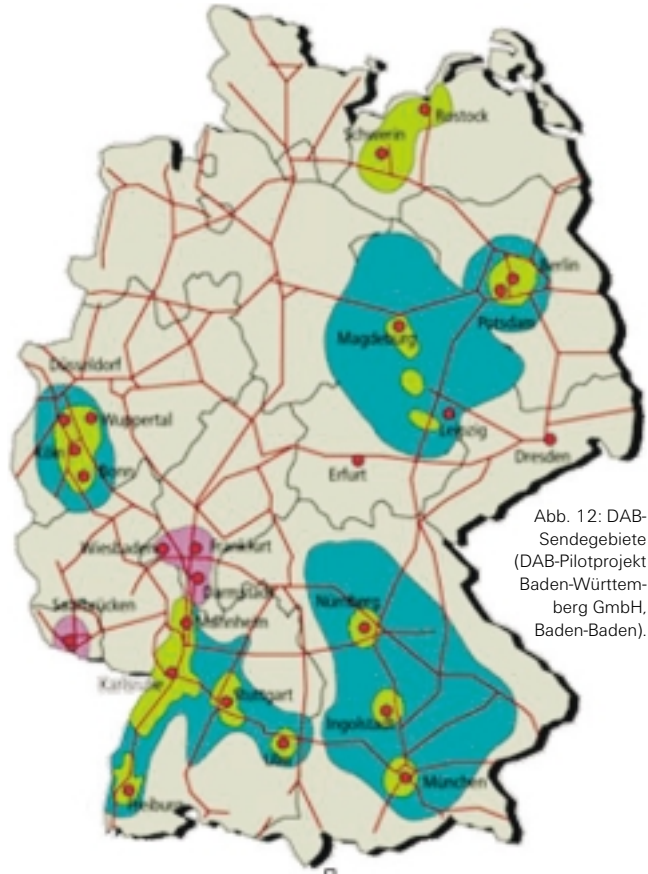


Abb. 12: DAB-Sendegebiete (DAB-Pilotprojekt Baden-Württemberg GmbH, Baden-Baden).

neue Fahrt	Weiterfahrt	Rückfahrt	früher	später	Korrektur
------------	-------------	-----------	--------	--------	-----------



Fahrauskunft (Angaben ohne Gewähr)



Fahrtdaten	Fahrdauer	Umsteigen	Preis (Erw./KG.)
<u>1. Fahrt</u> am 04.07.2000 von 10:35 bis 11:09	34 Min.	1	6.50/3.30
<u>2. Fahrt</u> am 04.07.2000 von 11:05 bis 11:39	34 Min.	1	6.50/3.30
<u>3. Fahrt</u> am 04.07.2000 von 11:15 bis 12:07	52 Min.	2	6.50/3.30
<u>4. Fahrt</u> am 04.07.2000 von 11:35 bis 12:10	35 Min.	1	6.50/3.30

Durch Klick auf verlinkte Ortsnamen erhalten Sie einen Stadt- oder Umgebungsplan

Verbindung 1	10:35 ab Stuttgart Hauptbahnhof (tief)	S-Bahn S1 Richtung Herrenberg
	10:58 an Böblingen Gleis 4/5	Regionalbus 757 Richtung Renningen Bf
	11:05 ab Böblingen ZOB Bstg. 2	
	11:09 an Sindelfingen G.-Daimler-Schule	
Verbindung 2	11:05 ab Stuttgart Hauptbahnhof (tief)	S-Bahn S1 Richtung Herrenberg
	11:28 an Böblingen Gleis 4/5	Regionalbus 757 Richtung Magstadt Ringstraße
	11:35 ab Böblingen ZOB Bstg. 2	
	11:39 an Sindelfingen G.-Daimler-Schule	
Verbindung 3	11:15 ab Stuttgart Hauptbahnhof (tief)	S-Bahn S3 Richtung Flughafen
	11:25 an Stuttgart Universität Gleis 1	SSB Regionalbus 84 Richtung Stuttgart Vaihingen ZOB
	11:31 ab Stuttgart Universität	Regionalbus 760 Richtung Holzgerlingen Bahnhof
	12:00 an Sindelfingen ZOB Bstg. 10	
	12:05 ab Sindelfingen ZOB Bstg. 13	
	12:07 an Sindelfingen G.-Daimler-Schule	

Abb. 13: Elektronische Fahrauskunft (www.efa-bw.de).

