

# MOBILES VERKEHRSMANAGEMENT SYSTEM MOVEMENTS

## Ergebnisbericht Phase 1

Ein Projekt, finanziert im Rahmen der Pilotinitiative  
Verkehrsinfrastrukturforschung 2011 (VIF2011)  
Mobiles Verkehrsmanagementsystem für Baustellen und Großereignisse

Oktober 2012



## Impressum:

**Herausgeber und Programmverantwortung:**  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien  
Renngasse 5  
A - 1010 Wien



ÖBB-Infrastruktur AG  
Praterstern 3  
A - 1020 Wien



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



**Für den Inhalt verantwortlich:**  
Technische Universität Graz  
Institut für Straßen- und Verkehrswesen  
Rechbauerstraße 12  
A - 8010 Graz



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



# MOBILES VERKEHRSMANAGEMENT SYSTEM MOVEMENTS

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

## AutorInnen:

**TU GRAZ** Michael BRANDSTÄTTER, BSc  
**Institut für Straßen und Verkehrswesen** DI Christian BREITWIESER  
**Institut für Semantische Datenanalyse** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin FELLENDORF  
DI Michael HABERL  
Cornelia HEBENSTREIT, BSc  
DDI Dr.techn. Thomas REITER  
DI Dr.techn. Reinhold Scherer

**SIEMENS** DI Karin Kraschl-Hirschmann Peter Aicher

**KnowCenter** Prof. Dr. Stefanie Lindstaedt  
DI Mark Kröll

**OE3** Thomas Ruthner  
Mag. Bernhard Walther

## Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
ÖBB-Infrastruktur AG  
Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

## Auftragnehmer:

**MOVEMENTS**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>STRUKTUR DES GESAMTSYSTEMS</b>	<b>6</b>
1.1	Zielsetzung	6
1.2	Anwendungsbereiche von MOVEMENTS	7
1.3	Realisierung des Systems	9
1.4	Gliederung des Ergebnisberichts	11
<b>2</b>	<b>ERKENNEN DER VERKEHRSSITUATION</b>	<b>13</b>
2.1	Zielsetzung	13
2.2	<b>Mobilfunkdaten</b>	<b>13</b>
2.2.1	Datenquelle	14
2.2.2	Datenanalyse und Qualität	14
2.2.3	Mobilfunkdatenauswertung Unfall	16
2.2.4	Mobilfunkdatenauswertung Großereignis	21
2.3	<b>Systematik der Verkehrslageermittlung</b>	<b>23</b>
2.4	<b>Querschnittsdaten</b>	<b>23</b>
2.5	<b>Verkehrslage auf Netzgraph</b>	<b>25</b>
2.5.1	Abstrahierter Netzgraph	25
2.5.2	Reisezeitverluste aus Mobilfunkdaten	28
2.6	<b>Validierung der Verkehrslage</b>	<b>29</b>
2.6.1	Rein manuelle Bestimmung der Verkehrssituation	29
2.6.2	Überprüfung der automatischen Verkehrslageermittlung	29
<b>3</b>	<b>STRATEGIEBESTIMMUNG</b>	<b>31</b>
3.1	<b>Bisheriges Ereignismanagement bei der ASFINAG</b>	<b>32</b>
3.1.1	Überblick vorhandener Systeme	32
3.1.2	Typische, derzeitige Arbeitsabläufe	34
3.1.3	Statistische Auswertung von Ereignissen	35
3.2	<b>Ereignisabfolge bei MOVEMENTS-Einsatz</b>	<b>42</b>
3.3	<b>Typische Meldungen und Aktionen</b>	<b>43</b>
3.4	<b>Auswahl der Strategien</b>	<b>43</b>
3.4.1	Schnittstelle zu Strategie-Modul	46
3.4.2	Anpassung der Schilderinhalt zentral/lokal	46
3.4.3	Kommunikation mit den Schildern	47

<b>3.5</b>	<b>Aktionspläne</b>	<b>47</b>
3.5.1	Kurzfristige Aktionen	48
3.5.2	Planbare Aktionen	50
3.5.3	Parametrierung der Aktionen	51
<b>3.6</b>	<b>Strategieumsetzung</b>	<b>53</b>
3.6.1	Ablauf der Strategieumsetzung	53
3.6.2	Ablauf des Einsatzes der Anzeigetafeln	55
3.6.3	Beispiele von Benutzeroberflächen zur Schildersteuerung	56
<b>4</b>	<b>MOBILE SCHILDER</b>	<b>59</b>
<b>4.1</b>	<b>Technische Beschreibung mobiler Schilder</b>	<b>59</b>
4.1.1	Generelle Anforderungen	59
4.1.2	Spezielle Anforderungen	61
4.1.3	Marktüberblick über die Tafelgrößen	66
<b>4.2</b>	<b>Schildersteuerung</b>	<b>67</b>
4.2.1	Aufgabenstellung	67
4.2.2	Erkenntnisse aus einschlägiger Literatur	68
4.2.3	Größenauswahl	69
4.2.4	Farbauswahl	71
4.2.5	Darstellung	73
<b>4.3</b>	<b>Auswahl zweier Schildertypen</b>	<b>76</b>
4.3.1	Schildertyp 1 - einfache Variante	76
4.3.2	Schildertyp 2 – erweiterte Variante	88
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>90</b>
<b>6</b>	<b>ANHANG</b>	<b>91</b>

# 1 STRUKTUR DES GESAMTSYSTEMS

## 1.1 Zielsetzung

Die ASFINAG hat in den vergangenen 8 Jahren zahlreiche Verkehrsbeeinflussungsanlagen installiert. Über Anzeigequerschnitte werden anlassbezogen Geschwindigkeitslimits und Überholverbote verordnet. Mit Hilfe von Wettersensoren und Verkehrsmengenmessungen werden weiterhin Warnungen zum Straßenzustand abgeleitet und Routeninformationen auf Netzmaschen an die Kfz-Lenker weitergegeben. Die Anzeigequerschnitte wurden an besonders hochbelasteten oder gefährdeten Streckenabschnitten installiert. Eine flächendeckende Installation ist jedoch wirtschaftlich gesehen ungerechtfertigt. Der weitere Ausbau von Verkehrsbeeinflussungsanlagen beschränkt sich nach heutigem Kenntnisstand auf einige Netzteile (Graz A2/A9; A23; S2; Salzburg A1/A10 und Linz A7/A1/A25).

Aufgrund des hohen finanziellen Aufwandes sind Verkehrsbeeinflussungsanlagen daher nur an Orten mit häufigen Verkehrsstörungen oder Schlechtwetterereignissen installiert. Um auch flächendeckend je nach Erfordernissen kollektiv und ereignisgerecht den Verkehrsteilnehmer lenken oder warnen zu können, setzt die ASFINAG mobile Schilder ein. Diese Informationstafeln mit dynamischen Anzeigen oder Wechseltextanzeige (WTA) werden meist auf eigens ausgerüsteten Anhängern der ASFINAG zum Einsatzort transportiert. Diese Anzeigen haben sich insbesondere zur Absicherung von Tagesbaustellen (Geschwindigkeitsreduktion oder Fahrstreifeneinziehung) grundsätzlich bewährt. Problematisch ist ihr Einsatz bisher jedoch aus zweierlei Hinsicht. Zum einen sind die Anzeigemöglichkeiten bisher recht beschränkt und zum anderen existiert kein durchgängiges Steuerungskonzept, so dass der Operator in der ASFINAG-Zentrale über die Schilderanzeige und den Aufstellort noch nicht zeitnah und automatisiert informiert wird. Damit eignen sich die Schilder derzeit insbesondere für die Baustellenabsicherung mit vordefinierten Informationsinhalten.

Mit dem neuen System sollen die Vorteile bisheriger stationärer Verkehrsbeeinflussungsanlagen (umfangreiche Informationsinhalte, Verbindung mit der Zentrale, Überwachungsmöglichkeit der Verkehrssituation) und mobiler dynamischer Schilder (Transportabilität) verknüpft werden.

Das Ziel des neuen Systems sind eine erleichterte Ereignisfallüberwachung und eine verbesserte Information der Verkehrsteilnehmer bei einfacher Systemhandhabung. Das System soll mobil, schnell einsatzfähig und leicht anzusteuern sein.

Das **mobile Verkehrsmanagementsystem MOVEMENTS** soll als einfaches und zuverlässiges System entwickelt werden, das durch mobile Anzeigemöglichkeiten mit dezentralen Ansteuerungsmöglichkeiten und zentraler Überwachungsfunktion flächendeckend einsetzbar ist. Bei den Anzeigetafeln ist auf Lesbarkeit und Verständlichkeit von Texten und Piktogrammen zu achten, um für die Verkehrsteilnehmer auch unter schlechten Sichtbedingungen wahrnehmbar zu sein. Die mobile Anzeige soll sowohl für planbare Ereignisse (Veranstaltungen, Baustellen, ...), als auch für ungeplante Ereignisse längerer Dauer (Unfälle mit verkehrsbeeinträchtigender Wirkung, Straßensperren durch Naturereignisse, wie Hangrutschungen, ...) eingesetzt werden. Generell sollen durch den Einsatz von MOVEMENTS die Lenkungs- und Informationsmöglichkeiten der ASFINAG in Netzteilen ohne Verkehrsbeeinflussungsanlagen verbessert werden.

Zusätzlich zur einfachen Bedienung der gut durchdachten Anzeigenoberfläche sowie der Detektion der Verkehrslagedaten aus Mobilfunkdaten kann das mobile Verkehrsmanagementsystem mit weiteren Sensoren ausgestattet werden.

## **1.2 Anwendungsbereiche von MOVEMENTS**

Mobile Anzeigen können für unterschiedliche verkehrsbeeinträchtigende Ereignisse eingesetzt werden. Die Bedeutung eines Einsatzes wird durch die Dauer der Inbetriebnahme, die Aufstellmöglichkeiten der Schilder und die Art der Informationsvermittlung begrenzt. Der Einsatz der mobilen Anzeigen wird unterschieden in

- **planbare Ereignisse:**

Dies sind Baustellen und Veranstaltungen, deren zeitliche Dauer, räumliche Wirkung und verkehrseinschränkende Maßnahmen, wie Fahrstreifenreduktionen, Fahrbahnverschwenkungen oder besondere Ausleitungen im Vorhinein bekannt sind. Bei Großveranstaltungen existieren darüber hinaus meist auch Einbahnregelungen, Zufahrtspläne zu Parkplätzen, abhängig vom Füllungsgrad, die es gilt situationsgerecht zu aktivieren.

Unbekannt sind jedoch meist die tatsächliche Verkehrsnachfrage und Reaktionen der Verkehrsteilnehmer, so dass mit verkehrslenkenden Maßnahmen situationsgerecht auf das tatsächliche Geschehen reagiert werden soll.

- **ungeplante Ereignisse:**

Das sind Ereignisse, die nicht oder nur sehr ungenau vorhersehbar sind. Dazu zählen Verkehrsunfälle, Pannen und verlorene Ladung von Fahrzeugen, ebenso wie plötzliche Kapazitätseinschränkungen der Verkehrsinfrastruktur durch Witterungseinflüsse, Murenabgänge, Lawinen, Hangrutschungen und Hochwasser, aber auch nicht vorhersehbare Verkehrsüberlastungen durch plötzliche zusätzliche Verkehrsnachfrage. Der Einsatz von MOVEMENTS ist nur dann sinnvoll, wenn die verkehrsbeeinträchtigende Wirkung von längerer Dauer ist, zumindest aber länger als der Transport der Anzeigetafeln vor Ort und deren Inbetriebnahme. Damit macht der Einsatz nur Sinn, wenn bei der Erstinformation an die Überwachungszentrale bereits absehbar ist, dass das Geschehnis länger als eine Stunde anhalten wird. Bei längeren Anreise- oder Montagezeiten kann sich die mindestens erforderliche Wirkungsdauer für einen sinnvollen Systemeinsatz natürlich noch verlängern.



Abbildung 1: Einsatz bei verschiedenen Ereignissen

MOVEMENTS ist von der Architektur so allgemeingültig ausgelegt, dass es sowohl bei planbaren als auch ungeplanten Ereignissen einsetzbar ist. Die Anzeigetafeln können auf dem hochrangigen Straßennetz, also auf Autobahnen und Schnellstraßen, aber auch im untergeordneten Netz eingesetzt werden.



Es wurden zwei verschiedene Tafelgrößen bedacht. Somit kann je nach Platzverhältnissen die größere oder kleinere Anzeigetafel zum Einsatz kommen. Die Anzeigeninhalte bestehen aus Wechseltextrn, Verkehrszeichen, Piktogrammen und sonstigen Grafiken, um situationsgerechte Informationen geben zu können.



Abbildung 2: Einsatz auf verschiedenen Straßen

### 1.3 Realisierung des Systems

MOVEMENTS gliedert sich in drei wesentliche Bereiche:

- Informationsgewinnung
- Informationsverarbeitung
- Informationsweitergabe.

Die **Informationsgewinnung** enthält alle Schritte, die notwendig sind, um Kenntnis über ein Ereignis und dessen verkehrliche Wirkung zu erhalten. Wenn mit erheblichen Verkehrsbehinderungen zu rechnen ist, werden geplante Ereignisse einer regionalen oder direkt der Verkehrsmanagementzentrale rechtzeitig gemeldet. Bei ungeplanten Ereignissen gibt es unterschiedliche Informationsquellen für die erste Bekanntgabe. Dies sind in der Regel Straßenmeistereien, Polizei oder aufmerksame Verkehrsteilnehmer (z. B. Ö3ver). Bei der Erstinformation wird häufig nur die Ereignisursache mit ausreichender Genauigkeit gemeldet. Zur Informationsgewinnung zählt allerdings auch eine gute Kenntnis der verkehrlichen Wirkung, die aufgrund des Ereignisses bereits eingetreten ist und in der Folge weiter eintreten wird. Dieser Schritt wird im Folgenden *Bestimmung der Verkehrslage/Verkehrssituation* genannt. Zur Verkehrslage gehört eine ungefähre Einschätzung der Verkehrsmenge, der gefahrenen Geschwindigkeiten und mögliche Verlustzeiten als Differenz zwischen aktuellen Reisezeiten und Reisezeiten unter normalen Verkehrsbedingungen.

Da in der Regel an den vorgesehenen Einsatzorten von MOVEMENTS keine Detektion oder Videoüberwachung existiert, muss die Verkehrslage anderweitig ermittelt werden, um situationsgerechte verkehrliche Lenkungs- und Informationsentscheidungen treffen zu können. In manchen Fällen können erfahrene Straßenmeister oder die Polizei die Verkehrslage aufgrund eines Ereignisses einschätzen. MOVEMENTS bietet als Alternative zur Verkehrslagebestimmung durch Einzelpersonen noch die Bestimmung über Mobilfunkdaten. Die Mobilfunkdaten werden nach Bekanntgabe der Ereignisorte räumlich gefiltert, so dass nur Mobilfunkereignisse verwendet werden, die sich in der Nähe des Ereignisortes befinden. Aus den Mobilfunkgeräten, die sich zum Ereigniszeitpunkt im Bereich des Ereignisortes bewegen, kann auf die Reisegeschwindigkeiten geschlossen werden. Außerdem ist ein vermehrtes Mobilfunkaufkommen ein Indiz für ein verkehrlich relevantes Ereignis. Erst wenn die mobilen Anzeigegeräte aufgestellt sind, ist eine Verkehrslageermittlung auch anhand lokaler Sensoren möglich sowie eine visuelle Überprüfung durch Webcams, die an den Anzeigen montiert werden.

In der **Informationsverarbeitung** wird entschieden, welche verkehrlenkenden Maßnahmen aufgrund des Ereignisses und der daraus resultierenden Verkehrslage zu treffen sind. Weiterhin wird in der Informationsverarbeitung auch festgelegt, welche Schilderhalte dem Verkehrsteilnehmer anzuzeigen sind. Dies können sowohl Verbots- und Gebotszeichen als auch Informationen zu Reisezeitverlusten oder Alternativroutenempfehlungen sein. Die Arbeitsschritte der Informationsverarbeitung gliedern sich in Strategieentwicklung und Strategieumsetzung. In der Strategieentwicklung werden mögliche Aktionspläne und Schwellenwerte zur Aktivierung im Vorhinein festgelegt. Weiterhin wird ermittelt, ob die Verkehrslage dazu führt, die Aktionspläne auch umzusetzen. Dieser Schritt erfolgt über einen Vergleich mit den vorher definierten Schwellenwerten zur Verkehrsmenge, Geschwindigkeit oder zum Reisezeitverlust. Die Strategieumsetzung enthält als wesentliches Element eine zentrale Schildersteuerung, die der Umsetzung der vorher definierten und ausgewählten Aktionspläne dient. Für beide Arbeitsschritte steht mit dem Strategiemangement von SIEMENS bereits eine bewährte Softwarelösung zur Verfügung, die an die Erfordernisse von MOVEMENTS anzupassen ist.

Die **Informationsweitergabe** ist die Schnittstelle zum Verkehrsteilnehmer. Ausgehend von der zentralen Schildersteuerung werden mobile Anzeigen angesteuert. Hier wird der Verkehrsteilnehmer über das Ereignis und situationsgerechte Gegenmaßnahmen informiert.

Die Information erfolgt über zwei Kanäle, nämlich zum einen über die Anzeige auf den mobil installierten Schildern und zum anderen über den Ö3 Verkehrsfunk, wenn das Ereignis von überregionaler Bedeutung ist. Für die Schilderanzeige wurde bei MOVEMENTS besonders auf gute Lesbarkeit geachtet. Es wurden bisherige Erkenntnisse und Regelungen auf dem Gebiet der mobilen Anzeigen recherchiert und Verordnungen, Richtlinien und Normen berücksichtigt.

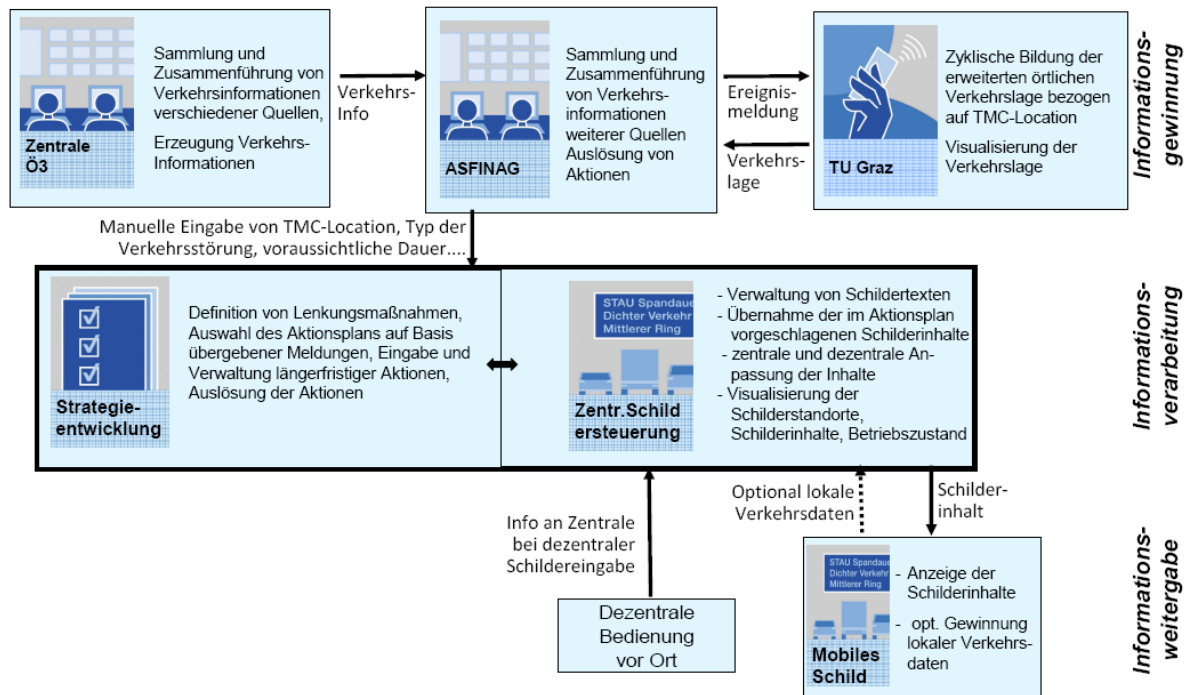


Abbildung 3: Systemüberblick MOVEMENTS

## 1.4 Gliederung des Ergebnisberichts

Der vorliegende Ergebnisbericht von MOVEMENTS orientiert sich an den oben beschriebenen drei Systemebenen. Im zweiten Kapitel werden die Schritte der Informationsgewinnung beschrieben. Da innerhalb der ASFINAG-Zentrale im Pilotbetrieb keine Schnittstellen direkt angeschlossen werden, beschränkt sich das zweite Kapitel auf eine kurze Beschreibung der Ö3-Meldekette sowie eine ausführliche Beschreibung der Verkehrslageermittlung aus Mobilfunkdaten.

Da das Gebiet einer flächendeckenden Ermittlung aus Mobilfunkdaten noch recht unbekannt ist, wird dieser Bereich näher beschrieben. Ungeplante Ereignisse im Sinne von MOVEMENTS werden nur für lineare Segmente des ASFINAG Straßennetzes behandelt.

Bei geplanten Ereignissen ist davon auszugehen, dass die ASFINAG das System auch einsetzen möchte, wenn die Veranstaltung außerhalb des ASFINAG-Netzes stattfindet, aber aufgrund der Ereignisgröße einen nennenswerten Einfluss auf das A+S-Netz ausübt. Aufgrund des Netzcharakters geplanter Ereignisse ist für die Ermittlung der Verkehrslage ein abstrahierter Netzgraph erforderlich, der ebenfalls im zweiten Kapitel beschrieben wird.

Das dritte Kapitel widmet sich der Strategiebestimmung. Ausgangsbasis ist eine Recherche des bisherigen Ereignismanagements der ASFINAG. Die ASFINAG verfügt über mehrere Systeme der Ereignisübermittlung. Für eine Dauer von 7 Monaten wurden alle in diesem Zeitraum gemeldeten Ereignisse auf dem A+S-Netz analysiert. Insgesamt knapp 1000 Ereignisse waren länger als 1 ½ Stunden wirksam. Die häufigsten Störungsursachen lagen im erhöhten Verkehrsaufkommen, gefolgt von Straßensperrungen und Baustellen. Eine Analyse der Störungsursachen und der daraus resultierenden verkehrlichen Wirkungen und typischen Aktionen wurde vorgenommen, um Rückschlüsse für die häufigsten Einsatzgebiete mobiler Anzeigetafeln zu gewinnen. Mit der Strategieermittlung wird die bisherige Vorgehensweise systematisiert und ein Logikkonzept entwickelt, mit dessen Hilfe systematisiert Aktionen gesetzt werden können. Im Abschnitt zur Strategieumsetzung wird ein Bedienkonzept zur Schilderanzeige anhand von beispielhaften Bildschirmhalten vorgestellt.

Im vierten Kapitel werden die Anforderungen an leicht verständliche Schilderinhalt (Text, Piktogramm und Grafiken) unter Bezug auf gängigen Richtlinien beschrieben. In einem Marktüberblick wird auf die Schildergrößen eingegangen. Ferner werden unterschiedliche Montagemöglichkeiten vorgestellt.

## 2 ERKENNEN DER VERKEHRSSITUATION

### 2.1 Zielsetzung

Das Ziel sollte es sein, den Verkehr möglichst zeitnah, qualitativ hochwertig und räumlich unabhängig von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) zu detektieren und Störfälle so schnell wie möglich zu erkennen. Derzeit ist man hier außerhalb von VBA-Gebieten hauptsächlich auf externe Quellen (Ö3ver, Straßenmeister, Polizei, etc.) angewiesen. Diese sind jedoch nicht immer zuverlässig und müssen daher meist verifiziert werden. MOVEMENTS soll hier die Möglichkeit bieten, solche Störfälle quasi in Echtzeit zu darzustellen. Dafür sollen Mobilfunkdaten ausgewertet werden. Durch die hohe Netzabdeckung der Mobilfunkbetreiber sollte es möglich sein ohne zusätzliche Infrastrukturmaßnahmen ganz Österreich im Auge zu behalten. Zusätzlich werden zur Überprüfung der Verkehrslage vor Ort im Bereich der Schilder Sensoren eingebunden.

Bei einem geplanten Ereignis kann damit sehr schnell überprüft werden, ob es zu Behinderungen kommt. Diese Information kann dann dem Benutzer schnell angezeigt bzw. durch Ö3 per TMC und Radio weitergeleitet werden. Bei ungeplanten Ereignissen mit geringer verkehrlicher Wirkung wird wahrscheinlich nur erkennbar sein, wenn eine Erstinformation über externe Quellen eingelangt ist. Ungeplante Ereignisse mit großer verkehrlicher Wirkung sollten auch über die Auswertung von Mobilfunkdaten erkennbar sein.

### 2.2 Mobilfunkdaten

Wie bereits erwähnt, sind Bewegungsdaten aus dem österreichischen Mobilfunk die Hauptanalysedaten, um die Verkehrslage zu berechnen. Diese Eingangsdaten sind austauschbar. Im Prinzip sind auch andere Eingangsdaten, die auf GPS-Koordinaten basieren oder anderweitig die Verkehrslage bestimmen, als Eingangsdaten tauglich. Es ist lediglich notwendig, dass einerseits ihre Genauigkeit hinreichend groß ist und andererseits eine ausreichende Anzahl an Daten vorhanden ist. Dies wären z. B. GPS-Daten aus On-Board-GPS.

Ein Mehrwert in der Analyse von Mobilfunkdaten gegenüber traditionellen Methoden zur Erkennung und zur Regelung der Verkehrslage stellen u. a. Aspekte in (i) Echtzeit, (ii) Flexibilität und (iii) Allgegenwärtigkeit dar, d. h. die Verbreitung von Mobilfunktelefonen

(Handys). Änderungen im Verhalten von Mobilfunknutzern werden fast ohne Verzögerung registriert und in den ausgewerteten Daten sofort sichtbar.

Damit kann schneller als bisher auf ungeplante Ereignisse reagiert werden. Zudem steigt auch der Aktions- bzw. Reaktionsradius, da auch bisher nicht überwachte Streckenabschnitte in die Analysen miteinbezogen werden können.

### **2.2.1 Datenquelle**

Alle für die Machbarkeitsstudie verwendeten Mobilfunkdaten stammen von der A1 Telekom und wurden für das Projekt zugekauft. A1 bietet hier im Grunde zwei verschiedene Pakete mit unterschiedlicher Datenqualität an (Option A bzw. Option B). Derzeit werden die von A1 zur Verfügung gestellten Daten anhand der Dauer sowie der räumlichen Ausdehnung abgerechnet. Diesbezüglich wird noch mit A1 verhandelt.

### **2.2.2 Datenanalyse und Qualität**

Die Grundidee, mittels Mobilfunkdaten eine Verkehrszustandsanalyse zu machen, ist keineswegs neu. In zahlreichen Ländern wie Deutschland, Spanien, Italien, Israel usw. sind bzw. waren schon zahlreiche Studien im Gange, welche eine prinzipielle Funktionstüchtigkeit der Mobilfunkdaten im Verkehrswesen eindeutig nachweisen. Einen groben Überblick über die Funktionsweise soll der folgende Abschnitt geben.

#### **Das GSM-Netz (Global System for Mobile Communications)**

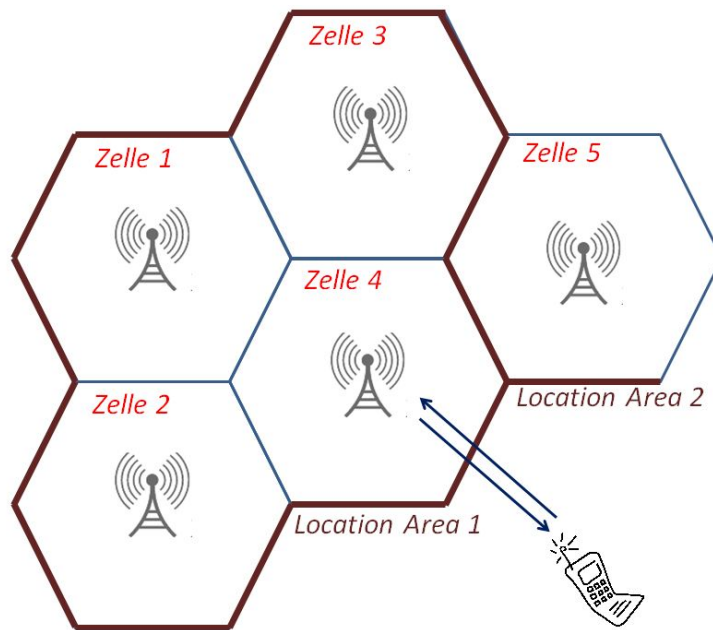
GSM ist der Standard im Bereich der digitalen Telefonie. Der Großteil aller weltweit mobilen Verbindungen wird auf diesem Standard aufbauend ausgeführt. Das GSM-Netz selbst besitzt eine hierarchische Systemarchitektur und besteht aus einigen Komponenten. Die beiden wichtigsten Elemente im Zusammenhang mit diesem Projekt sind:

- Mobilfunkfähiges Endgerät (Handy, Smartphone,...)
- Sender (Base Transceiver Station BTS)

Mobile Station (MS) – Eine MS ist ein Mobilfunkgerät (Handy, Smartphone) aber auch ein anderes Geräte mit eingebautem GSM-Modul.

Base Transceiver Station (BTS) – Eine BTS ist ein Sendemast mit meist 3 Sektorantennen, der einen Bereich von jeweils 120° abdeckt. Die Reichweite des Senders

hängt von seinem Standort ab. In städtischen Gebieten kann die Reichweite ein paar hundert Meter betragen, in ländlichen, meist dünn besiedelten Gebieten, kann die Reichweite sogar 35 km betragen (technische Grenze). Die Fläche, die von einer einzelnen BTS abgedeckt wird, nennt sich Funkzelle. Sie ist die gleichzeitig kleinste Einheit im GSM-Netz. Mehrere Funkzellen werden zu einer Location Area (LA) zusammengefasst, die dann die nächstgrößere Verwaltungseinheit darstellt.



**Abbildung 4: GSM-Systemarchitektur (unterste Ebene)**

### **Ortung**

Bei einem eingeschalteten aber nicht aktiven Mobiltelefon (Beispiel: Handy in der Hosentasche) liegen vom Betreibers bloß Information über die aktuelle Location Area vor. Erst bei einem Verbindungsaufbau (egal, ob Anruf, SMS, Internetdienste, usw.) wird die aktuelle Funkzelle ermittelt. Dieser Vorgang wird mitprotokolliert. Telefonnummernbezogene Daten werden, bevor sie protokolliert werden, durch eine irreversible und zufällige ID ersetzt.

Die so gewonnenen Daten beinhalten einen Zeitstempel, die anonymisierte ID, den Eventcode (was wurde gemacht, z. B. ausgehender Anruf, abgehende SMS, usw.) sowie den Senderstandort bzw. die Senderichtung. Aus diesen Daten können auf verschiedene Arten Indikatoren errechnet werden, die zusammen die Basis der Verkehrslagedaten darstellen.

Die Funktionsweise der Verkehrslageabschätzung mithilfe der Mobilfunkdaten wird nun im folgenden Abschnitt anhand eines Beispiels erläutert.

