

MOVE BEST MOBILES VERKEHRSMANAGEMENT

Das System MOVE BEST stellt ein mobiles, energieautarkes und rasch einsetzbares Verkehrsmanagement-Tool dar, welches bei Störungen am hochrangigen Streckennetz eingesetzt werden kann. Mithilfe des Systems kann - unabhängig von stationären Systemen - der Verkehrszustand erfasst, ausgewertet und den Verkehrsteilnehmern mittels Anzeige übermittelt werden.

Das System MOVE BEST stellt eine Kombination von mobilen, energieautarken und dynamisch steuerbaren Komponenten für die Verkehrsdatenerfassung und die Anzeige dar. In Verbindung mit einer Systemzentrale, welche die einlangenden Daten gemäß den hinterlegten Algorithmen berechnet und somit Verkehrszustände abbilden kann, ist ein mobiles Verkehrsmanagement möglich.

Das mobile System besteht aus Komponenten zur Verkehrsdatenerfassung (Radar, Bluetooth, Wavetronix), drahtlosen Übertragungsmedien, einer Informationseinheit (Anzeige mittels LED-Technik) sowie einem mobilen Leitstand mit entsprechender Applikation. Alle Systemkomponenten weisen eine autarke Energieversorgung mittels Akkus auf, um den Betrieb des Systems für einen definierten Zeitraum zu gewährleisten.

Das Verkehrsmanagementsystem MOVE BEST ist in Modulbauweise ausgeführt. Die Komponenten können somit im ASFINAG-Streckendienstfahrzeug (o.ä.) transportiert werden. Ein rascher Aufbau des Systems und eine zeitnahe Inbetriebnahme sind somit gewährleistet.

Facts:

- Laufzeit: 03/2013-09/2014
- Forschungskonsortium:

EBE Solutions GmbH
1230 Wien
Breitenfurter Straße 274/2

AIT Austrian Institute of Technology, Mobility Dep.
1220 Wien
Donau-City-Straße 1

Verkehrspuls – technisches Büro für Verkehrsplanung
5020 Salzburg
Ernst-Grein-Straße 10

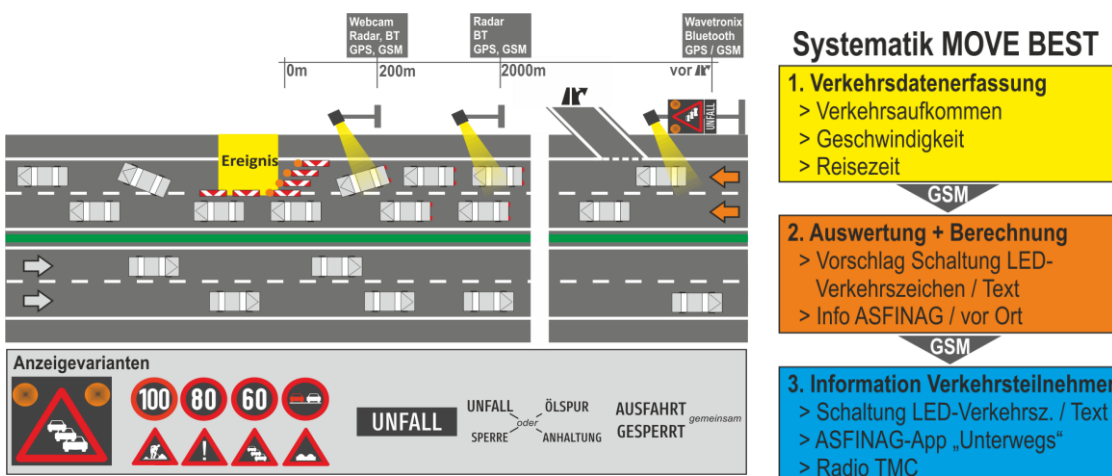


ABB 1. Prinzip MOVE BEST



ABB 2. Komponenten MOVE EBST

Kurzzusammenfassung

Problem

Bei Störungen des Verkehrsflusses am hochrangigen Straßennetz steht dem Autobahnbetreiber und den Verkehrsteilnehmern – außerhalb der mittels VBA erfassten städtischen Bereiche – kein dynamisches Verkehrsmanagement zur Verfügung.

Gewählte Methodik

Mobile und energieautarke Einheiten zur Verkehrsdatenerfassung (Sensorik, Webcam, Bluetooth), eine drahtlose Übertragungseinrichtung (GSM/UMTS) sowie eine mobile Informationseinheit (LED-Verkehrszeichen inkl. Textanzeige) ermöglichen eine rasche Verfügbarkeit am Streckennetz und somit eine zeitnahe Information für die Verkehrsteilnehmer.

Ergebnisse

Der durchgeführte Testbetrieb zeigte eine zufriedenstellende Erfassungsgenauigkeit der eingesetzten Sensorik sowie eine darauf aufbauende Schaltung der LED-Informationseinheit. Die eingesetzten Systeme gewährleisteten, aufgrund ihres geringen Energieverbrauches einen autarken Betrieb auf der Strecke von bis zu 60 Stunden.

Schlussfolgerungen

Mit dem Einsatz des Systems MOVE BEST werden Störungen am hochrangigen Straßennetz rasch detektiert und über eine mobile Anzeige den Verkehrsteilnehmern frühzeitig Informationen übermittelt.

English Abstract

With the aid of the MOVE BEST system, the traffic situation for certain events can be detected, analysed and displayed, allowing dynamic traffic control. The system involves sensors for traffic data acquisition, LED information panels and mobile application systems. By combining already existing sub-systems in practice with the new transportable LED information panel, the MOVE BEST system can be assembled as a modular construction and employed in realtime scenarios. The energy supply in form of a battery pack and the remote parameterisation through the MOVE BEST App or a web platform ensures a self-sustaining operation for a certain time period.

Impressum:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

DI Dr. Johann Horvatits,
Abt. IV/ST 2 Technik und
Verkehrssicherheit
johann.horvatits@bmvit.gv.at,

DI (FH) Andreas Blust,
Abt. III/14 Mobilitäts- und
Verkehrstechnologien
andreas.blust@bmvit.gv.at,
www.bmvit.gv.at

ÖBB-Infrastruktur AG

Ing. Wolfgang Zottl, ISM;
Leitung Forschung & Entwicklung
wolfgang.zottl@oebb.at,
www.oebb.at

ASFINAG

DI Eva Hackl,
Manager International Relations
und Innovation
eva.hackl@asfinag.at,

DI (FH) René Moser, Leiter Strategie,
Internationales und Innovation
rene.moser@asfinag.at,
www.asfinag.at

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH

DI Dr. Christian Pecharda,
Programmleitung Mobilität
Sensengasse 1, 1090 Wien
christian.pecharda@ffg.at,
www.ffg.at

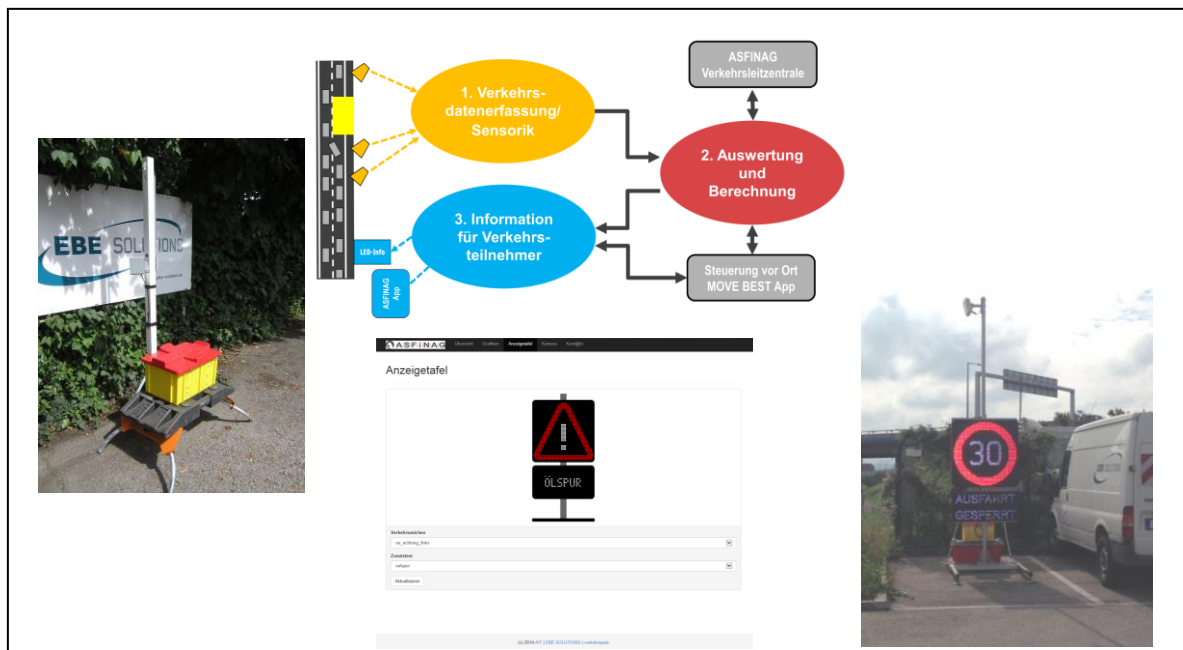
Oktober, 2014

Mobile Verkehrsmanagementsystem für Baustellen und Events im Straßenverkehr

MOVE BEST

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Pilotinitiative Verkehrsinfrastrukturforschung 2011
(VIF2011)

September 2014



Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Radetzkystraße 2
A - 1030 Wien



ÖBB-Infrastruktur AG
Praterstern 3
A - 1020 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
A - 1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich:

