

Seminararbeit

# **Der aktuelle Stand im dynamischen Routing für individuellen Straßenverkehr**

Eingereicht am:

04 August 2016

Eingereicht von:

**Simon Nimmerjahn**

Student Wirtschaftsinformatik

E-mail: winf100615@fh-wedel.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Definition dynamische Routenführung . . . . .	1
1.2 Definition von „individuellem Straßenverkehr“ . . . . .	1
1.3 Entwicklung der dynamischen Routenführung . . . . .	1
1.4 Smartphone oder klassisches Navigationsgerät wohin geht der Trend . . . . .	2
<b>2 Quellen der Verkehrsinformationen</b>	<b>3</b>
2.1 Verarbeitung von Staumeldungen . . . . .	3
2.2 TMC . . . . .	4
2.3 TPEG . . . . .	4
2.4 DAB+ . . . . .	5
<b>3 Live Traffic Dienste</b>	<b>6</b>
3.1 Datenbeschaffung . . . . .	6
3.1.1 Beispiel TomTom . . . . .	6
<b>4 Intelligent Transport System</b>	<b>8</b>
4.1 Cooperative ITS . . . . .	8
<b>5 Social Community</b>	<b>10</b>
5.1 Waze . . . . .	10
<b>6 Algorithmische Verfahren</b>	<b>11</b>
6.1 BeeJamA-VRGS . . . . .	11
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>13</b>

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Absatz von Navigationsgeräten in Deutschland von 2005 bis 2015 . . . . .	2
3.1	TomTom MyDrive . . . . .	7
4.1	Cooperative Intelligent Transport Systems . . . . .	9
5.1	Screenshots Waze App . . . . .	10
6.1	Grundprinzip des BeeJamA-VRGS . . . . .	11

# Abkürzungsverzeichnis

- BeeJamA** Bee Jam Avoidance
- DAB** Digital Audio Broadcasting
- ETSI** European Telecommunications Standards Institute
- FCD** Floating Car Data Technik
- GPS** Global Positioning System
- ITS** Intelligent Transport System
- IVS** Intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr
- NDR** Norddeutscher Rundfunk
- RDS** Radio Data System
- TMC** Traffic Message Channel
- TPEG** Transport Protocol Expert Group
- VRGS** Vehicle Route Guidance System
- XFCD** Floating Car Data Technik

# 1

## Einführung

In den letzten Jahren, hat sich die Stausituation in Deutschland massiv verschlechtert. Die Anzahl der Stauereignisse hat sich seit dem Jahre 2010 verdreifacht.<sup>1</sup> Gründe hierfür sind in erster Linie eine Häufung der Baustellen an deutschen Autobahnen. Seit 2001 bis heute sollten 2200km des deutschen Autobahnnetzes ausgebaut werden. Allerdings wurden von diesen Bauvorhaben bislang nur 50% realisiert. Aus diesen Gründen wird die dynamische Routenführung immer wichtiger für die Autofahrer, um die Zeit in der sie im Stau stehen zu minimieren.

Im Jahre 2010 gab es laut dem ADAC 185.000 Stauereignisse auf deutschen Straßen. Die Staus hatten eine Gesamtlänge von insgesamt 370.000 Kilometern. Im Jahr 2015 lag die Anzahl bei 568.000 Ereignissen. Diese hatten eine Gesamtlänge von über 1 Mio. Kilometern. Sowohl die Anzahl als auch die Länge der Staus hat sich in den letzten 5 Jahren verdreifacht.

### 1.1 Definition dynamische Routenführung

Bei der dynamischen Routenführung wird nicht nur die aktuelle Position des Verkehrsteilnehmers berücksichtigt. Viel mehr ist es das Ziel, auf Veränderungen der Verkehrssituation möglichst schnell zu reagieren und dem Verkehrsteilnehmer eine neue Route vorzuschlagen.

Dynamische Routenführung bezieht sich allerdings nicht ausschließlich auf digitale Routenplaner. Auch der Verkehrsteilnehmer selber versucht für sich die beste Route zum Ziel zu ermitteln. Dieses passiert intuitiv anhand von Verkehrsinformationen aus dem Radio oder auch durch Hinweisschildern am Straßenrand.

### 1.2 Definition von „individuellem Straßenverkehr“

Beim individuellen Straßenverkehr handelt es sich um alle Verkehrsteilnehmer, welche frei über Ziel, Route, private Verkehrsmittel entscheiden und jederzeit die Parameter ändern können. Das schließt die öffentlichen Verkehrsmittel aus, da hier zentral gesteuert wird, welches Fahrzeug wann wohin fährt.

### 1.3 Entwicklung der dynamischen Routenführung

Der Startzeitpunkt für die Routenführung wurde mit der Freigabe des GPS zur zivilen Nutzung gesetzt. Im Jahr 1983 wurde eine koreanische Passagiermaschine über dem sowjetischen Luftraum abgeschossen. Daraufhin entschied die USA, GPS auch der zivilen Nutzung zur Verfügung zu stellen. Allerdings war aufgrund einer künstlichen Verschlechterung des GPS Signals nur eine

---

<sup>1</sup>Quelle: ADAC

Positionsbestimmung auf 100m genau möglich. Das reichte allerdings nicht um ein Auto auf der Straße zu lokalisieren. Erst im Jahre 2000 wurde das sogenannte „Selective Availability“ abgeschaltet. Dadurch wurde das GPS Signal nicht mehr künstlich verschlechtert und eine Positionsbestimmung auf bis zu 10m genau konnte nun realisiert werden.

Der Standard zur Verteilung von Verkehrsdaten mittels RDS (Radio Data System) wurde im Jahr 1997 eingeführt. Mittels dem Traffic Message Channel (TMC) können seit dem Staumeldungen übers Radio an die Autofahrer bzw. deren Navigationssysteme verteilt werden.

