

Verwendungsmöglichkeiten von Floating Car Data in der Verkehrsplanung

Possibilités d'utilisation des floating car data dans la planification du trafic

Version 1.05
19.12.2000

Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG, Basel
M.Stöcklin, Dipl. Ing. ETH / SIA / SVI

Rosenthaler + Partner AG, Muttenz
C.Marschal, Ing. dipl. IUT
R.Koch, Dipl. Ing. ETH

Forschungsauftrag 47/98
auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)

Juni 2000

Die Arbeit wurde von der SVI-Arbeitsgruppe "Informatik in der Verkehrsplanung" begleitet, welcher folgende Mitglieder angehören:

Eugen Meier, Dr. (Präsident)	Abay&Meier, Verkehrsplanung und -ökonomie
Franz Gerber	SR Vaud, Division trafic
Gerhard Petersen	Bundesamt für Strassen
Peter Hug	SBB, Division Personenverkehr
Peter Rapp	RAPP AG Ingenieure + Planer
Philippe Mattenberger	EPFL, Département de génie civil
Walter Schaufelberger	B+S Ingenieur AG
Walter Züst	GS UVEK/Dienst GVF
Werner Schurter	Verkehrsbetriebe Glattal VBG
Mario Rubin	Bundesamt für Strassen

Im weiteren wurde diese Arbeit durch Reviews und Arbeitssitzungen massgebend unterstützt von:

Franz Mühlethaler, Dr.	ASIT, Fachexperte FCD im Auftrag des ASTRA
------------------------	--

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Einleitung.....	23
1.1 Ausschreibung SVI.....	23
1.2 Zielsetzungen.....	23
1.3 Bearbeitungsvorschlag / Vorgehen.....	23
1.4 Begriffsbestimmung Floating Car Data (FCD)	25
1.5 Abgrenzung des Auftrages	26
2 Bestandesaufnahme FCD	29
2.1 Pilotprojekte	32
2.1.1 Dynamisches Verkehrsleitsystem Berlin (DVB).....	32
2.1.2 VERDI (Rhein-Ruhr-Region)	34
2.1.3 PRELUDE (Holland)	36
2.2 Produkte.....	38
2.2.1 LSVA-Gerät.....	38
2.2.2 Car-Localizer	40
2.3 Dienstanbieter.....	42
2.3.1 DDG Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH, Düsseldorf	42
2.3.2 Tegarom	44
2.3.3 Mannesmann Autocom (Systemreihe PASSO)	46
2.3.4 Gedas	48
2.3.5 Trafficmaster (England).....	50
2.3.6 Mediamobile (Frankreich).....	52
2.3.7 ADAC	54
2.4 Normierung.....	56
2.4.1 Mobile FCD-Erfassung.....	56
2.4.2 Ortsfeste FCD-Erfassung.....	56
2.5 Global Automotive Telematics Standard (GATS-Foren).....	57
3 Elemente eines FCD-Systems.....	59
3.1 FCD-Systematik	59
3.2 FCD- Datenkatalog.....	62
3.3 FCD-Technologie: heutiger Stand.....	62
3.3.1 Datenerfassung.....	62
3.3.2 Lokale Datenverarbeitung.....	62
3.3.3 Datenübertragung.....	63
3.3.4 Datenaufbereitung in der Zentrale	63
3.3.5 Datenverteilung.....	64
3.4 FCD: zukünftige Entwicklung.....	64
3.4.1 Verwendung von FCD im Ballungsraum.....	64
3.4.2 Entwicklungen im Bereich der Datenübertragung.....	64
3.4.3 Erweiterung der Daten mit zusätzlichen Informationen (XFCD).....	65

4	Erkenntnisse aus der Bestandesaufnahme FCD	67
5	Anforderungen der Verkehrsplanung	71
5.1	Übersicht über den Datenbedarf	71
5.2	Gliederung in Bereiche	72
5.3	Eignung von FCD	73
5.3.1	Aktuelle Verkehrsinformation	73
5.3.2	Verkehrsplanung	74
5.3.3	Verkehrspolitik	75
6	Lösungsansätze und Beurteilung	77
6.1	Beurteilungskriterien	77
6.2	Nutzung von Flottenmanagementsystemen	78
6.3	Erweiterung des LSVA-Gerätes (Onboard-Zusatzgerät)	79
6.4	Ortung mit Handys	80
6.5	Ausstattung der Fahrzeuge mit FCD-Einheiten	81
6.6	Road-Pricing (autonome Systeme)	82
6.7	Erweiterung ortsfester Erfassungssysteme	83
7	Empfehlungen	85
7.1	Datenerfassung	86
7.2	Datenaufbereitung im Fahrzeug	87
7.3	Datenübertragung	87
7.4	Datenaufbereitung in der Zentrale	87
7.5	Datenverteilung an Nutzer	88
8	Literaturverzeichnis	89

Anhänge

ANHANG A	Glossar / Begriffe	I
ANHANG B	Zusammenspiel verschiedener Datenquellen	III
ANHANG C	Sichtfenster der einzelnen Erhebungsmethoden	IV
ANHANG D	Nachfrage nach Verkehrsdaten	V
ANHANG E	Angebot an Verkehrsdaten	VI
ANHANG F	Umfragebogen zur Verwendung von FCD	VII
ANHANG G	Adressverzeichnis	VIII
ANHANG H	Interessante Internet-Adressen	IX
ANHANG I	Mindmap FCD-Systematik	XI
ANHANG J	Forschungsberichte	XII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Elemente eines FCD-Systems.....	6
Abbildung 1-1: Vorgehen	24
Abbildung 2-1: Grundschemata des Datenflusses FCD	31
Abbildung 2-2: Systemskizze Dynamisches Verkehrsleitsystem Berlin.....	33
Abbildung 2-3: Systemskizze Feldversuch VERDI.....	35
Abbildung 2-4: Systemskizze Pilotprojekt PRELUDE	37
Abbildung 2-5: Systemskizze LSVA-Gerät.....	39
Abbildung 2-6: Systemskizze Car-Localizer	41
Abbildung 2-7: Systemskizze DDG.....	43
Abbildung 2-8: Systemskizze Tegaron.....	45
Abbildung 2-9: Systemskizze Mannesmann.....	47
Abbildung 2-10: Systemskizze Gedas	49
Abbildung 2-11: Systemskizze Trafficmaster	51
Abbildung 2-12: Systemskizze Mediamobile.....	53
Abbildung 2-13: Systemskizze Automobil-Verbände	55
Abbildung 3-1: Mind Map FCD-Systematik, Übersicht.....	59
Abbildung 3-2: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenerfassung"	60
Abbildung 3-3: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenverarbeitung im Fahrzeug"	60
Abbildung 3-4: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenübertragung"	61
Abbildung 3-5: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenaufbereitung in der Zentrale"	61
Abbildung 3-6: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenverteilung"	61
Abbildung 3-7: Zusammenfassung der kontinuierlichen Geschwindigkeitsmessung	63
Abbildung 7-1: Empfehlungen für das weitere Vorgehen.....	85
Abbildung A-8-1: Kombination von FCD mit anderen Datenquellen bei der DDG.....	III
Abbildung A-8-2: Stauwolke mit Messpunkten der verschiedenen Datenquellen.....	IV

Zusammenfassung

1. Einleitung

Ziel des vorliegenden Forschungsauftrages ist es, die Verwendungsmöglichkeit von Floating Car Data (FCD) in der Verkehrsplanung zu untersuchen. Der Begriff FCD wird dabei folgendermassen **definiert**:

FCD bezeichnet die Erfassung und Aufbereitung dynamischer Daten zum Verkehrsgeschehen. Diese Daten werden durch die informationstechnische Verfolgung von sich im Verkehr mitbewegenden Fahrzeugen erhoben. Die Daten werden statistisch ausgewertet. Die daraus gewonnenen Informationen werden über eine Zentrale zur Verfügung gestellt.

2. Bestandaufnahme

Die heutige Verwendung von FCD wird aus unterschiedlichen Blickwinkeln dargestellt:

- Im Rahmen verschiedener **Pilotprojekte** konnte die Gewinnung und die Verwendung von FC-Daten getestet werden. Die Anzahl der mit Geräten ausgerüsteten Fahrzeugen war dabei jeweils auf eine kleine Stichprobe beschränkt (Dynamisches Verkehrsleitsystem Berlin: 650 Fahrzeuge; VERDI-Feldversuch in der Rhein-Ruhr-Region: 820 Fahrzeuge; Projekt PRELUDE in Rotterdam: 60 Fahrzeuge).
- Als **Produkte**, welche zur Gewinnung von FCD verwendet werden können, werden zwei in der Schweiz hergestellte Geräte beschrieben. Das LSVA-Gerät (Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) wird ab 1.1.2001 für die Gebührenerhebung im schweizerischen Schwerverkehr eingesetzt und hat daher eine grosse Verbreitung (u.a. sämtliche inländischen Lastwagen >3.5t). Vorderhand können noch keine FC-Daten erfasst werden (kein Datenaustausch der GPS-Ortung (Global Positioning System) vorgesehen). Hingegen handelt es sich beim Car-Localizer um ein Gerät, welches regelmässig Positionsdaten zum Beispiel für die Überwachung von Fahrzeugflotten liefert.
- Verschiedene **Dienstanbieter** (in Deutschland: z.B. Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH (DDG), Düsseldorf; Tegaron; Mannesmann Autocom; die VW-Tochter Gedas, der Allgemeine Deutsche Automobil-Club ADAC; in England: z.B. Trafficmaster; in Frankreich: z.B. Mediamobile Paris) sammeln Daten aus unterschiedlichen Quellen, wobei FCD heute oft nur einen geringen Anteil ausmacht. Die Rohdaten werden aufbereitet und entweder direkt oder via andere Dienstanbieter an die Automobilisten weitergegeben.
- Die **Normierung** der mobilen FCD-Erfassung sowie der ortsfesten FCD-Erfassung ist im europäischen Rahmen bereits weit fortgeschritten, nicht aber in der Schweiz.
- Das **GATS-Forum** (Global Automotive Telematics Standard) ist eine private Institution, an der Firmen beteiligt sind, die ihre Interessen an der Entwicklung von GATS-Produkten und GATS-Dienstleistungen zeigen. Bezüglich FCD sind vor allem die Standardisierungsarbeiten von Interesse.

3. Elemente eines FCD Systems

Das Gesamtsystem FCD kann mit **5 Komponenten** beschrieben werden:

Datenerfassung

Je nach beabsichtigter FCD-Anwendung werden in den Fahrzeugen spezifische Daten erfasst. Es braucht einen Ortsbezug, um die Informationen mit dem Verkehrsnetz in Verbindung zu bringen. In den meisten Fällen wird dies mit dem GPS realisiert. Ein Ortsbezug kann aber auch über feste Einrichtungen erfolgen. Ein Zeitbezug ist erforderlich, um Bewegungsgrößen ableiten zu können und Ereignisse zeitlich richtig einzuordnen.

Datenaufbereitung im Fahrzeug

Die gemessenen Daten werden aufgezeichnet. Bei einigen Systemen findet bereits im Fahrzeug eine erweiterte Datenverarbeitung statt (z.T. sogar Ereigniserkennung). Wird FCD mit ortsfesten Geräten entlang der Strasse erfasst, fällt die Datenaufbereitung im Fahrzeug weg.

Datenübertragung

Die erhobenen Daten müssen in einer Zentrale gesammelt werden. Dafür werden sie vom Fahrzeug oder den ortsfesten Erfassungssystemen ausgelesen und zur Zentrale übermittelt. Für die Datenübertragung wird meistens das GSM-Netz (Global System for Mobile Communication) mit der SMS-Technik (Short Message Service) benutzt, wobei die Anzahl Meldungen aus Kostengründen auf ein Minimum beschränkt werden muss. Durch die rasche Entwicklung im Bereich der Mobilfunkindustrie werden zukünftig neue Technologien aus diesem Bereich der Datenübertragung zur Verfügung stehen.

Datenaufbereitung in der Zentrale

Die gesammelten Daten werden in einen gemeinsamen Kontext gebracht. In vielen Fällen werden die FC-Daten mit zusätzlichen Datenquellen in Verbindung gebracht, um damit eine umfassendere Aussage zu ermöglichen.

Datenverteilung an Nutzer

Die aufbereiteten Daten werden an die Datennutzer verteilt. Diese sind entweder der Endbenutzer oder "Zwischenhändler", welche die Daten aufbereitet weitergeben. Dies geschieht wieder über die verschiedenen Datentransportwege.

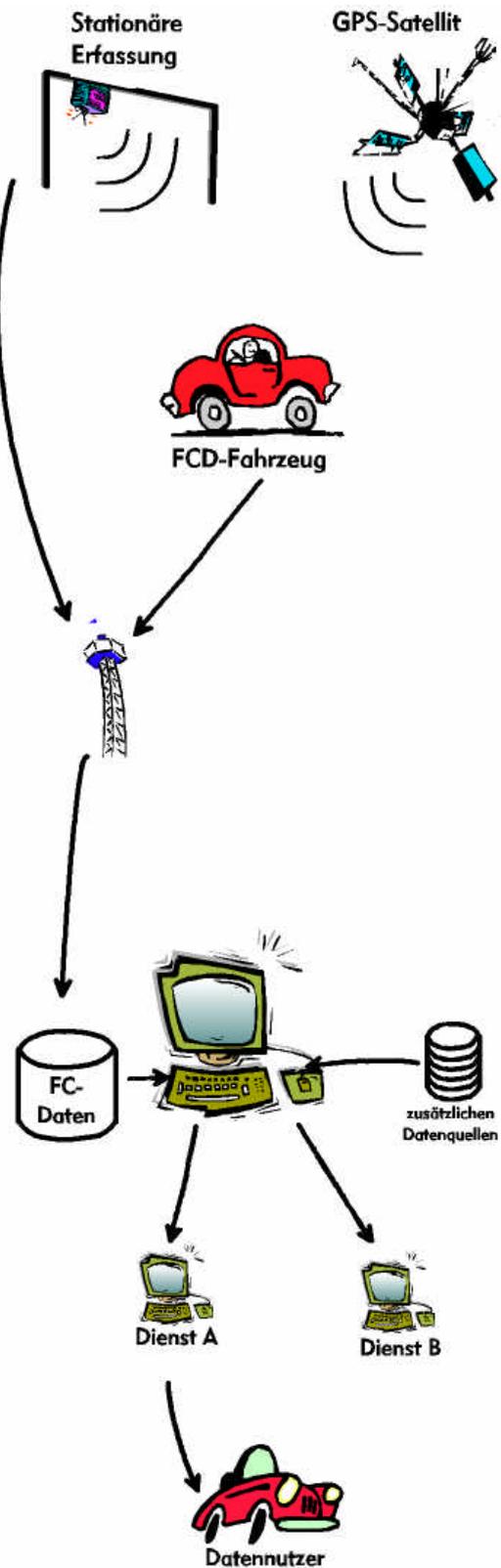


Abbildung 1: Elemente eines FCD-Systems

4. Erkenntnisse aus der Bestandesaufnahme

Im Sinne einer Zwischenbilanz können die Erkenntnisse aus der Bestandesaufnahme folgendermassen zusammengefasst werden:

- FCD ist technisch ausgereift und als Quelle von Verkehrsdaten einsetzbar.
- FCD wird heute erst im kleinen Stil eingesetzt.
- Die Verbreitung von FCD ist von der Automobilindustrie abhängig.
- Die Betriebskosten von FCD werden heute stark durch die GSM-Kommunikationskosten geprägt.
- FCD wird heute fast ausschliesslich zur Verbesserung der Verkehrsinformationen verwendet.
- FCD ist eine sinnvolle zusätzliche Datenquelle zur Beschreibung der Verkehrszustände im Netz.
- FCD haben heute in der Verkehrsplanung noch keine Verwendung.
- Aus Datenschutzgründen entstehen Einschränkungen bei der Verwendung von FCD.
- Der Umfang der erforderlichen Stichprobe ist von verschiedenen Parametern abhängig.

5. Anforderungen der Verkehrsplanung

Entsprechend dem breiten Aufgabenspektrum in der Verkehrsplanung ist auch der Datenbedarf sehr vielfältig. Die "Verkehrsplanung" wird daher abgegrenzt und in drei Bereiche gegliedert:

- Aktuelle, ereignisorientierte Verkehrsinformation für private Nutzer sowie lokale Verkehrsbeeinflussungssysteme (d.h. vor allem **Betriebsfragen**) sind heute das Hauptanwendungsgebiet von FCD.
- Im Gegensatz zu diesen dynamischen Online-Daten sind die in der **Verkehrsplanung** verwendeten Daten empirische, über längere Zeiträume erhobene Daten, welche anschliessend statistisch ausgewertet werden. Hauptanwendergruppe dieser Daten ist die öffentliche Hand.
- In der **Verkehrspolitik** werden zum Teil ähnliche Daten benötigt wie in der Verkehrsplanung. Durch das politische Interesse an diesen Daten wird oft ein grosser Aufwand in Kauf genommen, um diese Daten zu gewinnen.

Aus den drei Bereichen Betrieb, Planung und Politik werden einige wichtige Anwendungsgebiete mit den dazugehörigen massgebenden Verkehrsgrössen ausgewählt und bezüglich der Eignung von FCD zur Erzeugung dieser Daten beurteilt:

BEREICH	ANWENDUNGSGEBIET / VERKEHRSGRÖSSEN	EIGNUNG FCD	BEMERKUNGEN
Betrieb	Aktuelle Verkehrsinformationen - aktuelle Reisegeschwindigkeit - Stauererkennung	FCD geeignet	- Hauptanwendungsgebiet FCD - dynamische Daten
Planung	Beschreibung Verkehrsnetz - mittlere Reisegeschwindigkeit - mittlere Fahrzeit pro Link - gefahrene Routen	FCD zum Teil geeignet	- Anwendung v.a. für Verkehrsmo- delle - Eignung FCD in Pilotprojekten nachgewiesen
	Verkehrsmenge - z.B. Durchschnittlicher täglicher Verkehr - z.B. Spitzenstundenverkehr - z.B. Tages-Ganglinien	FCD nicht geeignet	- für praktisch alle Verkehrsunter- suchungen erforderlich - beschränkte Stichprobe mit FCD - herkömmliche Querschnittszäh- lung besser geeignet
	Wunschlinien (WL) - Personenverkehr: WL differenziert nach Fahrt- zweck PENT - Güterverkehr: WL differenziert nach Waren- gruppen	FCD be- dingt geeig- net	- Probleme des Datenschutzes (An- onymität gewährleisten) - grosse Stichprobe erforderlich
	Verkehrssicherheit - Anzahl Unfälle/ Verunfall- te/Getötete - Unfallrate/Verunfalltenrate	FCD nicht geeignet	- Keine Aussage mit FCD
	Parkraumplanung - Parkfeldbedarf - Spezifisches Verkehrsaufkom- men	FCD nicht geeignet	- FCD ist kein sinnvolles Verfahren für lokal begrenzte Datengewin- nung
Politik	Leistungsabhängige Schwerver- kehrsabgabe - Jährliche Fahrleistung	FCD nicht geeignet	- Keine FCD- Anwendung - herkömmliche Fahrtenschreiber besser geeignet
	Gütertransportstatistik - Warenfluss [t] - Transportströme [tkm] - Anteil Import/Export/Transit	FCD be- dingt geeig- net	- mit Erweiterung "LSVA-Gerät" Zusatzinformationen
	Stauhäufigkeit - Anzahl Staus je Abschnitt - Anzahl Staustunden	FCD be- dingt geeig- net	- Statistische Auswertung von FCD- Staumeldungen denkbar

Tabelle 1: Eignung von FCD zur Erzeugung von Verkehrsdaten

6. Lösungsansätze und Beurteilung

Bei der Herleitung der Lösungsansätze wird davon ausgegangen, dass FC-Daten kaum eigens für die Verkehrsplanung erzeugt werden, sondern dass sie für andere Anwendungen erzeugt und als Nebenprodukt für die Verkehrsplanung mit verwendet werden können. Es wird daher vom möglichen künftigen **Datenangebot** ausgegangen (Mit welchen absehbaren technischen Entwicklungen könnte sich die Datenlage entscheidend ändern?). Die Lösungsansätze werden anhand der folgenden **Kriterien** beurteilt:

- Entwicklungsstand/Technologie/Verbreitung
- Weiterentwicklungspotential
- Datenqualität
- Stichprobe
- Aufwand/Komplexität
- Investitions- und Betriebskosten
- Datenschutz
- Rahmenorganisation

Insgesamt werden **sechs Lösungsansätze** dargestellt:

- Mit der Nutzung der Daten aus **Flottenmanagementsystemen**, welche künftig noch vermehrt für effiziente Transporte eingesetzt werden, können z.B. Linkreisezeiten oder Wunschlinien erzeugt werden.
- Mit einer **Erweiterung des LSVA-Gerätes**, welches auf den 1. Januar 2001 in allen Schweizer Lastwagen zum Einsatz kommt, können z.B. Linkreisezeiten oder Güterverkehrswunschlinien erzeugt werden. Die Umsetzungschancen sind infolge der stark politischen Abhängigkeiten ungewiss.
- Eine mögliche Weiterentwicklung der Handys betrifft die verbesserte **Ortung der Handys** (über GSM-Antennen, unabhängig von GPS). Mit diesem Verfahren ist es z.B. denkbar, Linkreisezeiten zu bestimmen. Der Datenschutz ist ein Hauptproblem dieses Ansatzes.
- Eine vermehrte **Ausstattung von Fahrzeugen mit FCD-Geräten** (sei es die Aufrüstung von bestehenden Fahrzeugen oder die Serienausstattung von Neuwagen) ist stark von der Automobilindustrie einerseits, von den Anreizen für den Automobilisten andererseits abhängig (attraktive Dienste). Mit einer entsprechend grossen Stichprobe könnten verschiedene Verkehrsplanungsgrössen erzeugt werden (Linkreisezeiten, Ereigniserkennung, Wunschlinien).
- Systeme für die dynamische Erhebung von Netzgebühren (**Road-Pricing**) sind bereits in einigen europäischen Ländern in Betrieb. Diese Systeme könnten zusätzlich für die Erfassung von FC-Daten eingesetzt werden. Falls die Verkehrspolitik Road-Pricing-Systeme fordert, sollten die Bedürfnisse für FC-Daten berücksichtigt werden.
- Lokale Verkehrsbeeinflussungsanlagen liefern bereits heute FC-Daten für die Aufbereitung von Verkehrszuständen. In Zukunft könnten diese **ortsfesten Erfassungssysteme erweitert** werden, indem andere, z.B. auf Videoerkennung basierende Technologien zum Einsatz kommen. Damit könnten z.B. Linkreisezeiten bestimmt werden.

7. Empfehlungen

Alle im Kapitel 6 genannten Lösungsansätze liegen auf der Ebene der **Datenerfassung**, welche das Fundament eines FCD-Systems darstellt. Für die gezielte Weiterentwicklung von FCD werden folgende Empfehlungen abgegeben:

- Empfehlung 1:* Mobile und ortsfeste FCD-Erfassungssysteme einem Wirtschaftlichkeitsvergleich unterziehen.
- Empfehlung 2:* Bei der Planung von Verkehrsbeeinflussungssystemen die Weiterverwendung der FC-Daten berücksichtigen.
- Empfehlung 3:* Verkehrsteilnehmer als FCD-Lieferant motivieren.
- Empfehlung 4:* Die Entwicklung der Ortungstechnologien im Telekom-Bereich beobachten.

Auf der Ebene der **Datenaufbereitung** in der Zentrale wird empfohlen:

- Empfehlung 5:* Normierte Datenstrukturen für FC-Daten schaffen.
- Empfehlung 6:* FC-Daten im „virtuellen Datawarehouse“ VT 2010 berücksichtigen.

Schliesslich wird bei der **Datenverteilung** an die Nutzer empfohlen:

- Empfehlung 7:* FC-Daten für die Verkehrsplanung aufbereiten.

Résumé

1. Introduction

L'objectif du mandat de recherche est d'analyser les possibilités d'utilisation des Floating Car Data (FCD) dans la planification des transports. Le terme FCD est **défini** de la manière suivante:

FCD désigne la saisie et la préparation de données dynamiques sur les événements du trafic. Ces données sont levées en suivant de façon informatique des véhicules se déplaçant dans le trafic. Les données sont traitées de façon statistique. Une centrale met à disposition les informations qu' en résultent.

2. Etat de la situation

Les utilisations actuelles des FCD sont représentées sous différents points de vues:

- L'acquisition et l'utilisation des FCD a pu être testée dans le cadre de différents **projets pilotes**. Le nombre de véhicules équipés d'appareils de saisie était composé à chaque fois d'un échantillon très restreint (Système de contrôle dynamique du trafic à Berlin: 650 véhicules; projet pilote VERDI dans la région Rhein-Ruhr: 820 véhicules; projet PRELUDE à Rotterdam: 60 véhicules).
- Deux appareils fabriqués en Suisse et pouvant être utilisés pour la saisie des FCD sont décrits au niveau des **produits**. L'appareil RPLP sera utilisé en Suisse à partir du 1.1.2001 pour la saisie de la Redevance sur le trafic des poids lourds liée aux prestations et sera de ce fait très répandu (entre autre tous les poids lourds Suisses seront équipés). Dans sa version actuelle l'appareil ne pourra pas saisir des FCD (pas d'échange de la localisation GPS prévue). Dans le cas du Car-Localizer il s'agit d'un appareil qui transmet régulièrement des positions de véhicules et qui peut être utilisé pour la gestion de flottes.
- Divers **fournisseurs de services** (en Allemagne: par ex. DDG Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH, Düsseldorf; Tegaron; Mannesmann Autocom; Gedas, ADAC; en Angleterre: par ex. Trafficmaster; en France: par ex. Mediamobile à Paris) collectent des données sur les événements du trafic à partir de différentes sources. Les FCD ne représentent aujourd'hui qu'une source mineure. Les données brutes sont traitées et distribuées directement, ou par l'intermédiaire d'autres fournisseurs de services, aux automobilistes.
- La **normalisation** pour la saisie des FCD à l'aide de systèmes fixes ou mobiles est traitée de façon exhaustive au niveau européen. En Suisse ce sujet n'est pas encore abordé.
- Le forum **GATS** (Global Automotive Telematics Standard) est une institution privée auquel participent des entreprises intéressées au développement de produits et de services GATS. Au niveau des FCD les travaux effectués par le GATS concernent en particulier la normalisation.

3. Elements d'un système FCD

Le système général peut être décrit à l'aide de **5 composants**:

Saisie des données

Des données spécifiques sont saisies dans les véhicules en fonction du type d'application FCD. Il est nécessaire de connaître une référence spatiale pour pouvoir mettre les informations en relation avec le réseau routier. Dans la plupart des cas ceci est réalisé à l'aide du GPS. La référence spatiale peut également provenir d'installations fixes. Une référence temporelle est nécessaire pour pouvoir obtenir des informations sur le déplacement et pour pouvoir trier correctement les événements dans le temps.

Traitement des données dans le véhicule

Les données collectées sont enregistrées. Dans certains systèmes un traitement des données s'effectue déjà dans le véhicule même (reconnaissance d'événements). Lorsque les FCD sont saisies à l'aide d'installations fixes, le traitement des données dans le véhicule n'est pas nécessaire.

Transmission des données

Les données collectées doivent être enregistrées dans une centrale. Celles-ci sont extraites du véhicule et transmises à la centrale. Dans la plupart des cas le réseau GSM et la technologie SMS sont utilisés. Pour des raisons de coûts, le nombre de messages doit être réduit au minimum. La rapide croissance dans le domaine de la téléphonie mobile permettra d'avoir à disposition, dans le futur, de nouvelles technologies pour la transmission des données.

Traitement des données dans la centrale

Les données collectées sont mises dans un même contexte (lieu et temps). Dans beaucoup de cas les FCD sont combinés avec d'autres sources de données pour permettre d'obtenir des informations plus complètes.

Distribution des données aux usagers

Les résultats des traitements sont distribués aux usagers. Ceux-ci sont soit des utilisateurs finaux ou des intermédiaires qui distribuent eux-mêmes les données traitées. Ceci s'effectue en utilisant à nouveau les différents moyens de transmission de données.

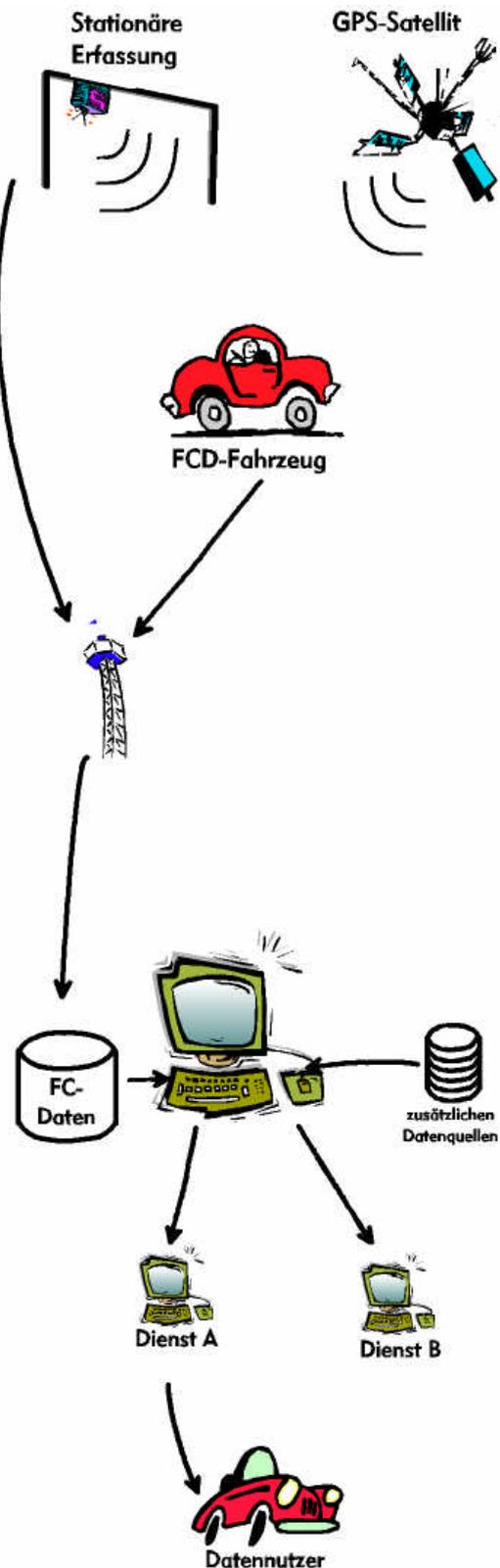


Figure 1: Eléments d'un système FCD

4. Conclusions de l'état de la situation

Comme bilan intermédiaire les conclusions de l'état de la situation peuvent être résumés de la manière suivante:

- La technologie FCD est mûre et peut être utilisée comme source pour des données de trafic.
- Aujourd'hui les FCD ne sont utilisés que de façon secondaire pour fournir des données.
- La diffusion de la technologie FCD est dépendante de la volonté de l'industrie automobile.
- Aujourd'hui les coûts d'exploitation pour les FCD dépendent fortement des coûts de la communication GSM.
- Actuellement les FCD sont utilisés exclusivement pour l'amélioration de l'information trafic.
- Les FCD représentent une source de données supplémentaire pour la description de l'état du trafic sur le réseau.
- Actuellement les FCD n'ont pas d'importance pour la planification du trafic.
- Les possibilités techniques des FCD ne sont pas exploitées en totalité en raison de la protection des données.
- La taille de l'échantillon nécessaire, pour obtenir une information de qualité, est dépendante de différents paramètres.

5. Besoins de la planification du trafic

Les besoins en données pour la planification du trafic sont très divers et directement en rapport avec les tâches très variées de ce domaine. La "planification du trafic" est délimitée et structurée en trois domaines:

- L'Information trafic actuelle orientée aux événements pour les utilisateurs privés ainsi que des systèmes de gestion de trafic locaux (c.à.d. en particulier les **questions d'exploitation**) sont aujourd'hui le domaine d'application majeur des FCD.
- Pour la **planification du trafic** des données empiriques, collectées sur des périodes assez longues sont nécessaires, en opposition aux données dynamiques en ligne. Ces données empiriques sont ensuite traitées de façon statistique. Les institutions publiques sont les utilisateurs majeurs de ce type de données.
- Le domaine de **la politique des transports** utilise en partie des données semblables à celles utilisées par la planification du trafic. De part leur intérêt politique, ces données sont souvent collectées avec beaucoup d'effort sans trop se soucier des coûts.

Dans les trois thèmes exploitation, planification et politique, certains domaines d'application importants avec leurs types de données de trafic associées, sont sélectionnés. L'aptitude de fournir les types de données à partir des FCD est analysée.