EBE SOLUTIONS GmbH
Breitenfurter Straße 274/2
1230 Wien



Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Bereich Thematische Programme
Sensengasse 1
A – 1090 Wien



Mobiles Verkehrsmanagementsystem für Baustellen und Events im Straßenverkehr MOVE BEST

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Pilotinitiative Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2011)

AutorInnen:

DI Michael ALEKSA
DI Simon BREUSS
DI Günther GREISL
DDI(FH) Gernot LENZ
Ing. Alfred PAUKERL, MSc., MAS
Ing. Daniel VOGEL

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Projektkonsortium:



EBE Solutions GmbH



AIT Austrian Institute of
Technology GmbH



verkehrspuls
Technisches Büro für Verkehrsplanung
verkehrspuls

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
1.1	Ausgangslage und Problemstellung	5
1.2	Ziele	7
2	SYSTEM „MOVE BEST“ IM ÜBERBLICK.....	9
2.1	Darstellung Gesamtsystem	9
2.2	Systemkomponenten im Überblick	10
3	SYSTEMKOMPONENTEN IM DETAIL.....	11
3.1	Sensorik	11
3.1.1	Vollquerschnitts Radarsensor	11
3.1.2	Radarsensor	12
3.1.3	Bluetooth / WiFi-Sensor	13
3.2	Webcam	15
3.3	Steuerungseinheit	16
3.4	Datenübertragung	17
3.5	Energieversorgung	18
3.5.1	Energieversorgung Sensorik.....	18
3.5.2	Energieversorgung Webcam.....	18
3.5.3	Energieversorgung LED-Informationseinheit	18
3.6	Systemzentrale - Auswertung & Berechnung.....	20
3.6.1	Simulation	20
3.6.2	Systemüberwachung	23
3.7	Informationsmedien für Verkehrsteilnehmer.....	24
3.7.1	LED-Informationseinheit.....	24
3.7.2	Integration in nachgelagerte Informationsdienste	26
4	STEUERUNG – BETRIEB – ANZEIGEN.....	27
4.1	Steuerung mittels Web-Applikation	27
4.2	Einheit Verkehrsdatenerfassung	29
4.3	Einheit Anzeige für Verkehrsteilnehmer	31
5	ZUSAMMENFASSUNG UND VORTEILE DES SYSTEMS MOVE BEST	33
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	36

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Im Streckennetz auf Autobahnen und Schnellstraßen sowie im Rahmen von Großveranstaltungen kommt es vermehrt zu Verkehrssituationen, die verkehrstechnische Maßnahmen zur Regelung des Verkehrsflusses erfordern. Neben „planbaren“ Ereignissen, wie Baustellen oder Veranstaltungen, treten im hochrangigen Straßennetz jedoch mitunter auch Spontanereignisse, wie Unfälle oder Behinderungen durch Naturereignisse auf, die Behinderungen verursachen und somit eine rasche dynamische Verkehrssteuerung erfordern. Hierbei können beispielsweise der Einsturz der Stützmauer bei der Mautstelle Schönberg auf der A 13 Brenner Autobahn im März 2012 oder eine lawinenbedingte Sperre auf der A10 Tauern Autobahn im Winter 2011/2012 genannt werden.

Die derzeit eingesetzten Systeme für Verkehrsleitung bzw. Verkehrssteuerung weisen in diesem Zusammenhang jedoch Nachteile hinsichtlich der örtlichen Verfügbarkeit bzw. der zeitnahen Inbetriebnahme auf. So ist ein dynamisches Verkehrsmanagement nur auf jenen Streckenabschnitten möglich, an denen bereits eine weitgehend flächendeckende Verkehrsdatenerfassung inklusive dynamischer Verkehrsleitung durch Wechseltextanzeigen implementiert ist. Dies betrifft in der Regel jedoch nur hochrangige Straßen in den Ballungszentren bzw. vereinzelt längere Streckenabschnitte (A12 - Inntalautobahn). Eine effektive Verkehrssteuerung und ein Verkehrsmanagement außerhalb dieser Gebiete ist daher bis dato nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich. Neben der örtlichen Einschränkung ist andererseits die Durchführung eines mobilen dynamischen Verkehrsmanagements derzeit aufgrund des Mangels an rascher Verfügbarkeit und Inbetriebnahme der technischen Komponenten (Erfassungs- und Auswertesysteme sowie Anzeigemedien) ebenfalls nur sehr eingeschränkt möglich. Die bisher verwendeten oder im Testbetrieb untersuchten Systeme wiesen bis dato Unzulänglichkeiten im Bereich der raschen Inbetriebnahme auf.

Die derzeit angewandten Methoden zur Algorithmenberechnung (d.h. zur Generierung eines Verkehrslagebildes, um Maßnahmen ableiten zu können) benötigten eine bestimmte Vorlaufzeit wodurch eine zeitnahe Verfügbarkeit nicht sichergestellt werden konnte. Ein weiterer Nachteil ist im langen Vorlauf beim Bereich „Transport“ und „Aufstellung“ der Systemkomponenten gegeben.

Zur Lösung des Problems der mangelnden Verfügbarkeit eines rasch einsetzbaren, autarken und mobilen Verkehrsmanagementsystems wurde im Rahmen der gegenständlichen Programmlinie der Prototyp MOVE BEST entwickelt.

Im Rahmen der in der Stufe 1 durchgeführten Machbarkeitsstudie erfolgte die Erstellung einer Anforderungsspezifikation und darauf aufbauend eines Systemkonzepts inkl. Detaildefinition der einzusetzenden Komponenten. Ziel der zweiten Stufe des Projekts MOVE BEST war die Umsetzung der in der Machbarkeitsstudie formulierten Zielsetzungen. Die Anforderungen an das zu entwickelnde System waren neben der mobilen Einsetzbarkeit und Energieautarkie u.a. die rasche Verfügbarkeit, die einfache Handhabung und eine verständliche Informationsdarstellung. Als Ergebnis steht nunmehr der Prototyp MOVE BEST zur Verfügung, der in den nachfolgenden Kapiteln in seinem Gesamtsystem bzw. hinsichtlich der Einzelkomponenten dargestellt wird.

Das System MOVE BEST kann in der Praxis im Rahmen von Maßnahmen der § 44a und § 44b StVO („Vorbereitende Verkehrsmaßnahmen“ und „Unaufschiebbare Verkehrsmaßnahmen“) sowie im Rahmen von Maßnahmen des § 90 StVO („Arbeiten auf oder neben der Straße“) eingesetzt werden.

1.2 Ziele

Die Ziele der Programmlinie sehen die Konzeption eines intelligenten, mobil einsetzbaren und autarken Informations- und Verkehrsmanagementsystems zur Verkehrssteuerung und Optimierung an strategischen Punkten vor. Das zu entwickelnde System soll dabei speziell in jenen Gebieten zum Einsatz kommen, in denen stationäre Einrichtungen nicht verfügbar sind bzw. in Ergänzung zu etwaigen bestehenden Systemen eingesetzt werden können.

Das System soll gewährleisten

- Rasche Verfügbarkeit
- Einfachheit in der Bedienung, d.h. im Auf- und Abbau und bei der Inbetriebnahme
- Insular bedienbares System
- Autarker Betrieb über Zeitraum von mind. 48 Stunden, d.h. keine notwendigen externen Quellen bezüglich Datenübertragung und Energieversorgung
- Verständliche Informationsdarstellung für die Verkehrsteilnehmer

Als Einsatzorte sind vorgesehen:

- Streckenabschnitte auf dem Autobahn- und Schnellstraßennetz (außerhalb der VBA-Gebiete)
- Neuralgische Schnittpunkte A+S-Netz mit B+L-Netz
- Besondere Baustellen (hinsichtlich Querschnitt und Verkehrsführung)
- Besondere Ereignisse (nicht planbare Ereignisse mit wesentlichen Auswirkungen auf den Verkehrszustand)
- Großveranstaltungen mit Auswirkungen auf das A+S-Netz

Die in der Programmlinie angeführten Ziele konnten durch die Entwicklung des Prototyps erreicht werden. Die Zielsetzung nach einem autarken Betrieb des Systems von mind. 48 Stunden wurde durch den Einsatz von äußerst energiesparenden Systemen bei weitem übertroffen. So wurde im Rahmen des Testbetriebes ein Einsatz des Gesamtsystems von über 72 Stunden erzielt. Ein Einsatz der LED-Informationseinheit alleine konnte sogar über einen Zeitraum von mehr als 100 Stunden durchgeführt werden.

Mithilfe von Komponenten, die vor Ort zusammenschraubt bzw. gesteckt werden können, konnte ein platzsparender Transport und ein rascher Aufbau erzielt werden. So beträgt der Zeitraum für den Aufbau einer Sensorikeinheit, der von einer Person bewerkstelligt werden

kann, weniger als 5 Minuten, der Aufbau der LED-Informationstafel ist mit zwei Personen innerhalb von ca. 15 Minuten abgeschlossen. Das Gesamtsystem kann somit – abhängig der Standorte - innerhalb einer Stunde aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Via Web-Interface ist eine leichte und übersichtliche Bedienbarkeit des Systems auf jeglichem Gerät mit Internetzugang möglich.

2 SYSTEM „MOVE BEST“ IM ÜBERBLICK

2.1 Darstellung Gesamtsystem

Das System MOVE BEST sieht eine Kombination von mobilen, für einen bestimmten Zeitraum energieautarken und dynamisch steuerbaren Komponenten für die Verkehrsdatenerfassung und die Anzeige vor. In Verbindung mit drahtlosen Übertragungseinrichtungen und einer Systemzentrale, welche die einlangenden Daten gemäß den hinterlegten Algorithmen berechnet und somit Verkehrszustände abbilden kann, ist ein mobiles Verkehrsmanagement möglich.