Seit 2006 zeigt TomTom diese Verkehrsdaten auch in seinen Navigationssystemen an. 2011 hat auch Google Maps<sup>TM</sup> Verkehrsinformationen in seinen Kartendienst einfließen lassen. Allerdings werden diese Daten anhand von Bewegungsdaten der Smartphones erstellt.

### 1.4 Smartphone oder klassisches Navigationsgerät wohin geht der Trend

Die Verkaufszahlen des klassischen Navigationsgerätes sind seit 2008 rückläufig. Wurden im Jahr 2008 noch 4,3 Mio. Navigationsgeräte verkauft, sind es im Jahr 2015 nur noch 2,1 Mio. Im Gegensatz dazu, verwenden heute schon 17,2 Mio. Menschen in Deutschland das Smartphone als Navigationsgerät. Das entspricht ca. 22% der Bevölkerung. Die Gründe hierfür sind, dass die Funktionalität der Apps mit Navigationsfunktion immer umfangreicher werden. Außerdem sind diese zumeist kostenlos erhältlich. Die Unternehmen Google und Apple bieten jeweils eine eigene Navigationsapp an, welche standardmäßig auf den Geräten installiert ist.

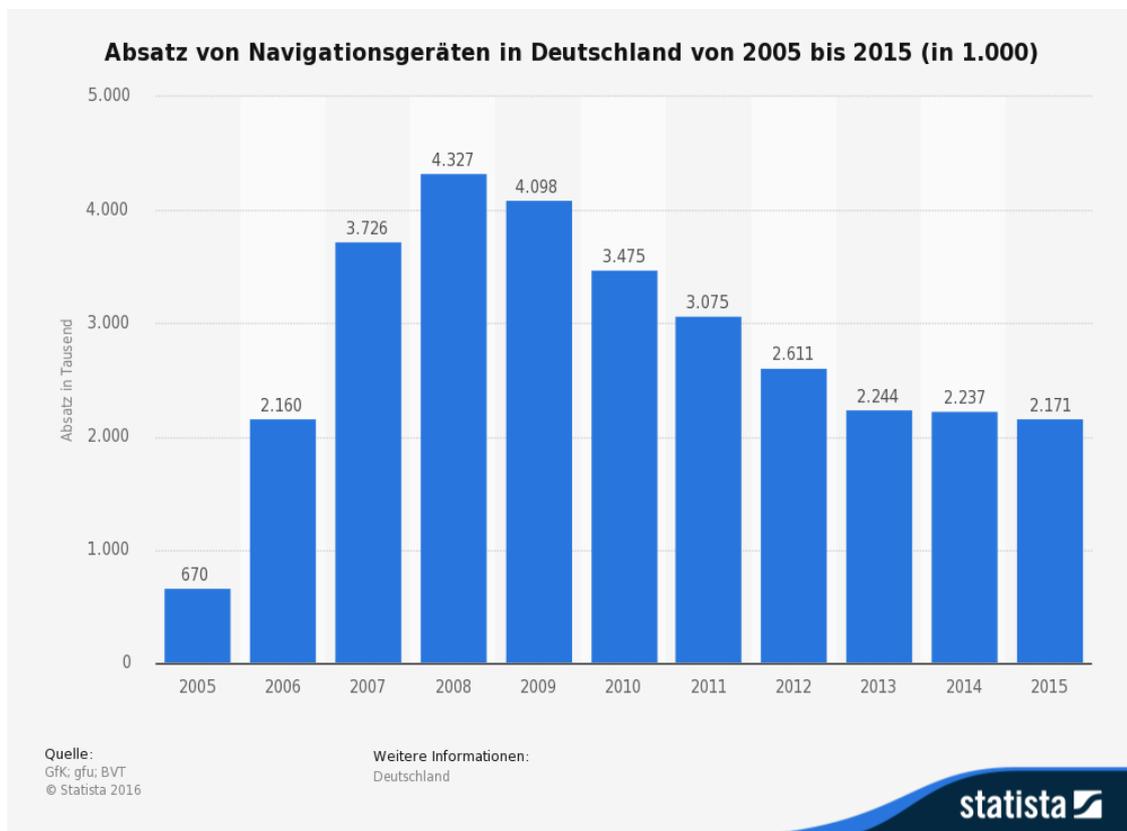


Abbildung 1.1: Absatz von Navigationsgeräten in Deutschland von 2005 bis 2015

# 2

## Quellen der Verkehrsinformationen

Die klassischen Verkehrsinformationen stammen nach wie vor zum größten Teil von der Polizei. Diese meldet Unfälle und Staus an die Rundfunkanstalten, welche die Informationen wiederum aufbereiten und über verschiedenste Kanäle zur Verfügung stellen. Den wichtigsten Ausgangskanal stellt hierbei das Radio. Aber auch via TMC und TPEG werden die Daten verteilt.

Die Rundfunkanstalten verlassen sich aber nicht nur auf die Polizei, auch die Daten vom ADAC und TomTom fließen als Datenquellen mit ein. Des Weiteren gibt es auch noch die klassischen Stauwarner. Das sind registrierte Personen, welche die Staus telefonisch melden.

Neben den manuellen Verkehrsmeldungen der Polizei werden die Verkehrsverhältnisse auch anhand von 6000 Sensoren in Deutschland ermittelt. Diese messen die Verkehrsgeschwindigkeit an bestimmten Punkten auf der Autobahn.

Der ADAC und TomTom besitzen eigene Fahrzeugflotten. Das sind beim ADAC zumeist LKWs und bei TomTom zum großen Teils PKWs welche Ihre GPS - Position und Geschwindigkeit an den ADAC bzw. TomTom melden. Aus diesen Daten wird ermittelt, ob sich an der jeweiligen Position des LKWs ein Stau gebildet hat.