### 2.2.3 Mobilfunkdatenauswertung Unfall

Hierbei handelt es sich um einen Unfall, der sich am 07.05.2012 auf der A4 in Richtung Budapest im Bereich zwischen ASt. Fischamend und ASt. Bruck/Leitha – West zugetragen hatte (Kollision von 3 Fahrzeugen).

#### Eingrenzen des zu betrachtenden Bereiches

Um festzulegen, welcher Bereich ausgewertet werden soll, muss dieser zuerst vom User festgelegt werden. Dazu wählt der Benutzer einen Startpunkt und einen Endpunkt aus, siehe Abbildung 5.

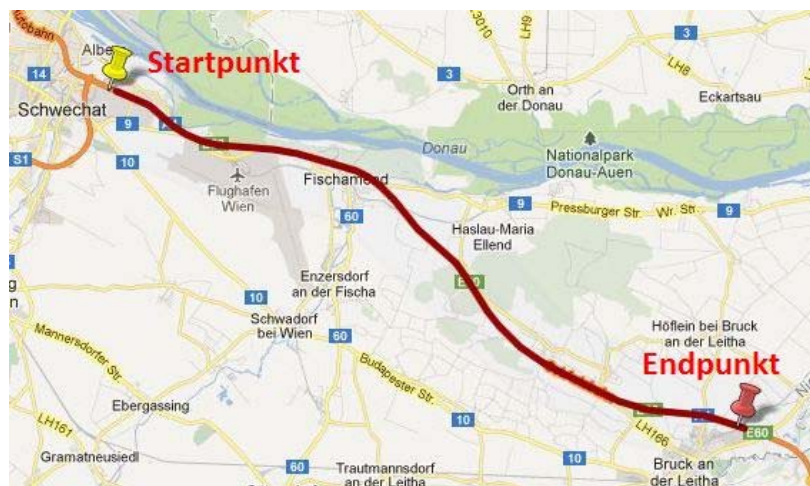


Abbildung 5: Kartenabschnitt-- Schwechat-Bruck/Leitha

Da sich der Unfall zwischen Fischamend und Bruck/Leitha West zugetragen hat, können diese Punkte markiert werden. Um die Auswertung zu erleichtern, wird automatisch ein etwas größerer Bereich erfasst und als Rechteck aufgezo- gen. Anschließend werden aus allen potenziellen Sendern nur jene erfasst, die unter einem maximalen Abstand zur Strecke oder innerhalb eines vordefinierten Polygonzuges liegen, siehe Abbildung 6.



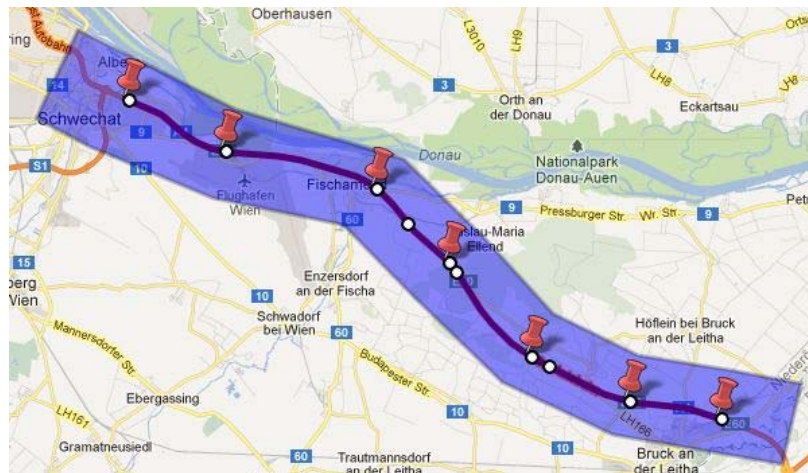


Abbildung 6: Polygon -- Schwechat - Bruck/Leitha

### Reisezeit- bzw. Geschwindigkeitsermittlung

Sofern eine aktive Nutzung vorliegt, wird bei der Bewegung eines Mobiltelefons aus einer Funkzelle in eine andere ein Zellwechsel protokolliert. Dieser Funkzellenwechsel muss aufgrund sinkender Signalstärke und/oder -qualität erfolgen. Abbildung 7 stellt diesen Vorgang für ein Beispielfahrzeug auf der A4 exemplarisch dar.

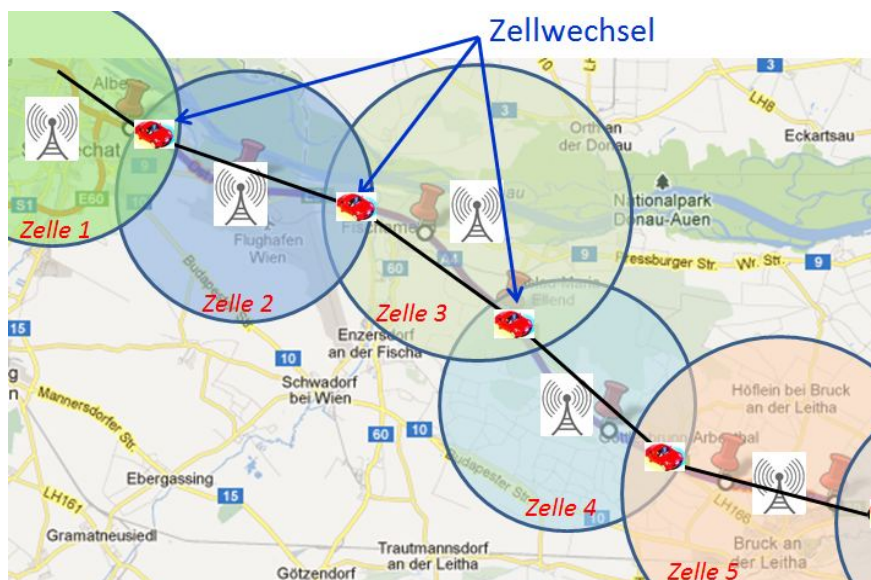
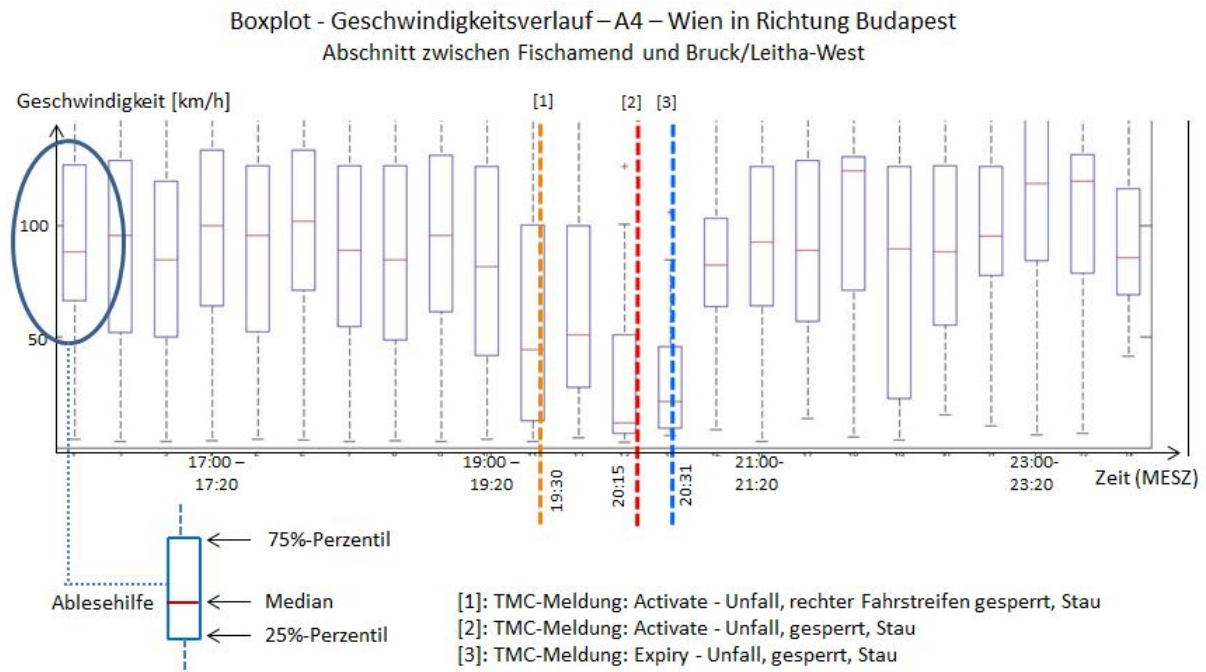


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Zellwechsel am Beispiel A4

Aus den unterschiedlichen Zeitstempeln lassen sich die Reisezeit und mit Hilfe der unterschiedlichen Geokoordinaten hinreichend genaue Geschwindigkeitsprofile errechnen. Die berechneten Geschwindigkeitsprofile aller einzelnen IDs werden zu einem komplexen, gewichteten Durchschnittswert für den jeweiligen Streckenabschnitt gemittelt. Fällt nun die tatsächliche Geschwindigkeit aufgrund eines Ereignisses unter einen kritischen Wert, wird ein Alarm ausgelöst. Diese Berechnungsmethode berücksichtigt lediglich eine Luftlinienentfernung und enthält damit gewisse systembedingte Fehler bezüglich der realen Geschwindigkeit. Folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der Analyse der mittleren Geschwindigkeiten für den o. g. Unfall. Zum Vergleich sind in dieser Grafik die TMC-Meldungen abgebildet, die von Hitradio Ö3 für dieses Ereignis zum Ereigniszeitpunkt generiert wurden.



**Abbildung 8: Statistische Auswertung der Geschwindigkeiten im Vergleich zu TMC-Meldungen**

#### Die TMC-Meldungen im Detail:

- Um 19:30 (MESZ) wurde die erste TMC-Meldung mit dem Inhalt: „Unfall - rechter Fahrstreifen gesperrt, Stau“ aktiviert.
- Um 20:15 (MESZ) wurde auch die TMC-Meldung auf folgenden Inhalt abgeändert: „Unfall - gesperrt, Stau“.
- Um 20:31 (MESZ) wurde die TMC-Meldung aufgehoben.

Wie man in der obigen Grafik deutlich erkennen kann, fällt die Geschwindigkeit im Bereich zwischen 19:20 - 19:40 Uhr rapide ab. Das ist ein klarer Hinweis darauf, dass eine Störung vorliegt. Im Boxplot 20:00 - 20:20 Uhr ist ein noch deutlicher Rückgang des Geschwindigkeitsprofils bemerkbar, was in diesem Fall der Vollsperrung der Strecke entsprach. Um 20:31 Uhr wurde die TMC-Meldung deaktiviert. Auch in diesem Fall ist dies durch einen Anstieg der mittleren Geschwindigkeiten im Boxplot 20:20-20:40 deutlich erkennbar. Im nachfolgenden Boxplot (20:40-21:00) hat sich die mittlere Geschwindigkeit auf dem betrachteten Autobahnteilstück nahezu normalisiert.

Ein weiteres Analysekriterium betrifft den Vergleich der aktuellen mittleren Geschwindigkeiten und Reisezeiten mit historischen Daten der betreffenden Region. Dazu werden aktuell Daten Österreich weit aufgezeichnet, welche regional gefiltert werden können. Diese Daten sollen anschließend zu Normtagen zusammengefaßt werden. Unterschieden werden diese nach folgenden Kriterien:

- Saison
- Tagestyp/Wochentag
- Feiertag

### **Zeitliche Veränderung/Häufung von Events**

Ein weiterer Indikator für das Auftreten eines Konfliktes ist die Häufung von ausgehenden Verbindungen. Auch zu diesem Zweck wird der regional ausgeschnittene Bereich ausgewählt. Lokal ansässige Mobilfunkteilnehmer (z. B. Einwohner oder Arbeitnehmer in dem ausgewählten Bereich) würden durch deren Mobilfunkaktivität eine Beeinflussung auf die Daten haben. Dieser Unsicherheitsfaktor wurde durch eine zeitliche Filterung eliminiert. Die aufsummierte Anzahl an ausgehenden Events wurde in weiterer Folge graphisch dargestellt, wie in Abbildung 9 zu sehen ist.

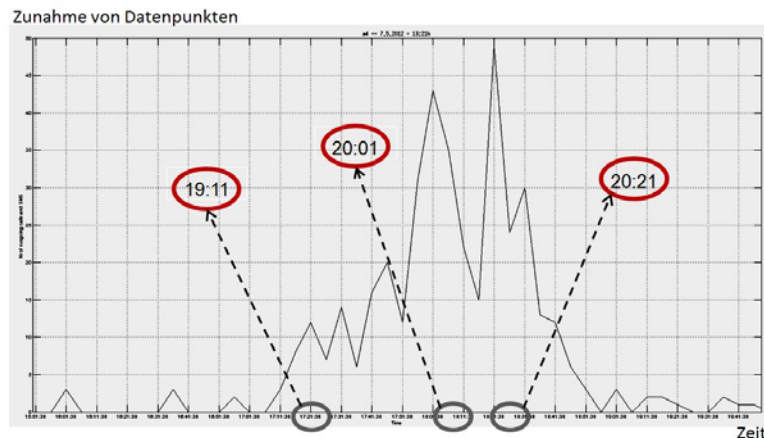


Abbildung 9: Ausgehende Events 18:00 - 22:00

In der obigen Grafik sind die ausgehenden Verbindungen und SMS im Zeitbereich von 18:00 - 22:00 Uhr dargestellt. Es ist ein deutlicher Anstieg zwischen ca. 19:00 und 21:00 Uhr erkennbar. Die erste Meldung ging um 19:30 Uhr ein, wobei ein Anstieg bereits ab ca. 19:00 Uhr erkennbar ist. Die zweite Meldung (Totalsperre) wurde dem ersten Spitzenwert um ca. 20:00 Uhr zugeordnet, wobei die TMC Meldung erst um 20:15 Uhr einging. Die Meldungsaufhebung wurde um 20:31 Uhr eingetragen, was ebenfalls in den Daten durch den zweiten Spitzenwert um ca. 20:20 Uhr schon früher symbolisiert wird.

Da es sich bei einem Unfall um ein stochastisches Ereignis handelt, ist eine gewisse Verzögerung bei den TMC Meldungen unumgänglich, da diese laut Ö3 per Telefon, E-Mail oder per Online-Tool einlangen. Wie in obiger Abbildung ersichtlich, zeichnet sich eine Veränderung des Mobilfunkverhaltens jedoch bereits um einiges früher ab, wodurch eine ehre Verkehrskonflikterkennung ermöglicht wird.

### Visuelle Stauerkennung

Die visuelle Stauerkennung ist im Wesentlichen sehr gut dazu geeignet, Ereignisse im Nachhinein zu rekonstruieren und zu analysieren. Dabei werden ein Startpunkt A, ein Endpunkt B, eine Startzeit  $T_a$ , eine Endzeit  $T_b$  sowie die minimale und maximale Reisezeit angegeben. Dieser Vorgang listet dann nur jene Benutzer auf, die diesen Kriterien entsprechen. Mit Hilfe dieses Filters können Autofahrer auf einer bestimmten Strecke zu einem bestimmten Zeitintervall, z. B. vor, während und nach einem Stau, identifiziert werden. Zusätzlich kann das Verhalten der Verkehrsteilnehmer bezüglich Ausweichrouten analysiert werden.

Auch an der A4 wurde das Ereignis im Nachhinein visuell überprüft und in Form eines Videos grafisch aufbereitet. Abbildung 10 zeigt einen Screenshot des Videos. Die kleinen grünen Fahrzeuge repräsentieren jeweils ein Mobiltelefon. Das gelbe Viereck markiert die Stelle des Unfalles. In dieser Visualisierung ist der Staubereich deutlich zu erkennen. Auch der Rückstau kann gut abgeschätzt werden.

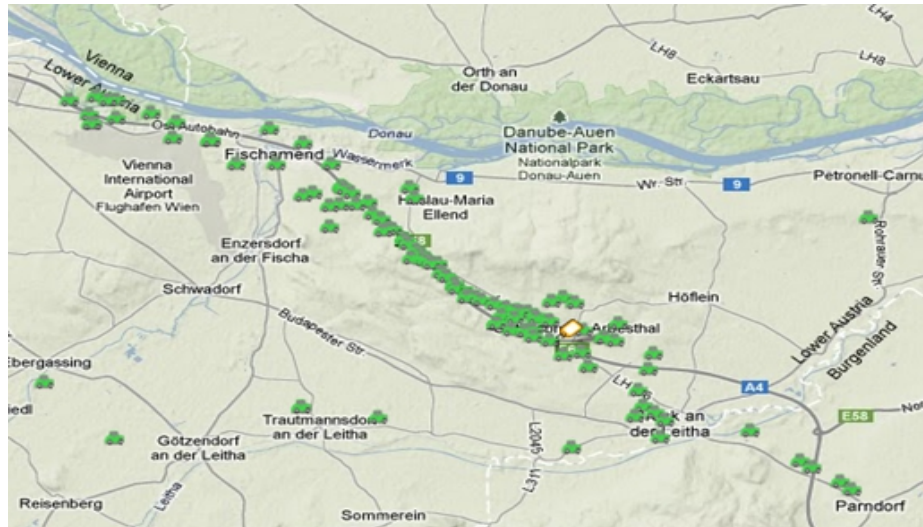


Abbildung 10: Visuelle Stauerkennung - A4

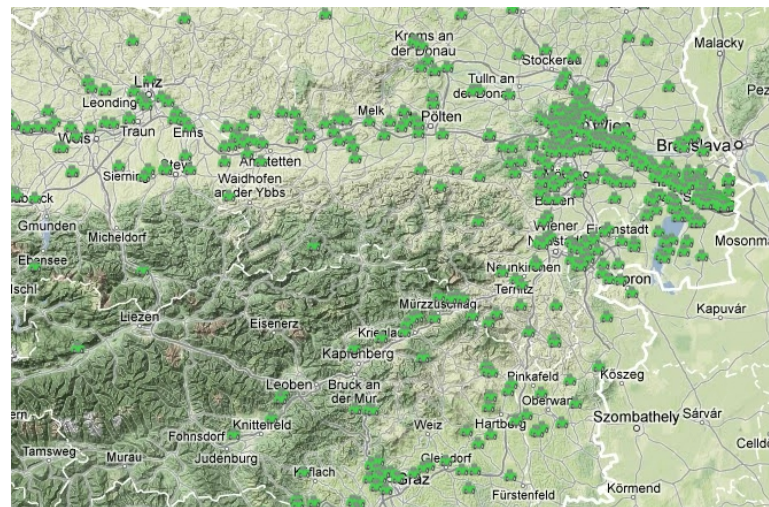
## 2.2.4 Mobilfunkdatenauswertung Großereignis

Großereignisse, wie beispielsweise das „Nova-Rock Festival“, stellen Herausforderungen für Verkehrsleitsysteme dar, da besonders an An- sowie Abreisetagen mit erhöhtem Verkehrsaufkommen zu rechnen ist. Um das Potenzial einer Mobilfunkdatenanalyse hinsichtlich Großereignissen aufzuzeigen, wurde das Reiseverhalten von Nova-Rock-Teilnehmern am Abreisetag des heurigen Festivals (07. – 11.06.2012) basierend auf Mobilfunkdaten in den Abbildungen 11 und 12 visualisiert.



**Abbildung 11: Novarock - Abreisetag - Detail Ostösterreich**

Abbildung 11 verdeutlicht die beiden Hauptverkehrsrueten vom Gelände des Nova-Rock Festivals über die A4 in Richtung Wien sowie abzweigend nach Eisenstadt.



**Abbildung 12: Novarock – Abreisetag**

Um ca. 06:00 Uhr in der Früh haben die ersten Abreisenden schon Linz passiert bzw. sind über Graz in Richtung Kärnten unterwegs (Abbildung 12)

## 2.3 Systematik der Verkehrslageermittlung

Bei der Ermittlung der aktuellen Verkehrslage gilt es zwischen zwei verschiedenen Fällen zu unterscheiden:

### Fall 1: Kleinere, plötzlich auftretende Ereignisse mit lokaler Wirkung

Solche Ereignisse können mit Mobilfunkdaten nicht oder nur sehr schwer ermittelt werden. Die Meldung erfolgt in der Regel durch Autofahrer (Ö3ver), den Ö3-Verkehrsfunk, die Polizei oder die Straßenmeisterei. Durch das Aufstellen von Schildern kann anhand von optionalen Querschnittsdaten bzw. über Webcam der Verkehrszustand abgeschätzt werden bzw. können notwendige Maßnahmen getroffen werden.

### Fall 2: Größeres Ereignis mit regionaler oder überregionaler Wirkung

Solche Ereignisse sollten durch Mobilfunkdaten automatisch erkannt werden können. Die Dauer solcher Ereignisse ist meist deutlich länger als die kleineren Ereignisse. Da das Netz der ASFINAG das höchstrangige Straßennetz Österreichs darstellt, haben schnell auch vermeintlich kleine Ereignisse große regionale oder überregionale Auswirkungen. Kommt es nun zu solch einem Ereignis, können mithilfe der Schilder die Nutzer mit Informationen wie Reisezeitverlängerung oder Alternativrouten versorgt werden. Wiederum wird mittels optionaler Querschnittsdaten und Webcam die Situation laufend beobachtet und die aus den Mobilfunkdaten gewonnene Information verifiziert und die Wirksamkeit des Schaltbildes überprüft.

## 2.4 Querschnittsdaten

Ein wichtiger Punkt im System MOVEMENTS ist die Sensorik, die zusätzlich zu den Mobilfunkdaten die Verkehrslage analysiert. Folgende Sensoren sind angedacht und können optional direkt an den Schildern (werden mehrere Anzeigen eingesetzt, benötigt nicht jede Anzeige diese Sensoren) angebracht bzw. mit eingebaut werden:

### **Empfohlene Komponenten**

#### Radarsensoren

Um die Geschwindigkeiten in zu überwachenden Bereichen kontrollieren bzw. überprüfen zu können, wird an einem der aufgestellten Schilder ein Radarsensor angebracht.

Dieser dient auch als punktuelle Kontrolle der eingehenden Mobilfunkdaten und überprüft somit die Richtigkeit der Mobilfunkdatenauswertung. Zusätzlich können derlei Radarsensoren auch die Anzahl der vorbeifahrenden Fahrzeuge, Nettozeitlücken, Belegzeiten detektieren sowie Fahrzeuglängen bzw. -klassen unterscheiden.

### Berührlose VDE-Sensoren

Abhängig von den eingebauten Modulen sollen zumindest die Anzahl der Fahrzeuge, deren Geschwindigkeit und die Fahrzeugklasse ermittelt werden. Diese Daten können in Echtzeit ausgewertet werden und somit zur Anzeigensteuerung beitragen. Für den Prototyp werden keine VDE-Sensoren ausgeführt, doch deren Einsatz ist grundsätzlich ohne Probleme möglich. Es sollten Radarsensoren eingesetzt werden, da eine Montage in geringer Höhe direkt an der mobilen Anzeige möglich ist.

### UDE-Sensoren

Umwelteinflüsse spielen keine zu vernachlässigende Rolle für den Verkehrsfluss. Daher kann es notwendig sein, auch diverse Umweltdaten wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, etc. vor Ort zu sammeln. UDE-Sensoren gibt es in unzähligen Ausführungen. Je nachdem, ob bzw. welcher Sensortyp gewünscht wird, ist es möglich einen solchen an der Anzeigetafel zu installieren. Egal, welcher Sensortyp gewählt wird, die relative Luftfeuchtigkeit und die Lufttemperatur werden mitgemessen. Sinnvoll wäre ein Sensor, der zusätzlich die Sichtweite ermittelt. Für den Prototyp werden keine UDE-Sensoren ausgeführt, doch ist deren Einsatz grundsätzlich möglich.

### Kamera (Webcam)

Zur manuellen Überprüfung der Ereignisse vor Ort ist eine Kamera angedacht. Es sollen ca. 6 – 60 Bilder pro Minute übertragen werden. Die Webcam soll als optisches Hilfsmittel für den Operator dienen. Eine automatische Kennzeichenerfassung, Zählung oder sonstiges ist mittels dieser Kamera nicht vorgesehen (sollte eine solche Datenfassung gewünscht werden, sind dafür Schnittstellen im Strategie-Tool vorhanden).



## Optionale Komponenten

### GPS-Installation

Um den genauen Standort der Tafel bestimmen zu können ist ein GPS-Modul am mobilen Schild vorhanden.

## 2.5 Verkehrslage auf Netzgraph

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse sind in Bezug auf linienförmige Problemstellungen bzw. bei Ereignissen von relativ kurzer Dauer schon sehr gut. Bei größeren Problemen, wie z. B. Totalsperren oder sehr langen Stauereignissen, aber auch in Bezug auf Festivals, kann es durchaus wünschenswert sein, nicht nur das aktuelle Geschehen auf der betrachteten Problemstrecke im Auge zu behalten, sondern vielmehr ein räumliches, am betrachteten Autobahn- bzw. Schnellstraßenabschnitt angebundenes Straßennetz mit Daten aufzufüllen. Solche Daten können Informationen über die normale (ungestaute) sowie die aktuelle Reisezeit, die normale sowie die aktuelle Reisegeschwindigkeit, die aktuelle Be- bzw. Auslastung der jeweiligen Strecke, die Streckenlänge und ggf. auch noch andere optionale Informationen beinhalten.

### 2.5.1 Abstrahierter Netzgraph

In diesem Kapitel soll die Funktionalität aber auch die Notwendigkeit von abstrahierten Netzen erläutert werden. Dazu ist es notwendig kurz die graphentheoretischen Grundlagen zu erläutern.

Ein Graph ist ein abstrahiertes Modell einer technischen oder natürlichen, netzartigen Struktur bestehend aus Knoten ( $V$ ) und Kanten ( $E$ ), wobei die Kanten die Verbindung zwischen den einzelnen Knoten darstellen. Aus verkehrlicher Sicht entspricht dies einem schematischen Plan des Straßennetzes. Hierbei entsprechen die Knoten Kreuzungspunkten von Straßen, Autobahnanschlussstellen, usw. Der einfachste Fall eines solchen Graphen aus verkehrlicher Sicht ist ein homogener Teil einer Straße mit dem Startpunkt ( $V_1$ ), dem Endpunkt ( $V_2$ ) und der Straße als Verbindungselement ( $t$ ) dazwischen, siehe Abbildung 13.

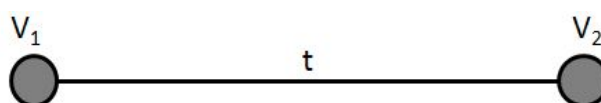


Abbildung 13: Einfachster Graph

Ein Graph kann auch aus mehreren einfachen Elementen bestehen, die linienförmig angehängt sind. Abbildung 14 zeigt diesen Fall für den Bereich der A4 zwischen Schwechat und Bruck/Leitha-West.

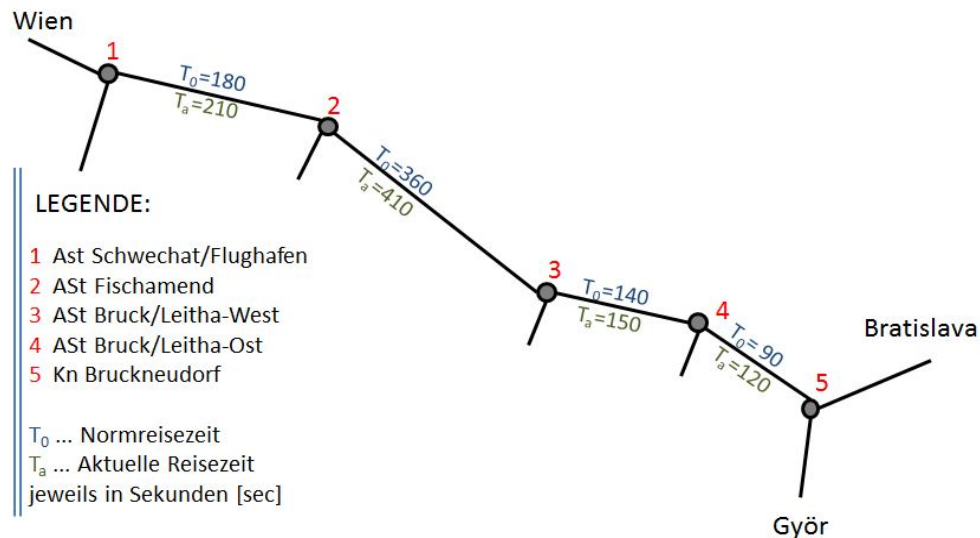


Abbildung 14: Linienförmiger Graph - Beispiel A4 Schwechat bis Bruckneudorf

Ein Netzgraph besteht in der Regel aus einer Vielzahl an relevanten Knoten und den dazugehörigen Kanten. Er muss geeignet sein, um die verkehrliche Situation einer Region gut erfassen zu können.

Ein gewichteter (bewerteter) Graph liegt dann vor, wenn die Kanten zusätzlich mit bewertenden Informationen bestückt sind. Aus verkehrlicher Sicht sind hierbei zum Beispiel die Länge ( $l$ ), die aktuelle bzw. die Norm-Reisezeit ( $t_{cur}$  bzw.  $t_0$ ) oder die aktuelle Belastung durch Fahrzeuge von besonderem Interesse. Bei gewichteten Graphen ist es oft vorteilhaft einen Weg von einem Knoten A zu einem Knoten B zu finden, der über die Summe aller Kanten die geringste Bewertung aufweist.

Generell werden solche Graphen in vielen Bereichen genutzt, um Netze mathematisch abzubilden. Solche Graphen sind der Kern einer jeden Verkehrszustandsabschätzung bzw. des Verkehrsmodells, das im Hintergrund laufen muss. Hier erfolgen Berechnungen über „kürzeste“ Wege von Startpunkt A nach Endpunkt B über die einzelnen Kanten und Knoten. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass „kürzester Weg“ nicht auf die Länge der Strecke, sondern auf die in Abhängigkeit der Belastung einer Strecke und der daraus resultierenden Reisezeitverlängerung zu verstehen ist.

Falls diese Reisezeitverlängerung über ein gewisses Maß hinausgeht, können dann betreiberseitig alternative Routen vorgeschlagen bzw. angezeigt werden.

Im Prinzip sorgt diese Berechnung dafür, dass die Nutzer der Straße unter Ausnutzung der für sie optimalsten geeigneten Route ihr Ziel erreichen. Die Grundlage für den Netzgraphen im Projekt MOVEMENTS liefern sowohl die unveränderlichen Kenngrößen des Straßennetzes, wie z. B. die Längen, die Straßenkategorie, die Kapazität, als auch Richtungsinformationen von Kanten, wie Einbahnbereiche. Die weiteren Eingangsdaten werden aus den aufbereiteten Mobilfunkdaten (oder ähnlich aufbereiteten Daten) übernommen. Hier sind vor allem die aktuellen Reisezeiten auf der betrachteten sowie auf den alternativen Routen von Interesse.

Um die Systematik an einem realen Beispiel anzuwenden, wird im Folgenden das o.g. Ereignis Nova-Rock herangezogen. Es gibt mehrere Anreisemöglichkeiten zu diesem Festival, abhängig, aus welcher Richtung. In den folgenden Abbildungen sind verschiedene Anfahrtsmöglichkeiten dargestellt.