Das System MOVE BEST beinhaltet vor Ort den Einsatz von Systemen zur Verkehrsdatenerfassung (Radarsensoren u.ä.), drahtlosen Übertragungsmedien, eine Informationseinheit für den Fahrzeuginnenraum (Anzeige mittels LED-Technik) sowie einen mobilen Leitstand mit der entsprechenden Applikation zur Überwachung des Systems bzw. zur Steuerung im Bedarfsfall. Alle Systemkomponenten weisen eine autarke Energieversorgung mittels Akkus auf, um den Betrieb des Systems für mind. 72 Stunden zu gewährleisten.

Das System MOVE BEST ist in Modulbauweise ausgeführt. Die Komponenten können somit in ASFINAG Fahrzeugen (Streckendienst o.ä.) transportiert und von geschulten Mitarbeitern des Autobahnbetreibers aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Ein rascher Aufbau des Systems und eine zeitnahe Inbetriebnahme verbunden mit zeitnaher Information für die Verkehrsteilnehmer sind somit gewährleistet.

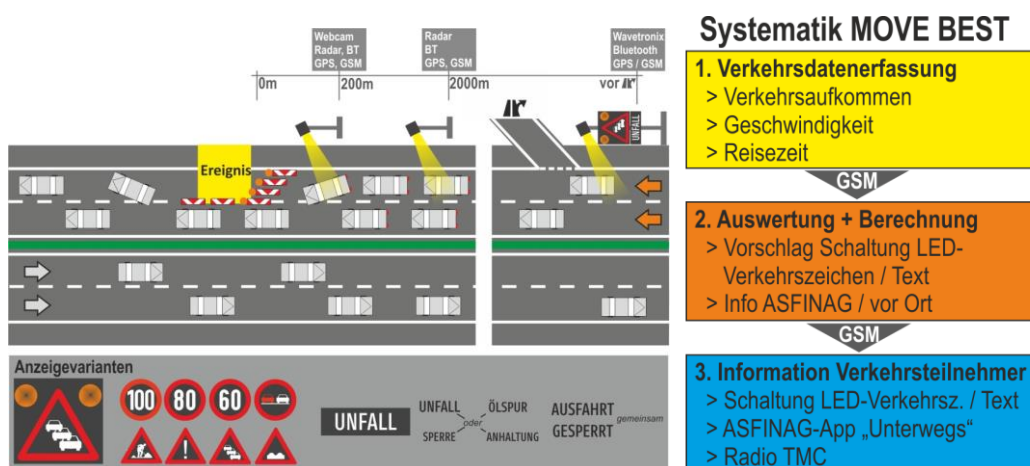


Abbildung 1: Überblick Gesamtsystem und Systematik MOVE BEST

2.2 Systemkomponenten im Überblick

Mithilfe der Verkehrsdatenerfassungseinheiten erfolgt eine automatische Erkennung der aktuellen Verkehrslage. Hierbei wird die Art bzw. Anzahl der Fahrzeuge je Zeiteinheit am Querschnitt erfasst. Weiters können mithilfe des Bluetooth-Sensors die ID's jener Fahrzeuge (bzw. der Mobiltelefone) erkannt werden, welche eine Bluetoothfunktion aktiviert haben. Mithilfe dieser ID ist es somit möglich Reisezeitinformationen generieren zu können.

Jeder Standort der Verkehrsdatenerfassungseinheiten weist, neben den Erfassungssystemen selbst, ein GPS-Modul zur Standortbestimmung und Anzeige in der Karte, ein GSM/UMTS-Modem zur Datenübertragung sowie eine lokale Energieversorgung durch Akkus auf.

Die Datenübertragung zur Systemzentrale erfolgt mittels drahtloser Kommunikation. Für die Datenübertragung ist GSM/UMTS vorgesehen.

In der Systemzentrale werden die eingelangten Daten analysiert, berechnet und an den Operator in der Verkehrsleitzentrale bzw. vor Ort weitergegeben. Im Regelfall erfolgen durch die Systemzentrale – anhand definierter Szenarien – eine Erkennung geeigneter Verkehrsmanagementstrategien und die Generierung eines Vorschlages für die Anzeigen.

Nach Übergabe der Informationen und der Empfehlungen an den Operator, dieser befindet sich in der Verkehrsleitzentrale bzw. vor Ort, sind die Empfehlungen zu bestätigen (Prinzip des halbautomatischen Systems, d.h. Bestätigung durch Operator immer erforderlich). Darüber hinaus können seitens des Operators auch eigene Schaltungen durchgeführt werden (manuelles System). Die vorgeschlagene und bestätigte Anzeige wird an die lokale Verkehrsinformationseinheit, diese ist als LED-Infotafel ausgeführt, übermittelt.

Zusätzlich zu den mittels Radar u.ä. erfassten Verkehrszuständen, kann das Verkehrsgeschehen auch mittels Webcam, diese befindet sich an einem der Standorte, überwacht werden.

Neben der lokalen Verkehrsinfo auf der Strecke mittels der LED-Informationstafel werden die Informationen auch an mobile Verkehrsinfodienste, zu diesen zählt beispielsweise das ASFINAG-App „Unterwegs“ bzw. weitere Verkehrsdienste, übermittelt.

3 SYSTEMKOMPONENTEN IM DETAIL

3.1 Sensorik

3.1.1 Vollquerschnitts Radarsensor

Um zumindest einen Gesamtquerschnitt zuverlässig erfassen zu können wurde nach regem Wissensaustausch mit der tschechischen Forschungseinrichtung CDV und eingehender Testung ein dual Radar „wavetronix Smartsensor HD“ angeschafft. Dieser Sensor kann die Fahrzeuge (Geschwindigkeit, Länge, Fahrzeugklasse) auf allen Fahrstreifen einzeln messen. Das Messprinzip beruht darauf, dass der Sensor zwei Radarstrahlen kombiniert. Dadurch werden eine Richtungserkennung und eine Geschwindigkeitsmessung möglich. Der wesentliche Vorteil des Sensors ist die Möglichkeit einer Messung eines Vollquerschnitts, d.h. jedes einzelnen Fahrstreifens auf beiden Richtungsfahrbahnen. Somit können Autobahn- Querschnitts-Kapazitäten berechnet und die Analyse einbezogen werden.

Die Montagehöhe sollte als Minimum im Bereich von etwa 4 Metern liegen um die Abschattungen aufgrund der Fahrzeuge des ersten Fahrstreifens zu minimieren. Bei dieser Montagehöhe sollte eine minimale Distanz zur Begrenzung des rechten Fahrstreifens von 1,8 m eingehalten werden. Bei einer Möglichkeit zur Überkopfmessung beträgt die empfohlene Montagehöhe etwa 8 bis 9 Meter und die empfohlene Distanz 7,6-10,7m. Durch die Verbauung dieses Sensors am Standort der Anzeigetafel konnte auch eine einfache und rasche Einrichtung und Justierung des Sensors implementiert werden (ausziehbares Rohr ausgerichtet 90° zur Straßenachse).



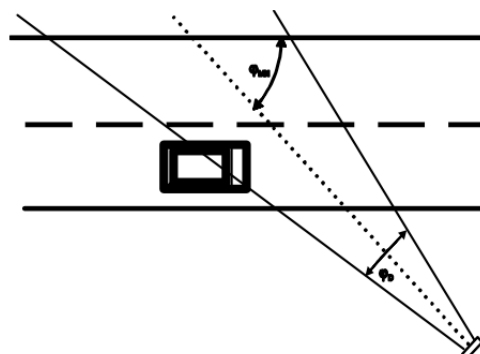
Abbildung 2: wavetronix Smart Sensor HD

Die technischen Details bzw. Spezifikationen können dieser Internet- Adresse entnommen werden: <http://www.wavetronix.com/en/products/smartsensor/hd>

3.1.2 Radarsensor

Zur Erfassung der Anzahl an Fahrzeugen und der Fahrzeuglängen, d.h. der Fahrzeugklasse werden im Vorfeld der Kapazitätsbeschränkung (Ereignisse wie z.B. Baustellen oder Unfälle, etc.) Radarsensoren an mehreren Querschnitten aufgestellt. Nach eingehender Recherche fiel die Wahl auf die neueste Generation der Falcon Radarsensoren (Falcon Plus 3). Dieser Sensor misst nach dem Doppler Prinzip den rechten Fahrstreifen per Einzelfahrzeug- erfassung sehr exakt, die weiteren nur wenn keine Abschattung durch rechtsfahrende Fahrzeuge auftritt. Das Messprinzip des Radars erfolgt mit dem Counting-Modus, d.h. ein Fahrzeug wird detektiert, wenn es den Radarstrahl durchfährt, wobei auch die Nettozeitlücke zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fahrzeugen erfasst wird. Mit diesen Messdaten kann dann anhand eines Q-v Diagramms (Verkehrsstärke-Geschwindigkeit) der jeweils aktuelle Verkehrszustand abgeschätzt werden und darauf aufbauend ein Vorschlag für eine Schaltung getätigt werden.

Ein weiterer Vorteil dieses Sensors besteht darin, dass er einen sehr geringen Stromverbrauch hat, welches sich auf eine längere Einsatzdauer des Move Best Systems niederschlägt. Die Aufstellung des Sensors kann über Kopf oder seitlich neben der Straße erfolgen. Um dem Anspruch gerecht zu werden „mobil“ zu sein, kommt nur die seitliche, am Fahrbahnrand aufgestellte, Messmethode in Frage.



**Abbildung 3: Prinzip Skizze bez. Installation seitlich der Straße,
Messung horizontal**

Die Montagehöhe sollte etwa bei 1-1,5 m liegen, um jedes Fahrzeug detektieren zu können. Der Messwinkel von 45° wird durch eine fixe Montage auf einen Metallwinkel sichergestellt.