Die Daten von TomTom werden wiederum von den Rundfunkanstalten verarbeitet. Dadurch entsteht eine Kooperation zwischen den Rundfunkanstalten und TomTom um eine möglichst hohe Qualität von Verkehrsmeldungen zu garantieren.

### 2.1 Verarbeitung von Staumeldungen

Als Beispiel, wie Staumeldungen von der Polizei, etc. verarbeitet werden, dient der NDR.

Die Staumeldungen werden dort rein manuell verarbeitet. In der Regel kümmert sich darum eine, bzw. in der Urlaubszeit zwei Personen.

Eine Meldung wird erst veröffentlicht, wenn der Stau von mindestens 2 unterschiedlichen Quellen bestätigt wird. Das ist in vielen Fällen nicht einfach zu prüfen da, wie zuvor erwähnt, z.B. TomTom Meldungen vom NDR wiederum auf seiner Plattform veröffentlicht.

Als große Herausforderung gilt die zeitliche Bestimmung der Verzögerung. Der NDR kann diese nicht selber messen und muss sich daher auf die Meldungen von TomTom und dem ADAC verlassen. Häufig driften diese Zeiten allerdings bis zu 20 Minuten auseinander, da die LKWs auf der rechten Spur in der Regel langsamer sind als die PKWs auf der mittleren und linken Spur. Bei zu hohen Differenzen wird daher keine Aussage gemacht. Auch bei einer Vollsperrung wird keine Meldung herausgeben, da sich die Zeit in dem Fall nicht berechnen lässt.

Ein weiteres Problem sind die Staumeldungen, welche durch Sensoren gemeldet werden. Ein Sensor kann nur den Status „Stau“ oder „Kein Stau“ liefern. Nur durch die Anzahl der hintereinander geschalteten Sensoren kann berechnet werden wie lang der Stau tatsächlich ist. Wenn der Stau

allerdings beim letzten Sensor in der Kette aufhört, kommt es häufig zu Schwankungen bei der Staulänge. Hier kommt es dann zu minütlichen Sprüngen zwischen 1km und 6km.

## 2.2 TMC

Der Traffic Message Channel (TMC) wird via RDS versendet. Der TMC wurde bereits 1997 eingeführt. Allerdings hat er mehrere Einschränkungen und ist daher kaum flexibel einsetzbar. Trotzdem ist es immer noch das meistbenutzte frei empfangbare Verfahren zum Erhalten von Verkehrsmeldungen.

Die Bandbreite beträgt lediglich 60 bit/s wodurch maximal 10 Meldungen pro Minute versendet werden können. Ein weiteres Problem ist, dass es in Deutschland nur 35.000 Knotenpunkte gibt, welche in einer TMC Nachricht mitgegeben werden können. In einer solchen Nachricht wird der Startknotenpunkt angegeben. Um die Länge zu bestimmen existiert es ein zusätzliches Feld, welches die Anzahl der Knotenpunkte angibt, an denen der Stau existiert. Knotenpunkte sind in der Regel Autobahnabfahrten und Autobahnkreuze. Dadurch kann nur der Bereich angegeben werden in denen sich ein Stau befindet. Eine weitere Einschränkung ist, dass die Knotenpunkte nur auf Autobahnen und wenigen Bundesstraßen existieren. Dadurch können z.B. auf Landstraßen keine Staumeldungen herausgegeben werden.

Eine TMC Meldung sieht wie folgt aus:

$$S \text{ evt}=1 \text{ loc}=30742 \text{ ext}=1 \text{ dur}=0 \text{ dir}=1 \text{ div}=0$$

Das Feld 'evt' entspricht dem Event. In diesem Fall eine Verkehrsstörung. Im Feld 'loc' wird die Nummer des Knotenpunktes angegeben. Eine exakte Zuordnung ist nur über die Location Table möglich, welche dem Empfangsgerät vorliegen muss. Die Länge wird über das Feld 'ext' beschrieben. In diesem Feld werden die Anzahl der Hops definiert. Über das Feld 'dur' wird die Dauer der Meldung angegeben. Bei 'dur = 0' ist die Dauer dieser Meldung unendlich und muss durch eine weitere Meldung wieder aufgehoben werden. Das Feld 'dir' gibt die Richtung an, auf welcher die Verkehrsstörung existiert. Das letzte Feld 'div' dient dazu Umleitungsinformationen bekannt zu geben. Es wurde aber seit Einführung des TMC nie verwendet.

## 2.3 TPEG

Da TMC wie oben beschrieben zu unflexibel ist, wurde von der *Transport Protocol Expert Group* ein neues Protokoll entwickelt. Dieses wurde kurz **TPEG** genannt. Die Bandbreite von TPEG beträgt 16 kb/s wodurch es nur über den neuen digitalen Radiostandard DAB+ verschickt werden kann.

Die Standortdaten können in einer TPEG - Nachricht mittels Geokoordinaten angegeben werden. Dadurch ist es möglich die exakte Position und Länge eines Staus zu melden. Des Weiteren ist eine detaillierte Beschreibung des Ereignisses möglich. Hierüber können auch z.B. Ausweichstrecken bekannt gegeben werden.

Theoretisch ist es auch möglich freie Parkplätze und Wetterinformationen bekannt zu geben. Das wird aber zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht gemacht.

