



Graz University of Technology

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

# **KONZEPTION UND ANWENDUNG VON MOBILEN DYNAMISCHEN WEGWEISERN AM HOCHRANGIGEN STRASSENNETZ**

## **MASTERARBEIT**

vorgelegt von:

**Cornelia Hebenstreit, BSc**

bei

Univ. Prof. Dr. Ing. Martin Fellendorf

Dipl. Ing. Dipl. Ing. Dr. techn. Thomas Reiter

Dipl. Ing. Michael Haberl

Technische Universität Graz

**Institut für Straßen- und Verkehrswesen**

Graz, am 3. Jänner 2013



Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008  
Genehmigung des Senats am 01.12.2008

**Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen / Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtliche und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Cornelia Hebenstreit, BSc

**Statutory Declaration**

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Cornelia Hebenstreit, BSc



**Aufgabenstellung für die Masterarbeit**

**von Cornelia Hebenstreit**

Vorstand Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf

Rechbauerstraße 12

A-8010 Graz

Tel.: +43 (0) 316 873-6221

Fax: +43 (0) 316 873-4199

isv@tugraz.at

DVR: 008 1833

UID: ATU 574 77 929

Graz, 10.Mai. 2012

**Konzeption und Anwendung von mobilen dynamischen Wegweisern  
am hochrangigen Straßennetz**

**Problemstellung**

Die Verkehrslage im hochrangigen Straßennetz wird in Österreich mittlerweile dauerhaft in guter Qualität, automatisiert in der Verbindung mit Verkehrsbeeinflussungsanlagen oder auch manuell über Videokameras, bestimmt. Bei veränderter Verkehrsführung, zum Beispiel während Baustellen oder Großveranstaltungen sowie bei langanhaltenden ungeplanten Ereignissen, besteht der Bedarf, den Verkehrszustand valide ermitteln zu können. Für diese zeitlich beschränkten Fälle soll ein System entwickelt werden, welches schnell installiert werden kann und eigenständig, unbeaufsichtigt sowohl Verkehrsfluss und Durchfahrtszeiten überwacht.

Das Mobile Verkehrsmanagement System (kurz MOVEMENTS) basiert auf der Analyse von Mobilfunkdaten für spezifische Gebiete und dem Potential, aus diesen Daten die Verkehrslage abschätzen zu können. Zusätzlich zur Verkehrslage sollen vom System Verkehrsarten und Bilder (Video) an Infrastrukturbetreiber sowie an Dritte übermittelt werden. Bei schwierigen Beleuchtungsverhältnissen sowie jeglicher Wetterlage soll das Gesamtsystem des mobilen Wegweisers zuverlässig und sicher funktionieren. Das mobile Verkehrsmanagement-System soll mit mobilen dynamischen Wegweisern mit integrierter Stauinformation (mdWiSta) und mobiler LED-Anzeige ausgestattet werden.

Mobile dynamische Wegweiser mit integrierter Stauinformation haben zum Ziel, die mittels Mobilfunkdaten oder anderer Verkehrslageschätzung detektierten Staus zuverlässig zu validieren. Es sollen Verkehrsmanagementempfehlungen abgegeben werden und an den User übermittelt werden. Die Verkehrsteilnehmer sollen auf der Strecke rechtzeitig über ihre Verhaltensmöglichkeiten informiert werden. Durch die on-trip Information vor wichtigen Entscheidungspunkten soll eine gleichmäßigere Auslastung des Streckennetzes ermöglicht, die Verkehrssicherheit erhöht und Haltevorgänge sowie Anfahrten verringert werden. Dadurch kann es im besten Fall auch zu einer Reduktion der Emissionen kommen.

## Aufgabenstellung

Tritt ein Ereignis an speziellen Punkten im Netz auf oder wird die Verkehrsführung abgeändert, so können die fest installierten Verkehrsbeeinflussungsanlagen im Regelfall nicht verwendet werden, da die Detektoren durch veränderte Verkehrsführung nicht mehr befahren werden oder das Ereignis genau an solchen Stellen im Netz eintritt, wo keine VBA Detektion installiert ist. Für diese zeitlich beschränkten Fälle soll nun ein System entwickelt werden, welches nahezu überall installiert werden kann und die Verkehrslageschätzung auf Plausibilität prüft und die notwendigen Informationen an den Verkehrsteilnehmer weitergibt.

Zusätzlich zu den Eingangsdaten der Verkehrslage soll das System Verkehrsarten und Bilder (Video) erfassen und an den/ die Infrastrukturbetreiber sowie an Dritte übermitteln können. Das System muss zuverlässig und sicher funktionieren. Der mobile dynamische Wegweiser, welcher im Idealfall überall im Netz aufstellbar ist, soll so aufgestellt werden, dass die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer nicht beeinträchtigt wird, sondern durch die erhöhte Information der Fahrzeuglenker, deren Sicherheit ausschließlich erhöht wird.

Diese **mobilen dynamischen Wegweiser** mit integrierter **Stauinformation** (mdWiSta) sollen geeignete Maßnahmen für die Szenarien Baustelle, Großveranstaltung sowie ungeplante, längerdauernde Ereignisse schnell anzeigbar werden. Auch Routenwahlmöglichkeiten sollen angezeigt werden. Speziell für einen hohen Befolgungsgrad muss auf Lesbarkeit, Erkennbarkeit sowie Verständlichkeit der Informationen großen Wert gelegt werden.

Inhalt dieser Masterarbeit ist die Konzeption eines Prototyps für ein umsetzungsfähiges Konzept zur Erkennung der Verkehrslage, welches auf Echtzeitdaten aus Mobilfunkdaten basiert. Auch jede andere Verkehrslageschätzung ist als Dateneingang einsetzbar. Für die Informationsübermittlung wird der mdWiSta aus weitestgehend bereits bestehenden Komponenten zusammengesetzt und spezifiziert. Durch Richtlinien und Normen vorgegebene Kennwerte werden als Grundlage herangezogen, um eine ausreichende Anzeigetafelgröße sowie Schaltstrategien zu entwickeln. Schlussendlich sollen Maßnahmen erstellt werden, welche für die verschiedenen Szenarien (Baustelle, Großveranstaltung und kurzfristiges Ereignis) und Anzeigevarianten sowie Verkehrssteuerungsmaßnahmen je nach Situation, Verkehrsfluss und Straßennetzkategorie abänderbar sind. Anzeigeoptionen werden in Form von Beispielen für jedes Szenario erarbeitet. Um eine schnelle Einsatzmöglichkeit sicherzustellen müssen Einsatzort, Größe, Gewicht, Sichtverhältnisse und dergleichen beachtet werden, somit werden auch mögliche Aufstell- bzw. Befestigungsvarianten vorgestellt.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf

Tel. 0316 873 6220

[martin.fellendorf@tugraz.at](mailto:martin.fellendorf@tugraz.at)

Betreuer

Dipl. -Ing. Dipl. -Ing. Dr. Thomas Reiter

Tel.: +43 (0)316 873-6723

E-Mail: [reiter@tugraz.at](mailto:reiter@tugraz.at)

Zweitbetreuer

# Kurzfassung

## Konzeption und Anwendung von mdWiSta im hochrangigen Straßennetz

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Konzeption einer mobilen Anzeigetafel, welche sowohl im hochrangigen als auch im untergeordneten Straßennetz einsetzbar sein soll. Für die Straßenmeisterei soll das System rasch einsatzfähig, zuverlässig, energieautark und einfach bedienbar sein. Durch den Einsatz eines mdWiSta wird vor allem die straßenseitige Abwicklung vereinfacht. Die Überwachung und Überprüfung des gesamten hochrangigen Netzes wird relativ kostengünstig ermöglicht. Auch das Ereignismanagement wird vereinfacht. Mit der Verwendung des mdWiSta kann außerdem die Sicherheit erhöht und eine verbesserte Verkehrsteilnehmerinformation umgesetzt werden. Der große Vorteil dieses Systems ist, dass im Gegensatz zu den bisher angewandten Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) keine langzeitigen fixen Infrastruktur-Installationen, die außerdem sehr kostspielig sind, benötigt werden.

Um die verarbeiteten Informationen und Strategien an den Verkehrsteilnehmer übermitteln zu können, darf das System nur einwandfreie und nachvollziehbare Information weitergeben. Die Zuverlässigkeit muss gewährleistet werden. Für die Informationsübermittlung werden bekannte Piktogramme wie Vorschrifts-, Vorwarn-, Geschwindigkeitsbeschränkungszeichen durch Textelemente und Piktogramme z.B. Zeitverlustanzeigen unterstützt. Die Informationsdarstellung am mdWiSta lehnt sich an den bisher im ASFiNAG-Netz verwendeten Darstellungen an.

Für den mdWiSta wichtige Details, wie die ausgewählte Tafelgröße, Hintergrundstrategien, Anzeigebildvarianten, mögliche Einsatzfälle sowie Aufstellungsoptionen, welche anhand von Regelwerken, Richtlinien, Studien sowie örtlichen Gegebenheiten ermittelt wurden, sind ein weiterer Bestandteil dieser Arbeit. Zusätzlich dazu umfasst das System auch über optional auswählbare zusätzlich detektierende Komponenten. Die in der vorliegenden Arbeit vorgestellten Anwendungsfälle beziehen sich auf in Österreich stattfindende, meist wiederkehrende Veranstaltungen, verschiedene Baustellenszenarien sowie kurzfristige Ereignisse von längerer Dauer (Unfälle, Pannen), welche im Jahr 2012 vorgefallen sind. Für diese Einsatzfälle werden nachfolgend beispielhafte Anzeigebilder dargestellt.

Generell nimmt diese Arbeit stärker Bezug auf Österreich und bezieht somit vermehrt österreichische Regelwerke und Normen in die grundlegenden Anforderungen mit ein. Bei den Wechseltextanzeigen (WTA) beziehungsweise dynamischen Wegweisern mit integrierter Stauinformation (dWiSta) wurden Erkenntnisse zu den Textanzeigen aus verschiedenen internationalen Projekten entnommen und für die Konzeption miteinbezogen.



# Abstract

## Conception and application of mVMS on high-ranking streets

This Thesis is about the conceptual design of a dynamic variable message signs (VMS). This signs should be deployable on high-ranking streets (for example highways) as well as on secondary streets. For the road maintenance staff it is important that this system can be mounted very fast and the operating works in a safe, insular and simple way. The system should make the handling much easier. Operating with such a mobile variable message sign should make it possible to monitor, supervise and check every part of the traffic network with just a mobile message sign. Also incident-management can be handled in an easier way. Using this system safety and handling will be improved and better road user information can be provided. Therefore no long-term, fix mounted infrastructure, which is expensive, is needed.