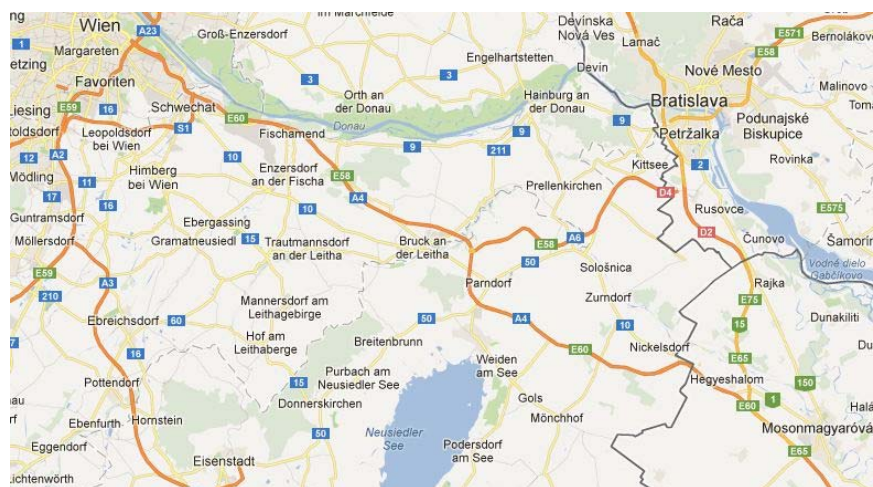


Abbildung 15: realer Kartenausschnitt für Netzgraph - Novarock

Der obige Bildplan kann durch einen Netzgraph ersetzt werden, wie die folgende Abbildung beweist.

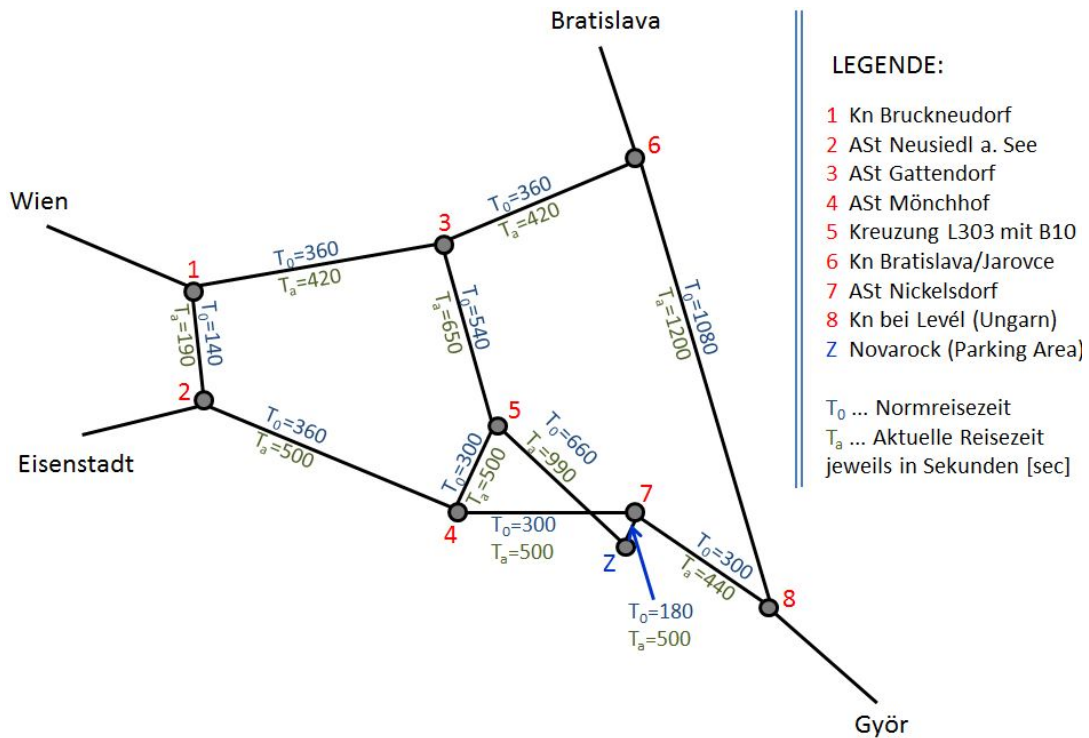


Abbildung 16: gewichteter Netzgraph am Beispiel Novarock

## 2.5.2 Reisezeitverluste aus Mobilfunkdaten

Eine der wichtigsten Informationen, sowohl für den Betreiber als auch für den Nutzer, ist die aktuelle Reisezeit. Hierbei spielt die absolute Reisezeit für den Nutzer aber eine geringere Rolle als die Reisezeitdifferenz, bezogen auf die Normalsituation in einem Gebiet. Betrachtet man ein Gebiet, so kann anhand der unterschiedlichen Zeitstempel zwischen Zellwechseln auf die Reisezeit geschlossen werden. Reisezeiten auf Autobahnen lassen sich mit den Mobilfunkdaten relativ einfach und genau auslesen, da der Senderausstattungsgrad vor allem in Autobahnnähe sehr gut ist und anhand der hohen Geschwindigkeiten eine Streckenzuweisung relativ einfach ist. Im untergeordneten Straßennetz sieht das etwas anders aus. Hier sind die Sender meist stärker regional zerstreut. Aufgrund der kleinteiligeren Netzstruktur des untergeordneten Straßennetzes und der großen Reichweite der Mobilfunksender ist eine eindeutige Kartenzuweisung (map matching) meist relativ schwierig.

## **2.6 Validierung der Verkehrslage**

Abhängig vom Ereignistypus wird eine unterschiedliche Abfolge von Arbeitsschritten initiiert, um die Richtigkeit einer erkannten Verkehrslage zu bestätigen.

### **2.6.1 Rein manuelle Bestimmung der Verkehrssituation**

Im Regelfall wird das verkehrliche Problem zur Zeit durch verschiedene Quellen an die ASFINAG-Zentrale oder die örtliche Straßenmeisterei übermittelt. Ist eine Kamera für den betrachteten Bereich vorhanden, so kann die Situation visuell ab Ereigniseingang via Bildschirm überprüft und mitverfolgt werden. Zusätzlich muss entschieden werden, ob die zuständige Straßenmeisterei die Ursache kennt und bereits Aktionen setzt. Durch das Aufstellen mobiler Anzeigetafeln kann der Disponent künftig auch auf diesem Streckenabschnitt des Netzes über Webcam und zusätzliche Radarsensoren sowie Umweltdatensensoren die örtliche Verkehrssituation grob überwachen. Weitere Aktionen können somit auch ortsungebunden gesetzt werden. Die Zusammenarbeit von ASFINAG-Zentrale, Überwachungszentrale, Autobahnmeisterei, Ö3 und Polizei wird trotzdem weiter bestehen bleiben. Ein genauerer Überblick über die Informationsabläufe wird in Kapitel 4 gegeben.

### **2.6.2 Überprüfung der automatischen Verkehrslageermittlung**

Zur Überprüfung der Verkehrslage, die automatisiert bzw. semi-manuell durch die Mobilfunkdaten ermittelt wird, treffen viele Komponenten aufeinander. Die Situation vor Ort kann von den Mobilfunkdaten nicht exakt analysiert werden, jedoch geben diese einen guten ersten Eindruck über die Verkehrslage. Die Ursache einer Verkehrslageänderung ist bei ungeplanten Ereignissen aus den Mobilfunkdaten allein nicht ablesbar. Zur Verifikation der Verkehrssituation, Ursachenbestimmung und Einschätzung der Gesamtsituation empfiehlt sich wie bisher, Informationen der Autobahnmeisterei oder durch die Ö3 Verkehrsredaktion einzuholen. Sobald der Einsatz des mobilen Wegweisers festgelegt wurde, wird dieser zum Einsatzort gebracht. Ab dem Zeitpunkt, an dem sich der Wegweiser vor Ort befindet, kann mittels der am Anzeigegerät installierten Sensoren die Verkehrslage ermittelt sowie die Situation durch Kennwerte vom Seitenradar, Webcam-Bilder und Umfelddaten verglichen, überwacht, überprüft und analysiert werden.

Im Falle eines geplanten Ereignisses ist davon auszugehen, dass die Schilder bereits an strategisch günstigen Punkten positioniert wurden. Die Überprüfung der Verkehrslage erfolgt hier in ständigem Abgleich zwischen Mobilfunkdaten und der Sensordaten vor Ort.

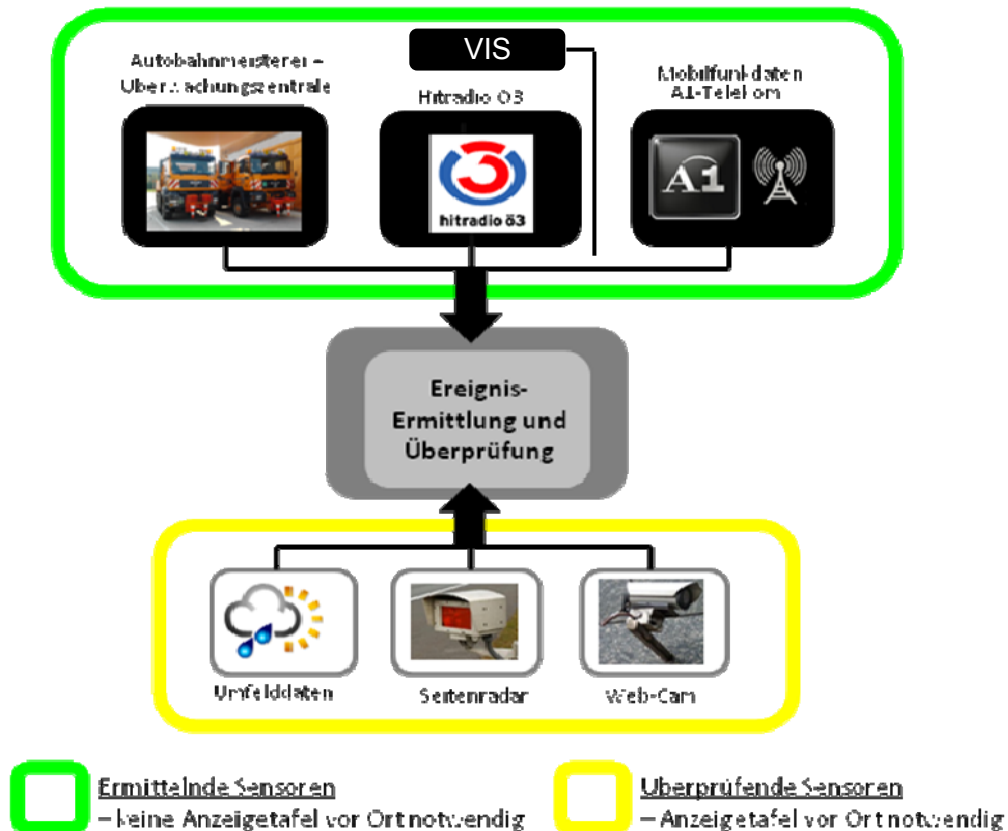


Abbildung 17: Ereignisermittlung bzw. -überwachung

Die ermittelnden Organe bleiben wie bisher die Autobahnmeisterei, Überwachungszentrale sowie die Verkehrszentrale von Ö3, die durch ihre Ö3-ver sehr schnell Informationen über den Verkehrszustand erhält. Auch das VIS der Polizei gibt Informationen an die ASFINAG Zentrale weiter (näheres siehe Kapitel 5). Zusätzlich zu diesen Informationsquellen werden bei MOVEMENTS Mobilfunkdaten für die Erstinformation und Zustandsüberprüfung verwendet. Der größte Vorteil von Mobilfunkdaten ist, dass keinerlei Installationen und Infrastruktur vor Ort notwendig sind.

### 3 STRATEGIEBESTIMMUNG

Um die Strategie des mobilen dynamischen Wegweisers auf die zurzeit angewendeten Systeme der ASFINAG anpassen zu können, wurde das bisherige Ereignismanagement analysiert. Das neue System soll weder die alten Systeme ersetzen, noch direkt in Zusammenhang mit diesen stehen, jedoch übernimmt es erprobte, funktionierende Komponenten und Arbeitsschritte, um den Arbeitsablauf einfach zu halten sowie vorherrschende Kenntnisse von Mitarbeitern einbeziehen zu können. Somit werden durch MOVEMENTS nur wenige neue Anforderungen an die Operatoren, die Überwachungszentralen und Autobahnmeistereien gestellt.

Um eine klar strukturierte und einfach erweiterbare Lösung anbieten zu können, schlagen wir eine Systemarchitektur mit 3 Ebenen vor:

- Informationssammlung, Aufbereitung und Visualisierung
- Vorauswahl von Aktionen (Schildertexte schalten,...) auf Basis von Verkehrsinformationen automatisiert oder manuell
- Anzeige von Verkehrsinformationen, Warnungen.

Jede der 3 Ebenen ist voneinander unabhängig und kann geändert bzw. erweitert werden, ohne dass die restlichen Ebenen direkt davon betroffen sind.

### **3.1 Bisheriges Ereignismanagement bei der ASFINAG**

*Dieser Abschnitt ist vertraulich und wird nur für die Angebotsphase 2 verwendet. Nur der Unterabschnitt 3.3 kann nach Rücksprache mit ASFINAG für eine spätere Veröffentlichung freigegeben werden.*

#### **3.1.1 Überblick vorhandener Systeme**

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die bisher bei der ASFINAG vorhandenen Systeme. Es ist wichtig, das neu entwickelte System in Koordination mit bereits vorherrschenden Systemen abzuwickeln. Jedoch ist es nicht Sinn, das Projekt MOVEMENTS in ein System zu integrieren. MOVEMENTS soll selbstständig funktionieren, es lehnt sich an vorhandene Systeme an, womit dem Operator bekannte Aufgaben nur minimal erweitert werden sollen.

##### Eingabefile

Es gibt ein Formular, das als offen auf dem Ereignismanager beim Chef des Dienstes in der ASFINAG Zentrale aufscheint, sobald die ÜZ (Überwachungszentrale) mit der Ausfüllung beginnt. In diesem Dokument müssen alle Daten spezifisch zum Fall genau angegeben werden. Der Chef des Dienstes weiß nun, dass im ASFINAG-Netz ein Problem besteht. Dieses Eingabefile muss die Überwachungszentrale bei jedem Ereignis (Unfall, Panne, Stau etc.) ausfüllen.

##### Traffic Information Collector (TIC)

Durch Ö3 werden die Informationen schriftlich per Nachricht (E-Mail) direkt zum Chef des Dienstes weitergeleitet. Dieser erhält die Information, die im Ö3-Verkehrsfunk gesprochen wird in schriftlicher Form. Es kommt vor, dass die Nachricht vor Bekanntgabe durch ÜZ bzw. ABM eintrifft.

##### Verkehrsinformationssystem (VIS)

Das VIS ist die Verkehrsinformation der Polizei. Auch diese Anwendung arbeitet mit schriftlich zum Chef des Dienstes übermittelten Nachrichten. Ist z. B. ein Unfall passiert, wird dieser bei der Polizei gemeldet, die durch VIS eine Nachricht weitergibt.



### Go Smart

Es wird dort angewendet, wo Mautstrecken vorhanden sind, indem die Durchfahrtszeit der LKWs gemessen wird und damit ein Vergleich zur Soll-Zeit stattfinden kann.

### BLIDS

Es arbeitet via Bluetooth-Stationen. Insgesamt gibt es für dieses System vier Wiener Routen. Im Programm werden die SOLL-Zeiten und die IST-Zeiten aufgelistet und können vom Chef des Dienstes und den Operatoren überprüft werden. Bei einer Sperre wird sofort eine Umleitung auf eine andere Route geschaltet. Bei Stau funktioniert dieses System noch nicht so gut, da die ASFINAG-Zentrale erst dann eine Umleitung schaltet, wenn der Stau von ihrem Standpunkt aus sichtbar wird.



Abbildung 18: Go-Smart(links) und BLIDS (rechts)

### Traffic Management Plans TMP (national und international)

Sowohl das internationale als auch das nationale TMP sind ASFINAG-interne Richtlinien, die durch ASFINAG-Mitarbeiter erstellt wurden. Es wurden Managementpläne entworfen, die für die Autobahnszenarien notwendige Umleitungsschaltungen festlegen. Je nach Streckenabschnitt sowie möglichen Alternativrouten wird bei Stau früher bzw. später eine Umleitungsschaltung aktiviert. Sind gute Alternativrouten vorhanden, kann eine Umleitungsschaltung schon bei einem Stau von 3 km gesetzt werden. Gibt es weniger gute Alternativen, kann dies erst bei über 10 km Rückstau geschehen.

### 3.1.2 Typische, derzeitige Arbeitsabläufe

Tritt ein Ereignis ein, gibt es mehrere Möglichkeiten, wie die Information darüber in die ASFINAG Zentrale gelangt:

- Die ÜZ (bzw. ABM (ASFINAG-intern)) meldet das Ereignis per Anruf oder Ereignisfile.
- Ö3 bzw. LIVE-Radio bekommt durch seine Anrufer eine Information und gibt diese weiter.
- Die Information wird durch die Polizei via VIS weitergegeben.
- Zufällige Detektion in der Zentrale durch aufgeschaltetes Kamerabild

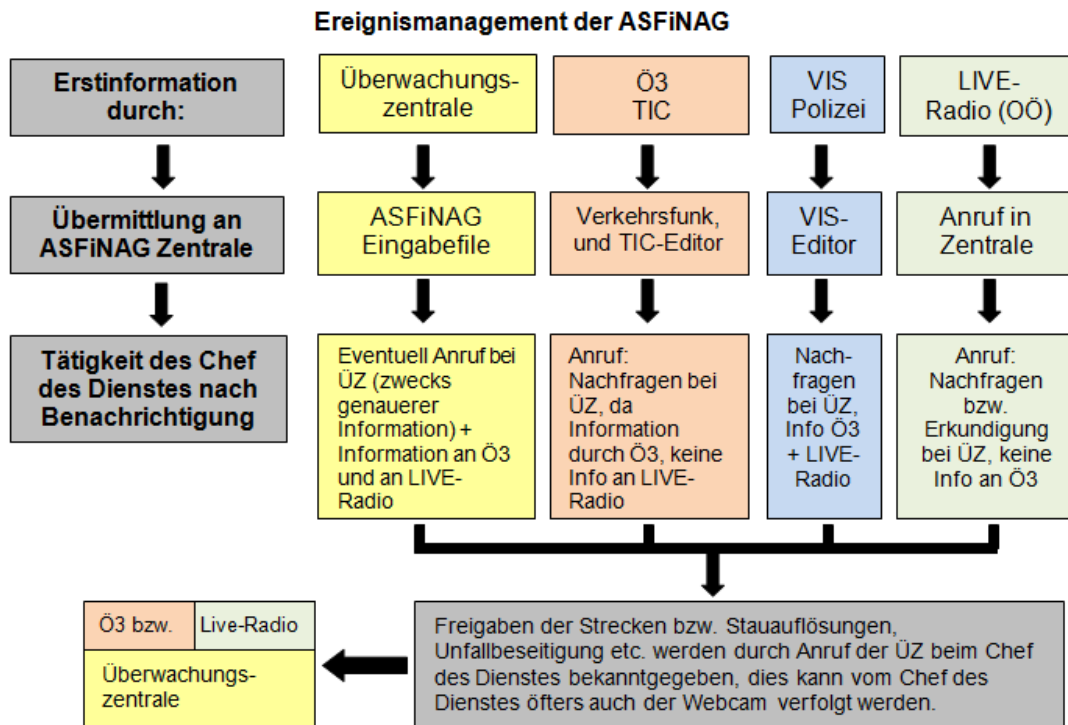


Abbildung 19: ASFINAG - vorherrschende Ereignisabwicklung

Ereignet sich z. B. ein Unfall, so muss vom Chef des Dienstes folgendes dokumentiert werden:

- Wann hat die ASFINAG Bescheid bekommen (und durch wen)
- Wann trifft die Rettung ein?
- Wann trifft die Feuerwehr ein?
- Wann sind Spezialgeräte (z. B.: Abschleppwagen etc.) eingetroffen
- ...

Kann das Ereignis vom Chef des Dienstes nicht per Webcam verfolgt werden, so muss sich dieser auf die ABM bzw. ÜZ verlassen und ist somit bezüglich des Ereignisses blind.

Im Tunnelbereich hat die ÜZ (der Operator) die Verantwortung. Die Polizei ist zwar vor Ort, darf aber keine Anweisungen geben. Im Freiland ist dies anders. Wird ein Unfall direkt vom Chef des Dienstes gesichtet, darf dieser wegen Gefahr im Verzug eine Anzeige schalten (sonst darf dies nur der Operator). Bei einem so gesichteten Unfall wird zuerst die Polizei (ihr werden die Webcam-Bilder übermittelt), dann die Streife und die ÜZ und dann Ö3 informiert. (betrifft es Oberösterreich, wird auch Live-Radio informiert).

### 3.1.3 Statistische Auswertung von Ereignissen

Um den Ablauf sowie die Kommunikation zwischen ASFINAG-Zentrale, Überwachungszentrale (ÜZ), Autobahnmeistereien (ABM) und Ö3 mit einbeziehen zu können, wurden die Ergebnisse des Ereignismanagements analysiert und nach verschiedenen Rahmenbedingungen geclustert.

Als Datenbasis wurde das Ereignismanagement der ASFINAG herangezogen und nur solche Fälle ausgewählt, bei denen die Dauer  $\geq 1,5$  h betrug. Für Anfang Februar 2012 bis Ende August 2012 ergab dies somit 948 Ereignisse verschiedener Ereignisursachen. Um die Geschehnisse für die Auswahl von Anzegebildern und Anzeigetexten besser verstehen zu können, wurden diese nach Gruppen ausgewertet.

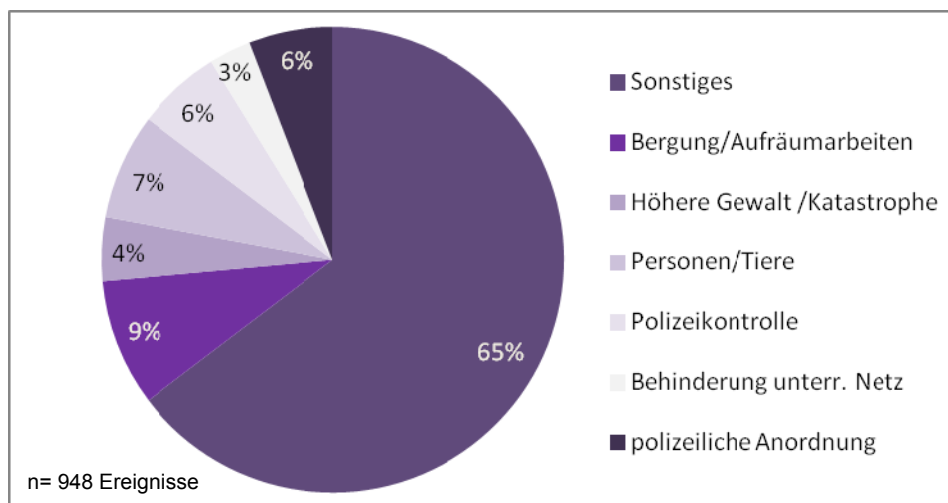


Abbildung 20: Ereignisse >1,5 h (Februar 12 - August 12)

Fast drei Viertel (83,1 %) aller  $\geq 1,5$  h dauernden Ereignisse können auf nur drei verschiedene Ereignisfälle zurückgeführt werden. Den Hauptanteil tragen mit 38,8 % die Unfälle, danach kommen mit 25,3 % die Pannen und die dritte Gruppe sind die Verkehrsüberlastungen mit 19,0 %.

Da die Ursachen des Ereignisfalls Verkehrsüberlastungen (n= 174) zu 73,7 % durch Berufs-, Reise-, Urlauber-, Wochenendverkehr bedingt sind, ist es möglich das Ereignis zu prognostizieren. Für den Urlauberverkehr kann somit schon vorab eine Anzeigetafel situiert werden, da aus historischen Daten die Problempunkte im Netz schon bekannt sind. Umlenkempfehlungen können hier schon vorab überlegt werden.

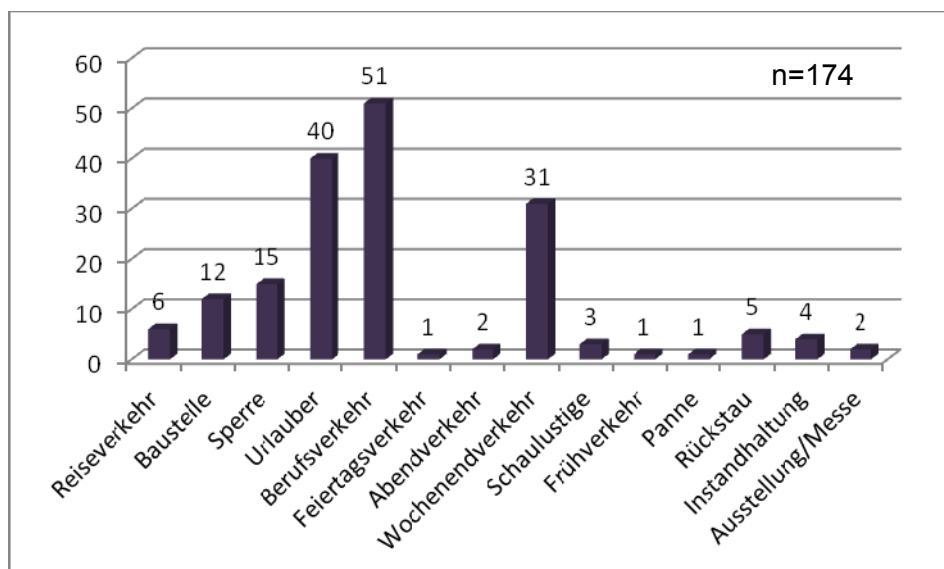
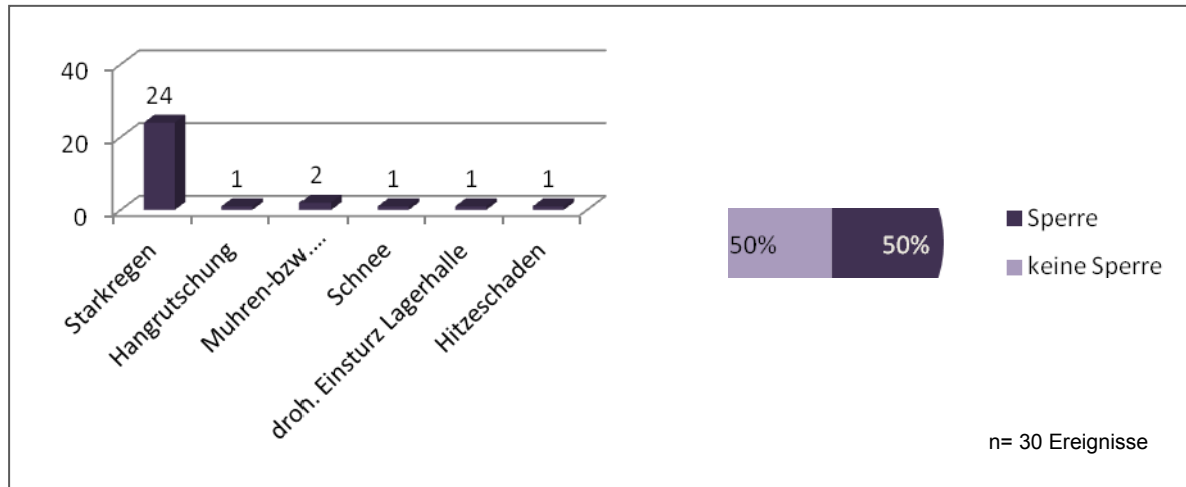


Abbildung 21: Gründe von Verkehrsüberlastungen

Wird der Ereignisfall Witterung betrachtet, kann festgestellt werden, dass es in den analysierten 7 Monaten des Jahres 2012 insgesamt nur 30 Ereignisse gab, die über 1h 30 min dauerten. Hier muss jedoch beachtet werden, dass die Wintermonate nur einen geringen Anteil haben, somit wurden kaum Ereignisse bezüglich Schnee und Eis detektiert.



**Abbildung 22: Ereignisfall Witterung**

Von den 30 ermittelten Ereignissen benötigten 15 eine Sperrung. 25 Ereignisse (Starkregen + Schnee) können durch Wetterprognosen sowie Unwetterwarnungen schon vorab erkannt werden. Ereignisse wie Hangrutschungen, Muren- bzw. Lawinenabgänge etc. können nicht vorhergesehen werden. Ist wegen drohender Gefahr die Wahrscheinlichkeit dafür sehr hoch, kann das Ereignis als planbar betrachtet werden.

Wird der Ereignisfall Unfall betrachtet, so werden hier 38,8 % der Ereignisse mit einer Dauer über 1,5 h miteinbezogen. Bei Unfällen ist die Quote der Sperrungen am höchsten. Insgesamt wird bei 91 % aller Unfälle eine Sperrung notwendig. Zirka 13 % der Sperrungen betreffen nur den Pannestreifen, somit bleiben 78 % Sperrungen über, die den Verkehr maßgebend beeinflussen. Immerhin 6 % aller Unfälle führten zu einer Totalsperre. Bei den Unfällen ist es somit sehr wichtig, dass die Ereignisdauer bei der ersten Begutachtung durch die Autobahnmeisterei oder die Überwachungszentrale vor Ort richtig eingeschätzt wird, damit klar ist, ob ein Einsatzfall für einen mobilen Wegweiser vorliegt oder nicht.

Mit dem neu entwickelten System ist es außerdem einfacher möglich, bei mehr als den hier analysierten 15% eine Umleitung anzugeben. Falls in dem betroffenen Bereich kein TMP mit Umleitungsszenarien vorliegt, kennt die Autobahnmeisterei sowie Überwachungszentrale das Netz vor Ort und kann somit dem Operator die benötigten Informationen für die neue Route angeben. Es kann der Unfall je nach Größe durch Einsatz eines mobilen Wegweisers großräumig oder kleinräumig umfahren werden.

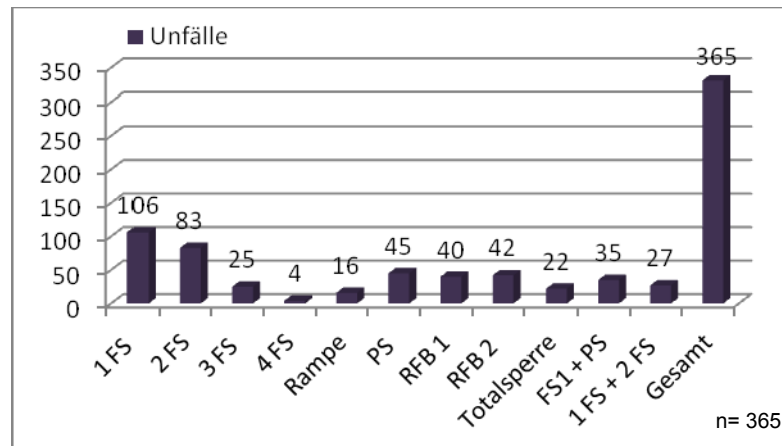
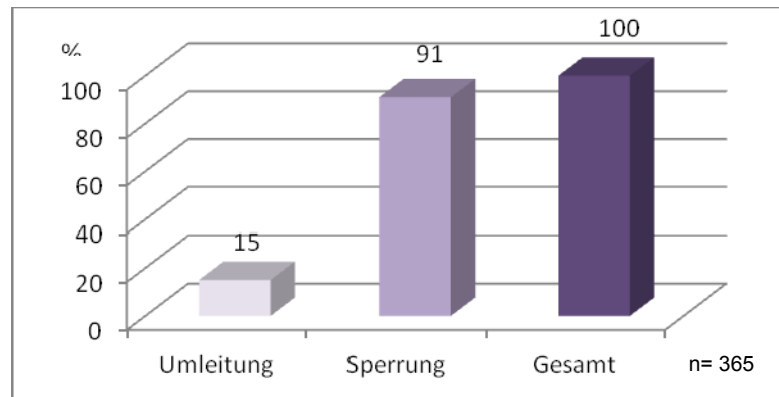


Abbildung 23: Ereignisfall: Unfall

Als letzter Ereignisfall, der zusammen mit den Unfällen und den Verkehrsüberlastungen zirka drei Viertel der Problemstellen mit einer Dauer über 1,5 h ausmacht, wird nun der Ereignisfall Panne analysiert.