Abbildung 4: montierter Radarsensor vor Ort und fixe Montage auf einem Winkel

Die technischen Details bzw. Spezifikationen können dieser Internet- Adresse entnommen werden:

http://viattraffic.de/download/pdf/detektoren/Bedienungsanleitung_Falcon_Plus_III.pdf

3.1.3 Bluetooth / WiFi-Sensor

Zur Reisezeitmessung zwischen den Querschnitten kommt ein Bluetooth bzw. WiFi Sensor zum Einsatz. Dazu wurde im Konsortium festgelegt, dass an den drei Erfassungsquerschnitten je eine Sensoreinheit angebracht wird, um Reisezeitänderungen im Zulauf auf das Ereignis zu detektieren. Nach einer Typenrecherche am europäischen Markt, bei der neben den Anforderungen von MOVE BEST auch auf Patentfragen geachtet wurde, fiel aufgrund des besten Preis-Leistungs-Verhältnisses sowie der am universellsten einsetzbaren Lösung die Entscheidung für den e-CON der Firma FarData. Dieses Produkt bietet neben einem integrierten UMTS Modem und einem GPS-Modul auch die notwendigen Schnittstellen zur Integration sämtlicher sonst noch im Projekt verwendeten Hardware.

Mittels dieses Sensors wird an jedem Standort nach Geräten mit aktiviertem Bluetooth bzw. WiFi gesucht. Dabei kann es sich z.B. um Telefone, Autoradios, Freisprecheinrichtungen oder auch Navigationsgeräte handeln. Jedes dieser Geräte verfügt über eine eindeutige Kennung, die sogenannte MAC Adresse. Anhand dieser Kennung kann das Gerät an den unterschiedlichen Standorten wieder erkannt werden und somit eine Reisezeit gemessen werden.

Die Montage der Antenne erfolgt dabei auf ca. 1,5-2,5m und hat dadurch eine Reichweite von bis zu 300m. Dies ermöglicht die Erfassung des Vollquerschnitts und somit die Berechnung der Reisezeiten sogar in beide Fahrrichtungen. Als weiteres Feature kann auch die Verweildauer der Geräte innerhalb der Reichweite des Sensors gemessen werden, womit auch lokale Staus erfasst werden können.



Abbildung 5: Bluetooth Antenne des Sensors

3.2 Webcam

Um einen guten Überblick über die Verkehrslage im Vorfeld eines Ereignisses zu bekommen war die Anforderung seitens des Auftraggebers eine Webcam im System MOVE BEST zu implementieren. Folgende Anforderungen an die Hardware wurden vom Konsortium definiert:

- Zoombar: nein
- Nachtsicht: eher untergeordnete Priorität
- Manuelle Wahl der Auflösung und Übermittlungsrate
- Schwenkbar: nein, wichtig jedoch den Zu- und Ablauf beobachten zu können

Aufgrund dieser Anforderungen fiel die Wahl auf die Webcam „Mobotix Dual Dome D15“, welche innerhalb eines wetterfesten Gehäuses aus hochfestem Kunststoff zwei Objektive um 180° versetzt beherbergt. Die maximale Auflösung der Kameras beträgt 2x 3 Megapixel, bei der Verwendung als Video (abhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit des Modems) beträgt die max. Bildrate bei 30 Bilder pro Sekunde 1280x960 Pixel).

Die Einstellungsoptionen ermöglichen eine freie Bildformatwahl und eine manuelle Einstellung der Übertragungsrate. Nach den Tests auf der A4 konnten aufgrund der erhöhten Lichtempfindlichkeit der Kamera gute Bilder in der Dunkelheit beobachtet werden.

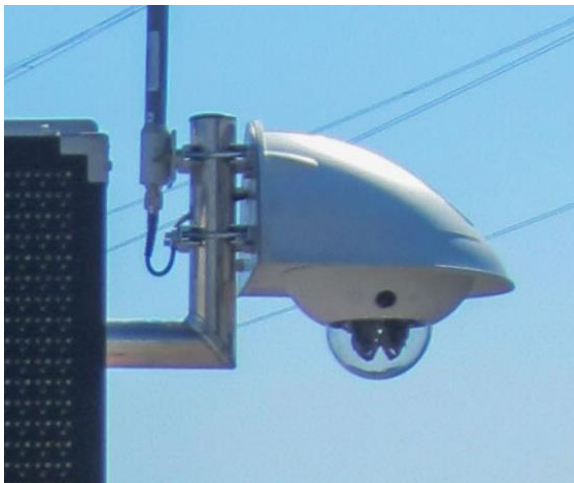


Abbildung 6: Webcam Mobotix auf einem Ausleger montiert



Abbildung 7: Nachtaufnahme Dualkamera A4

Die technischen Details bzw. Spezifikationen können dieser Internet- Adresse entnommen werden: http://www.mobotix.com/ger_DE/Produkte/Kameras/DualDome-D15

3.3 Steuerungseinheit

Der e-CON der Firma FarData ist ein System zur Steuerung und Datensammlung und wurde speziell für den Einsatz in dezentralen Systemen entwickelt. Die Grundfunktionalität des e-CON besteht dabei aus folgenden Modulen:

- UMTS Modem zur schnellen Datenübertragung
- GPS Modul zur Positionsbestimmung
- Bluetooth/WiFi Modul zur Reisezeiterfassung

Über seine externen Schnittstellen kann das System eine Vielzahl an zusätzlicher Sensorik anbinden und diese bei Bedarf auch steuern. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Bereichen:

- Anbindung von Netzwerk Kameras
- Anbindung von Radar Sensorik
- Ansteuerung von LED-Tafeln
- Anbindung von Wetterdaten

Das System wurde besonders im Hinblick auf einen niedrigen Energieverbrauch entwickelt und eignet sich deshalb sehr gut für den Einsatz als autonome Sensoreinheit in MOVE BEST. Dies ermöglicht trotz hoher Funktionalität eine relativ kleine und kompakte Bauweise und erleichtert eine rasche Installation und Inbetriebnahme vor Ort.

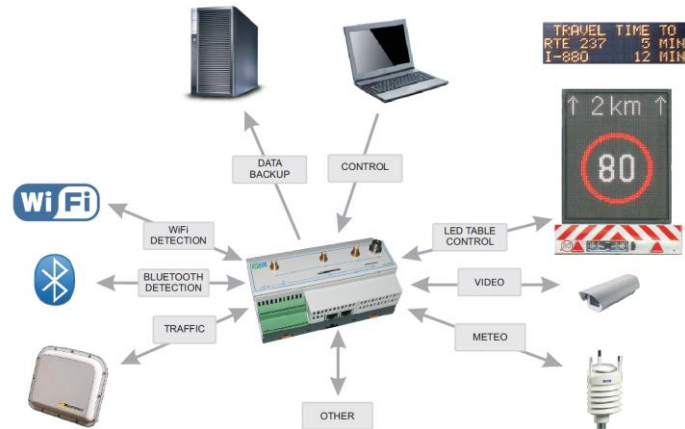


Abbildung 8: Beschreibung des e-CON Systems

Die Steuerungseinheit ist in einer wetterfesten Box, gemeinsam mit dem Akku und den GPS/GSM-Einheiten untergebracht.

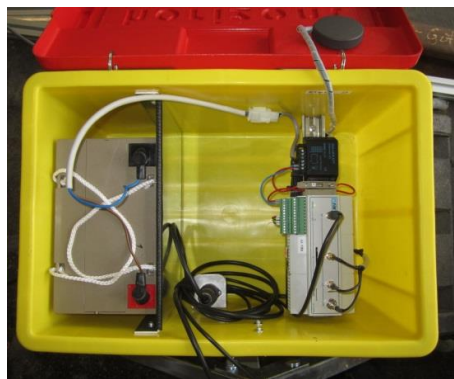


Abbildung 9: Systembox inkl. Akku und Steuerungseinheit e-CON

3.4 Datenübertragung

Die Übertragung und Steuerung der Einheiten erfolgt mittels des im e-CON integrierten UMTS Modems über den zentralen Server. Jeder lokale Standort baut dafür eine verschlüsselte VPN Verbindung zum Server auf. Jegliche Kommunikation der Sensorik mit der Zentrale erfolgt über diese geschützte Verbindung, wodurch sämtliche Daten vor diversen Angriffen und Manipulationen geschützt sind. Die Übertragung der Daten erfolgt über das von der Firma FarData spezifizierte e-CON Protokoll, welches durch das verwendete Binärformat eine kompakte und schnelle Kommunikation ermöglicht. Das Protokoll wird vom Server verarbeitet und dem restlichen System über eine REST Schnittstelle zugänglich gemacht. Diese REST Schnittstelle bietet auch die Möglichkeit, die mittels des MOVE BEST Systems erfassten Daten in andere Systeme zu integrieren.

3.5 Energieversorgung

3.5.1 Energieversorgung Sensorik

Die Energieversorgung wurde so ausgelegt, dass der Betrieb des Komplettsystems von mindestens 48 Stunden auch bei widrigsten Umständen und auch bei gealterten Akkus gewährleistet werden kann.

Durch die Wahl speziell stromsparender Komponenten konnte das Gewicht der Energieversorgung äußerst gering gehalten werden.

Für den Betrieb reicht ein Stück 12V / 55 Ah Blei Gel Akku, welcher absolut wartungsfrei und lageunabhängig eingebaut und transportiert werden kann. Zusätzlich zur Aufstellvorrichtung unterstützt das Gewicht des Akkus die Konstruktion und erhöht somit die Stabilität der Systembox.

3.5.2 Energieversorgung Webcam

Die Stromversorgung der Webcam wird vom der Systembatterie der Sensoren bereitgestellt. Die Kamera kann bei Bedarf über die Webseite eingeschaltet werden. Die Deaktivierung der Webcam erfolgt nach einer festgelegten Zeit oder kann ebenfalls über die Webseite manuell ausgeschaltet werden.