DOMAINE	DOMAINE D'APPLIQUATION/ TYPES DE DONNÉES TRAFIC	APTITUD EFCD	REMARQUES
Exploitation	Données trafic actuel - Fluctuation des vitesses - Reconnaissance de bouchons	FCD apte	- Domaine principal d'application des FCD - Données dynamiques
Planification	Description du réseau - Vitesse moyenne de parcours - Vitesse moyenne par tronçon	FCD en partie apte	- Application en particulier pour modèles de trafic - Aptitude des FCD prouvée dans projets pilotes
	Volume de trafic - Par ex. TJM - Par ex. Courbes de variation journalières - Par ex. Trafic aux heures de pointe	FCD inapte	- Nécessaires pour des analyses pratiques du trafic - Echantillon restreint avec FCD - Comptages classiques aux sections mieux adaptés
	Lignes de désir - Transport de voyageurs: WL différenciées selon PAUT - Transport de marchandises: WL différenciées selon groupes de marchandises	FCD en partie apte	- Problème de la protection des données (garantie de l'anonymité) - Echantillon important nécessaire
	Sécurité du trafic - Nombre d'accidents / blessés / tués - Taux d'accident	FCD inapte	- Aucune information à partir des FCD
	Planification des parkings - Besoins en parkings - Potentiel de trafic spécifique	FCD inapte	- FCD n'est pas un processus adéquat pour la collecte de données dans un périmètre restreint
	Politique	Redevance sur le trafic des poids lourds - Prestations annuelles	Pas une application FCD
	Statistique des transport de marchandises - Flux de marchandises [t] - Courants de transport [tkm] - Réparation importation / exportation/transit	FCD en partie apte	- Avec extension de l'appareil "RPLP", informations supplémentaires disponibles
	Fréquence de bouchons - Nombre de bouchons par tronçon - Nombre d'heures de bouchons	FCD en partie apte	- Eventuellement Traitement statistique de messages "bouchons" provenant de FCD

Figure 2: Aptitude de FCD à produire des données de trafic

6. Idées de solutions et appréciation

L'élaboration des idées de solution a été faite sous l'hypothèse que les FCD ne sont pas produits exclusivement pour la planification du trafic. D'autres applications utilisent des FCD et fournissent ces données à la planification du trafic comme produit secondaire. De ce fait l'hypothèse de départ repose sur une possible **offre de données** dans le futur (avec quelles évolutions techniques, les données disponibles pourraient être améliorées de façon substantielle?). Les idées de solutions sont analysées en fonction des **critères** suivants:

- Etat du développement / Technologie / Diffusion
- Potentiel d'évolution
- Qualité des données
- Echantillon
- Effort / Complexité
- Coûts d'investissement et d'exploitation
- Protection des données
- Organisation cadre

Au total **six idées de solution** sont traités:

- Avec l'utilisation des données provenant des **systèmes de gestion de flotte**, qui seront de plus en plus introduits pour augmenter l'efficacité des transports, il sera possible de créer des données sur les temps de parcours par tronçons.
- A l'aide d'une **extension de l'appareil**, qui va être utilisé **pour la RPLP** à partir du 1.1.2001 dans l'ensemble des poids lourds en Suisse, il sera possible de générer des données sur les temps de parcours par tronçons ou des lignes de désir du trafic marchandises. Les chances de réalisations restent incertaines du fait de la grande dépendance politique de cette solution.
- Une évolution possible des **téléphones portables** concerne leur **meilleure localisation** (à travers le GSM et indépendant du GPS). Avec ce procédé il sera possible de générer par exemple des temps de parcours par tronçon. Un des problèmes majeur de cette solution est la protection des données.
- Une augmentation de l'**équipement des véhicules avec des appareils FCD** (que ce soit l'équipement sur des véhicules en circulation ou un équipement en série) dépend d'une part de l'industrie automobile et d'autre part de l'attractivité des services pour l'automobiliste lui-même. Avec un échantillon assez important il serait possible de générer différents types de données (temps de parcours par tronçons, reconnaissance d'événements, lignes de désir).
- Des systèmes pour la saisie dynamique des taxes (**Road-Pricing**) sont déjà en exploitation dans différents pays européens. Ces systèmes peuvent également être utilisés pour la saisie des FCD. Dans le cas où la politique des transports demande des systèmes de taxes, il serait judicieux de prendre en compte les besoins pour les FCD.
- Des systèmes de gestion de trafic locaux, livrent dès à présent des FCD pour établir l'état du trafic. Dans le futur ces **systèmes d'acquisition fixes** pourraient être étendus en mettant en oeuvre d'autres moyens de détection (par ex. technologies de reconnaissance par vidéo). Ces systèmes permettraient de déterminer des temps de parcours par tronçons.

7. **Recommandations**

L'ensemble des idées de solutions énumérées au chapitre 6 concernent le niveau de la **saisie des données**. Celui-ci représente un niveau fondamental d'un système FCD. Pour une évolution effective des FCD les recommandations suivantes sont proposées:

Recommandation 1: Une analyse économique comparant les systèmes FCD pour l'acquisition mobile et l'acquisition fixe doit être entreprise.

Recommandation 2: Dans la planification de nouveaux systèmes de gestion du trafic, l'utilisation des FCD est à prendre en compte.

Recommandation 3: Les usagers du trafic doivent être motivés pour livrer des FCD.

Recommandation 4: L'évolution des technologies pour le repérage spatial (en particulier les nouvelles technologies des téléphones portables) est à surveiller.

Au niveau du **traitement des données** dans la centrale il est conseillé:

Recommandation 5: D'établir des interfaces normalisés pour les FCD.

Recommandation 6: De prendre en compte les FCD dans le "datawarehouse virtuel" VT2010.

Enfin au niveau de la **distribution des données aux usagers**:

Recommandation 7: De mettre à disposition de la planification du trafic, les données utilisées par les services temps réel.

Abstract

1. Introduction

The following research assignment aims of investigating the application of Floating Car Data (FCD) in transportation planning. The term FCD is defined as registration and preparation of dynamic data of traffic occurrence.

These data are collected from follow-up of vehicles in moving traffic. The data are being evaluated statistically. A control centre provides the gathered information.

2. Inventory

The present use of FCD is shown from different points of view:

- Different pilot projects were tested for the improvement and the use of FC-data. The number of vehicles equipped with instruments was limited to a small number (dynamic traffic guide system Berlin: 650 vehicles, VERDI field experiment in the Rhein-Ruhr area: 850 vehicles, project PRELUDE in Rotterdam: 60 vehicles).
- Two systems manufactured in Switzerland for obtaining FCD-data are described. The distance-related Heavy Vehicle Fee on Swiss motorways will be introduced in January 2001 for fee collection of all domestic heavy vehicles in Switzerland. Therefore it is going to be spread widely. In a first step no FC-data can be collected (no online-transmission). On the other hand the car localizer is able to supply regularly data of car's position, for example for car fleet management .
- Different suppliers (in Germany for example DDG Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH, Düsseldorf; Tegaron; Mannesmann Autocom; VW-daughter Gedas, Allgemeiner Deutscher Automobil-Club ADAC; in England: i.e. Trafficmaster; in France: i.e. Mediamobile Paris) collect data from different sources, whereas FCD today make up a small part of these sources. The initial data are being prepared and passed directly to the drivers or by means of other services.
- The standardisation of mobile and stationaries FCD is on a high level within Europe, but not in Switzerland.
- The GATS forum (Global Automotive Telematics Standard) is a private institution with participation of companies being interested in development of GATS products and services. Standardisation of FCD is of main interest.

3. FCD-System elements

The entire FCD system can be described with 5 components:

Data collection

Depending on the purpose different data can be collected in vehicles. Local reference is needed to connect the information with the traffic net. Mostly this is realised by GPS. The local reference may also consist of a fixed installation. A time reference is needed to find out about the movement size and to integrate the incidents.

Data processing

The measured data are being registered. Some systems already use vehicle data sensors that proceed with an extended data processing (partly with incident registration). If FCD operate with fixed installations along the motorways, data processing in vehicles is not needed.

Data transfer

All data are collected in a control centre. The data are taken from the vehicles system and transmitted to the centre. In most cases the data transfer take place by SMS-technique in the GSM-net, whereas the number of transfers has to be minimized considering the costs. Regarding the fast development in mobile communication, new technologies will be available for data transfer in future.

Data evaluation

Les résultats des traitements sont distribués aux usagers. Ceux-ci sont soit des utilisateurs finaux ou des intermédiaires qui distribuent eux-mêmes les données traitées. Ceci s'effectue en utilisant à nouveau les différents moyens de transmission de données.

Data distribution to user

The prepared data are distributed to the users. What are the end users or „intermediate“ users who transfer the prepared data. This transfer takes place through different data transfer channels.

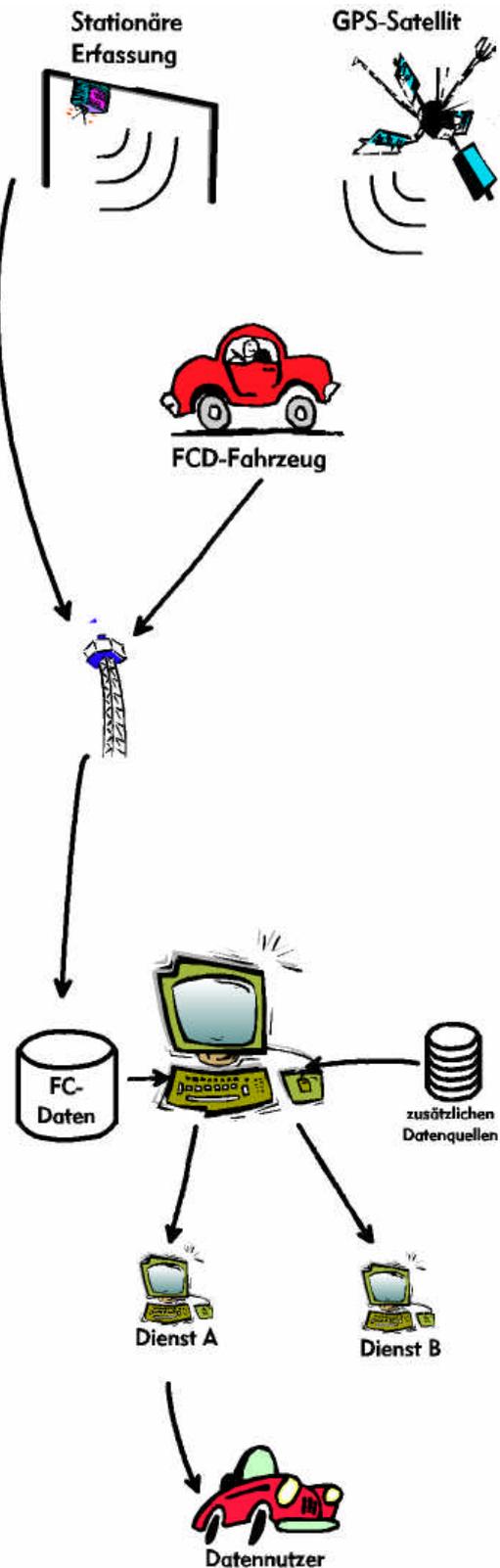


Figure 1: elements of the FCD-System

4. Conclusion of the FCD inventory

- First results are summarised as follows: FCD is technically on a high standard and can be used for collecting traffic data
- FCD is only insignificantly introduced
- The expansion of FCD depends on the car industry
- The operational costs of FCD depend largely on the costs of GSM communication
- Today FCD is especially used to improve traffic information
- FCD is a useful instrument to describe traffic flow
- Today FCD has no meaning in transportation planning
- The present possibilities of FCD cannot be fully used due to data protection
- The size of required sample tests depend on different parameters

5. Transportation planning requirements

Requirement of data in transportation planning varies due to their wide functions. transportation planning is divided into three sections:

- Actual and incident orientated traffic information for private users (traffic influence, operations) is the main function of FCD nowadays.
- In contrast to these dynamic online-data the material used in transportation planning is information collected during large periods, which are subsequently evaluated. Main user of this information are public authorities.
- Similar data are wanted for road strategy as well as for transportation planning. Since high interest in these data originates from political interest, high efforts are generated to get these data.

Some important applications are being chosen from above described the three sections: operation, planning and politics to judge the suitability of FCD.

DOMAINE	DOMAINE D'APPLIQUATION/ TYPES DE DONNÉES TRAFIC	APTITUD EFCD	REMARQUES
Exploitation	Données trafic actuel - Fluctuation des vitesses - Reconnaissance de bouchons	FCD apte	- Domaine principal d'application des FCD - Données dynamiques
Planification	Description du réseau - Vitesse moyenne de parcours - Vitesse moyenne par tronçon	FCD en partie apte	- Application en particulier pour modèles de trafic - Aptitude des FCD prouvée dans projets pilotes
	Volume de trafic - Par ex. TJM - Par ex. Courbes de variation journalières - Par ex. Trafic aux heures de pointe	FCD inapte	- Nécessaires pour des analyses pratiques du trafic - Echantillon restreint avec FCD - Comptages classiques aux sections mieux adaptés
	Lignes de désir - Transport de voyageurs: WL différenciées selon PAUT - Transport de marchandises: WL différenciées selon groupes de marchandises	FCD en partie apte	- Problème de la protection des données (garantie de l'anonymité) - Echantillon important nécessaire
	Sécurité du trafic - Nombre d'accidents / blessés / tués - Taux d'accident	FCD inapte	- Aucune information à partir des FCD
	Planification des parkings - Besoins en parkings - Potentiel de trafic spécifique	FCD inapte	- FCD n'est pas un processus adéquat pour la collecte de données dans un périmètre restreint
	Politique	Redevance sur le trafic des poids lourds - Prestations annuelles	Pas une application FCD
	Statistique des transport de marchandises - Flux de marchandises [t] - Courants de transport [tkm] - Réparation importation / exportation/transit	FCD en partie apte	- Avec extension de l'appareil "RPLP", informations supplémentaires disponibles
	Fréquence de bouchons - Nombre de bouchons par tronçon - Nombre d'heures de bouchons	FCD en partie apte	- Eventuellement Traitement statistique de messages "bouchons" provenant de FCD

Figure 2: Aptitude de FCD à produire des données de trafic

6. Solution and opinion

Obviously the FD-data have not only been produced for transportation planning but are side products of other applications. What kind of technical developments are essential to change the data conditions? Regarding solutions the following criteria have to be taken into consideration:

- level development/technology/spreading
- potential of further development
- quality of data
- sample test
- expenses/complexity
- investment and running expenses
- data protection
- scope

Totally six solution are presented:

- Data from fleet management systems will be used in future for efficient transports, i.e. travel time or desired guidelines.
- With further development of distance-related Heavy Vehicle Fee-equipment, which have to be installed in all Swiss trucks starting in January 1st 2001, the travel time or desirable heavy good transport routes can be created. The realisation is uncertain and depends on the political strategies.
- Another potential development of mobile communications depends on the better location of cellular phones (through GSM-antennas, independent of GPS). Such a procedure could determine travel time. Data protection provides the main problem.
- To supply vehicles with FCD-equipment (additional supply in existing cars or already furnished in new cars) depends on either the car industry or the attraction for drivers (attractive service). With an extensive sample test different transportation planning sizes can be made (travel time, incident records, desirable traffic routes).
- In different European countries, systems for dynamic evaluation of road net fees (road pricing) are in service. These systems can be used for registration of FC-data as well. Whenever authorities ask for road pricing systems, requirements of FD-data should be taken into consideration.
- Nowadays regional transport telematic systems already submit FC-data to evaluate traffic conditions. In future registrations by the existing fixed installations could be extended with i.e. video recording. With this system extension travel time could be determined.

7. Recommendation

All solution named in chap. 6 are based on data registration, which is the key of a FCD-system. Recommendations for a specific development are as follows:

Recommendation No 1: mobile and fix FCD registration systems have to be compared economically

Recommendation No 2: Where traffic telematic systems are being investigated FSC should be taken into consideration.

Recommendation No 3: Road users should be motivated to install FCD systems

Recommendation No 4: The development of mobile communications technologies (i.e. cellular phones) should be observed.

Concerning data processing in a control centre the recommendations are as follows:

Recommendation No 5: Establish standards for FCD-data

Recommendation No 6: The FC-data have to be considered with the „virtual data ware house“ VT 2010.

Concerning data distribution to the user is:

Recommendation No 7: Appropriate products should be adjusted for commercial services as well as for transportation planning.

1 Einleitung

1.1 Ausschreibung SVI

Im Frühling 1998 hat die Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI) einen Forschungsauftrag mit folgenden **Zielsetzungen** ausgeschrieben:

- Untersuchen der Verwendbarkeit von Floating Car Data (FCD) in der Verkehrsplanung
- Beurteilung der verschiedenen **Erfassungsarten von FCD** bezüglich Eignung in der Verkehrsplanung
- Entwicklung eines **Umsetzungskonzeptes für FCD** in der Verkehrsplanung im Rahmen einer Gesamtstrategie zur Einführung von FCD

In verschiedenen europäischen Forschungsprojekten im Bereich der Verkehrstelematik wurde die Erfassung von Floating Car Data (FCD) getestet und hat sich als machbar erwiesen. Es handelt sich um automatisch, anhand der Bewegung einzelner Fahrzeuge im Verkehr, erfasste Daten über den Verkehrszustand. Auch in der Schweiz besteht die Hoffnung, mit der Einführung von FCD die Datenlage für die Verkehrsplanung verbessern zu können.

1.2 Zielsetzungen

Mit dem Forschungsauftrag soll untersucht werden, ob statistisch auswertbare Daten über Verkehrszustände und das Verkehrsverhalten einzelner Fahrzeuge geeignet sind, die Grundlagen für die Verkehrsplanung wesentlich zu verbessern. Es sollen insbesondere die Bedürfnisse der Verkehrsplanung bei der Einführung von FCD ermittelt und dabei die folgenden **Fragestellungen** beantwortet werden:

- **Bestehende Ansätze** zur Erfassung von FCD und die dafür eingesetzten Techniken sind zusammenzustellen und bezüglich der Eignung für die Verkehrsplanung zu untersuchen.
- Der **Bedarf an Daten** zu Verkehrszuständen und Verkehrsverhalten in der Verkehrsplanung ist zu klären.
- Soweit nötig sind **neue Ansätze** zur Erfassung von FCD zu entwickeln, welche sowohl auf den Bereich aktueller Verkehrsinformation als auch auf die Verkehrsplanung optimal zugeschnitten sind.
- Es sind **Vorschläge** (Ziele, Rahmenbedingungen, Anforderungen, mögliche Systemarchitekturen etc.) für die Einführung eines Systems zur Erfassung von FCD und der Aufbereitung für die Verkehrsplanung in der Schweiz zu erarbeiten.

1.3 Bearbeitungsvorschlag / Vorgehen

Aufgrund ihres Bearbeitungsvorschlages vom 17.4.1998 wurde die Arbeitsgemeinschaft Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure zusammen mit Rosenthaler + Partner AG mit der Bearbeitung beauftragt. Die Bearbeitung des Auftrages gliedert sich in **zwei Phasen** (Siehe Abbildung 1-1: Vorgehen):

1) Bestandaufnahme FCD, Anforderungen der Verkehrsplanung, Soll-/Ist-Analyse

Ein Hauptgewicht der Arbeit liegt in der Bestandaufnahme, da sie die Grundlage für alle weiteren Bearbeitungsschritte bildet. Dieser Teil konzentriert sich auf die zum heutigen Zeitpunkt realisierten Systeme, welche mit FCD in Verbindung gebracht werden können. Im weiteren werden die Anforderungen und Bedürfnisse der Verkehrsplanung formuliert und der heutigen FCD-Technologie gegenübergestellt.

2) Lösungsansätze, Vorschläge für die Umsetzung

Bei der Suche nach Lösungsansätzen wird von bestehenden System-Bausteinen ausgegangen, welche das Potential für eine Weiterentwicklung und Verbreitung von FCD besitzen. Die Suche nach Lösungsansätzen lässt aber auch Freiraum für Ideen, welche auf den ersten Blick nicht, bzw. erst mit zukünftigen Methoden realisierbar sind. Es sollen auch Systeme, welche FCD im weitesten Sinne zugeordnet werden können, berücksichtigt werden.

Die Beurteilung der Lösungsansätze führt schliesslich zu einem Vorschlag für eine mögliche Realisierung im Sinne des Forschungsauftrages.

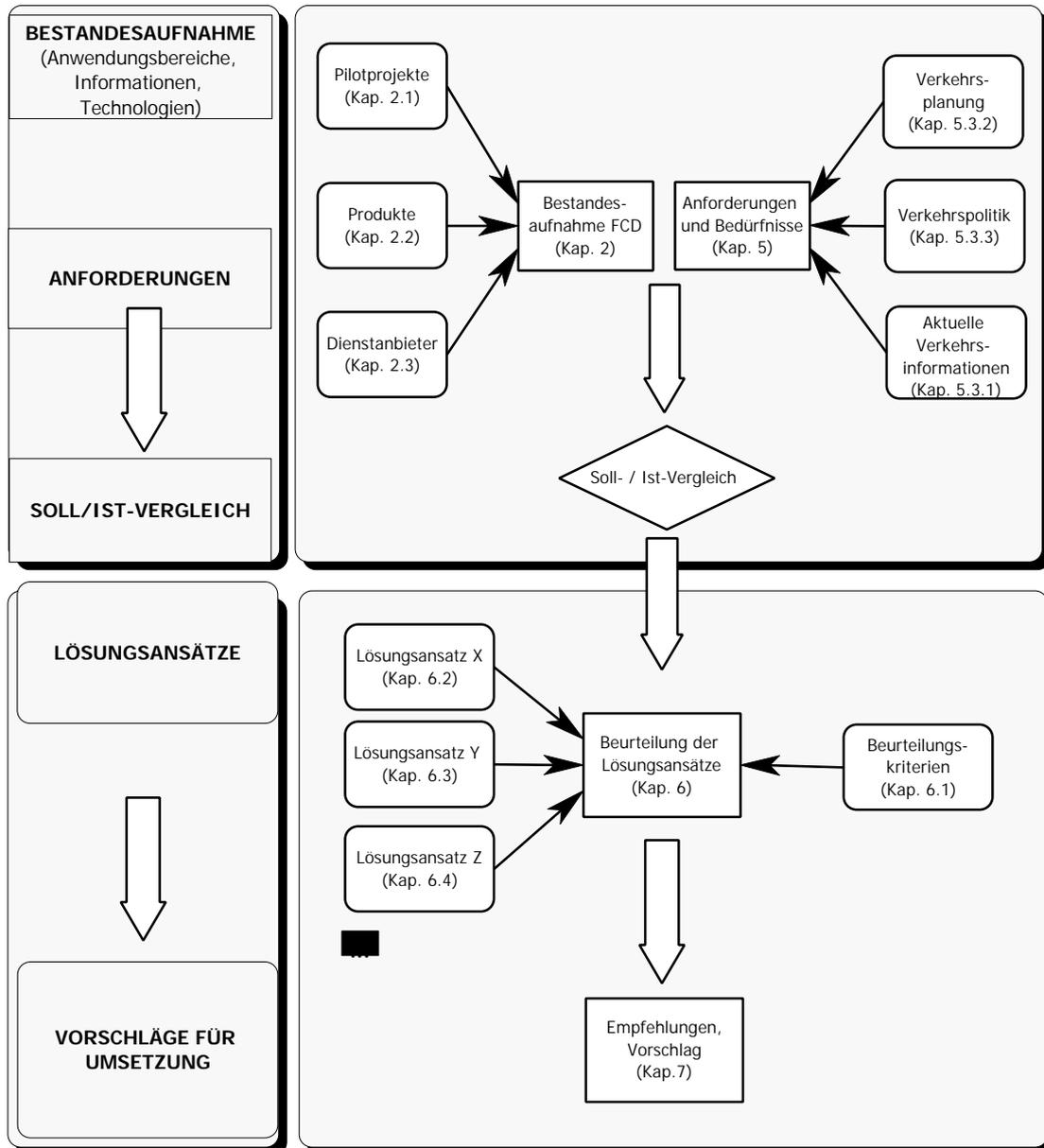


Abbildung 1-1: Vorgehen

1.4 Begriffsbestimmung Floating Car Data (FCD)

Zur Zeit laufen die europäischen **Normierungsarbeiten** bezüglich FCD. Dabei kommt es vor allem auch auf eine saubere Definition von FCD an. Der Inhalt muss klar abgegrenzt werden können.

Es gibt aber noch keine allgemein gültige Definition. Die verschiedenen Beschreibungen unterscheiden sich je nach Art des verwendeten Verfahrens. Allen gemeinsam ist, dass die Daten von **fahrenden Fahrzeugen** stammen. Im folgenden sind verschiedene Verfahrensbeschreibungen für FCD aufgeführt:

Das Floating Car Verfahren (FCD) sieht vor, Fahrzeuge als Messsonden im Verkehrsfluss zu benutzen, um Informationen über die aktuelle Verkehrssituation zu gewinnen. Das im Fahrzeug installierte Gerät registriert über einen definierten Zeitraum die Geschwindigkeit, Richtung und Position des Fahrzeuges, und übermittelt bei einer erkannten Störung im Verkehrsfluss die relevanten Daten an die Zentrale. Diese Daten werden vor der Speicherung anonymisiert, so dass der Datenschutz für die Teilnehmer gewährleistet ist. In der Zentrale werden die Daten anschliessend ausgewertet und eine Übersicht über die aktuelle Verkehrslage erstellt. [33]

Bei der Verkehrserfassung mittels FCD (Floating Car Data) fungieren eine bestimmte Anzahl von Fahrzeugen als im Verkehr "mitschwimmende" Messstationen, als bewegte "Datenmelder". Diese Fahrzeuge sind mit speziellen Verkehrstelematik-Endgeräten (GPS und GSM) ausgerüstet und können fahrtbezogene Messdaten wie Position, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit erfassen und diese bei Bedarf an eine Verkehrsleitzentrale via Mobilfunknetz als SMS (Short Message Service) übertragen. Die Datenerfassung erfolgt anonym und für die beteiligten Automobilisten ohne Kostenfolge. [27]

Beide Beschreibungen gehen vom Normalfall aus, dass die FCD in den Fahrzeugen erfasst und zur weiteren Bearbeitung von dort an eine Zentrale übermittelt werden. Gewisse Arten von FCD lassen sich aber auch mit entlang der Strasse aufgestellten Geräten erfassen, welche zum Beispiel in der Lage sind, Fahrzeuge an mehreren Stellen wiederzuerkennen und damit Fahrzeiten auf Streckenabschnitten zu bestimmen. Als eine **allgemeine Definition** von FCD schlägt die Forschungsstelle für den vorliegenden Bericht vor:

FCD bezeichnet die Erfassung und Aufbereitung dynamischer Daten zum Verkehrsgeschehen. Diese Daten werden durch die informationstechnische Verfolgung von sich im Verkehr mitbewegenden Fahrzeugen erhoben. Die Daten werden statistisch ausgewertet. Die daraus gewonnenen Informationen werden über eine Zentrale zur Verfügung gestellt.

Diese Definition lässt bewusst offen, wo die Daten erfasst (ortsfest oder mobil) und wo sie wie weit aufbereitet werden. Die Daten müssen aber **dynamisch** sein, was heisst, dass sie in der erforderlichen Aufbereitung permanent und so rasch zur Verfügung stehen, dass auf ihrer Basis in das dynamische Verkehrsgeschehen eingegriffen werden kann. Damit ist klar, dass die Anwendung von FCD wesentlich über die Verkehrsplanung hinausgeht.

Der Begriff **Verkehrsgeschehen** ist sehr weit aufzufassen. Es geht im weitesten Sinn um die Frage, wie sich die Fahrzeuge auf dem Strassennetz bewegen. Eingeschlossen sind also beispielsweise Verkehrszustände (Stau, stockender Verkehr, flüssiger Verkehr etc.), Routenwahl oder Abbiegeverhalten bei einem Verkehrsknoten. Es interessiert aber nicht das einzelne Fahrzeug, sondern das Fahrzeug ist dazu da, um statistisch belegte Aussagen über den Verkehr an sich zu erhalten. Die Aussagen können sowohl qualitativer als auch quantitativer Natur sein, d.h. es kann sowohl versucht werden, typische

Verkehrereignisse zu detektieren, als auch statistische Angaben etwa zu Reisezeiten oder Abbiegeverhalten zu ermitteln.

Welche Daten werden erfasst? Es gibt drei Kategorien von **FC-Grunddaten**, welche untereinander in einen Bezug gebracht werden müssen, damit eine informationstechnische Verfolgung von Fahrzeugen möglich ist:

- Fahrzeugposition
- die Zeiten, zu welchen vom Fahrzeug diese Positionen erreicht wurden
- und Identifikationsmerkmale derjenigen Fahrzeuge, für welche Positionen zu bestimmten Zeiten ermittelt wurden.

Die **Identifikationsmerkmale** dienen dazu, die Fahrzeuge an unterschiedlichen Stellen wiederzuerkennen. Es ist dazu keineswegs erforderlich, ein einzelnes Fahrzeug aus der Gesamtheit aller Fahrzeuge eindeutig identifizieren zu können. Ein Fahrzeug muss nur an mehreren (mindestens zwei) verschiedenen Stellen des Verkehrsnetzes aus den dort aktuell vorhandenen Fahrzeugen heraus mit guter Zuverlässigkeit erkannt werden können, wozu beispielsweise eine vorübergehend vergebene Fahrzeugnummer oder ein mit Induktionsschlaufen erhobenes ungefähres Fahrzeugprofil ausreichen.

Position, Zeit und Identifikationsmerkmale bilden die Grunddaten bei der Erfassung von FCD. Je nach Verwendungszweck der FCD ist es sinnvoll, **weitere Daten** zu erfassen: Fahrtrichtung, momentane Geschwindigkeit etc. Die Definition von FCD lässt sich auch ausweiten auf nicht direkt verkehrsbezogene dynamische Daten, z.B. zu Strassenzuständen und Umgebungsbedingungen. Es ist durchaus möglich, in den Fahrzeugen die Umgebungstemperatur, über die Scheibenwischer Niederschläge oder über die Scheinwerfer Sichtbehinderungen (Nebel) zu detektieren. Für solche Daten wird neuerdings im Englischen auch der Begriff "Extended FCD" oder XFCD geprägt.

FCD bilden eine Datengrundlage für unterschiedliche **Dienste** im Verkehrsbereich. Die Daten können mehr oder weniger direkt in Meldungen umgesetzt und Verkehrsteilnehmern als Verkehrsinformation übermittelt werden. Sie können aber auch - möglicherweise kombiniert mit anderen Daten - Eingang finden in weitere Aufbereitungsprozesse, zum Beispiel zur Bestimmung von Verkehrsmanagement-Strategien, für ein Flottenmanagement unter Berücksichtigung der Verkehrslage oder für die dynamische Zielführung einzelner Fahrzeuge auf der momentan bestmöglichen Route. Im vorliegenden Forschungsauftrag geht es nicht primär um diese auf Echtzeit-Daten basierten Anwendungen, sondern um die Frage, wie weit sich **durch FCD die Datengrundlage in der Verkehrsplanung verbessern lässt**.

1.5 Abgrenzung des Auftrages

Die im vorangehenden Kapitel vorgeschlagene allgemeine Definition (Erfassung dynamischer Daten zum Verkehrsgeschehen) würde grundsätzlich auch Leitstellen umfassen, mit welchen die **öffentlichen Verkehrsbetriebe** der grösseren schweizerischen Städte seit Ende der Siebzigerjahre ihre Fahrzeuge (Trams, Busse) überwachen. Die Datenerfassung und Übermittlung an eine Zentrale erfolgen dabei im Sinne unserer Definition von FCD. Da die Daten jedoch für die Überwachung des Betriebes (das einzelne Fahrzeug steht im Vordergrund) und nicht zur Beobachtung des allgemeinen Verkehrsgeschehens auf dem Strassennetz verwendet werden, handelt es sich bei diesen Leitstellen um einen Spezialfall, welcher nicht vertieft dargestellt wird. Erwähnt werden allerdings Dienstanbieter wie Mediamobile (Paris), bei welchen, als Ergänzung zu den Betriebsdaten der Taxi-Flotte, FC-Daten des ÖV erfasst und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden (siehe Kap. 2.3.6).

Einen speziellen Anlagentyp stellen auch **lokale Verkehrsbeeinflussungssysteme** wie das VBS Grauholz in Bern oder das sich zur Zeit in Realisierung befindende Verkehrsleitsystem VLS N2/N3 in Basel dar. Bei diesen Anlagen wird im Sinne unserer FCD-Definition mit Hilfe von strassenseitigen (ortsfesten) Erfassungssystemen das Verkehrsgeschehen erfasst, in einer Zentrale aufbereitet und zur

Verkehrsbeeinflussung verwendet. Aufgrund der lokal begrenzten Anwendung dieser Systeme stellen sie im vorliegenden Forschungsbericht keinen Schwerpunkt dar. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Informationen zum Verkehrsgeschehen dieser lokalen Anlagen auch in einem grösseren gesamtschweizerischen Rahmen Verwendung finden können, sowohl bezüglich der aktuellen Verkehrsinformation, als auch bezüglich möglicher Anwendungen für die Verkehrsplanung.

Ein besonders wichtiger Aspekt bei sämtlichen Telematik-Anwendungen ist die **Wirtschaftlichkeit**. Die Kosten sind dann auch bei der Beurteilung der Lösungsansätze (Kapitel 6) ein wichtiges Kriterium. Die vorliegende Studie beschränkt sich allerdings auf eine qualitative Beurteilung dieses Kriteriums. Vertiefte quantitative Kosten-Nutzen-Überlegungen sind nicht Gegenstand des vorliegenden Forschungsauftrages.

2 Bestandesaufnahme FCD

Ziel der Bestandesaufnahme ist es, die heutige Verwendung von FCD aufzuzeigen. Die Grundlagen stammen aus verschiedensten Quellen:

- Eine erste Recherche wurde im **Internet** durchgeführt. Die Suche erfolgte mittels Suchmaschinen (z.B. www.metager.de), welche parallel Informationen verschiedener Internet-Seiten abgreifen können und das Resultat zusammenfassend darstellen. Die Inhalte der so gefundenen Texte waren aber meist nicht sehr gehaltvoll, da viel mehr Firmenwerbung als Basisinformation vermittelt wird. Die Seiten lieferten dafür Adressen von Kontaktpersonen.
- Die **CD-Roms** zu den **ITS-Kongressen** 1997 in Berlin, 1998 in Seoul und 1999 in Amsterdam waren weitere wichtige Grundlagen, deren Fachartikel zum Thema FCD den Überblick erweitern konnten.
- Aufgrund der Hinweise im Internet, der Fachbeiträge auf den CD-Roms der ITS-Kongresse sowie aufgrund von Hinweisen im Rahmen der Sitzungen der Begleitkommission wurden **Kontaktpersonen** bzw. Firmen und Institutionen eruiert, welche in der Folge direkt telefonisch oder per Email angegangen wurden (siehe Literaturverzeichnis).
- Bei den in diesem Kapitel dargestellten Pilotprojekten, Produkten und Dienst Anbietern wurde auf der Basis einer ersten zusammenfassenden Beschreibung eine vertiefte schriftliche **Umfrage** durchgeführt, mit dem Ziel insbesondere quantitative Informationen zu den Firmengrößen, Datenspezifikationen, Datenmengen, Kosten etc. zu ermitteln (siehe ANHANG F). Es hat sich allerdings gezeigt, dass die Firmen und Institutionen mit diesbezüglichen Informationen sehr zurückhaltend sind (Rücklauf und Präzision der Angaben). Teilweise wurde eine bewusste "**Geheimhaltung**" festgestellt, da offenbar damit vitale Interessen im Markt der Verkehrsdaten verbunden sind.

Die verschiedenen Informationen aus der Recherche werden in **fünf Teilgebiete** gegliedert:

- Pilotprojekte
- Produkte
- Dienstanbieter
- Normierung
- Foren

Die Informationen werden **strukturiert**, so dass ein Vergleich der verschiedenen Quellen ermöglicht wird:

- Beteiligte: Auflistung der beteiligten Firmen
- Beschreibung: eine Kurzbeschreibung des Systems
- Stand der Entwicklung: Kurze Beurteilung, inwieweit die Technik fortgeschritten ist und wie sie eingesetzt wird
- Beurteilung: erste Beurteilung im Hinblick auf die weitere Verwendung im Sinne des Forschungsauftrages

Im weiteren wird eine **schematische Systemskizze** angegeben, welche den Gesamtweg der FC-Daten von der Rohdatenerfassung bis zur nutzungsspezifischen Auswertung und Verwendung darstellt. Um den Vergleich mit den anderen Systemen zu ermöglichen, sind die verwendeten Komponenten hervorgehoben, die nicht beteiligten Komponenten grau schattiert dargestellt.