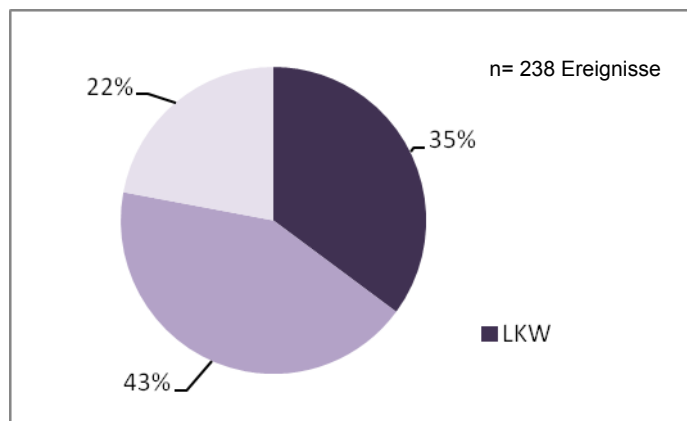


Abbildung 24: Ereignisfall Panne - nach Fahrzeugart

Anders als bei Unfällen ist bei Pannen hauptsächlich der Pannenstreifen (Standstreifen) beziehungsweise der erste Fahrstreifen oder die Randfahrbahn von Sperrungen betroffen, weshalb meist keine Umleitungsschaltungen notwendig sind.

Am häufigsten mit 43 % haben PKW eine Panne, trotzdem sind diese weniger wichtig, als die LKW-Pannen, da diese meist größere Beeinträchtigungen mit sich bringen. Immerhin halten LKW mit 35% den Pannenanteil. In der Gruppe Sonstiges (22 %) sind Busse, Ölpuren, die nicht näher definiert werden, PKW mit Anhänger, Wohnwagen, Motorräder usw. inkludiert.

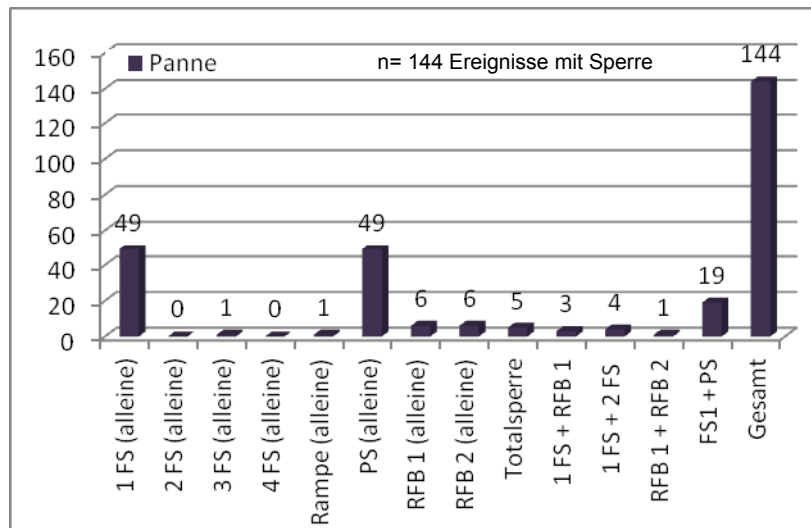
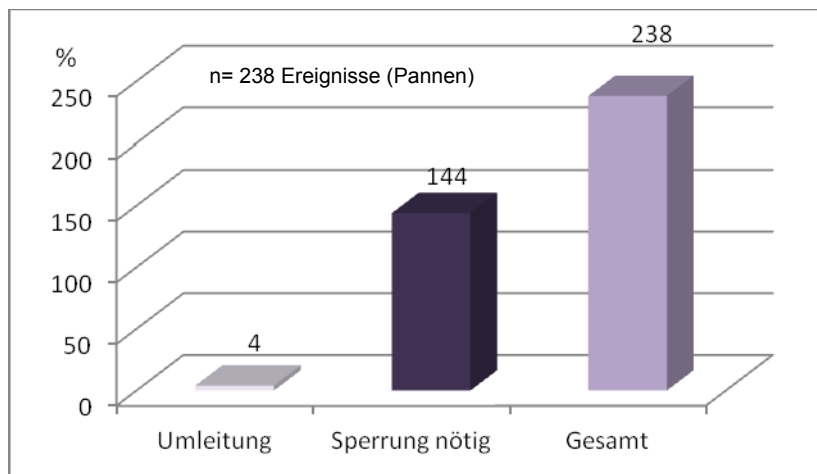


Abbildung 25: Ereignisfall: Panne

### Statistische Auswertung nach Ereignisort



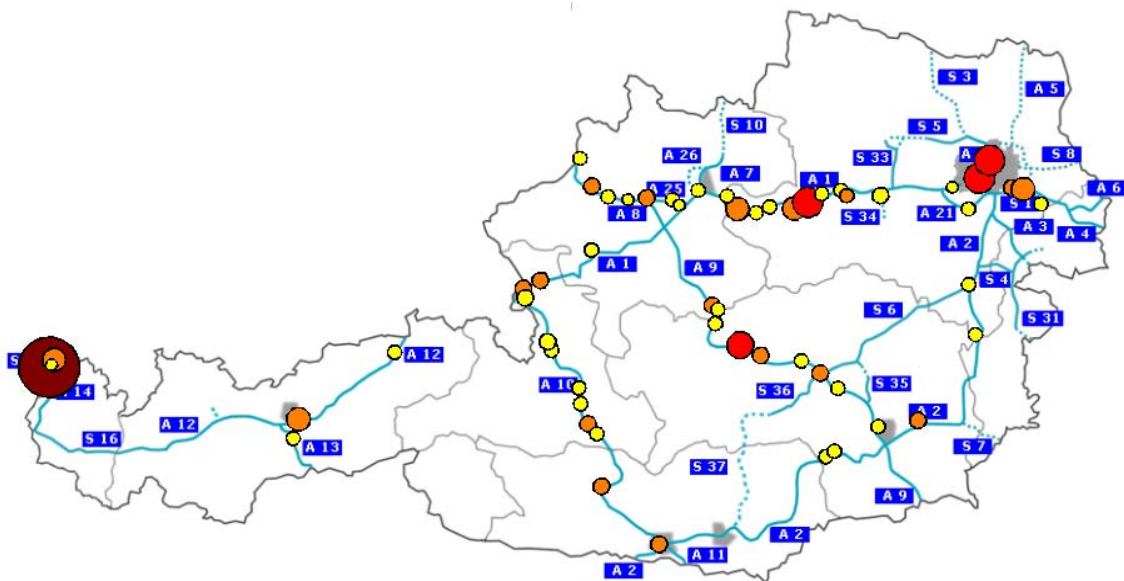
Abbildung 26: Alle Ereignisse nach Anschlussstellen



Die vorgestellten Ereignisse wurden anhand ihrer Standorte analysiert. Es wurden Ereignisfallhäufungspunkte bzw. Strecken gesucht und gefunden. Werden alle Vorfälle betrachtet, so können anhand aller über 1,5 h dauernden Ereignisse die Autobahn A1 und die Autobahn A8 (Niederösterreich, Oberösterreich) deutlich als Ereignisbrennpunkte erkannt werden. Auch die Autobahn A9 (Steiermark) hebt durch zahlreiche Ereignisse deutlich ab.

In Vorarlberg und Tirol gibt es keine auffallenden Strecken, wenn die Top 66 Ereignishäufungsstellen betrachtet werden. Im Norden Vorarlbergs (Bereich Bregenz/Bodensee, A14) allerdings wurden stark vermehrte Ereignisse festgestellt.

Ein weiterer Ereignishäufungspunkt konnte auf der A1 zwischen der Anschlussstelle (ASt.) Haag und ASt. Ybbs festgestellt werden. Auch in Wien wurden vermehrte Ereignisse festgestellt. In der Steiermark gibt es einen weiteren Ereignishäufungspunkt, der sich auf der S6 zwischen St. Marein im Mürtztal und Gloggnitz befindet.



**Abbildung 27: Ergebnis der Analyse der Gesamtereignisverteilung (<1,5h) in Österreich – Top 66 Ereignisse**

In der Karte oberhalb wurden nur die Top 66 Ereignisse eingetragen, sonst würden die vielen Punkte (>900) in der Karte das Selektieren der wichtigen Anschlussstelle gegenüber den wichtigeren Ereignishäufungspunkten verhindern. Die Größe der Punkte ist ein Maß für die Auftrittshäufigkeit im jeweiligen Bereich. Je größer der Punkt ist, desto mehr Ereignisse fanden in diesem Bereich statt.

### 3.2 Ereignisabfolge bei MOVEMENTS-Einsatz

Generell ist MOVEMENTS ein eigenständiges webbasiertes System, mit dem lokale Schaltungen vorgenommen werden können. Es ist wichtig, den Einsatzfall in die zwei Hauptgruppen „ungeplant“ und „geplant“ einzuteilen, da die Abwicklung hier in unterschiedlicher Art und Weise erfolgt. Wie in nachfolgender Abbildung dargestellt, laufen bei einem ungeplanten Ereignis die Schritte der Erstinformation sowie die Informationsübermittlung wie bisher ab, da die Anzeige für ein ungeplantes Ereignis erst nach dem Ereigniseingang aufgestellt wird. Handelt es sich um ein geplantes Ereignis, so kann die Anzeigetafel schon vorab auf einer geeigneten Stelle platziert werden.

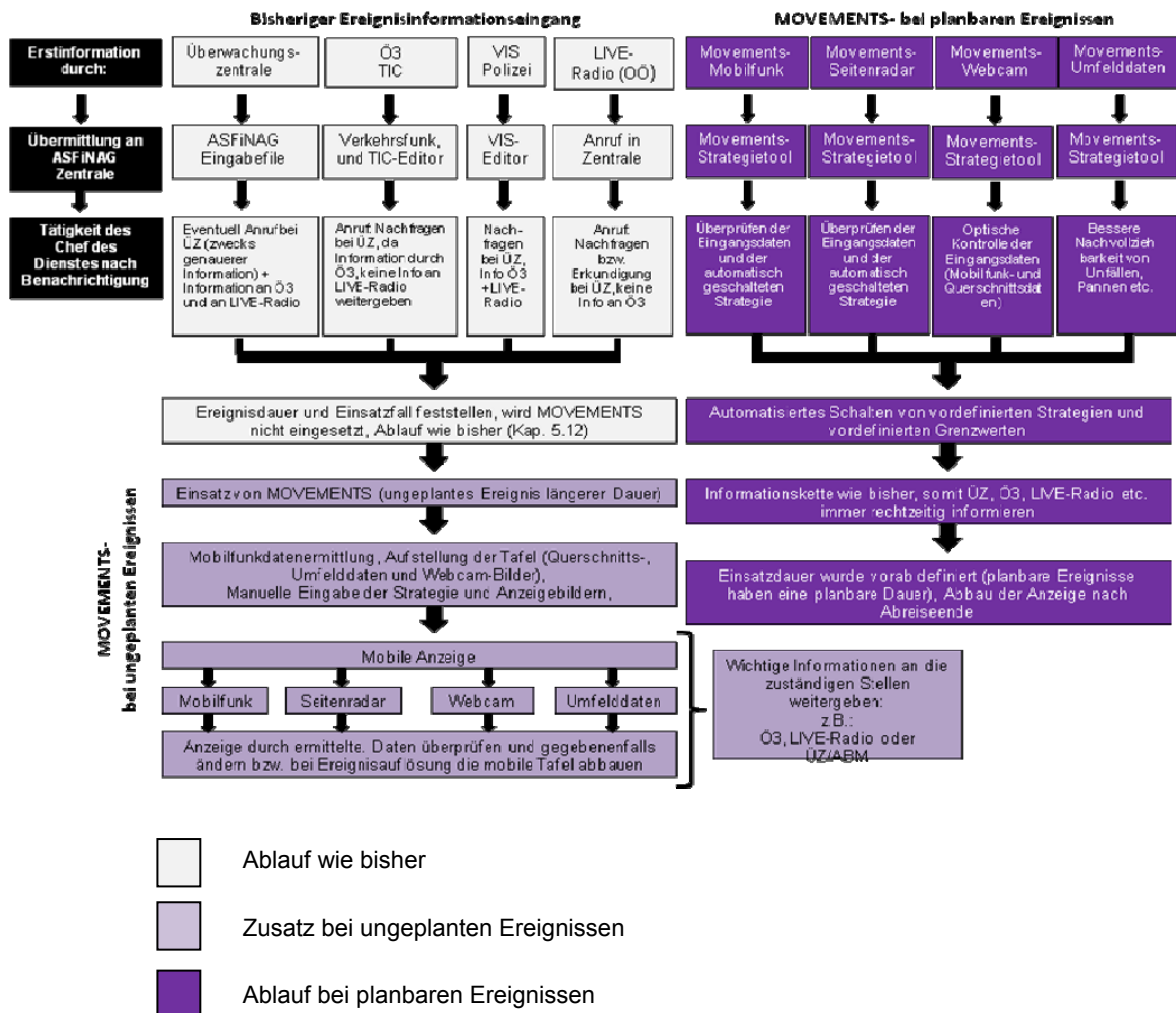


Abbildung 28: Gesamtüberblick - Ereignisabwicklung

### **3.3 Typische Meldungen und Aktionen**

Das Strategiemanagement ist die vorgeschaltete Systemkomponente für die Auswahl der anzuzeigenden Schilderinhalt und reagiert auf vordefinierte Situationen mit einer Abfolge von Aktionen. Die Situationen werden mittels der integrierten Situationserkennung oder zusätzlich vorhandener Verkehrsinformationen identifiziert. Die Situationserkennung erfolgt in der Regel visuell. Auf Basis der im System vorliegenden Daten ist es in einer späteren Ausbaustufe auch möglich, bei bestimmten Verkehrssituationen den Bediener entsprechend automatisiert zu informieren.

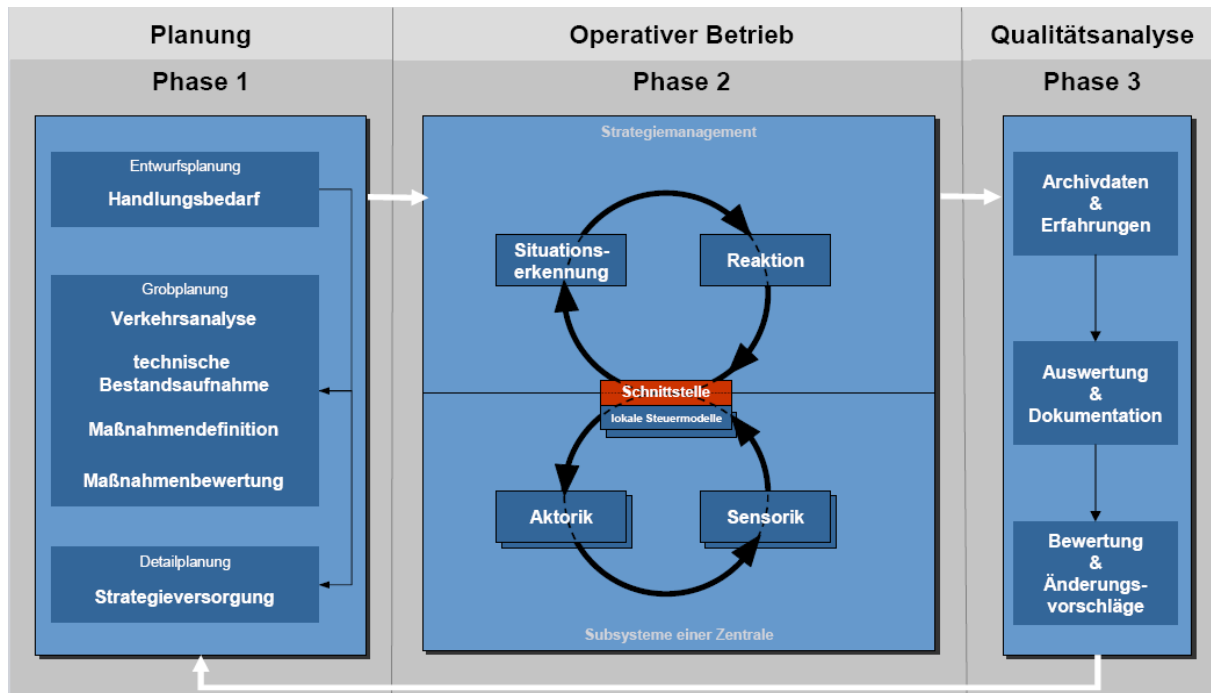
Wichtig sind zusätzliche Informationen über die Art und Auswirkungen von Unfällen oder Baustellen und deren Örtlichkeiten, um im nachfolgenden Schritt die richtigen Aktionen vorschlagen zu können.

Auf Basis dieser Eingangsdaten können über vordefinierte Strategien Schildertexte ausgewählt und an das einzusetzende Schild übertragen werden. Zusätzlich sind auch weitere Aktionen, wie Benachrichtigungen von Behörden und Medien möglich.

### **3.4 Auswahl der Strategien**

Im Strategiemanagement sind Editoren zum Erstellen von verkehrstechnischen Logiken integriert. Diese Logiken können sowohl offline als auch online erstellt und dem System zur Verfügung gestellt werden. Ausgangsparameter dieser Logiken werden als Situationen bezeichnet und lassen sich aufgrund der in den Logiken verknüpften Eingangsparameter online zyklisch oder eventbezogen ermitteln.

Komplexe Situationserkennungen und die daraus resultierenden Aktionen werden mit dem Strategiemodul abgebildet. Das Strategiemodul ist ein auf Entscheidungstabellen basierter Regelbaustein, der zyklisch vordefinierte Logiken durchläuft und entsprechende Aktionen ableiten kann. Über die Entscheidungstabellen werden Cluster von Wenn-Dann-Abfragen abgebildet, welche in Java-Skripte übersetzt und in das System eingebunden werden. Das Strategiemodul ist ein Codegenerator für häufig wiederkehrende verkehrstechnische Abfragen, der automatisch einen JAVA-Code generiert. Es ist somit ein flexibler Baustein, der Systemvariablen in vielfältiger Form verknüpft.



**Abbildung 29: Phasen- und Vorgehensmodell eines Strategiemanagements**

Über benutzerfreundliche Eingabedialoge werden Strategien durch den Anwender erstellt, bearbeitet oder gelöscht. Dabei verwendet man sämtliche im System vorhandenen Messwerte, aggregierte Messwerte und betriebliche Meldung in den Logiken.

Für die Kombination der Datenabfragen steht eine Vielzahl von Verknüpfungen zur Verfügung:

- Logische Operatoren (AND, OR und NOT)
- Zustandsabfrage einer Systemvariablen (z. B. Wertebereichsabfragen)
- Logische Ausdrücke mit Systemvariablen
- Zeitliche Auslöser (z. B. Startzeit und Wiederholungen)
- Zeitliche Sonderparameter: Beobachtungszeit, Dauer eines anstehenden Systemereignisses
- Totzeit, vorher ist kein wiederholtes Starten des Aktionsplans möglich
- Min. Duration  
 Minimale Ablaufzeit eines Aktionsplans (erst nach Ablauf dieser Zeit kann diese Aktion beendet werden)

- Max. Duration  
Maximale Dauer eines Aktionsplans; spätestens nach Ablauf beendet sich der Aktionsplan.

Beim Strategiemangement werden, egal welcher Ereignisfall vorliegt, durch ein geeignetes Schaltsystem, die notwendigen Auswahloptionen berücksichtigt. Ist das Ereignis eine Baustelle, so wird generell das Gefahrenzeichen „Baustelle“ angezeigt, es sei denn es wird ein anderes Gefahrenzeichen bzw. Geschwindigkeitsbeschränkungszeichen mit einer höheren Priorität ausgewählt. Bei einer Überlastung bzw. Stauung wird immer das Gefahrenzeichen „Stau“ angezeigt. Generell muss immer ein Gefahrenzeichen oder ein Geschwindigkeitsbeschränkungszeichen angezeigt werden. Sonstige Beschränkungen sind als Zusatzauswahl möglich.

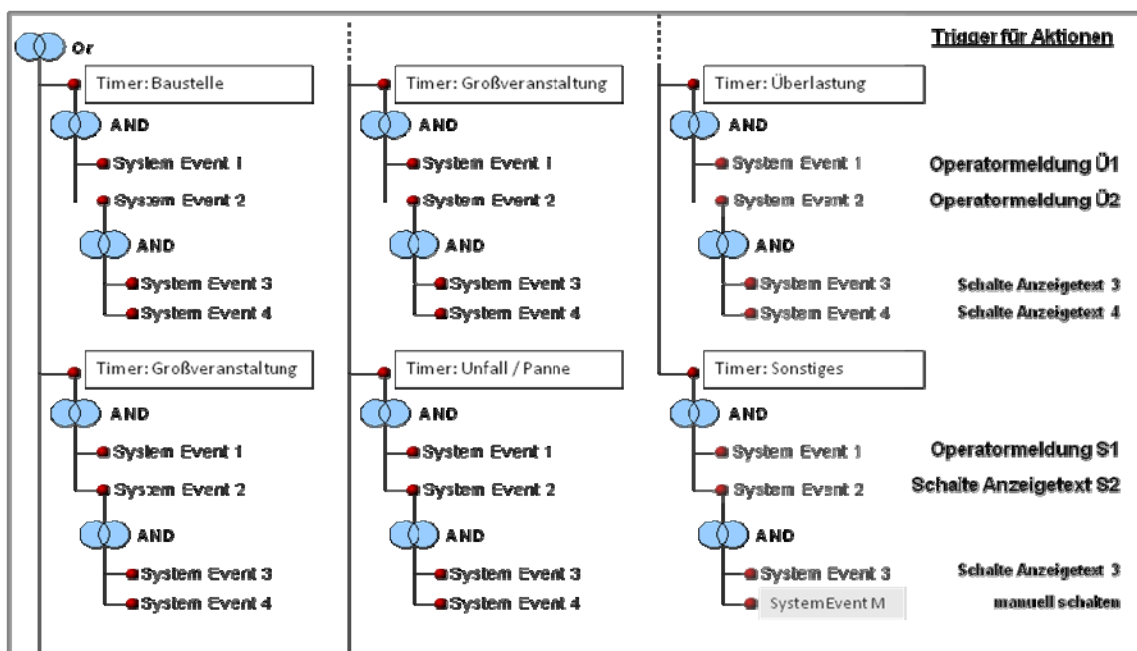


Abbildung 30: Strategiemangement

Ereignisse von längerer Dauer, die den Verkehrsfluss oder die Sicherheit beeinträchtigen, führen zum Einsatz eines mobilen Wegweisers. Wichtig ist, dass das Ereignis für die Anzeigetafel auf das Wesentlichste gekürzt wird, da die Inhalte wegen der begrenzten Platzverhältnisse kurz gehalten werden müssen. Es sollte immer mit drei Zeilen das Auslangen gefunden werden. Vorab muss geprüft werden, ob in dem betrachteten Bereich nur ein Ereignis vorliegt oder ob es mehrere gibt. Falls es mehrere Ereignisse gibt, muss das

zu priorisierende Ereignis angezeigt werden. Die Prioritätenreihung erfolgt beim mobilen Wegweiser nach Wichtigkeit.

Handelt es sich um eine Wechseltextanzeige im herkömmlichen Sinne, wird auch nach geographischer Nähe gereiht. Für Wechseltextanzeigen gilt somit, dass eine Unfallmeldung ohne Stau, die weiter entfernt ist, möglicherweise nicht geschaltet wird, eine Staumeldung (ab bestimmter Staulänge) oder ein Sperre (von etwas längerer Dauer) jedoch schon. Diese Meldung wird nur dann angezeigt, wenn kein Ereignis geschieht, das sich näher zur Wechseltextanzeige befindet. Für den hier vorgestellten mobilen Wegweiser, gibt es die Priorität der geographischen Nähe somit nicht mehr, da die Anzeige immer in der Nähe des Ereignisses platziert wird, um die Verkehrsteilnehmer rechtzeitig, aber nicht zu früh, zu informieren.

Die Darstellungen auf herkömmlichen Wechseltextanzeigen (fest montiert) sollen in ähnlicher Form auch für die mobilen Anzeigetafeln übernommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass lange Wörter zu Problemen führen können, da der mobile Wegweiser wesentlich weniger breit ist als eine Wechseltextanzeige.

### **3.4.1 Schnittstelle zu Strategie-Modul**

Die Verbindung zwischen dem Strategieteil und der Schildersteuerung wird mittels einer standardisierten, projektspezifisch auch erweiterbaren Schnittstelle hergestellt. Die Übermittlung von Strategien erlaubt es, in der Schildersteuerung unabhängig vom Strategieteil die Schildertexte anzupassen bzw. zu ändern. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die möglichen Schilderinhalt nur an einer Stelle versorgt werden müssen.

### **3.4.2 Anpassung der Schilderinhalt zentral/lokal**

Über in Rechtekonzept und abgesicherte Datenübertragungswege werden nur autorisierte Nutzer Zugriff auf die Anlage haben. Alle Zustandsdaten der genutzten Telematikelemente werden den Nutzern aktuell angezeigt. Das Auslösen von Schaltungen ist sowohl ereignisgesteuert über die Strategien als auch manuell möglich. Die visuelle Darstellung der Betriebsmittel wird in Kartenform aufbereitet und beinhaltet neben den aktuellen Schaltbildern auch zahlreiche Zustandsinformationen wie z.B. den Ladezustand der Spannungsversorgung oder die Helligkeit der LED-Anzeige.

Die Durchführung von Schaltungen wird durchgehend überwacht und nachweisfest protokolliert. Anlagenstörungen werden in der Bedienoberfläche angezeigt. Der Versand von Störungsmeldungen ist per SMS über Mobiltelefon oder via E-Mail möglich, um z. B. Servicemitarbeiter oder Bereitschaftsdienste zu benachrichtigen.

### **3.4.3 Kommunikation mit den Schildern**

Die GPRS-basierte Datenkommunikation erfolgt verschlüsselt, wobei für die Überwachung, Schaltung und Koordination aller mobilen Komponenten und Informationen wie Messdaten, Schaltdaten und Betriebszustandsdaten in der Zentrale zusammenlaufen und über einfache Bedienoberflächen dem Anwender zur Verfügung gestellt werden.

## **3.5 Aktionspläne**

In einem Aktionsplan werden Maßnahmen festgelegt, die beim Eintritt eines Ereignisses, wie beispielsweise der Überschreitung eines Grenzwertes, automatisch ausgeführt werden sollen. Jeder Aktionsplan benötigt Auslöser, aufgrund derer der Aktionsplan gestartet wird und seine Aktionen durchgeführt werden.

Die Aktionspläne (auch Responsepläne genannt) ermöglichen es jedem Anwender, gleich ob Verkehrstechniker oder Operator, Strategien zu erstellen, anzupassen und zu löschen sowie deren Ablaufsteuerung zur Laufzeit zu beeinflussen. Dabei werden benutzerfreundliche Oberflächen eingesetzt, die weitestgehend intuitiv zu bedienen sind. Komplexe Vorgänge werden abstrahiert und vereinfacht dargestellt. Aktionspläne können ereignisbezogen, zyklisch, manuell, halbautomatisch oder vollautomatisch ausgeführt werden. Ergebnisse ausgeführter Aktionen werden in einem Archiv gespeichert. Aktionspläne ermöglichen eine bessere Nachvollziehbarkeit von ausgeführten Aktionen, wie Schaltungen unterschiedlicher Aktorklassen (LSA, Anzeigetafeln usw.). Bei Bedarf können Strategien schnell und einfach angepasst werden. Strategien werden hier über eine klar definierte Handlungsabfolge festgelegt. Optional kann das Prioritätenkonzept zu den Aktionsplänen aktiviert werden, damit werden Konflikte zwischen Aktionen von Aktionsplänen eindeutig behandelt. Über das Konfliktmanagement werden die aktuellen oder generellen Konflikte zwischen Aktionsplänen automatisch identifiziert und an der Oberfläche wiedergegeben.

### 3.5.1 Kurzfristige Aktionen

Über die vorliegenden Informationen zur Verkehrssituation kann der Bediener die im vorherigen Kapitel beispielhaft aufgeführten Daten eingeben. Es besteht auch die Option die TMC-Meldungen direkt auszuwerten und dem System zur Verfügung zu stellen. Aufbauend auf diesen Informationen werden vom System die definierten Aktionen durchgeführt. Es ist also ein manueller und optional auch ein automatisierter Betrieb möglich.

Die ermittelte Strategie wird sofort an die Schildersteuerung weitergeleitet, die darauf aufbauend die gewählte Anzeige auf das Schild bringt. Die durchgeführten Aktionen werden archiviert und stehen damit für spätere Auswertungen und Analysen zur Verfügung.



Abbildung 31: Abläufe, ungeplante Ereignisse längerer Dauer

Tritt ein ungeplanter Ereignisfall längerer Dauer auf, so wird als erstes die Erstinformation durch z. B. die Überwachungszentrale, Ö3, etc. übermittelt und als nächster Schritt die Verkehrslage vor Ort abgeschätzt.

Für den Einsatz von MOVEMENTS ist die voraussichtliche Ereignisdauer wichtig. Sollte diese ausreichend groß sein, so wird der mobile Wegweiser an den Ereignisort gebracht,



aufgestellt und mit sinnvollen Informationen bestückt. Dafür gibt es vordefinierte Strategien, die ähnliche Anzeigehalte haben, wie die zurzeit von Ö3 geschalteten WTAs. Wurde die Strategie ausgewählt, so kann sie sofort angezeigt werden. Ab Bekanntgabe des Einsatzes von MOVEMENTS können Mobilfunkdaten ermittelt werden, die in Koordination mit den Querschnittsdaten (Seitenradar an der Anzeigetafel) die Verkehrssituation überwachen und analysieren, um dann Ö3, der ASFINAG selbst sowie dem Verkehrsteilnehmer die Änderungen bzw. Auflösung des Ereignisses übermitteln zu können.

Nachfolgend ist der Ablauf als Darstellung über die Dauer für die verschiedenen Teilbereiche abgebildet.