Diese Funktionalität gewährleistet, dass die autarke Energieversorgung vor Ort den Betrieb der Webcam gewährleistet und die geforderte Laufzeit von mindestens 48 Stunden erreicht werden kann.

3.5.3 Energieversorgung LED-Informationseinheit

Die Energieversorgung der LED-Informationseinheit wird durch 4 Stück 12V/85 Ah Akkus gewährleistet.

Für die Berechnung der Energie wurde vom Fall einer 100 % Anzeigerauslastung (Aufleuchten aller LEDs auf der Anzeigematrix) ausgegangen. Da die darzustellenden Verkehrs-

zeichen jedoch nie die komplette Anzeigematrix benötigen, ist der Betrieb mit einer Akkuladung bis zu sieben Tagen möglich.

Die LED-Informationseinheit benötigt aufgrund Ihrer Dimension (Abmessungen der Verkehrszeichen gemäß RVS) und der dadurch gegebenen großen Windangriffsfläche ein entsprechendes Gegengewicht, welches zum Teil durch die Akkus bereitgestellt wird und somit zur weiteren Stabilität der Konstruktion beiträgt.

Um eine Vollquerschnitt zu erfassen kann am Standort der LED-Informationseinheit zusätzlich ein wavetronix-Radarsensor eingesetzt werden. Dieser hat, im Vergleich zu den Seitenradarsensoren, einen erhöhten Energiebedarf. Um die Laufzeit des wavetronix-Sensorsystems für die Mindestlaufzeit von 48 Stunden gewährleisten zu können, besteht hier die Möglichkeit einen zusätzlichen 12V/55Ah Akku in der Systembox der Anzeigetafel unterzubringen und diesen mit dem Sensorsystem zu verbinden.

3.6 Systemzentrale - Auswertung & Berechnung

3.6.1 Simulation

Die Simulation diente dazu, bereits im Voraus bei vordefinierten Ereignissen die Entwicklung des Verkehrszustandes abschätzen zu können. In Kombination mit den hinterlegten Algorithmen zur Berechnung der Verkehrszustände aus den Echtzeitdaten aus dem MOVE BEST System können Schaltvorschläge abgeleitet werden. Die Simulationen wurden mit dem Softwaretool VISSIM der PTV AG, das weit verbreitet für Mikrosimulationen im Verkehrsbereich eingesetzt wird, durchgeführt.

Die Kalibrierung der Simulationsumgebung erfolgte anhand von Daten aus Vorgängerprojekten des Konsortiums wie z. B. ROBBIE (Reisezeitoptimierung im Baustellenbereich), dass eine ähnliche Projektkonzeption wie MOVE BEST hatte. Herangezogen wurden Geschwindigkeitsverteilungen von Streckenabschnitten mit unterschiedlichen höchstzulässigen Geschwindigkeiten sowie Zeitlücken im Verkehrsablauf an eben diesen Streckenabschnitten. Zur Validierung wurde auf Daten aus dem Testbetrieb an der A4 im Bereich der AST Flughafen Wien Schwechat zurückgegriffen.

Die im Rahmen von MOVE BEST zu simulierenden Ereignisse wurden in zwei Kategorien eingeteilt:

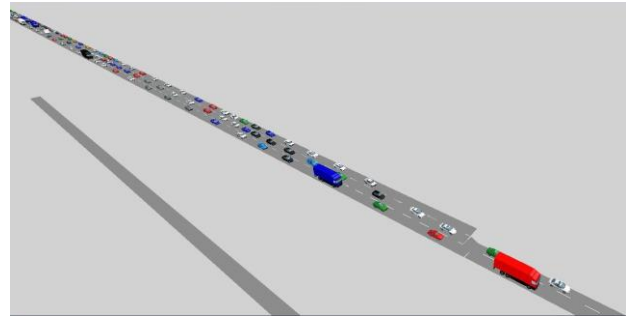
- Kapazitätsmindernde Maßnahmen (wie z.B. eine Baustelle)
- nachfragesteigernde Rahmenbedingungen (wie z.B. ein Großereignis).

Dazu wurden gemeinsam mit dem Auftraggeber Anwendungsfälle identifiziert, bei denen das System zur Anwendung gelangen könnte und die daher in der Simulation durchgespielt werden sollten.

Im Bereich der **kapazitätsmindernden Maßnahmen** kamen folgende Szenarien zur Anwendung:

- Fahrstreifensubtraktion von drei auf zwei Fahrstreifen, von zwei auf einen Fahrstreifen und von drei auf einen Fahrstreifen
- Fahrbahnverschwenkung im Ereignisbereich mit zwei durchgehenden Fahrstreifen

Abbildung 10: VISSIM-Simulation einer Fahrstreifensubtraktion von drei auf zwei Fahrstreifen



Die Simulationen wurden mit der Verkehrsbelastung aus einer typischen Tagesganglinie über den Zeitraum eines ganzen Tages durchgeführt. Um für die gewünschten Auswertungen genügend Datenpunkte zu haben, wurden zusätzliche Simulationsläufe mit variierender Verkehrsnachfrage ausgeführt. Aus den so generierten Daten wurden Auswertungen in Form von Q-v-Diagrammen (siehe Abbildung 11) sowie Aussagen zu Geschwindigkeits- und Reisezeitverläufen abgeleitet (siehe Abbildung 12).

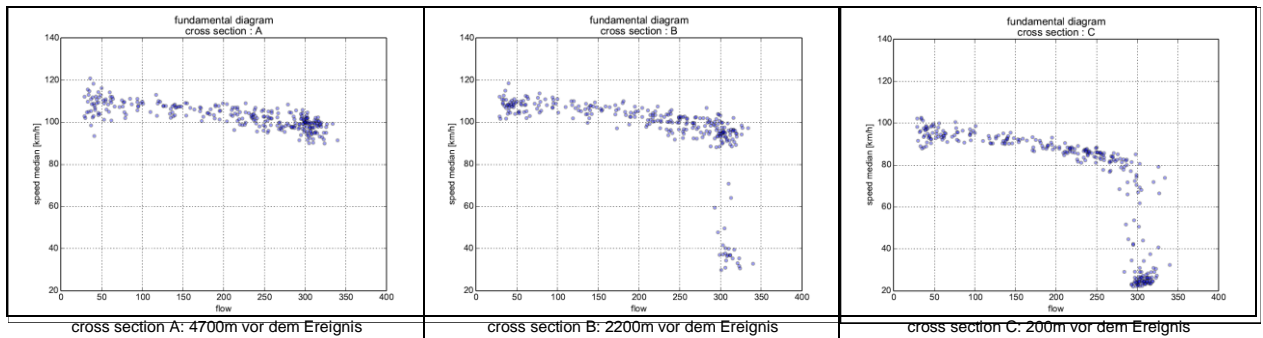


Abbildung 11: Q-v-Diagramme der Sensorquerschnitte in der Simulation bei Fahrstreifenreduktion von drei auf zwei Fahrstreifen

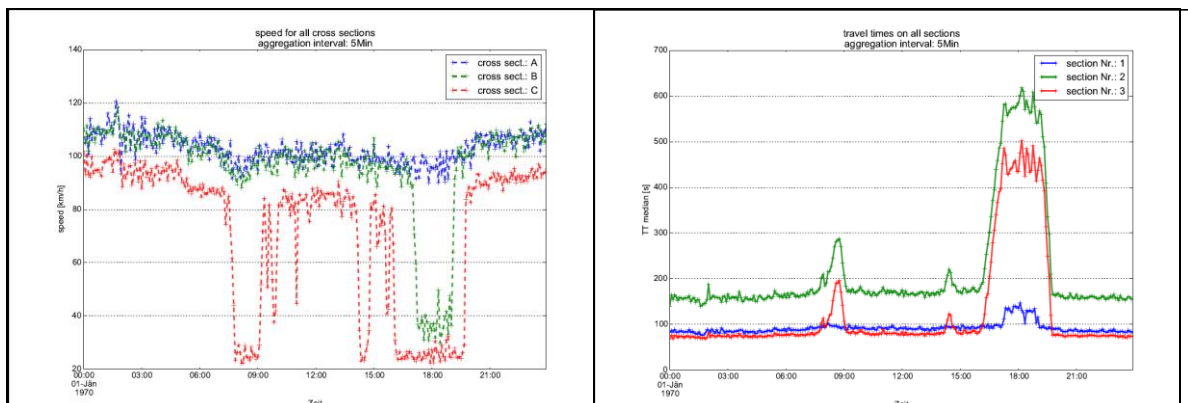


Abbildung 12: Geschwindigkeits- und Reisezeitverläufe in der Simulation bei Fahrstreifenreduktion von drei auf zwei Fahrstreifen

Als **nachfragesteigerndes Szenario** wurde folgendes Großereignis gewählt:

- Nova Rock Festival auf den Pannonia Fields bei Nickelsdorf:
 - Zwei Zufahrtsmöglichkeiten über zwei unterschiedliche Anschlussstellen
 - Falls die Hauptzufahrt überlastet ist erfolgt die Umleitung zur alternativen Anschlussstelle