To bring the strategy to the end-user, all things working behind must be implemented into visible and coherent information. For transferring known pictographs are used, they are supported by text messages and new pictographs, for example time delay. The design or display resembles the nowadays used design at the ASFiNAG. For the mobile dynamic variable message sign with integrated congestion-information (mVMS) details like display-size, background-strategies, display-variations, possible application cases are given. Guidelines, regulations, studies and local conditions were used to get the best possible output. Furthermore the System offers the use of different detectors. Therefore some cases which refer on existing, circular events, different types of construction-zones as well on short-term happenings of 2012 in Austria which lasts longer than 1.5 hours (accidents, breakdowns) are visualized. For those cases design-samples were painted.

This work applies strongly to Austrian standards, because it was implemented for the Austrian road maintenance (ASFiNAG). The part of the text display refers more to international projects.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>iii</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>vi</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>vii</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>5</b>
2.1 Straßenkategorien .....	5
2.2 Kenngrößen des Verkehrs .....	9
2.2.1 Verkehrsfluss, Kapazität und Stau.....	9
2.2.2 Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke .....	12
2.2.3 Level of Service (LOS) .....	13
2.2.4 Geschwindigkeit .....	15
2.3 Routenwahl .....	17
2.3.1 Grundlagen der Routenwahl.....	17
2.3.2 Hierarchie.....	20
2.3.3 Befolungsgrad.....	22
2.4 Verkehrsmanagement.....	26
2.4.1 Regeln der Wegweisung.....	26
2.4.2 Baustellenmanagement .....	28
2.4.3 Highway Agency Traffic Officers .....	28
2.4.4 Verkehrsmanagementsysteme .....	29
2.5 Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA).....	31
2.5.1 Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA).....	31
2.5.2 Knotenpunktbeeinflussungsanlagen (KBA).....	32
2.5.3 Netzbeeinflussungsanlagen (NBA) .....	33
2.6 VBA in Österreich .....	37
2.7 Erkenntnisse zur on-trip Informationsaufnahme .....	39
2.7.1 Verkehrspsychologisches Verhalten .....	39
2.7.2 Verkehrspsychologische Einflüsse.....	42
2.7.3 Sicht- und Lesbarkeitsweiten .....	45
<b>3 Mobiler dynamischer Wegweiser mit integrierter Stauinformation.....</b>	<b>46</b>
3.1 Anforderungen .....	47
3.1.1 Generell gültige Anforderungen .....	48
3.1.2 Spezielle Anforderungen an die Anzeigetafel .....	50
3.2 Das Tafelement.....	53

3.2.1	Spezifikation der Tafelgröße .....	53
3.2.2	Tafelinhalte .....	62
3.2.3	Zusammengesetzte Tafeln .....	63
3.2.4	Tafelformat.....	64
3.2.5	Aufstellvorrichtung und Montage.....	67
3.3	Bisherige Ereignisabwicklung und –auswertung .....	79
3.3.1	Ereignismanagement – Auswertungen des Jahres 2012 .....	79
3.3.2	Überblick vorhandener Systeme .....	85
3.3.3	Bisheriger Prozessablauf .....	86
3.4	Neuartige Ereignisabwicklung und Schaltstrategie .....	87
3.4.1	Prozess vom Ereigniseintritt zur Meldung .....	87
3.4.2	Auswahl der Strategie .....	89
3.4.3	Aktionspläne.....	92
3.4.4	Schwellen- bzw. Grenzwert.....	99
3.4.5	Strategieumsetzung .....	101
<b>4</b>	<b>Anwendungsfälle.....</b>	<b>105</b>
4.1	Großveranstaltungen.....	106
4.1.1	Gliederungsmöglichkeiten .....	108
4.1.2	Österreichische Großveranstaltungen .....	113
4.1.3	Airpower am Hinterstoisser Fliegerhorst (Zeltweg).....	118
4.1.4	Skiweltcup am Semmering.....	133
4.2	Baustelle .....	138
4.2.1	Baustellenabsicherung/Baustelleneinrichtung .....	138
4.2.2	Maßnahmen .....	142
4.3	Ungeplante Ereignisse .....	144
4.3.1	Schwerer Lkw-Unfall auf Wiener Außenringautobahn .....	144
4.3.2	Lange Staus durch Unfälle auf Autobahn A8 .....	146
4.3.3	Unfall auf der Brennerautobahn .....	147
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblick .....</b>	<b>151</b>
	<b>Glossar.....</b>	<b>153</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>157</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>169</b>
	Verkehrszeichenbrücke .....	169
	Anzeigemöglichkeit – Vergleich mdWiSta und WTA.....	170
	Anforderungskatalog.....	171
	Benutzeroberfläche .....	177
	Vorhandene Anhängersysteme .....	182

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Österreichs Autobahnen- und Schnellstraßennetz.....	8
Abbildung 2: Schema der Routenwahl.....	17
Abbildung 3: Charakteristik der Routenwahl.....	19
Abbildung 4: Routenmöglichkeiten im Vergleich: In der Stadt und am Land.....	20
Abbildung 5: Alternativen-Kennntnis nach Situierung.....	21
Abbildung 6: Richtungsregel.....	27
Abbildung 7: Durch „Umklappen“ erhält man die am Wegweiser abgebildete Reihenfolge.....	27
Abbildung 8 Traffic Officers United Kingdom.....	28
Abbildung 9: Vertikale und horizontale Prismenwender.....	34
Abbildung 10: Beispiel eines LED-Moduls (links 2-färbig, rechts vollfarbig).....	35
Abbildung 11: VBA Einfachriegelbrücke mit Wechseltextanzeige (WTA).....	37
Abbildung 12: VBA Doppelrahmenbrücke mit WVZ.....	37
Abbildung 13: Verkehrszeichenbrücke für 2 bzw. 4 Fahrstreifen.....	38
Abbildung 14: VBA Einfachriegelkrugarm mit WTA.....	38
Abbildung 15: Anzeigetafel mit drei verschiedenen LED-Tafelementen.....	50
Abbildung 16: Einflussfaktoren der Tafelgröße.....	53
Abbildung 17: Schrift für reflektierende Verkehrszeichen: Engschrift (links), Breitschrift (rechts).....	56
Abbildung 18: Maßeinheit "E" für die Abstandsregelung fester Beschilderung.....	57
Abbildung 19: Aufstellung in der Kurve, Positionierung der Tafel (3°).....	60
Abbildung 20: Position des mdWiSta mit Mindestseitenabstand zum Fahrstreifen.....	60
Abbildung 21: Darstellung von Anzeigehalten auf einer WTA.....	62
Abbildung 22: Gruppierung nach verschiedenen Anzeigehalten.....	62
Abbildung 23: Varianten der Tafелеlementzusammenstellung.....	63
Abbildung 24: Tafelformat: Variante 2A und A.....	64
Abbildung 25: Schilderauswahl und Aufstellung.....	65
Abbildung 26: Tafelformat: Variante B und B+.....	66
Abbildung 27: Vergleich WTA und mdWiSta.....	66
Abbildung 28: 1,5m Abstand von Schildunterkante zur Fahrbahnoberkante.....	68
Abbildung 29: Mögliche Aufstellung mittels Betonsockel.....	69
Abbildung 30: Peter Berghaus Verkehrstechnik – Aluminium Austellvorrichtungen.....	70
Abbildung 31: Befestigung mittels Erdschraube und Abspannung am Mast.....	70
Abbildung 32: Aufstellvorschlag: Erdschrauben und Abspannung.....	71
Abbildung 33: Verkehrszeichenanhänger mit Platz für Zusatzausrüstung.....	71
Abbildung 34: Aufstellidee – Leitergestell und Nivellier.....	72
Abbildung 35: Leitplankenbefestigungsklemmen.....	74
Abbildung 36: Leitplankenbefestigung mit Stoßabsorber.....	75
Abbildung 37: Schutzplankenbefestigung.....	75
Abbildung 38: Leitplankenbefestigung - Überlegung einer Umsetzungsvariante.....	76
Abbildung 39: Momentan eingesetzte Befestigung für feste VZ auf Betonleitwand.....	76
Abbildung 40: Betonleitwände auf österr. Autobahnen.....	77
Abbildung 41: Gliederung der Ereignisfälle Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012.....	79
Abbildung 42: Sperrungen bei Ereignissen, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012.....	80
Abbildung 43: Gründe von Verkehrsüberlastungen, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012.....	81

Abbildung 44: Ereignisfall Witterung, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012.....	81
Abbildung 45: Ereignisfall: Unfall, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012 .....	82
Abbildung 46: Ereignisfall Panne - nach Fahrzeugart, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012 .....	82
Abbildung 47: Ereignisfall Panne, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012 .....	83
Abbildung 48: Ereignisfall: Brand, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012 .....	83
Abbildung 49: Ereignishäufungsstellen, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012 .....	84
Abbildung 50: Bisheriger Informationseingang von Ereignissen im ASFiNAG-Netz.....	86
Abbildung 51: Verschiedene Dateneingänge für die Ereignisabwicklung mittels mdWiSta .....	87
Abbildung 52: Prozess des Ereigniseinganges und der Ereignisabwicklung .....	88
Abbildung 53: Vorgehensweise des Strategiemanagements.....	90
Abbildung 54: Vereinfachte Strategiedarstellung .....	91
Abbildung 55: Vorauswahl der Verkehrszeichen für den Ereignisfall Baustelle .....	93
Abbildung 56: Ablauf, planbares Ereignis .....	95
Abbildung 57: Flussdiagramm- Strategieablauf - geplantes Ereignis.....	95
Abbildung 58: Ablauf, ungeplantes Ereignis .....	96
Abbildung 59: Flussdiagramm - Strategieablauf - ungeplantes Ereignis.....	97
Abbildung 60: Ablaufreihenfolge -bei ungeplanten Ereignissen.....	98
Abbildung 61: Routenauswahl/-Umlegung durch Grenzwertüberschreitung .....	101
Abbildung 62: Strategieumsetzung .....	102
Abbildung 63: web-basierte Benutzeroberfläche .....	103
Abbildung 64: Benutzeroberfläche - Tablet Animation.....	104
Abbildung 65: Anfahrtswege verschiedener Landeshauptstädte nach Zeltweg.....	118
Abbildung 66: Routenwahlmöglichkeiten von Salzburg, Linz, Graz, Wien kommend .....	119
Abbildung 67: Parkplatzplan Airpower 2011.....	121
Abbildung 68: Visum-Netz und Liniennetzplan vom Nahraum der Airpower/Zeltweg .....	122
Abbildung 69: Die 15 besten Routen, inklusive Parkplatzwahl, nach Reisezeiten, ab Knittelfeld Ost.....	123
Abbildung 70: einfachster Graph .....	124
Abbildung 71: Einfacher Liniengraph + Schemadarstellung Schnellstraße - Airpower .....	125
Abbildung 72: Abstrahierter Netzgraph - Airpower .....	126
Abbildung 73: Capacity Restraint Function .....	127
Abbildung 74: Anzeigeoption bei LOS A-D und LOS E .....	129
Abbildung 75: Piktogramme für Zeitverlustanzeigen.....	130
Abbildung 76: Anzeigeoption, LOS F im Bereich Zeltweg-Ost und Bereich Knittelfeld.....	131
Abbildung 77: Anzeigeoption, LOS E-F, Bereich Knittelfeld-Ost.....	131
Abbildung 78: Anzeigeoption für Park and Ride .....	131
Abbildung 79: Situierung der mdWiSta im Netz .....	132
Abbildung 80: Nahbereich Semmering .....	133
Abbildung 81: Großräumiges Ausweichen – Semmering.....	134
Abbildung 82: Wechselbildanzeige (links und Mitte), Einzelanzeige Skiweltcup Semmering (rechts).....	136
Abbildung 83: mdWiSta Semmering, Abfahrt bei Neunkirchen.....	136
Abbildung 84: Verkehrszeichen "Geschwindigkeitsbegrenzung“, "Baustelle" und „Stau“ .....	139
Abbildung 85: Dynamische Anzeigeoption für Baustelle .....	143
Abbildung 86: Sperre bei Alland.....	144
Abbildung 87: Anzeigebild Unfall, Beispiel Aland.....	145
Abbildung 88: mdWiSta-Positionierung, Außenringautobahn.....	145