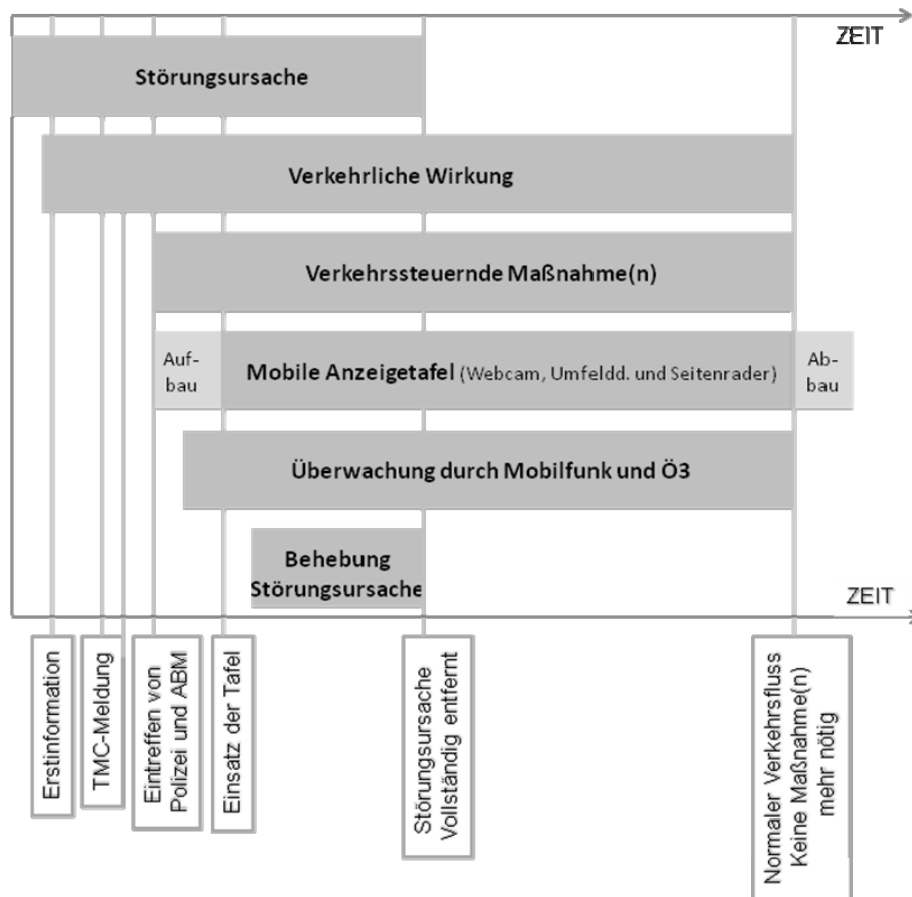


Abbildung 32: Ablaufreihenfolge - ungeplantes Ereignis

### 3.5.2 Planbare Aktionen

Planbare Verkehrsstörungen, wie längerfristige Baustellen oder Events, können über die gleiche Oberfläche bereits vorab definiert und terminiert werden. Bei Eintritt des Startzeitpunkts wird automatisch, wie bereits beschrieben, die im Voraus definierte Aktion gestartet und für die betreffenden Schilder werden die jeweiligen Aktionen ausgelöst. Damit ist es möglich, in gleicher Weise mit der Verwendung der gleichen Anzeigetafeln als auch Hintergrundstrategie auf kurzfristige und planbare Ereignisse gezielt zu reagieren.

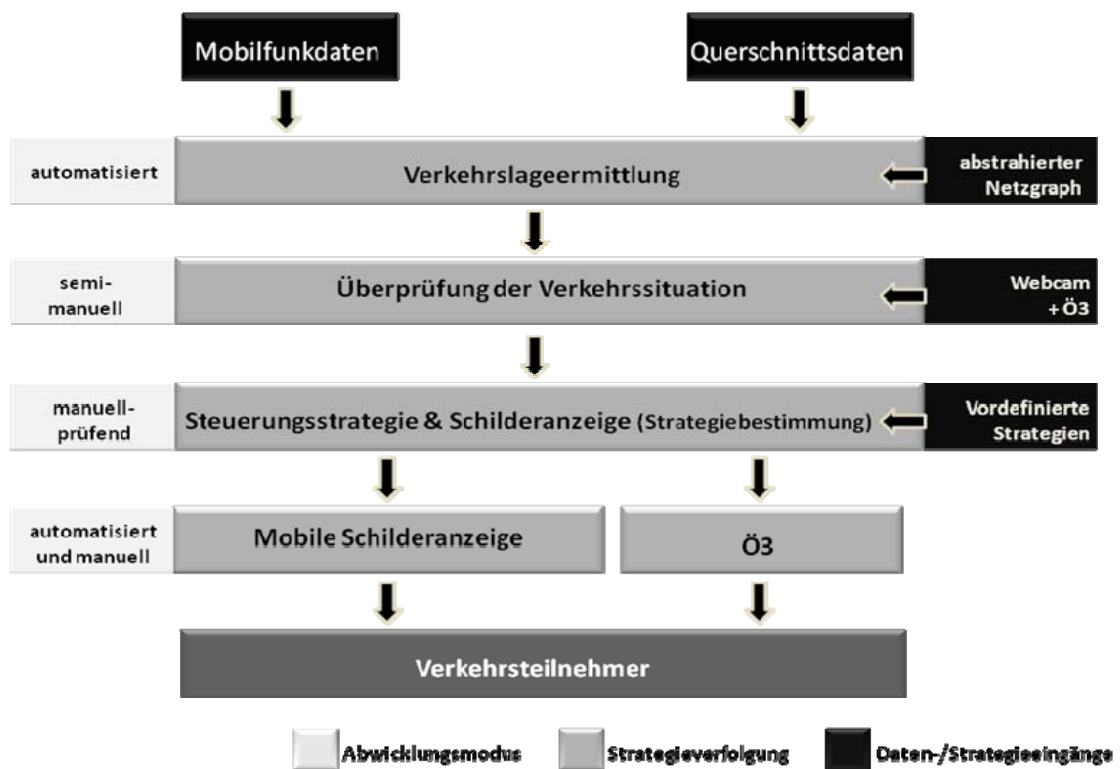


Abbildung 33: Abläufe, geplante Ereignisse

Hier ändert sich der Ablauf im Gegensatz zu den ungeplanten Ereignissen, da sich die mobile Anzeige bereits vor Eintreffen eines Ereignisses (Überlastung, Unfall, etc.) vor Ort befindet und auch ein bestimmter Bereich für die Mobilfunkdetektion gegeben ist. Somit kann von Anfang an mittels Mobilfunk- und Querschnittsdaten (Radarsensor befindet sich vor Ort auf der Anzeigetafel) die Verkehrslage ermittelt werden. Auch die Webcam liefert schon Bilder, womit die eingehenden Daten optisch überprüft werden können. Sobald die Verkehrslage Grenzwerte überschreitet, wird die vordefinierte Strategie angezeigt und die

Situationsänderung an Ö3 weitergegeben. Je nachdem, welche Grenzwerte überschritten wurden, gibt es verschiedene vordefinierte Schaltbilder.

### 3.5.3 Parametrierung der Aktionen

Folgende Daten sind für den beschriebenen Einsatzfall relevant:

Eingabe des Meldungstyps

Verkehrsstörung (Unfall, Geisterfahrer etc.) / Baustelle / Veranstaltung/ Sonstige

Eingabe Subtyp (frei definierbar, ein paar Beispiele dazu)

Vollsperrung / n Fahrstreifen gesperrt / Unfall mit LKW /Unfall mit Personenschaden/ etc.

Eingabe Lokalität (optional, Beispiele dazu)

basierend auf TMC

freie Auswahl des Standorts auf Karte (Koordinate)

Zusätzlich kann noch ein Schweregrad (oder eine Priorität) definiert werden.

z. B.: langer Stau, schwerer Unfall, etc.

Im Falle der Abwicklung eines geplanten Ereignisses sind der Beginn und das voraussichtliche Ende mit zu definieren.

Mit Hilfe dieser Eingabeparameter können nach den vordefinierten Regeln Szenarien (oder Strategien) abgeleitet und dafür Vorbelegungen von Schilderhalten, Texten für E-Mails etc. definiert werden. Abhängig von der Kombination von Meldungs- und Subtyp und des Schweregrads können automatisiert für die angeschlossene Schildersteuerung die Szenarien und Vorbelegungen übermittelt werden.

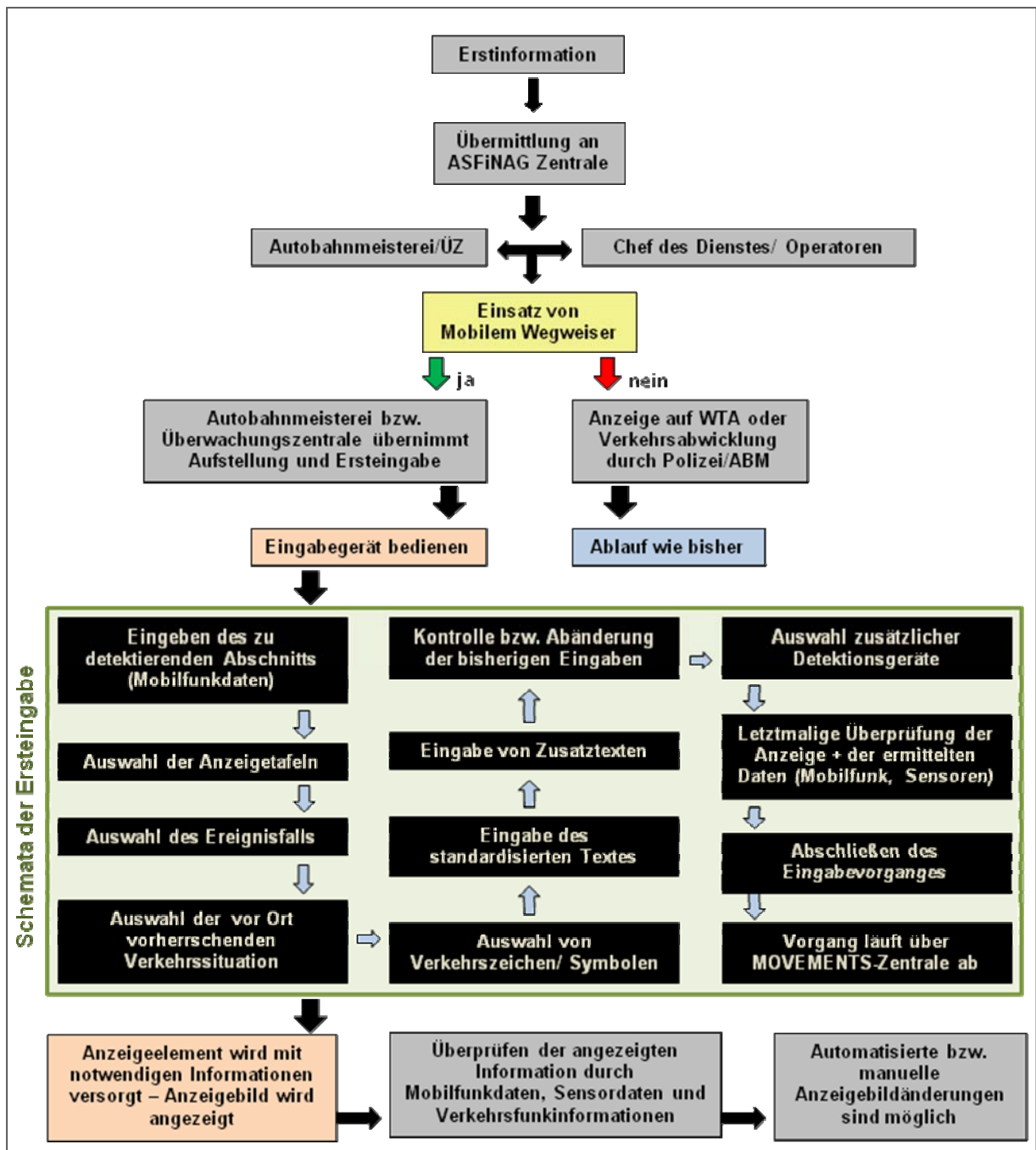


Abbildung 34: Strategieumsetzung – Implementierung

## 3.6 Strategieumsetzung

### 3.6.1 Ablauf der Strategieumsetzung

Zur Strategieumsetzung gehört a) das Strategiemangement (Festlegen von Steuerungsstrategien über Aktionspläne), b) die Schildersteuerung und c) die Anzeige auf den mobilen Schildern. Das Strategiemangement ist eine zentrale Aufgabe. Die Anzeige auf den Schildern erfolgt in jedem Fall lokal, d. h. beim Ereignisort.

Die Schildersteuerung kann sowohl zentralseitig als auch lokal erfolgen. Für eine lokale Ansteuerung der Schilder sind mobile Endgeräte (Tablet-PC, Smartphone...) erforderlich. Um eine durchgängige Informationskette zu gewährleisten, ist es wichtig, dass die mobilen Endgeräte über stabile Internetverbindungen ständig mit der Zentrale verbunden sind. Alle lokal eingegebenen Steuerungs- und Anzeigebefehle stehen dadurch verzögerungsfrei auch in der Zentrale zur Verfügung. Da das mobile Schild mit einem GSM-Modul ausgestattet ist, liefert es seinen eigenen Systemzustand und die erhobenen Messdaten sowie Webcam-Bilder über Internet an die Zentrale. Das mobile Endgerät für die Schildersteuerung verfügt dann ebenfalls über die Schilderdaten, da es mit der Zentrale über Internet verbunden ist. Dieser Ablauf muss auch dann funktionieren, wenn keine Mobilfunkdaten ausgewertet werden und keine zusätzliche Detektion erfolgt.



Abbildung 34: Eingabegerät für mobile Schildersteuerung (z. B.: Tablet-PC oder Smartphone)

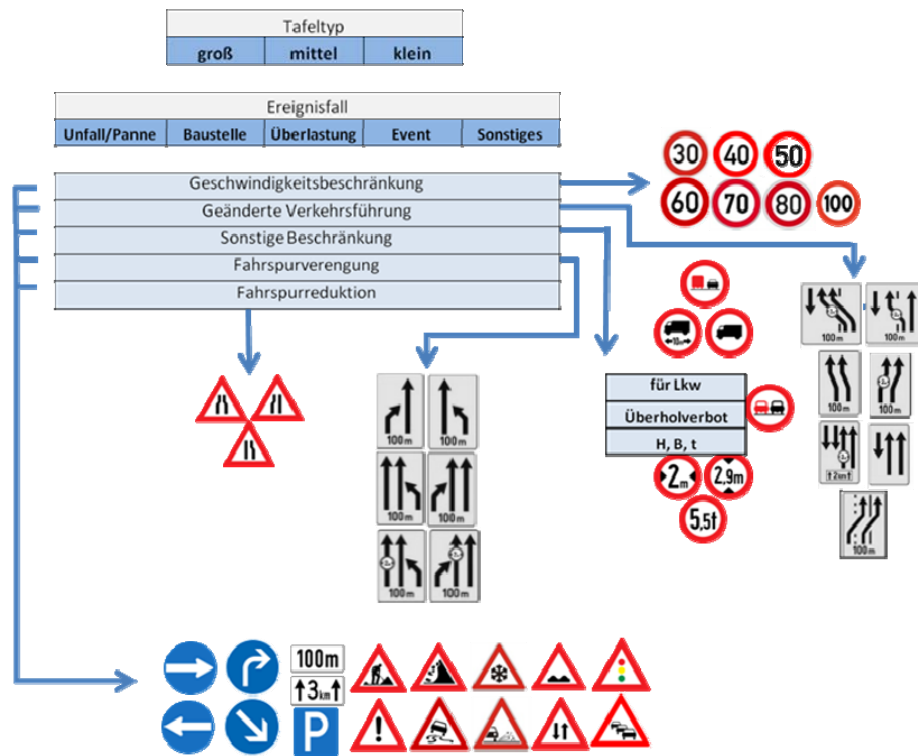


Abbildung 35: Verknüpfung verschiedener Anzeigeninhalte

Sobald zusätzlich detektierte Daten ermittelt werden, gehen die Mobilfunkdaten in das Strategiemanager mit ein. Webcam-Bilder und Querschnittsdaten können ergänzend ermittelt werden. Webcam-Bilder und Querschnittsdaten, die ausschließlich am Aufstellort der mobilen Anzeige erfasst werden, können mit den Mobilfunkdaten des zu überwachenden Bereichs abgeglichen werden und dienen somit nicht nur der zusätzlichen Analyse, sondern auch als Kontrolle.

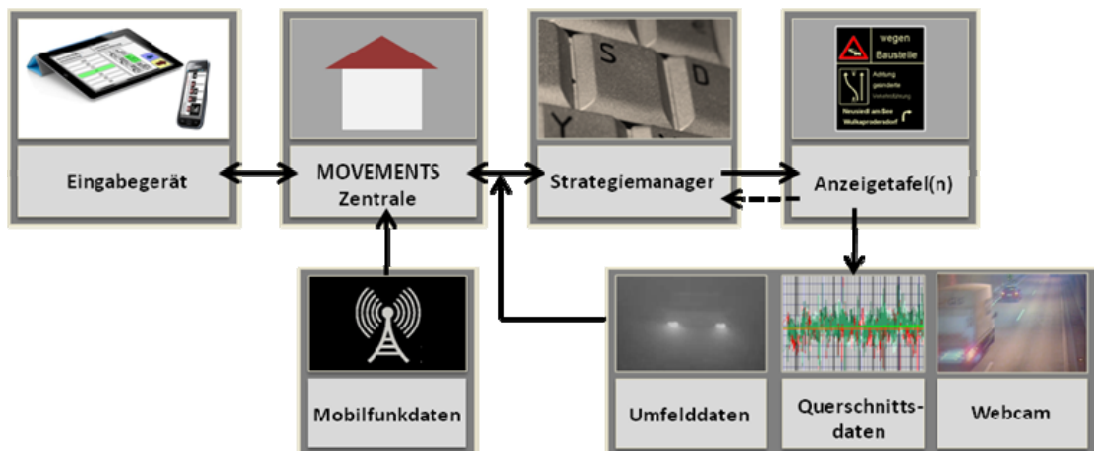


Abbildung 36: Strategiemsetzung via MOVEMENTS-Zentrale

### 3.6.2 Ablauf des Einsatzes der Anzeigetafeln

Die Anzeigetafel soll sowohl vor Ort als auch über die Zentrale ansteuerbar sein. Die lokale Ansteuerungsmöglichkeit ist wichtig, wenn die Situationseinschätzung und lokale Erfahrung des Straßenmeisters höher zu bewerten ist als die Kenntnis der Disponenten in der Zentrale.

- Meldungseingang bei der ASFINAG-Zentrale
  - Ereignisdauer mit hoher Wahrscheinlichkeit größer 1,5 h
  - Verkehrssituation durch Mobilfunkdetektion überprüfen
  - Ereignisfall bekannt geben
- Überprüfen des betroffenen Straßennetzsegmentes
  - Entscheidung über Tafelgrößen und Menge und mögliche Aufstellorte
- Transport der Tafелеlemente zum Aufstellort
  - Beginn der Ansteuerung via Eingabegerät möglich
    - Tafeltypen auswählen
    - Situierung der Tafeltypen eingeben
- Pro eingesetztem Tafелеlement:
  - Montage
  - Auswahl und Überprüfen der Sensoren via Ansteuerungsgerät
- Während Transport der Anzeigeegeräte (lokal oder zentral):
  - Auswahl des Ereignisfalls
  - Auswahl eines Strategievorschlags (Vorschläge werden zentral definiert u. meist lokal ausgewählt)
  - Prüfen der Schilderhalte, die mit der gewählten Strategie verknüpft sind
- Übertragen der Schilderhalte; d. h. Aktivieren der Schilderhalte durch gewählte Strategie
- Lokale Korrektur der Schilderhalte; d. h. prüfen u. ggf. adaptieren von:
  - Identität der Anzeigehalte für alle Tafелеlemente
  - Verkehrszeichen, die mit Strategie verbunden sind
  - Textinhalte auf Bedeutung, Verständlichkeit u. Lesbarkeit
  - Zeitverlustanzeige u. ggf. Eventlogos
- Justierung der Sensoren der mobilen Schildereinheit:
  - Überprüfen, ob lokale Querschnittssensoren plausible Verkehrsdaten liefern
  - Überprüfen, ob Webcam gewünschten Straßenausschnitt überträgt
- Prüfen, ob Datenübertragung zwischen mobiler Anzeige und Zentrale stabil läuft.

### 3.6.3 Beispiele von Benutzeroberflächen zur Schildersteuerung

Die folgenden Beispiele sollen andeuten, wie eine mögliche Implementierung der Schildersteuerung aus Benutzersicht aussehen kann. Beim Entwurf der Benutzeroberfläche für die Schildersteuerung sind folgende Kriterien zu beachten:

- Vollständigkeit, d. h. sind alle Anzeigeelemente über die Bedienoberfläche ansteuerbar
- Verständlichkeit; einfache Benutzerführung und gute Lesbarkeit für den Normalfall
- Identität zwischen zentralenseitigen und lokalen Eingabemöglichkeiten für den Normalfall; optionale, selten genutzte Eingaben und Einstellungsmöglichkeiten sind auf den mobilen Anzeigegeräten ggf. nur eingeschränkt auswählbar
- Kurzwahlmöglichkeit zur Auswahl vorgefertigter Strategien

Das erste Beispiel zeigt eine bereits umgesetzte kartenbasierte Ansteuerung von mobilen Schildern. Vordefinierte Schilderinnhalte werden aus einer Liste ausgewählt, auf einer Karte verortet und im Einzelfall manuell nacheditiert. Während die Schilder aktiv sind, kann der Schilderzustand (aktiv/nicht-aktiv; Anzeige,..) überwacht werden. Die Schildersteuerung erfolgt web-basiert, so dass ein zentralenseitiger Einsatz ebenso wie ein lokaler Einsatz vor Ort über internetfähige Notebook-Rechner möglich ist.

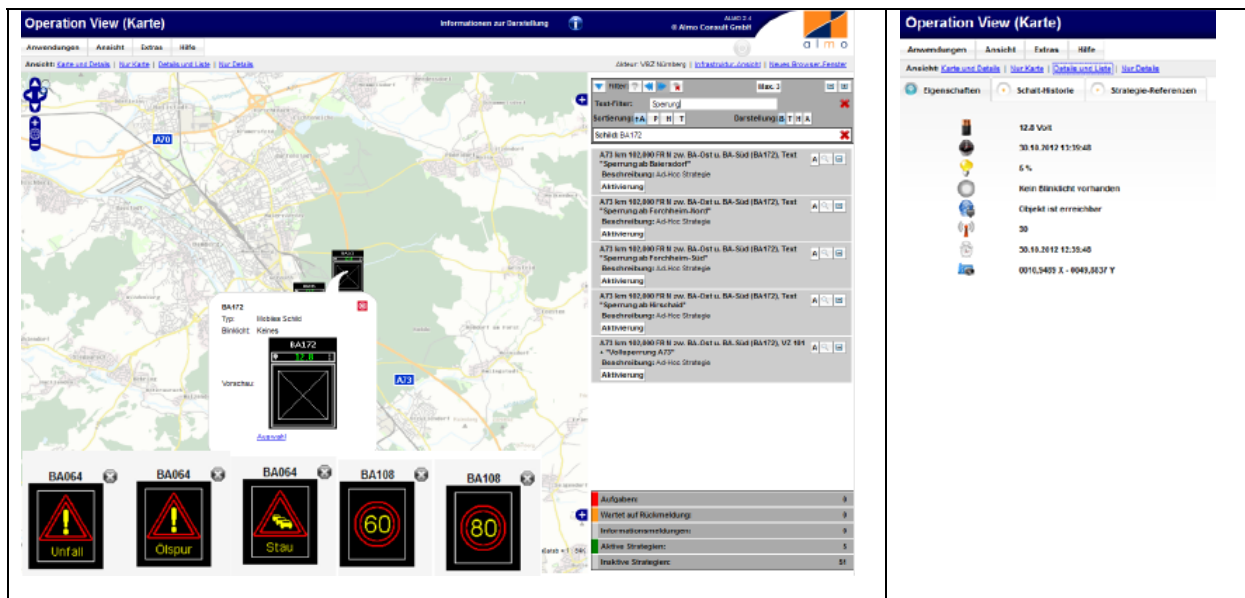


Abbildung 37:: Web-basierte Definition von Schilderinnhalten auf Karte (li) und -Überwachung der Anzeigefunktion (re)



Im zweiten Beispiel wird anhand einer fiktiven Tablet-Animation dargestellt, wie aus der ausgewählten Strategie Schilderinhalt, übernommen, editiert und an das Schild übergeben werden können. Das Beispiel dient lediglich der Illustration der bisherigen Ausführungen zur Strategieumsetzung. Das Benutzerinterface wird sich im Fall einer prototypischen Realisierung in Phase 2 stark an der vorherigen Abbildung 37 orientieren.



Abbildung 38: für mobile Endgeräte adaptierte Benutzeroberfläche zur Auswahl bereits vordefinierter Ereignisfälle, die mit den vordefinierten Strategien verknüpft sind.



Abbildung 39: kartenbasierte Auswahl eines Streckenabschnitts, dessen Verkehrssituation über Mobilfunkdaten überwacht wird.



Abbildung 40: Auswahl lokaler Sensoren, die an der mobilen Anzeige aktiv geschaltet werden sollen

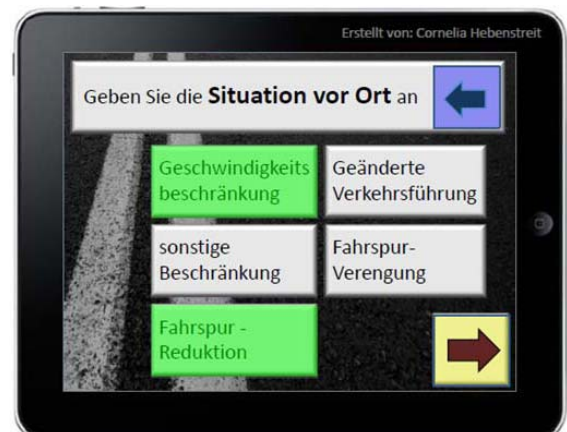


Abbildung 41: Auswahl von Verkehrssituationen, für die die mobile Anzeige geschaltet werden soll. Die Auswahl wird über die gewählte Strategie defaultmäßig vorbelegt und bietet hier Änderungsmöglichkeiten

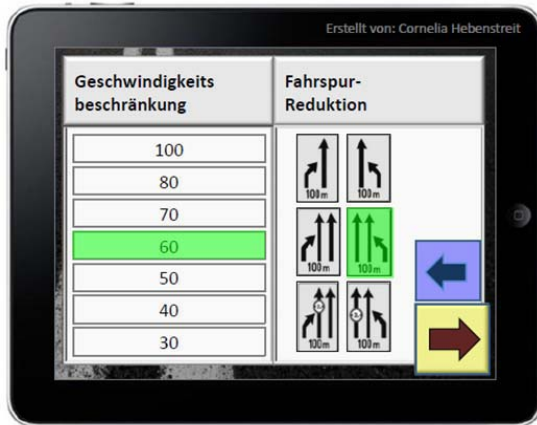


Abbildung 42: Mit der Strategie verknüpfte Schilderinhalt werden angeboten und vom Benutzer angepasst



Abbildung 43: Schildertexte können noch angepasst werden und der Schilderinhalt wird graphisch und alpha-numerisch dargestellt



Abbildung 44: Azeigetafel wird mit Schilderinhalt und aktivierten Sensoren vollständig zur endgültigen Abnahme vor der Aktivierung präsentiert

## 4 MOBILE SCHILDER

In diesem Kapitel wird näher auf die technischen Notwendigkeiten sowie die Größenauswahl bezüglich der Tafelfläche und Schrift eingegangen. Auch die Farbauswahl und zwei als sinnvoll betrachtete Tafelgrößenvarianten werden vorgestellt. Zudem werden mögliche Aufstelloptionen für die zwei verschiedenen Größenvarianten vorgestellt.

### 4.1 *Technische Beschreibung mobiler Schilder*

Als technische Beschreibung werden die technischen Notwendigkeiten der mobilen Anzeigetafeln angegeben, aber auch optionale Spezifikationen. Im Anhang befindet sich dazu ein Auswahlkatalog mit Detailinformationen. Generelle Anforderungen müssen vom mobilen Wegweiser erfüllt werden, bei den spezifischen Anforderungen werden die Mindestanforderungen angegeben, aber auch mögliche Erweiterungsszenarien. Wie schon vorab öfters erwähnt, wird es als sinnvoll empfunden, die Anzeigetafel mit einem Seitenradar, einer Webcam und einem Umfelddatensensor auszustatten. Generell ist bei diesen Sensoren eine einfache Ausstattung und somit günstige Variante ausreichend.

#### 4.1.1 **Generelle Anforderungen**

Für den Einsatz in Österreich gibt es allgemeine Anforderungen. Die Regelungen wurden in Abstimmung mit den Technischen Richtlinien der ASFINAG aufgestellt. Im Anhang befindet sich dazu eine Tabelle, die die hier beschriebenen Anforderungen nochmals auflistet.

#### **Umfeld und Umgebungsbedingungen**

Hierzu gehören Regelungen, die darauf abzielen, dass der Wegweiser im Freien steht und alle Wetterlagen bestehen muss, um einwandfrei zu funktionieren. In Österreich muss ein auf dem Straßennetz befindliches Gerät deshalb einen Temperaturbereich von mindestens  $-30^{\circ}\text{C}$  bis  $+55^{\circ}\text{C}$  bestehen. Die EN 60068-2 regelt die Luftfeuchtigkeit und gibt hier einen Bereich von 0-95% an. Auch dieser muss eingehalten werden. Das Kondenswasser wird auch in selber EN geregelt. Hier muss das Gerät bei feuchter Wärme von 10-95% funktionsfähig bleiben. Wichtig für den Einsatz bei Straßen ist auch die Vibration. Sie wird in der EN 60068-2-64 geregelt. Der Frequenzbereich beträgt 10-60 Hz, die Auslenkung 0,4 mm bei maximaler Beschleunigung von 4g. In Österreich wird für solche Anlagen eine Einsatzhöhe bis 2000m über Meeresniveau gefordert.

## Lichttechnische Anforderungen

Da der mdWiSta als LED-Tafel ausgeführt wird, muss eine Vielzahl von lichttechnischen Anforderungen erfüllt werden. Die Farben der LED-Tafel müssen den Normtafeln der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE) entsprechen. Dies wird in der Klasse C2 nach ÖNORM EN 12966-1 gefordert. Reflexionen durch Sonneneinstrahlungen sind zu verhindern. Die gemäß ÖNORM EN 12966 geforderten LR-Klassen sind hierbei einzuhalten. Kommt es während des Betriebs zu einer Dunkelschaltung (im Falle eines Anzeigefehlers, Defekt etc.), ist diese durch die Regelung der maximalen Anzeigehelligkeit auf 0% zu realisieren. Bei der Dimensionierung der mittleren Leuchtdichte und Leuchtdichteverhältnisse des mdWiSta, müssen der Mindest- und Höchstwert der ÖNORM EN 12966 entsprechen und bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken liegen. Im Regelfall wird für die Leuchtdichte die Klasse L3 und für die Leuchtdichteverhältnisse die Klasse R2 angewandt. Kommt beim mdWiSta eine Vollfarbmatrix zum Einsatz, ist die Klasse R3 für das Leuchtdichteverhältnis anzuwenden.

Laut ÖNORM EN 12966-1 ist von einem Abstrahlwinkel der Klasse B3 auszugehen. Dies entspricht einem horizontalen Winkel von  $\pm 10^\circ$  und einem vertikalen Winkel von  $\pm 5^\circ$ . Bei einer Vollfarbmatrix kommt die Klasse B5 zur Anwendung, dies entspricht einem Abstrahlwinkel von  $\pm 15^\circ$  horizontal und  $\pm 5^\circ$  vertikal.