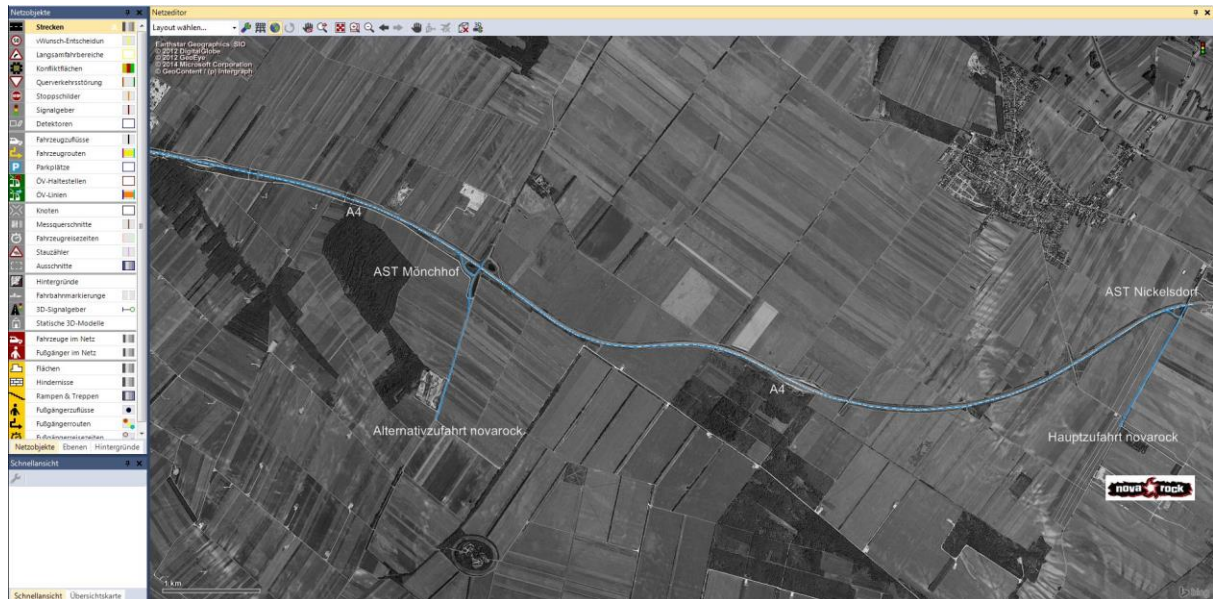


Abbildung 13: VISSIM-Simulation der Zufahrt des nachfragesteigernden Szenarios Nova Rock

Um hier eine realistische Verkehrsnachfrage zugrunde legen zu können, wurde auf die VMIS-Daten des Auftraggebers, die typische Tageslinien für den Zeitraum von Nova Rock 2014 beinhalten, zurückgegriffen. Aus den darauf aufbauenden Simulationen wurden ebenso wie für den Bereich der kapazitätsmindernden Maßnahmen Auswertungen in Form von Q-v-Diagrammen sowie Aussagen zu Geschwindigkeits- und Reisezeitverläufen abgeleitet.

Die aus den Simulationen generierten Daten der Verkehrszustände sind in der Systemzentrale hinterlegt und werden dort mit jenen Daten, die jeweils aktuell aus der MOVE BEST Sensorik gewonnen werden, verschränkt. Auf im Projekt entwickelten Algorithmen basierend können daraus Schlvorschläge für die Anzeigentafel abgeleitet werden.

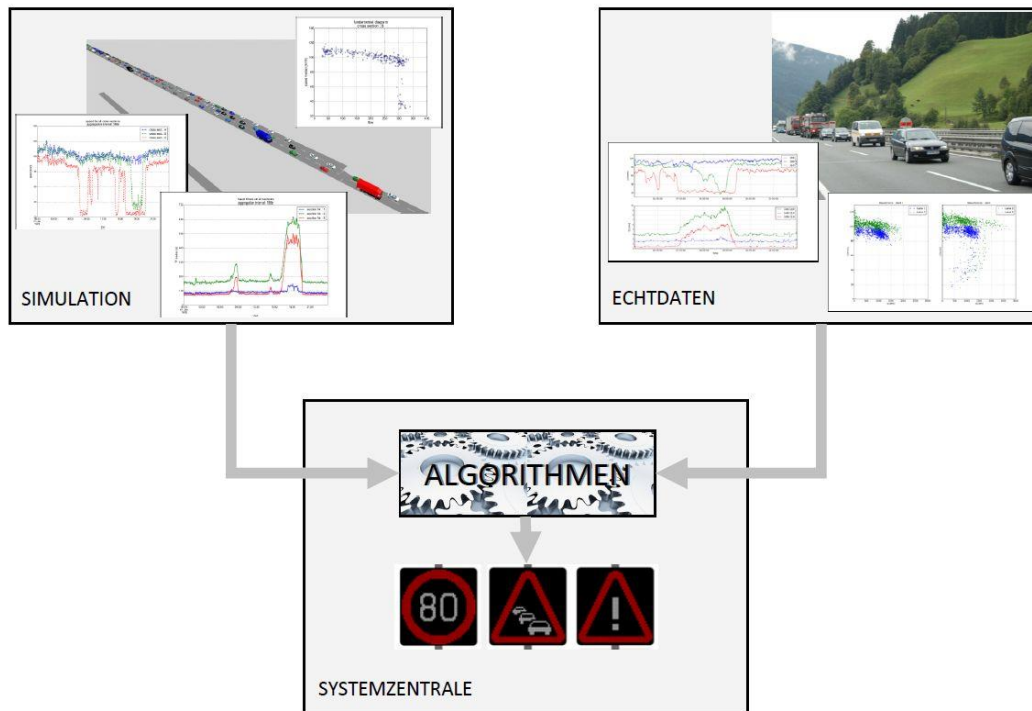


Abbildung 14: Systemdarstellung von Simulations- und Echtzeiten zu einem Schaltvorschlag

3.6.2 Systemüberwachung

Der zentrale Server übernimmt neben der Kommunikation als zweite Aufgabe auch die Überwachung der Sensoreinheiten. Dabei findet ein kontinuierliches Monitoring der lokalen Sensorik, wie etwa der Batteriespannung, der Kommunikation der Sensoreinheit sowie der Anzahl an detektierten Fahrzeugen statt. Sollte es dabei zu auffälligen Veränderungen kommen, so wird im ersten Schritt die betroffene Sensorik neu gestartet.

Falls diese automatischen Maßnahmen zu keiner Verbesserung führen, wird der zuständige Administrator per E-Mail verständigt. Dieser kann als letzte Maßnahme auch einen kompletten Neustart des Systems durchführen.

3.7 Informationsmedien für Verkehrsteilnehmer

3.7.1 LED-Informationseinheit

Nach Einlangen der Verkehrsdaten in der Systemzentrale werden diese automatisiert aufbereitet und mittels zuvor hinterlegter Maßnahmenempfehlungen an den Operator zur Bestätigung weitergegeben. Die Maßnahmenempfehlungen des Systems werden nach Bestätigung des Operators, bzw. ist es diesem auch möglich eigenständig Schaltungen vorzunehmen, an die LED-Informationseinheit weitergegeben.

Für das System MOVE BEST werden grundsätzlich zwei Varianten der Informationsdarstellung für den Verkehrsteilnehmer vor Ort angeboten. Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Größe und des Umfanges der möglichen Informationsdarstellung sowie in der Art des Transports und der Aufstellung und werden als Version „Small“ und „Large“ unterschieden. Die Ausführung der Informationsdarstellung via LED-Anzeige gewährleistet die Anpassung je nach aktuellem Verkehrszustand.

Die **Version Large** basiert auf einem bestehenden Vorwarnanhänger mit einer LED-Informationstafel. Dieses System des Anhängers mit LED-Anzeige ist beim Autobahnbetreiber ASFINAG bereits zahlreich im Einsatz und wird als Vorwarnung im Zuge laufender Arbeiten an der Strecke verwendet. Für das System MOVE BEST ist hierzu der bestehende Vorwarnanhänger lediglich um die notwendigen Komponenten zu erweitern (GPS-Modul und GSM/UMTS-Modem bzw. zusätzlicher Akku sowie Aufhängevorrichtung für Webcam). Somit kann die MOVE BEST LED-Informationseinheit in der Version Large einerseits für Einsätze des MOVE BEST Systems und andererseits weiterhin für „herkömmliche“ Streckendiensteinsätze verwendet werden. Als Synergieeffekte sind hierbei die doppelte Verwendung und die dadurch mögliche Kosteneinsparung zu nennen.

Die **Version Small** stellt eine Eigenentwicklung dar und basiert auf zwei LED-Paneelen in Kombination mit einer Aufstellvorrichtung. Diese klappbare Konstruktion erlaubt es, die Version Small im Streckendienstfahrzeug bzw. einem alternativen ASFINAG-Einsatzfahrzeug oder Anhänger zu transportieren, wodurch sich diese Version, gemeinsam mit den Sensorikeinheiten, immer auf der Strecke befindet.

Die LED-Informationseinheit in der Version „Small“ beinhaltet zwei LED-Anzeigen. Während die obere LED-Anzeige der Möglichkeit der Anzeige von 16 Vorschrifts- und Gefahrenzeichen (Vorschriftszeichen im Regelformat 960 mm) sowie „Blinkpeile rechts/links“ vorsieht, können auf der unteren Anzeige vordefinierte Texte eingeblendet werden.

Nachstehend Beispiele für Anzeigen auf der LED-Informationseinheit der Version Small.