---

Abbildung 89: A8 – Staubereich .....	146
Abbildung 90: Anzeigeoption bei langem Stau, hier auf der A8 .....	146
Abbildung 91: Hangrutschung am Brenner .....	147
Abbildung 92: Betonmauer begräbt LKW .....	148
Abbildung 93: Anzeigeoption bei Streckensperre (Format A und 2A) .....	148
Abbildung 94: Anzeigeoption bei Streckensperre (Format B und B+) .....	149
Abbildung 95: Wegweisende Beschilderung leitet auf die Normalroute zurück .....	149
Abbildung 96: mdWiSta Situierung - Brennerautobahn .....	150
Abbildung 97: Verkehrszeichenbrücke – Wechselverkehrszeichen – inklusive Zeichenerläuterung ..	169
Abbildung 98: Vergleich mdWiSta und WTA, Beispiel St. Marx .....	170
Abbildung 99: Vergleich mdWiSta und WTA, Beispiel Guntramsdorf.....	170
Abbildung 100: Verschiedene Anhängervorrichtungen von Nissen .....	182
Abbildung 101: B.A.S Anhänger .....	182
Abbildung 102: Vorwarntafel mit LED-Verkehrszeichen.....	182
Abbildung 103: Hydraulische Vorwarntafel .....	182
Abbildung 104: Fahrbare Absperr- und Vorwarntafeln .....	183
Abbildung 105: mobile LED-Tafeln .....	183
Abbildung 106: System von Trebbiner-Fahrzeuge .....	183

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Österreichs Autobahnen.....	6
Tabelle 2: Österreichs Schnellstraßen.....	7
Tabelle 3: Verkehrsentwicklung 2008 - 2009.....	12
Tabelle 4: Qualitätsstufen nach LOS und HCM.....	13
Tabelle 5: Qualitätsmaße nach Straßentypen.....	14
Tabelle 6: Klassenbezeichnung der photometrischen Parameter der WVZ.....	35
Tabelle 7: Tabelle 4d aus ÖNORM EN 12966, Grenzwerte der Leuchtdichte.....	36
Tabelle 8: Mindestwerte des Leuchtdichteverhältnisses, Auszug aus der ÖNORM EN 129661.....	36
Tabelle 9: Zusammenfassung von Forschungsergebnissen bezüglich Anzeigehalte.....	44
Tabelle 10: Schrifthöhen laut StVO.....	57
Tabelle 11: Geschwindigkeitsbereiche und Größenwahl laut StVO.....	58
Tabelle 12: Schildergröße VZ festen Inhaltes laut StVO.....	58
Tabelle 13: Schildergrößen für Zusatzzeichen.....	59
Tabelle 14: Mindestbodenabstände von Verkehrszeichen.....	61
Tabelle 15: maximale Buchstabenanzahl pro Zeile des Tafelformats A und 2A.....	65
Tabelle 16: spezifisches Gewicht von LED-Tafeln unterschiedlicher Hersteller (Stand: August 2012) ..	67
Tabelle 17: verschiedene Prüfkriterien für Fahrzeugrückhaltesysteme.....	73
Tabelle 18: Überblick Befestigungssysteme.....	78
Tabelle 19: Einflussfaktoren der Großveranstaltung als Verkehrserreger.....	107
Tabelle 20: Eventtypen nach Besucheranzahl.....	108
Tabelle 21: Thematische Eventtypen.....	110
Tabelle 22: Verkehrsmodi-Anteile nach Reisetypen.....	111
Tabelle 23: Verkehrserregende Großveranstaltungen.....	113
Tabelle 24: Mögliche Kriterien + Gewichtung für Großevents.....	115
Tabelle 25: Routenoptionen aus St. Michael kommend.....	120
Tabelle 26: Verkehrslage - Airpower.....	129
Tabelle 27: Anzeigoptionen nach Verkehrslage und Ereignisort.....	129
Tabelle 28: Routenoptionen im Nahbereich Semmering.....	135
Tabelle 29: Arbeitsstellen von längerer Dauer – Standardfälle.....	141

## Abkürzungsverzeichnis

ABM	Autobahnmeisterei
A+S Netz	Autobahnen- und Schnellstraßennetz
ASFiNAG	Autobahn- und Schnellstraßenfinanzierungs- Aktien Gesellschaft
ASt	Anschlussstelle
B	Landesstraße B (vor 2002, Bundesstraße)
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BLIDS	Bluetooth based traffic data collection system
BM	Bundesministerium
CIE	Normtafeln der Internationalen Beleuchtungskommission
cm	Zentimeter
CR-Funktion	Capacity Restraint Funktion
DLZ	Dauerlichtzeichen
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
dWiSta	dynamischer Wegweiser mit integrierter Stauinformation
EAK	Ein/Ausgabe Konzentrador
EMS	Erhaltungsmanagementsystem
EU	Europäische Union
FGSV	Deutsche Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr
FHWA	Federal Highway Administration
FIVE	Framework for harmonized Implementation of VMS in Europe
FSt	Fahrstreifen
FSV	Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr
Fz	Fahrzeuge
GGV	Gegenverkehr
GSM	Global System for Mobile Communication
GPRS	General Packet Radio Service
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HBS	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
HCM	Highway Capacity Manual
k	Verkehrsdichte [Fz/km]
KBA	Knotenbeeinflussungsanlage
KFVT	Kölner Fahrverhaltenstest
Kfz	Kraftfahrzeuge
Km/h	Kilometer pro Stunde (Geschwindigkeit)
L	Landesstraße
l	Länge
LCD	Liquid Crystal Display bzw. Flüssigkristallanzeige
LED	Leuchtdiode
Lkw	Lastkraftwagen
LOS	Level of Service
LR-Klasse	Leuchtdichteverhältnis-Klasse
m	Meter
mdWiSta	mobiler dynamischer Wegweiser mit integrierter Stauinformation

mIV	motorisierter Individualverkehr
mm	Millimeter
MOVEMENTS	Mobiles Verkehrsmanagementsystem
MUTC	Manual on Uniform Traffic Control Devices
mVMS	mobile variable Message Sign with integrated congestion-information
N	Newton
NBA	Netzbeeinflussungsanlage
ÖN	Österreichisches Normungsinstitut
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkw	Personenkraftwagen
PMV	Plateau de Signalisation a messages variables
q	Verkehrsstärke [Fz/h]
RIN	Richtlinien für integrierte Netzgestaltung
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
s	Sekunde
SBA	Streckenbeeinflussungsanlage
SETRA	Service d'études technique des routes et autoroutes
SSt	Streckenstation
StVO	Straßenverkehrsordnung
StVZVO	Straßenverkehrszeichenverordnung
SWOV	Niederländisches Verkehrsinstitut
TMP	Traffic Management Plans
TROPIC	Traffic Optimization by the Integration of Information an Control
UDE	Umfelddatenerfassung
ÜZ	Überwachungszentrale
UZ	Unterzentrale
VBA	Verkehrsbeeinflussungsanlage
VDE	Verkehrsdatenerfassung
VIP	Very important person
VIS	Verkehrsinformationssystem (der Polizei)
$v_m$	mittlere Geschwindigkeit [km/h]
VMIS	Verkehrsmanagement und Informationssystem
VMS	variable Message Sign
VZ	Verkehrszeichen
WERD	Westeuropäische Straßenverkehrsdirektion
WTA	Wechseltextanzeige
WVZ	Wechselverkehrszeichen
WWW	Wechselwegweisung
WZG	Wechselverkehrszeichengeber
$\sigma$	Normalspannung [N/mm <sup>2</sup> ]
$\tau$	Torsionsspannung [N/mm <sup>2</sup> ]

# 1 Einleitung

## Ausgangslage

In den letzten Jahren wurden im Netz der Autobahn- und Schnellstraßenfinanzierungs-Aktien-Gesellschaft (ASFiNAG) in Österreich immer mehr Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) installiert. Über diese Anzeigequerschnitte können je nach Anlass Geschwindigkeitsbegrenzungen und Überholverbote angeordnet werden. Zusätzlich können Geisterfahrerwarnungen, allgemeine Warnungen und Stauwarnungen ausgegeben werden. Durch Verkehrsmessungen und Wettersensoren können Umfeld- und Verkehrslagedaten ermittelt werden, von denen Warnungen zum Straßenzustand oder Routeninformationen abgeleitet und an die Fahrzeuglenker übermittelt werden. Solche Verkehrsbeeinflussungsanlagen wurden hauptsächlich an den besonders hoch belasteten oder gefährdeten Streckenabschnitten installiert. Das wichtigste Ziel von VBA ist die Gewährleistung der Verkehrssicherheit. Gefährdungen durch die verschiedenen Ereignisse sollen vermieden oder zumindest minimiert werden. Durch die Anzeigeinhalte werden die Fahrzeuglenker bewegt, ihr Fahrverhalten der vorherrschenden Situation anzupassen. Zusätzlich sollen VBA die Leichtigkeit des Verkehrs, also das bestmögliche Vorankommen, allen Verkehrsteilnehmern ermöglichen.

Flächendeckende Installationen sind wirtschaftlich gesehen nicht machbar und nicht zu rechtfertigen. Es sollen weitere VBA installiert werden, diese beschränken sich jedoch auf einige Netzteile und werden niemals das gesamte Autobahnnetz überwachen. Aufgrund des hohen finanziellen Aufwands sind solche fixen Installationen daher nur an Stellen mit häufigen Verkehrsstörungen und häufigen Schlechtwetterereignissen machbar.