## 2.4 DAB+

Der Name DAB steht für *Digital Audio Braodcasting* das + beschreibt lediglich eine bessere Tonqualität. DAB ist die Voraussetzung für den Empfang von *TPEG* Nachrichten. Allerdings werden nach wie vor keine DAB Radios standardmäßig in den Autos verbaut. Aber selbst wenn man sich ein Auto mit einem DAB+ Radio bestellt, bekommt man hierüber keine TPEG Informationen. Die Autohersteller bauen sich alle ihre eigene Mobilfunklösung mit der Begründung, dass sie so dem Kunden auch zusätzliche Informationen wie z.B. Restaurant – Empfehlungen zur Verfügung stellen wollen. Des Weiteren haben die Autohersteller bei der Mobilfunklösung eine bidirektionale Kommunikation, wodurch sie Informationen von dem PKW bekommen können. Des Weiteren kreieren sich die Autohersteller damit eine neue Einnahmequelle, da diese Dienste nicht kostenfrei nutzbar sind.

Der Vorteil von DAB+ und TPEG liegt allerdings auf der Hand. Durch die nicht benötigte Mobilfunklösung gibt es keine Abhängigkeit von einzelnen Providern. Auch von einer potentiellen Netzüberlastung ist dieser Standard nicht betroffen.

Die Schweiz und Norwegen sind diesbezüglich schon weiter, hier wird in den nächsten Jahren DAB+ zum Standard und UKW-Hörfunk abgeschaltet. Es darf vermutet werden, dass dadurch auch die Möglichkeiten des Datenkanals von DAB mehr genutzt wird. Norwegen schaltet bereits im Januar 2017 den UKW-Hörfunk ab. In der Schweiz musste erst eine Lösung gesucht werden, um die DAB Frequenz zu unterbrechen. Das ist notwendig, damit der Autofahrer im Tunnel Informationen bei Notfällen erhalten kann.

Nachdem dieses Problem im Jahr 2014 behoben wurde, wird seit dem an dem Ausbau von DAB+ in den Tunneln gearbeitet. Erst wenn das flächendeckend geschehen ist, ist die Autoindustrie bereit standardmäßig DAB+ Radios in den Autos zu verbauen.

# 3

## Live Traffic Dienste

Unter Live Traffic Diensten versteht man das Angebot von aktuellen Verkehrsinformationen. Diese werden möglichst in Echtzeit dem Autofahrer zur Verfügung gestellt.

Innerhalb Deutschland gibt es nur 4 Anbieter dieser Live - Traffic - Dienste. Die bekanntesten dürften hierbei TomTom und Google sein. In den fest eingebauten Navigationsgeräten von Audi und BMW kommt allerdings Inrix zum Einsatz. Dieser eher unbekannt Anbieter auf dem Consumer Markt bietet aber inzwischen auch eine eigene App an, mit welcher man die aktuelle Verkehrslage beobachten kann. Als viertes bietet Here Live Verkehrsinformationen an. Here gehörte bis Mitte 2015 zu Nokia und wurde auch dort entwickelt. In 2015 wurde Here allerdings von den deutschen Automobilherstellern Daimler, Audi und BMW gekauft. Diese hoffen durch diesen Schritt unabhängig von Google und Apple zu sein, wenn es um die Vernetzung der Fahrzeuge geht.

### 3.1 Datenbeschaffung

Wurde früher die Stauinformationen via TMC nur in eine Richtung übertragen, findet heutzutage eine Kommunikation zwischen dem Dienstleister für Live Traffic Informationen und dem Verkehrsteilnehmer statt. Das ist auch der Grund warum die neueste Generation von Navigationssystemen einen Mobilfunk Uplink besitzen.

Das Verfahren, um die Informationen über den einzelnen Verkehrsteilnehmer zu beschaffen, nennt sich Floating Car Data Technik. Eine erweiterte Form ist die Extended Floating Car Data Technik (XFCD). Werden bei der FCD - Technik nur die Geokoordinaten und der entsprechende Zeitpunkt übertragen, geht die XFCD - Technik einen Schritt weiter. Hierbei werden auch die Geschwindigkeit, Fahrtrichtung und der Status zu Fahrassistenzsysteme übertragen. Somit sind sogar Rückschlüsse auf den Straßenzustand zu ziehen.

Um nicht nur von dem individuellen Verkehrsteilnehmer abhängig zu sein, betreiben Inrix, TomTom und Here eigene Fahrzeugflotten welche kontinuierlich Informationen über den Verkehrsfluss an die Zentralen der Hersteller weiterleiten.

#### 3.1.1 Beispiel TomTom

Die meisten Dienstleister von Live Traffic Systemen sind sehr sparsam mit der Auskunft, wie sie die Verkehrssituation berechnen.

TomTom hat hierzu einige Informationen bekannt gegeben und nutzt zur Berechnung die *“nächtliche Freiflussgeschwindigkeit“*. Die *“nächtliche Freiflussgeschwindigkeit“* beschreibt die Geschwindigkeit, welche Nachts an einer bestimmten Stelle unter normalen Umständen gefahren wird. Anhand dieser Geschwindigkeit kann tagsüber berechnet werden, ob es in einem Straßenabschnitt zu einer Verkehrsbehinderung auf Grund von Stau oder stockendem Verkehr gekommen ist. TomTom definiert

### 3 Live Traffic Dienste

einen Stau, wenn die aktuelle Geschwindigkeit kleiner als 70% der nächtlichen Freiflussgeschwindigkeit entspricht.

In der TomTom MyDrive Web Anwendung oder auf dem Navigationsgerät lässt sich der Stau daraufhin grafisch erkennen. Die roten Straßenmarkierungen beschreiben einen Stau. Bei den gelben Straßen befindet sich der Verkehr im Stop-And-Go.

Obwohl auch bei TomTom von *Live - Traffic* gesprochen wird, handelt es sich um Daten mit einer Latenz von bis zu 2 Minuten. Zwar werden auf den TomTom Servern die Verkehrsinformationen alle 30 Sekunden aktualisiert, um den Daten – Traffic allerdings zu reduzieren bekommt der Verkehrsteilnehmer die Informationen etwas verzögert.