A95 Garmisch-Partenkirchen - München

Freitag, 30.6.2000

Baustelle/Uhrzeit	B	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Autobahnanfang bis Eschenlohe							08							12						18				
Eschenlohe bis Murnau/Kochel							08							12						18				
Murnau/Kochel bis Sindelsdorf							08							12						18				
Sindelsdorf bis Penzberg/Iffeldorf							08							12						18				
Penzberg/Iffeldorf bis Seeshaupt							08							12						18				
Seeshaupt bis Wolfratshausen							08							12						18				
Wolfratshausen bis Schäftlarn							08							12						18				
Schäftlarn bis Dreieck Starnberg							08							12						18				
Dreieck Starnberg bis München-Fürstenried							08							12						18				
München-Fürstenried bis München-Kreuzhof							08							12						18				
München-Kreuzhof bis München-Sending-Süd							08							12						18				

Abb. 15: Projekt Bayerninfo - Verkehrsvorhersage am Beispiel der A 95 Garmisch-Partenkirchen - München (www.ssp-consult.de/Projekte/KOOP3_BAY.htm).

Mit dem Aufbau von überregionalen und intermodalen Verkehrsmanagements- und Verkehrsinformationssystemen deutet sich die Richtung möglicher Weiterentwicklungen an. Im Projekt „Bayerninfo“, bei dem eine landesweite Verkehrsinformationszentrale auf einer Regionalzentrale im Großraum München und einer im Großraum Nürnberg aufsetzt und Verkehrsinformationen über verschiedene Ausgabegeräte einschließlich „personal traveller assistant“ (PTA) anbietet, läßt sich schon heute die aktuelle Verkehrslagedarstellung mit einer Verkehrsvorhersage für bis zu 14 Tagen verknüpfen und intermodale Routenplanung vorbereiten.

Ergänzt wird die Entwicklung durch das Aufkommen von on-board-Kommuni-

Das Projekt BAYERNINFO
Verkehrsinformationszentrale (VIZ) Bayern



Abb. 14: Projekt Bayerninfo - Aufbau eines überregionalen Verkehrsinformationssystems (www.ssp-consult.de/Projekte/KOOP3_BAY.htm).

1990: Controller Area Network (CAN), 500 kbid/s, Kupfer

1998: Domestic Digital Bus (D2B), 4,2 Mbit/s, Glasfaser

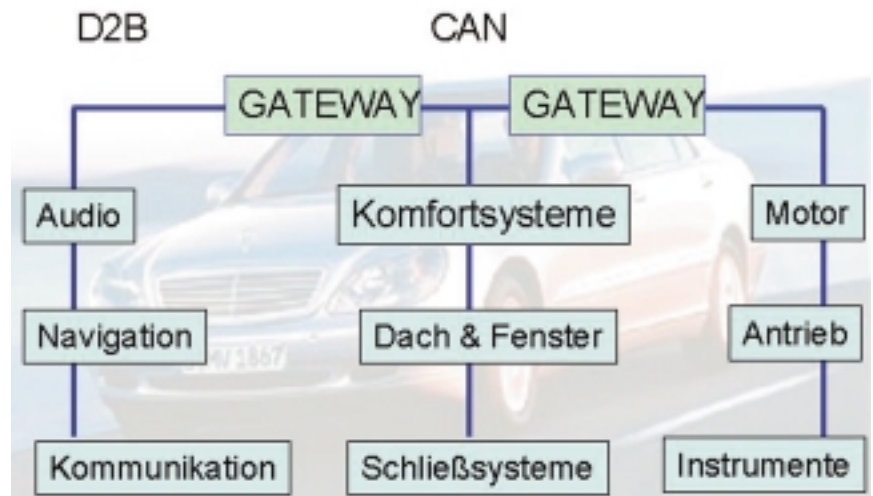


Abb. 16: On-Board-Kommunikation. (Peter Schick, Uni Stuttgart, 2000).