Das Gesamtsystem von mit Fahrzeuggeräten erfassten FCD kann mit **fünf Komponenten** beschrieben werden (vgl. Abbildung 2-1)

Datenerfassung	Je nach beabsichtigter FCD-Anwendung werden in den Fahrzeugen spezifische Daten erfasst. Es braucht einen Ortsbezug, um die Informationen mit dem Verkehrsnetz in Verbindung zu bringen. In den meisten Fällen wird dies mit dem GPS realisiert. Ein Ortsbezug kann aber auch über den Standort fester Einrichtungen erfolgen. Ein Zeitbezug ist erforderlich, um Bewegungsgrößen ableiten zu können und Ereignisse zeitlich richtig einzuordnen.
Datenaufbereitung im Fahrzeug	Die gemessenen Daten werden aufgezeichnet. Bei einigen Systemen findet bereits im Fahrzeug eine erweiterte Datenverarbeitung statt.
Datenübertragung	Die erhobenen Daten müssen in einer Zentrale gesammelt werden. Dafür werden sie vom Fahrzeug ausgelesen und zur Zentrale übermittelt.
Datenaufbereitung in der Zentrale	Die gesammelten Daten werden in einen gemeinsamen Kontext gebracht. In vielen Fällen werden die FC-Daten mit zusätzlichen Datenquellen in Verbindung gebracht und damit eine umfassendere Aussage ermöglicht.
Datenverteilung an Nutzer	Die aufbereiteten Daten werden an die Datennutzer verteilt. Diese sind entweder Endbenutzer oder "Zwischenhändler", welche die Daten aufbereitet weitergeben. Dies geschieht wieder über die verschiedenen Datentransportwege.

Wird FCD mit Geräten entlang der Strasse erfasst, fällt die Datenaufbereitung im Fahrzeug weg, alle übrigen Komponenten sind sinngemäss auch hier vorhanden.

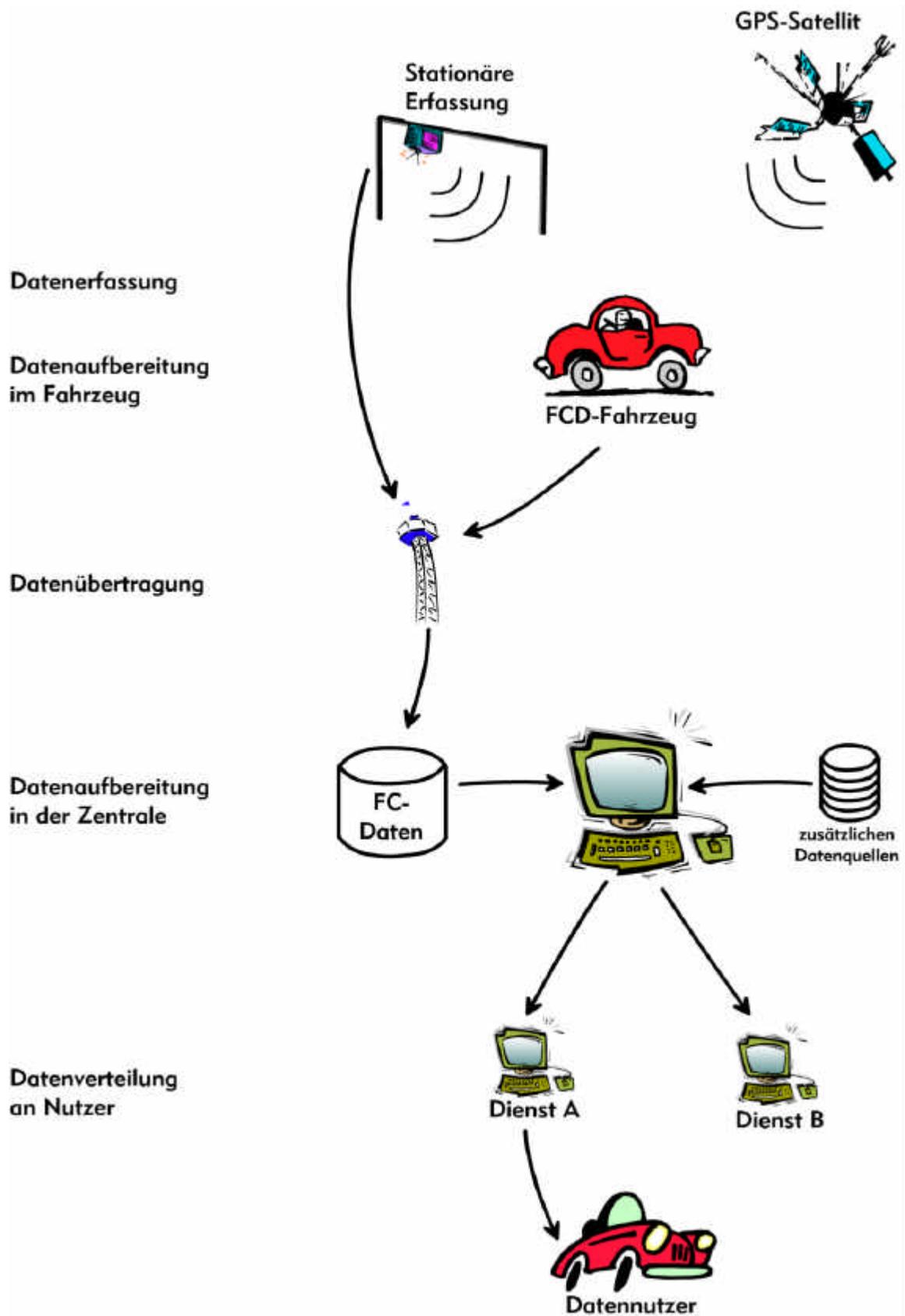


Abbildung 2-1: Grundschemata des Datenflusses FCD

2.1 Pilotprojekte

2.1.1 Dynamisches Verkehrsleitsystem Berlin (DVB)

Beteiligte

ITF Intertraffic GmbH (Daimler-Benz Tochter)

SIEMENS AG

Beschreibung [29],[30],[35],[36]

Hauptzielsetzungen des Pilotprojektes, welches in den Jahren 1996/1997 in Berlin durchgeführt wurde, waren die Erprobung der Verwendbarkeit von FCD für die dynamische Verkehrsführung (System Euro-Scout von Siemens) sowie die Erprobung des Nutzens für die Stadtverwaltung. Mit Datenübermittlung im Infrarot-Frequenzbereich wurden die Versuchsfahrzeuge von Verkehrsknoten zu Verkehrsknoten verfolgt. Zudem wurden die Reisezeiten für die dazwischen liegenden Abschnitte (Links) berechnet, welche wiederum an die Fahrzeuge übermittelt wurden. In der Versuchsspitze waren 650 Fahrzeuge mit Geräten ausgerüstet (entspricht einer Stichprobe von 0.05% im Raum Berlin), und an 350 Knoten waren Infrarot Baken installiert. Für das Berliner Strassennetz mit 2'750 km Länge und 19'000 Links konnten Link-Reisezeiten statistisch ausgewertet und für die Routenoptimierung verwendet werden. Vorhersehbare Ereignisse (Baustellen, Fussballspiele, Messen, Grossanlässe etc.) sowie Meldungen der ADAC wurden dabei ebenfalls berücksichtigt.

Theoretische Berechnungen ergaben Reisezeit-Einsparungen infolge des DVB in der Grössenordnung von 2%-4% [35]. Eine echt dynamische Verkehrsführung mit momentanen Reisezeit-Vorhersagen konnte jedoch infolge der zu geringen Fahrzeugstichprobe nicht erreicht werden. (Hierzu wäre eine Stichprobe von 1-3% ausgerüstete Fahrzeuge erforderlich gewesen) [30].

Stand der Entwicklung

Die Entwicklung wurde im Jahre 1998 eingestellt (Konkurrenz durch neue GPS-Technik, Frage der Vermarktung, hohe Kosten der Baken, insbesondere im Unterhalt, verschmutzte Baken).

Beurteilung

Zuverlässige Ermittlung von statistischen Link-Reisezeiten in städtischem Netz, jedoch basierend auf schlecht geeigneter Technik (Infrarot in der verwendeten Ausführung erwies sich als zu störungsanfällig). Wenn schon strassenseitige Einrichtungen eingesetzt werden, dann ist es zielführender, zum Beispiel über automatische Bildauswertung alle Fahrzeuge wiederzuerkennen und mit einer 100%-Probe die Link-Reisezeiten zu berechnen. Für die Datenerfassung sind dann Geräte im Fahrzeug nicht notwendig. Solche Konzepte werden z.B. von Trafficmaster in Grossbritannien verfolgt.

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Die Ortung der Fahrzeuge basiert auf den an den Knoten installierten Funk-Baken. Die Datenerfassung erfolgt ebenfalls über die stationäre Baken (Infrarot-Technik), also nicht im Fahrzeug selbst.
Datenübertragung	Übertragung in die Zentrale mit Hilfe der Kommunikationswege der Lichtsignalanlagen. Auf dem gleichen Weg wird die Routenempfehlung zurückgeschickt.
Datenaufbereitung in der Zentrale	Statistische Auswertung der Link-Reisezeiten; Berechnung von Routenempfehlungen. Neben den Fahrzeugdaten werden auch ADAC-Meldungen sowie spezielle Ereignisse (z.B. grosse Veranstaltungen welche ein Mehraufkommen von Verkehr bedeuten) berücksichtigt.

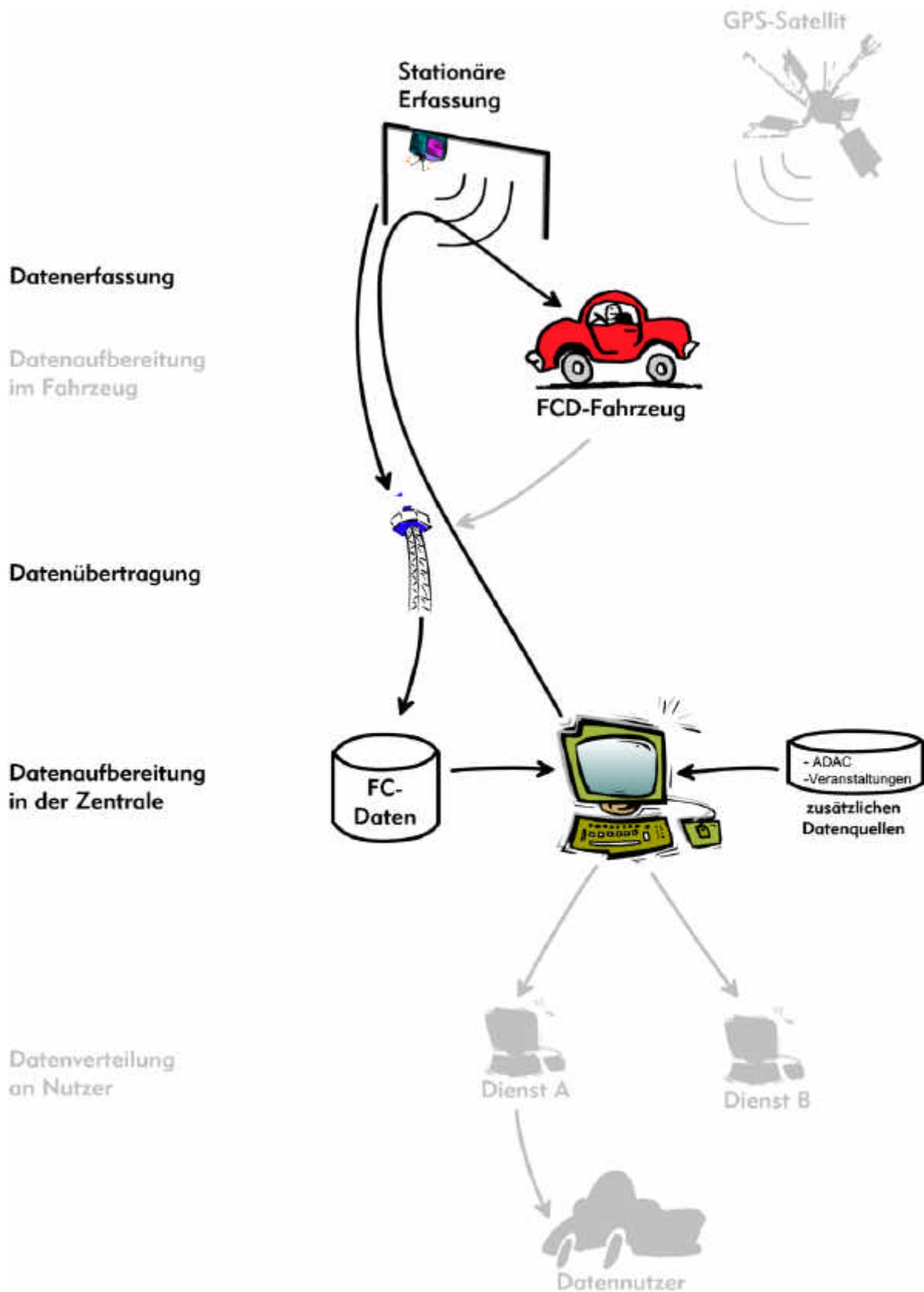


Abbildung 2-2: Systemskizze Dynamisches Verkehrsleitsystem Berlin

2.1.2 VERDI (Rhein-Ruhr-Region)

Beteiligte

Mannesmann Autocom

Beschreibung [33]

Von April 1996 bis September 1998 fand in der Rhein-Ruhr-Region der VERDI-Feldversuch (VERDI = Vehicle Relayed Dynamic Information) der Mannesmann Autocom statt. Hierzu wurden 820 Fahrzeuge (v.a. Vielfahrer mit einem hohen Anteil von Autobahnfahrten) mit Geräten ausgestattet, welche die Nutzung verschiedener Telematikdienste gestatten und gleichzeitig Informationen über die aktuelle Verkehrslage an die Zentrale liefern. Das Ziel von VERDI war, die Machbarkeit der PASSO-Telematik-Dienste (siehe Kapitel 2.3.3) zu testen. Nach Beendigung des Feldversuches ist der VERDI-Testbetrieb schrittweise in den kommerziellen Betrieb PASSO von Autocom überführt worden. Zusätzlich zum Verkehrsinformationsdienst, welcher am meisten genutzt wurde, sind den Verkehrsteilnehmern ein Pannruf- und ein Zielführungsdienst angeboten worden.

Primäre Ziele des VERDI-Projektes waren die Erprobung des FCD-Konzeptes und die Entwicklung der entsprechenden Software für die Serverplattform sowie die Endgeräte.

Die Ergebnisse zeigen, dass bereits die 820 im Einsatz befindlichen VERDI-Fahrzeuge ca. 45% aller von den Landesmeldestellen in NRW gemeldeten Staus erfassen konnten. Im Mittel gingen die Stau-meldungen der VERDI-Fahrzeuge 15-30 Minuten vor den Stau-meldungen der Landesmeldestellen ein.

Stand der Entwicklung

Der Feldversuch ist abgeschlossen. Die Erkenntnisse konnten in die kommerziellen Passo-Dienste einfließen.

Beurteilung

Mit dem VERDI-Feldversuch konnte die Verwendbarkeit von FCD zur Erkennung von aktuellen Verkehrssituationen auf dem übergeordneten Strassennetz nachgewiesen werden.

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Die Position wird mittels GPS bestimmt. Aus der Ortung wird die Geschwindigkeit und die Richtung bestimmt und zusammen mit der Position abgespeichert.
Datenübertragung	Die Daten werden über das GSM-Netz mit der SMS-Technik übertragen. Dies gilt sowohl für die Übermittlung der FC-Daten an die Zentrale, als auch für die Übermittlung der Verkehrsinformationen an die Teilnehmer des VERDI-Versuches.
Datenverarbeitung in der Zentrale	Die Daten werden in der Zentrale aufbereitet und den Verkehrsteilnehmern aktuell und individuell über ein Display als Verkehrsinformation wieder zur Verfügung gestellt. Dabei basierten rund 1/3 der Stau-meldungen auf FC-Daten und rund 2/3 auf Meldungen von den Landesmeldestellen. Zusätzlich zu den FC-Daten werden auch die Informationen der Landesmeldestellen zur Beschreibung der Verkehrszustände hinzugezogen.

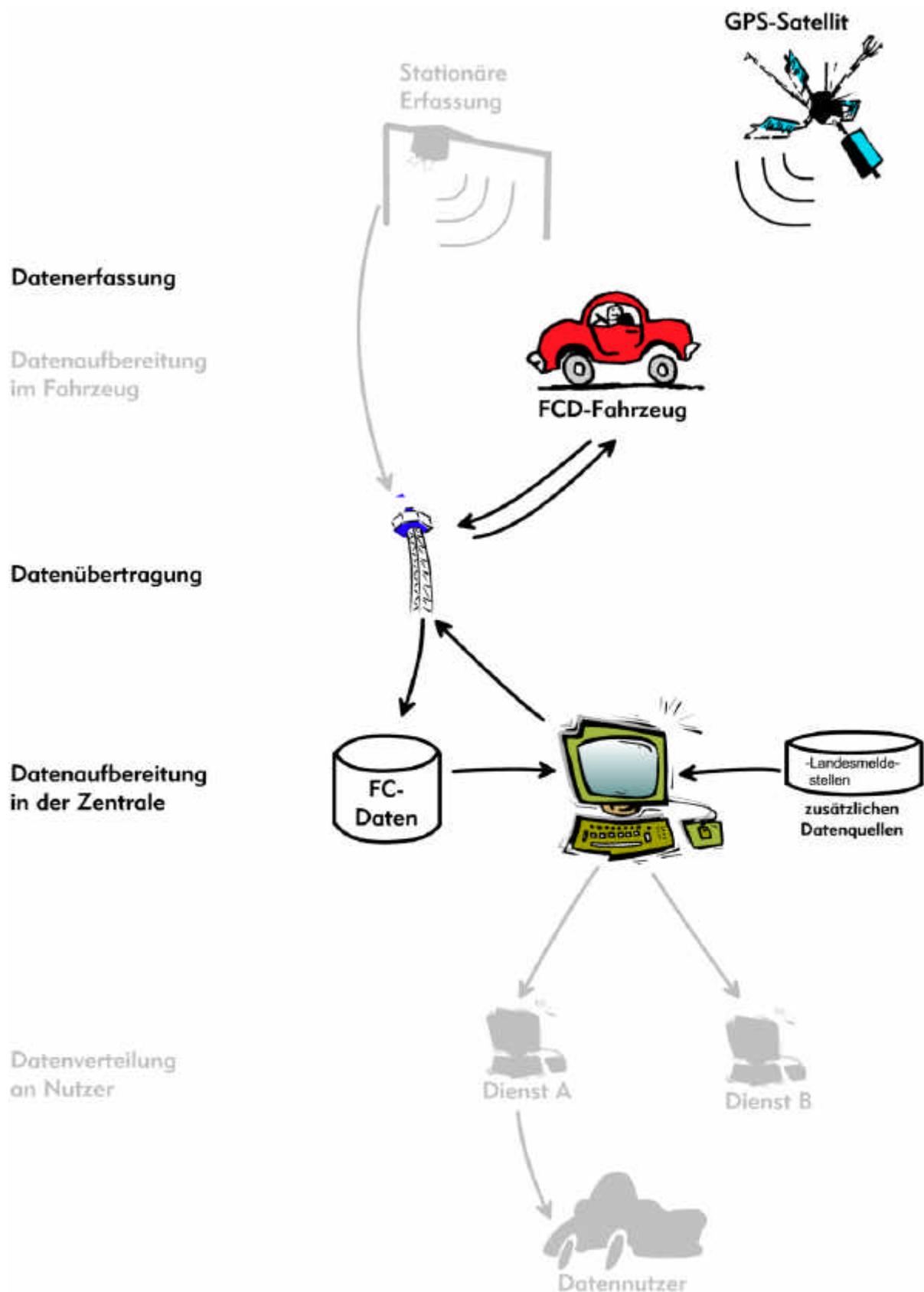


Abbildung 2-3: Systemskizze Feldversuch VERDI

2.1.3 PRELUDE (Holland)

Beteiligte

Peek Traffic

ARS Traffic and Transport Technology

Hague Consulting Group

CPN Telecom

IMIS

Beschreibung [15],[24],[25],[26]

Im Rahmen eines Pilotprojektes wurde der Einsatz von FCD im Raum Rotterdam getestet. Es wurden **60 Fahrzeuge** mit den nötigen Geräten ausgerüstet. Die Positionsbestimmung und Datenübertragung erfolgt dabei nahezu kontinuierlich. Um die Anonymität der Beteiligten zu gewährleisten, meldet sich das FCD-Fahrzeug täglich neu bei der Zentrale an und erhält von dieser eine Zufallsnummer, welche für einen Tag gültig ist.

Stand der Entwicklung

Das Pilotprojekt hat gezeigt, dass der Zuverlässigkeitsgrad der technischen Komponenten (Verfügbarkeit GPS, GSM-Kommunikation, Datenaufzeichnung etc.) sehr hoch ist. Ein erweiterter Versuch mit über 1000 Fahrzeugen ist geplant.

Beurteilung

Im Gegensatz zu anderen Systemen werden mit diesem System keine Ereignisse detektiert. Vielmehr werden die Link-Reisezeiten bestimmt und mit optimalen Reisezeiten verglichen (basierend auf der maximal zulässigen Geschwindigkeit). Dies wird durch die kontinuierliche Datenerhebung ermöglicht. Das Pilotprojekt wird mit einer grösseren Anzahl von FCD-Fahrzeugen fortgesetzt.

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Alle 10 Sekunden wird eine Positionsbestimmung durchgeführt. Die Position wird mit einem Zeitstempel abgespeichert. Es erfolgt im Fahrzeug keine weitere Datenverarbeitung.
Datenübertragung	Die Datenübertragung erfolgt alle 5 Minuten über den Datenkanal (Sprachkanal mit Modem) des GSM-Netzes. Dabei werden die Aufzeichnungen (Position und Zeitstempel) der letzten 5 Minuten übertragen. Die durchschnittliche Übertragungszeit vom Fahrzeug in die Zentrale betrug weniger als 7 Sekunden.
Datenaufbereitung in der Zentrale	In der Zentrale werden die 5-Minuten-Ketten von Positionsbestimmungen auf ihre Plausibilität überprüft und in einem mehrstufigen Verfahren auf eine vektorbasierte Strassenkarte gelegt. Aus ihnen werden Link-Reisezeiten für das TMC-Netz berechnet. Die Daten für die Berechnung des aktuellen Netzzustandes sind dabei nicht älter als 30 Minuten. Für eine historische Auswertung werden alle Daten abgespeichert.
Datenverteilung an Nutzer	Die für das TMC berechneten Link-Reisezeiten werden auf verschiedenen Wegen (z.B. über das Internet oder dynamische Anzeigetafeln entlang der Autobahnen) für die Verkehrsteilnehmer zugänglich gemacht.

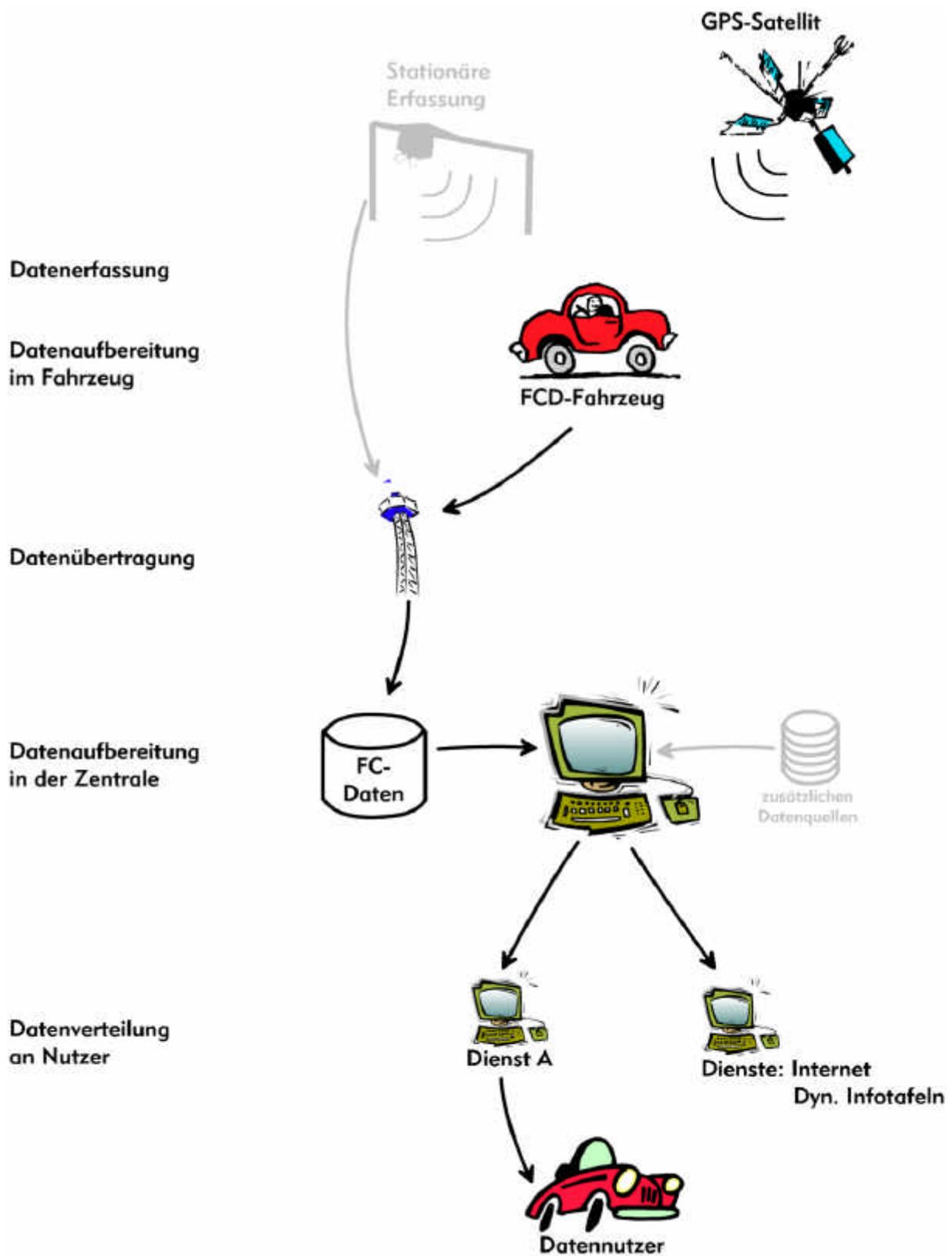


Abbildung 2-4: Systemskizze Pilotprojekt PRELUDE

2.2 Produkte

2.2.1 LSVA-Gerät

Beteiligte

Schweizerische Bundesverwaltung – Eidgenössische Oberzolldirektion, Bern

Ascom, Bern

FELA Management AG, Diessenhofen

Beschreibung [27],[37]

Das LSVA-Gerät (Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) dient der Gebührenerhebung im schweizerischen Schwerverkehr. Erfasst werden 100% der LKW (sowohl inländische als auch ausländische Fahrzeuge). Für inländische Fahrzeuge geschieht die Datenerfassung automatisch mit einem LSVA-Gerät. Für ausländische Fahrzeuge ist dieses Gerät fakultativ (die Datenerfassung kann auch mit einem handgeführten Protokoll geschehen).

Stand der Entwicklung

Der Einbau der Geräte ist im Gange, Inbetriebnahme 1.1.2001.

Beurteilung

Das LSVA-Gerät wird ab 1.1.2001 für die Gebührenerhebung des Schwerverkehrs eingesetzt. Eine Erfassung von FC-Daten ist zur Zeit nicht vorgesehen (keine online-Übertragung). Über die vorhandene Infrarotschnittstelle könnten GPS-Daten abgefragt und mit einem Zusatzgerät zu FC-Daten aufbereitet und an eine Zentrale übermittelt werden.

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Das LSVA-Gerät im Fahrerraum registriert die gefahrenen Kilometer, welche vom Tachograph gemeldet werden. Weiter werden Grenzübertritte und das An- und Abhängen von Anhängern (vom Fahrer am Gerät manuell detektiert) erfasst. An ausgewählten Grenzübergängen können die aufgezeichneten Daten automatisch (über Mikrowellen-Kurzdistanzfunk) aus den Lastwagen ausgelesen werden.
Datenaufbereitung im Fahrzeug	Mittels des GPS-Empfängers werden die Tachograph-Angaben und die Grenzübertritte verifiziert.
Datenübertragung	Fahrzeuge, welche mit dem Gerät ausgerüstet sind, übertragen die Daten periodisch via Chipkarten zum Fahrzeughalter. Von dort werden entweder die Karten per Post an die Zentrale gesandt oder ausgelesen und über das Internet übertragen. Zudem können die Daten über Mikrowellen-Kurzdistanzfunk (DSRC) übermittelt werden. Mittels Funk-Baken werden zudem stichprobenweise Daten zu Kontrollzwecken aus den Geräten ausgelesen.
Datenaufbereitung in der Zentrale	Anhand der gesammelten Daten werden periodisch die Gebühren für die einzelnen Fahrzeuge berechnet.

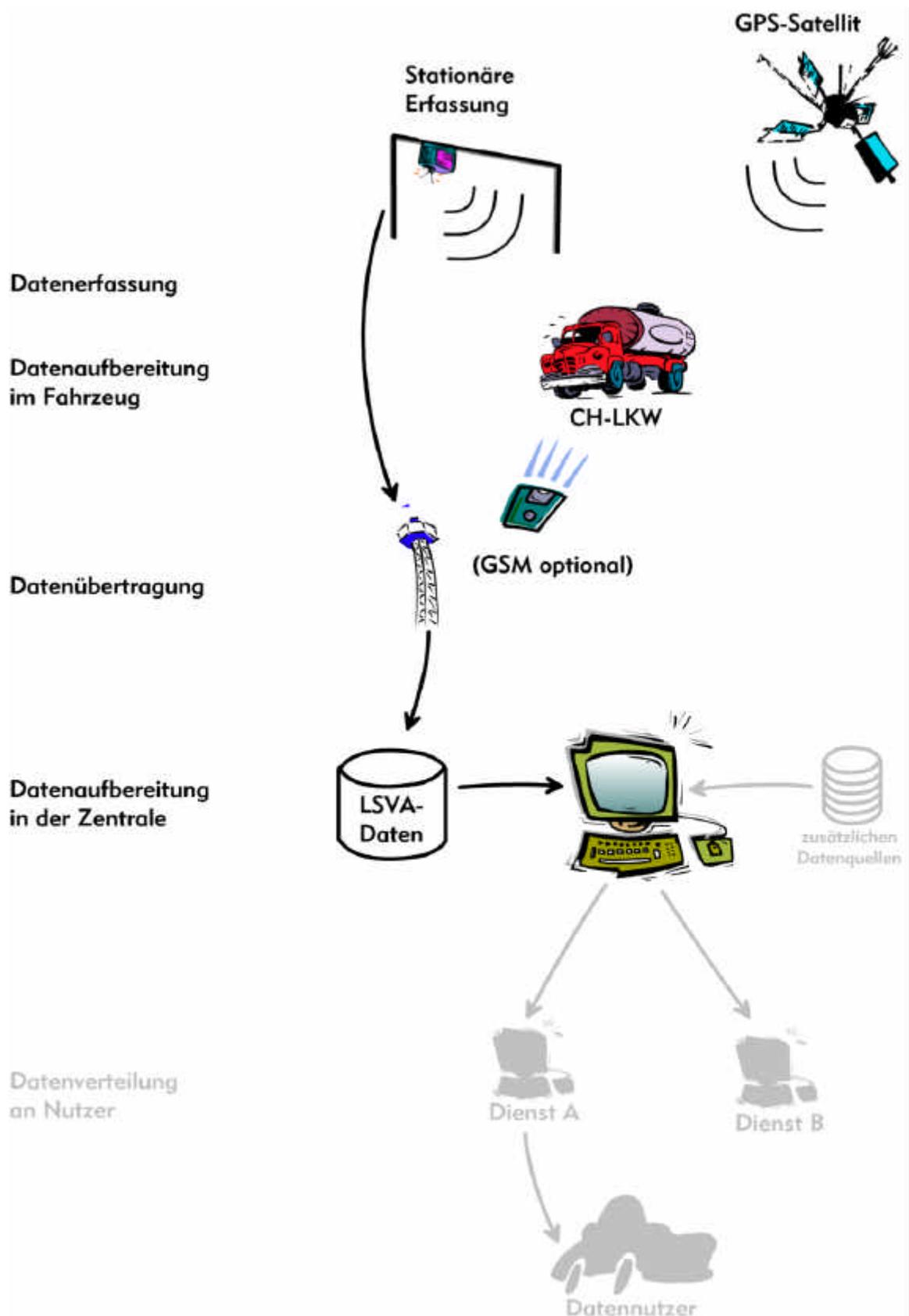


Abbildung 2-5: Systemskizze LSVA-Gerät

2.2.2 Car-Localizer

Beteiligte

FELA Management AG, Diessenhofen

Beschreibung [13]

Ein einfaches Fahrzeuggerät mit GPS und GSM ist mit einer Zentrale verbunden und liefert regelmäßig Positionsdaten zum Beispiel für die Überwachung von Fahrzeugflotten. Eine Übermittlung von aufbereiteten Daten aus der Zentrale an die Fahrzeuge ist nicht vorgesehen.

Stand der Entwicklung

Das Produkt ist bereits im Markt eingeführt. Die Verbreitung ist noch beschränkt.

Beurteilung

Es werden alle FCD relevanten Daten erfasst und könnten in sehr kurzen Zeitabständen übertragen werden. Der Fahrer dient dabei aber nur als Datenlieferant, zieht also keinen direkten Nutzen daraus. Interessant ist die Erzeugung von FCD als Nebenprodukt anderer Anwendungen (Flottenmanagement etc.).

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Mit GPS werden Position, Fahrgeschwindigkeit, Fahrtrichtung, Meter über Meer, Datum und Uhrzeit erfasst. Alle durch das GPS gelieferten Daten werden aufgezeichnet.
Datenaufbereitung im Fahrzeug	Im Fahrzeuggerät (Onboard-Unit) werden Durchschnittsgeschwindigkeit, gefahrene Kilometer, Anzahl "Stop and go's", Fahr- und Stillstandzeit aufbereitet.
Datenübertragung	Die Übertragung wird entweder periodisch oder als Reaktion auf definierbare Ereignisse ausgelöst. Die Datenübertragung erfolgt mittels der SMS-Technik über das GSM-Netz. Die Übertragung wird via PC über ein Zentralgerät gesteuert (pro Zentralgerät bis 255 Fahrzeuge).
Datenaufbereitung in der Zentrale	Die Softwarefunktionen der Zentrale umfassen: Fahrzeug-Stammdaten, Anzeige der Positionen, Logbuch, Programmieren der Mobilgeräte, Setzen der Meldekriterien, Notruf, Überwachungsfunktionen.