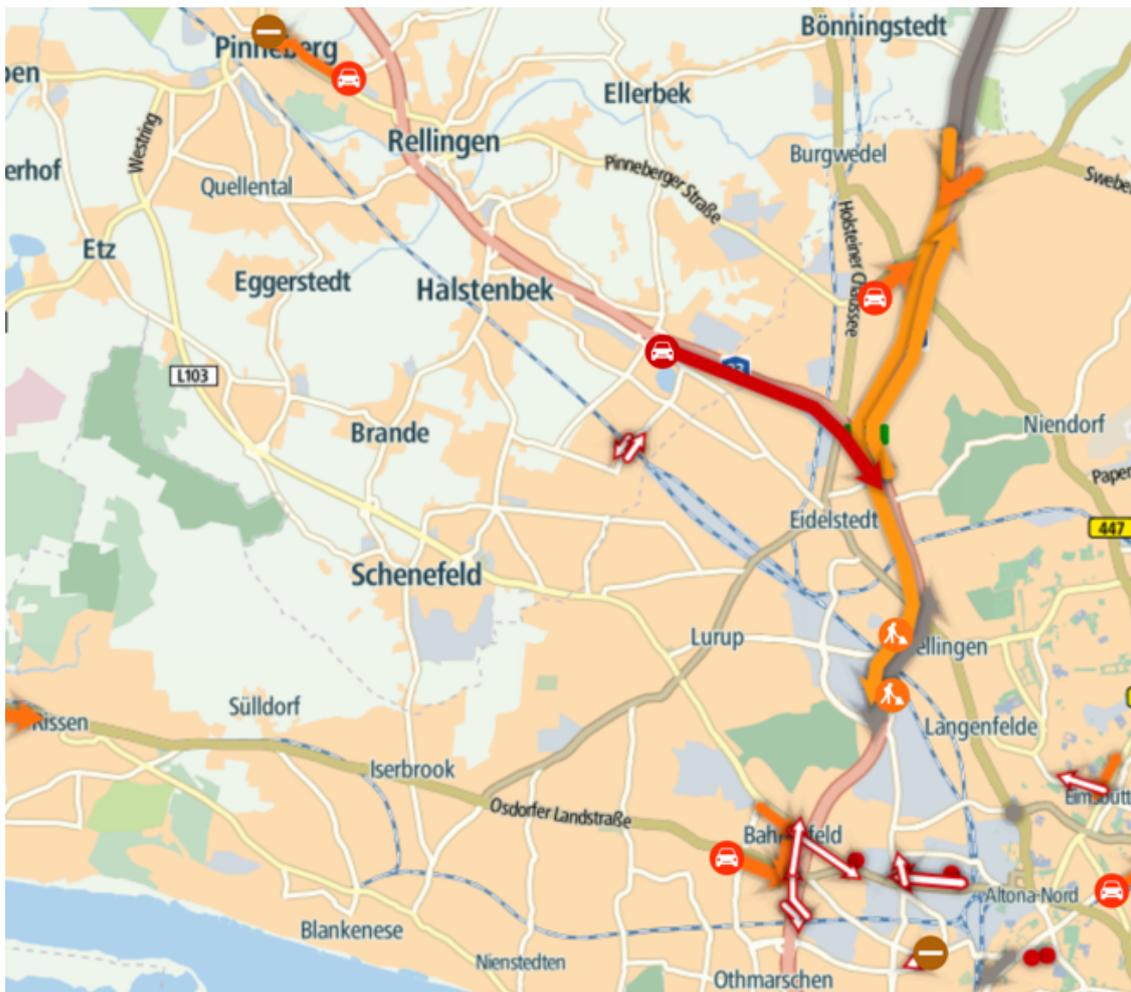


Abbildung 3.1: TomTom MyDrive

# 4

## Intelligent Transport System

Bei dem Intelligent Transport System (ITS) handelt es sich nicht um ein bestimmtes System zur Optimierung der Verkehrsführung, vielmehr geht es um einen Oberbegriff zur Entwicklung eines smarteren Straßenverkehrs. Unter dem Begriff *ITS* wurden weltweit mehrere Forschungsprojekte von Regierungen und Firmen gegründet, um gemeinsam Lösungen für einen besseren Verkehrsfluss zu finden. In Deutschland ist *ITS* unter dem Begriff *Intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr* kurz *IVS* anzutreffen.

Ziel von ITS IT-Systemen ist es, die Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern zu verbessern. Das heißt, die Fahrzeuge sollen Informationen untereinander aussuchen und nicht wie heutzutage die Informationen an eine zentrale Stelle schicken, wo diese Daten verarbeitet werden. Dieses Verfahren nennt sich *Car2Car*. Ein weiteres Ziel der Arbeitsgruppen ist es auch die Car2Infrastructure Kommunikation weiterzuentwickeln. Dadurch sollen z.B. Ampeln und Anzeigetafeln mit dem Fahrzeug kommunizieren. Dadurch besteht beispielsweise die Möglichkeit, dass ein Fahrzeug alle folgenden Fahrzeuge über eine rote Ampel informiert. Durch eine daraus resultierende Geschwindigkeitsanpassung oder auch durch das Fahren einer anderen Strecke können Ampelzeiten reduziert und der Verkehrsfluss flüssiger gestaltet werden.

Es können aber theoretisch noch viel mehr Informationen zwischen den Verkehrsteilnehmern ausgetauscht werden. Zum Beispiel ist es auch möglich nachfolgende Autofahrer über Glätte und kommende Geschwindigkeitsbeschränkungen informieren. Außerdem kann zusätzlich über Baustellen informiert werden. Diesen Ansatz verfolgt das Cooperative ITS Projekt.