Um Informationen am gesamten Netz flächendeckend, ereignisgerecht und kollektiv für alle Verkehrsteilnehmer bereitstellen zu können werden von der ASFiNAG schon heute mobile Schilder zum Einsatz gebracht. Diese informieren den Verkehrsteilnehmer über Gefahren oder der zu erwartenden kommenden Situation. Die derzeitig eingesetzten Informationstafeln mit dynamischen Anzeigen oder Wechseltextanzeigen (WTA) werden auf Anhängern zum Einsatzort transportiert und vor Ort am Anhänger situiert. Anhängersysteme werden häufig für die Absicherung von Tagesbaustellen (Geschwindigkeitsreduktion, Fahrstreifenreduktion) eingesetzt. Der Einsatzbereich solcher Wechseltextanzeigen ist durch die Positionierung des Anhängers und dessen geringe Anzeigoptionen stark eingeschränkt. Zum einen bleibt der Anhänger ein Sicherheitsrisiko für die Verkehrsteilnehmer, zum anderen sind die anzeigbaren Möglichkeiten wenig ausgereift und es wurde noch kein durchgängiges Steuerungskonzept implementiert. Der Operator der ASFiNAG wird über den Schilderinhalt und den Aufstellort nicht automatisiert informiert. Aus diesem Grund sind solche Schilder bisher nur für vorab definierte Anzeigeinhalte einsatzfähig. Für einen flexibleren Einsatz muss die Wechseltextanzeige aussagekräftiger und zielführend auf verschiedene Einzelfälle einstellbar sein.

## Zielsetzung

Durch die Konzeption des neuen Systems sollen die Vorteile der stationären VBA mit den Vorteilen der mobilen dynamischen Schilder verknüpft werden. Das Ziel ist somit eine Anzeige, welche umfangreiche Informationsinhalte, eine Verbindung zur Zentrale, Überwachungsmöglichkeit am gesamten hochrangigen Straßennetz ermöglichen und dennoch mobil im gesamten Netz eingesetzt werden können. Somit sollen die Ereignisfallüberwachung erleichtert und die Verkehrsteilnehmerinformation verbessert werden. Das System selbst soll trotzdem einfach zu bedienen sein. Durch ein mobiles, schnell einsatzfähiges, leicht ansteuerbares System sollen diese Punkte umgesetzt werden. Das mobile Verkehrsmanagementsystem ist das Gesamtsystem mit Schnittstellen, Detektoren, Schaltstrategie, von dem der mobile Wegweiser mit integrierter Stauinformation (mdWiSta) den Kernpunkt darstellt. Das System muss leicht auf verschiedene Einsatzfälle zu adaptieren sein und zentralseitig als auch dezentral zu bedienen sein.

Wichtig für die Informationsweitergabe ist die Lesbarkeit und Verständlichkeit der Anzeigeeinhalte, denn auch bei schlechten Sichtbedingungen müssen die angezeigten Inhalte gut wahrnehmbar bleiben. Da die Anzeige für das gesamte hochrangige Netz einsetzbar ist, soll die Abwicklung verschiedener geplanter Ereignisse (Veranstaltungen, Baustellen...) und ungeplanter Ereignisse längerer Dauer (Unfälle, Straßensperren, Pannen...) umsetzbar sein. Es kann durch Erarbeitung von Szenarien im Voraus oder als Reaktion auf eine plötzlich eintretende Verkehrsflussänderung schneller auf die vorherrschende Situation reagiert werden. Staubildungen sowie Stauauflösungen sollen dadurch schnell und zuverlässig detektiert werden. Der Verkehrsfluss soll aufrecht erhalten bleiben und die Auslastung durch Angabe von Alternativrouten verbessert werden. Dadurch kommt es mit hoher Wahrscheinlichkeit auch zu verringerten Emissionen. Ein weiteres Ziel ist die Erhöhung der Verkehrssicherheit durch verbesserte Verkehrsteilnehmerinformation und mobile Schilder, welche nicht im Straßenraum aufgestellt werden.

Der mdWiSta soll ohne die Installation von fixen VBA eine qualitativ hochwertige Lenkungs- und Informationsmöglichkeit im gesamten Netz bieten. Das System soll mittels Web-Cam, Seitenradar und Dateneingang zur Verkehrslageschätzung einwandfrei funktionieren. Generell wird die Strategie so implementiert, dass das System in Zukunft ohne Probleme mit weiteren Sensoren ausgestattet werden kann.

Für einen mdWiSta sind drei Schritte von Bedeutung:

### Informationsgewinnung

Sie enthält alle Schritte, die notwendig sind, um die verkehrliche Wirkung eines Ereignisses beschreiben zu können. Zur Informationsgewinnung zählt auch die gute Kenntnis der verkehrsrelevanten Wirkung, die aufgrund von Ereignissen eingetreten ist und in Folge weiter eintreten wird. Dieser Schritt kann als Bestimmung der Verkehrslage/Verkehrssituation bezeichnet werden. Dazu gehört auch die ausreichend genaue Einschätzung der Verkehrsmenge, der gefahrenen Geschwindigkeit und der möglichen Verlustzeiten, die sich aus Differenz der aktuellen Reisezeit zu der Reisezeit bei normalen Verkehrsbedingungen ergibt. Die bisherige Informationsgewinnung in der ASFINAG- Zentrale wurde analysiert, um die bisherigen Abläufe besser nachvollziehen zu können und um gut funktionierende sowie verbesserungswürdige Abläufe zu erkennen.

Darüber hinaus ist die Bestimmung der Verkehrslage bzw. Verkehrslageschätzung für den Einsatz des mdWiSta unabdingbar. Welche Sensoren oder Daten die gewünschte Information schlussendlich erbringen, ist jedoch nicht ausschlaggebend und wird deshalb nicht detailliert behandelt. Wichtig ist es, Verkehrslagedaten zu erhalten, ob diese zugekauft werden oder selbst ermittelt werden, ist für das Gesamtkonzept des mdWiSta unwichtig. In dieser Arbeit werden als ermittelnde Quelle meist Verkehrslagedaten aus Mobilfunkdaten herangezogen. Um jegliche Verkehrslagebestimmungen zu überprüfen sollten am Gerät eine Web-Cam und ein einfacher Seitenradar installiert werden.

### **Informationsverarbeitung**

Hier wird über die verkehrslenkenden Maßnahmen aufgrund der Ereignisse und der daraus resultierenden Verkehrslage entschieden. Es wird festgelegt, welche Anzeigehalte dem Verkehrsteilnehmer angezeigt werden. Anzeigehalte können verschiedenste Inhalte wie Verbots-, Gebotszeichen, Reisezeitverlustinformationen, Alternativrouten etc. sein. Zur Informationsverarbeitung gehören die Strategieentwicklung und die Strategieumsetzung. Bei der Strategieentwicklung werden Aktionspläne sowie Grenz- und Schwellenwerte für die Anzeigehaltsaktivierung festgelegt.

Durch die Abschätzung der Verkehrslage kann der Aktionsplan umgesetzt werden, die Grenzwerte werden mit den Fahrgeschwindigkeiten, Reisezeitverlusten und der Verkehrsmenge verglichen und nachfolgend festgehalten. Bei der Strategieumsetzung ist das wichtigste Element die Schildersteuerung, die Aktionspläne umsetzt. Die Softwarelösungen diesbezüglich wurden in Zusammenarbeit mit SIEMENS erstellt, bewährte Systeme wurden herangezogen und für das hier vorliegende System adaptiert.

### **Informationsweitergabe**

Für die Informationsweitergabe wird eine Schnittstelle zum End-User benötigt. Die Ansteuerung erfolgt immer über die Zentrale. Der Verkehrsteilnehmer wird durch die Anzeige situationsgerecht über die vorliegenden Maßnahmen informiert. Die Verkehrsteilnehmerinformation erfolgt einerseits über die vor Ort aufgestellten Schilder, andererseits über eine Schnittstelle zum Ö3-Verkehrsfunk. Sollte das Ereignis von überregionaler Bedeutung sein, wird die Information auch über den Verkehrsfunk weitergegeben. Es ist möglich, Verkehrsteilnehmerinformationen wie Ursache, Auswirkung, Ortsangabe, Dauer, Zeitverlust, Alternativrouten... zu übermitteln.

## Überblick

Die Arbeit gliedert sich in fünf Kapitel, wobei das erste Kapitel die Einleitung und das letzte Kapitel die Schlussfolgerungen und einen Ausblick für die Zukunft darstellen.

Das zweite Kapitel beinhaltet einen großen Umfang an Literaturrecherche, der für das Verständnis nachfolgender Bearbeitungen notwendig ist. Das Kapitel Grundlagen gibt Auskunft über verschiedene Straßenkategorien. Es werden einige verkehrliche Kenngrößen beschrieben. Hierzu gehören unter anderen Verkehrsfluss, Kapazität, Stau, Level of Service und verschiedene Betrachtungen der Geschwindigkeit. Des Weiteren werden die Routenwahl und der Befolungsgrad detailliert beschrieben, da die Routenwahl für die Hintergrundvorgänge bei einem mobilen dynamischen Wegweiser von großer Bedeutung ist. Auch das Verkehrsmanagement wird kurz behandelt, auf Verkehrsbeeinflussungsanlagen wird, durch ihre der mobilen Anzeige ähnliche Systematik, genauer eingegangen. Ferner beschäftigt sich der Grundlagenteil mit der Informationsaufnahme. Sie ist für die Weitergabe verschiedener Informationen am Straßennetz wichtig.

Im dritten Kapitel befinden sich Überlegungen, Erläuterungen und Anforderungen, die für den Einsatz eines mdWiSta oder für den Wegweiser selbst notwendig sind. Es werden grundlegende und erweiterte Anforderungen beschrieben. Das Anzeigeelement wird anhand verschiedener Überlegungen durch Einbeziehung von Normen, Verordnungen, Richtlinien... definiert. Das Kapitel mdWiSta beschreibt vor allem das Tafелеlement. Es beinhaltet Anzeigehalte, Größe, Elementauswahl und stellt Tafelformate vor. Für die getroffene Auswahl zweier Formate werden Vorschläge für Aufstell- und Montagevorrichtungen angegeben. Zusätzlich gibt das Kapitel einen Überblick über verschiedene bei der ASFiNAG im Jahr 2012 eingesetzte Verkehrsmanagementsysteme und stellt die Ereignisabwicklung der ASFiNAG (ohne mdWiSta) und die zukünftig mögliche Ereignisabwicklung mit mdWiSta dar. Die für den mobilen Wegweiser notwendige Schaltstrategie wird definiert. Es werden Aktionspläne, Grenz- und Schwellenwerte erläutert. Außerdem werden mögliche Umsetzungsvarianten vorgestellt und eine Variante wird im Detail als Benutzeroberfläche abgebildet.

Das vierte Kapitel stellt verschiedene, für einen mdWiSta-Einsatz in Frage kommende Anwendungsfälle dar. Das sind Großveranstaltungen, Baustellen und ungeplante Ereignisse.