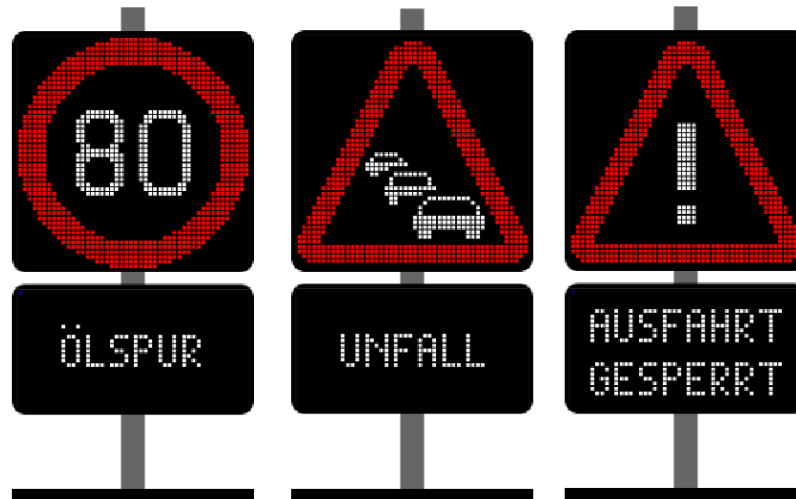


Abbildung 15: Anzeigevarianten der LED-Informationseinheit Version Small (Auswahl)



Abbildung 16: LED-Informationseinheiten Version Small (links) und Version Large

3.7.2 Integration in nachgelagerte Informationsdienste

Neben den Verkehrsinformationen für die Verkehrsteilnehmer auf der Strecke mittels der LED-Informationstafeln können die generierten Daten mit den Informationen zum Verkehrszustand auch in die bestehenden Verkehrsinformationsdienste des Autobahnbetreibers sowie an nachgelagerte Dienste, wie beispielsweise Verkehrsfunk, eingespielt werden.

Mittels vordefinierter Schnittstellen werden die Daten nach der Aufbereitung in der Systemzentrale dem Operator in der Verkehrsleitzentrale mit der Empfehlung geeigneter Maßnahmen bzw. Schaltung der LED-Informationstafeln zur Verfügung gestellt. Diese Daten können dann zeitgleich in die Informationsdienste (bspw. ASFINAG-App „Unterwegs“) eingespielt bzw. Drittnutzern (Ö3-Verkehrsservice) für die Generierung entsprechender Meldungen zur Verfügung gestellt werden. Weiters ist eine Einspielung der Informationen in die bestehenden ASFINAG-Wechseltextanzeigen möglich.

Verkehrsbehinderungen, Sperrungen oder sonstige den freien Verkehrsfluss behindernden Ereignisse können somit auch jenen Verkehrsteilnehmern übermittelt werden, die sich noch im weiter entfernten Zulauf zum Ereignis befinden. Ein rechtzeitiges Reagieren durch Änderungen der Routenwahl ist somit möglich.

4 STEUERUNG – BETRIEB – ANZEIGEN

Das Kapitel 4 stellt die zuvor im Kapitel 3 im Detail beschriebenen Einzelkomponenten in der Kombination als Einheiten im Betrieb dar. Dazu zählen die Steuerungseinheit für den Benutzer vor Ort, die Sensorikseinheiten zur Verkehrsdatenerfassung sowie die LED-Informationseinheit, jeweils in Verbindung mit deren Aufstellereinrichtungen.

4.1 Steuerung mittels Web-Applikation

Um das System MOVE BEST möglichst einfach und intuitiv zu gestalten, wurde eine Web-Applikation entwickelt. Diese ist universell angepasst und kann so vom Smartphone über das Tablet bis hin zum Desktop Rechner verwendet werden.

Das im Projekt angeschaffte Tablet ist das Sony Xperia Z2, welches ein extrem flaches und leichtes Tablet ist. Außerdem ist es ideal für einen Outdoor Einsatz, da es ein staubabweisendes und kratzfestes Display sowie ein wasserfestes Gehäuse hat.



Abbildung 17: Tablet Sony Xperia Z2

Bei der Entwicklung der Applikation stand die einfache Benutzerführung ganz besonders im Vordergrund, um den Mitarbeiter vor Ort nicht bei seiner sonstigen Arbeit zu stören oder bei der Inbetriebnahme zu überfordern. Die Web-Applikation gliedert sich dabei in 4 Bereiche:

- eine Übersichtsseite zur Darstellung des aktuellen Systemzustandes
- einer Seite mit aktuellen Grafiken zu Geschwindigkeiten, Reisezeiten und Zähldaten
- einer Seite zur Steuerung der Anzeige der LED-Tafel
- einer Seite zur Steuerung und Anzeige der Web-Cam

Jeder dieser Bereiche versucht dabei, sich auf die wirklich notwendige Information zu beschränken und diese am Tablet bzw. PC auf nur einer Bildschirmseite unterzubringen.



Abbildung 18: Darstellung der Übersicht sowie der zur Steuerung der Anzeigetafel

Die Implementierung der Web-Applikation erfolgte in Python unter Verwendung des Flask Frameworks. Zur interaktiven Darstellung werden die Bibliotheken Bootstrap, jQuery sowie D3 verwendet. Sämtliche aktuellen Verkehrsdaten werden für einen einfachen und schnellen Zugriff in einer PostgreSQL Datenbank vorgehalten und über eine REST-Schnittstelle bereitgestellt. Über diese Schnittstelle können die vom System MOVE BEST erhobenen Daten für weitere Systeme der ASFINAG bereitgestellt werden.

4.2 Einheit Verkehrsdatenerfassung

Die Einheit zur Verkehrsdatenerfassung umfasst eine mobile Aufstellvorrichtung in Form eines aufklappbaren Standfußes, eines Stehers zur Montage der Sensorik, einer Box mit den Komponenten zur Datenübertragung, Standortbestimmung sowie für die Energieversorgung sowie einer Beschwerungsplatte in Form einer Bodenplatte für Leitbaken. Weiters zählen zu dieser Einheit ein Radarsensor sowie eine Bluetooth-Einheit.

Die nachstehende Abbildung zeigt die Einzelkomponenten in zerlegter Form, wie sie im Fahrzeug transportiert werden können.



Abbildung 19: Einheit zur Verkehrsdatenerfassung - Einzelkomponenten

Die Einheit zur Verkehrsdatenerfassung umfasst im Detail folgende Komponenten:

- Mobile Aufstellvorrichtung in Form eines aufklappbaren Standfußes (bei Aufstellung auf Böschung, Beine des Standfußes sind schwenkbar) oder in Form einer Leitbaken-Bodenplatte bei ebenen Untergrund
- Steher auf Kunststoff mit vorgefertigten Einsteckvorrichtungen für die Sensorik
- Radarsensor
- Bluetooth
- Wetterschutzbox mit integrierter Steuerungseinheit, GPS, Akku und GSM/UMTS-Modem (siehe Bild rechts)



Abbildung 20: Box mit Steuerungskomponenten

Je nach Anlageverhältnissen erfolgt die Aufstellung der Einheit zur Verkehrsdatenerfassung entweder mittels der Leitbaken-Bodenplatte (bei ebenen Untergrund) oder mithilfe des aufklappbaren Standfußes. Bei diesem sind die Beine schwenkbar, sodass die Einheit auch an einer Böschung aufgestellt werden kann.

Nach Aufstellung der Bodenelemente erfolgt das Einstecken des Stehers in diese und das Anbringen der Sensorikeneinheiten (Radar und Bluetooth) in die vorgefertigten Befestigungspunkte am Steher. Die für die Messung optimale Ausrichtung des Radarsensors in einem 45° Winkel zum Verkehr ist durch das vorgefertigte einsteckbare Winklelement und Aufstellung des Stehers parallel zur Fahrbahn gewährleistet. Eine Libelle an Radarsensor gewährleistet weiters, dass die Einheit waagrecht ausgeführt ist, sodass der Radarsensor korrekte Daten liefert. Eine Feinjustierung am Standfuß bzw. am Steher ist dazu möglich.

Nach Zusammenschluss der Steckverbindungen wird die Sicherung an der Steuerungseinheit eingeschoben und die Einheit startet selbstständig. Mithilfe der Steuerung am Tablet können nach wenigen Minuten (je nach Geschwindigkeit der Mobilfunkverbindung) die Daten empfangen werden.

Die nachstehende Abbildung zeigt die Aufbauvarianten des Systems mittels Bodenplatte (Bild ganz links) oder aufklappbaren Standfußes in der Ebene oder auf einer Böschung. Bei Verwendung des aufklappbaren Standfußes kann die Bodenplatte als Gewicht für die Standfestigkeit verwendet werden.



Abbildung 21: Einheit zur Verkehrsdatenerfassung - Aufbauvarianten

4.3 Einheit Anzeige für Verkehrsteilnehmer

Die LED-Informationstafel in der Version Small sowie die dazugehörige Aufstellvorrichtung stellt eine Eigenentwicklung dar und beinhaltet eine LED-Anzeigetafel für Vorschriftszeichen im Format 960 mm bzw. Gefahrenzeichen im Format 1000 mm (Formate gemäß den technischen Richtlinien für Verkehrszeichengrößen auf Autobahnen), eine zweite darunter befindliche LED-Anzeige für Texteinblendungen sowie eine Aufstellvorrichtung. Weiters können bei Bedarf ein Sensor und/oder die Webcam auf dem Steher montiert werden.



Abbildung 22: LED-Informationseinheit in der Version Small

Die LED-Informationseinheit hat im Detail folgende Komponenten:

- Mobile Aufstellvorrichtung in Form eines Bodenelementes
- 2 LED-Anzeigen (Verkehrszeichen und Textanzeige)
- Sensor zur Verkehrsdatenerfassung (bei Bedarf ansteckbar)
- Webcam (bei Bedarf ansteckbar)
- Wetterschutzbox mit integrierter Steuerungseinheit, GPS und GSM/UMTS-Modem
- Wetterschutzbox mit Akkus

Die mobile Aufstellvorrichtung weist auf ihrer Bodenplatte Stellschrauben auf, mit deren Hilfe etwaige Unebenheiten am Standort ausgeglichen werden können (siehe nebenstehende Abbildung).