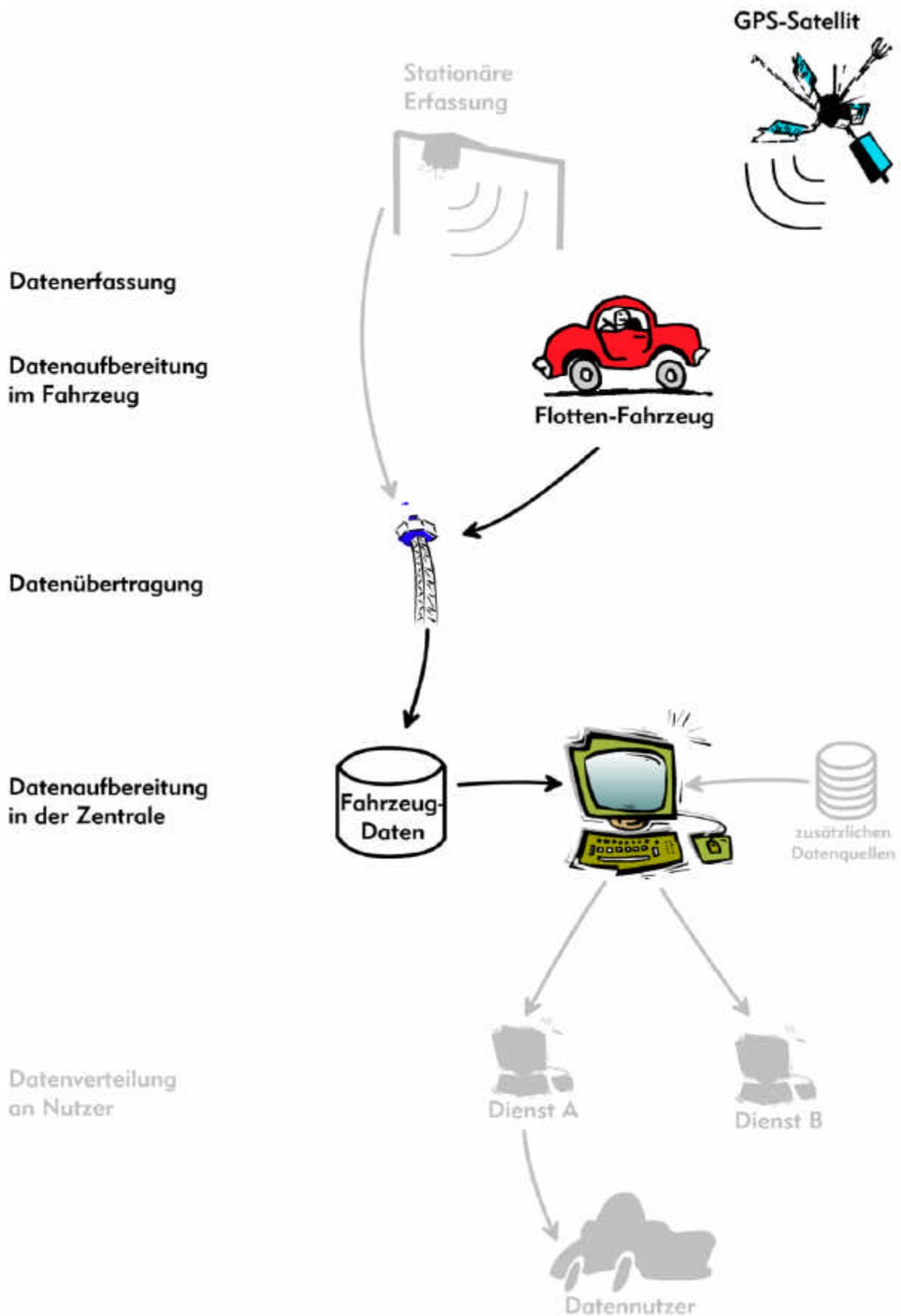


Abbildung 2-6: Systemskizze Car-Localizer

2.3 Dienstanbieter

2.3.1 DDG Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH, Düsseldorf

Beteiligte

DDG wurde von T-Mobil und Mannesmann Eurokom gegründet.

Beschreibung [9],[10]

Die DDG fungiert als "Datenveredler". Sie sammelt Daten aus verschiedenen Quellen:

- eigene Infrarot-Sensoren
- FCD
- Schleifen der öffentlichen Dienste
- Landesmeldestellen

Die DDG verkauft ihre aufbereiteten Daten an Dienstanbieter der Verkehrstelematik (z.B. Tegaron, Mannesmann Autocom). Ca. 3500 DDG-Sensoren entlang der deutschen Autobahnen, welche jeweils den Verkehr auf der Überholspur erfassen (ca. 8'000km der insgesamt 12'000km Bundesautobahnen sind abgedeckt), registrieren bestimmte Ereignisse (z.B. Geschwindigkeitsunterschreitung, keine Fahrzeuge mehr). Derartige Ereignisse lösen eine Meldung bei der Zentrale aus. Zusätzlich werden auch die Daten der vom Staat betriebenen Schleifen bei der DDG-Zentrale gesammelt (rund 2000 in Nordrhein-Westfalen). Als weitere Datenquelle sind Fahrzeuge mit FCD-Geräten ausgerüstet.

Stand der Entwicklung

In Feldversuchen wurde bestätigt, dass Sensoren und FCD zuverlässige Informationen liefern. Bei steigendem Ausstattungsgrad wird der sich ergebende höhere Anteil von Meldungen aus der Datenquelle FCD entsprechend in die DDG-Produktionskette einfließen. Die entsprechenden Systeme sind in Betrieb. Um gute Daten über den Zustand des Autobahnnetzes zu erhalten, werden nach Angaben der DDG 100'000 FCD-Fahrzeuge benötigt. Zur Zeit sind einige hundert Fahrzeuge mit den FCD-Geräten ausgerüstet, so dass die Meldungen aus FCD-Fahrzeugen heute noch den kleinsten Teil der Informationsquellen ausmachen.

Beurteilung

"Die" Datenzentrale für Verkehrsinformationen in Deutschland. Weitgehend abgedeckte Datenlage auf den deutschen Autobahnen. FCD macht einen geringen Anteil aus.

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Die Ortung erfolgt mit der GPS-Technik. In ausgewählten Fahrzeugen wird laufend Position, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung aufgezeichnet. Diese Angaben werden aus GPS-Messungen im Fahrzeug abgeleitet.
Datenaufbereitung im Fahrzeug	Im Onboard-Gerät wird laufend die Position und die Geschwindigkeit gemessen. Bei Eintreffen eines Ereignisses werden die Daten der letzten Minuten der Zentrale übermittelt. Die Informationen decken dabei eine gefahrene Strecke von bis zu 10km ab.
Datenübertragung	Die Übertragung der Daten aus Sensoren und FCD erfolgt via GSM mit der SMS-Technik.
Datenaufbereitung in der Zentrale	Die DDG-Zentrale verarbeitet alle Rohdaten (inklusive Daten aus den Landesmeldestellen, Sensordaten und Schleifendaten). Die Daten werden abgeglichen und die aktuelle Verkehrssituation beschrieben. Daraus abgeleitet werden auch Verkehrsprognosen. Bei Bedarf können selektiv von der Zentrale aus die Sensor- und die FCDaten abgefragt werden. Die DDG gibt die Daten an Dienstanbieter weiter, welche ihrerseits die Informationen an die Automobilisten weitergeben.

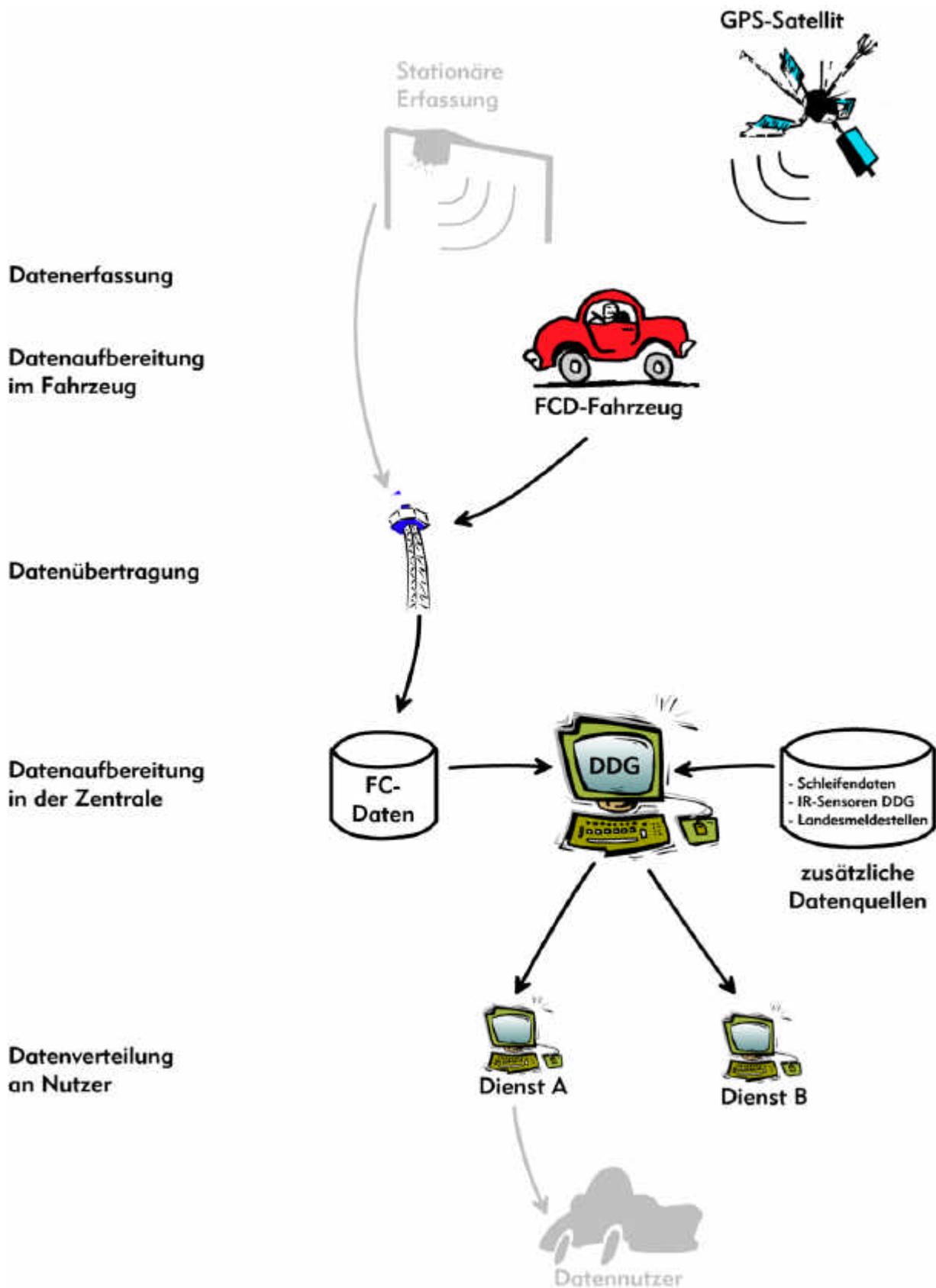


Abbildung 2-7: Systemskizze DDG

2.3.2 Tegaron

Beteiligte

Tegaron ist eine Tochter der Deutschen Telekom AG und der DaimlerChrysler Services (debis) AG

Datenlieferant: DDG

Endgerätehersteller: Blaupunkt, VDO, Peiker, Skeyer

Beschreibung [41]

Tegaron bezieht Daten von der DDG. Die Daten werden an Endbenutzer in der gewünschten Form weiterverkauft. Tegaron bietet Verkehrsmeldungen, Hilferuf und dynamische Verkehrsführung. Als Ortungssystem für den Nutzer kann mit dem gleichen Gerät im Fahrzeug (unabhängig von Tegaron) GPS verwendet werden. Tegaron greift selber aber nicht auf diese Daten zurück.

Stand der Entwicklung

Das Informationssystem ist im Markt. In Zukunft werden die Fahrzeuge, welche mit entsprechenden Verkehrstelematik-Endgeräten ausgestattet sind, auch automatisch Daten melden (FCD).

Beurteilung

Tegaron ist neben Mannesmann Autocom einer der beiden grossen Dienstanbieter auf dem deutschen Markt.

Legende zur Systemskizze

Datenaufbereitung in der Zentrale	Für Tegaron ist die DDG der Datenlieferant. Die Firma Tegaron erhält in bestimmten Intervallen aktualisierte Verkehrsinformationen. Die Daten werden nach Kundenwunsch (Datennutzer) aufbereitet (z.B. lokale Verkehrsinformationen).
Datenverteilung an Nutzer	Via GSM über die SMS-Technik.

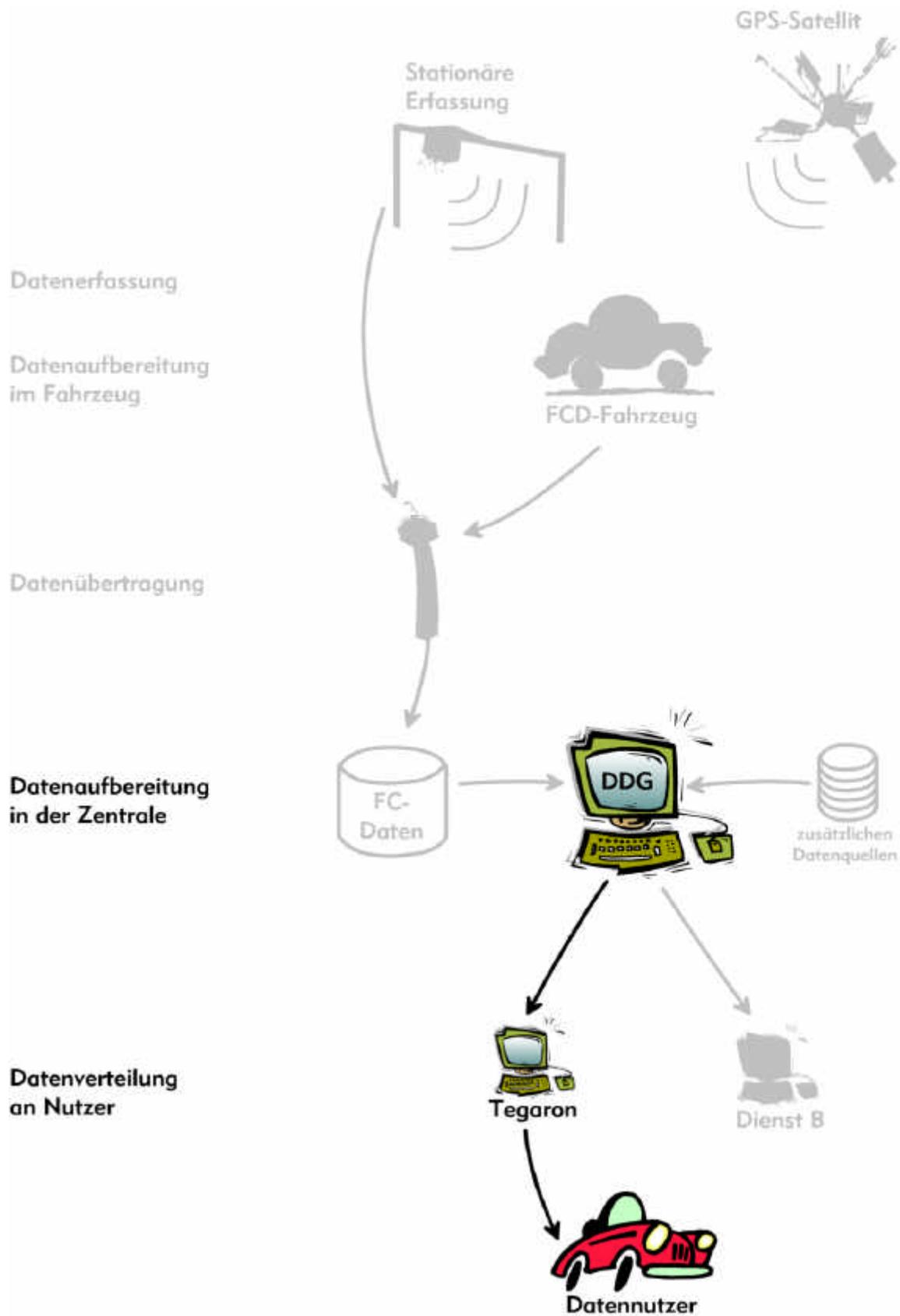


Abbildung 2-8: Systemskizze Tegaron

2.3.3 Mannesmann Autocom (Systemreihe PASSO)

Beteiligte

Mannesmann, Datenlieferant: DDG

Beschreibung [31],[32]

Mannesmann Autocom bezieht aktuelle Verkehrsdaten von der DDG und gibt diese an ihre Kunden weiter. Es werden keine eigenen FC-Daten erhoben.

Als Option sind die Geräte im Fahrzeug auch mit einem GPS-Empfänger ausgerüstet und können dadurch für Flottenmanagement eingesetzt werden. Der Flottenleiter kann von seiner Zentrale aus ein Übertragung von Informationen über GSM auslösen.

Stand der Entwicklung

Informationssystem ist auf dem Markt.

Beurteilung

Mannesmann Autocom ist neben Tegarom einer der beiden grossen Dienstanbieter auf dem deutschen Markt.

Legende zur Systemskizze

Datenaufbereitung in der Zentrale	Für Mannesmann ist die DDG der Datenlieferant. Die Firma Mannesmann erhält in bestimmten Intervallen aktualisierte Verkehrsinformationen. Mannesmann erhält die Daten von der DDG. Die Daten werden nach Kundenwunsch aufbereitet und an die Datennutzer geliefert.
Datenverteilung an Nutzer	Der Kunde erhält die Informationen über GSM in der SMS-Technik.

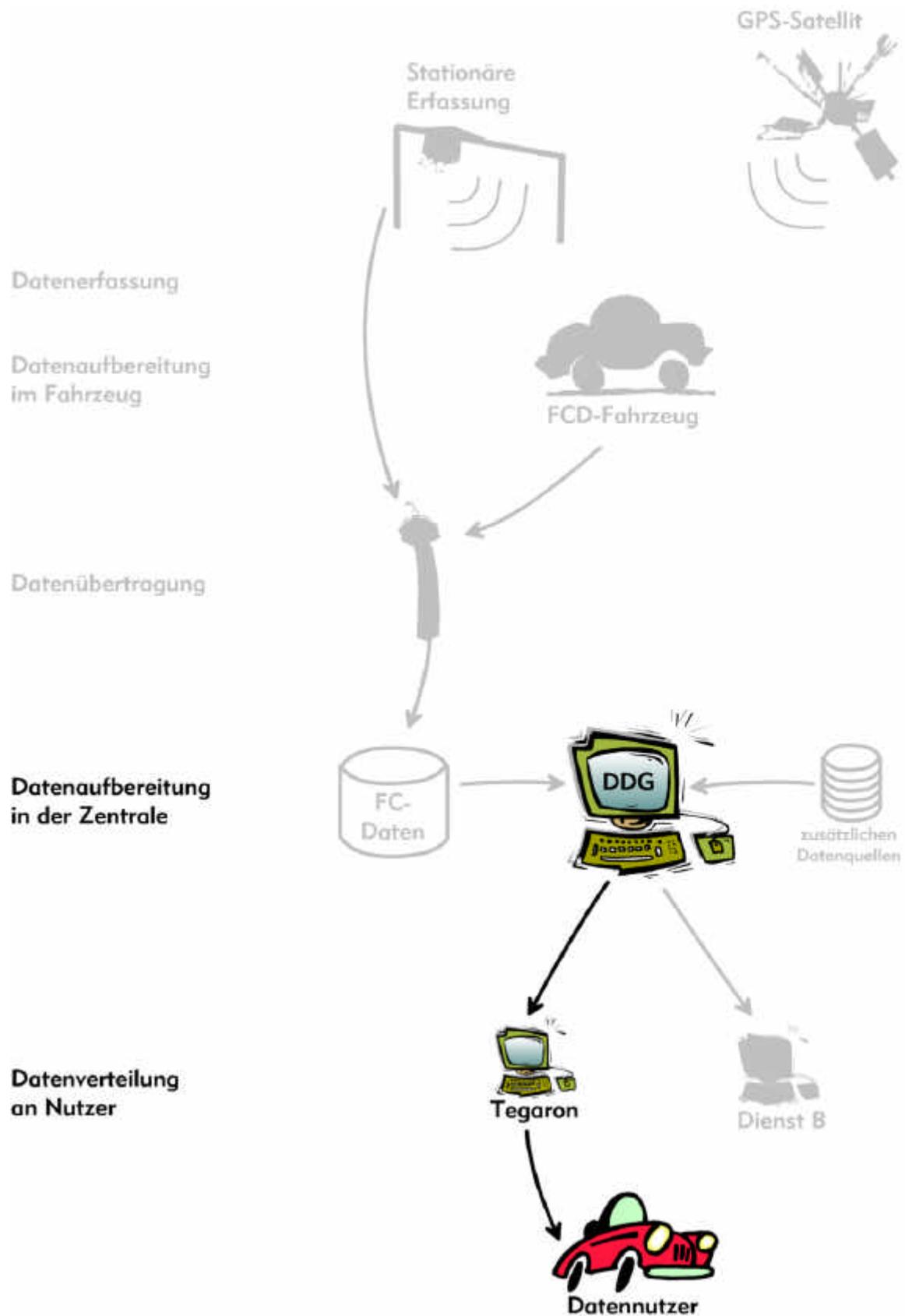


Abbildung 2-9: Systemskizze Mannesmann

2.3.4 Gedas

Beteiligte

Gedas ist eine Tochter der VW-Konzerngesellschaft, Datenlieferant: DDG

Beschreibung [14]

Heute entsprechen die von Gedas angebotenen Funktionen den beiden vorangehend beschriebenen Dienst Anbietern Mannesmann und Tegarom. In Zukunft will Gedas auch selber genügend FC-Daten sammeln, indem die Fahrzeuge der Volkswagengruppe (VW und Audi, später auch Seat und Skoda) serienmässig mit den entsprechenden Geräten ausgerüstet werden.

Stand der Entwicklung

Das System befindet sich bereits im Einsatz. Es wird noch laufend weiterentwickelt. Es ist geplant, dass Gedas künftig unabhängig von anderen Datenlieferanten ist (Fahrzeugmarktanteil ca. 30%).

Beurteilung

Eigenes System dank grossem Marktanteil zukunftssträftig. Der Markt reagiert heute aber noch zurückhaltend.

Legende zur Systemskizze

Datenaufbereitung in der Zentrale	Für Gedas ist die DDG der Datenlieferant. Die Firma erhält in bestimmten Intervallen aktualisierte Verkehrsinformationen. Die Daten werden nach Kundenwunsch aufbereitet und geliefert.
Datenverteilung an Nutzer	Der Kunde erhält die Informationen über GSM in der SMS-Technik.

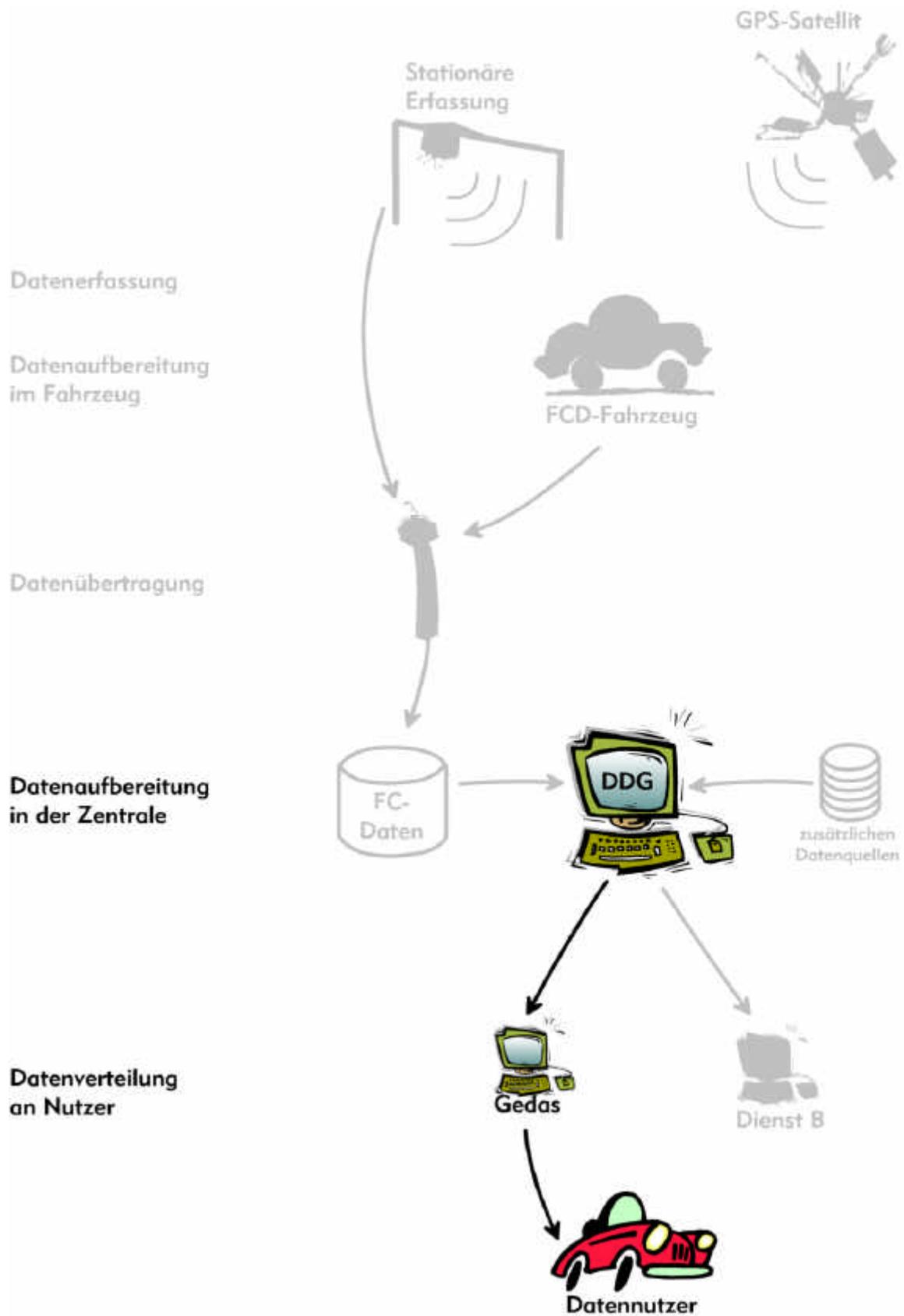


Abbildung 2-10: Systemskizze Gedas

2.3.5 Trafficmaster (England)

Beteiligte

Trafficmaster

Beschreibung [42]

Trafficmaster ist ein Dienstleister von Echtzeit aufbereiteten Verkehrsinformationen. Trafficmaster sammelt Verkehrszustandsdaten im 24-Stundenbetrieb. Die über 7000 Infrarot-Sensoren erfassen die Daten auf dem gesamten Autobahnnetz und auf 95% des Hauptstrassennetzes in England (ca. 12'800 km). Die Sensoren messen die Reisezeit der Fahrzeuge. Sie sind in Abständen von ca. 6,4 km installiert. Die Fahrzeugwiedererkennung verwendet das Passiv Target Flow Measurement. PTFM ist eine, auf Nummernschilderkennung basierende, neue Technologie.

An jeder Messstelle übermitteln Computer laufend die erfassten Daten an das Trafficmaster National Control Centre. Dort werden die Daten in aktuelle Verkehrszustandsinformationen und in Prognosen aufbereitet. Diese Informationen stehen dann unmittelbar diversen Diensten zur Verfügung.

Zu den angebotenen Diensten gehört zum Beispiel eine dynamische Routenplanung, welche für die Routenbestimmung die aktuelle Verkehrssituation mitberücksichtigt.

Stand der Entwicklung

Die Vielfältigkeit der Produktpalette, die Trafficmaster anbietet, stützen sich alle auf einen zuverlässigen Betrieb des Trafficmaster National Control Centre ab. Die Datenerfassung mit dem PTFM-Verfahren ist zukunftsorientiert und kann ohne weiteres als FCD-Verfahren positioniert werden. Die Datenverbreitung stützt sich auf strategische Allianzen mit der Telekommunikationsindustrie (Cellnet, Motorola) und der Automobilindustrie (Jaguar, Vauxhall, BMW und Citroen) ab.

Geographisch ist die Abdeckung vor allem auf England ausgerichtet. Trafficmaster plant bis Ende 2000, in Deutschland das gesamte Autobahnnetz auszurüsten und zusammen mit Mannesmann Auto-com verschiedene Verkehrsinformationsdienste anzubieten.

Beurteilung

Trafficmaster hat sich als führender Anbieter von Echtzeit-Verkehrsinformationen in England etabliert. Das Zusammenspiel zwischen Datenlieferant, "Datenveredler", Dienstleister und Endbenutzer wird über das Produkteangebot und die Allianzen mit der Industrie beispielhaft gelebt.

Durch laufende Innovationen und zielorientiertes Marketing wird eine hohe Qualität des Informationssystems gesucht. Dies muss zuletzt zu einem attraktiven Angebot für den Endbenutzer führen.

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Die Ortung erfolgt vor Ort anhand von Sensoren und Kameras. Es werden an einer Messstelle alle Fahrzeuge erfasst.
Datenverarbeitung im Fahrzeug	Im Fahrzeug selbst erfolgt keine Datenverarbeitung
Datenübertragung	Die Übertragung der Daten aus Sensoren erfolgt via GSM mit der SMS-Technik.
Datenaufbereitung in der Zentrale	In der Zentrale werden die Reisezeiten der Fahrzeuge zwischen zwei Messstationen aufbereitet und mit anderen Messungen verglichen. Aus diesen Daten können Verkehrszustandsänderungen ermittelt werden. Daraus abgeleitet werden auch Verkehrsprognosen. Trafficmaster bietet die aufbereiteten Informationen über diverse Dienste an.

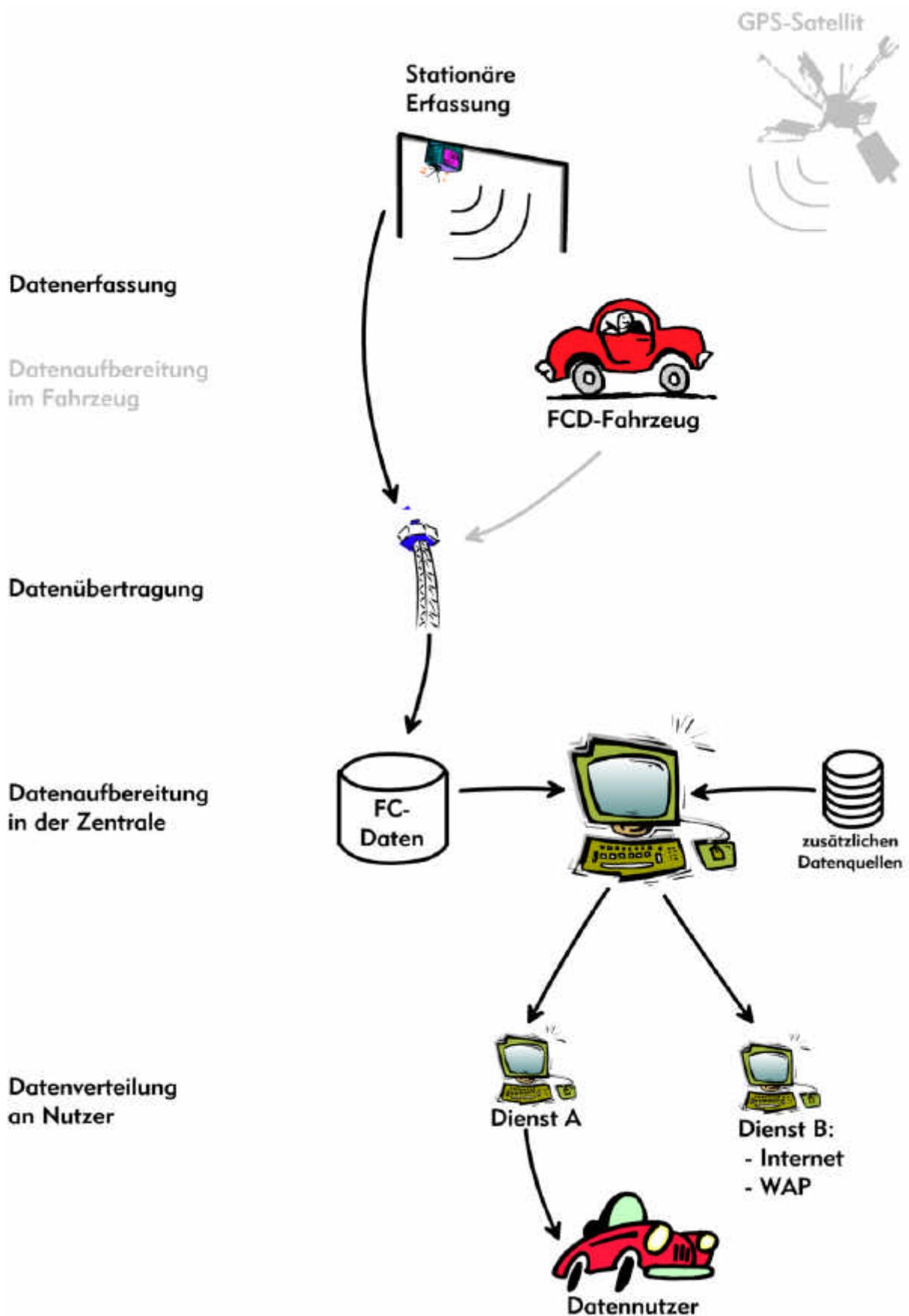


Abbildung 2-11: Systemskizze Trafficmaster

2.3.6 Mediamobile (Frankreich)

Beteiligte

Mediamobile ist ein Unternehmen, das 1996 für den Betrieb des Visionaute Verkehrsinformationssystem, gegründet wurde.

Das Kapital von Mediamobile wird von 5 Aktionären gehalten: TDF (France Télécom), Renault, Cofiroute, Part'com / In'com und Trafficmaster.

Beschreibung [40], [44]

Mediamobile ist das erste Unternehmen in Europa, welches einen globalen Dienst für ein städtisches Verkehrsinformationssystem anbietet. Mit dem Visionaute-Dienst setzt sich Mediamobile zum Ziel, den Betrieb der Mobilitätsdienste abzudecken.

Visionaute sammelt und analysiert Verkehrsdaten, die von Tausenden in der Fahrbahn installierten Schlaufen gewonnen werden. Diese Daten stammen von den Strassenbehörden (Ville de Paris, SIER) und decken geographisch die wichtigsten Strassen, Hauptverkehrsachsen und Autobahnen von Paris und Umgebung ab.

Zusätzlich zu den Schlaufendaten werden seit 2 Jahren FC-Daten über eine Flotte von Taxis (ca. 2'500) und ca. 1'000 weiteren Fahrzeuge erfasst. Die Positionierung erfolgt über dGPS. Die Datenübertragung erfolgt laufend alle 10 bis 20s. Es werden pro Tag ca. 250'000 FCD-Positionen ermittelt.