Die Großveranstaltungen werden nach verschiedenen Gliederungsmöglichkeiten eingeteilt. Das Kapitel analysiert die größten österreichischen Veranstaltungen entsprechend dieser Gesichtspunkte. Anschließend werden zwei Veranstaltungen für den mdWiSta-Einsatzfall vertiefend betrachtet. Für die Airpower bei Zeltweg und den Skiweltcup am Semmering werden mögliche Anzeigeeoptionen dargestellt. Die Baustellen werden zuerst entsprechend verschiedener Richtlinien betrachtet, nachfolgend werden statische und dynamische Maßnahmen vorgestellt. Als dritten Ereignisfall stellt das Kapitel „Ereignisfälle“ die ungeplanten Ereignisse vor. Ungeplante Ereignisse können Unfälle, Pannen, Verkehrsüberlastungen... sein. Es wurden drei ungeplante Ereignisse aus dem Jahr 2012 ausgewählt, dessen unterschiedliche Auswirkungen analysiert wurden. Für diese Ereignisse werden Anzeigeeoptionen dargestellt und für den Einzelfall beschrieben.

## 2 Grundlagen

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit vorhandener Literatur zum Thema Verkehrsbeeinflussung. Es wird kurz auf Grundlagen wie Verkehrsfluss, Fundamentaldiagramm und Staubildung eingegangen. Zusätzlich werden verschiedene Systeme, die den Verkehrsfluss oder das Verkehrsangebot durch Abänderung von Gegebenheiten beeinflussen, dargestellt. Zweck des Kapitels ist die Darlegung verschiedenster momentan bestehender Systeme, um Einsatzgebiet und Wirkung zu beschreiben. Das Kapitel dient als Grundlage für nachfolgende Analysen und Erkenntnisse. Man muss die grundsätzlichen Ziele von Verkehrsbeeinflussungssystemen kennen, um in weiterer Folge einen mobilen Wegweiser auf Grundlagen und erweiterte Ziele aufbauen zu können. Auch Straßenkategorien sowie verkehrspsychologische Hintergründe werden erläutert.

### 2.1 Straßenkategorien

Die Straßenfunktionen sind laut RIN [RIN, 2008 wie auch bis 2008 RAS-N, 1988] das Verbinden, das Erschließen und der Aufenthalt. Nach RIN werden Verbindungsfunktionen und Straßenkategorien unterschieden. Verbindungsfunktionen gibt es von Gruppe 0 – V. Die Stufe 0 wird kontinental genannt und stellt die Verbindung zwischen Metropolregionen dar, Stufe V heißt kleinräumig und verbindet Grundstücke und Gemeinden.

Bei den Kategoriengruppen gibt es nach RIN fünf Unterteilungen:

- AS - Autobahnen - außerhalb und innerhalb bebauter Gebiete,
- LS - Landstraßen - außerhalb bebauter Gebiete,
- VS - anbaufreie Hauptverkehrsstraßen - im Vorfeld und innerhalb bebauter Gebiete, anbaufrei, Hauptverkehrsstraßen,
- HS - angebaute Hauptverkehrsstraßen - innerhalb bebauter Gebiete, angebaut, Hauptverkehrsstraßen,
- ES - Erschließungsstraßen - innerhalb bebauter Gebiete, angebaut, Erschließungsstraßen.

Zu den Erschließungsstraßen zählen Gemeinde- und Privatstraßen. Des Weiteren können Straßen nach dem Straßenerhalter bzw. Besitzer eingeteilt werden. Es werden folgende Straßen unterschieden:

#### Bundesstraßen

Diese Straßenkategorien wickeln die Verbindungsfunktionen von 0-kontinental bis maximal III-regional ab, meist aber nur bis zur Verbindungsfunktion II-überregional. In Österreich sind Bundesstraßen hochrangige, im Regelfall kreuzungsfreie Fernstraßen. Sie werden als Autobahnen und Schnellstraßen (A+S Netz) definiert. Bundesstraßen stehen im Eigentum des Bundes, sie werden in Österreich von der ASFINAG verwaltet. Früher (bis zum Jahr 2002) gab es auch Bundesstraßen B, welche nun den Ländern übergeben wurden. Deshalb gibt es seit 2002 Landstraßen mit der Bezeichnung B und L.

## Autobahnen

Als Autobahn wird eine kreuzungsfreie Straße bezeichnet, welche mindestens zwei Fahrstreifen pro baulich getrennter Richtungsfahrbahn aufweisen. Sie sind Verbindungsstraßen und erlauben die größtmöglichen Fahrgeschwindigkeiten in Österreich. Bei österreichischen Autobahnen beträgt die Maximalgeschwindigkeit 130 km/h. Autobahnen sind immer anbaufrei und übernehmen nur die Funktion des Verbindens. Sie haben weder erschließende Wirkung, noch sind sie für Aufenthaltsfunktionen vorgesehen.

In Österreich sind 18 Autobahnen in Betrieb, eine 19. (Linzer Autobahn) ist geplant. Das Autobahnnetz hat eine Gesamtlänge von 1719 Kilometer, wobei ein Ausbau auf 1775 Kilometer geplant ist (Stand: Jänner 2012). Zirka 56 Kilometer Autobahn sind in Planung. Es befinden sich derzeit keine Teilstücke in Bau. [BMVIT, 2012].

**Tabelle 1: Österreichs Autobahnen**

Straße	in Betrieb	in Bau	geplant	Gesamt	
A1 Westautobahn	291.96	0.00	0.00	291.96	km
A2 Südautobahn	372.78	0.00	0.00	372.78	km
A3 Südostautobahn	32.69	0.00	6.00	38.69	km
A4 Ostautobahn	66.36	0.00	0.00	66.36	km
A5 Nord/Weinvierte Autobahn	22.99	0.00	35.64	58.63	km
A6 Nordostautobahn	21.95	0.00	0.00	21.95	km
A7 Mühlkreisautobahn	26.83	0.00	0.00	26.83	km
A8 Innkreisautobahn	77.44	0.00	0.00	77.44	km
A9 Phyrnautobahn	230.02	0.00	0.00	230.02	km
A10 Tauernautobahn	192.71	0.00	0.00	192.71	km
A11 Karawankenautobahn	21.24	0.00	0.00	21.24	km
A12 Inntalautobahn	153.32	0.00	5.00	158.32	km
A13 Brennerautobahn	36.01	0.00	0.00	36.01	km
A14 Rheintal/Walgau	63.37	0.00	0.00	63.37	km
A21 Wiener Außenringautobahn	38.24	0.00	0.00	38.24	km
A22 Donauuferautobahn	33.65	0.00	5.05	38.69	km
A 23 Südosttangente Wien	17.75	0.00	0.00	17.75	km
A25 Welser	19.73	0.00	0.00	19.73	km
A26 Linzer Autobahn	0.00	0.00	4.74	4.74	km
<b>Gesamtlänge Autobahnen</b>	<b>1719.06</b>	<b>0.00</b>	<b>56.42</b>	<b>1775.48</b>	<b>km</b>

[BMVIT, 2012]

Alle österreichischen Autobahnen sind als Autobahn beschildert und müssen deshalb einen Autobahnquerschnitt aufweisen. Als Autobahnquerschnitt müssen sie mindestens vierspurig ausgebaut sein. Außerdem sind Autobahnen niveaufrei auszuführen und mit baulich getrennten Richtungsfahrbahnen zu versehen. [ASFINAG, Jan 2012]

## Schnellstraßen

Bei den Schnellstraßen gilt generell die gleiche Einteilung wie bei Autobahnen. Jedoch wird bei Schnellstraßen im Regelfall die Geschwindigkeit auf 100 km/h begrenzt. In Österreich gibt es jedoch auch Schnellstraßen, welche es durch gute Infrastruktur ermöglichen und erlauben, teilweise 130 km/h zu fahren. Diese Geschwindigkeitsregelung wurde auf der S35 gesetzlich umgesetzt. Die S35 bildet somit einen Ausnahmefall, da sie trotz Autobahnquerschnitt und einer Höchstgeschwindigkeit von 130 km/h als Autostraße beschildert ist. Das hat mit den engen Kurvenradien zu tun.

**Tabelle 2: Österreichs Schnellstraßen**

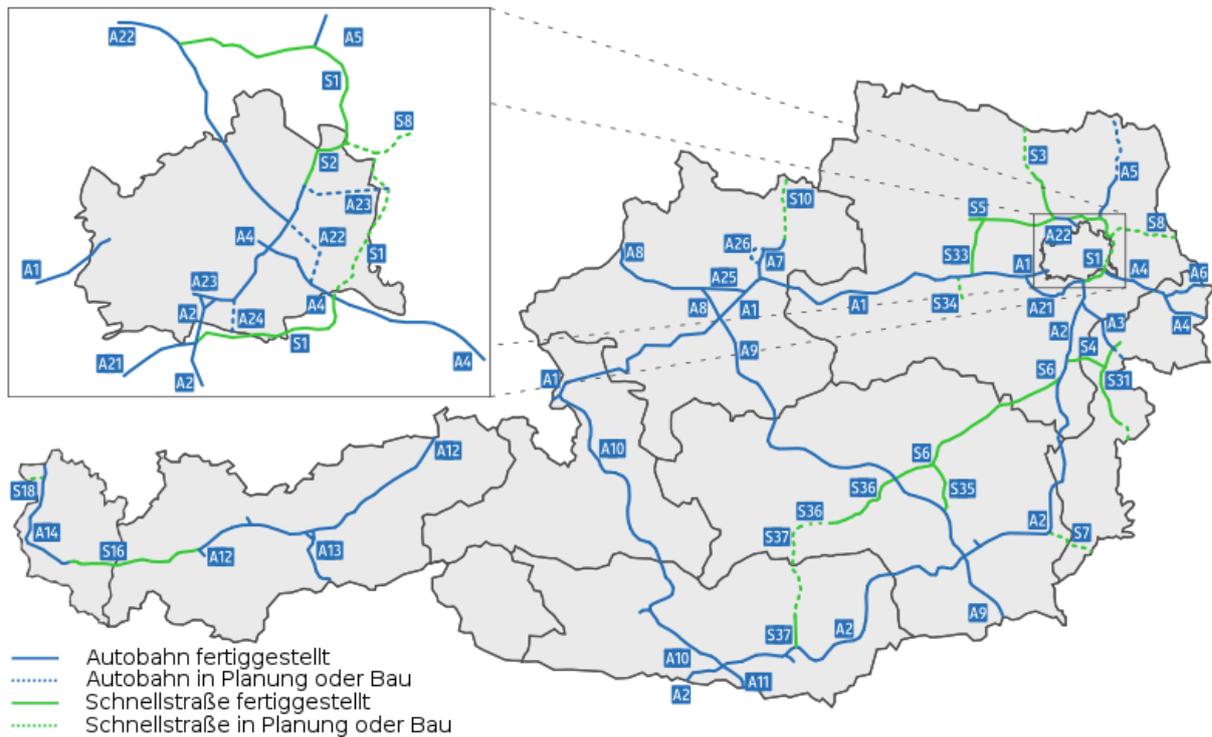
Straße	In Betrieb	in Bau	geplant	Gesamt	
S1 Wiener Außenring Schnellstraße	41.67	0.00	22.52	64.20	km
S2 Wiener Nordrand Schnellstraße	5.70	0.00	0.00	5.70	km
S3 Weinviertler Schnellstraße	21.21	0.00	22.99	44.20	km
S4 Mattersburger Schnellstraße	16.94	0.00	0.00	16.94	km
S5 Stockerauer Schnellstraße	44.52	0.00	0.00	44.52	km
S6 Semmering Schnellstraße	105.29	0.00	0.00	105.29	km
S7 Fürstenfelder Schnellstraße	0.00	0.00	28.50	28.50	km
S8 Marchfeld Schnellstraße	0.00	0.00	34.00	34.00	km
S10 Mühlviertler Schnellstraße	0.00	21.99	15.11	37.10	km
S16 Arlberg Schnellstraße	62.21	0.00	0.00	62.21	km
S 18 Bodensee Schnellstraße	0.00	0.00	6.24	6.24	km
S31 Burgenland Schnellstraße	50.79	0.00	0.00	50.79	km
S33 Kremser Schnellstraße	27.06	0.00	0.00	27.06	km
S34 Traisental Schnellstraße	0.00	0.00	8.95	8.95	km
S35 Brucker Schnellstraße	35.36	0.00	0.00	35.36	km
S36 Murtal Schnellstraße	37.40	0.00	22.00	59.40	km
S37 Klagenfurter Schnellstraße	17.75	0.00	43.64	61.39	km
<b>Gesamtlänge Schnellstraßen</b>	<b>465.90</b>	<b>21.99</b>	<b>203.95</b>	<b>691.84</b>	<b>km</b>