Für jedes selbstleuchtende Verkehrszeichen gilt, dass die Helligkeit im Freiland in mindestens 8 justierbare Stufen eingeteilt sein muss. Die erste Schaltstufe muss hierbei unter 100 Lux liegen, die höchste über 10.000 Lux. Die Stufenverteilung ist in der Regel logarithmisch, da sie dem Auge angepasst wird. Wichtig ist, dass die gemessene Helligkeit durch die Unterzentrale zyklisch abgerufen werden kann.

Bei der hier zum Einsatz kommenden LED-Tafel müssen Datenblätter der Dioden sowie ein CE-Zertifikat vom Produzenten als Nachweis der Erbringung der Anforderungen zur Verfügung gestellt werden. Wichtig ist, dass das CE-Zertifikat von einem unabhängigen, autorisierten Testinstitut durchgeführt wird. LED-Tests sind unabhängig von der Betriebsart vorzusehen. Die LED-Dioden sind einer periodischen Funktionsprüfung zu unterziehen. Im Normalfall muss dies im Blindbetrieb notwendig sein, da der mdWiSta auch an Stellen betrieben werden kann, an welchen ihn kein Verkehrsteilnehmer sieht (im Gegensatz zu dWiSta, die sich immer an derselben Stelle als Brücke über der Autobahn befinden, könnte hier diese Notwendigkeit vernachlässigt werden).

Es ist eine versetzte Steckung der LED-Ketten zu realisieren, da hier der Verstümmelungsgrad geringer bleibt. Weiße und blaue LED-Dioden dürfen bis maximal 50% des Nennstroms, rote, gelbe und grüne LED-Dioden bis maximal 35% betrieben werden.

Weiter wichtig ist, dass zwischen dem Eingang der Schaltanforderung ein EAK (Ein-Ausgabekonzentrator) und dem vollständigen Darstellen des angeforderten Schaltbildes nicht mehr als 500 msec vergehen. Die Umschaltzeit bei Licht emittierenden Wechselverkehrszeichen muss unter 3 Sekunden liegen.

Durch die verwendete Entscheidungslogik müssen folgende Informationen an die Unterzentrale (bzw. die MOVEMENTS-Zentrale) weitergeleitet werden:

- alle einwandfrei anzeigbaren Anzeigeinhalte
- alle verstümmelten, aber erkennbaren/anzeigbaren Inhalte
- nicht mehr erkennbare / anzeigbare Inhalte

Alle Texte müssen frei programmierbar und vollgraphikfähig vorgesehen werden. Für die Texte sind Bitmap-Fonts zu verwenden. Zusätzlich muss es möglich sein, alle Schriftfonts auch in „Fett“ anzuzeigen und das Einspielen der Schriftfonts sollte per Remote-Zugriff möglich sein. Die Zeichenabstände sind nach ÖNORM EN 12966-1 einzuhalten. Eine größere Texthöhe als 360 mm wird nicht notwendig werden.

### **Sonstige grundlegende Anforderungen**

Als Erfassungsperiodendauer für die Erstparametrierung ist eine Minute vorzusehen. Alle Fehlermeldungen müssen durch die Unterzentrale abgefragt werden können. Es werden hierfür keine Einsatzwerte vor Ort ermittelt, sondern nur Plausibilitätsprüfungen durchgeführt.

#### **4.1.2 Spezielle Anforderungen**

Spezielle Anforderungen sind solche, die nochmals zusätzlich zu Gesetzen, Normen, technischen Richtlinien etc. spezifiziert wurden. Sie basieren meist auf diesen, können aber noch detaillierter betrachtet werden. Im Anhang befindet sich dazu eine Tabelle, die die einzelnen Elemente auflistet und beschreibt.

## Die Tafel als Element und deren Bedienung

Die Tafel sollte/muss sowohl via Zentrale, aber auch vor Ort bedienbar sein. Es ist auf Bedienungsfreundlichkeit und Einfachheit zu achten. Es müssen mindestens 8 verschiedene Beleuchtungsstufen gegeben sein. Es ist aber auch möglich mehr als 8 Beleuchtungsstufen anzubieten. Die Beleuchtungsstufen sollten mittels Fotosensor automatisch geschaltet werden können. Diese Helligkeitsinformationen müssen an die Unterzentrale weitergegeben werden. Besteht die Tafel aus mehreren LED-Tafeln, muss es möglich sein, dass diese gemeinsam geschaltet werden und das Schrift- und Anzeigebild durch ein einziges Programm bedient werden kann. Der Wegweiser muss aus der Ferne zu bedienen sein. Generell ist nicht ausschlaggebend, welche Bedieneinrichtung verwendet wird. Mögliche Optionen wären Touchscreen, Fernbedienung oder Computer. Wird nur eine LED-Tafel für den mdWiSta eingesetzt, muss diese Tafel Schrift und Symbole anzeigen können. Werden drei Elemente eingesetzt, ist es möglich, dass eine Tafel nur Schrift, eine Tafel nur Symbol und die dritte Tafel wiederum Schrift und Symbol anzeigt.

Wichtig ist auch für die Farbgebung, wie viele Tafелеlemente zum Einsatz kommen. Kommt nur ein Element zum Einsatz, benötigt dies mindestens 3 Farben; Kommen mehrere Elemente zum Einsatz ist es möglich, dass z. B.: das Tafелеlement, das nur Schrift zeigt, auch nur eine Farbe anzeigen muss; das Element, das Symbole zeigt, z. B. zwei Farben benötigt.

Für die Bedienung der Tafel ist es auch unablässig, dass bei Bedarf ein wechselndes Bild angezeigt werden kann. Die Tafel sollte mindestens 30 Bildwechsel pro Minute schaffen.

Das Bild wird dann alle 2 Sekunden gewechselt, besser wären jedoch 60 Bildwechsel pro Minute (1 Wechsel pro Sekunde). Wenn die Tafel verschiedene Wechselbildzeiten anzeigen könnte, wäre dies natürlich am bedienungsfreundlichsten; dies ist jedoch nicht unbedingt notwendig.

Um bei dem mdWiSta Signalbilder schalten zu können, muss das Bedienprogramm diese Zeichen schon vorab gespeichert haben, damit schlussendlich nur mehr das Signalbild ausgewählt werden muss. Außerdem ist ein Zeichenspeicher sinnvoll, um häufig verwendete Textzeilen abzuspeichern. Je größer Zeichenspeicher und Anzeigebildspeicher sind, umso weniger Denkarbeit muss in späterer Folge beim Bedienvorgang geleistet werden. Sinnvoll wäre es auch, einige Speicherfelder vorab frei zu lassen, um nachträgliche Bilder einspeichern zu können (z. B. Festival- und Eventlogos).

Die Lesbarkeit und Erkennbarkeit der Symbole ist natürlich Grundvoraussetzung für die Befolgung durch den Verkehrsteilnehmer. Deshalb muss für den Fahrzeuglenker die Lesbarkeit auch aus unterschiedlichen Blickwinkeln gewährleistet werden. Der Blickwinkel sollte mindestens 45° betragen und der LED-Leichtwinkel sollte 20° nicht unterschreiten.

### **Zuverlässigkeit der Tafel**

Sie muss in jedem Fall gewährleistet werden. Gibt es eine Fehlfunktion, muss die Tafel von selbst auf Schwarz schalten, solange, bis der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt ist.

Wichtig hierfür ist das Gehäuse der Tafel. Die Beschichtung ist materialabhängig richtig zu wählen und notwendigerweise ist ein Korrosionsschutz in mehreren Schichten zu verwenden. Außerdem muss es möglich sein, defekte Systemkomponenten (wie LED-Ketten, Dioden etc.) auszutauschen. Die äußere Gehäuseoberfläche muss so ausgeführt werden, dass es nicht zu einer Widerspiegelung oder zu einer spiegelnden Reflexion kommt. Weiters ist die Tafel vor Eintritt von Flüssigkeiten, Staub und Feuchtigkeit zu schützen. Das Gehäuse muss demnach aus witterungs-, wetterfestem, korrosionsbeständigem und UV-beständigem Material hergestellt werden.

### **Energieversorgung**

Da der mdWiSta überall im Verkehrsnetz aufgestellt werden kann, muss die Energieversorgung autark funktionieren. Der Wegweiser wird nicht an das Stromnetz angeschlossen, sondern muss den Strom, den er benötigt, selbst erzeugen bzw. beinhalten. Generell ist die Versorgungsart nicht ausschlaggebend, jedoch muss gewährleistet werden, dass der mdWiSta durchgehend mit Energie versorgt wird. Zusätzlich sollte es möglich sein, die noch verfügbare Energie anzuzeigen. Wird die Energie knapp, sollte dies in der Zentrale früh genug bekannt werden.

Vom Hersteller sollte die maximale Laufzeit bei Verwendung des höchsten Energieverbrauchs angegeben werden. Eine maximale Laufzeit von mindestens 24 Stunden wäre erstrebenswert (zu häufiges „Batteriewechseln“ sollte vermieden werden).

Die Stromversorgung kann mittels Akku, Batterie, Solar oder Fotovoltaik erfolgen. Da der mdWiSta kein kleines Gerät ist, wird Solar oder Fotovoltaik jedoch nicht ausreichend Strom produzieren, hier wird somit zusätzlich eine weitere Energieversorgung benötigt.

## **Mobilität und Installation**

Was das Spezielle an einem mdWiSta ausmacht, ist dass dieser nahezu überall aufgestellt werden kann. Dafür muss die Tafel schnell installierbar sein und ein großer Programmier bzw. Auf- und Abbau-Aufwand ist weitestgehend zu vermeiden. Die Tafel muss auch Transportschwingungen standhalten, weil sie immer wieder von einem Ort zum anderen befördert wird.

Die Aufstellvorrichtung muss dementsprechend einfach und zügig zu bedienen sein und trotzdem den statischen Anforderungen genügen. Für kleinere Tafeln ist wahrscheinlich ein Betonsockel eine gute Variante, für größere Tafeln eventuell ein Anhänger.

Da die Position des mdWiSta im Straßennetz nicht immer gleiche Bedingungen vorfindet, ist es notwendig mögliche optionale Zusatzausrüstungen anbringen zu können. Dies können z.B.: spezielle Aufstellvorrichtungen (seitliche Stütze,...), Schutzplanken, Hebe- und Senkfunktionen (Schlecht einsehbare Bereiche), Blinklichter,... sein. Wichtig ist auch, dass die Position der Aufstellvorrichtung nicht zu 100% die Position der Anzeigetafel einnimmt. Somit ist es sinnvoll, wenn die Tafel im Gegensatz zur Befestigung noch um 10 ° vertikal und horizontal (Mindestanforderung) verstellbar ist.

## **Optional Sensoren**

Durch den Wegweiser sollen nicht nur Daten an den Verkehrsteilnehmer übertragen werden, sondern es sollen auch Verkehrs- und Umfelddaten (mittels Umfelddatensensorik, Videobildern, Bilderfolgen etc.) ermittelt werden. Der Wegweiser muss anschließend die ermittelten Daten an die Zentrale weiterleiten können. Um den mdWiSta zusätzlich auszustatten, können verschiedene Sensoren angebracht werden. Da die Tafel schlussendlich in Bereichen ohne andere Verkehrserfassung aufgestellt wird, ist dies für die Zukunft eine Möglichkeit nähere Informationen zum Eventverkehr oder Baustellenverkehr zu erhalten.

Es ist ausreichend, zur Überprüfung des Verkehrsflusses Bilderfolgen aufzunehmen, durchgehendes Streaming ist nicht notwendig. Aufnahmen bzw. Einzelbilder sollen dadurch den Verkehrszustand überprüfen und an die Zentrale weiterleiten. Generell sollte es möglich sein, die Kamera zumindest manuell beim Aufstellen der Tafel einzurichten. Hierfür sollte die Kamera durch Drehen und Schwenken ausrichtbar sein (mind. 45° sind anzustreben). Im Regelfall sollte es ausreichen, die Kamera einmalig einzurichten, Drehen und Schwenken mittels Fernbedienung ist somit nicht unbedingt notwendig.



Zusätzlich sollte es die Möglichkeit geben, weitere Sensoren am mdWiSta anbringen zu können, z. B.: Radarsensoren, berührlose VDE-Sensoren, UDE-Sensoren,... Was diese Sensoren genau messen, ist in der Tabelle im Anhang genauer ersichtlich und wird hier deshalb nicht erwähnt.

Wichtig ist jedoch, dass keinerlei Verschmutzungseffekte oder Reflektionen die Sensoren beeinträchtigen. Jedes Gerät muss in der Lage sein, dauerhafte Unterbrechungen des Lichtstrahls durch Fremdkörper, Insekten oder Spinnennetze (etc.) zu erkennen und sofort eine Störmeldung an die Zentrale weiterzuleiten. Es wäre gut, für jeden dieser Sensoren eine Schnittstelle im Programm des mdWiSta vorzusehen, auch wenn diese schlussendlich eventuell nicht zum Einsatz kommen. Werden sie in späterer Verwendung benötigt, ist es besser die Schnittstelle wurde schon vorab eingeplant. Auch die notwendigen Vorrichtungen zur Generierung von TMC-Meldungen könnten installiert werden. Für jeden zur Anwendung kommenden Sensor muss die amtlich zugelassene Betriebsgenehmigung nachgewiesen werden. Es ist möglich ein GPS-System zu installieren, um den Standort aus der Ferne erkennen zu können. Das GPS kann auch zur Diebstahlsicherung beitragen.

### **Wetter**

Wie schon erwähnt ist es unumgänglich, dass der Wegweiser dem in Österreich vorherrschenden Wetter standhält. Ausgenommen hiervon sind Wetterkatastrophenereignisse. Hier ist jedoch sicherzustellen, dass der mdWiSta diese zumindest im abgeschalteten Zustand ohne grobe Schäden übersteht. Windgeschwindigkeiten bis zu 83 km/h (Sturm) sollten problemlos überstanden werden. Vorteilhaft wäre auch, wenn die Statik und die Technik bis zu orkanartigem Sturm (111 km/h) eingesetzt werden könnten.

### 4.1.3 Marktüberblick über die Tafelgrößen

In tabellarischer Form werden hier von verschiedenen Anbietern die schon existierenden LED-Tafelgrößen gezeigt. Diese Tabelle bietet einen Überblick und hat somit keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

**Tabelle 1: Tafelformate am Markt**

<b>Firma</b>	<b>Maße</b>	<b>Gewicht</b>
<b>Verkehrs-Sicherungs-Service GmbH</b>	1250 x 1600 mm	340 kg
	800 x 800 x 100 mm	
<b>B.A.S. Verkehrstechnik AG</b>	1850 x 1550 mm	
	1600 x 1200 mm	
	1600 x 1250 mm	
	1000 x 2000 mm	
	1000 x 3000 mm	
<b>Adolf Nissen Elektrobau GmbH + Co. KG</b>	1800 x 1500 mm	750 kg (mit Anhänger)
	870 x 870 x 80 mm	18 kg
	840 x 840 x 90 mm	42 kg
<b>Thomas Verkehrstechnik GmbH</b>	3950 x 1650 mm	600 kg (Zuladung bis 150 kg)
<b>Peter Berghaus GmbH Verkehrstechnik</b>	800 x 800 mm	ca. 15 kg
<b>Horizont Group GmbH</b>	1800 x 1500 mm	450 kg (Leergewicht), zul. Gesamtgewicht: 750 kg
	1645 x 1330 x 180 mm	
	800 x 800 x 100 mm	Gewicht: 22,5 kg (SpeedFix) 43 kg
	800 x 800 x 90 mm (nur Tafel) 950 x850 x 150 mm (komplett)	39 kg
<b>Mobile Variable Message Signs Limited</b>	1980 x 3320 mm	1723 kg
	1550 x 2400 mm	725,5 kg
<b>Colour Mobile VMS</b>	2730 x 1850 mm	840 kg
	1610 x 1040 mm	560 kg
<b>Techspan Systems</b>	1920 x 1920 mm	
<b>Axent</b>	2600 x 1600 mm	
	2400 x 1500 mm	
	1670 x 1040 mm	
<b>Rennicks</b>	3500 x 2000 mm	
	2400 x 1200 mm	
<b>SignSeen</b>	Anhänger: 2616 x 2337 mm	1361 kg (Anhänger)
	Anhänger: 2337 x 1905 mm	707 kg (Anhänger)
	Anhänger: 2286 x 1905 mm	835 kg (Anhänger)
<b>Wanco</b>	72 x 40 Pixel (2630 x 1470 mm)	743 kg
	48 x 30 Pixel ( 1930 x 1450 mm)	120 kg
	48 x 20 Pixel (1930 x 1110 mm)	100 kg

## 4.2 Schildersteuerung

### 4.2.1 Aufgabenstellung

Mit der mobilen Betriebstelematik steht ein innovativer, ausgereifter technischer Ansatz zur Verfügung. Es handelt sich um in sich autark arbeitende, frei mobil aufstellbare Komponenten, die über Mobilfunk angesteuert werden. Diese mobile Technik dient als Ergänzung für verkehrstelematisch nicht versorgte bzw. zeitweise außer Betrieb gesetzte Streckenabschnitte.

Die optionale Verkehrserfassung stützt sich derzeit auf Doppler–Radardetektoren als Messquerschnitte (MQ), die als Seitenradar oder für die fahrstreifenweise Detektion genutzt werden. Sie liefern Informationen zur Verkehrsmenge, zur gefahrenen Geschwindigkeit sowie zur Verkehrsqualitätsstufe. Optional können auch noch weitere Detektionsverfahren wie Reisezeiterfassungssysteme eingebunden werden. Für Zwecke der Fahrerinformation vor Ort werden vollflächig bestückte, frei programmierbare LED-Tafeln als Anzeigequerschnitte (AQ) zur Einzelaufstellung oder im Verbund an mobilen Verkehrszeichenbrücken eingesetzt.

Das jeweilige LED-gestützte Informationssystem kann entweder am Fahrzeug bzw. auf einem Fahrzeuganhänger oder an einer Aufstellvorrichtung montiert werden. Dabei werden für Schilder, Detektoren, systemtechnische Einrichtungen, Energieversorgung etc. die in der Praxis bewährten Komponenten verwendet, die die einfache Einrichtung und Bedienbarkeit durch angelerntes Personal als wesentliches Einsatzkriterium berücksichtigen.

Die wichtigsten Leistungsmerkmale sind hier zusammengefasst

:

- zeitabhängig und/oder verkehrsabhängig frei definierbare Schilderhalte
- Auslösen von Schaltungen ist sowohl ereignisgesteuert als auch manuell möglich
- visuelle Darstellung der Betriebsmittel ist übersichtlich in Kartenform aufbereitet und beinhaltet neben den aktuellen Schaltbildern auch zahlreiche Zustandsinformationen wie z. B. den Ladezustand der Spannungsversorgung oder die Helligkeit der LED-Anzeige
- Durchführung von Schaltungen wird durchgehend überwacht und nachweisfest protokolliert

- Anlagenstörungen werden in der Bedienoberfläche angezeigt
- Web-basierte Lösung, kann damit zentral als auch dezentral bedient werden. Dies bedeutet, dass über eine einfache Web-Oberfläche die Schilderhalte beispielsweise direkt vor Ort im LKW korrigiert oder geändert werden können. Die Änderungen sind auch sofort in der Zentrale sichtbar.

#### 4.2.2 Erkenntnisse aus einschlägiger Literatur

Aus den verschiedensten Projekten, Studien und Forschungsarbeiten gehen Regeln für die Text- und Piktogrammanzeige hervor. Nachfolgend wurden einige wichtige Hinweise und Meinungen erwähnt.

Aus der Forschungsarbeit von *Hoffmann und Leichter*, die sich mit der Wirkung sowie den Einsatzbedingungen für Wechseltextanzeigen beschäftigten, geht hervor, dass zur Informationsbereitstellung Symbole genutzt werden sollen, jedoch auf Text nicht vollständig verzichtet werden kann. Hoffmann und Leichter gehen von maximal drei Textzeilen aus. Sollte mehr Text benötigt werden, ist ein weiteres Schild in ausreichendem Abstand zu platzieren.

Ähnlich dieser Aussage wird im *MUTC* (Manual on Uniform Traffic Control Devices) der USA erklärt, dass Symbole niemals alleine angezeigt werden, sondern sinnvoll durch kurzen Text ergänzt werden sollen. Das MUCT geht davon aus, dass Meldungen auf 3 Zeilen und nicht mehr als 20 Zeichen pro Zeile beschränkt werden sollen.

Auch das *EU-Projekt TROPIC* (Traffic Optimisation by the Integration of Information an Control) geht davon aus, dass wegen der Wichtigkeit der Lesbarkeit des Textes, diese zu einer Reduzierung der Fahranforderung und somit zu einer Senkung der Fahrtgeschwindigkeit führen könnte. Dies soll jedoch durch Ausnutzung der gesamten Kapazität der optischen Sinnesorgane für die Fahraufgabe vermieden werden. Zusätzlich stellt das Projekt fest, dass Piktogramme und vor allem Richtungspfeile die Aufnahme von Handlungsempfehlungen (Alternativrouten) erleichtern.

In Frankreich im *PMV* (Panneaux de Signalisation à messages variables) besitzt die Textanzeige verstärkt die Aufgabe, die Verkehrsteilnehmer mittels Nachrichten zu informieren, die Nachricht selbst soll auf 7 – 10 Wörter beschränkt sein.

So gut wie alle Forschungen und Projekte auf diesem Gebiet, somit auch das Rahmenprogramm-FIVE (Framework for harmonised Implementation of VMS in Europe) und Veröffentlichungen des SWOV (Niederländisches Verkehrsinstitut) sind sich einig, dass bei höherem Wörtergehalt die Betrachtungs- und Verarbeitungszeit enorm zunehmen.

Somit muss der Text auf das Notwendigste begrenzt werden. Generell wurden hier zwar ähnliche, jedoch trotzdem verschiedene Ergebnisse veröffentlicht. Alle Veröffentlichungen geben jedoch die Meinung wider, dass Meldungen auch Wechseltextanzeigen kurz, gut lesbar, klar und schnell verständlich sein sollen.

Um ein gutes Produkt zu entwickeln, wurden verschiedenste Meinungen und ähnliche Produkte analysiert und deren Besonderheiten beachtet. Zusätzlich wurden rechtliche Regelungen, die ähnliche Produkte betreffen, für die Erarbeitung des neuen Systems als erste Grundlage herangezogen. In weiterer Folge wurden mit Berücksichtigung der verschiedensten Einflüsse Anzeigeoptionen erarbeitet und dadurch gleichzeitig die aus der Literatur kommenden Grundlagen angewandt und überprüft.

### **4.2.3 Größenauswahl**

Wichtig ist, dass die Beschilderung an die erlaubte Höchstgeschwindigkeit angepasst wird und auch bei großem Verkehrsaufkommen die Erkennbarkeit und die Lesbarkeit der Schilder gewährleistet werden können. Außerdem dürfen durch die Beschilderung die Sicherheit und Flüssigkeit des Verkehrs nicht beeinträchtigt werden. Um für österreichische Straßen eine geeignete Tafelgröße zu finden, wurden die Querschnitte der Autobahnen analysiert. Laut RVS 3.31 sollte der Abstellstreifen mindestens 2,50 m, im Regelfall sogar 3,00 m breit ausgeführt werden. Im Sonderfall muss der Abstellstreifen sogar 3,50 m bzw. bis zu 4,00 m breit ausfallen. Mindestens muss der Seitenstreifen jedoch über 2,00 m verfügen.

Laut RVS 05.02.11 soll der Seitenabstand im Freiland bei fest montierten Verkehrszeichen 1,0 bis 2,5 Meter betragen. Dieser Rand wird vom äußeren befestigten Fahrbahnrand gemessen. Um für den mdWiSta einen geeigneten Abstand festzulegen, muss für die auf einem Fahrzeug installierte Anzeigetafel von diesen Regelungen abgesehen werden. Die Anzeigetafel führt somit zu einer etwas geringeren Sicherheit, was durchaus möglich ist, da sie nicht als fix installiertes Verkehrszeichen gilt.

Die Tafelbreite darf 2,5 m nicht überschreiten, da dann weder ausreichend Platz zum Aufstellen verbleibt, noch ein schneller Transport möglich ist (über 2,5 m Breite wird ein Sondertransport benötigt.) Beim Autofahren wird der optischen Information eine sehr große Bedeutung zugeschrieben. Bis zu 90% der Information und mehr werden vom Fahrer auf dem optischen Weg bezogen. Demnach ist es sehr wichtig, die Wegweiser in entsprechender Größe und guter Position aufzustellen, damit eine gute Orientierung und Lesbarkeit gewährleistet werden kann.

### Schrift

Wegweiser auf seitlich aufgestellten Tafeln benötigen andere Schriftgrößen als Überkopfwegweiser. Durch die Wahl der Schriftgröße wird die Wichtigkeit der Information beachtet. Wesentlich für gute Lesbarkeit sind ausreichend Abstände zwischen Schriften, Symbolen und Pfeilen sowie zum Tafelrand. Das Tafelformat wird somit durch Anzahl und Länge der Zielangaben in der notwendigen Schriftgröße sowie der erforderlichen Abstände bestimmt.

Es muss beachtet werden, dass nicht alle Tafeln gleich aussehen, auch wenn sie in ihrer Art und Größe gleich sind. Wird eine Tafel nur für die Anzeige des Namens der Stadt Wien dimensioniert, so kann die Tafel viel kleiner ausfallen, als wenn eine Stadt wie Wulkaprodersdorf als Schriftbild benötigt wird. Diese Dimensionierung wurde für die Tafelgröße beachtet, damit nachfolgend bei Orten mit langen Namen kein Problem entsteht.

Zu große Schrift ist zu vermeiden, da diese auch zum Gegenteil, zum Beispiel zu verschlechterter Lesbarkeit, führen kann.

### Verkehrszeichen

Für den mobilen Wegweiser wurde die Größe 2 bei Dreiecken, Quadraten und Rechtecken als ausreichend befunden. Die Gründe dafür sind die verbesserte Erkennbarkeit durch die erhöhte Leuchtkraft durch Verwendung von LED-Dioden sowie die bessere Lesbarkeit, da im Gegensatz zu herkömmlichen Verkehrszeichen der Kontrast bei LED-Tafeln erhöht wird. Zusätzlich wird es in der Regel selten vorkommen, dass der mdWiSta bei höheren

Geschwindigkeiten als 100 km/h Verkehrszeichen darstellen muss. Bei Ronden wurde die Größe 3 gewählt, da der mdWiSta sicher auch öfters bei Geschwindigkeiten von über 80 km/h zum Einsatz kommen wird.

Ronde	Größe 3	Durchmesser: 750 mm
Dreieck	Größe 2	Seitenlänge: 900 mm
Quadrat	Größe 2	Seitenlänge 840 mm
Rechteck	Größe 2	1260 x 840 mm

### Piktogramme

Piktogramme sind für den Autofahrer, wenn sie bekannt sind, leichter zu erkennen und zu verstehen als Text. Dementsprechend können auf der mobilen Anzeigetafel verschiedene Piktogramme eingegeben und gespeichert werden.

Es ist wichtig, dass Piktogramme nur dann verwendet werden, wenn ausreichend Platz auf der Tafel vorhanden ist. Bei kleineren Tafeln muss die Informationen so knapp wie möglich gehalten werden. Hier sollten nur die wichtigsten Informationen angegeben werden. Stehen für einen Unfall nur kleine Tafeln zur Verfügung, so ist es auch möglich eine zweite Tafel zuzuschalten, wenn die notwendigen Anzeigehalte wegen der Größe die Platzverhältnisse überschreiten.

Es muss schon vorab darauf geachtet werden, dass die Anzeigen kleiner Tafeln, das heißt die Anzeigoptionen bei ungeplanten Ereignissen, sinnvoll ausgewählt werden. Dementsprechend kann die Anzeigoption der möglichen Verlustzeit zwar angezeigt werden. Würde dadurch die Schriftgröße der empfohlenen Route bzw. gesperrte Strecken etc. zu klein ausfallen, sollte darauf verzichtet werden.

#### **4.2.4 Farbauswahl**

Um die optische Darstellung zu unterstützen, sollte keinesfalls auf verschiedene Farben verzichtet werden, da der Verkehrsteilnehmer die Farbdarstellung gewöhnt ist und dadurch die Inhalte viel besser wahrnehmen kann.

Schrift wird im Regelfall in Weiß oder Gelb dargestellt. Somit können Tafелеlemente, die ausschließlich Text und Richtungspfeile anzeigen sollen, nur mit einer LED-Farbe ausgestattet sein. Elemente, die Verkehrszeichen anzeigen, sollten mindestens zweifarbig ausgestattet sein, im Regelfall mit weißen und roten Leuchtdioden, da Geschwindigkeitsbegrenzungs- und Gefahrenzeichen aus roter und weißer Anzeige bestehen. Bei LED-Anzeigen wird der normalerweise weiße Hintergrund schwarz dargestellt und die schwarzen Schrift- bzw. Symbolzeichen mittels weißer Leuchtdioden.

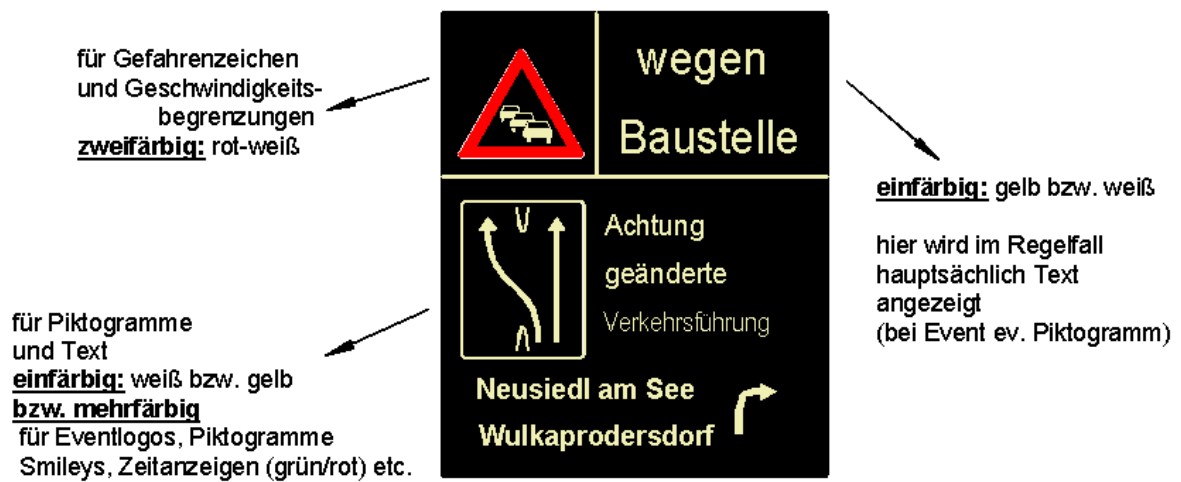


Abbildung 45: Farbauswahl in Bezug auf den Inhalt

Im Zusatzfeld, d. h. das Feld, das Piktogramme, Richtungspfeile, Texte, Orte etc. angibt, sollten ausreichend Farben zur Verfügung stehen. Wird nur Weiß bzw. Gelb ausgewählt, so ist dies kostengünstiger. Die Anzeigemöglichkeiten verringern sich jedoch auf sehr einfache graphische Darstellungen. Werden mehrere Farben verwendet, können auch Eventlogos, Smileys, Zeitanzeigen, Rot/gGrün-Darstellungen etc. dargestellt werden. Es ist zwar möglich, bunten Text anzuzeigen, bezüglich der Verwirrung und der damit einhergehenden verschlechterten Verarbeitungszeit beim Lesen und Verstehen, sollten Texte im Regelfall nur in Gelb bzw. Weiß angezeigt werden.