Die gewonnenen Daten werden zusätzlich noch mit Informationen der Sicherheitsdienste überlagert (Unfälle, ausserordentliche Ereignisse, Baustellen, ...) um Verkehrszustände und Abschnittsreisezeiten zu ermitteln. Es wird jede Minute eine neue Situation gerechnet und an die abonnierten Verkehrsteilnehmer über RDS-TMC übertragen.

Stand der Entwicklung

Der Visionaute-Dienst liefert Echtzeit-Verkehrsinformationen abgestützt auf ein integriertes Informationssystem. Die Entwicklung stützt sich, wo immer möglich, auf etablierte Standards ab.

In der Region Paris kann zur Zeit 90% des Verkehrsaufkommen durch Visionaute überwacht werden (ca. 4000 km.). Eine Ausdehnung des Netzes auf die französischen Autobahnen ist mit der Kooperation von Cofiroute geplant (ca. weitere 800 km.)

Die Integration von FCD hat zum Ziel ca. 50% der Informationen durch FC-Daten zu gewinnen.

Beurteilung

Visionaute zeigt, dass mit einer vernünftigen Zusammenarbeit zwischen den öffentlichen Behörden und der Privatwirtschaft ein globaler Verkehrsinformationssystem angeboten werden kann. Der Erfolg ist abhängig von der Qualität der "Rohdaten", die massgeblich die Qualität des Endproduktes (berechnete Reisezeiten) beeinflussen.

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Die Ortung erfolgt mittels dGPS.
Datenverarbeitung im Fahrzeug	Im Fahrzeug selbst erfolgt keine Datenverarbeitung
Datenübertragung	Die Übertragung der Daten aus Sensoren erfolgt via (Taxi-)Funk.
Datenaufbereitung in der Zentrale	In der Zentrale werden aus den FC-Daten mittlere Reisezeiten ermittelt. Zusammen mit Daten anderer Quellen (Ereignisse, Schlaufendaten) werden Echtzeit-Verkehrsinformationen aufbereitet und über den Visionaute-Dienst an abonnierte Mitglieder verbreitet.

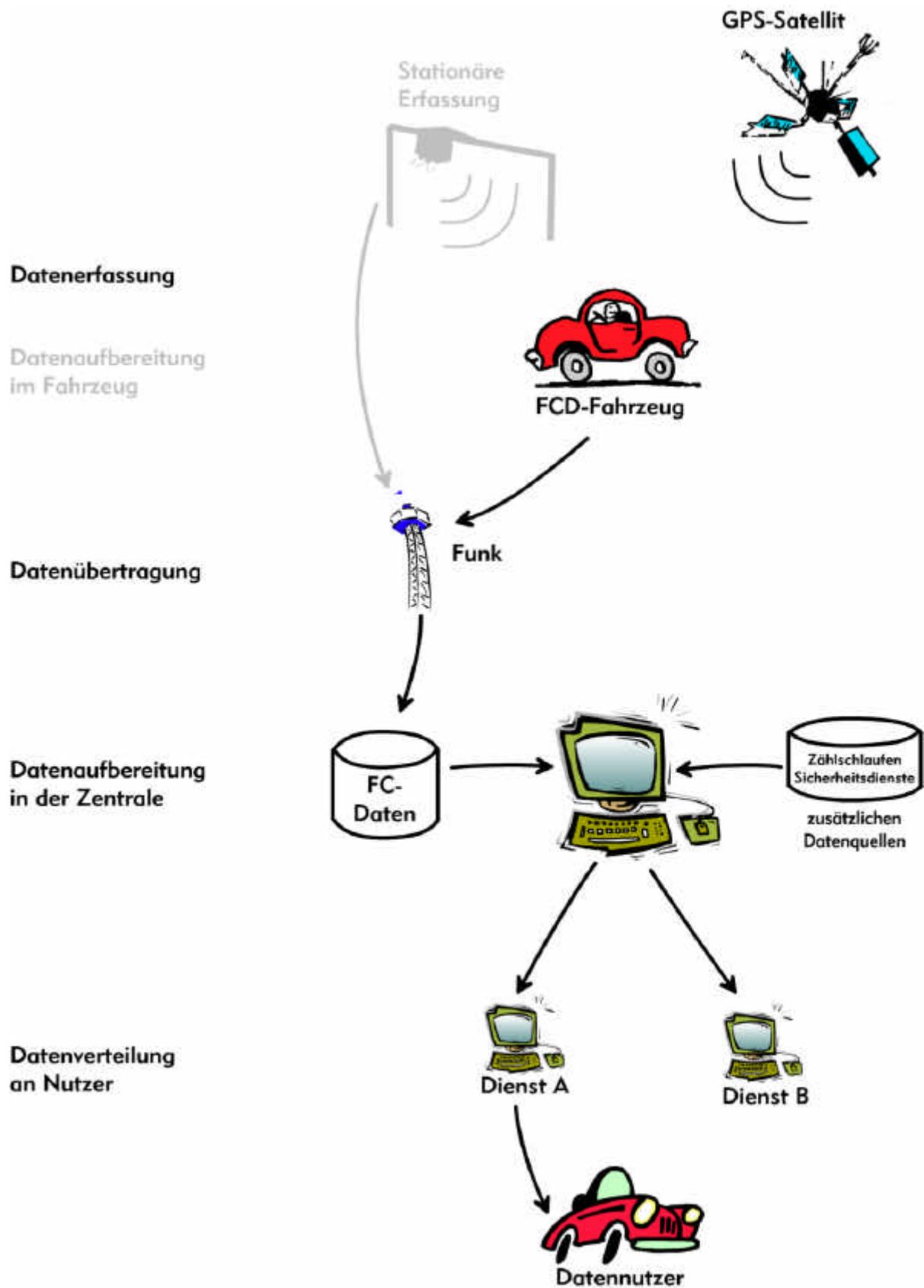


Abbildung 2-12: Systemskizze Mediamobile

2.3.7 ADAC

Beteiligte

ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club) mit ca. 14 Mio. Mitgliedern.

Beschreibung

Von den ADAC-Mitgliedern stellen sich über 75'000 als freiwillige Staumelder zur Verfügung. Dabei handelt es sich in der Regel um "Vielfahrer". Wenn diese auf dem Strassennetz einen Stau beobachten, melden sie diesen über ihr persönliches Handy auf einer kostenfreien Telefonnummer an die ADAC-Zentrale. Durch die Eingabe eines persönlichen Codes, ist der Staumelder identifizierbar (Vermeidung von Missbrauch).

Die Meldungen werden in der ADAC-Zentrale in München gesammelt und dem Rundfunk, den Landesmeldestellen, der Polizei und (auf Anfrage betreffend individueller lokaler Verhältnisse) den Automobilisten über Handy wieder zur Verfügung gestellt. Als spezielles Angebot verfügen einige Tausend ADAC-Mitglieder über das sogenannte ADAC-Telematik-Service-Kit. Dieses Gerät verfügt über eine automatische Standortermittlung mit GPS. Über Tasten können Pannenhilfe, Notfallhilfe (Polizei, Rettungswesen) oder aktuelle Verkehrsinformationen angefordert werden.

Stand der Entwicklung

Die gut 75'000 Staumelder liefern über 200'000 Meldungen pro Monat (d.h. rund 2.5 Meldungen pro Monat und Staumelder). Mehr als die Hälfte aller Staumeldungen, die auch der Polizei bekannt waren, wurden schneller von den Staumeldern durchgegeben.

Beurteilung

Es handelt sich um eine einfache und weit verbreitete Technik (Handy), welche sich anstelle einer automatischen Ereigniserkennung den "Menschen" zu Nutze macht. Dadurch sind keine aufwendig programmierte Systeme erforderlich. Durch das bewusste Melden des Autofahrers stellt der Datenschutz keine Probleme dar. Allerdings ist die Ortung gegenüber z.B. GPS bei weitem nicht so genau. Ebenso beeinflussen subjektive Empfindungen des Staufahrers die Ereignismeldung.

Durch den Einbezug des Menschen handelt es sich um einen Grenzfall von FCD gemäss unserer Definition in Kapitel 1.4, wobei die Merkmale (dynamische Daten zum Verkehrsgeschehen, sich im Verkehr mitbewegende Fahrzeuge, Aufbereitung in der Zentrale und Weitergabe der Informationen an Nutzer) klar erfüllt sind. Die Daten beschränken sich allerdings auf Stauerkennung.

Legende zur Systemskizze

Datenerfassung	Es findet keine automatische Datenerfassung statt, sondern der Staufahrer muss sich selber "orten" und aktiv werden, wenn er ein Ereignis mitteilen will.
Datenverarbeitung im Fahrzeug	Keine Datenaufbereitung erforderlich, da Positionierung (Lage in Strassennetz, Richtung) sowie Stauerkennung (keine Algorithmen zur Stauerkennung erforderlich) vom menschlichen Gehirn des Automobilisten ausgeführt werden.
Datenübertragung	Meldung via Handy an die Zentrale
Datenaufbereitung in der Zentrale	Die Anrufe werden in der Zentrale in München von den Disponenten entgegen genommen und aufbereitet.
Datenverteilung an Nutzer	Die Staumeldungen werden einerseits an Rundfunk und an andere Dienste (wie z.B. DDG) weitergegeben. Andererseits kann kostenlos bei den ADAC-Zentralen individuelle (lokal begrenzte) Informationen angefordert werden. Diese werden über ein Call-Center oder Sprachserver (automatische Informationsabgabe) angeboten.

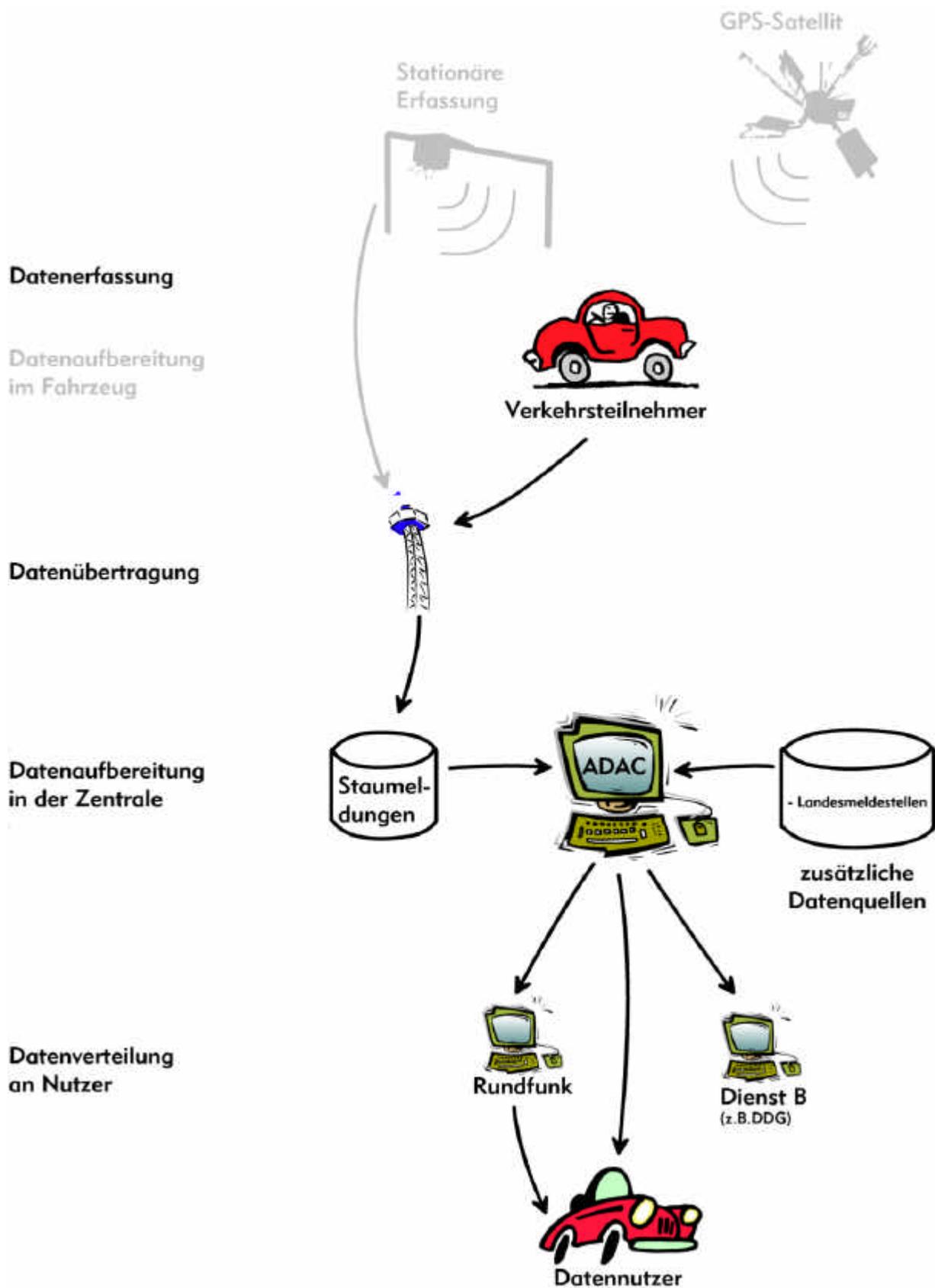


Abbildung 2-13: Systemskizze Automobilverbände

2.4 Normierung

In der Schweiz sind die zwei VSS-Expertenkommissionen EK33.02 und EK33.03 als Spiegelgruppen von CEN TC278 für die Schaffung von FCD-Normen zuständig. Es existieren noch keine spezifischen Normen, da erst mit der Erarbeitung der Grundlagen für die Verkehrstelematik begonnen wurde. Zur Zeit laufen diverse Ausschreibungen für die Normierung der Systemarchitektur, des Raumbezuges und der Datenkataloge.

2.4.1 Mobile FCD-Erfassung

Die Normierung der mobilen FCD-Erfassung wird gemeinsam vom CEN Technical Comitee 278 Working Group 4 (CEN TC278 WG4) und vom ISO Technical Comitee 204 Working Group 10 (ISO TC 204 WG10) bearbeitet. Die Federführung liegt bei der CEN.

Die Normierung von FCD ist zur Zeit in der Standardisierung von Verkehrs- und Reisediensten eingebettet, welche über Mobilfunk verbreitet werden. Eine erste Fassung der Vornorm "Draft prENV ISO 14821 Road Transport and Traffic Telematics – Traffic and Traveller Information (TTI) – TTI Messages via Cellular Networks" wurde den Mitgliedern des CEN TC278 Ende 1998 zur Stellungnahme vorgelegt [28]. Das Dokument wurde 1999 überarbeitet und liegt zur Zeit (Informationsstand per 24.2.2000) als "prENV ISO 14821 Road Transport and Traffic Telematics – Traffic and Traveller Information (TTI) – TTI Messages via Cellular Networks" im Status "Ready for formal vote" vor.

Die Vornorm beschreibt die Systemarchitektur und die notwendigen Dienste für den Betrieb von Verkehrsinformationssystemen, mit einer Datenverbreitung über Mobilfunk. Einer dieser Dienste ist die Datenerfassung mittels FCD. In einem Anhang zur Norm werden die FCD spezifischen Prozeduren, die Systemarchitektur mit ihren Schnittstellen, die Funktionen mit ihren Daten und die technischen Anforderungen aufgeführt.

Die ursprüngliche Normierungsinitiative stammt von Mannesmann Autocom und von TEGARON und ist bekannt unter der Bezeichnung GATS. In der aktuellen Version wurden alle Kommunikationsaspekte konzeptionell d.h. produkteneutral formuliert.

2.4.2 Ortsfeste FCD-Erfassung

Für die Ortsfeste FCD-Erfassung sind weiterhin folgende Normen zu berücksichtigen:

- ENV 12315-1: Road Transport and Traffic Telematics – Traffic and Traveller Information (TTI) – TTI messages via Dedicated Short-Range Communication – Part 1: Data specification Downlink (roadside to vehicle)
- ENV 12315-2: Road Transport and Traffic Telematics – Traffic and Traveller Information (TTI) – TTI messages via Dedicated Short-Range Communication – Part 2: Data specification Uplink (vehicle to roadside)
- ENV 13106-1: Road Transport and Traffic Telematics – Traffic and travel data dictionary – Part 1: General definitions, entities, attributes

Die CEN-Normen sind noch nicht Teil der Strassenverkehrstelematik. Es ist damit zu rechnen, dass diese aber später übernommen werden (Norm zur Anerkennung von europäischen (Vor-)Normen, SN 640 870).

2.5 Global Automotive Telematics Standard (GATS-Foren)

Beteiligte

Verantwortlich: David Bowermann, ERTICO

Mitglieder des GATS-Forum (per 6.5.99): Volvo, Aplicon Oy, Automobile Association, BMW, DaimlerChrysler, DDG, Mannesmann Autocom, MD-Co Belgium, Motorola, Navigation Technologies, Nokia Mobile Phones, Panasonic, RAC, Sheye Telematics Systems, STM, croelectronics, Tegar, Tele Atlas, Visiteur

Beschreibung [7]

Das GATS-Forum ist eine private Institution, an der Firmen beteiligt sind, die ihre Interessen an der Entwicklung von GATS-Produkten und GATS-Dienstleistungen zeigen.

GATS (Global Automotive Telematics Standard) befasst sich mit allen verkehrsbezogenen Diensten, die über das GSM-Netz verbreitet werden können. Insbesondere werden als Informationsquellen FCD berücksichtigt.

Die Ziele des GATS-Forums sind:

- die Förderung von GATS als Industrie-Plattform für eine Palette von rentablen ITS-Diensten
- die Unterstützung von Entwicklern (GATS-Diensten und Produkten)
- die Definition einer Geschäftsstrategie für die Marktentwicklung

Das GATS-Forum ist in **sieben Arbeitsgruppen** organisiert:

WG1: Work Process Group

WG2: Market Aspects

WG3: Quality Management

WG4: Interoperability / Science Roaming

WG5: Standardisation

WG6: Developments of Geocodes for GATS Services

WG7: Links to other standards

ERTICO ist verantwortlich für das Büro des GATS-Forums. Dies umfasst alle administrativen, logistischen und Betriebsaktivitäten. ERTICO ist zusätzlich noch verantwortlich für WG7.

Stand der Entwicklung

Das GATS-Forum hat sich als Förderer von GSM-basierten Verkehrsdiensten im letzten Jahr etabliert. GATS wurde in Deutschland entwickelt und das Forum soll mithelfen, die deutsche Dominanz bei GATS zu durchbrechen. Es bestehen aber in andern Ländern noch einige Vorbehalte gegenüber dem GATS-Datenübertragungs-Protokoll. Es wurden Standard-Software-Module spezifiziert und entwickelt, die den GATS-Forum-Mitgliedern frei zur Verfügung stehen.

Beurteilung

Im europäischen Raum ist die GATS-Initiative zu begrüßen. Was die FCD betrifft, so müssen vor allem die Standardisierungsarbeiten verfolgt werden. Zu bemerken ist die Mitwirkung der DDG, die als Datenlieferant eine zentrale Rolle in der Weiterentwicklung spielen wird. Für die Schweiz wäre ein Mitwirken des ASTRA im GATS-Forum von Vorteil, da damit der Zugriff auf aktuelle Informationen verbessert würde.

3 Elemente eines FCD-Systems

3.1 FCD-Systematik

Aus der Bestandsaufnahme sind bei der Bearbeitung der verschiedenen Themen unterschiedliche Aspekte identifiziert worden. Für die weitere Bearbeitung werden die gewonnenen Informationen strukturiert dargestellt.

Die FCD-Systematik gibt eine Übersicht der wichtigen Aspekte (Datenkatalog, Funktionen, eingesetzte Technologien, organisatorische Fragen) im Zusammenhang mit dem Thema FCD. Die FCD-Systematik ist nicht vollständig. Sie soll erweiterbar sein und angepasst werden können (neuen Technologien, neuen Organisationsformen etc.).

Die Darstellung der FCD-Systematik erfolgt in einer Baumstruktur anhand eines Mind Map (vollständiges Mind Map siehe ANHANG I):

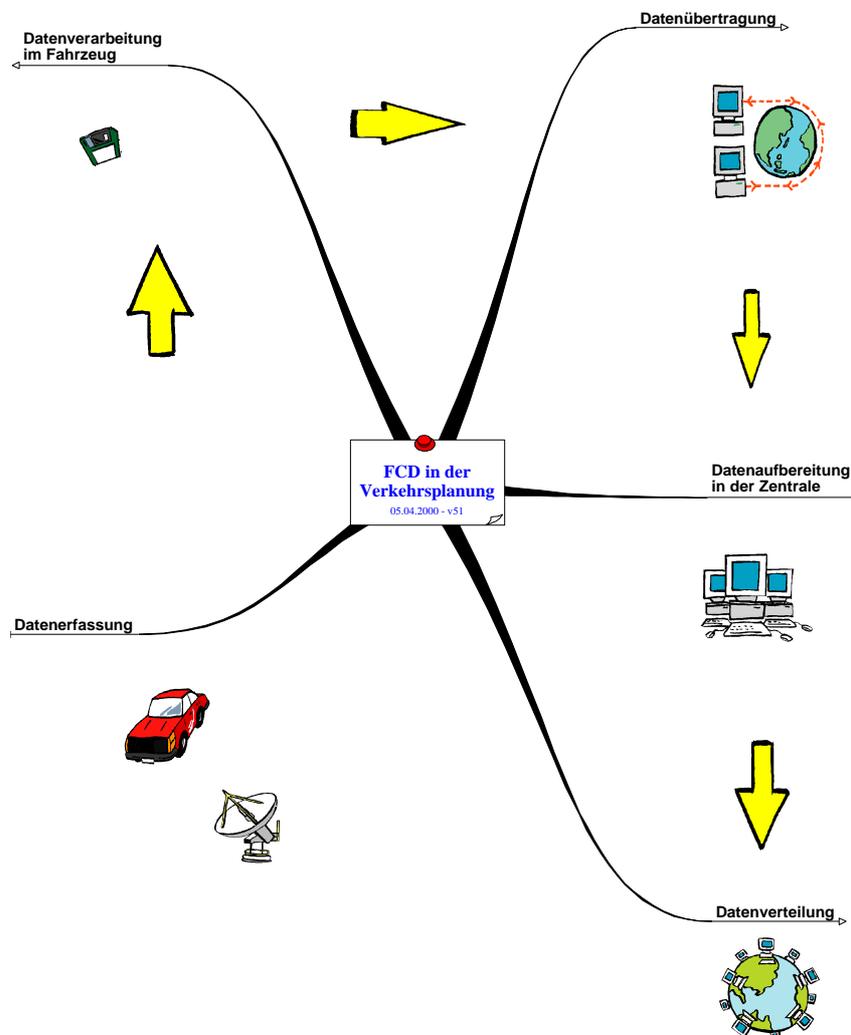


Abbildung 3-1: Mind Map FCD-Systematik, Übersicht

In der Übersicht sind die fünf Hauptkomponenten Datenerhebung, Datenverarbeitung im Fahrzeug, Datenübertragung, Datenaufbereitung in der Zentrale und die Datenverteilung zu sehen. Die einzelnen Äste werden im folgenden detailliert dargestellt.

- **Datenerfassung:**

- Enthält eine Übersicht des Datenkataloges für Grunddaten und Zusatzdaten
- Unterscheidet zwischen ortsfester und mobiler Erfassung

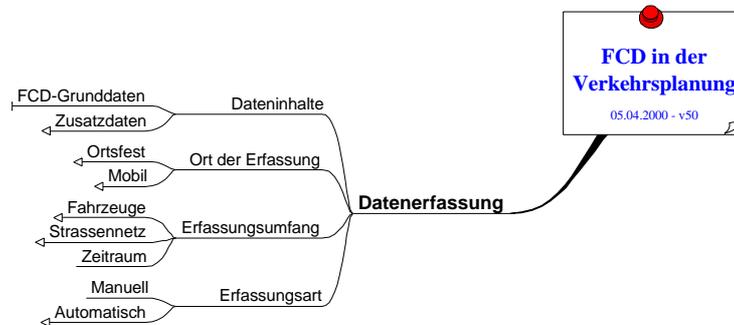


Abbildung 3-2: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenerfassung"

- **Datenverarbeitung im Fahrzeug:**

- Definiert mögliche abgeleitete Werte
- Umfasst diverse Verarbeitungsregeln (räumliche Plausibilisierung, Ereigniserkennungsregeln)

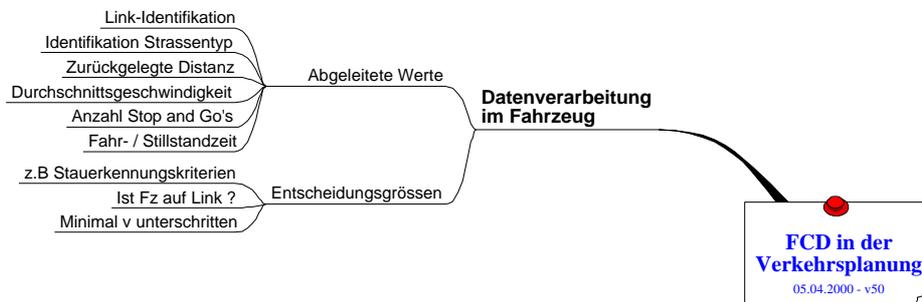


Abbildung 3-3: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenverarbeitung im Fahrzeug"

- **Datenübertragung:**

- Beschreibt die verschiedenen Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Fahrzeug und Zentrale

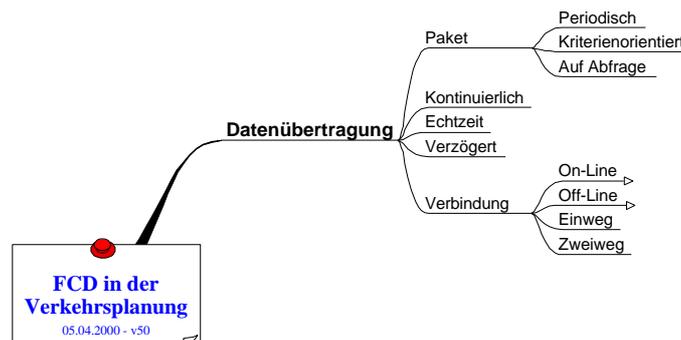


Abbildung 3-4: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenübertragung"

- **Datenaufbereitung in der Zentrale:**

- Neben den FCD werden auch Fremddatenquellen berücksichtigt.



Abbildung 3-5: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenaufbereitung in der Zentrale"

- **Datenverteilung:**

- Definiert die Verwendungsarten der aufbereiteten Daten
- Führt die Selektionskriterien für die Datenverteilung auf

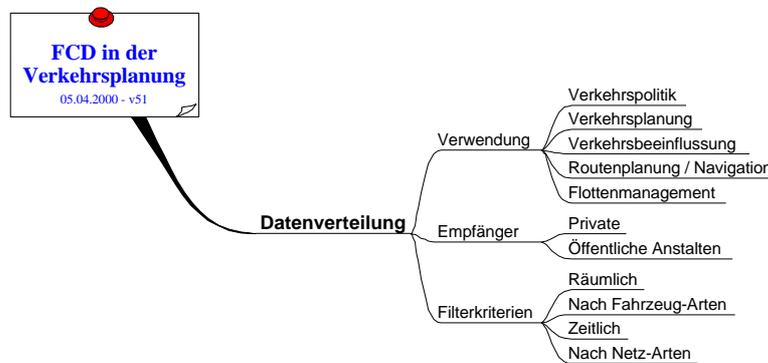


Abbildung 3-6: Mind Map FCD-Systematik, Ast "Datenverteilung"

3.2 FCD- Datenkatalog

Die Grundgrößen von FCD beschränken sich auf einige wenige Parameter. Die Richtung und Geschwindigkeit kann bei der mobilen Erfassung aus den anderen Grunddaten abgeleitet werden. Bei der ortsfesten Erfassung ist die Richtung vorgegeben, die Geschwindigkeit entweder gemessen oder aus der Zeitdifferenz von zwei Messorten berechnet.

Position

Die Position ist gegeben durch die Ortung im Fahrzeug oder durch den Standort der ortsfesten Erfassung. Die Position muss in Bezug mit dem Strassennetz gebracht werden.

Zeit

Die Zeit spielt im Zusammenhang mit der Position eine wesentliche Rolle. In Kombination mit der Position lässt sich daraus die Geschwindigkeit und die Fahrrichtung ableiten.

Identifikation

Eine Identifikation ist für die informationstechnische Verfolgung notwendig (Siehe Definition FCD Kapitel 1.4). Sei dies auf einer kurzen Strecke bei einer Ereigniserkennung, wo ein Fahrzeug die Daten einer bestimmten Strecke übermittelt, oder bei der Messung von Link-Reisezeiten.

3.3 FCD-Technologie: heutiger Stand

3.3.1 Datenerfassung

Die Grundlage der FCD-Technik, wie sie heute eingesetzt wird, bildet die Positionsbestimmung über **GPS** oder **dGPS**. Die Ortung mittels GPS liefert Lage und Höhe des Empfängers zu einer bestimmten Zeit. Aus der kontinuierlichen Ortung können direkt die Richtung und die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs abgeleitet werden. Die Verfügbarkeit von GPS ist gross. Die Versuche in Rotterdam haben gezeigt, dass für über 95% der Fälle eine Ortung mit GPS und in über 90% mit dGPS möglich ist. Mit berücksichtigt dabei sind auch die dicht besiedelten Gebiete (Städte). Die Ausfälle sind nicht spezifischen Orten zuzuordnen, sondern stehen immer auch im Zusammenhang mit der aktuellen Satellitenkonstellation.

In den Alpengebieten sind die Abschattungsprobleme gegenüber den Städten noch geringer.

3.3.2 Lokale Datenverarbeitung

Der Grad der Verarbeitung im Fahrzeug ist je nach System unterschiedlich:

- Im Versuch von Rotterdam wird auf eine Auswertung im Fahrzeug verzichtet. Es wird in regelmässigen Abständen (alle 10 Sekunden) die Position, versehen mit einem Zeitstempel, abgespeichert. Alle 5 Minuten findet eine Datenübertragung der in den letzten fünf Minuten gespeicherten Werte statt. Durch die **periodische Datenübertragung** kann in der Zentrale die zurückgelegte Strecke des Fahrzeuges verfolgt werden. Resultierend sind direkt Link-Reisezeiten [24].
- Eine Erweiterung besteht darin, **virtuelle Messpunkte** zu definieren. Das Fahrzeug registriert, wenn einer dieser virtuellen Messpunkte überfahren wird.
- Bei anderen Verfahren (z.B. DDG) findet im FCD-Fahrzeug ebenfalls eine Vorverarbeitung statt: mittels bestimmten Algorithmen werden Verkehrssituationen erkannt (z.B. Stauereinfahrt, als Folge rascher Geschwindigkeitsabnahme) und damit eine Übertragung der relevanten Daten auslöst. Das Verfahren der **ereignisorientierten Datenübertragung**, welches eine gewisse "Intelligenz" im

Fahrzeug zur Datenaufbereitung und Ereigniserkennung voraussetzt, wird angewendet, um die zu übertragende Datenmenge und damit die Übertragungskosten zu reduzieren.

Weitere Verarbeitungsschritte im Fahrzeug dienen ebenfalls der **Reduktion der Datenmenge**. Um eine möglichst grosse Strecke pro SMS zu übermitteln werden beim System der DDG über längere Zeit ungefähr gleichbleibende Daten zu einem Abschnitt zusammengefasst. Die Strecke welche mit dieser Methode in einer SMS gespeichert werden kann, ist in Abhängigkeit vom Geschwindigkeitsverlauf, bis zu 10 km lang.

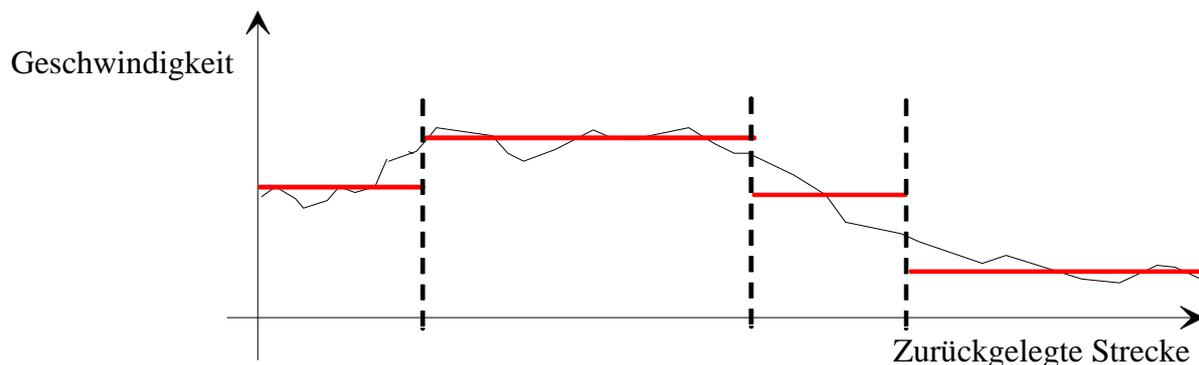


Abbildung 3-7: Zusammenfassung der kontinuierlichen Geschwindigkeitsmessung

3.3.3 Datenübertragung

Für die Datenübertragung wird meistens das **GSM-Netz** mit der **SMS-Technik** benutzt. Da jede Datenübertragung Kosten verursacht, wird versucht, die Anzahl Meldungen auf ein Minimum zu beschränken. Dafür wurden Methoden entwickelt, welche erst als Reaktion auf bestimmte Situationen eine Datenübertragung auslösen. Andererseits werden diese Daten zusätzlich komprimiert, damit mit einer SMS, welche auf 160 Zeichen beschränkt ist, möglichst viel Information übermittelt werden kann.

Der Nachteil der beschränkten Dateigrösse kann mit anderen Kommunikationstechniken überbrückt werden. Möglichkeiten bestehen über Satellit oder GSM-Datenkanal.

3.3.4 Datenaufbereitung in der Zentrale

Die Daten der verschiedenen FCD-Fahrzeuge müssen zusammengefügt werden. Dafür müssen sie auf einem gemeinsamem Verkehrsnetz abgebildet werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass nicht nur die letzte Position des Fahrzeuges übermittelt wird, sondern ein Teil der zuletzt zurückgelegten Strecke.

Die Auswertung wie sie im Versuch PRELUDE (Siehe Kapitel 2.1.3) gemacht wird, beschränkt sich nicht nur auf die Detektion von Stauereignissen. Es werden auch Daten über den problemlos verlaufenden Verkehr auf dem gesamten Netz produziert, so dass aus den FC-Daten auch Linkreisezeiten berechnet werden können.

Im Versuch von Rotterdam konnten mehr als 85% aller an die Zentrale gemeldeten Positionsbestimmungen der Fahrzeuge korrekt auf die Strassenkarte projiziert werden.