[BMVIT, 2012]

In Österreich sind momentan 12 Schnellstraßen in Betrieb. In Zukunft sollen sie um fünf erweitert werden. Die Gesamtlänge des Schnellstraßennetzes beträgt 466 Kilometer und soll auf 692 Kilometer erweitert werden (Stand: Jänner 2012). 22 Kilometer der S10, der Mühlviertler Schnellstraße in Oberösterreich, befinden sich in Bau, weitere 15 Kilometer sind geplant. Insgesamt sind Aus- und Neubauten im Ausmaß von 204 Kilometern geplant. [BMVIT, 2012]

Die österreichische Straßenverkehrsordnung (StVO) kennt keine Schnellstraße, sind sie aber unter diesem Namen bekannt. Schnellstraßen werden somit je nach Ausbauzustand als Autobahn oder Autostraße ausgeschildert. Die Schnellstraßen S1, S2, S6, S33 und S36 stehen auf derselben Ebene wie eine Autobahn, da sie straßenverkehrsrechtlich diesen Rang aufweisen. Die S4 und S32 sind teilweise so ausgebaut, dass sie der Autobahn zugeordnet werden können. [Brummer, 1983]

Zusätzlich zu den Schnellstraßen gibt es noch Autostraßen mit Autobahnquerschnitt, welche sich in der Landesverwaltung befinden und deshalb nicht zum Autobahnen- und Schnellstraßennetz gehören. Abbildung 1 stellt Österreichs Autobahnen und Schnellstraßen dar. Wie hier zu sehen ist, endet bei Salzburg die Autobahn A1 und A10, erst bei Kiefersfelden gibt es in Österreich erneut eine Autobahn (A12). Der Verkehr wird hier über Deutschland, über das sogenannte „Deutsche Eck“ geleitet.



**Abbildung 1: Österreichs Autobahnen- und Schnellstraßennetz**

[wikimedia, 2012]

## Landesstraßen B und L

Wie vorab erwähnt, gehören die Landesstraßen B erst seit 2002 zur Verwaltungsgewalt des Landes. Unter die Kategorie der Landesstraßen fallen alle Straßen, welche von einem Bundesland erhalten werden. Wien bildet eine Ausnahme, da hier Landesstraßen zeitgleich Gemeindestraßen sind. Die ehemaligen Bundesstraßen werden weiterhin mit dem Kürzel B bezeichnet, auch wenn sie im Eigentlichen nun Landesstraßen sind (Ausnahme: Vorarlberg).

Zusätzlich dazu haben sie eine Nummer und eine regionale Bezeichnung, um zugeordnet werden zu können. Mit dem Kürzel B werden also alle Straßen bezeichnet, die vor 2002 im Besitz des Bundes waren. Dazu zählen Landesstraßen und Hauptstraßen. [Steiermärkischer Landtag, 2008]

Landesstraßen L und Hauptstraßen A (Namensgebung in Wien) gehören auch zu dieser Kategorie. Sie sind regional hochrangige Straßen, welche niemals in Bundesbesitz waren.

## Gemeindestraßen

Sie haben keine bestimmte Kennung und besitzen auch keine Nummer, sondern haben ausschließlich einen Straßennamen. Außerhalb von Ortsgebieten können sie auch namenlos bleiben (Beispiel: Feldwege). In Wien ist die Zuteilung etwas komplizierter, da eine Gemeindestraße gleichzeitig eine Landesstraße ist (Bundesland ist gleichzeitig Gemeinde). Hier wird die Landesstraße in Landesstraße L, Hauptstraße A und B sowie Nebenstraßen unterteilt. [Stadt-Wien, 2012]

## Privatstraße

Dazu gehören alle Straßen, welche sich nicht in der öffentlichen Hand befinden, sondern im Eigentum von Personen (egal ob juristisch oder natürlich). Auf Privatstraßen wird hier nicht näher eingegangen.

## 2.2 Kenngrößen des Verkehrs

Um Verkehrsprozesse sowie Verkehrsmodellierungen quantitativ zu bewerten, werden Kenngrößen benötigt. Es gibt unzählige Kenngrößen wie Verkehrsmenge, Verkehrsweite, Verkehrsleistung, Verkehrsstromstärke (Flussintensität), Verkehrsquellstärke bzw. -quellintensität (Zuflussintensität), Verkehrssenkstärke bzw. -senkintensität (Abflussintensität), Verkehrsgeschwindigkeit und einige mehr. Nachfolgend werden einige Kenngrößen erläutert, welche für die Thematik des mdWiSta wichtig sind.

### 2.2.1 Verkehrsfluss, Kapazität und Stau

#### Verkehrsfluss

Der Verkehrsfluss wird durch verschiedene Parameter beschrieben, hierbei ist es immer wichtig, ob der Verkehrsfluss durch lokale oder momentane Größen beschrieben wird. Momentane Geschwindigkeit ( $v_m$ ), Verkehrsstärke ( $q$ ) und Verkehrsdichte ( $k$ ) beschreiben den Verkehrsfluss. Sind zwei dieser Größen bekannt, so ist es möglich, die dritte zu berechnen. Um die Reisegeschwindigkeit abschätzen zu können, wird als Basis die momentane Geschwindigkeit verwendet. Die momentane Geschwindigkeit ist im Gegensatz zur lokalen Geschwindigkeit der wichtigere Parameter für den Verkehrsfluss. [Leutzbach, 1972]

Um den Verkehrsfluss darzustellen wird oft das q-v-k Diagramm verwendet. Eigentlich ist der q-v-Teil (Fundamentaldiagramm) ausreichend. Generell gilt zwischen Verkehrsstärke, Verkehrsdichte und der Geschwindigkeit folgender Zusammenhang:

$$q = k \times v_m$$

$q$  = Verkehrsstärke [Fz/h]  
 $k$  = Verkehrsdichte [Fz/km]  
 $v_m$  = Geschwindigkeit [km/h]

Um die Verkehrsqualität einzuteilen wurden Level of Service bestimmt, die den Verkehrsfluss in sechs Stufen regeln. Je nachdem in welcher Stufe sich die Straße befindet, je nachdem wird eine spezielle Regelung des Verkehrsflusses notwendig oder eben nicht. [Geistefeldt; Lohoff, 2011]

## Kapazität

Kapazität kann als die größtmögliche Verkehrsstärke, die bei gegebenen Verkehrs- und Wegbedingungen von einem Verkehrsstrom am betrachteten Querschnitt erreicht werden kann, bezeichnet werden. Die Kapazität des Verkehrsablaufes, bei Betrachtung in einem Verkehrsflussmodell wird als Bereich des Scheitelpunktes der Beziehung von Verkehrsstärke und Geschwindigkeit definiert.

Die Kapazität wird in der Regel als fester Wert aufgefasst, jedoch hängt die tatsächliche Kapazität auch vom Fahrverhalten der Fahrzeuglenker sowie der Zusammensetzung der Fahrzeuglenker und dessen Ortskenntnis und der Kurvigkeit etc. ab. Die Kapazität ist also ein komplexes Thema, so ist die Kapazität z.B. auf einer Autobahn von vielen verschiedenen Einflussfaktoren abhängig. Generell wird die Kapazität pro Fahrstreifen mit 1800 – 2400 Fahrzeuge pro Stunde pro Fahrstreifen auf der Autobahn angenommen. [Geistefeldt, 2007; Brôzec, 2009] Das Intervall, in welchem die Kapazität gemessen wird, ist wichtig für ihre Höhe und Aussagekräftigkeit. So kann die Kapazität, wenn sie im 15 Minuten-Intervall gemessen wird, wesentlich höher ausfallen als bei selbiger Strecke zur gleichen Zeit im 1 Stunden-Intervall.

Um die Kapazität auf einer Autobahn feststellen zu können sind laut HBS [HBS 2001] folgende Punkte ausschlaggebend:

- Zusammensetzung der Fahrzeuglenker
- Verkehrszusammensetzung
- Fahrstreifenanzahl
- Längsneigung
- Geschwindigkeitsregelungen
- Witterung und Helligkeit

Die Kapazität wird aber nicht nur durch diese Punkte beeinflusst, sondern auch vom vorherrschenden Verkehrszustand. So haben unterschiedliche Untersuchungen (z.B.: Ponzlet [1996] und Brilon [2008]) gezeigt, dass nach einem Zusammenbruch des Verkehrsflusses der Stauabfluss um einiges geringer ist als die mögliche Kapazität bei fließendem Verkehr. Dieser Effekt hängt vom Fahrverhalten der Fahrzeuglenker bei der Stauauflösung ab. Es liegt ein sogenannter „Capacity-Drop“ vor. Dieser „Capacity-Drop“ hat jedoch keine eindeutigen Gesetzmäßigkeiten, die Kapazität auf Autobahnen kann deshalb erheblich variieren. Somit hat die Kapazität keinen festen Wert, sondern wird durch eine Verteilungsfunktion abgebildet. Diese Verteilungsfunktion wird als Wahrscheinlichkeit definiert, dass es zu einem Zusammenbruch des Verkehrsflusses kommt.