### 4.1 Cooperative ITS

Bei dem Cooperative ITS Corridor handelt es sich um ein Projekt zwischen den Niederlanden, Deutschland und Österreich. Ziel des Projekts ist es, die Autobahnstrecke zwischen Rotterdam nach Wien über Frankfurt am Main mit den neuesten ITS Techniken auszustatten. Dazu gehören in erster Linie Car2Car und Car2Infrastructure Systeme. Im ersten Schritt sollen Tagesbaustellen durch den Verkehrsteilnehmer früher erkannt werden. Außerdem soll das Verkehrsmanagement aufgrund der gesammelten Fahrzeugdaten verbessert werden. Die ersten Pläne sahen vor, dass ab Anfang 2015 die straßenseitige Infrastruktur aufgebaut werden sollte. Aktuell soll der Aufbau im 3. / 4. Quartal 2016 beginnen.

Die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen, der Infrastruktur und den Verkehrsleitzentralen soll entweder über Mobilfunk oder über den, für diesen Einsatz entwickelten, WLAN Standard IEEE 802.11p erfolgen. Der Standard zeichnet sich durch eine maximale Latenz von 100ms aus und arbeitet im 5,9 GHz Frequenzband. Die Reichweite von 100m ist für den Einsatzzweck ausreichend, da die Informationen von Auto zu Auto weitergegeben werden. Der Standard wurde mit *“ETSI G5“* bezeichnet und ist eine Abwandlung des bekannten IEEE 802.11a Standard.

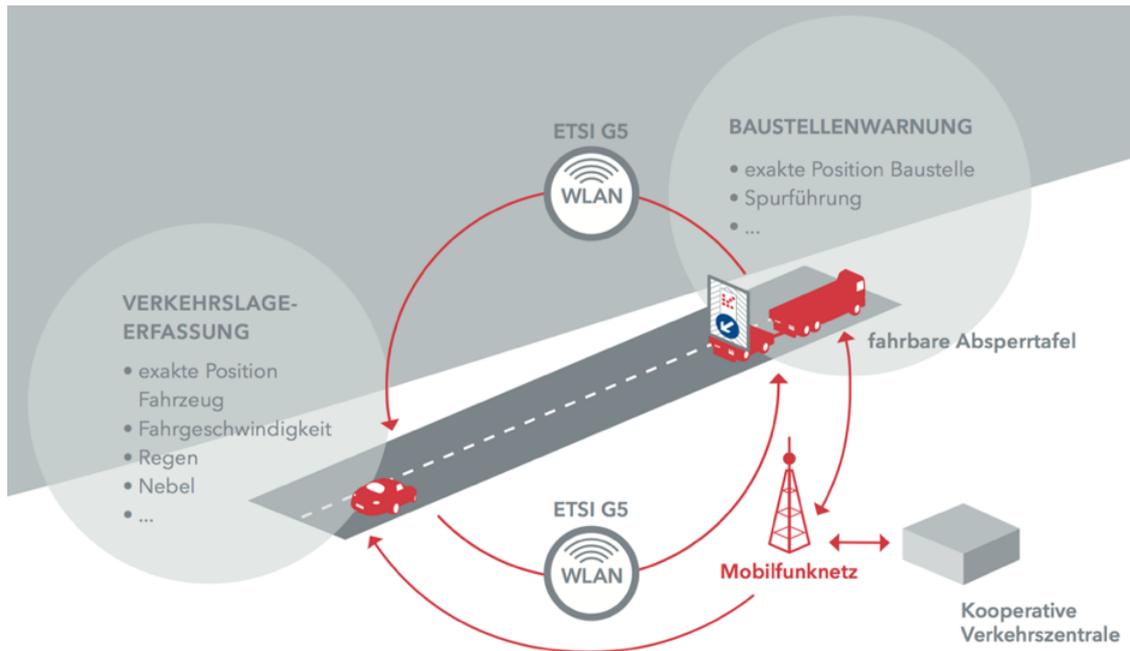


Abbildung 4.1: Cooperative Intelligent Transport Systems

In dem Beispiel zur Erkennung von Tagesbaustellen sendet das Baustellenfahrzeug kontinuierlich Signale aus, wo sich die Baustelle aktuell befindet. Auch die gesperrten und freien Spuren werden mit übermittelt. Das Fahrzeug erhält die Information frühzeitig über den Mobilfunk. Erst wenn das Fahrzeug nah genug an der Tagesbaustelle ist, werden die Informationen direkt vom Baustellenfahrzeug übermittelt. Das Baustellenfahrzeug wiederum sendet jede Information auch an die Verkehrsleitzentrale welche diese dann weiterleitet.

# 5

## Social Community

### 5.1 Waze

Bei Waze handelt es sich um eine Social Community Navigations App. Hier werden Verkehrsbehinderungen von der Community mit anderen Nutzern geteilt. Jeder Nutzer hat die Möglichkeit Meldungen zu Straßensperrungen, Staus, etc. zu erstellen. Des Weiteren hat jeder die Möglichkeit eine Meldung als veraltet zu markieren und somit die Meldung zu löschen. Google hat die Möglichkeiten von Waze erkannt und die Firma 2013 gekauft. Inzwischen werden die Waze Verkehrsdaten in Google Maps integriert. Viele Verkehrsmeldungen stammen außerdem vom ADAC, welcher seine Informationen auch in die Waze App einfügt.