3.3.5 Datenverteilung

Heute werden die FC-Daten vor allem für Informationen über den aktuellen Verkehrszustand genutzt. Die Datennutzer beziehen die generierten Informationen in Form von aktuellen Verkehrslagemeldungen, Staumeldungen und Routenempfehlungen.

Für die Belange der Verkehrsplanung wird FCD heute noch nicht eingesetzt.

3.4 FCD: zukünftige Entwicklung

3.4.1 Verwendung von FCD im Ballungsraum

Im Ballungsraum Frankfurt/M soll mit einem verkehrsträgerübergreifenden Systemansatz die Informationen über die gesamte Verkehrslage zugänglich gemacht werden [6]. Dem Nutzer sollen durch die Infoplattform, intermodale Vorschläge für den Weg über unterschiedliche Medien vermittelt werden. Ein Bestandteil des Informationssystems soll das sogenannte City FCD werden. Ziel ist es, die GPS-Ortung zur Verkehrslageerfassung auch im Stadtbereich zu verwenden. Gegenüber von FCD sind die Signalabschattungen und die Interpretation der erfassten Fahrzeuggeschwindigkeiten Hauptbestandteil der Forschungsarbeit.

Das Gesamtprojekt läuft noch bis September 2002. Mit Zwischenberichten einzelner Teilgebiete kann schon früher gerechnet werden. Bis heute wurde aber noch kein Bericht zu City FCD mit Forschungsergebnissen veröffentlicht.

Diverse andere Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass eine Ortung mit GPS oder dGPS auch im Stadtbereich in den meisten Fällen erfolgreich ist [19], [39]. Durch die Abschaltung der Selective Availability (Verfälschung der GPS-Ortung durch das US-Militär) anfang Mai 2000, verbesserte sich die Ortungsgenauigkeit mit GPS um den Faktor 3 bis 5.

3.4.2 Entwicklungen im Bereich der Datenübertragung

Durch die rasche Weiterentwicklung im Bereich der Mobilfunkindustrie werden zukünftig auch neue Technologien im Bereich der Datenübertragung zur Verfügung stehen. In neuester Zeit gibt es erste Applikationen für das Handy, welche vom Wireless Application Protocol (WAP) gebrauch machen. Mit diesem Protokoll wird es möglich, die Informationen in einer erweiterten Form zu übertragen und darzustellen.

Zukünftig werden satellitengestützte Kommunikationssysteme auf LEO-Satelliten-Netzwerken basieren. Wie verschiedene Berichte der TU-Dresden (welche unter der interdisziplinären Forschergruppe "TUD-Satellitenkolleg" erarbeitet wurden) zeigen, kann in diesem Zusammenhang die Gewinnung von FCD erweitert und zusätzlich auch noch mit Bildverarbeitung über die Satelliten kombiniert werden. Dadurch dass mit dieser Technik die Kapazität gegenüber SMS erheblich grösser sein wird, können neben den üblichen FCD-Informationen (Position, Geschwindigkeit und Richtung) auch noch eine Reihe weiterer Informationen (Status von Blinker, Bremslichter, Scheibenwischer, Nebelleuchten etc.) übermittelt werden, aus welchen der aktuelle Zustand des Verkehrsnetzes abgeleitet werden könnte. Bereits sind erste Forschungsarbeiten welche in diese Richtung gehen in Arbeit. Mittels der Bildverarbeitung werden allerdings nicht FCD im eigentlichen Sinn erfasst, sondern lediglich Verkehrsdichten (Menge der Fahrzeuge, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt innerhalb eines bestimmten Wegintervalls befinden), welche aber zur Validierung der FC-Daten verwendet werden können [20],[21],[22],[23].

Im weiteren bestehen Bestrebungen ein "Rollendes Handy-Netz" aufzubauen. Die Idee ist, dass anstelle der stationären Mobilfunkantennen, Fahrzeuge mit Antennen ausgerüstet werden und der Verbindungsaufbau zwischen zwei Handys über verschiedene, sich bewegende Fahrzeuge erfolgen kann.

Im Hinblick auf FCD ist interessant, dass bei der Realisierung dieses Handy-Netzes vermehrt Fahrzeuge mit Basiseinheiten ausgerüstet werden, welche natürlich auch zur Datenübertragung von FCD-Daten verwendet werden könnten [38].

3.4.3 Erweiterung der Daten mit zusätzlichen Informationen (XFCD)

Neben den eigentlichen Grunddaten welche für FCD eingesetzt werden (Position, Geschwindigkeit und Fahrriichtung) könnten eine Reihe von weiteren Informationen automatisch erfasst und übertragen werden. So ist es denkbar, dass auch der Status von Bremslichtern, Blinker, Scheibenwischer etc. einen Hinweis auf die aktuelle Verkehrssituation geben können [17]. Dies hat allerdings wiederum eine Steigerung der Datenmenge zur Folge. Die Datenmenge kann aber beschränkt werden, wenn sie nur gezielt abgefragt wird. Also wenn das System eine Störung im Verkehrsfluss bemerkt, wird gezielt nach weiteren Informationen durch die Zentrale bei FCD-Fahrzeugen auf der entsprechenden Achse nachgefragt.

Die Systeme können auch gezielt den Fahrer nach Informationen fragen, welche dieser aber manuell beantworten muss (über Eingabe per Knopfdruck, Stimmeingabe).

4 Erkenntnisse aus der Bestandesaufnahme FCD

In diesem Kapitel werden die ersten Erkenntnisse aus der Bestandesaufnahme zusammengefasst:

FCD ist technisch ausgereift und als Quelle von Verkehrsdaten einsetzbar

Die Basistechnologien für FCD sind vorhanden, insbesondere GPS für die Positionsbestimmung und GSM für die Datenübertragung. Es ist damit zu rechnen, dass in den nächsten Jahren diese Technologien weiter verbessert, beziehungsweise durch neue Technologien mit erweiterter Funktionalität abgelöst werden (beispielsweise neue GNSS-Technologien wie Galileo an Stelle von GPS, UMTS an Stelle von GSM).

Erste Fahrzeuggeräte und Zentralen für FCD existieren und haben sich technisch bewährt.

FCD wird heute erst im kleinen Stil eingesetzt

Die technischen Voraussetzungen für einen Einsatz von FCD im grossen Stil für die Beschreibung des Verkehrszustandes sind heute gegeben. Trotzdem hat sich die Technik noch nicht durchsetzen können. Gründe dafür sind:

- Die Einführungsschwelle ist noch nicht erreicht (es sind noch nicht genügend FCD-Fahrzeuge im Einsatz, um aus diesen Daten für den Nutzer genügende Informationen zu generieren)
- Hohe **Kosten** bei der Datenübertragung via das GSM-Netz
- **Datenschutzgründe** bzw. Zurückhaltung der Automobilisten vor einer möglichen "Überwachung"
- Geringe Bereitschaft des **Marktes** (Automobilisten), für Verkehrsinformationen Geld auszugeben
- **Interessenkonflikte** zwischen Automobilindustrie und Mobilfunkindustrie
- noch nicht abgeschlossene **Normierungsarbeiten**

Die Pläne für einen Einsatz im grossen Stil sind zwar sowohl bei der DDG als auch bei der Gedas Telematics vorhanden. Allerdings sind Prognosen über die künftige Entwicklung von FCD nur sehr schwierig zu machen.

Die Verbreitung von FCD ist von der Automobilindustrie abhängig

Da FC-Daten mit ergänzenden Geräten im Fahrzeug erhoben werden müssen, ist eine Abhängigkeit von der Automobilindustrie gegeben. Die Zusatzgeräte bedeuten **Mehrkosten**, welche nur durch einen zusätzlichen Nutzen vom Käufer akzeptiert werden. Der grösste Nutzen für den Automobilisten liegt heute in aktuellen Verkehrsinformationen. Diese erhält der Verkehrsteilnehmer heute aber auch in relativ guter Qualität gratis über das Radio. Sobald FCD-Geräte (zumindest ab einem gewissen Modellstandard) zur Serienausstattung gehören, dürfte die Verbreitung von FCD beschleunigt werden.

Die Betriebskosten von FCD werden heute stark durch die GSM-Kommunikationskosten geprägt

Die FC-Daten werden heute hauptsächlich über das **GSM-Netz** mittels der **SMS-Technik** übertragen. Dadurch fallen mit jeder Datenübertragung Kommunikationskosten an. Für Privatkunden kostet eine herkömmliche SMS-Übertragung heute rund 25 Rappen, mit regelmässigem Gebrauch sind Kosten unter 10 Rappen pro Übertragung denkbar. Die Preisentwicklung ist stark von der Kommunikationsindustrie abhängig. Prognosen sind auch hier sehr schwierig.

Das Projekt PRELUDE in Rotterdam rechnet mit jährlichen Kommunikationskosten pro Fahrzeug von 45 Gulden. Die gegenüber anderen Systemen tieferen Kommunikationskosten werden dadurch erreicht, dass anstelle der SMS-Technik die Daten über den GSM-Datenkanal transferiert werden. Die GSM-Verbindung dauert im Schnitt nur rund 2 Sekunden.

Mit zunehmender Stichprobe bzw. Datenmenge steigen auch die Kommunikationskosten an, währenddem die Kosten für die Verarbeitung der Daten in der Zentrale nicht im gleichen Ausmass zunehmen. Bei einer grossen Stichprobe bilden die Kommunikationskosten den grössten Anteil der Betriebskosten.

FCD wird heute fast ausschliesslich zur Verbesserung der Verkehrsinformationen verwendet

Die Charakteristik von FCD erlaubt eine **Online-Beschreibung** des Verkehrsnetzstatus (aktuelle Verkehrsinformationen). Diese Informationen erlauben es zu jedem Zeitpunkt, die optimale Route zu bestimmen. Sei dies automatisch über ein Navigationssystem oder durch persönliche Routenwahl aufgrund der Meldungen über die aktuelle Verkehrslage im Radio oder andere Übertragungsmedien.

FCD ist eine sinnvolle zusätzliche Datenquelle zur Beschreibung der Verkehrszustände im Netz

Heute werden bei der DDG FC-Daten in Kombination mit anderen Datenquellen verwendet. Die DDG produziert insgesamt rund 400 Staumeldungen pro Tag. Um die Aktualität der Verkehrsdaten sicherzustellen, besteht in der **Rechenzentrale** ein 24h-Schichtbetrieb. Jede einkommende Meldung wird überprüft und, falls sie sich als gültig herausstellt, dem System zur Berechnung des Verkehrszustandes übergeben.

Es werden Informationen aus vier verschiedenen Quellen verwendet (Siehe ANHANG B).

Die grösste Bedeutung für die Generierung von Staumeldungen haben die Infrarot-Sensoren der DDG entlang der Autobahnen. Es folgen die Schleifen der öffentlichen Dienste (mit welchen primär die Fahrzeugmenge und zum Teil auch die Geschwindigkeit erkannt wird), vor den Informationen der Landesmeldestellen. Den kleinsten Beitrag leistet heute FCD (Vergleiche auch Kapitel 2.3.1).

FCD haben heute in der Verkehrsplanung noch keine Verwendung

Nur in ausgewählten, mit staatlichen Forschungsgeldern unterstützten Pilotprojekten (z.B. Dynamisches Verkehrsleitsystem Berlin und PRELUDE Holland) wurden bisher FC-Daten für die statistische Auswertung von Grössen (z.B. Link-Reisezeiten) verwendet, welche in die **Verkehrsplanung** Eingang haben.

Aufgrund der Marktbedürfnisse und insbesondere der erwarteten Marktpotentiale ist FCD heute auf aktuelle Verkehrsinformationen ausgerichtet (kundenspezifisch, ereignisorientiert). Eine "dauernde" Sammlung und Auswertung von kollektiven Daten durch die öffentliche Hand für Zwecke der Verkehrsplanung gibt es heute nicht (höchstens als "Abfallprodukte").

Aus Datenschutzgründen ergeben sich Einschränkungen bei der Verwendung von FCD

Eine Einschränkung der Verwendung von FCD besteht im **Datenschutz**. Verschiedene Mechanismen sollen garantieren, dass der Datenschutz sichergestellt wird. Technische Möglichkeiten bestehen in der Rufnummerunterdrückung, damit das Fahrzeug nicht identifiziert werden kann. Durch die Unterdrückung der Fahrzeugidentifikation kann nach dem Verfahren der DDG ein Fahrzeug, welches mehrere Meldungen generiert, nicht wieder erkannt werden. Dadurch sind direkte Link-Reisezeiten-Berechnungen nicht möglich. Zusätzlich werden die Daten verschlüsselt übertragen. Dadurch dass es beim Start einige Minuten dauert, bis eine GPS-Ortung gemacht werden kann (Initialisierung, Be-

rechnungszeit) und das Erreichen des Ziels nicht als Ereignis definiert wird, welches eine Datenübertragung auslöst, wird eine aus Datenschutzsicht gewünschte Unschärfe im Anfangs- und Endpunkt der zurückgelegten Strecke erreicht.

Im Gegensatz dazu braucht das System von Rotterdam unbedingt eine eindeutige Kennung der FCD-Fahrzeuge. Um die Anonymität trotzdem zu gewährleisten, findet bei jedem Starten der FCD-Einheit ein Anmelden an der Datenzentrale statt. Diese vergibt dem Fahrzeug eine eindeutige **Identifikationsnummer**, welche für einen Tag Gültigkeit besitzt. Später sind keine Rückschlüsse mehr möglich.

Der Umfang der erforderlichen Stichprobe ist von verschiedenen Parametern abhängig

Die bei der DDG bis heute ereignisorientierte Übertragung von FCD-Meldungen beschränkt sich auf Ereignisse auf dem Autobahnnetz (vgl. Kapitel 2.3.1). Nach Aussage der DDG reichen 100'000 mit den entsprechenden Geräten ausgerüstete Fahrzeuge, um den Zustand des Bundesautobahnnetzes beschreiben zu können. Bei einem Fahrzeugbestand in Deutschland von 42 Mio. Fahrzeugen entspricht dies einem Anteil von 0.25% (oder jedes vierhundertste Fahrzeug). Ursprünglich ging die DDG allerdings von einer Stichprobe von 1% aus.

Simulationen, welche im Zusammenhang mit dem Projekt PRELUDE in Rotterdam durchgeführt wurden, gehen von einer erforderlichen Stichprobe von rund 2% aus, um für die Netzbeschreibung genügend gute Daten zu erhalten.

Im Rahmen des Pilotprojektes „Dynamisches Verkehrleitsystem Berlin“ wurde davon ausgegangen, dass für eine echt dynamische Verkehrsführung mit momentanen Reisezeit-Vorhersagen eine Stichprobe von 1-3% erforderlich wäre.

E. Michler [22] geht davon aus, dass der Anteil der mit FCD auszurüstenden Fahrzeuge von der Charakteristik des zu beobachtenden Verkehrsflusses abhängig ist. Bei einer statistischen Sicherheit $S = 70\%$ werden folgende Ausrüstungsgrade angegeben:

- Verkehrsfluss mit geringen Schwankungen: 1 FCD-Fahrzeug auf 100 Fahrzeuge
- Verkehrsfluss mit mittleren Schwankungen: 7 FCD-Fahrzeuge auf 100 Fahrzeuge

Wie obige Beispiele zeigen ist die erforderliche Stichprobengröße von verschiedenen **Parametern** abhängig, wie z.B.:

- WO? (städtisches Netz, Autobahnnetze, flächendeckend)
- WELCHE FAHRZEUGE? (zufällige Stichprobe über ganzen Fahrzeugbestand oder spezifische Fahrzeugarten wie Lastwagen, Taxis)
- WAS? (ereignisorientierte Angaben wie z.B. Stau, Unfall oder aktuelle quantitative Angaben wie z.B. aktuelle Reisezeiten)
- WIE ZUVERLÄSSIG? (sind statistisch gesicherte Aussagen notwendig oder genügen Trendangaben?)

5 Anforderungen der Verkehrsplanung

5.1 Übersicht über den Datenbedarf

Der Titel der vorliegenden Forschungsarbeit "Verwendungsmöglichkeiten von FCD in der Verkehrsplanung" ist sehr weit gefasst, ist doch die "Verkehrsplanung" als solche nicht näher definiert. Hält man sich die **vielfältigen Aufgaben** eines Verkehrsplanungsbüros vor Augen (Verkehrserhebungen, Verkehrsprognosen, Gesamtverkehrskonzepte, Verkehrsplanungen für die einzelnen Verkehrsmittel iV/öV/Velo, Verkehrsberuhigungsstudien, flankierende Massnahmen, Parkierungskonzepte, Quartierplanungen, Verkehrsgrundlagen für Umweltverträglichkeitsberichte etc. etc.), so wird einem das breite Aufgabenspektrum der "Verkehrsplanung" bewusst. Eine eigentliche Auflistung, mit welchen Daten in der Verkehrsplanung heute gearbeitet wird, gibt es allerdings nicht. Es wird daher versucht, anhand verschiedener Quellen die wichtigsten Verkehrsdaten zu bestimmen.

Eine gewisse Strukturierung von Verkehrsdaten wurde im Rahmen der **Strassendatenbank STRADA-DB** (Pilotapplikation "Verkehrsdaten") [2] vom September 1995 vorgenommen. Aufgrund der Hauptziele des Managements der Strassenerhaltung stehen bei der Strassendatenbank STRADA-DB jedoch **querschnittsbezogene Daten** des Verkehrsgeschehens im Vordergrund. Es handelt sich dabei insbesondere um Auswertungen der gezählten Verkehrsmengen (je Stunde, je Tag, DTV(24), DTV(16), DWV(24), DTV an Samstagen bzw. Sonntagen etc.). Die folgenden Verkehrsdaten wurden in die Pilotapplikation aufgenommen:

- Verkehrsmenge (total, nach Fahrzeugkategorien, nach Gewichtsklassen, Ganglinien)
- Geschwindigkeitsverteilung (je Stunde, je Tag, Kennziffern)
- Radarmessungen (Überschreitungen, Bussen etc.)
- mit Funktionen berechnete Kennziffern (z.B. Richtungsanteile, Dauerkurven etc.)

Ein etwas breiterer Überblick über die heute verwendeten Verkehrsdaten wird im Forschungsbericht S+V-Nr.388 [12] erarbeitet. Die für Umweltuntersuchungen bzw. für Verkehrsuntersuchungen benötigten Verkehrsgrundlagen werden detailliert dargestellt (siehe ANHANG C). Dabei zeigt sich, dass die gleichen Verkehrsdaten (z.B. Verkehrsmenge) z.T. für verschiedene Anwendungen erforderlich sind. Der Datennachfrage in Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen wird im erwähnten Bericht das aus Zählungen und Befragungen verfügbare Angebot an Verkehrsdaten gegenübergestellt (siehe ANHANG E). Aus der Bilanz zwischen Nachfrage und Angebot wird der Handlungsbedarf abgeleitet.

An den Datenbedarf im **Güterverkehr** werden spezifische Anforderungen gestellt. Zur Bearbeitung der Problemstellungen im Güterverkehr braucht der Verkehrsplaner u.a. folgende Daten und Informationen [1]:

- Wunschlinien nach Warengruppen (Tonnen, Anzahl Sendungen, Warenwert, Anzahl Fahrzeuge)
- Angaben zur Transportrelation (Distanz, Zeitaufwand, Transportkosten)
- Transportaufkommen und Transportleistung (Tonnen und Tonnen-km, Fahrzeuge und Fahrzeug-km)
- Angaben zum Fahrzeug und dessen Fahrroute (Nutzlast, Auslastung, Leerfahrten, Fahrroute, Fahrdistanz)
- Verkehrsbelastung der Verkehrsträger (Anzahl Fahrzeuge, Fahrzeug-km)

5.2 Gliederung in Bereiche

Im Folgenden wird die „Verkehrsplanung“ abgegrenzt und **drei Bereiche** unterschieden:

- Die **Betriebsfragen** (aktuelle Verkehrsinformation, Verkehrsbeeinflussung) sind heute das Hauptanwendungsgebiet von FCD (siehe Kap. 4: Erkenntnisse aus der Bestandesaufnahme FCD). FCD wird heute vor allem für aktuelle, **ereignisorientierte Verkehrsinformationen** verwendet. Diese on-line-Anwendungen unterscheiden sich klar von den kollektiven statistischen Auswertungen für die Zwecke der Verkehrsplanung.
- Die **Verkehrsplanung** im eigentlichen Sinne bzw. die in der Verkehrsplanung verwendeten Daten sind empirische Verkehrsdaten, die in der Regel über längere Zeiträume erhoben und anschliessend statistisch ausgewertet werden („statische“ Verkehrsdaten im Gegensatz zu dynamischen Daten). Hauptanwender dieser Daten ist die öffentliche Hand. Im Gegensatz dazu sind die aktuellen Verkehrsinformationen der Dienstanbieter auf private Kunden zugeschnitten. Ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Anwendungsbereichen bestimmt zwangsläufig die erforderliche Übertragungsgeschwindigkeit: Währenddem aktuelle Verkehrsdaten naturgemäss ständig und in kurzen Zeitabständen (on-line) übertragen werden müssen, können Daten, welche statistisch für die Verkehrsplanung ausgewertet werden, z.B. im Fahrzeug mit entsprechenden Geräten gespeichert und periodisch (z.B. monatlich) übermittelt werden (analog LSVA-Gerät).
- In der **Verkehrspolitik** werden zum Teil ähnliche Daten benötigt wie in der Verkehrsplanung. Durch das politische Interesse an diesen Daten wird zum Teil ein grosser Aufwand in Kauf genommen, um diese Daten zu beschaffen.

Im Folgenden werden aus diesen drei Bereichen einige **wichtige Anwendungsgebiete** mit den massgebenden **Verkehrsgrössen** ausgewählt, für welche anschliessend im Kapitel 5.3 die Eignung von FCD zur Erzeugung dieser Daten beurteilt wird:

BEREICH	ANWENDUNGSGEBIET	MASSGEBENDE VERKEHRSGRÖSSEN
BETRIEB	aktuelle Verkehrsinformation	- aktuelle Reisegeschwindigkeit - Stauererkennung
VERKEHRSPLANUNG	Beschreibung Verkehrsnetz	- mittlere Reisegeschwindigkeit - mittlere Fahrzeit pro Link - gefahrene Routen
	Verkehrsmenge	- z.B. Durchschnittl. Tägl. Verkehr z.B. Spitzenstundenverkehr - z.B. Tages-Ganglinien
	Wunschlinien (WL)	- Personenverkehr: WL differenziert nach Fahrtzweck PENT - Güterverkehr; WL differenziert nach Warengruppen
Q:\VT\FCD\VA\Bericht\rh-b001t.doc 30.09.02 [7]		R+P AG, RK&P / CM Version 1.05/ 19.12.2000

	Verkehrssicherheit	- Anzahl Unfälle/Verunfälle/Getötete - Unfallrate/Verunfalltenrate
	Parkraumplanung	- Parkfeldbedarf - Spezifisches Verkehrsaufkommen
VERKEHRSPOLITIK	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe	- Jährliche Fahrleistung
	Gütertransportstatistik	- Warenfluss (t) - Transportströme (tkm) - Anteil Import/Export/Transit
	Stauhäufigkeit	- Anzahl Staus je Abschnitt - Anzahl Staustunden

Tabelle 5-1: Ausgewählte Verkehrsgrößen aus den Bereichen Betrieb, Planung,

5.3 Eignung von FCD

5.3.1 Aktuelle Verkehrsinformation

Die mit FCD-Geräten ausgerüsteten Fahrzeuge („Messsonden“ im Verkehrsfluss) können vor allem dynamische Informationen über die aktuelle Verkehrssituation liefern. Die weitere Entwicklung und Einführung von FCD liegt voraussichtlich auch weiterhin schwergewichtig in diesem Bereich:

ANWENDUNGSGEBIET	MASSGEBENDE VERKEHRSGRÖSSEN	EIGNUNG FCD
Aktuelle Verkehrsinformation	- aktuelle Reisegeschwindigkeit - Stauerkennung	FCD geeignet

FCD-Fahrzeuge sind in der Lage, Stauanfang und Stauende zu detektieren. Stau meldungen sind in der Regel durch mehrere Fahrzeuge zu bestätigen, da bei Einzelerfassung eine gewisse Unsicherheit vorhanden ist. Der Anwendung als aktuelle individuelle Verkehrsinformation kann z.B. eine dynamische Routenführung (basierend auf aktuellem Verkehrszustand) überlagert sein.

Mit einer entsprechenden **Stichprobe** an FCD-Fahrzeugen kann die aktuelle Verkehrslage auf dem Strassennetz beschrieben werden. Geht die DDG beispielsweise davon aus, dass 100'000 Fahrzeuge erforderlich sind, um mit FCD gute Verkehrsinformationen auf dem deutschen Autobahnnetz zu generieren, dann dürften auf dem Schweizer Autobahnnetz rund 1/10 dieser Menge (d.h. rund 10'000 Fahrzeuge) genügen. Könnten die rund 60'000 schweizerischen Lastwagen, welche ab dem Jahr 2001 mit einem **LSVA-Gerät** ausgerüstet sind, durch eine Erweiterung dieses Gerätes auch aktuelle Verkehrsdaten liefern, so wäre für diesen Zweck eine ausgezeichnete Stichprobe vorhanden, zumindest im Werktagsverkehr. Während dem nächtlichen Lastwagenverbot ist die Stauerkennung kein zentrales Thema. Hingegen wäre an Wochenenden infolge des stark reduzierten Lastwagenverkehrs eine empfindliche Informationslücke bezüglich Stauerkennung in Kauf zu nehmen. Auf den mit Abstand am stärksten staugefährdeten Nationalstrasse A1 resp. A2 (2'578 bzw. 2'036 Staustunden im Jahre 1998 [4] verkehren an einem durchschnittlichen Werktag zwischen 6-17 Uhr jeweils über 400 Lastwagen pro Stunde und Richtung (Zählstelle Gunzgen A1) bzw. über 100 Lastwagen pro Stunde und Richtung (Zählstelle Gotthardtunnel A2). Gemäss der Schweizerischen Strassenverkehrszählung 1995 [3] haben bei der Zählstelle Gunzgen (A1) 73 % und bei der Zählstelle Gotthardtunnel (A2) 34 % der schweren

Güterfahrzeuge ein schweizerisches Kennzeichen. Dies bedeutet, dass auf der A1 bei Gunzgen an Werktagen tagsüber rund 5 Schweizer Lastwagen pro Minute und Richtung (A2 Gotthardtunnel: 1 Schweizer Lastwagen alle 2 Minuten) verkehren. Dies würde auf diesen hoch belasteten Strecken natürlich eine ausgezeichnete Stichprobe darstellen, mit welcher Ereignisse an Werktagen tagsüber schnell und zuverlässig erkannt werden können.

5.3.2 Verkehrsplanung

Im Zentrum des vorliegenden Berichts steht die Verwendung von FCD für die Belange der Verkehrsplanung, die sich allenfalls als Nebenprodukt von anderen FCD-Anwendungen ergeben könnte. Wie bereits erwähnt ist es bei diesen Anwendungen, bei welchen es nicht auf die Aktualität der Daten ankommt, denkbar, die Daten über längere Zeiträume im Fahrzeug zu sammeln und diese in geeigneter Weise periodisch an die Zentrale zu übermitteln. Im Folgenden wird die Eignung von FCD für die im Kapitel 5.2 ausgewählten Verkehrsgrößen beurteilt:

Beschreibung Verkehrsnetz	<ul style="list-style-type: none"> - mittlere Reisegeschwindigkeit - mittlere Fahrzeit pro Link - gefahrene Routen 	FCD zum Teil geeignet
----------------------------------	---	-----------------------

Die Beschreibung der Verkehrsnetze findet in der statistischen Verkehrsplanung vor allem bei den Verkehrsmodellen Anwendung. In Forschungspilotprojekten (Dynamisches Verkehrsleitsystem Berlin und PRELUDE Holland) wurde die Machbarkeit, mit FC-Daten historische Reisezeit-Matrizen zu bilden, mit einer begrenzten Anzahl Fahrzeuge nachgewiesen. An die Stichprobengröße werden in diesem Falle keine hohen Anforderungen gestellt, weil auch bei einer geringen Ausstattungsquote nach einer gewissen Erhebungsperiode auf allen Netzabschnitten eine genügende Anzahl Messungen vorhanden ist. Beschränkt sich die Erfassung von FCD nur auf die Ereigniserkennung (vergleiche Kapitel 2.3.1), so sind allerdings in diesem Bereich keine Aussagen möglich. Ob FCD geeignet oder nicht geeignet sind, um dies Planungsgrößen zu erhalten, hängt also von der Methode der Erfassung ab.

Verkehrsmenge	<ul style="list-style-type: none"> - z.B. Durchschnittl. Tägl. Verkehr - z.B. Spitzenstundenverkehr - z.B. Tages-Ganglinien) 	FCD nicht geeignet
----------------------	---	--------------------

Angaben über die Verkehrsmenge sind in praktisch allen Bereichen von Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen (Lärm-, Luft-, Störfall-, Energie- und CO₂-Untersuchungen, Kalibrierungsdaten für Verkehrsmodelle, Leistungs- und Dimensionierungsprobleme, Sicherheitsfragen) mit jeweils unterschiedlicher zeitlicher Aggregation erforderlich (siehe ANHANG C). Theoretisch könnte mit virtuellen Erfassungspunkten im Netz im Sinne eines Zählquerschnittes jeweils eine Meldung ausgelöst werden, so dass die mit FCD ausgerüsteten Fahrzeuge registriert werden.

FCD ist jedoch zur Gewinnung von typischen **querschnittsbezogenen Verkehrsdaten** nicht geeignet, da in jedem Fall nur eine beschränkte, zufällige Stichprobe erfasst wird (nahezu 100% Stichprobe, d.h. Erfassung sämtlicher Fahrzeuge, ist nicht realistisch). Zudem ist eine aufwendige Lokalisierung bzw. Zuordnung notwendig ist. Herkömmliche Querschnittszählungen sind für diese Aufgabe eindeutig besser geeignet.

Wunschlinien (WL)	<ul style="list-style-type: none"> - Personenverkehr: WL differenziert nach Fahrtzweck PENT - Güterverkehr: WL differenziert nach Warengruppen 	FCD bedingt geeignet
--------------------------	--	----------------------

Wunschlinien werden in der Verkehrsplanung beispielsweise als Input in Verkehrsmodelle (Personenverkehr) oder beispielsweise als Grundlage für die Gütertransportstatistik benötigt. Die entsprechenden Daten könnten mit FCD erfasst werden, in dem bei Fahrtbeginn und Fahrtende (Achtung: Ein-/Ausschalten des Motors entspricht nicht zwangsläufig Quelle und Ziel der Fahrt) die Position bestimmt wird. Dabei müssten allerdings die Probleme des Datenschutzes gelöst sein (Anonymität muss gewährleistet sein). Beispielsweise werden bei den FCD-Fahrzeugen der DDG u.a. aus Datenschutzgründen Quelle und Ziel der Fahrt nicht aufgenommen (“abgeschnitten”).

Bei einer beschränkten FCD-Flotte im Personenverkehr ist es statistisch gesehen schlecht, von einer kleinen Stichprobe (z.B. 1% der Fahrzeuge) eine grosse Anzahl Fahrten auszuwerten (z.B. täglich die gleiche Pendlerfahrt). Wunschlinien-Erhebungen sollten von einer grossen Stichprobe eine kleine Anzahl Fahrten erfassen.

Das Bundesamt für Statistik prüft zur Zeit den Einsatz eines Zusatzgerätes zum LSVA-Gerät, mit welchem u.a. die Wunschlinien im Güterverkehr erhoben werden könnten (siehe auch Kapitel 6.3).

Verkehrssicherheit	- Anzahl Unfälle/Verunfallte/Getötete - Unfallrate/Verunfalltenrate	FCD nicht geeignet
---------------------------	--	--------------------

Ein klassisches Anwendungsbeispiel in der Verkehrsplanung sind die Fragen der Verkehrssicherheit, beispielsweise im Rahmen von Unfallanalysen. FCD ist diesbezüglich nicht in der Lage, entsprechende Daten zu liefern (nicht geeignet).

Parkraumplanung	- Parkfeldbedarf - Spezifisches Verkehrsaufkommen	FCD nicht geeignet
------------------------	--	--------------------

Analog verhält es sich mit Fragen der Parkraumplanung wie z.B. bei Anwendungen für Quartierplanungen bzw. Bauten mit hohem Verkehrsaufkommen. Bei lokal begrenzten Anwendungen ist FCD kein sinnvolles Verfahren.

5.3.3 Verkehrspolitik

In der Verkehrspolitik werden zum Teil ähnliche Daten benötigt wie in der Verkehrsplanung. Für die Verkehrsplanung sind diese Daten jedoch oft von beschränktem Interesse. Durch die politische Brisanz dieser Daten wird zum Teil ein grosser Aufwand in Kauf genommen, um diese Daten zu beschaffen. Im folgenden werden drei Beispiele für solche Verkehrsdaten mit einer politischen Komponente aufgeführt:

Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe	- Jährliche Fahrleistung	FCD nicht geeignet
--	--------------------------	--------------------

Das im Kap. 2.2.1 beschriebene LSVA-Gerät entspricht streng genommen nicht einer FCD-Anwendung. Die Fahrleistungs-Daten werden im Fahrzeug auf einem Chip gespeichert und periodisch (nicht laufend) an die Zentrale übertragen. FC-Grunddaten könnten durch die vorhandene GPS-Ortung erfasst und über die im LSVA-Gerät vorhandene Infrarot-Schnittstelle auf ein Zusatzgerät übertragen werden, sie werden aber vorderhand nicht eingesetzt (mögliche Erweiterung im Sinne von FCD für andere Anwendungen siehe Kapitel 6.3).

Gütertransportstatistik	- Warenfluss [t] - Transportströme [tkm] - Anteil Import/Export/Transit	FCD bedingt geeignet
--------------------------------	---	----------------------

Anwendung: Das Bundesamt für Statistik (BfS) möchte die heutige Befragung im Güterverkehr ergänzen mit aus dem LSVA-Gerät gewonnenen FC-Daten (siehe Lösungsansatz Erweiterung des LSVA-Gerätes Kapitel 6.3). Dabei müssen allerdings noch zahlreiche Probleme im Zusammenhang mit der Umsetzung gelöst werden. Mit der entsprechenden Erweiterungen (sowohl Gerät als auch Zusatzinformationen zu FCD) kann FCD die Basis einer guten Gütertransportstatistik werden.