kationssystemen für Fahrzeuge. Dahinter steht die seit 1990 definierte CAN-Bus-Architektur, ein „controller area network“ mit 500 Kilobit/Sekunde (Kbit/s), das als Kupferkabelnetzwerk im Fahrzeug sowohl Komfortsysteme, Türen- und Fenster-schließ-Systeme als auch Audio-, Navigations- und Kommunikationssysteme versorgt. Es steht aber auch für sicherheitskritische Systeme der elektronischen Steuerung, für Motorantrieb und Fahrwerk zur Verfügung. Mit der Weiterentwicklung zum „domestic digital bus“ (D2B) als 4,2 Mbit/s-Glasfaserverbindung im Fahrzeug steht künftig ein lokales Netzwerk für die Einrichtung eines

„Auto-PC“ zur Verfügung, bei dem sprachgesteuerte Dienste für Navigation, Telematik und „Mobile Office“ im Fahrzeug als spiegelbildliche Fortsetzung elektronischer Sicherheitssysteme neue Felder der Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnik im Fahrzeug erschließen. Die Perspektive eines Auto-PC, der Mobile Office, Fahrerunterstützung und Reiseplanung sowie allgemeine Informations- und Pressedienste gleichzeitig anbietet, erscheint damit als reale Vision.

als eine lineare Regressionsanalyse zur Fortschreibung von Trends oder eine reine Standardisierung von Tagesganglinien und statischen Verkehrszustandsbeschreibungen als Grenzfall langer Betrachtungszeiten. Klar ist, daß mit den auf der Kombination von linearer Regression und Standardganglinien erreichten Genauigkeiten nur bescheidene Ergebnisse erzielt werden können. Zum Erreichen größerer Genauigkeiten ist man auf die Methode der nichtlinearen Dynamik angewiesen. Zeitreihenanalyse im Sinne der Beschreibung durch seltsame Attraktoren mit Methoden der Chaostheorie und Filterverfahren aus der inversen Streutheorie werden Eingang finden in die Erstellung eines Verkehrslageberichts und in die Erzeugung von Verkehrszustandsprognosen für mittlere Zeithorizonte.

Da Interaktionen in den Verkehrs- und Kommunikationssystemen die primären Eigenschaften bestimmen, ist eine flächige Verkehrsdatenerfassung die einzig adäquate Form für die Verkehrszustands- erfassung und die Verkehrslagebeschreibung. Satellitengestützte Fernerkundung entspricht dieser Forderung und wird in Zukunft in Ergänzung zu stationär und mobil detektierten Daten die notwendige flächige Verkehrslageerfassung liefern. Der Ablauf der Datengewinnung reicht dabei von der Erzeugung zunächst unsortierter Bilddatenpakete durch Satellitenbeobachtung über Fernerkundungs- rasterbilder mit einer Zuordnung der unsortierten Bilddatenpakete zu Straßenab-

Prognose

$$q(t + \Delta t) = \alpha \underbrace{(a + b \cdot (t + \Delta t))}_{\text{lineare Regression}} + \underbrace{(1 - \alpha)q_{\text{Standard}}(t + \Delta t)}_{\text{Standardganglinie}}$$

α = Gewichtungsfaktor $\frac{2}{3}$

Δt = Prognosehorizont 20 min.