Abbildung 23: Bodenplatte mit Stellschrauben

Nach Aufbau der Einheit und dem Zusammenschluss der Energie- und Datenverbindungen sowie nach Einstecken der Sicherung an der Steuerungseinheit wird die Einheit automatisch in Betrieb genommen. Analog der Version Small können dann, in Abhängigkeit der Mobilfunkverbindung am jeweiligen Standort, nach wenigen Minuten mittels Tablet die Funktionalitäten der Einheit überprüft werden.

Als Alternative zur LED-Informationseinheit in der Version Small kann das System MOVE BEST auch in der Version Large implementiert werden. Die Version Large beinhaltet dabei die Montage der Einheiten an einem Vorwarnanhänger, wie er bei der ASFINAG in Verwendung ist. Hierzu muss die Steuerungsplatine getauscht werden, um die Funktionalitäten des Systems MOVE BEST zu gewährleisten.

Die Besonderheit der Version Large stellt die mögliche Integration des Systems MOVE BEST in einen bestehenden Standard-Vorwarnanhänger des Autobahnbetreibers dar. Der Vorwarnanhänger kann somit im Regelbetrieb der ASFINAG oder als MOVE BEST Einheit verwendet werden. Mithilfe der Version Large können beispielsweise durch Mitnahme zusätzlicher Akku-Einheiten am Anhänger längerfristige MOVE BEST-Einsätze durchgeführt werden. Die Zusatzmodule wie beispielsweise Webcam und/oder Sensorik können dabei bei Bedarf montiert werden.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND VORTEILE DES SYSTEMS MOVE BEST

Im Streckennetz auf Autobahnen und Schnellstraßen kommt es vermehrt zu Verkehrssituationen, die verkehrstechnische Maßnahmen zur Regelung des Verkehrsflusses erfordern. Die derzeit eingesetzten Systeme für Verkehrsleitung bzw. Verkehrssteuerung weisen in diesem Zusammenhang jedoch Nachteile hinsichtlich der örtlichen Verfügbarkeit bzw. der zeitnahen Inbetriebnahme auf.

Zur Lösung des Problems der mangelnden Verfügbarkeit eines rasch einsetzbaren, autarken und mobilen Verkehrsmanagementsystems wurde das System MOVE BEST entwickelt. Dieses System kann dabei zukünftig im Rahmen von Maßnahmen des § 44a und § 44b StVO („Vorbereitende Verkehrsmaßnahmen“ und „Unaufschiebbare Verkehrsmaßnahmen“) sowie im Rahmen von Maßnahmen des § 90 StVO („Arbeiten auf oder neben der Straße“) eingesetzt werden.

Das System MOVE BEST sieht eine Kombination von mobilen, energieautarken und dynamisch steuerbaren Komponenten für die Verkehrsdatenerfassung und die Anzeige vor. In Verbindung mit einer Systemzentrale, welche die einlangenden Daten gemäß den hinterlegten Algorithmen berechnet und somit Verkehrszustände abbilden kann, ist somit ein mobiles Verkehrsmanagement möglich.

Das System beinhaltet vor Ort den Einsatz von Systemen zur Verkehrsdatenerfassung, drahtlosen Übertragungsmedien, eine Informationseinheit (Anzeige mittels LED-Technik) sowie einen mobilen Leitstand mit entsprechender Applikation. Alle Systemkomponenten weisen eine autarke Energieversorgung mittels Akkus auf, um den Betrieb des Systems für einen Zeitraum von mindestens 72 Stunden zu gewährleisten.

Das System MOVE BEST ist in Modulbauweise ausgeführt. Die Komponenten können somit im ASFINAG-Streckendienstfahrzeug (o.ä.) transportiert werden. Eine rasche Verfügbarkeit am Streckennetz und somit eine zeitnahe Information für die Verkehrsteilnehmer können somit gewährleistet werden.

Als **wesentliche Vorteile des Systems MOVE BEST** sind zu nennen:

- **Modulares System:**

Die Einheiten sind für den Transport in Einzelteile zerlegt und können somit in einem Fahrzeug transportiert werden. Mithilfe der Modulbauweise können auch immer nur jene Einheiten installiert werden, die für den betreffenden Einsatz benötigt werden. Alle anderen Komponenten verbleiben im Fahrzeug. Bei größeren Ereignissen können jedoch auch zusätzliche Sensorikeinheiten und Anzeigetafeln dazugeschaltet werden.

- **Geringer Stromverbrauch, lange Laufzeit:**

Im Rahmen des Testbetriebes wurden die Einheiten einzeln und im Gesamtsystem hinsichtlich der Laufzeiten der autarken Energieversorgung getestet. Für das Gesamtsystem (Sensorikeinheiten und LED-Informationseinheit) kann eine Laufzeit von mind. 72 Stunden angegeben werden. Die LED-Informationseinheit weist eine Laufzeit von über 100 Stunden auf.

- **Einfacher und rascher Auf- und Abbau der Einheiten:**

Alle Komponenten weisen Steck- oder Schraubverbindungen auf und können daher in kurzer Zeit aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Der Aufbau der Sensorikeinheit kann mit einer Person in ca. 5 Minuten durchgeführt werden, der Aufbau der LED-Informationseinheit ist mit zwei geschulten Personen in ca. 15 Minuten abgeschlossen.

- **Rasche Inbetriebnahme:**

Der Aufbau der Einheiten und die Inbetriebnahme des Gesamtsystems kann, je nach Anlassfall und je nach Standorten, innerhalb von 1 Stunde durchgeführt und abgeschlossen werden.

- **Einfache Verständlichkeit:**

Mithilfe einer Auf- und Abbauanleitung, diese befindet sich bei allen Einheiten im Deckel der Wetterschutz-Box sowie aufgrund der Farbcodierung der Stecker ist ein rascher und fehlerfreier Auf- und Abbau bzw. eine zeitnahe Inbetriebnahme gewährleistet. Die Menüführung am Tablet orientiert sich an gängigen Menüführungen am PC und kann somit von geschulten Mitarbeitern durchgeführt werden.

Neben den zuvor genannten Vorteilen des Systems MOVE BEST und der Möglichkeit des Einsatzes am Rahmen von Verkehrsbeeinträchtigungen am hochrangigen Straßennetz ist als weiterer Vorteil die **zusätzliche Verwendung des Systems MOVE BEST** für folgende Einsatzbereiche möglich:

- **Mobiles Reisezeiterfassungssystem**

Mithilfe der Bluetooth-Erfassungseinheiten können Reisezeiten für bestimmte Streckenabschnitte erfasst, ausgewertet und übermittelt werden. Dies kann zur Generierung eines Verkehrslagebildes verwendet werden.

- **System für Vollquerschnittszählungen**

Mittels der Sensorikeinheit (bspw. Wavetronix) ist eine Einzelfahrzeug-Erfassung aller Fahrstreifen an einem Querschnitt möglich (alle Fahrstreifen, beide RFB)

- **Stauerfassungssystem**

Durch Aufbau mehrerer Sensorikeinheiten (Radar und Bluetooth) können mögliche Staubereiche, beispielweise im Sommerreiseverkehr vor Mautstationen oder vor 1-röhrigen Tunnelabschnitten, detektiert werden. Entstehende Verzögerungen (durch Abfall der Geschwindigkeit oder verlängerte Reisezeiten) sind somit zeitnah feststellbar.

- **Manueller Betrieb der LED-Informationseinheit**

Im Rahmen von Ereignissen ohne zusätzlich erforderlicher Verkehrsdatenerfassung mittels der Sensorikeinheiten kann die LED-Informationseinheit auch als sogenannte „stand alone“ Einheit mit manuellen Schaltungen eingesetzt werden. Mithilfe der optionalen Webcam kann dennoch zusätzlich das Verkehrsgeschehen am Standort erfasst werden.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Überblick Gesamtsystem und Systematik MOVE BEST	9
Abbildung 2: wavetronix Smart Sensor HD	11
Abbildung 3: Prinzip Skizze bez. Installation seitlich der Straße,	12
Abbildung 4: montierter Radarsensor vor Ort und fixe Montage auf einem Winkel ...	13
Abbildung 5: Bluetooth Antenne des Sensors	14
Abbildung 6: Webcam Mobotix auf einem Ausleger montiert	15
Abbildung 7: Nachtaufnahme Dualkamera A4.....	16
Abbildung 8: Beschreibung des e-CON Systems	17
Abbildung 9: Systembox inkl. Akku und Steuerungseinheit e-CON.....	17
Abbildung 10: VISSIM-Simulation einer Fahrstreifensubtraktion von drei auf zwei Fahrstreifen	21
Abbildung 11: Q-v-Diagramme der Sensorquerschnitte in der Simulation bei Fahrstreifenreduktion von drei auf zwei Fahrstreifen.....	21
Abbildung 12: Geschwindigkeits- und Reisezeitverläufe in der Simulation bei Fahrstreifenreduktion von drei auf zwei Fahrstreifen.....	21
Abbildung 13: VISSIM-Simulation der Zufahrt des nachfragesteigernden Szenarios Nova Rock.....	22
Abbildung 14: Systemdarstellung von Simulations- und Echtdatei zu einem Schaltvorschlag	23
Abbildung 15: Anzeigevarianten der LED-Informationseinheit Version Small (Auswahl)	25
Abbildung 16: LED-Informationseinheiten Version Small (links) und Version Large .	25
Abbildung 17: Tablet Sony Xperia Z2	27
Abbildung 18: Darstellung der Übersicht sowie der zur Steuerung der Anzeigetafel.	28
Abbildung 19: Einheit zur Verkehrsdatenerfassung - Einzelkomponenten	29
Abbildung 20: Box mit Steuerungskomponenten.....	29
Abbildung 21: Einheit zur Verkehrsdatenerfassung - Aufbauvarianten	30
Abbildung 22: LED-Informationseinheit in der Version Small	31
Abbildung 23: Bodenplatte mit Stellschrauben	31