## Stau

Stau wird als vorübergehender Verkehrszustand bezeichnet. Es gibt regelmäßig wiederkehrende Überlastungen und unvorhersehbar auftretende Überlastungen. Für den Verkehrsteilnehmer bedeuten Stauerscheinungen einen Rückgang der Qualität des Verkehrsablaufes, da sie Geschwindigkeitsreduktionen und Reisezeitverluste mit sich bringen. Verkehrsstaus können wegen ihrer unterschiedlichen Ursachen und auch unterschiedlichen Auswirkungen verschieden definiert werden. GORONDEAU klassifizierte im Jahr 1998 Staus nach fünf unterschiedlichen Definitionen:

- „1. *Der Begriff Stau kann einem nicht flüssigen Verkehrsfluss zugeordnet werden.*
2. *Stau tritt ein, wenn die mittlere Geschwindigkeit in einem Zeitintervall unter einen Grenzwert sinkt.*
3. *Staus können anhand der wirtschaftlichen Kosten identifiziert werden, die anfallen, wenn der Verkehrsfluss ein „normales Level“ übersteigt, d.h. wenn die Nachfrage die Kapazität überschreitet.*
4. *Stau kann als eine Situation betrachtet werden, in der die Nachfrage die Kapazität überschreitet.*
5. *Der Nutzer kann eine individuelle und qualitative Staudefinition festlegen.“*

Stau kann, je nach Betrachter, als wirtschaftliches Problem, verkehrstechnisches Problem oder auch nur als eine Reduktion der Service-Qualität betrachtet werden. Für den Verkehrsteilnehmer werden hauptsächlich das wirtschaftliche Problem und die Reduktion der Service-Qualität ausschlaggebend sein. Durch einen Stau erhöhen sich die Treibstoffkosten des Einzelnen, außerdem erhöht sich die Reisezeit, es kommt also zu erhöhten Kosten im Gegensatz zu der erwarteten „Reise“. Zusätzlich ist es für den Verkehrsteilnehmer wenig komfortabel, im Stau zu „stecken“. [Geistefeldt; Lohoff, 2011]

### **Entstehung und Ausbreitung**

Wird die momentane Kapazität der Verkehrsanlage überschritten, so entsteht ein Stau. Aus der Definition der Kapazität leitet sich ab, dass die Kapazität nie kleiner als die Verkehrsstärke sein kann. Auf der Autobahn entstehen Staus meist dann, wenn die mögliche Geschwindigkeit einen plötzlichen Rückgang aufweist.

Der „Zusammenbruch“ des Verkehrsflusses bezeichnet den Übergang vom fließenden in den gestauten Bereich. Meist geschieht dies an Engstellen, an welchen die Autobahnkapazität temporär oder permanent verändert wird. (Permanent z.B.: durch Reduktion von Fahrstreifen, Temporär z.B. durch Unfall) Ein weiterer Grund für einen Zusammenbruch kann die zunehmende Verkehrsnachfrage (viele Fahrzeuge fahren auf die Autobahn) sein. Nach einem Zusammenbruch bildet sich ein Rückstau, der sich entgegen der Fahrtrichtung bewegt, eine sogenannte Stauwelle entsteht. [Hoops; Kates; Keller, 2000]

## 2.2.2 Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke

Als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) wird die durchschnittliche Belastung eines Streckenabschnitts bezeichnet. Dadurch wird die durchschnittliche Anzahl der Kraftfahrzeuge des betrachteten Streckenabschnitts, welche innerhalb einer bestimmten Zeit diesen Abschnitt passieren, gemessen. Auch der Schwerverkehr wird miteinbezogen. Je nach Straßenkategorie gibt es verschiedene Werte für den DTV. Diese können für die Grenzwertkategorisierung als mögliches Auswahlkriterium herangezogen werden.

Bezug nehmend auf die automatische Straßenverkehrszählung von 2009 [DTV Verkehrsconsult GmbH, 2010] wurden die Zeitbereiche des DTV in

- Werktagsverkehr Montag bis Freitag
- Werktagsverkehr Samstag
- Sonn- und Feiertagsverkehr
- Urlaubsverkehr Montag bis Samstag
- Gesamtverkehr (Verkehr an allen Tagen)

eingeteilt. Je nach Zeitbereich bedeutet das einen unterschiedlichen DTV und dadurch eine unterschiedliche Auslastung des Straßennetzes. Werden die drei Bundesländer Burgenland, Wien und Niederösterreich betrachtet, so ergeben sich als Gesamtkollektiv dieser drei Bundesländer folgende Werte:

**Tabelle 3: Verkehrsentwicklung 2008 - 2009**

Zeitbereich	Wien, NÖ, BGL (117 Zählstellen)		
	DTV 2008 [Kfz/24h]	DTV 2009 [Kfz/24h]	Veränderung [%]
<b>Werktagsverkehr (Mo – Fr)</b>	13927	12797	-0,7
<b>Werktagsverkehr (Sa)</b>	11554	11495	-0,5
<b>Sonn- und Feiertagsverkehr</b>	8994	8920	-0,8
<b>Urlaubsverkehr (Mo – Sa)</b>	13225	13239	+ 0,1
<b>Gesamtverkehr</b>	12686	12606	-0,6

[DTV Verkehrsconsult GmbH, 2010]

Aus der Tabelle „Verkehrsentwicklung“ geht hervor, dass der Urlaubsverkehr den Werktagsverkehr überschreitet. Für den Einsatz eines mdWiSta werden für planbare Ereignisse wie Baustellen oder Großveranstaltungen Grenzwerte benötigt, um den Wegweiser automatisiert zu schalten. Bevor solche Grenzwerte festgelegt werden, sollten die verschiedenen Zeitbereiche miteinbezogen werden. Sonn- und Feiertagsverkehr haben einen geringeren DTV, hier ist es wichtig zu beachten, ob es sich um einen Sonntag oder einen Feiertag handelt, denn manche Feiertage haben eine stärkere Verkehrsrelevanz.

Um jedoch die maßgebende Belastung bestimmen zu können ist es sinnvoll, die Überlastungsstunden pro Jahr an dem benötigten Querschnitt zu kennen. Als maßgebende Stunde wird meist die 300-größte Spitzenstunde (Jahresmittelspitzenstunde) als repräsentativer Wert ausgewählt. Wie vorab erwähnt, hängt die Kapazität der Straße auch von ihrem Qualitätsniveau ab. Es werden im Normalfall für einen Neubau die 30te – 100te Überlastungsstunde als Grundlage akzeptiert.

Der neu gebaute Abschnitt wird 30 – 100 Stunden im Jahr überlastet, somit herrscht 30 – 100 Stunden ein instabiler Verkehrsfluss vor, kleinste Störungen führen hier zu Staus. Wird ein Streckenabschnitt 60 Stunden im Jahr überlastet, so sind das nur 0,6 % seiner gesamten Betriebszeit. Die Verkehrsbelastung wird durch den motorisierten Individualverkehr (mIV) und den Straßengüterverkehr (Schwerverkehr) erzeugt. Generell ist davon auszugehen, dass in Zukunft die Verkehrsbelastung ansteigt. In der Schweiz wurde im Jahr 2002 für das Jahr 2020 eine Prognose von +16 bis +31 Prozent erstellt. [DTV Verkehrsconsult GmbH, 2010]

### 2.2.3 Level of Service (LOS)

Level of Service ist eine Stufenregelung für die Verkehrsqualität. Nach LOS gibt es 6 verschiedene Stufen der Qualität. Je flüssiger der Verkehr ist, desto besser ist seine Qualität. LOS kennt die Stufen A bis F, wobei A die bestmögliche Stufe ist. Die Definition der Qualitätsstufen ist auch im Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen veröffentlicht. [Geistefeldt; Lohoff, 2011]

Je nach Straßentyp sind unterschiedliche Qualitätsmaße ausschlaggebend. Außerdem sind diese in den verschiedenen Richtlinien auch unterschiedlich geregelt. Wie in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich, legt das „Highway Capacity Manual“ der Vereinigten Staaten von Amerika (kurz HCM) andere Qualitätsmaße an als das in Deutschland gültige technische Regelwerk „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ (kurz HBS) fest. [HBS, 2001]

**Tabelle 4: Qualitätsstufen nach LOS und HCM**

Stufe A	Die Fahrzeuglenker werden kaum durch andere beeinflusst. Die gewünschte Bewegungsfreiheit ist gegeben. Es herrscht freier Verkehrsfluss vor.	Excellent sehr gut
Stufe B	Andere Fahrzeuge sind bemerkbar, dadurch kommt es aber nur zu geringer Beeinflussung des Einzelnen, der Verkehrsfluss ist nahezu frei.	Good gut
Stufe C	Die Bewegungsmöglichkeit des Einzelnen hängt stark vom Verhalten der anderen Fahrzeuglenker ab. Die Bewegungsfreiheit ist bemerkbar eingeschränkt, aber es liegt ein stabiler Verkehrszustand vor.	Average durchschnittlich
Stufe D	Hohe Belastungen kennzeichnen den Verkehrsablauf. Es kommt zu deutlichen Einschränkungen der Bewegungsfreiheit, es finden ständig Interaktionen zwischen den Verkehrsteilnehmern statt, trotzdem ist der Verkehrszustand noch stabil.	Sufficient ausreichend
Stufe E	Ständige gegenseitige Behinderungen liegen vor, die Bewegungsfreiheit ist kaum mehr gegeben. Geringfügige verschlechternde Änderungen von Einflussgrößen führen zum Zusammenbruch des Verkehrsflusses. Stufe E ist der Bereich zwischen Instabilität und Stabilität, die Straße erreicht ihre Kapazität.	Insufficient mangelhaft
Stufe F	Die Kapazität wird überschritten und die Verkehrsanlage ist somit überlastet.	Overload Überlastung

[HBS, 2001]

Nach HBS ist für Autobahnen und planfreie Knotenpunkt sowie Ein- und Ausfahrten oder Verflechtungsstrecken der Auslastungsgrad von Bedeutung. Betrachtet man das amerikanische HCM so sollte man für selbige Betrachtung die Verkehrsdichte und die Geschwindigkeit zur Betrachtung heranziehen.

**Tabelle 5: Qualitätsmaße nach Straßentypen**

Streckenelement	Qualitätsmaß	
	HCM 2000	HBS 2001
Autobahn	Verkehrsdichte [Fz/km]	Auslastungsgrad [-]
Planfreie Knotenpunkte: Rampe, Ein/Ausfahrten	Verkehrsdichte [Fz/km]	Auslastungsgrad [-]
Planfreie Knotenpunkte: Verflechtungsstrecken	Geschwindigkeit [km/h]	Auslastungsgrad [-]
Landstraße	Geschwindigkeit [km/h] Zeitanteil in Kolonnen [-]	Verkehrsdichte [Fz/km]
Stadtstraße	Geschwindigkeit [km/h]	-
Knotenpunkte mit LSA	Wartezeit [s]	Wartezeit [s]
Knotenpunkte ohne LSA	Wartezeit [s]	Wartezeit [s]

[Geistefeldt; Lohoff, 2011; RVS 05.04.21, 2001]

Durch die Qualitätsmaße werden die jeweiligen Besonderheiten der Straßentypen miteinbezogen. Für die Arbeit sind die Qualitätsstufen nach LOS sehr wichtig, denn durch die Miteinbeziehung der Stufen nach LOS können Grenz- und Schwellenwerte ausgearbeitet werden.