Abb. 19: Kombination von Standardganglinie und linearer Regression, wie sie derzeit für Verkehrsprognosen verwendet wird (Reinhart D. Kühne, Uni Stuttgart, 1999).

Dritte These: Die primären Eigenschaften des Verkehrs- und Kommunikationssystems folgen aus der Interaktion, nicht aus den Eigenschaften der Elemente des Systems selbst

Das wesentliche Charakteristikum eines nichtlinearen, komplexen Systems ist, daß die primären Verhaltensweisen Eigenschaften sind, die sich aus der Interaktion zwischen den Teilen ergeben und nicht aus den Eigenschaften der Teile selbst. Das gilt in besonderer Weise für das nichtlineare komplexe Verkehrs- und Kommunikationssystem und bringt ganz neue Anforderungen an Datenerfassung und -prognose für die Versorgung von Verkehrsinformationssystemen. Merkmal nichtlinearer Systeme ist also die empfindliche Abhängigkeit von Anfangsbedingungen und kleinen Störungen mit der Folge einer prinzipiellen Nichtvorhersagbarkeit im mittleren Zeitbereich.

Für die Verkehrsinformationssysteme folgt aus diesem Charakteristikum eine neue Herausforderung an Prognosealgorithmen. Diese müssen weit mehr sein

schnitten und einer Ergänzung mit Infrastrukturdaten über eine Datenfusion der aktuellen Bilddaten mit Archivdaten bis zur aufbereiteten Information und Verkehrslagedarstellung (s. Abb. 20).

Auch wenn es sicher nicht so schnell kommt, wie die Bildzeitung mit ihrem bekannten Wahrheitsgehalt schon mal verkündet hat, so trägt die Forschungsarbeit an der Universität Stuttgart über neue Verkehrsinformationssysteme und die Untersuchungen zum Verständnis der Eigenschaften von Verkehrs- und Kommunikationsnetzen doch sicher dazu bei, den Wandel der Technik von der Mechanik zur Elektronik, vom Prothesenpark hin zum vernetzten System zu unterstützen und Grundlagen zu schaffen für den Entwurf und die Vision von Verkehrsinformationssystemen einer neuen Generation.

Abb. 17: Zukunftsvisionen für Auto-Navigationssysteme (CAA-Computer Aided Animation GmbH, Filderstadt, - www.caa.de -).

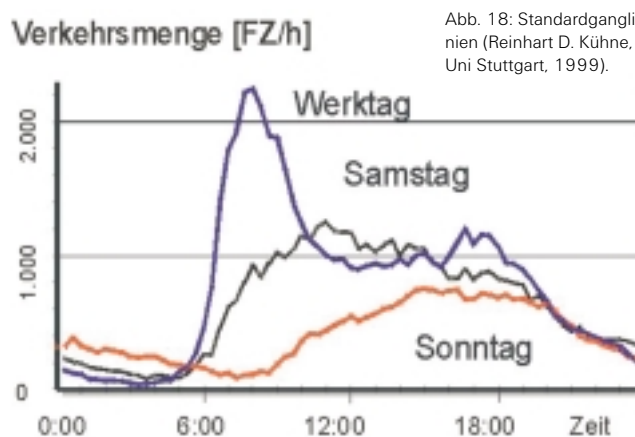


Abb. 18: Standardganglinien (Reinhart D. Kühne, Uni Stuttgart, 1999).

- Standardganglinie Samstag MQ1
- Standardganglinie Sonntag MQ4
- Standardganglinie Werktag MQ1