Stauhäufigkeit	- Anzahl Staus je Abschnitt - Anzahl Stautunden	FCD bedingt geeignet
-----------------------	--	----------------------

Die Stauhäufigkeit hat heute in der Verkehrsplanung vor allem eine politische Dimension (Baustellen-Management, Ausbau Strassennetz). Das Bundesamt für Strassen (ASTRA) analysiert die von der Verkehrsinformationszentrale (VIZ) in Genf gesammelten Staumeldungen und erstellt jährlich einen Jahresstaubericht, welcher die Entwicklung der Staus, deren Verteilung auf die Nationalstrassen sowie die Stauursachen aufzeigt. Werden im Bereich der aktuellen Verkehrsinformation (siehe Kap. 5.3.1) die Staus künftig mit Hilfe von FCD schneller, aktueller und vollständiger erfasst, so können im Nachhinein auch die entsprechenden statistischen Auswertungen zur Stauhäufigkeit auf einer besseren Basis gemacht werden.

6 Lösungsansätze und Beurteilung

Bei der Herleitung von **Lösungsansätzen** kann auf verschiedene Weise vorgegangen werden:

Ausgehend vom **Bedarf** kann man sich die Frage stellen, wo heute die grössten **Lücken** in den Verkehrsplanungsdaten bestehen bzw. wo der grösste Nutzen mit neuen Datenquellen erzielt werden kann. Aus der im Kapitel 5.1 dargestellten Übersicht über den Datenbedarf ist jedoch nicht eine spezielle Datenlücke hervorgegangen. Bei verschiedenen Grössen ist zwar eine Verbesserung der Datengrundlage erwünscht. Die heutigen Lücken sind offensichtlich nicht so gravierend, als dass ein grosser Aufwand für die Schliessung dieser in Kauf genommen würde. Wie das Beispiel der Umsetzung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe zeigt, wird im Bedarfsfall auch ein grosser Aufwand geleistet, falls dies erforderlich ist. Grundsätzlich wird jedoch bei der vorliegenden Forschungsarbeit eher davon ausgegangen, dass die Verwendung der Floating Car Data eher als "Nebenprodukt" von anderen Anwendungen anfällt.

Es wird daher eher vom **Angebot** ausgegangen. FCD hat zwar heute in der Verkehrsplanung praktisch keine Bedeutung (siehe Kapitel 5.1). Es stellt sich jedoch die Frage, mit welchen absehbaren Entwicklungen bei den technischen Möglichkeiten diese Ausgangssituation in den nächsten Jahren ändern wird.

Folgende Ansätze wurden betrachtet:

- Nutzung von Flottenmanagementsysteme
- Erweiterung des LSVA-Gerätes
- Ortung mit Handys
- Ausstattung der Fahrzeuge mit FCD-Einheiten
- Road-Pricing
- Erweiterung ortsfester Erfassungssysteme

6.1 Beurteilungskriterien

Die nachfolgend dargestellten Lösungsansätze werden anhand der folgenden Kriterien beurteilt:

- **Entwicklungsstand / Technologie / Verbreitung:** Der heutige Entwicklungsstand der Technologie sowie die heutige Verbreitung geben einen ersten Hinweis über die Umsetzungschancen.
- Das **Weiterentwicklungspotential** gibt die künftigen Entwicklungsmöglichkeiten der Lösungsansätze an.
- Die **Datenqualität** ist ein entscheidender Faktor: können die erforderlichen FCD-Grunddaten in guter Qualität geliefert werden?
- Mit dem Kriterium **Stichprobe** wird beurteilt, ob künftig mit einer hohen Ausstattungsquote und mit einer guten Verteilung der Stichprobe zu rechnen ist.
- Der **Aufwand** bzw. die **Komplexität** für die Umsetzung geben an, ob diese in einem vernünftigen und überschaubaren Rahmen liegen.
- Bei den **Investitions- und Betriebskosten** wird vor allem angegeben, wo diese anfallen.
- Unter **Datenschutz** wird beurteilt, ob dieser gewährleistet ist oder ob spezielle Massnahmen getroffen werden müssen.
- Die **Rahmenorganisation** zeigt die involvierten Stellen und Branchen auf.
- **Nutzen für die Verkehrsplanung:** es wird angegeben, ob der Lösungsansatz für die ausgewählten Verkehrsgrössen Grundlagen liefert (Link-Reisezeiten, Ereigniserkennung, Wunschlinien), für welche gemäss Kapitel 5.3 FCD geeignet oder zumindest zum Teil geeignet ist.

Schliesslich wird für jeden Lösungsansatz ein **Fazit** gezogen: wie werden die Umsetzungschancen unter Berücksichtigung der aufgeführten Kriterien beurteilt?

6.2 Nutzung von Flottenmanagementsystemen

Die Mehrheit der wichtigen Transportunternehmen tätigen heute grosse Investitionen in Flottenmanagementsysteme, mit dem Ziel, den Transport über Routenoptimierung effizienter zu gestalten. Die für diese Aufgaben verwendeten Daten entsprechen den FCD-Grunddaten (Bewegungsparameter, Fahrzeugidentifikation, Zeit) oder sind ihnen sehr ähnlich.

Mit gezielten Weiterentwicklungsmassnahmen bei den Flottenmanagementsysteme (Nutzung der vorhandenen Datenbasis, die täglich von den Flotten geliefert wird für die Gewinnung von abgeleiteten Werten) könnten diese FC-Daten für städtische, regionale und nationale Verkehrsnetze genutzt werden.

Beurteilung:

- **Entwicklungsstand / Technologie / Verbreitung:** Die Basistechnologie ist fahrzeugseitig vorhanden. Die Herausforderung besteht darin, einen gemeinsamen Informationskern zu beschreiben, der von möglichst vielen Flottenmanagementsystemen unterstützt werden kann (gemeinsames konzeptionelles Datenschema der FCD-Grunddaten).
- **Weiterentwicklungspotential:** Flottenmanagementsysteme werden heute noch als Insellösungen betrieben. Mit der Globalisierung der Märkte ist auch im Transportgeschäft mit einem vermehrten Einsatz von Flottenmanagementsystemen zu rechnen (Rationalisierung des Gütertransportes, Reduktion Lärm- und Schadstoffemissionen). Voraussetzung, dass diese Daten genutzt werden können sind standardisierte Datenstrukturen.
- **Datenqualität:** gute Daten, da in der "Produktion" für Routenoptimierung bereits verwendet, Erfassung beschränkt auf Betriebszeiten
- **Stichprobe:** bis zu 100% der involvierten Betriebe möglich jedoch einseitige Stichprobe. Insgesamt machen Firmenfahrzeuge einen kleinen Anteil des schweizerischen Fahrzeugparks aus.
- **Aufwand / Komplexität:** Abhängig von der Standardisierung der Datenformate: ohne Standards sehr aufwendig, da viele Schnittstellen zu schaffen sind. Komplexität der Umsetzung gering, da in überschaubaren Einheiten realisierbar (Datenaufbereitung, Datenzugriff)
- **Investitions- und Betriebskosten:** Investition für die Datenerfassung wird von den Flottenbetreibern über den Einsatz der Flottenmanagementsysteme getragen. Für den Betreiber dieser Lösung sind Investitionen für Erstellung der Datenaufbereitungsprozesse von "Rohdaten" zu FCD-Grunddaten und Investitionen für den Zugriff d.h. für den Datenaustausch oder die Vernetzung der Flottenmanagementsysteme zur "Datenzentrale" vorzusehen. Betriebskosten für Aufbereitungsprozesse und Zugriffsprozesse sowie für zentrale Aufbereitung und Verbreitung der Information (gilt für alle Lösungsansätze). Die Attraktivität dieser Systeme kann gesteigert werden, wenn die Betreiber für die Abgabe ihrer Daten entsprechend entschädigt werden.
- **Datenschutz:** Flottenmanagementsysteme verarbeiten per Definition individuelle Fahrzeuginformationen. Der Datenschutz muss an der Schnittstelle Flottenmanagementsystem / Datenzentrale gelöst werden.
- **Rahmenorganisation:** Anreize für Transportunternehmen notwendig. Datenzentrale als Integrationsfaktor von diversen Datenlieferanten notwendig.
- **Nutzen für die Verkehrsplanung:**
 - Linkreisezeiten: sind bestimmbar.
 - Ereigniserkennung: nicht enthalten in den Flottenmanagementsystemen
 - Wunschlinien: Informationen sind in den Datenbanken der Flottenmanagementsysteme enthalten, aber einseitige Fahrzeugzusammenstellung.

Fazit:

Umsetzungschancen gut, wenn entsprechende Anreize (z.B. Abgeltung für die Lieferung von FC-Daten) für die grösseren Unternehmen geschaffen werden können. Stichprobe bleibt allerdings beschränkt und einseitig.

6.3 Erweiterung des LSVA-Gerätes (Onboard-Zusatzgerät)

Das LSVA-Gerät, welches auf den 1. Januar 2001 in allen Schweizer Lastwagen zum Einsatz kommt, könnte in einem späteren Schritt über die vorhandene Infrarotschnittstelle mit einem Zusatzgerät ergänzt werden [27]. Dieses Zusatzgerät zeichnet, mit Hilfe der im LSVA-Gerät vorhandenen GPS-Ortung, die Koordinaten sowie die Uhrzeit auf, so dass die gefahrene Route nachträglich rekonstruiert werden kann (inklusive Quelle und Ziel der Lastwagenfahrt). Die Übertragung der aufgezeichneten Daten erfolgt periodisch offline an eine Datenzentrale für die Auswertung.

Beurteilung:

- **Entwicklungsstand / Technologie / Verbreitung:** Erweiterung der bestehenden Technologie mit minimalen Zusatzentwicklungen. Zusatzgeräte sind zum Teil bereits in Planung (z.B. Gerät zur Erfassung der Gütertransportstatistik). Diese Technologie ist in der Regel nur in Zusammenhang mit weiteren Diensten attraktiv.
- **Weiterentwicklungspotential:** Gross, da Grundausrüstung in der gesamten schweizerischen Lastwagenflotte ab 2001 vorhanden.
- **Datenqualität:** Gut, aber nur von einem bestimmten Fahrzeugtyp.
- **Stichprobe:** Theoretisch 100%ige-Stichprobe möglich für nationale LKWs. Die effektive Stichprobe wird stark von den angebotenen Zusatzdiensten abhängen. Der Lastwagenanteil umfasst zwischen 5 und 15% des Gesamtverkehrsaufkommen. Es existieren Informationslücken nachts und am Wochenende. Weiter ist durch die Maximalgeschwindigkeit der LKW von 80 km/h weist das Geschwindigkeitsprofil ein Spezialfall.
- **Aufwand / Komplexität:** Da mit der Umsetzung der LSVA ein Teil der Lösung bereits vorhanden sein wird und bereits heute an Erweiterungen gearbeitet wird, ist eine Umsetzung mit einem vernünftigen Aufwand realistisch.
- **Investitionskosten:** Die Investitionskosten beschränken sich fahrzeugseitig auf eine einmalige Erweiterung des LSVA-Gerätes mit einem Zusatzgerät. Die Zusatzkosten werden aber nur akzeptiert, falls dadurch auch ein attraktiver Nutzen entsteht. Die Bereitstellung der Zentrale für die Datenintegration und Datenauswertung ist aufwendiger. Diese Zentrale kann aber als Teil des zukünftigen "virtuellen Verkehrsdatenverbundes (Datawarehouse)" wie im Leitbild "Strassenverkehrstelematik (SVT-CH 2010)" vorgeschlagen, betrachtet werden [43].
- **Betriebskosten:** Die Betriebskosten sind abhängig von der Datenaustauschperiodizität Fahrzeug / Zentrale, die ebenfalls den Aufwand für die Datenaufbereitung beeinflussen. Zusätzlich werden die Betriebskosten durch den Automatisierungsgrad, der für die Datenübernahme und die Validierung erreicht werden kann, beeinflusst. Zuletzt darf die anfallende Datenmenge nicht unterschätzt werden, die jeden Tag erhoben wird.
- **Datenschutz:** Das aktuelle LSVA-System ist per Definition nicht auf Anonymität ausgelegt. Bei einem Einsatz für die Erfassung von FCD müssen Massnahmen für die Anonymisierung der FC-Daten vorgesehen werden. Dies ist im Pflichtenheft für die Umsetzung dieser Lösung zu berücksichtigen.
- **Rahmenorganisation:** Für den Betrieb dieser Lösung, kann auf einen Teil der Organisation, der für die LSVA aufgebaut werden muss, aufgesetzt werden: Nutzung der "Autorisierte Werkstätten

LSVA". Die Installation der fahrzeugseitigen Zusatzgeräte kann nicht erzwungen werden, sondern muss auf freiwilliger Basis erfolgen. Für die Auswertung und Nutzung der FC-Daten kann eine eigene Organisationseinheit aufgebaut werden. Diese ist verantwortlich für den Betrieb der Lösung d.h. für die Datensammlung, Validierung und Aufbereitung zu vernünftigen Informationen.

- **Nutzen für die Verkehrsplanung:**
- Linkreisezeiten: sind bestimmbar.
- Ereigniserkennung: kann in der Erweiterung des LSVA-Gerätes vorgesehen werden.
- Wunschlinien: WL der Gütertransportstatistik, nachträgliche Routenbestimmung möglich

Fazit:

Umsetzungschancen sind abhängig von der Attraktivität der angebotenen Zusatzdiensten (z.B. Flottenmanagement). Es kann mit vernünftigen Investitions- und Betriebskosten gerechnet werden. Die Offline-Auswertung der FC-Daten ist für die Verkehrsplanung genügend. Durch die starke politische Abhängigkeit bleiben aber die Termine für eine eventuelle Umsetzung ungewiss. Die Nutzung des Zusatzgerätes erfolgt auf einer freiwilligen Basis.

6.4 Ortung mit Handys

Die Weiterentwicklung der Handys geht mit grossen Schritten voran. Bereits heute sind Funktionen realisiert, welche weit über das reine telefonieren hinausgehen. Eine Entwicklungsrichtung geht in die verbesserte Ortung der Handys. Dadurch können über das Handydisplay eine Vielzahl von weiteren Informationen zur Verfügung gestellt werden (Stadtplan mit aktuellem Standort, Standort des nächstgelegenen Parkhauses, Hotels etc.). Die Positionsbestimmung erfolgt dabei über die GSM-Antennen und ist unabhängig von GPS, bzw. funktioniert überall, wo auch mit dem Handy telefoniert werden kann. [5],[8]

Beurteilung

- **Entwicklungsstand / Technologie / Verbreitung:** In der Schweiz sind bereits über 3 Millionen Handys im Einsatz. Durch die Liberalisierung im Telefonmarkt ist eine Konkurrenzsituation zwischen den Kommunikationsanbietern entstanden, welche die Entwicklung immer neuer Dienste stark vorantreibt. Bereits heute bieten einige Mobilfunkbetriebe aktuelle Verkehrsinformationen über das Handy-Netz an.
- **Weiterentwicklungspotential:** Mit neuen Ortungsverfahren (Kombination von GSM mit GPS) ist es denkbar, dass Positionen auf weniger als 10m Genauigkeit bestimmt werden. Für das Mapping auf das Verkehrsnetz ist dies genügend genau. Heute ist eine Ortung mit einer Genauigkeit von 500m möglich [18]. Die Entwicklung wird noch weiter vorangetrieben
- **Stichprobe:** Die Stichprobe ist zufällig und relativ gross. Die Positionsbestimmungen müssen bezüglich Positionen von Fahrzeugen gegenüber den Positionen von Handys, welche sich nicht in einem Fahrzeug befinden, gefiltert werden.
- **Aufwand / Komplexität:** Die Konkurrenzsituation der Mobilfunkanbieter hat einerseits den Vorteil, dass die Entwicklung vorangetrieben wird. Allerdings wird durch die Konkurrenzsituation ein Zusammenarbeiten mit verschiedenen Firmen erschwert. Es ist auch anzunehmen, dass unterschiedliche Datenformate verwendet werden.
- **Investitionskosten:** werden durch den Aufbau der Handynetze bereits abgedeckt. Zusätzliche Investitionen fallen in der Entwicklung einer entsprechenden Software und den Aufbau der Datenzentrale (entsprechend den anderen Lösungsansätzen) und den Einkauf der Daten von den Mobilnetzbetreibern an. Für den Betrieb fallen zudem keine Kommunikationskosten zwischen dem Handy und der Datenzentrale an.

- **Betriebskosten:** Es fallen für die Ortung keine Kommunikationskosten an. Die Betriebskosten beschränken sich auf das Sammeln und Auswerten der Daten.
- **Datenschutz:** Bereits im letzten Jahr haben einige Pressemitteilungen, in denen über die Verfolgungsmöglichkeiten von Handys berichtet wurde, für Aufsehen gesorgt. Mit entsprechenden Anonymisierungsfunktionen sollte der Personenschutz aber gewährt werden können.
- **Rahmenorganisation:** Um die Daten für die Verkehrsplanung nutzen zu können, ist eine enge Zusammenarbeit zwischen den privaten Mobilfunkanbietern und den Datensammelstellen für die Verkehrsinformationen erforderlich.
- **Nutzen für die Verkehrsplanung:**
 - Linkreisezeiten: sind bestimmbar
 - Ereigniserkennung: passiv nicht möglich
 - Wunschlinien: evt. in Zusammenarbeit mit Anfragen für Routenempfehlungen via Handy erfassbar

Fazit:

Es bestehen gute Umsetzungschancen. Allerdings muss eine Zusammenarbeit zwischen sich konkurrierenden Firmen hergestellt werden. Der Datenschutz ist ein Hauptproblem dieses Ansatzes.

6.5 Ausstattung der Fahrzeuge mit FCD-Einheiten

Dieser Lösungsansatz betrachtet die Ausrüstung von Fahrzeugen mit dedizierten FCD-Einheiten. Diese Einheiten sind in der Lage die FCD-Grunddaten und allenfalls auch XFCD zu liefern. Die Erfassung erfolgt kontinuierlich oder ereignisorientiert. Der Markt bietet bereits verschiedene Produkte an, welche für die Erfassung und Übertragung von FC-Daten geeignet sind.

Der Lösungsansatz kann in drei verschiedene Varianten umgesetzt werden:

- Aufrüstung von bestehenden Fahrzeugen
- Serienausstattung von Neuwagen
- Zusätzliche Kopplung mit Navigationssystemen

Bei allen Varianten ist eine aktive Mitwirkung der Automobil- und der Kommunikationsindustrie unumgänglich.

Beurteilung:

- **Entwicklungsstand / Technologie / Verbreitung:** Die Basistechnologien für die Ortung (GPS, dGPS, Handys) und für die mobile Kommunikation werden produktiv eingesetzt. Die Verbreitung von spezifischen FCD-Einheiten ist allerdings noch schwach und das Spezialisten Know-how dementsprechend nicht stark verbreitet.
- **Weiterentwicklungspotential:** Das Weiterentwicklungspotential ist sehr gross, vor allem für die Serienausstattung von Neuwagen und die Kopplung mit Navigationssystemen. In Zukunft sollen im Fahrzeug eine ganze Palette von integrierten Diensten angeboten werden. Die meisten verlangen eine Ortungs- und eine Kommunikationskomponente. Beide bilden einen wichtigen Teil für die Erfassung und Übertragung von FC-Daten.
- **Datenqualität:** gut für FCD-Grunddaten
- **Stichprobe:** In Zukunft ist mit einer hohen Stichprobe zu rechnen, allerdings müssen die Dienste für den Automobilisten noch attraktiver werden.
- **Aufwand / Komplexität für die Umsetzung:** Der Aufwand für die Umsetzung ist für die Automobilindustrie gross und kann von extern nicht beeinflusst werden. Die Komplexität für die Um-

setzung ist nicht zu unterschätzen. Vor allem die Ereigniserkennungsalgorithmen müssen noch verfeinert werden.

- **Investitions- und Betriebskosten:** Investitionskosten sind Sache der Automobilindustrie. Allerdings müssen die Einheiten attraktiv angeboten werden um eine vernünftige Verbreitung erreichen zu können (Beispiel siehe [16]). Bei den Betriebskosten müssen vor allem die Kommunikationskosten gesenkt werden.
- **Datenschutz:** ist Sache der Schnittstelle Fahrzeug / Datenzentrale. Anforderungen sind in prENV ISO 14821 festgelegt.
- **Rahmenorganisation:** Für die Serienproduktion und den Vertrieb der FCD-Einheiten wird ein grosses Engagement der Automobil- und der Kommunikationsindustrie verlangt. Der Betrieb verlangt den Aufbau einer Datenzentrale für die Aufbereitung und die Verbreitung der Informationen.
- **Nutzen für die Verkehrsplanung:**
 - Linkreisezeiten: sind bestimmbar.
 - Ereigniserkennung: möglich.
 - Wunschlinien: möglich..

Fazit:

Umsetzungschancen noch ungewiss. Umsetzung der Lösungen ist abhängig vom Willen der Automobilindustrie auf Serienausstattung zu setzen. Falls Interesse an Zusatzdiensten (Pannruf, Notruf, Reiseinformation, ...) wächst, könnte die Erfassung von FC-Daten im Hintergrund mitlaufen. Datenschutzaspekt ist wenig problematisch wenn Dienste attraktiv genug sind (vgl. mit heutiger Handy-Kommunikation).

6.6 Road-Pricing (autonome Systeme)

Systeme für die dynamische Erhebung von Netzgebühren sind bereits in einigen europäischen Ländern in Betrieb (Frankreich, Italien, Spanien, ...) [27]. Die eingesetzten Technologien sind entweder Funk-Baken mit DSRC (Siehe Kapitel 6.7, bereits weit entwickelt und standardisiert) oder autonome Systeme mit GPS (werden noch nicht in Produktion eingesetzt). In Zukunft sollen auch dynamische Erhebungen von Gebietsgebühren möglich sein. Die Ortung soll ebenfalls über GPS erfolgen können. All diese Systeme könnten zusätzlich für die Erfassung von FC-Daten eingesetzt werden. Es wären in diesem Zusammenhang die Nutzung von Synergien möglich.

- **Entwicklungsstand / Technologie / Verbreitung:** Road Pricing-Systeme werden nur in einem kleinen Umfang in Frankreich und Italien für die Erfassung von FC-Daten verwendet. Die Technologien sind vorhanden und produktiv nutzbar.
- **Weiterentwicklungspotential:** hoch, wenn Road-Pricing in der Schweiz eingeführt wird.
- **Datenqualität:** Gut, im Hinblick auf korrekte Abrechnungen
- **Stichprobe:** gross, da Berücksichtigung des Individualverkehrs.
- **Aufwand / Komplexität für die Umsetzung:** Geringer Aufwand für die Umsetzung der Datenerfassung, da FC-Daten als "Abfallprodukt des Road-Pricing" anfallen würden. Komplexität kontrollierbar, da Datenstrukturen für das Road-Pricing sehr ähnlich mit FCD-Grunddaten sind.
- **Investitions- und Betriebskosten:** Fahrzeugseitig gehen die Investitionskosten zu Lasten des Road-Pricing. Investitionen für den Aufbau der FC-Datenzentrale (ähnlich wie bei allen anderen Lösungsansätzen) und die Vernetzung mit Road-Pricing-Abrechnungszentralen sind notwendig.

Betriebskosten nur für Kommunikation mit Road-Pricing-Abrechnungszentralen und für den Betrieb der FCD-Zentrale.

- **Datenschutz:** Muss für FC-Datenabgabe noch gelöst werden, da für Road-Pricing per Definition die Daten nicht anonym sein dürfen.
- **Rahmenorganisation:** Aufbau privater Organisation(en) für den Betrieb der FCD-Zentralen auf verschiedenen Perimetern (Stadt, Region, Nation) denkbar. Public-Private-Partnership für den Betrieb notwendig
- **Nutzen für die Verkehrsplanung:**
 - Linkreisezeiten: sind bestimmbar (z.B zwischen 2 Zahlstellen)
 - Ereigniserkennung: möglich
 - Wunschlinien: möglich.

Fazit:

Umsetzungschancen sind direkt abhängig von der Verkehrspolitik. Falls Road-Pricing eingeführt wird, sollten die Bedürfnisse für FC-Daten zwingend berücksichtigt werden.

6.7 Erweiterung ortsfester Erfassungssysteme

Lokale Verkehrsbeeinflussungsanlagen liefern bereits heute FC-Daten für die Aufbereitung von Verkehrszuständen. In der Zukunft könnten andere "leichtere" Technologien (z.B. Integration von Passiv Target Flow Measurements PTFM, welches allerdings witterungsabhängig ist) für die ortsfeste Erfassung und Fahrzeugwiedererkennung auf Autobahnen eingesetzt werden. [11]

Eine Variante dieses Lösungsansatzes besteht darin, die Technik der LSVA-Geräte auszunutzen und analog zu den mobilen "LSVA-Enforcement-Baken" ein Netz von stationären Funkbaken aufzubauen, mit welchen die LSVA-Geräte verfolgt werden könnten. Bereits mit der auf 1.1.2001 in Betrieb gelangenden Installation könnten Wunschlinien des Transit-Verkehrs ausgewertet werden.

Beurteilung:

- **Entwicklungsstand / Technologie / Verbreitung:** Produktive Systeme und Know-how sind vorhanden. Einige Projekte laufen in der Schweiz (z.B. VLS N2/N3, VBS EXPO.01, VBS Grauholz). Bei der PTFM-Technologie ist die Wiedererkennungsrate abhängig von den Witterungsverhältnissen (Regen, Nebel, Schneefall).
- **Weiterentwicklungspotential:** geographisch beschränkt auf Autobahnen und wichtige Hauptstrassen.
- **Datenqualität:** Gut, Produktion von Verkehrszuständen
- **Stichprobe:** Eher hoch (> 80%), abhängig von der Wiedererkennungsrate
- **Aufwand / Komplexität für die Umsetzung:** Aus Erfahrung mit realisierten Projekten hoch, da Zusammenarbeit mit Systemlieferanten schwierig. Komplexität meisterbar, da lokale Projekte mit wenigen Beteiligten betroffen sind. Die Verknüpfung der verschiedenen lokalen Systemen ist aber wiederum sehr problematisch (Verfolgung der Fahrzeuge über mehrere lokale Systeme hinweg).
- **Investitions- und Betriebskosten:** Grosse Investitionskosten für die Vorortausrüstungen. FC-Daten können als "Abfallprodukt" betrachtet werden. Betriebskosten fallen für die Wartung der Anlagen, die Überwachung der Anlagen und den Betrieb der Datenzentrale an.
- **Datenschutz:** Ist gewährleistet, da bereits die Erfassung anonym erfolgt (Verfolgung codierter Nummernschilder).
- **Rahmenorganisation:** Nutzen der Betriebsorganisation für das Verkehrsmanagement

- **Nutzen für die Verkehrsplanung:**
- Linkreisezeiten: sind bestimmbar.
- Ereigniserkennung: sind nur indirekt über Linkreisezeiten bestimmbar.
- Wunschlinien: kaum möglich, da hoher Ausbaugrad nötig ist.

Fazit:

Umsetzungschancen in Zukunft mässig, da relativ hohe Investitionen notwendig sind. Die Entwicklung der neuen Erkennungstechnologien (PTFM) müssen aber trotzdem verfolgt werden. Für stark befahrene Strassen ein interessanter Ansatz, ist aber kaum flächendeckend umsetzbar (hohe Investitions- und Betriebskosten).

7 Empfehlungen

Die im Kapitel 6 aufgeführten Lösungsansätze sind alle auf der Ebene Datenerfassung angesiedelt (Struktur gemäss Kapitel 3.1). Diese Komponente bildet das Fundament eines gut funktionierenden FCD-Systems. Die Empfehlungen für das weitere Vorgehen werden an Hand von konkreten Aktivitäten ergänzt. In Abbildung 7-1 sind die beschriebenen Lösungsansätze in die Systemarchitektur eingezeichnet. Die Empfehlungen sind als Aktivitäten in grau hinterlegten Texten aufgeführt.

Die Beschreibung der Empfehlungen erfolgt pro Systemkomponente in den Kapiteln 7.1 bis 7.5.

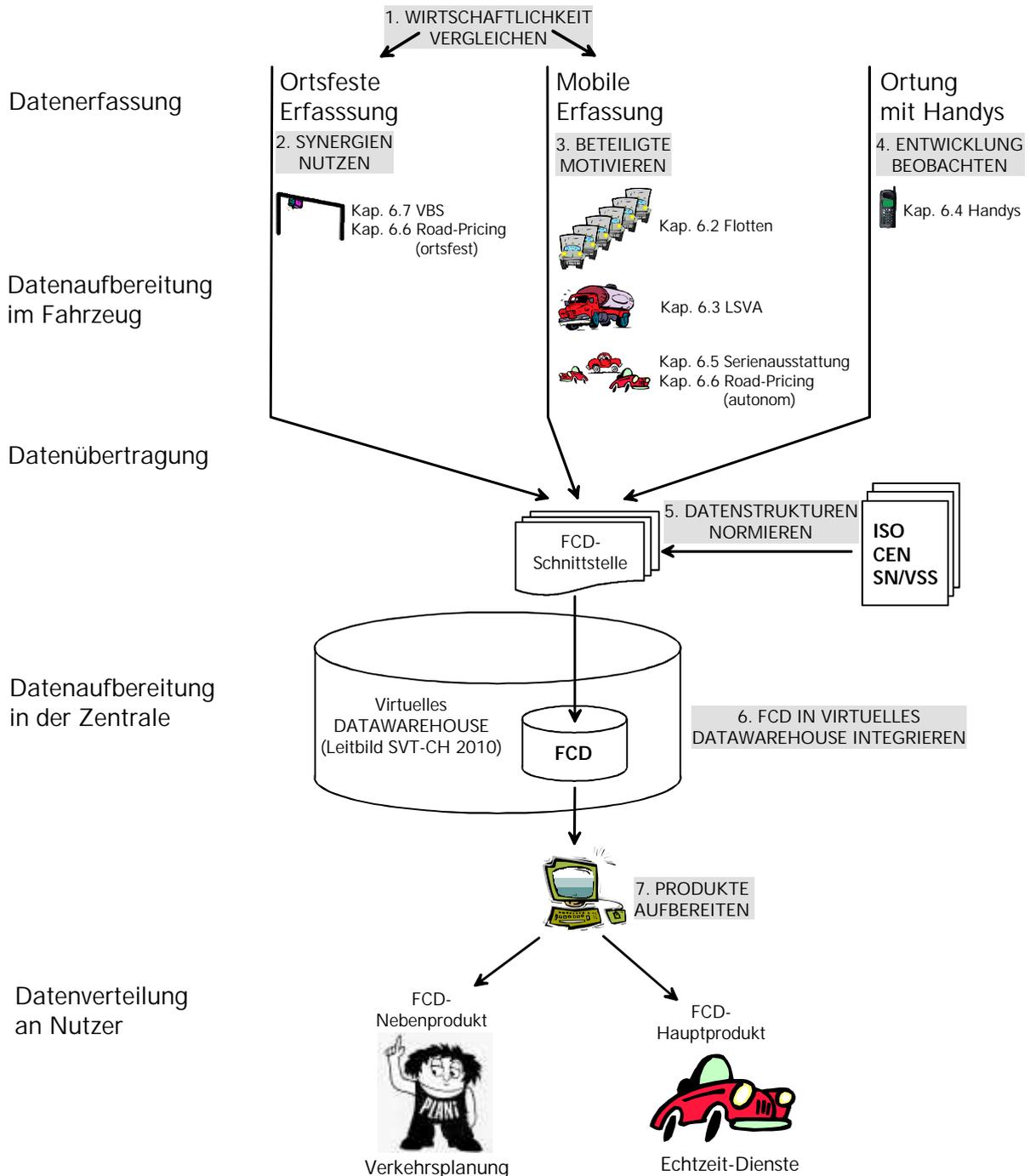


Abbildung 7-1: Empfehlungen für das weitere Vorgehen

7.1 Datenerfassung

Bei der Datenerfassung stehen die mobilen Datenerfassungssysteme in Konkurrenz mit den ortsfesten Datenerfassungssysteme (vergleiche Kapitel 1.4). Da diese beiden Systeme sich unterschiedlich entwickeln werden und auch nicht genau die gleiche Information liefern, wäre es zum heutigen Zeitpunkt unvorsichtig, das eine oder andere System zu bevorzugen. Bei der mobilen Datenerfassung geht es um die Lösungsansätze 6.2 (Flottenmanagementsysteme), 6.3 (Nutzung LSVA-Gerät), 6.5 (Serienausstattung mit FCD-Einheiten) und 6.6 (autonome Road-Pricing-Systeme). Bei der ortsfesten Erfassung handelt es sich um die Lösungsansätze 6.6 (ortsfeste Road-Pricing-Systeme) und 6.7 (VBS-Systeme).

Empfehlung 1: Wirtschaftlichkeitsvergleich mobile und ortsfeste FCD-Erfassungssysteme.

Wir empfehlen, die Wirtschaftlichkeit der beiden Systeme der mobilen und der ortsfesten Erfassung von FC-Daten zu vergleichen. Dies sollte im Rahmen eines weiterführenden Forschungsauftrages erarbeitet werden. Mit einer vertieften Kenntnis der Kosten / Nutzen-Aspekte sollten die Grundlagen geschaffen werden für zukünftige Investitionen in FCD-Systeme.

Empfehlung 2: Weiterverwendung von FCD aus Verkehrsbeeinflussungssystemen.

In verschiedenen Regionen der Schweiz sind Systeme für die automatische Verkehrsbeeinflussung in Betrieb oder in Planung. Dies betrifft vor allem hoch belastete Strassennetzabschnitte (Grauholz, Basel / Pratteln, Umfahrung Zürich). Wir empfehlen für alle zukünftigen Projekte, die sich mit der Ausrüstung des Strassennetzes mit Verkehrsbeeinflussungssystemen befassen, bereits im Pflichtenheft die mögliche Lieferung von FC-Daten (gemäss den noch zu erstellenden Normen) einzubeziehen.

Empfehlung 3: Motivieren der Verkehrsteilnehmer als Datenlieferanten.

Um FCD nutzen zu können, muss ein gewisser Ausrüstungsgrad im Bereich der Datenerfassung erreicht werden (Vergleiche Kapitel 4). Die Einführung der entsprechenden Geräte muss daher gefördert werden.

Um die potentiellen Datenlieferanten zu motivieren, sind verschiedene Methoden denkbar (vergleiche auch [16]: Einführung mit einem Lotteriespiel). Die serienmässige Ausstattung wird stark von der Automobilindustrie beeinflusst. Die Möglichkeiten der Einflussnahme werden hier als gering eingestuft. Dagegen bestehen bessere Chancen, grössere Flotten (private und öffentliche) für die entsprechenden Investitionen zu motivieren. Die entsprechenden Strategien sind in Abhängigkeit der Resultate einer vertieften Kosten/Nutzen-Analyse (Empfehlung 1) zu entwickeln.

Durch die Einführung der LSVA per 1.1.2001 steht ein grosse Menge an potentiellen FCD-Lieferanten zur Verfügung. Die beiden aufgezeigten Möglichkeiten (ortsfeste Ausrüstung Kapitel 6.7, bzw. Erweiterung des Onboard-LSVA-Gerätes Kapitel 6.3) sollen ebenfalls in der vertieften Kosten / Nutzen-Analyse Beachtung finden (Vergleiche Empfehlung 1). Dadurch dass eine im Prinzip FCD-fähige Grundausstattung produktiv vorhanden sein wird, kann mit einem vergleichsweise geringen Aufwand für deren FCD-Erweiterung gerechnet werden.