Die Graphik ist nur als Darstellungsvariante und nicht als Tafelformat zu verstehen. Es wird hier nur die Farbwahl genauer erläutert.



## 4.2.5 Darstellung

Wie bisher bei Ö3 auf Wechseltextanzeigen, im ASFINAG Netz angewendet und in verschiedener Literatur angegeben, entspricht die Darstellung von Texten immer einer bestimmten Anordnung:

- Die Straßenummer befindet sich immer in der ersten Zeile.
- In der zweiten Zeile wird/werden die Location/s angegeben.
- Es ist auch möglich die Richtung anzugeben.
- Zusätzlich wird das Ereignis bzw. werden die Ereignisse angegeben.
- Des Weiteren wird ein Verkehrszeichen-Symbol im dafür vorgesehenen Feld angezeigt.

Da sich der mobile Wegweiser meist knapp vor dem Ereignisort befindet, ist es möglich zusätzliche Informationen einzutragen. Handelt es sich um einen Stau, so können durch die Verwendung von Mobilfunkdaten Reisezeitverluste als Verkehrsteilnehmerinformation ausgegeben werden. Handelt es sich um einen Unfall, ist es möglich Zusatzinformationen wie „Einordnen“, Fahrspurverengung“,... anzuzeigen.

Wechseltextanzeigen vermitteln dadurch eine verbesserte Information für den Fahrzeuglenker. Dieser wird on-trip ohne Notwendigkeit von Zusatzausstattung (Navigationsgeräten, Radio, etc.) über die Geschehnisse auf seiner Reiseroute informiert. Auch die mobile Anzeige kann als Wechseltextanzeige angesehen werden. Der große Vorteil ist die Mobilität, da die Anzeigetafel von MOVEMENTS keine fixe Installation darstellt, sondern überall im Straßennetz aufgestellt werden kann.

Die Verbindung zwischen dem Strategieteil und der Schildersteuerung wird mittels einer standardisierten, projektspezifisch auch erweiterbaren Schnittstelle hergestellt. Die Übermittlung von Strategien erlaubt es, in der Schildersteuerung unabhängig vom Strategieteil die Schildertexte anzupassen bzw. zu ändern. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die möglichen Schilderhalte nur an einer Stelle versorgt werden müssen.

Hier sind Beispiele, wie die Anzeige aussehen könnte. In Weiß ist die Darstellung auf einer Wechseltextanzeige dargestellt, die von Ö3 geschaltet wird, in Schwarz sind drei Versionen von mobilen Wegweisern dargestellt (Kapitel 6 zeigt die verschiedenen Tafelgrößen genauer ). Auf der größten Anzeigetafel kann zusätzliche Information angezeigt werden. Das Anzeigen von Zeitverlustangaben, Routenempfehlungen etc. ist möglich.

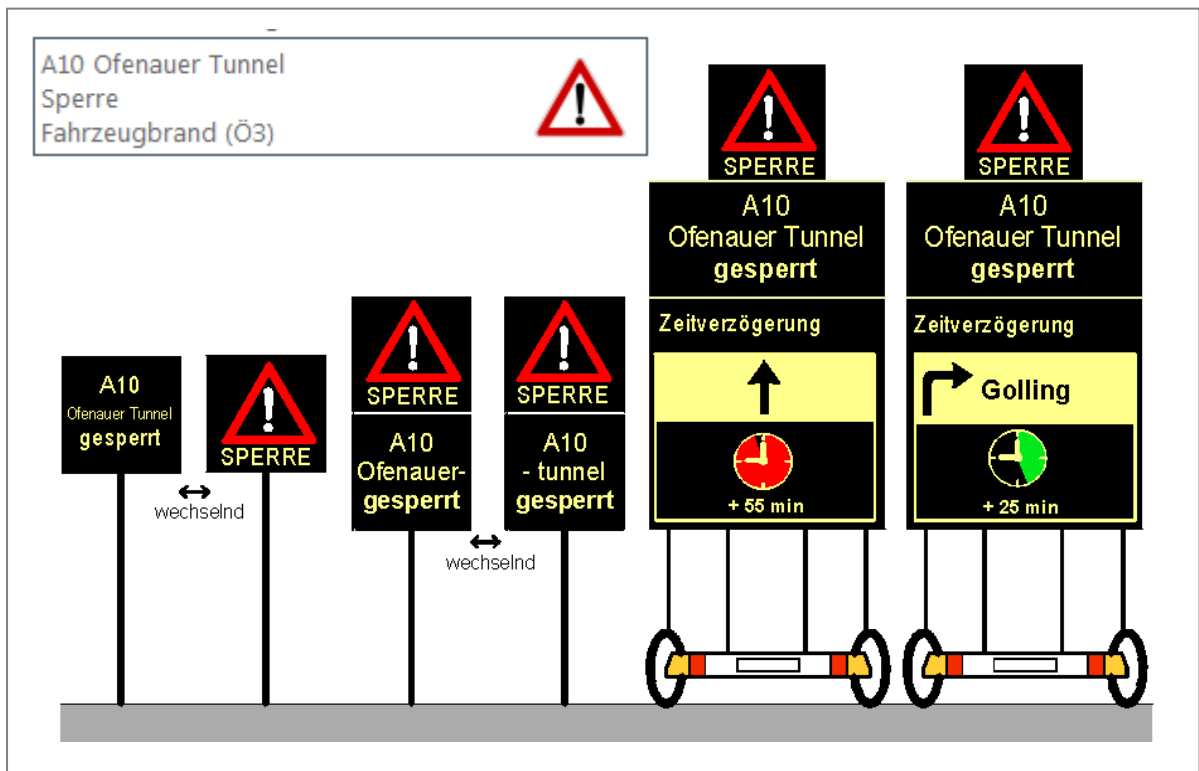


Abbildung 46: Darstellung der Informationsübermittlung - Sperrung

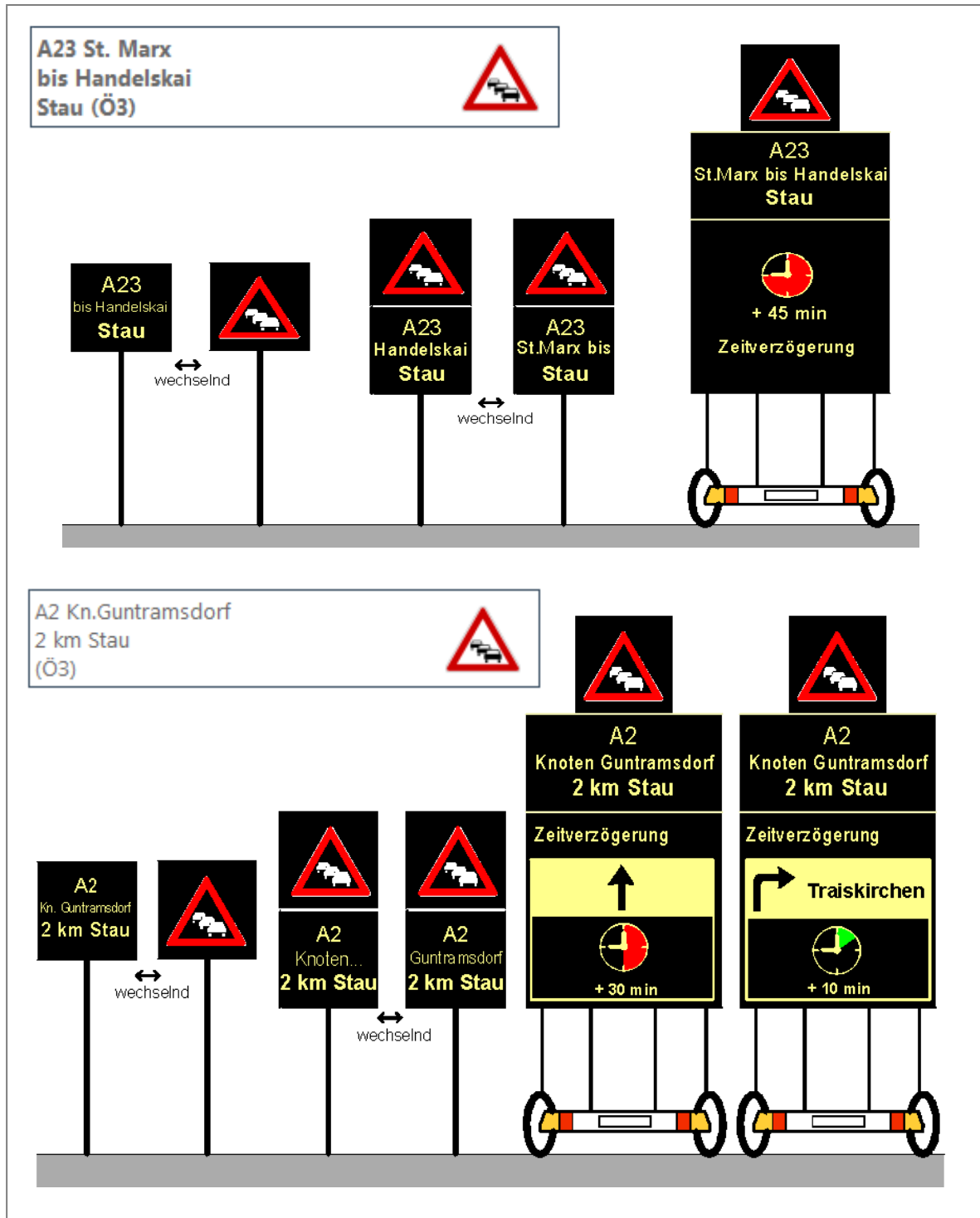


Abbildung 47: Darstellung der Informationsübermittlung - Stau

### **4.3 Auswahl zweier Schildertypen**

Für das Angebot der 2ten Phase werden zwei Schildertypen ausgewählt. Generell ist es möglich, dieses System auf verschiedensten Tafelgrößen anzuwenden. Hier werden zwei Typen dargestellt, die bezüglich des Einsatzes im übergeordneten Netz als sinnvoll erachtet werden.

#### **4.3.1 Schildertyp 1 - einfache Variante**

Die einfachere Variante soll besonders schnell funktionstüchtig, einfach zu operieren und zu schalten sein und nur die notwendigsten Anzeigehalte beinhalten. Deshalb soll dieser Schildertyp bei ungeplanten, länger anhaltenden Ereignissen eingesetzt werden und somit die Verkehrsteilnehmerinformation sowie den Verkehrsfluss verbessern.

Großes Augenmerk wird hier weiters auf die Freihaltung des Verkehrs- und Lichtraumes der Autobahn und Schnellstraße gelegt. Das heißt, der Schildertyp 1 wird außerhalb von diesem Bereich aufgestellt, so dass es zu keiner Beeinträchtigung kommt. Der Vorteil wäre hier, dass hinsichtlich Benchmarking der Straßenquerschnitt keine Veengung aufweist.

Je nachdem, was der Operator bzw. der Straßenerhalter anzeigen möchte, ist es möglich, statt dem genauen Unfallort auch die Zeitverzögerung bzw. die überlasteten Kilometer anzugeben. Will man mehr Informationen eintragen, sollte man die doppelte Anzeigetafel wählen.

##### **4.3.1.1 Schildergröße**

Dieser Schildertyp besteht aus einer klein gehaltenen Anzeigetafel, die entweder aus zwei 1 m x 1 m Tafeln auf einer schnell zu montierenden Befestigung oder aus nur einem Schild zu 1 m x 1 m besteht. Es ist auch möglich, zwei Tafeln in koordinierter Schaltung aufzustellen, also jeweils gekoppelt zu schalten. Generell werden die sehr schnell einsatzfähigen Anzeigetafeln deshalb so klein gehalten, damit sie auf der Leitplanke montiert werden können. Um dies zu ermöglichen, dürfen die Tafeln nicht zu schwer sein. Zusätzlich zum Gewicht wird natürlich für die Befestigung, Montage und Aufstellung auch die Windlast beachtet.

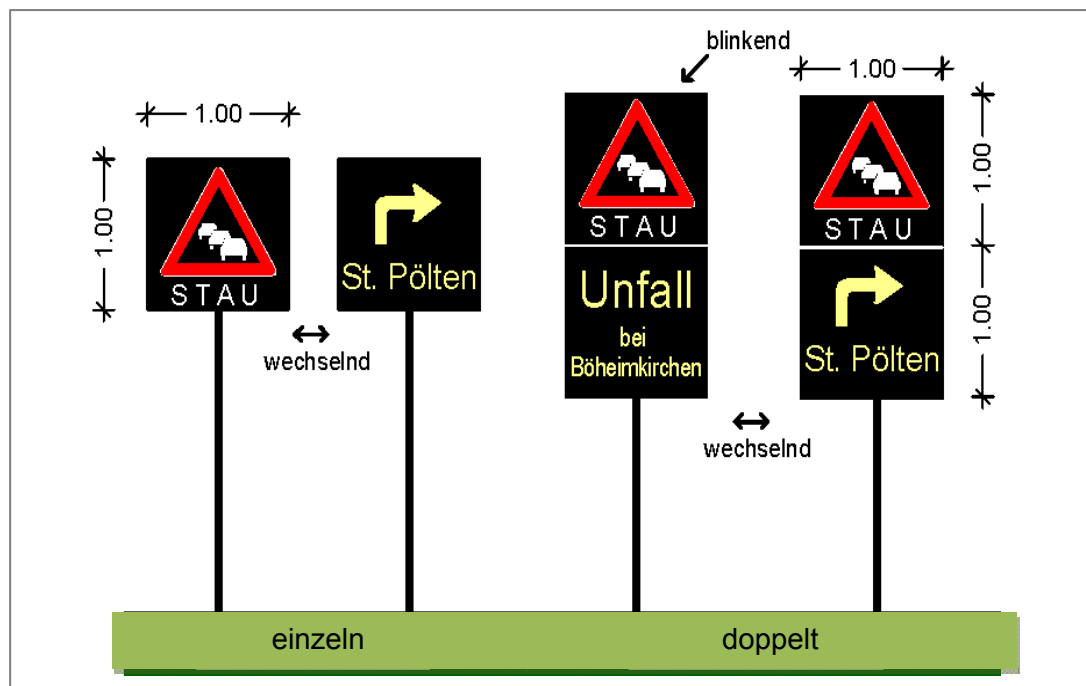


Abbildung 48: Schildertyp 1 – einfache Variante

Wichtig ist, dass das Schild nicht nur einmalig aufgestellt wird, sondern als Wiederholung noch ein zweites Mal auf der Fahrbahn. Sind Einfahrten von einer Sperre, Unfall etc. betroffen, so muss, falls sich die Beschilderung auf der eigentlichen Fahrbahn für die Lesbarkeit und Reaktionsgeschwindigkeit zu knapp nach der Auffahrt befindet, im Auffahrtbereich zusätzlich ein hinweisendes Schild installiert werden.

Hier ein Beispiel dafür:

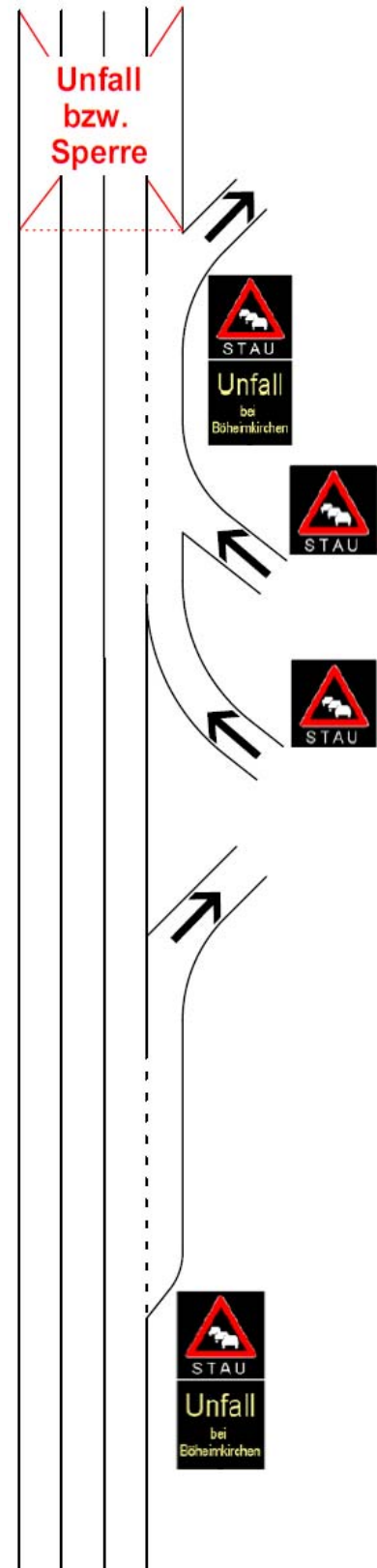
Wird für einen Unfall bzw. wegen eines Witterungsproblem es oder einer sonstigen Störung am hochrangigen Netz eine Totalsperre eingerichtet, muss der Verkehrsteilnehmer rechtzeitig informiert werden. Dies kann sowohl an den naheliegenden Auffahrten als auch am hochrangigen Straßenabschnitt selbst durch die mobilen Informationstafeln erfolgen.

Wichtig ist, dass der Fahrzeuglenker hierfür ausreichend Reaktionszeit zur Verfügung hat, was bedeutet, dass in Auffahrten, die nahe am gesperrten Abschnitt liegen, Wegweiser angebracht werden müssen.

Hierbei ist es wichtig, auf die Gefahrenstelle hinzuweisen. Die LED-Anzeige kann das Gefahrenzeichen wechselnd mit einer Kurzinformation anzeigen, damit der Verkehrsteilnehmer in knapp gehaltenem Schrift- und Symbolbild die notwendigen Informationen erhält.

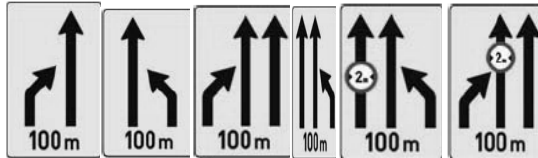
Die hier abgebildeten Verkehrssymbole und Schriftbilder sind nur eine Variante vieler Möglichkeiten der umsetzungsfähigen Schaltbilder.

Die Abbildung soll vermitteln, dass es in einigen Fällen nicht ausreichen wird, ausschließlich am betroffenen Straßenzug selbst zu informieren. Für die Verbesserung der generellen Sicherheit, der Verkehrsteilnehmerinformation und des Verkehrsflusses müssen Informationsquellen somit auch naheliegende Auffahrten (manchmal sogar im untergeordneten Netz oder an anderen hochrangigen Straßenzügen) installiert werden.

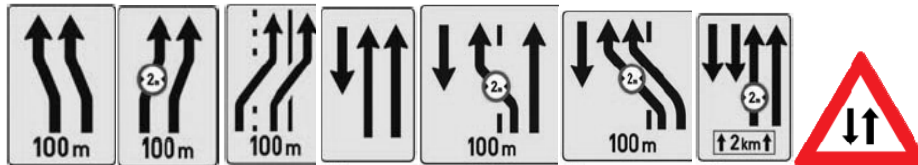


### 4.3.1.2 Mögliche Schilderinhalte

#### Einordnen



#### Geänderte Spurführung und Gegenverkehr



#### Fahrbahnverengung



#### Geschwindigkeitsbeschränkungen



#### Beschränkungen



#### Gefahrenzeichen



#### Zusätzliche Möglichkeiten



#### Textanzeigen

Der Text kann in Breit- oder Engschrift bzw. „normal“ oder „fett“ angezeigt werden.

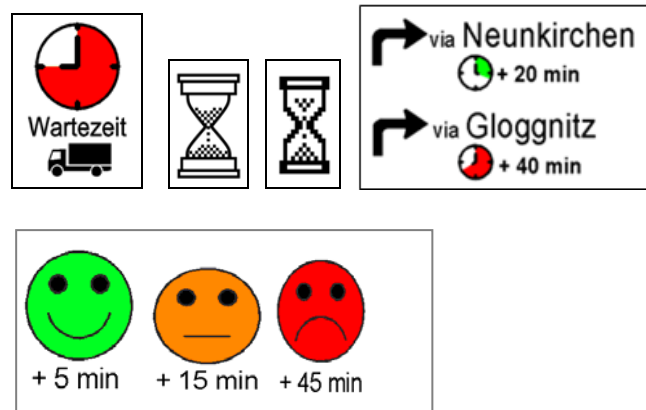
Vorschläge zu frei programmierbaren Piktogrammen

Hier werden einige mögliche anzeigbare Piktogramme dargestellt. Piktogramme können auch in Zusammenarbeit verändert bzw. neu erstellt werden. Für planbare Veranstaltungen ist es daher möglich, das gewünschte Piktogramm vorab zu entwerfen (z. B.: Veranstalter selbst) und schlussendlich in die Anzeigestrategie einzubeziehen. Nachfolgend werden einige Möglichkeiten dargestellt.

**Logos von Veranstaltungen**



**Zeitverlustanzeigen (Reise- bzw. Wartezeit)**





### 4.3.1.3 Aufstellvorrichtung (Typ 1)

Für den Schildertyp 1 soll das Benchmarking der ASFINAG nicht verschlechtert werden. Bei Events oder Geschehnissen, die keine Fahrstreifensperre mit sich bringen, soll deshalb auch die Anzeigetafel nicht in den Lichtraum ragen. Es wird somit angestrebt, die Tafel einen Meter außerhalb des äußersten Fahrbahnrandes zu positionieren beziehungsweise eine Vorrichtung auf einer Leit- bzw. Schutzplanke anzubringen.

Ganz egal, welche Aufstellvorrichtung schlussendlich zum Einsatz kommt, wichtig ist, dass sich das untere Ende der Tafel mindestens 1,5 m über der Fahrbahnoberkante befindet.

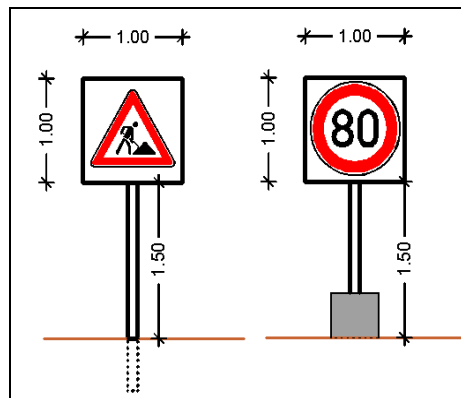


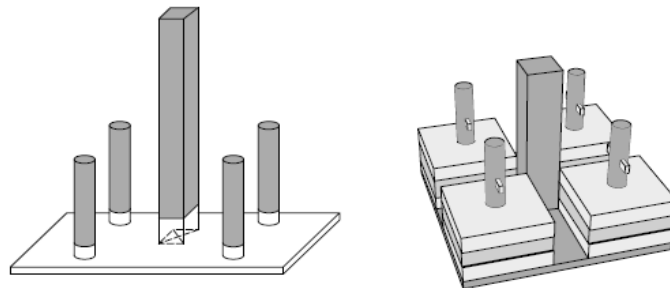
Abbildung 49: 1,5m Abstand zur Fahrbahnoberkante

Auf den folgenden Seiten werden verschiedene mögliche Systeme vorgestellt. Sollte eine der Befestigungsarten zum Einsatz kommen, muss diese noch entsprechend adaptiert werden, um alle Lasten (Eigenlast, Windlast, etc.) einer LED-Anzeigetafel mit Sicherheit aushalten zu können. Folgende Systeme wurden für das kleinere Format des Anzeigeelementes als sinnvoll empfunden:

- Beton- bzw. Aluminium-Kunststoff-Fundamente
- Schraubenbefestigung (inklusive Abspannung)
- Leit- bzw. Schutzplankenbefestigung

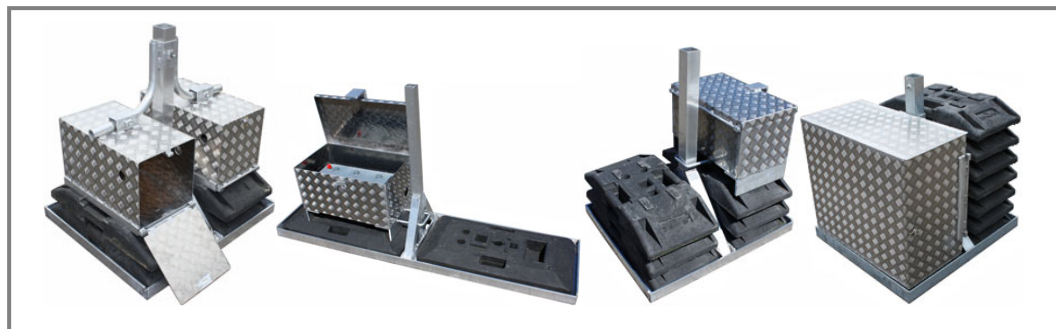
### Betonfundament

Es ist möglich, die Tafel mit einem Betonfundament aufzustellen. Wichtig ist, dass das Betonfundament nicht zu schwer wird, um kein externes Hebegerät für den Aufstellvorgang zu benötigen. Trotzdem muss das Fundament ausreichend schwer sein, damit die Anzeigetafel auch bei Wind etc. stabil steht. Eine Möglichkeit sind mehrere kleinere Einzelfundamente, die auf ein vorgefertigtes Steherelement aufgesetzt werden. Diese Aufstellvorrichtung ist jedoch nur an solchen Stellen geeignet, wo das Gelände nur mäßig uneben ist. Es ist auch vorstellbar ein Fundament zu gestalten, das mit Wasser gefüllt werden kann, das vor Ort auch wieder entweichen kann.



**Abbildung 50: Aufstellung mittels Betonsockel**

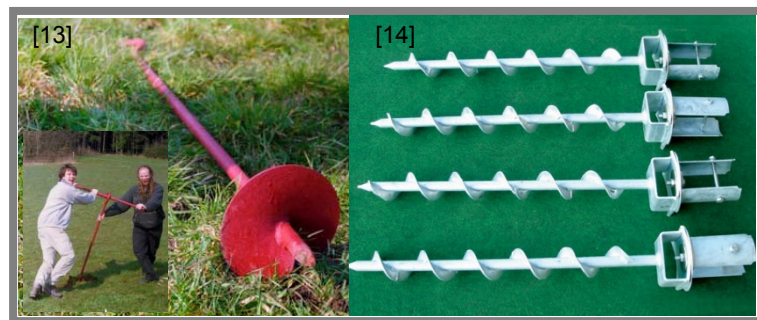
Ähnliche Systeme sind schon am Markt. Zum Beispiel hat Berghaus Verkehrstechnik ähnliche Fundamente im Sortiment, die auch einen Batterieschutzkasten inkludieren.



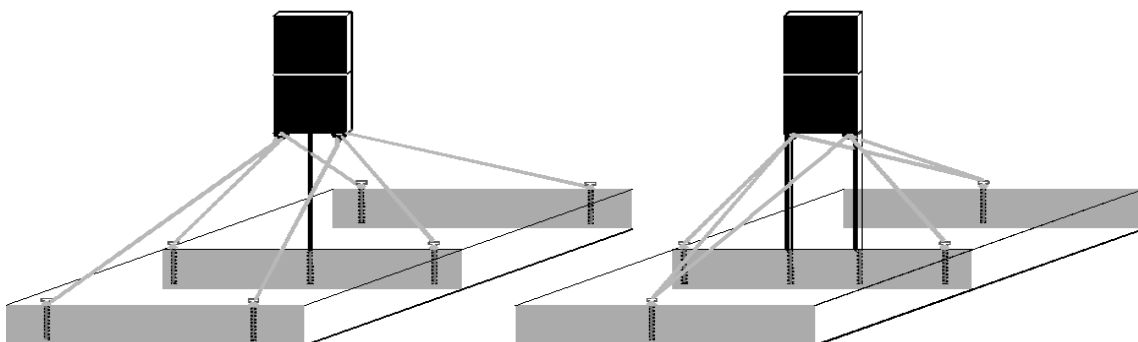
**Abbildung 51: Berghaus Verkehrstechnik – Batterieschutzkästen aus Aluminium**

### Schraubenbefestigung

Auch Systeme, wie Erdschraub-Vorrichtungen werden als sinnvoll erachtet, wenn der Einsatzort weder für den Einsatz von Fundamenten noch für den Einsatz der Befestigung auf Leitplanken/Schutzplanken geeignet ist. Die Erdschraubung ist für einen schnellen Einsatz und somit für die mobile Aufstellung von Verkehrszeichen geeignet. Die hier abgebildeten Erdschraub-Befestigungen sind jedoch nur für statische Verkehrszeichen vorgesehen. Es wäre möglich diese zu adaptieren, um die weitaus schwereren LED-Anzeigetafeln damit fixieren zu können. Die Aufstellung sollte dann in Randstreifen und Banketten möglich sein. Für Windanlagen werden Erdschrauben als Abspannung verwendet. Es wäre auch möglich die Anzeigetafel mit einer Erdschraube zu fixieren und mit sechs weiteren Erdschrauben gegen Windangriff etc. zu sichern. Zum Aufstellen wird hierfür etwas Platz benötigt, um einen größeren Hebel zu erzielen. Diese Aufstellart ist somit nicht für beengte Platzverhältnisse geeignet.



**Abbildung 52: Erdschraubung**



**Abbildung 53: Erdschrauben und Abspannung**

Es sollte auch möglich sein mit insgesamt nur 4 Erdschrauben auszukommen, wenn die Platzverhältnisse gut sind und die Abspannungen wie ein Dreibeingestell gesetzt werden. Das Wanken im Wind muss durch eine ausreichend feste Abspannung vermieden werden.



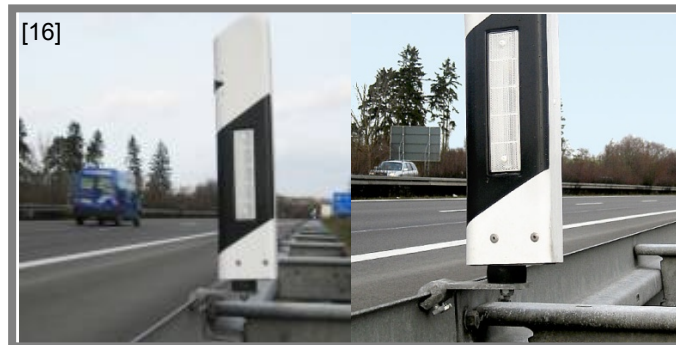
Abbildung 54: mögliche Abspannvorrichtung am Mast

### Leit- bzw. Schutzplankenbefestigung

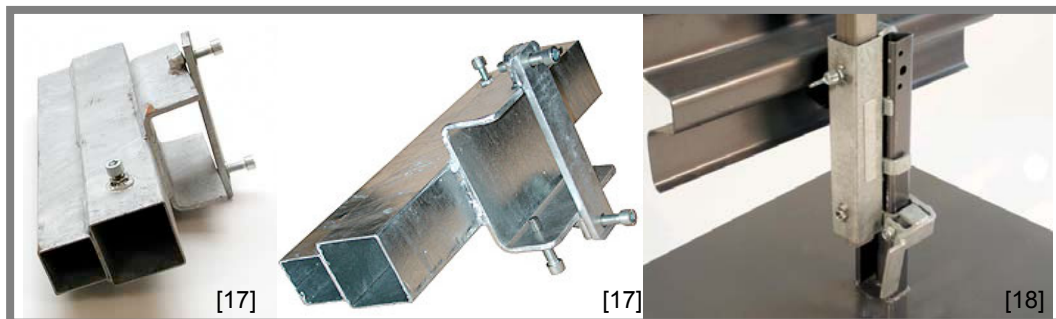
Sollte eine Installation auf der Schutz- bzw. Leitplanke gewünscht werden, kann diese umgesetzt werden. Es gibt bereits vorhandene Systeme, welche jedoch nicht alle auf das Gewicht von LED-Anzeigetafeln ausgelegt sind. Nachfolgend sind verschiedene, schon existierende Systeme dargestellt.