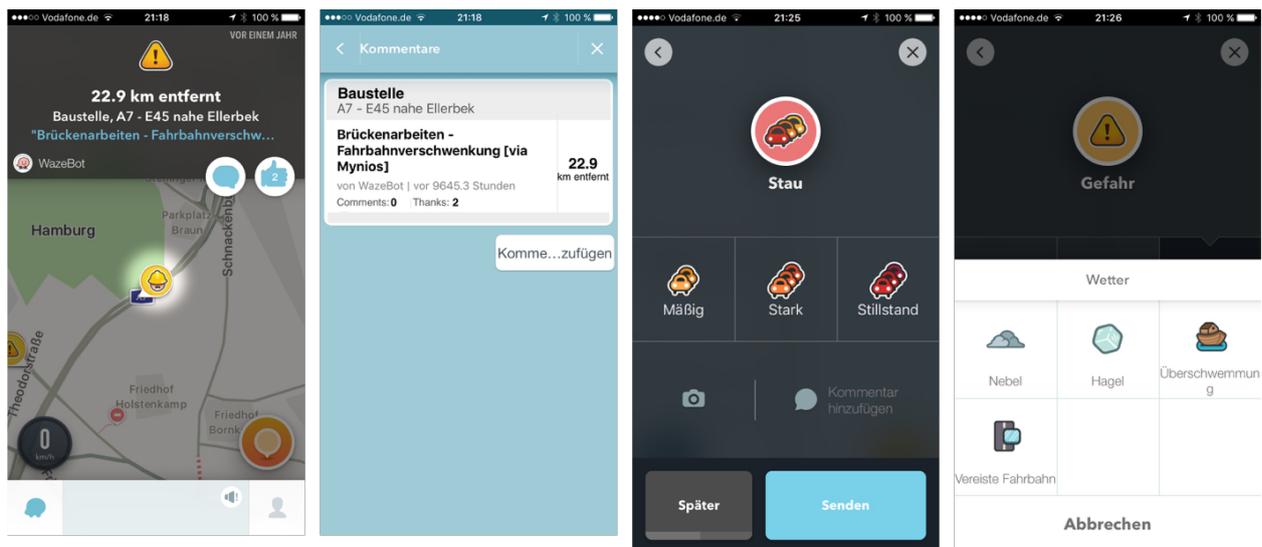


Abbildung 5.1: Screenshots Waze App

In den Screenshots kann man die Eigenschaften der App erkennen. Im linken Screenshot wird eine Baustelle angezeigt. Diese wurde vor einem Jahr vom *WazeBot* eingetragen. Im zweiten Screenshot sind die Details der Baustelle zu erkennen. Hier können andere User auch Kommentare hinterlassen. Der dritte und vierte Screenshot zeigt jeweils die Eingabemöglichkeiten für den Benutzer. Es können zum Beispiel sowohl Staus mit vordefinierten Ausprägungen eingetragen werden, als auch die Wetterverhältnisse an bestimmten Stellen.

# 6

## Algorithmische Verfahren

### 6.1 BeeJamA-VRGS <sup>1</sup>

Der Name *BeeJamA* steht für "Bee Jam Avoidance" und gehört zur Kategorie der dynamischen *Vehicle Route Guidance System*. Ziel dieses Ansatzes ist es, die Fahrzeug im Straßenverkehr mittels *verteilter Kontrolle* zu reduzieren. Im Gegensatz zu klassischen VRG-Systemen kommt der BeeJamA Ansatz ohne eine zentrale Instanz aus. Die Kommunikation des einzelnen Verkehrsteilnehmers mit einer zentralen Stelle ist nicht nötig. Der Vorteil an diesem Konzept ist, dass durch die Bildung kleinerer autonomer Teilsysteme das Gesamtsystem deutlich mehr Informationen verarbeiten kann und dadurch die Grenzen der Skalierbarkeit des Systems verschoben werden können.

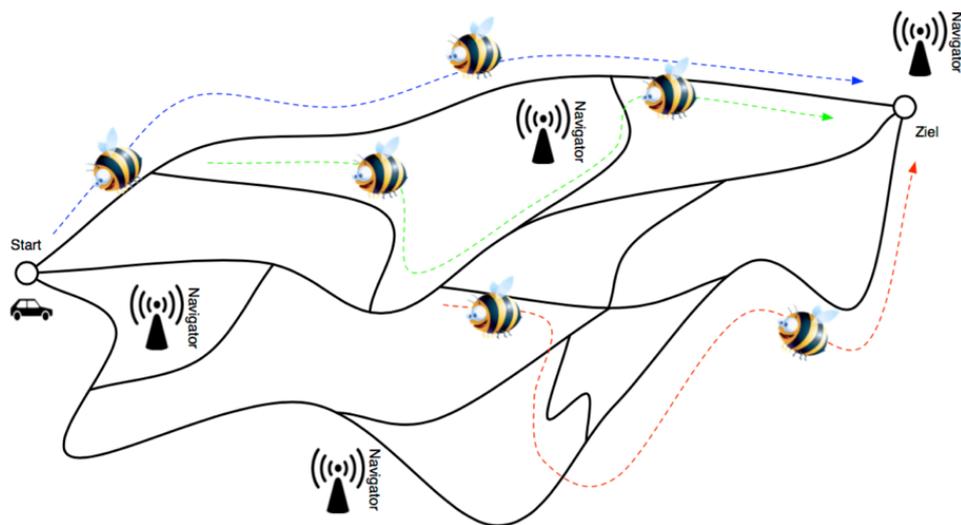


Abbildung 6.1: Grundprinzip des BeeJamA-VRGS

In der Abbildung 6.1 erkennt man die möglichen Wege, welche ein Fahrzeug nehmen könnte um an sein Ziel zu kommen. Die Navigatoren teilen das Netz in Bereiche auf. Sie sind für das Sammeln und Verwalten der Verkehrsdaten in ihrem Bereich zuständig. Diese Daten werden zudem durch Agenten (hier dargestellt durch die Bienen) innerhalb einer lokalen Umgebung verbreitet.