Empfehlung 4: Entwicklung der Ortungstechnologien im Telekom-Bereich genau beobachten.

Die Funktionalitäten der Mobiltelefonie werden täglich erweitert (Vergleiche Kapitel 3.4.2). Gerade im Bereich der Ortung von Mobiltelefonen (sei dies durch reine GSM-Ortung oder mit GPS/GSM-Kombinationen, welche demnächst auf den Markt kommen werden) wird es weitere Neuigkeiten geben, da in Diensten auf Basis geografischer Daten ein grosses Potential steckt. Es ist denkbar, diese Ortungsdaten auch im Sinne von FCD auszuwerten. Die Entwicklung ist zu beobachten, da kaum von aussen Einfluss genommen werden kann.

7.2 Datenaufbereitung im Fahrzeug

Der Prozess der Datenaufbereitung im Fahrzeug ist abhängig von der eingesetzten Technologie für die lokale Verarbeitung der FC-Daten. Es ist in Zukunft damit zu rechnen, dass dieser Prozess, weiterhin unter der Verantwortung der Lieferanten von FCD-Einheiten stehen wird. Ein externer Einfluss ist unwahrscheinlich, so dass zu dieser Komponente keine Empfehlungen abgegeben wird.

7.3 Datenübertragung

Die Datenübertragungstechnologie untersteht einem sehr hohen Entwicklungsrhythmus. Die heute verwendeten Technologien (SMS) werden in naher Zukunft durch neue Möglichkeiten ergänzt werden. Für die Datenübertragungstechnologie ist aber FCD nur von zweitrangiger Bedeutung, daher ist es nicht möglich in diesem Bereich Einfluss zu nehmen.

7.4 Datenaufbereitung in der Zentrale

Empfehlung 5: Normierte Datenstrukturen für FC-Daten schaffen.

Bei der Datenaufbereitung in der Zentrale fliessen Daten aus verschiedenen Quellen zusammen. Diese Quellen können auch unterschiedliche FCD-Quellen sein (ortsfeste Erfassung, mobile Erfassung, FCD-Einheiten, XFCD-Einheiten). Sollen diese Daten zu nutzbaren Informationen aufgewertet werden, ist auf der Schnittstelle für die Datenübernahme in das Datawarehouse (vergleiche Empfehlung 6) auf konzeptionell abgestimmte Datenstrukturen zu achten. Im Hinblick auf offene FCD-Systeme sind die Datenstrukturen der Schnittstelle zu normieren. Wir empfehlen die Aktivitäten der EU, CEN TC 278 und des GATS-Forums zu beobachten. Die europäischen Normen sind auch für die Schweiz, durch die VSS Expertenkommission 33.03, in SN-Normen umzusetzen.

Empfehlung 6: FC-Daten im "virtuellen Datawarehouse" VT 2010 berücksichtigen.

Wie in Anhang B und C gezeigt, liefert FCD Daten, welche nicht mit anderen Mitteln erfasst werden können und sich gut mit anderen Datenquellen kombinieren lassen. Von daher ist es sinnvoll in einer zukünftigen Verkehrstelematik-Systemarchitektur, die FC-Daten des Strassennetzes als Teil eines Informationssystems Strasse zu verstehen. Das Verkehrstelematik-Leitbild [43] beschreibt dieses Informationssystem als "virtuelles Datawarehouse". Die FC-Daten werden im Datawarehouse auf ihre Zuverlässigkeit geprüft und bilden zusammen mit anderen Datenquellen einen Datenbestand von hoher Qualität.

7.5 Datenverteilung an Nutzer

Die gesammelten FC-Daten müssen im Hinblick auf deren Verwendung ausgewertet werden. In diesem Bericht wurde bereits auf die Bereiche für die Verwendungsmöglichkeiten in der **Verkehrsplanung** hingewiesen (Vergleiche Kapitel 5.3).

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass Informationen aus FCD bestenfalls als Nebenprodukt in die Verkehrsplanung einfließen. Der primäre Nutzen von FCD liegt in der Aufbereitung von **aktuellen Verkehrsinformationen**. Deshalb sollen auch die Daten in dieser Weise aufbereitet werden. Der Nutzen liegt dabei direkt bei den Datenlieferanten, was deren Motivation für die Anschaffung entsprechender Endgeräte steigern könnte (Vergleiche Empfehlung 3).

Empfehlung 7: FC-Daten für die Verkehrsplanung aufbereiten.

Die entsprechenden Auswertungsprozesse müssen in das Datawarehouse integriert werden. Dadurch können die FC-Daten mit anderen Daten kombiniert werden (vergleiche auch Kapitel 4).

Um den Nutzen der FC-Daten in Kombination mit anderen Daten aufzuzeigen (Vergleiche Kapitel 4), empfehlen wir, einen weiterführenden Forschungsauftrag an die Hand zu nehmen, welcher sich mit den Synergien und Zusatznutzen bei der Integration von FCD in das Datawarehouse nach dem Leitbild SVT-CH 2010 [43] auseinandersetzt.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Abay&Meier, Albrecht&Partner AG, Holinger AG, Rapp AG, Sigmaplan AG: Erhebungen zum Güterverkehr. SVI-Forschungsauftrag 41/91, S+V-Nr. 228, Oktober 1991
- [2] ASTRA: Strassendatenbank STRADA-DB Pilotapplikation "Verkehrsdaten". Bundesamt für Strassenbau, September 1995 - Kurzbericht der Konzeptphase
- [3] ASTRA: Schweizerische Strassenverkehrszählung 1995. Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Strassenbau, Sigmaplan, Bern 1996
- [4] ASTRA: Jahresbericht 1998. Bundesamt für Strassen, (4.August 1999)
- [5] Basler Zeitung (27.Oktober 1999). Das Handy als Kompass. Basler Zeitung, S.63
- [6] BMBF Aktuell (18.August 1999). 12 Millionen DM für "Wayflow" bewilligt. Internet, 8.12.1999 (www.iid.de/aktuelles/presse/pm180899.html) – Pressemitteilung
- [7] Bowerman David: Bringing open GATS standard to the market. In: ERTICO NEWS (Mai 1999), Nr.5/99, S.3f
- [8] Communications: Commercial GSM Location, Route Guidance Services Expected by Year End. In: The intelligent Highway (2.August 1999), Volume 10, S.10 ff
- [9] DDG: Informationsmappe. Düsseldorf – Produkteprospekt
- [10] DDG: Diskussion FCD. Gesprächsnotizen zur Sitzung vom 4.8.1999 in Düsseldorf
- [11] Düggele Philippe: Verkehrsbeeinflussungssystem auf der N1. In: Strasse und Verkehr (April 1996), Nr.4, S.222 ff
- [12] Ernst Basler+Partner AG: Verkehrsgrundlage für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen. SVI-Forschungsauftrag 45/94, S+V-Nr. 388, September 1997
- [13] FELA Management AG: CarLoc, kennt die Position Ihrer Fahrzeuge. – Produktprospekt
- [14] Gedas Telematics: Ihr Fahrzeug auf der Datenautobahn, Sicherheits- und Informationsdienste für den Strassenverkehr. Berlin – Firmenprospekt
- [15] Hagenmeier Frank; Linssen Jan; Kroes Eric: A new, probe vehicle-based Floating Car Data system: Concept, implementation and pilot study. In: Traffic Engineering+Control, April 1999, S.200 ff
- [16] Hoogenboom Mark: The grand draw. In: Traffic Technology International, Oktober/November 1999, S.66 ff
- [17] Huber W., Kirschfink H.: Perspectives of Mobile Data Collection. Inter-Urban Transport Telematics Forum, 16.November 1999 – Präsentationsfolien
- [18] Kohler T.; Die Bedeutung von GIS in einem Telekom-Unternehmen. GIS SIT 2000 Forum Fribourg, Fribourg, 11.-13. April 2000
- [19] Kohring Markus; Carsten Michalski: Verfügbarkeit und Genauigkeit eines SaPos gestützten RTK-GPS im Hamburger Citybereich. Internet, 18.1.1999 (www.fh-hamburg.de/v/diplom/markus_kohring/kuzufa.html) – Diplomarbeit

- [20] Michler E.; Buchroitner M.-F.; K. Janscheck: Traffic Data Generation by Satellite-Based Floating Car Data and Image Technology – Proposal
- [21] Michler E.; Buchroitner M.-F.: Satellite Based Real-Time Traffic Monitoring and Traffic Data Collection. Conference Proceedings, 5th World Congress on Intelligent Transport Systems, Seoul (Korea), 12.-16. Oktober 1998
- [22] Michler E.; Wrase B.; F. Gössel: Fahrzeuggenerierte Verkehrsdatengewinnung mit LEO-FCD-Systemen. In : Kleinheubacher Berichte 42 (1998), S.378 ff
- [23] Michler E.; Wrase B.; F. Gössel: Traffic Data Collection based on Uncomplete and/or unreliable Traffic Data Sources. TU Dresden (1999) – Forschungsbericht
- [24] Ministerie van Verkeer en Waterstaat: Floating Car Data: Cummunicatie Voertuig-Wal, Wegen naar de teekomst. Holland, 1999 – Schlussbericht
- [25] Ministerie van Verkeer en Waterstaat: Floating Car Data: Projectbeschrijving voor industrie. Holland, 1997 – Projektbeschreibung
- [26] Ministerie van Verkeer en Waterstaat:: Evaluatie van Prelude: meting van reistijden met de 'Floating Car'-methode.Delft (Holland), 1999 (1-411/2049) – Forschungsbericht
- [27] NFP 41: Verkehr und Umwelt: Möglichkeiten und Grenzen zusätzlicher Anwendungen des LSVa-Erhebungssystem, 1999. – Schlussbericht
- [28] Norm prENV ISO 14821 Nov.98. Road Transport Traffic Telematics, Traffic and Traveller Information (TTI); TTI Messages via Cellular Networks
- [29] Oberstein Karla: Collection and use of floating car data, experiences of Berlin. Siemens AG, Beitrag am ITS-Kongress 1997 in Berlin
- [30] Oberstein Karla: Diskussion FCD, 7.5.1999 – Telefonnotiz
- [31] Passo Mannesmann: Eintscheidungsfreiheit im Strassenverkehr. Düsseldorf – Produkteprospekt
- [32] Passo Mannesmann: Fleet, Das Info-System für eine bessere Logistik. Düsseldorf – Produkteprospekt
- [33] Pirjo Larima: VERDI Feldversuch. Mannesmann Autocom (10.Mai 1999) – Schlussbericht
- [34] Proposal ITS-1999-10570 Jun.99. Part C description of contribution to EC policies, economic development, management and participants, Floating Car Data for Telematic Applications in Transport in Europe – Proposal
- [35] Schober Wolfgang: Accessing the Potential of Short-Term-Predection in a Dynamic Route Guidance System by Evaluating its Floating Car Data. Hensch/Boesefeldt GmbH Berlin, Beitrag am ITS-Kongress 1997 in Berlin
- [36] Schober Wolfgang: Diskussion FCD. 16.4.1999 – Telefonnotiz
- [37] Schweizerische Bundesverwaltung – Eidgenössische Oberzolldirektin: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe, Projektstand Juni 1998. Bern, 1998 – Projektbericht
- [38] Sonntags Zeitung (27.Februar 2000). Gratis-Handy im Auto. Basler Zeitung, S.87

- [39] Stauch Oliver: Integration eines Langwellen-dGPS in ein GPS-Datenerfassungssystem für den mobilen Einsatz. Internet, 18.1.2000 (www.home.fh-karlsruhe.de/~beot0001/studstauch.html) – Studienarbeit
- [40] Tarpin Christian: Diskussion FCD, 30.8.1999 – Telefonnotiz
- [41] Tegar: Wo TEGARON ist, ist auch ein Weg. Bonn – Produkteprospekt
- [42] Trafficmaster: Trafficmaster. Internet, 15.2.2000 (trafficmaster.co.uk)
- [43] UVEK: Strassenverkehrstelematik (SVT-CH 2010): Leitbild für die Schweiz im Jahre 2010. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, 1999
- [44] VISIONAUTE: A tout moment dans votre voiture: le temps de parcours et le bon itinéraire – Produkteprospekt

Anhänge

ANHANG A**Glossar / Begriffe**

ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
AIPCR	Association internationale permanente des congrès de la Route
ASTRA	Bundesamt für Strassen
ATA	Alpentransitabgabe
CEN	Comité Européen de Normalisation
City FCD	Floating Car Data im Stadtverkehr
DAB	Digital audio broadcasting
DDG	Gesellschaft für Verkehrsdaten
dGPS	Differential GPS
DRGS	Dynamic route guidance system
DRIVE	Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe
DSRC	Dedicated short range communication
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DVB	Dynamisches Verkehrsleitsystem Berlin
EK	Experten Kommission
ENV	Vorläufige Europäische Norm
ERTICO	Organisation zur Förderung von ITS in Europa
EU	Europäische Union
FA	Forschungsauftrag
FCD	Floating Car Data
GATS	Global Automotive Telematics Standard
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GNSS	Globale Navigations-Satelliten-Systeme
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communication
HVF	Heavy vehicles fee (Schwerverkehrsabgabe)
IR	Infrarot
ISO	International Standardisation Organisation
ITF	Intertraffic
ITS	Intelligent Transport System
iV	Individual Verkehr
LEO	Low Earth Orbit
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
MARTA	Motorway Application für Road Traffic Advisor
NAVIS	Nationales Verkehrsinformationssystem
OBU	On-Board Unit
ÖV	Öffentlicher Verkehr
OZD	Eidgenössische Oberzolldirektion
PENT	Personenverkehr differenziert nach Verkehrszweck
PRELUDE	Pilotprojekt für die Implementierung von FCD in Holland
prENV	Entwurf Vornorm der CEN
PROMETHEUS	Programm for a European Traffic System with Highest Efficiency and Unprecedented Safety
PTFM	Passiv Target Flow Measurement
RDS	Radio Data Service
RHAPIT	Rhein/Main Area Project for Integrated Traffic Management
Road-Pricing	Sammelbegriff für unterschiedliche Methoden zur Erhebung von Strassenabgaben
S+V	Strasse und Verkehr (Zeitschrift)

SMS	Short Message Service
SN	Schweizer Norm
SOCRATES	System of Cellular Radio for Traffic Efficiency and Safety
STORM	Stuttgart Transport Operation by Regional Management
STRADA-DB	Schweizerische Strassendatenbank
SVI	Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure
SVT	Strassenverkehrstelematik
TAG	Elektronische Vignette
TC	Technical Committee (bei CEN)
TELEMATIK	Telekommunikation und Informatik
TELTEN	Telematics Implementation of the Trans European Road Network
TERN	Trans European Road Network
TICS	Traffic Information and Control System
TMC	Traffic Message Channel
TTI	Traffic and Traveller Information
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VBS	Verkehrs-Beeinflussungs-System
VERDI	Vehicle Relayed Dynamic Information
VIKS	Verkehrsinformations- und Kontrollsystem
VIZ	Nationale Verkehrsinformationszentrale (Genf)
VLS	Verkehrsleitsystem
VSM	Verkehrssystemmanagement
VSS	Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute
WAP	Wireless Application Protocoll
WG	Working group
WL	Wunschlinien
WVS	Wechselverkehrssignale
XFCD	Extended Floating Car Data

ANHANG B Zusammenspiel verschiedener Datenquellen

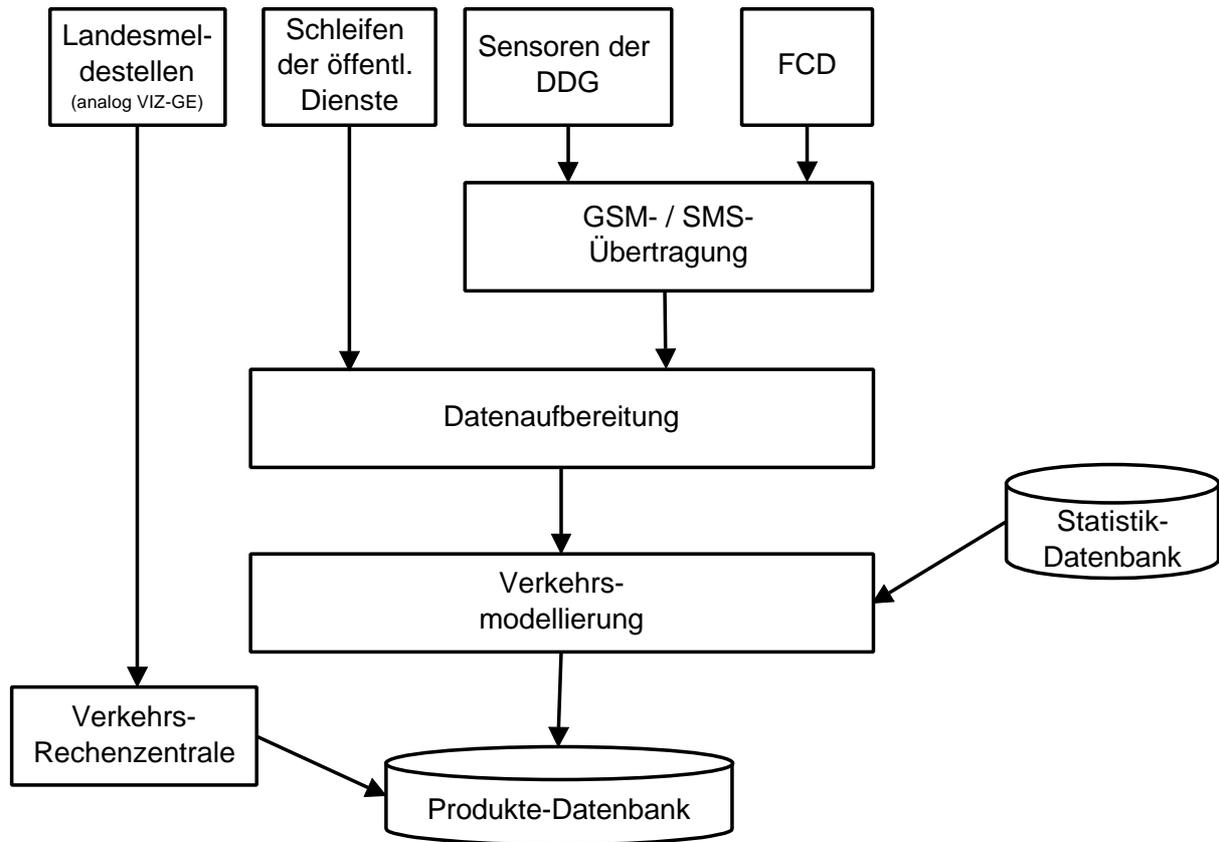


Abbildung A-8-1: Kombination von FCD mit anderen Datenquellen bei der DDG

ANHANG C Sichtfenster der einzelnen Erhebungsmethoden

Durch die Ergänzung von Verkehrsdaten mit FCD kann die Datengrundlage verbessert werden. FCD kann durch seine **Messsondencharakteristik** Verkehrsereignisse detektieren, welche von ortsgebundenen Messungen übersehen werden. FCD ist allerdings nicht geeignet für Messungen welche gezielt für einen fixen Ort bzw. Querschnitt erhoben werden. Dafür können mit FCD theoretisch Daten auf beliebigen Verkehrsnetzen gesammelt werden. Grössere Versuche auf den verschiedenen Verkehrsnetzen wurden aber bis heute nicht durchgeführt.

Die unterschiedliche Wirkungsweise der einzelnen Erhebungsmethoden wird durch folgende Abbildung verdeutlicht. Das Beispiel zeigt auf einer Verkehrsaxe den Raum gegenüber der Zeit. Durch ein Ereignis (Beispielsweise ein Unfall) wird ein Stau ausgelöst. Der Stau wird nach hinten immer länger. Nach einer bestimmten Zeit wird die Unfallstelle geräumt und der Stau beginnt sich von vorne her aufzulösen. Das Raum-Zeit-Gebilde beschreibt den Stau. Dargestellt in der Grafik sind die verschiedenen Quellen für die Verkehrsinfos bzw. den Bereich des Stauereignisses, den sie registrieren. Querschnittsmessungen mit Zählschleifen wie auch die Sensoren der DDG sind punktuell und registrieren den Stau nur, wenn der Querschnitt betroffen wird. Meldungen von Automobilisten sind örtlich und zeitlich ungenau und infolge subjektiven Einflüsse sehr heterogen. Einzig ein FCD-Fahrzeug ist in der Lage sowohl Anfang als auch Ende des Staus zu detektieren.

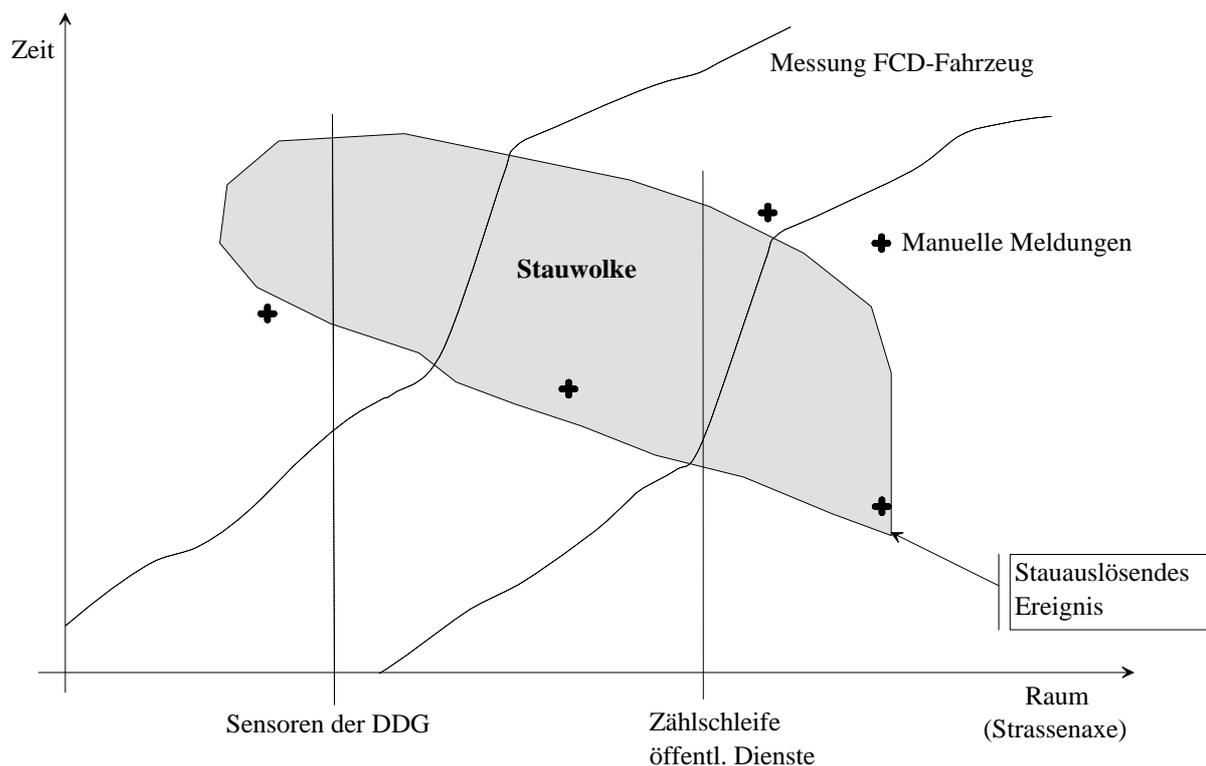


Abbildung A-8-2: Stauwolke mit Messpunkten der verschiedenen Datenquellen

FCD ergänzt die anderen Datenquellen gut, so dass in der Kombination hochwertige Informationen generiert werden können.

ANHANG D Nachfrage nach Verkehrsdaten

Datennachfrage in Umweltuntersuchungen [12]

Lärm

- Verkehrsmenge (Durchschnittlicher Tagesverkehr (06 – 22 Uhr) Durchschnittlicher Nachtverkehr (22 - 06 Uhr))
- differenziert nach Teilverkehrsmengen leise/laute Motorfahrzeuge

Luft

- Verkehrsmenge
- Emissionsfaktoren (nach typisierten Verkehrssituationen)
- Lastwagen-Anteil

Störfälle

- Verkehrsaufkommen (Durchschnittlicher jährlicher Verkehr, DJV)
- Anteil Güterschwerverkehr am DJV
- Unfallrate des Schwerverkehrs und Anteil Gefahrgutverkehr

Energie- und CO₂-Problematik

- Verkehrsgrundlagen wie im Luftbereich, zusätzlich
- Jahresfahrleistungen

Datennachfrage in Verkehrsuntersuchungen

Verkehrsplanung / Zweckmässigkeitsstudien / Verkehrsmodelle (inkl. Daten zur Kalibration der Verkehrsmodelle)

- Beschreibung Verkehrsnetz (mittlere Reisegeschwindigkeit, mittlere Fahrzeit)
- Verkehrsmengen mit Hilfe von Querschnitts- (und Knotenstrom-) Zählungen (ev. differenziert nach Morgenspitze, Abendspitze, Zwischenstunde, Randstunde, DWV, DTV)
- Distanz- und Zeitverteilungen (differenziert nach Personenwagen/Lastwagen)
- Wunschlinien (Unterscheidung der Wunschlinien im Personenverkehr nach Fahrzweck, ev. Wegeketten; Unterscheidung der Wunschlinien im Güterverkehr nach Warengruppen)
- Kenngrößen zur Verkehrserzeugung
- Belastungsgrad usw.

Parkraumplanung

- Bestimmung des Parkfeldbedarfes
- Spezifisches Verkehrsaufkommen pro PP

Verkehrstechnische Abklärungen (Leistungsfähigkeit, Dimensionierung)

- Verkehrsmenge (Spitzenstundenverkehr, ev. massgebender Viertelstundenverkehr)
- Knotenströme bei Knoten

Sicherheit

- Anzahl Unfälle/Verunfallte/Getötete
- Unfallrate/Verunfalltenrate (kombiniert mit Angaben betreffend Verkehrsmenge, Fahrleistung, soziodemografischen Angaben etc.)

ANHANG E Angebot an Verkehrsdaten

[12]

Verkehrsdaten werden heute erhoben mit Verkehrszählungen (automatisch, manuell) und mit Verkehrsbefragungen (Interview, Fragebogen). Das Datenangebot wird fünf Datengruppen zugeordnet. Zudem können Verkehrsdaten aus Schätzverfahren zur Hochrechnungen gewonnen werden.

Querschnittsdaten

Querschnittsdaten werden immer mittels Verkehrszählungen erhoben. Die Zählungen können einmalig, mehrmalig, periodisch oder permanent durchgeführt werden. Ein Datenset zu einem Strassenquerschnitt umfasst im Idealfall folgende Angaben:

- Verkehrsmenge nach Zeiteinheit (richtungsgetreunt, getrennt nach Fahrspuren)
- Fahrzeugkategorie (Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen, Motorräder, Mofa, Velo, Fussgänger)
- Geschwindigkeit (unterschieden nach Fahrzeugkategorien)

Knotenströme

- Spurbelastungen z.T. automatisch von Lichtsignalanlagen
- ev. Handzählungen, wenn zusätzlich Fahrzeugkategorie erforderlich

Routendaten

Hauptziel von Routenerhebungen = Unterscheidung Durchgangs-/Binnen-/Ziel-/Quellverkehr

- mit Interviews oder Nummernerhebungen
- mit EDV-Modellen

Verkehrsverflechtungen/Zonendaten (z.B. Wunschlinien)

- Vollständige Erhebungen liegen in der Regel nicht vor
- Befragungen zur Quelle und Ziel oder Output von Verkehrsnachfragemodellen
- Im Personenverkehr differenziert nach Verkehrszweck (PENT), für Pendlerverkehr jeweils aus Volkszählung
- Im Güterverkehr aufgrund der Gütertransportstatistik (Transportströme [tkm] nach Hauptwarengruppen, Warenfluss [t] nach Hauptwarengruppen, Leerkilometer, Warenflüsse und Transportströme nach Import/Export/Transit, Auslastungsgrad der Fahrzeuge)

Verkehrsverhalten

Das Mobilitätsverhalten der Schweizer Bevölkerung wird seit 1974 alle fünf Jahre empirisch untersucht (Mikrozensus Verkehrsverhalten):

- Tägliches Verkehrsverhalten nach Fahrtzweck PENT (Wegehäufigkeit, Wegdauer, Wegdistanz, Verkehrsmittel)
- Ausrüstung der Haushalte mit Fahrzeugen, Führerscheinbesitz und Abonnementbesitz öV
- Jährliche Fahrleistung der Fahrzeuge
- Demografische und sozio-professionelle Daten bezüglich Mobilitätsverhalten
- Fragen zur Verkehrspolitik

Kennziffern und Schätzverfahren

Liegen Verkehrsdaten nicht in der gewünschten Form vor, können sie je nach Fragestellung mit bestimmten Schätzverfahren hochgerechnet werden, welche z.T. in den VSS-Normen enthalten sind, z.B.:

- Ganglinientypen und Durchschnittlicher Täglicher Verkehr (DTV)
- Teilverkehrsmengen Tag und Nacht (Aufteilung nach Lärmschutzverordnung)
- Hochrechnung des Schwerverkehrs
- Parkierung: Kennziffern für die Verkehrserzeugung (spezifisches Verkehrspotential)

ANHANG G Adressverzeichnis

ASIT	Bitziusstrasse 40 Postfach 130 3000 Bern 32
DDG	Gesellschaft für Verkehrsdaten GmbH Niederkasseler Lohweg 20 D-40547 Düsseldorf
ERTICO	Avenue Loise 326 B-1050 Brussels
FELA Management AG	Basadingerstrasse 8253 Diessenhofen 18
Gedas GmbH	Pascalstrasse 11 D-10587 Berlin
Mannesmann Autocom GmbH	Niederkasseler Lohweg 20 D-40547 Düsseldorf
Rapp AG Ingenieure und Planer	Hochstrasse 100 4018 Basel
Rudolf Keller&Partner Verkehringenieure AG	Dufourstrasse 5 4052 Basel
Rosenthaler + Partner AG	Feldrebenweg 16 4132 Muttenz
SIEMENS AG	Hofmannstrasse 51 D-81359 München
Tegaron Telematics GmbH	Am Propsthof 74 D-53121 Bonn
TEGARON Telematics GmbH	Am Propsthof 74 D-53121 Bonn

ANHANG H Interessante Internet-Adressen

www.metager.de

www.atd.siemens.de/traffic/traffic%20telematics/telematics_d.htm

www.passo.de/pressemitteilungen/pm12119802.htm

www.iit.de/news.html

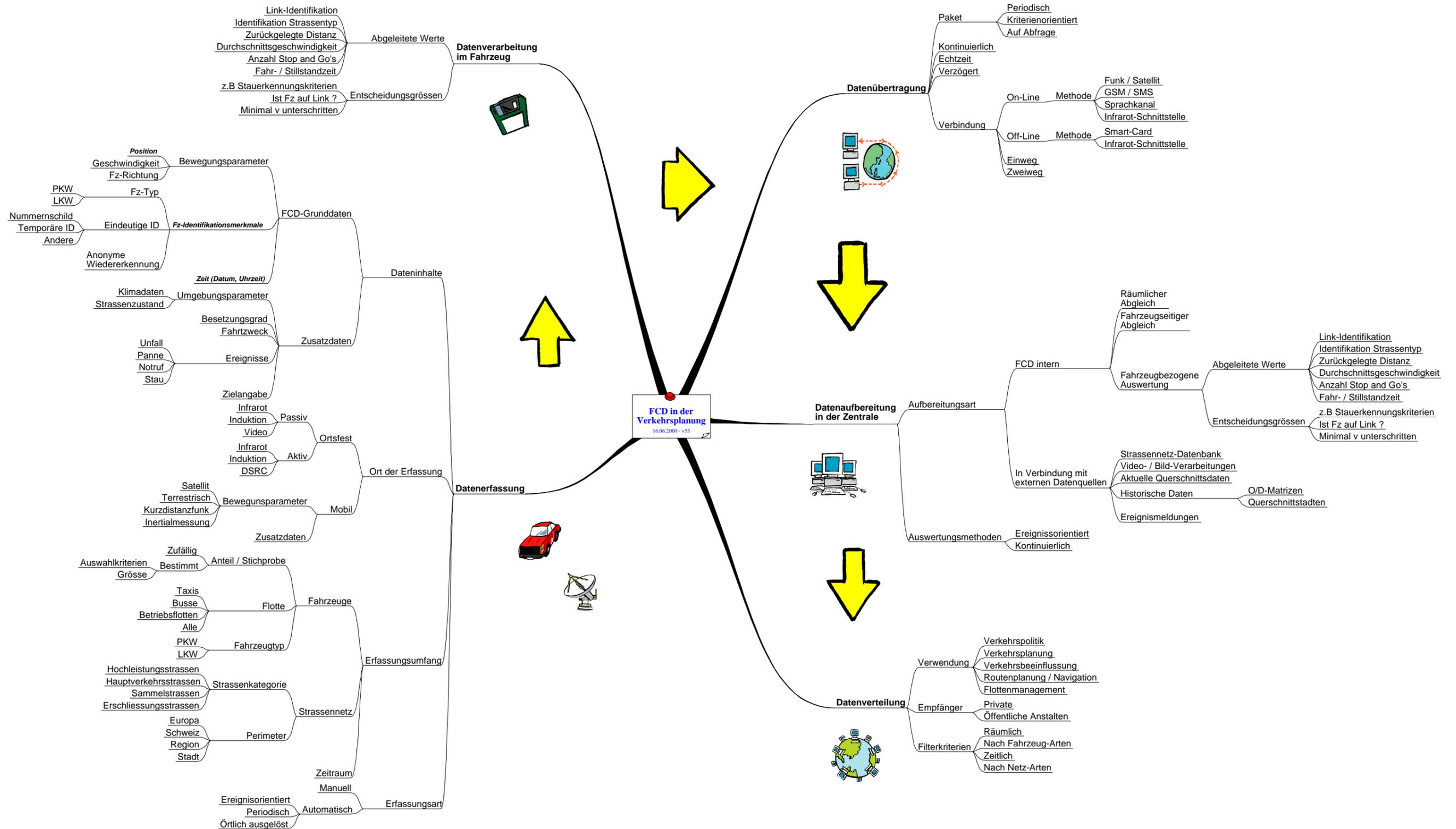
www.gedas-telematics.de/Presse/P241097.html

www.tzi.de/~anne/Brummis/grp/tele/home.html

www.minvenw.nl/rws/wnt/cvw/fcddemo/eng/fcd_4.html

www.wayflow.de

ANHANG I Mindmap FCD-Systematik



ANHANG J Forschungsberichte