Abbildung 55: Leitplankenbefestigungsklemmen



**Abbildung 56: Leitplankenbefestigung mit Stoßabsorber**



**Abbildung 57: Schutzplankenbefestigung**

#### **4.3.1.4 Montage an Betonleitwänden und Metalleitschienen am ASFINAG Netz**

Generell variieren die Leitschienen des ASFINAG Netzes je nach Anbieter und Aufzeichnungen. Die am häufigsten eingesetzten Trägerprofile sind die Typen H1 bis H3. Stellenweise gibt es weder Leitschienen noch Betonleitwände. Bezüglich der Montage auf Leitplanken sind bisher (laut ASFINAG) keine gesetzlichen Vorschriften bekannt.

Es wurde eine Liste über „Anbieter Rückhaltesysteme“ erstellt, die als Grundlage zur Recherche herangezogen wurde.

In Österreich sind ca. 80% der Betonleitwände Deltabloc 80, 100 und 120. Citybloc 50 ist auf den Autobahnen nicht im Einsatz

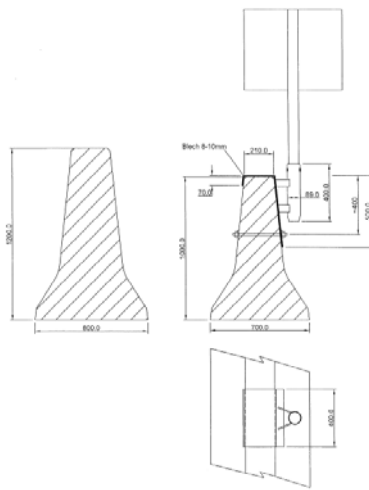


Abbildung 58: Derzeitige Befestigung an einer Betonleitwand

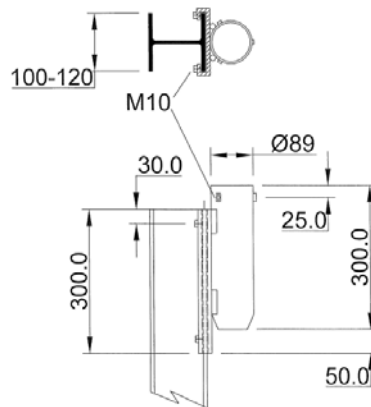
#### *Metalleitschienen:*

- Die minimale Länge der herausragenden Metallträger beträgt 50 cm.
- Die Metallträger ragen mindestens 80 cm in das Erdreich (gerammte Leitschiene).
- Gedübelte Systeme werden direkt im Boden verschraubt.
- Der Überstand des Trägers beträgt maximal 5 cm und die Neigung maximal 3% in Fahrbahnrichtung.
- Die Aufstellvorrichtung muss somit alle Punkte mit einbeziehen und an den verschiedensten Trägerprofilen befestigt werden können.
- Die drei verschiedenen Leitschienen-Konstruktionspläne machen den großen Unterschied der Leitschienen zueinander klar. Es muss somit eine variabel einsetzbare Konstruktion entwickelt werden.
- Als Referenz-Leitschienen wurden drei Systeme der Firma voestalpine herangezogen.

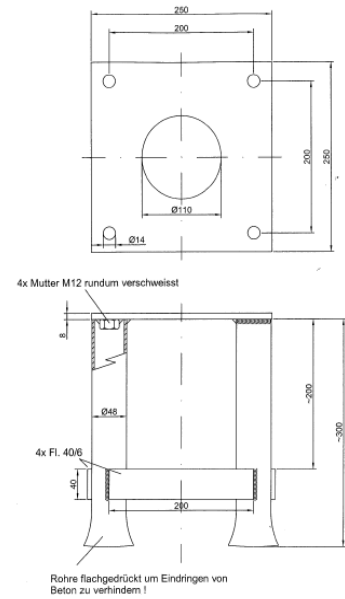
Die Montage der Variante 1 an Metalleitschienen und Betonleitwänden ist möglich und würde mit den gültigen Normen und Vorschriften abgestimmt werden. Ziel wäre hier eine Konstruktion, die mit Metallträgern das Auslangen findet. Optional könnte eine Installation mittels Ankerkorb (siehe ) auf Strecken erfolgen, an denen eine häufige Ereignishäufigkeit festgestellt wird., In diese Bodenverankerungen können mobile Schilder bei Bedarf eingeführt werden.



**Abbildung 59: Montagevorschlag an Betonleitwänden**



**Abbildung 60: Montagevorschlag an Metallleitschienen**



**Abbildung 61: Installationsvorschlag im Boden mittels Ankerkorb**

### 4.3.1.5 Technische Spezifikation - Schildertyp 1

Für die prototypische Anwendung werden derzeit drei Schilder von Siemens mit folgenden technischen Kenngrößen vorgesehen

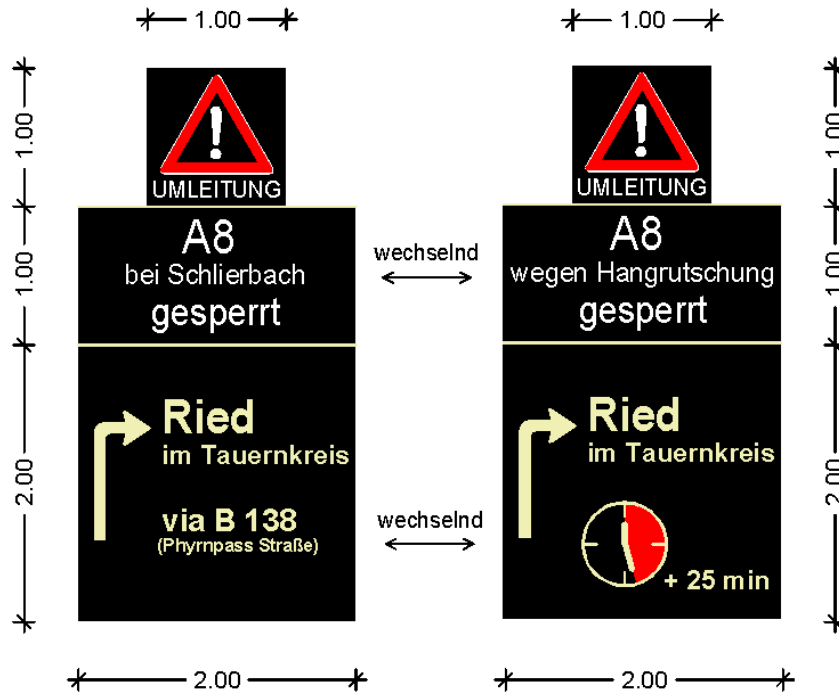
Außenabmessungen: 1.210 mm x 1.210 mm  
 LED-Anzeigefläche: 1.080 mm x 1.080 mm  
 Gewicht: ca. 50 kg

Die Energieversorgung wird durch einen Akkusatz gewährleistet. Das System verfügt zusätzlich über eine

- Spannungs- und Fehlerüberwachung
- Warnung bei erforderlichem Akkuwechsel
- Alarm bei Fehlfunktion (zusätzlich optional per SMS)

### 4.3.2 Schildertyp 2 – erweiterte Variante

#### Schildergröße



Für die prototypische Anwendung werden derzeit werden 3 Schilder von Siemens mit folgenden technischen Kenngrößen vorgesehen

Abmessungen 1.550 mm x 1.850 mm

- LED-Fläche 1.270 mm x 1.580 mm
- Gewicht ca. 120 kg
- LED-Bestückung
  - 20 Kacheln (Breite 4 Stück, Höhe 5 Stück)
  - Farben rot und weiß ermöglicht vollständige Abbildung richtlinienkonformer Verkehrszeichen
  - Die Stromaufnahme bei 24 V Versorgungsspannung beträgt überschlägig:
    - pro 1000 weiße LED 6.5 A
    - pro 1000 rote LED 4.4 A

Die Energieversorgung wird durch einen Akkusatz gewährleistet. Das System verfügt zusätzlich über eine

- Spannungs- und Fehlerüberwachung
- Warnung bei erforderlichem Akkuwechsel
- Alarm bei Fehlfunktion (zusätzlich optional per SMS)



### 4.3.2.1 Schilderinhalte

Als Schilderinhalte können sowohl bei der einfachen Variante, als auch bei der erweiterten und auch größeren Variante jeweils die gleichen Inhalte angezeigt werden (vgl. 4.3.1.2). Zu beachten ist hierbei jedoch, dass bei der erweiterten Variante ein Größenvorteil vorliegt und somit Symbole zum Einsatz kommen, welche bei der einfachen, kleinen Variante im Regelfall wegen den kleinen Anzeigeflächen nicht geschaltet werden, da die Größenverhältnisse für die Lesbarkeit hier nicht gegeben sind. Trotzdem ist es generell, aus technischer Sicht möglich, alle Anzeigebilder sowie Texte am kleinen sowie am großen Wegweiser anzuzeigen.

### 4.3.2.2 Aufstellvorrichtung (TYP 2)

Die Aufstellvorrichtung kann optional auf einem Anhängersystem oder als Gesamtsystem eingehoben werden. Da der Schildertyp 2 eine sehr große Anzeigetafel beinhaltet, ist es hier nicht möglich diese außerhalb der Leitplanke zu platzieren. Die Aufstellung wird mittels Anhänger durchgeführt, da die Tafel für andere Aufstelloptionen zu viel Gewicht hat. Sind die Platzverhältnisse vor Ort gut, kann der Anhänger neben der Fahrbahn und auch neben dem Standstreifen ins Bankett... gestellt werden.



Abbildung 62: Verkehrszeichenanhänger bei ASFINAG Wien-Inzersdorf

Ähnlich dem von der ASFINAG bereits genutzten Verkehrsschilderwagen soll auch der Anhänger der mobilen Anzeigetafel die Möglichkeit haben, zusätzlich benötigte Sicherungseinrichtungen zu inkludieren. Außerdem wird der Anhänger Platz für zwei mobile Anzeigetafeln vom Typ 1 und für deren Aufstellvorrichtung vorweisen.

## 5 LITERATURVERZEICHNIS

### Abbildungen:

- [1] [http://diepresse.com/images/uploads/d/b/0/699824/muren\\_arlbergpass\\_felbertauern\\_gesperrt\\_strassensperre\\_20111010171341.jpg](http://diepresse.com/images/uploads/d/b/0/699824/muren_arlbergpass_felbertauern_gesperrt_strassensperre_20111010171341.jpg)
- [2] [http://static3.kleinezeitung.at/system/galleries\\_520x335/upload/2/7/3/573115/baustelle308183\\_apa210507.jpg](http://static3.kleinezeitung.at/system/galleries_520x335/upload/2/7/3/573115/baustelle308183_apa210507.jpg)
- [3] <http://cdn1.vol.at/2012/03/stauA141-600x399.jpg>
- [4] [http://www.duden.de/\\_media\\_/full/G/Grossveranstaltung-201020548093.jpg](http://www.duden.de/_media_/full/G/Grossveranstaltung-201020548093.jpg)
- [5] <http://autopixx.de/bilder/17747/unfall.jpg>
- [6] <http://img.geocaching.com/cache/e0ca191f-fe1e-4102-ae5d-af6b4640854a.jpg>
- [7] <http://www.blogcdn.com/de.autoblog.com/media/2010/06/baustau-1276938108.jpg>
- [8] <http://cdn.fotocommunity.com/Autos-Zweiraeder/PKWs/Ostersonntag-auf-der-autobahn-nur-regen-a20715177.jpg>
- [9] [http://www.forster.at/fileadmin/root\\_forster/Referenzen/Verkehrstechnik/Verkehrslsysteme/Kremser\\_Schnellstrasse/Kremser\\_Schnellstra%C3%9Fe1.jpg](http://www.forster.at/fileadmin/root_forster/Referenzen/Verkehrstechnik/Verkehrslsysteme/Kremser_Schnellstrasse/Kremser_Schnellstra%C3%9Fe1.jpg)
- [10] <http://cdn2.vienna.at/2009/08/news-20090831-05181595-5034216741.jpg>
- [11] <http://www.autobahnatlas-online.de>
- [12] [http://www.safeline-warnschutz.de/Stausystem\\_45.html](http://www.safeline-warnschutz.de/Stausystem_45.html)
- [13] <http://www.kleinwindanlagen.de/Forum/cf3/topic.php?t=2136>
- [14] <http://holzundraum.de/hochsitz/service/montage/58-erdankerschrauben-geben-auch-bei-sturm-sichererhalt.html>
- [15] <http://www.berghaus-verkehrstechnik.de/produkte-verkehrstechnik/batterieschutzkaesten.html>
- [16] [http://www.beilharz-strasse.de/tl\\_files/beilharz\\_strasse/web/leitpfosten/stossabsorber\\_2.jpg](http://www.beilharz-strasse.de/tl_files/beilharz_strasse/web/leitpfosten/stossabsorber_2.jpg)
- [17] <http://www.berghaus-verkehrstechnik.de/produkte-verkehrstechnik/aufstellvorrichtungen-stahl.html>
- [18] <http://www.verkehrssicherungen.info/Schutzplankenhalter>
- [19] <http://www.qsl.net/dk3hg/pics/p8110086.jpg>

## 6 ANHANG

Für eine zukünftige Ausschreibung wurde ein detaillierter Anforderungskatalog erstellt, der den technischen Rahmenbedingungen (Normen, Anforderungen seitens der ASFINAG,..) als auch den rechtlichen Gesichtspunkten entspricht. Exemplarisch befindet nachfolgend ein Auszug aus diesem Katalog. Die Bietergemeinschaft MOVEMENTS würde bei der Umsetzung des Prototypen diesen Katalog als Basis heranziehen.

		<b>Anforderungskatalog</b>		
<u>MOVEMENTS:</u>		<u>Anforderungen</u>		
Pos.Nr.	Gruppe	Beschreibung		
<p><b>Wichtig:</b> <i>Positionsnummern, die nur aus Zahlen bestehen, müssen angeboten/erfüllt werden. Bei Positionsnummern mit Buchstaben muss mindestens eine Position der Gruppe angeboten/erfüllt werden.</i></p>				
<b>Tafel + Bedienung</b>	1	<b>TAFEL + Bedienung</b>	die Tafel muss sowohl via Zentrale als auch vor Ort bedienbar sein, auf Bedienfreundlichkeit und Einfachheit ist zu achten.	
	1.1	<b>Beleuchtungsstufen</b>	Verschiedene Beleuchtungsstufen für verschiedene Lichtverhältnisse	
	1.1 a	Beleuchtungsstufe 8+	≥ 8 Stufen (Mindestanforderung)	
	1.1 b	Beleuchtungsstufe 9+	≥ 9 Stufen	
	1.1 c	Beleuchtungsstufe 10+	≥ 10 Stufen	
	1.1 z		falls nichts zutreffend, bitte eigene Angaben machen	
	1.2	<b>Automatisches Schalten</b>	Durch einen Fotosensor werden die verschiedenen Beleuchtungsstufen automatisch geschaltet.	
	1.2	Helligkeitssensoren	mit Fotosensor für automatisches Schalten (z.B.: Fotosensor) <i>Helligkeitsinformationen müssen an die UZ weitergegeben werden.</i> (eventuell TLS DE-Typ 61)	
	1.3	<b>Separates Schalten</b>	Mehrere Tafel-Elemente können extra geschaltet werden.	
	1.3 a	1 Tafel-Element	Die Tafel besteht nur aus einem Element	
	1.3 b	2 Tafel-Elemente	Die Tafel besteht aus 2 separaten Elementen	
	1.3 c	3 Tafel-Elemente	Die Tafel besteht aus 3 separaten Elementen	
	1.4	<b>Bedienung des Wegweisers</b>		
	1.4 a	Touchscreen	Bedienung über Touchscreen	
	1.4 b	Fernbedienung	Bedienung über Fernbedienung	
	1.4 c	Computer	Bedienung über Computer	
	1.4 z		falls nichts zutreffend, bitte eigene Angaben machen	
	1.4.1	Kombination von: _____	Möglich	Mehrkosten: _____
	1.5	<b>Anzeigeelemente</b>		
	1.5.1	Schrift	Tafel-Element, das nur Schrift anzeigt	
1.5.2	Symbol	Tafel-Element, dass nur Symbole anzeigt		
1.5.3	Schrift und Symbol	Tafel-Element, dass Schrift und Symbol anzeigt		
1.6	<b>Anzeigefarben</b>	wenn mit dem eingetragenen Preis nicht jede Farbe möglich ist, bitte die möglichen Farben angeben.		

1.6.a	2 Farben	Weiß + Rot	
1.6.b	3 Farben	Weiß + Rot + Gelb	
1.6.c	4 Farben	Weiß + Rot + Gelb + Wahlfarbe	
<b>1.7 Wechselbildschaltung</b>			
<b>1.7.1 Bildwechsel pro min</b>			
1.7.1 a	30 Wechsel	30 x Bildwechsel pro min	
1.7.1 b	60 Wechsel	60 x Bildwechsel pro min	
1.7.1 c	kombinierbar	15, 30 und 60 Wechsel verschieden schaltbar	
<b>1.8 Signalbilder</b>			
<b>1.8.1 Anzeigebilder</b>			
1.8.1 a	50	≥ 50 verschiedenen Anzeigebildern	
1.8.1 b	75	≥ 75 verschiedenen Anzeigebildern	
1.8.1 c	100	≥ 100 verschiedenen Anzeigebildern	
<b>1.8.2 Zeichenspeicher</b> Speicher von Zahlen und Buchstaben, Anzeigebilder			
1.8.2 a	300	≥ 300 Zeichen	
1.8.2 b	900	≥ 900 Zeichen	
1.8.2 c	1500	≥ 1500 Zeichen	
<b>1.9 Lesbarkeit/Erkennbarkeit</b>			
Auch aus verschiedenem Blickwinkel auf die Tafel muss die Lesbarkeit/Erkennbarkeit gewährleistet werden.			
Es müssen Verkehrsinformation sowie gezielte Steuerungsmaßnahmen durch den Wegweiser angezeigt werden können.			
<b>1.9.1 Blickwinkel</b>			
1.9.1 a	Blickwinkel 45°	Blickwinkel bis zu 45°	
1.9.1 b	Blickwinkel 45°plus	Blickwinkel größer 45°	
<b>1.9.2 LED-Leuchtwinkel</b>			
6.1.2 a	Leuchtwinkel 20	≥ 20°	
6.1.2 b	Leuchtwinkel 25	≥ 25°	

*Generell sind bei lichttechnischen Eigenschaften die TSVZVO und die ÖNOM EN 12966 zu beachten*

<b>Zuverlässigkeit</b>	<b>2 Zuverlässigkeit</b>	Die Zuverlässigkeit der Tafel muss gewährleistet werden. Gibt es eine Fehlfunktion, muss die Tafel von selbst auf Schwarz schalten, solange bis der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt ist.
	<b>2.1 Gehäuse der Tafel</b>	
		Beschichtung ist materialabhängig; Falls notwendig, ist der Korrosionsschutz in mehreren Schichten aufzutragen.
		Der Austausch defekter Systemkomponenten (Dioden, LED-Ketten) muss möglich sein.
		Die äußere Gehäuseoberfläche darf nicht zur Widerspiegelung oder zu spiegelnder Reflexion führen.
		Die Tafel ist vor Eintritt von Flüssigkeiten, Feuchtigkeit und Staub zu schützen.
	Das Gehäuse ist aus witterungs-, korrosionsbeständigem, wetterfestem und UV-beständigem Material herzustellen.	

Energie	<b>3 Energieautarkie</b>		Die Tafel muss den Strom, den sie benötigt, selbst erzeugen bzw. beinhalten. (Einsatz ohne Anschluss ans Stromnetz)
	3.1	<b>Stromversorgung</b>	Bei Solar- bzw. Fotovoltaik-versorgung muss die durchgehende Funktionsweise gewährleistet werden. Die Akkukapazität muss dem System bekannt gegeben werden. (Warnung)
	3.1 a	<b><u>Akku</u></b>	
	3.1 a24	<b>Akku-24</b>	Mindesteinsatzdauer 24 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 a36	<b>Akku-36</b>	Mindesteinsatzdauer 36 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 a48	<b>Akku-48</b>	Mindesteinsatzdauer 48 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 b	<b><u>Batterie</u></b>	
	3.1 b24	<b>Batterie-24</b>	Mindesteinsatzdauer 24 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 b36	<b>Batterie-36</b>	Mindesteinsatzdauer 36 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 b48	<b>Batterie-48</b>	Mindesteinsatzdauer 48 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 c	<b><u>Solar</u></b>	
	3.1 c24	<b>Solar-24</b>	Mindesteinsatzdauer 24 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 c36	<b>Solar-36</b>	Mindesteinsatzdauer 36 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 c48	<b>Solar-48</b>	Mindesteinsatzdauer 48 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 d	<b><u>Fotovoltaik</u></b>	
	3.1 d24	<b>Fotovoltaik-24</b>	Mindesteinsatzdauer 24 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 d36	<b>Fotovoltaik-36</b>	Mindesteinsatzdauer 36 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 d48	<b>Fotovoltaik-48</b>	Mindesteinsatzdauer 48 h (bei höchstem Stromverbrauch)
	3.1 z		falls nicht zutreffend, bitte eigene Angaben machen
	<b>4 Mobilität und Installation</b>		Die Tafel sollte nahezu überall aufgestellt werden können. Die Tafel muss schnell installierbar sein, um großen Programmier- bzw. Auf-Abbau-Aufwand zu vermeiden.
	4.1	<b>Transportfähigkeit</b>	Die Tafel muss Transportschwingungen aushalten können, da sie immer wieder transportiert wird.
	<b>4.2 Aufstellvorrichtung</b>		
	4.2.z		bitte 2 eigene Vorschläge angeben (z. B. Anhänger, Betonsockel + Steher...)
	<i>Wichtig!: Da es sich um einen mobilen Wegweiser handelt, muss die Aufstellvorrichtung leicht installierbar und transportierbar sein. Weiters sollte die Tafel, da sie auch auf Autobahnen aufgestellt wird, höhenverstellbar sowie kippar sein. (Sichtwinkel)</i>		
	<b>4.3 mögliche Zusatzausrüstung</b>		
	4.3 1		Schutzplanken
	4.3 2		Aufstellvorrichtung
4.3 3		Hebe- und Senkfunktion	
4.3 4		Blinklichter	
4.3 z		mögliche Zusatzausrüstung, die hier nicht angeführt ist	
<b>4.4 Aufstellungsart</b>			
4.4.a	Verstellbarkeit 10°	10° vertikal / horizontal verstellbar (Mindestanforderung)	
4.4.b	Verstellbarkeit 15°	15° vertikal / horizontal verstellbar	

	4.4.c	Verstellbarkeit 20°	20° vertikal / horizontal verstellbar
--	-------	---------------------	---------------------------------------

Sensorik	5	<b>Verkehrs- und Umfelddaten</b> <b>- Sensorik</b>	Verkehrs- und Umfelddaten sind zu ermitteln (Umfelddatensensorik, Videobilder, Bilderfolgen). Diese müssen von der Tafel zur Zentrale übermittelt werden.
	5.1	<b>Bildmaterial</b>	Aufnahmen bzw. Einzelbilder, um den Verkehrszustand zu ermitteln und an die Zentrale weiterzuleiten
	5.1 a	6/min	6 Bilder pro Min
	5.1 b	12/min	12 Bilder pro Min
	5.1 z	<input style="width: 100px;" type="text"/>	falls nicht zutreffend, bitte eigene Angaben machen
	<i>Die Kamera ist möglichst wenig Schwingungen auszusetzen</i>		
	5.2	<b>Kameraeinstellung</b>	
	5.2 a	fix-ja	Drehen/Schwenken beim Aufstellen einstellbar (Schwenken mind. 45°)
	5.2 aa	bis 45°	
	5.2 ab	bis 90°	
	5.2 ac	größer 90°	
	5.2 b	nein	Kein Drehen/Schwenken, Kamera immer gleich positioniert
	5.2 c	fern-ja	Drehen/Schwenken mittels Fernsteuerung möglich (Schwenken mind.45°)
	5.2 ca	bis 45°	
	5.2 cb	bis 90°	
	5.2 cc	größer 90°	
	5.2 z	<input style="width: 100px;" type="text"/>	falls nicht zutreffend, bitte eigene Angabe nmachen
	<b>Berührlose VDE Sensoren</b>		
	5.3	<input style="width: 100px;" type="text"/>	um Fahrzeuge beim Durchfahren des MQ zu erfassen eigene Angabe zum VCE Sensor machen
	5.3.1	Modul FZK	Messwerte: Fahrzeugklasse
5.3.2	Modul V	Geschwindigkeit	
5.3.3	Modul FR	Fahrtrichtung	
5.3.4	Zusatzmodul	Nettozeitlücke	
5.3.4 a	Modul Z FZL	Fahrzeuglänge	
5.3.4 b	Modul Z Vbel	Belegtzeit	
bitte genaue Angaben zum angebotenen Sensor machen			
<p><b>Der vorgeschlagene Sensor seitens des Projektteams ist ein Seitenradar, da dieser eine günstige Variante darstellt und die Ermittlung der Fahrzeugklasse (2+0) sowie der Geschwindigkeitsklasse für das hier vorgestellte System ausreichend sind. Auf Wunsch können natürlich auch teurere Sensoren wie Laserscanner oder Passivinfrarot am Anzeigergerät installiert werden.</b></p> <p style="color: red;"><i>Achtung: Die amtlich zugelassene Betriebsgenehmigung des Detektors (als Funkanlage) für Österreich ist nachzuweisen.</i></p>			
<i>Wichtig! Für die angebotenen Sensoren muss auch eine Schnittstelle (mdWiSta - Zentrale) inkludiert werden.</i>			

<b>Sensorik</b>	<b>5.4 GPS-Installation</b>	
		Für die Standorterkennung und Diebstahlsicherung muss der Wegweiser mit einem GPS-System versehen werden. Von der Zentrale aus soll die Ortung des mdWiSta möglich sein.
		<i>Wichtig! Es muss auch eine Schnittstelle (mdWiSta - Zentrale) inkludiert werden.</i>
	<b>5.5 UDE-Sensoren (Umfelddaten)</b>	
		Zutreffende Steuerungsmaßnahme(n) bitte auswählen.
	5.5.1	UDE Generell ist bei allen Steuerungsmaßnahmen die relative Luftfeuchtigkeit RLF, die Lufttemperatur LT mit zu messen
	5.5.1a	NST Nässesteuerung
	5.5.1b	NI Niederschlagsintensität
	5.5.1c	NST Niederschlagsart
	5.5.1d	WFD Wasserfilmdicke
5.5.1e	FBZ Zustand Fahrbahnoberfläche	
5.5.1f	NW Nebelwarnung	
5.5.1g	SW Sichtweite	
5.5.1h	HKS Helligkeitssteuerung der Anzeigen	
5.5.1i	SWP Seitenwindprogramm	
5.5.1j	V-Wind Windgeschwindigkeit	
5.5.1k	WR Windrichtung	
5.5.1l	Glätte Glättewarnung	
5.5.1m	FBT Fahrbantemperatur	
5.5.1n	GT Gefriertemperatur	
5.5.1o	TPT Taupunkttemperatur	
	<i>Achtung!: Verschmutzungseffekte und Reflektionen dürfen nicht zur Auflösung einer Nässemeldung oder falschen Sichtweitenmeldungen führen.</i>	
	<i>Das Gerät muss in der Lage sein, dauerhafte Unterbrechungen des Lichtstrahls durch Fremdkörper, Insekten, Spinnennetze etc. zu erkennen und eine Störmeldung zu generieren.</i>	
	<i>Achtung: Die amtlich, zugelassene Betriebsgenehmigung des Detektors (als Funkanlage) für Österreich, ist nachzuweisen.</i>	
	<i>Wichtig! Für die angebotenen Sensoren muss auch eine Schnittstelle (mdWiSta - Zentrale) inkludiert werden.</i>	
	<b>Die Anbindung EAK an die VUE-Schnittstelle ist vorgesehen.</b>	
<b>5.6 TMC-Meldungen</b>		
	Die Notwendigen Vorrichtungen um mit dem mdWiSta TMC-Meldungen generieren zu können sind vorzusehen. Auch die Schnittstelle muss inkludiert werden.	

<b>Sensorik</b>	<b>5.9 Schnittstellen</b>		
	<p>modularer Aufbau nach dem OSI-Schichtenmodell (RVS 05.01.12 - Seite 16 ff)</p> <p>mögliche Übermittlungsverfahren = HTTP, HTTPS, FTP, UDP, SMTP usw.</p> <p>Je nach Schnittstellenart sind Sicherheit und Übertragungsdauer zu berücksichtigen</p> <p style="padding-left: 40px;">Anwendungsschicht 5-7: HTTP, FTP, SMTP</p> <p style="padding-left: 40px;">Anwendungsschicht 4: TCP, UDP</p> <p style="padding-left: 40px;">Internetschicht 3: IP</p> <p style="padding-left: 40px;">Netzzugangsschicht 1-2: Ethernet, Token Ring, FDDI</p> <p style="color: red; padding-left: 40px;"><i>Alle notwendigen Schnittstellen sowie der Übermittlungsstandart sind anzuführen.</i></p> <p>Übermittlungsstandard: Datex (HTTP/HTML)</p> <p style="padding-left: 40px;">Datex 2 (HTTP)</p> <p style="padding-left: 40px;">RDS/TMC bzw. TPEG</p>		
	<b>5.10 Datenüberwachung</b>	Es muss möglich sein Daten von einer Zentrale an die Tafel und von der Tafel an die Zentrale zu übermitteln.	
	5.10.1 Softwareschutz	Schutz der Software vor unerwünschten Zugriffen (Scherz-Attaken)	
<b>Wetter</b>	<b>6 Wetterbeständigkeit</b>	Die Tafel muss bei jedem Wetter funktionstauglich sein. (Ausnahme: Wetterkatastropheneignisse)	
	<b>6.1 Temperaturen</b>		
	6.1 a	-30° bis + 55°	Mindestanforderung!
	6.1 b	-35 ° bis + 55 °	
	6.1 c	-35° bis + 60 °	
	6.1 z		falls nicht zutreffend, bitte eigene Angaben machen
	<b>6.2 Windgeschwindigkeit</b>		Dieser Windgeschwindigkeit hält die Tafel mit Sicherheit stand. (Falls die ASFINAG-Werte von den hier genannten Werten abweichen, sind die Werte der ASFINAG als Mindestwert heranzuziehen.)
	6.2 a	bis zu 83 km/h	Sturm
6.2 b	bis zu 102 km/h	schwerer Sturm	
6.2 c	bis zu 111 km/h	Orkanartiger Sturm	
6.2 z		falls nicht zutreffend, bitte eigene Angaben machen	