Im Beispiel ist davon auszugehen, dass sich die Verkehrslage schnell ändert. Das Fahrzeug bekommt im ersten Schritt die Information von den Agenten, dass der obere blaue Pfad die schnellste Route zum Ziel ist. An jeder Kreuzung fragt das Fahrzeug den lokalen Navigator, ob es sich immer noch auf der schnellsten Route befindet, oder ob es inzwischen eine bessere Verbindung zum Ziel gibt. In

<sup>1</sup>Quelle: "Ein Bienen-inspiriertes Schwarmintelligenz-Verfahren zum Routing im Straßenverkehr" von Dipl.-Inf. Sebastian Senge

## 6 Algorithmische Verfahren

unserem Beispiel wechselt das Fahrzeug also an der ersten Kreuzung auf die grüne Route, da sich auf der blauen Route zum Beispiel ein Stau gebildet hat. Wenn auch die grüne Route irgendwann nicht mehr die beste ist, wie hier ab der zweiten Kreuzung, kann der Fahrer auf die rote Route wechseln. Dieses Verfahren setzt allerdings voraus, dass die Informationen von den Agenten schnellstmöglich verbreitet werden.

Wie in diesem Beispiel ersichtlich, müssen die Navigatoren nur globale Daten vorhalten. Es ist nicht notwendig alle Daten an zentraler Stelle zu verarbeiten. Daher ist ein geringerer Ressourcen – Einsatz notwendig.

# Quellenverzeichnis

- [ADAa] ADAC. Staubilanz 2010. Website. Online erhältlich unter [http://www.ocintern.de/uploads/tx\\_downloads/Staubilanz\\_2010\\_02.pdf](http://www.ocintern.de/uploads/tx_downloads/Staubilanz_2010_02.pdf); abgerufen am 28. Mai 2016.
- [ADAb] ADAC. Staubilanz 2011. Website. Online erhältlich unter [https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/Staubilanz\\_2011.aspx](https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/Staubilanz_2011.aspx); abgerufen am 28. Mai 2016.
- [ADAc] ADAC. Staubilanz 2012. Website. Online erhältlich unter <https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/Staubilanz2012.aspx>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [ADAd] ADAC. Staubilanz 2013. Website. Online erhältlich unter <https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/Staubilanz2013.aspx>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [ADAE] ADAC. Staubilanz 2014. Website. Online erhältlich unter <https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/Staubilanz2014.aspx>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [ADAf] ADAC. Staubilanz 2015. Website. Online erhältlich unter [https://www.adac.de/\\_mmm/pdf/statistik\\_staubilanz\\_0216\\_231552.pdf](https://www.adac.de/_mmm/pdf/statistik_staubilanz_0216_231552.pdf); abgerufen am 28. Mai 2016.
- [ARD] ARD. Traffic message channel (tmc). Website. Online erhältlich unter [http://www.ard.de/home/intern/fakten/abc-der-ard/Traffic\\_Message\\_Channel\\_TMC\\_/459158/index.html](http://www.ard.de/home/intern/fakten/abc-der-ard/Traffic_Message_Channel_TMC_/459158/index.html); abgerufen am 28. Mai 2016.
- [Dig] Digitalradio. Was ist dab+? Website. Online erhältlich unter <http://www.digitalradio.de/index.php/de/fakten-zum-deutschen-digitalradio/item/wast-ist-dab>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [Don15] Andreas Donath. Ukw-radio wird 2017 abgeschaltet. Website, 2015. Online erhältlich unter <http://www.golem.de/news/norwegen-ukw-radio-wird-2017-abgeschaltet-1504-113594.html>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [ETS] ETSI. Intelligent transport systems. Website. Online erhältlich unter <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/intelligent-transport>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [FAZ14] FAZ. Das navi wird 25. Website, 2014. Online erhältlich unter <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/vor-25-jahren-bosch-bringt-das-erste-navi-fuers-auto-13326444.html>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [Gmb] IRT GmbH. Traffic message channel tmc. Website. Online erhältlich unter <https://www.irt.de/de/themengebiete/digitaler-hoerfunk/traffic-message-channel-tmc.html>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [Iwa] Prof. Dr. Sebastian Iwanowski. Global positioning system ist jetzt für die zivile nutzung genauer. Website. Online erhältlich unter <http://www.fh-wedel.de/mitarbeiter/iw/f-e/gebiete/navigation>; abgerufen am 28. Mai 2016.

## Quellenverzeichnis

- [Rö00] Florian Rötzer. Global positioning system ist jetzt für die zivile nutzung genauer. Website, 2000. Online erhältlich unter <http://www.heise.de/tp/artikel/6/6766/1.html>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [Sen14] Dipl.-Inf. Sebastian Senge. *Ein Bienen-inspiriertes Schwarmintelligenz-Verfahren zum Routing im Straßenverkehr*. PhD thesis, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, [https://www.uni-oldenburg.de/fileadmin/user\\_upload/informatik/senbie14.pdf](https://www.uni-oldenburg.de/fileadmin/user_upload/informatik/senbie14.pdf), 2014.
- [Tag15] Tagesspiegel. Verkehrsfunk spart nerven und zeit. Website, 2015. Online erhältlich unter <http://www.tagesspiegel.de/mobil/live-traffic-dienste-fuers-navi-verkehrsfunk-spart-nerven-und-zeit/11671638.html>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [TIS] TISA. Tpeg – what is it all about? Website. Online erhältlich unter <http://www.tisa.org/assets/Uploads/Public/TISA14001TPEGWhatisitallabout2014.pdf>; abgerufen am 28. Mai 2016.
- [Ver] NDR Verkehrsredaktion. Gespräch. Vor Ort Termin in der NDR Verkehrsredaktion.