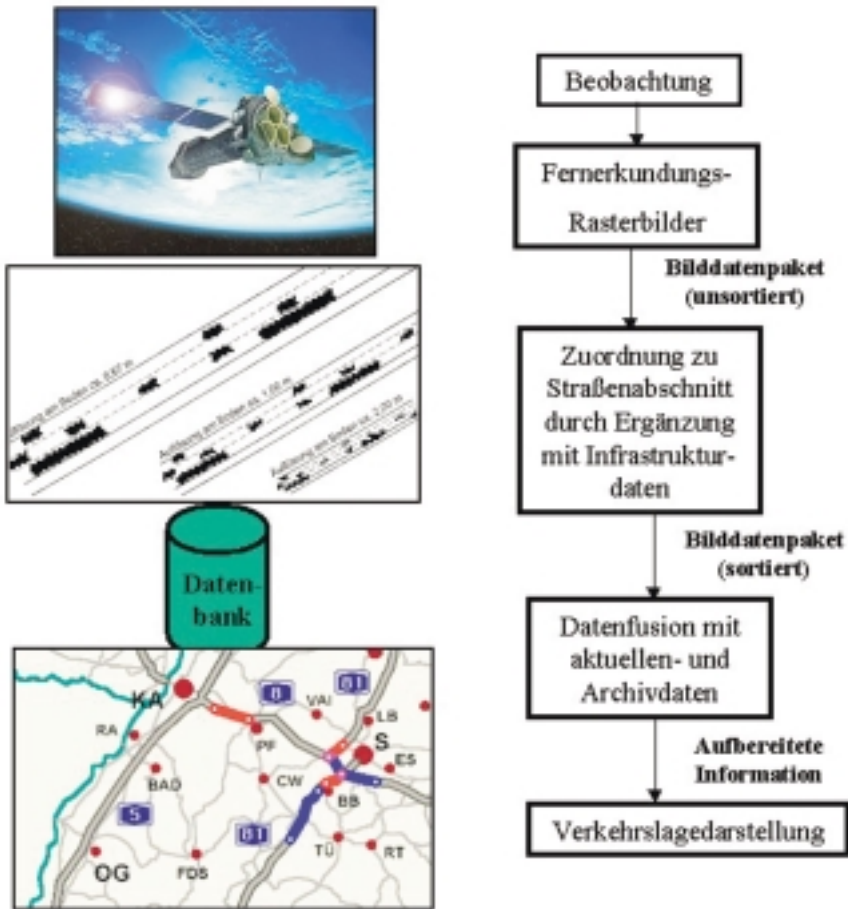


Abb. 20: Satellitengestützte Fernerkundung zur Verkehrslageerfassung (Reinhard D. Kühne, Uni Stuttgart, 2000).



Prof. Dr. rer. nat.
Reinhard D. Kühne

Nach dem Abitur und einem Industriepraktikum bei der Robert Bosch GmbH in Stuttgart nahm er am 8. Mai 1946 in Bad Segeberg geborene Reinhard Kühne sein Physikstudium an der Universität Stuttgart auf und schloß es im Juli 1974 mit der Promotion ab. Nach Tätigkeiten als wissenschaftlicher Assistent an den Instituten für Theoretische Physik der Universitäten Stuttgart und Ulm ging er im Oktober 1980 als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Laborleiter für verkehrstechnische Systemberatung zum AEG-Telefunken Forschungsinstitut Ulm. Im Juli 1991 wurde Reinhard Kühne Fachreferent bei Daimler-Benz Forschung und Technologie in Stuttgart, Querschnittsaufgabe Verkehrstechnik, und war zuständig für die Bereiche Verkehrsleittechnik und Verkehrsflußmodellierung. Gleichzeitig nahm er eine Gastdozentur am Institute for Transportation Studies, University of California at Berkeley, wahr. Anschließend war er geschäftsführender Gesellschafter und schließlich alleiniger Geschäftsführer des Ingenieurbüros Steierwald, Schönharting und Partner in Stuttgart. Prof. Kühne wurde im April 1995 Lehrbeauftragter an der Universität Stuttgart und ist seit September 1998 Leiter (im Wechsel) des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen, Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik.



Abb. 21: Nie mehr Stau – Professor Kühne plant Verkehrsleitsystem aus dem Weltall (Bildzeitung, Ausgabe Berlin, November 1999, Seite 3).