## 2.2.4 Geschwindigkeit

Für den stabilen Verkehrsfluss ist ein homogener Verkehr von Vorteil. Da Pkw und Lkw meist andere Geschwindigkeiten fahren, werden hier Homogenisierungsmaßnahmen bezüglich der generellen Geschwindigkeit sowie Lkw-Durchschnittsgeschwindigkeiten behandelt.

### Durchschnittsgeschwindigkeit von Lastkraftwagen

Da der Schwerverkehrsanteil auf Autobahnen und Schnellstraßen einen großen Anteil am Verkehrsfluss trägt, wird hier das Fahrverhalten von Lkw etwas genauer betrachtet. Die hier vorgestellten Auswertungen wurden auf Basis österreichischer Strecken von insgesamt 62,4 Kilometern, mit Geschwindigkeitsbegrenzung von 80 km/h, durchgeführt. Eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 80 km/h liegt oft in Baustellenbereichen auf Autobahnen vor. Dementsprechend können diese Werte für die Baustellenabwicklung auf Autobahnen von großer Bedeutung sein.

Laut Rexeis und Hausberger [2011] konnten durch das Beobachten freifahrender Lkw in Österreich Emission und Kraftstoffverbrauch simuliert werden. Durch Auswertungen der Arbeiterkammer wurde festgestellt, dass Lkw größer als 7,5t höchstzulässigem Gesamtgewicht, Sattelzüge und Lastzüge ähnliche Durchschnittsgeschwindigkeiten aufweisen. Diese liegen bei zirka 86 km/h. Die  $v_{85}$  (Geschwindigkeit welche 85% der Kfz unterschreiten) liegt zwischen 88 und 91 km/h. Diese Geschwindigkeiten stimmen sehr gut mit dem Lkw Fahrzyklus überein (Mittel nach HBEFA 86,3 km/h,  $v_{85}$  89,0 km/h). Das Geschwindigkeitsverhalten wurde zum einen vom Kuratorium für Verkehrssicherheit händisch mit Hilfe von Radarmessgeräten erhoben. Zum anderen wurden Geschwindigkeitsdaten aus ASFINAG Dauerzählstellen verwendet.

Durch Auswertung der im Jahr 2010 gewonnenen Daten konnte der Einsatz des elektronischen Geschwindigkeitsbegrenzers festgestellt werden, der in den meisten Fällen die Fahrzeuggeschwindigkeit auf 88 km/h regelt. Die Werte der Studie gehen mit dem HBEFA-Zyklus d'accord. Das HBEFA ist das Handbook emission factors for road transport, auf Deutsch „Handbuch für Emissionsfaktoren“. Für Lkw zwischen 3,5 und 7,5 Tonnen höchstzulässigem Gesamtgewicht wurde im Vergleich zu der größeren Klasse ein bemerkenswert höheres Geschwindigkeitsverhalten festgestellt. Im Mittel fahren diese Lkw 93,6 km/h und die  $v_{85}$  lag sogar bei 106 km/h.

In dieser Klasse haben somit 95% aller Lkw die gesetzlich erlaubte Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h überschritten. Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass Lkw-ähnliche Fahrzeuge ein den 2,5 bis 7,5 Tonnen identisches Fahrverhalten aufweisen. Wird somit bei einer Baustelle nur ein Fahrstreifen für den Schwerverkehr zugelassen, so sind die langsameren Lkw zu beachten. Wichtig ist deshalb, dass der Schwerverkehr bei Baustellen nicht nur wegen den Breiten- und Höhenverhältnissen von Bedeutung ist, sondern auch wegen des Geschwindigkeitsverhaltens.

## Geschwindigkeitsbeschränkungen

Geschwindigkeitsbeschränkungen zielen darauf ab, die zulässige Höchstgeschwindigkeit herabzusetzen. Sie werden dann StVO konform angeordnet, wenn besondere örtliche Verhältnisse oder eine besondere Gefahrenlage vorliegen. Eine Geschwindigkeitsbeschränkung kann zur Harmonisierung des Verkehrsablaufes beitragen, wenn hohe Verkehrsstärken vorherrschen. Sie kann dadurch auch die Kapazität beeinflussen. Der Effekt zur Harmonisierung des Verkehrsablaufes betrifft hauptsächlich die Verringerung der Kapazitätsunterschiede, die sich bei stationären Geschwindigkeitsbeschränkungen (feste Verkehrszeichen) weniger stark ausgeprägt sind als bei verkehrabhängiger, also dynamisch gesteuerter Geschwindigkeitsbeschränkung (Wechselverkehrszeichen). Die Wirkung ist von der Akzeptanz bei den Verkehrsteilnehmern abhängig. [Geistefeldt; Lohoff, 2011]

Geschwindigkeitsbeschränkungen eignen sich nicht als Maßnahme zur Vermeidung von Staus, sondern nur zur Verkehrsablaufharmonisierung. Geschwindigkeitsbeschränkungen helfen aber Staus, die durch Unfälle auf kritischen Streckenabschnitten entstehen können, gering zu halten, da sie zur Unfallvermeidung beitragen.

## Lastkraftwagen-Überholverbote

Laut Geistefeldt und Lohoff [2011] sind Lkw-Überholverbote nur auf Straßen mit schnellem und „starkem“ Fahrverkehr, für einen reibungslosen Verkehrsablauf erforderlich. Sinnvoll sind Lkw-Überholverbote bei Steigungen und Strecken mit Gefälle, auch in Tunnels und auf Stellen, wo Lkw nicht ausreichend zügig überholen können oder das Überholen den fließenden Verkehr besonders gefährdet. Brilon hatte sowohl 1996 gemeinsam mit Drews [Brilon; Drews, 1996] als auch 2007 in Zusammenarbeit mit Geistefeldt [Brilon; Geistefeldt; Lippold, 2007] die Auswirkungen von Lkw-Überholverboten auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf auf Autobahnen empirisch analysiert und stellte beide Male unter Berücksichtigung von Betriebs- und Zeitkosten einen gesamtwirtschaftlichen Nutzen fest.

Dieser Nutzen stellt sich ab einer Verkehrsstärke von 2.000 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen ein. Das Unfallgeschehen verzeichnete keine eindeutigen Veränderungen. Nur bei Autobahnkreuzungen, Fahrstreifenreduktionen, Steigungs- und Gefällestrrecken oder Unfallhäufungsstellen (bezogen auf Lkw-Beteiligung) konnte eine verbesserte Sicherheit festgestellt werden. Außerdem kann eine Überholverbots-Anordnung, bezogen auf den Auslastungsgrad, sinnvoll sein. Beim Lkw-Verkehr werden die Fahrzeiten nur gering verschlechtert, jedoch beim Pkw-Verkehr deutlich verbessert. Bezüglich Stauentstehung auf Autobahnen ist davon auszugehen, dass durch das Überholverbot Verkehrsablaufstörungen verringert werden und somit die Verkehrssicherheit verbessert wird. Diese vermindert die Unfallrate und reduziert somit auch einen der Faktoren der Stauentstehung.

In Österreich werden Lkw-Überholverbote jedoch nicht nur dann eingesetzt, wenn die Steigungsverhältnisse von Straßen beim Überholen von Lkw zu einer Behinderung von schneller beschleunigenden Pkw führen würden, sondern auch, wenn die vorgeschriebene Straßenbreite nicht eingehalten werden kann. Dies ist auch öfters bei Baustellen der Fall.

## 2.3 Routenwahl

Eine Route ist eine Kette von Straßensegmenten, die mittels Knoten verbunden ist. Diese Kette verknüpft den Weganfang mit dem Ziel. Das Streckennetz besteht aus vielen Knoten, die auch mehrere Routen verbinden können. Im Regelfall gibt es somit zwischen zwei Punkten immer mehr als einen Weg. Nach dem Prinzip, dass jeder Weg zum Ziel führen kann, funktioniert die Routenwahl. Wählen zu viele Personen dieselbe Route, kann dies zu Überlastung und Staubbildung führen. Durch die kollektive Entscheidung für die gleiche Route wird diese verstopft und eine andere bessere Route ergibt sich. Je nach Auslastungsgrad, Fahrzeit und Kosten kann eine andere Route zur bestmöglichen Route werden. Es ist nicht die einzelne Entscheidung ausschlaggebend, sondern die Routenwahl der Gesamtheit ist wichtig.

### 2.3.1 Grundlagen der Routenwahl

Nach Bovy und Stern [1990] ist die Wahl der Route abhängig von verschiedenen Entscheidungen. Der Fahrer muss entscheiden, welche Strecke er von Punkt A zu Punkt B nimmt. Hier ist ausschlaggebend, welche Informationen dem Fahrer vor Fahrtantritt zur Verfügung stehen.

Folgende Punkte sind entscheidend:

- Suchen und Finden von Alternativen
  - persönliche Präferenzen
  - Informationsstand
- Treffen einer Entscheidung, welche Route gefahren wird

Die Routenwahl des Einzelnen ist immer eigennützig und egoistisch. Die einzelne Person will die eigene Zufriedenheit optimieren. Zusätzlich ausschlaggebend für die Routenwahl sind die persönliche Charakteristik des Entscheidenden, die des Transportsystems und der Informationsstand des Fahrers. Gibt es mehrere bekannte Alternativen, können mehrere Routen für die Entscheidung herangezogen werden.

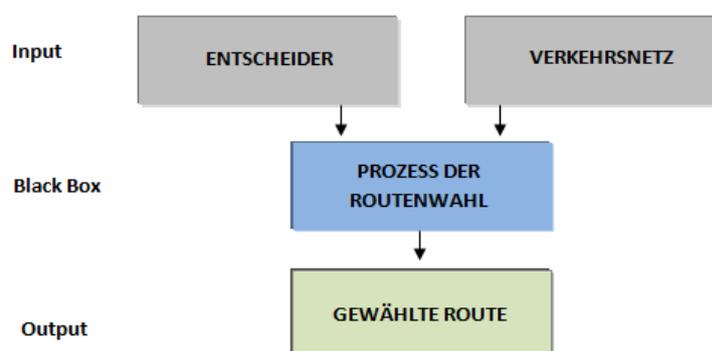


Abbildung 2: Schema der Routenwahl

[Bovy; Stern, 1990]

Die gewählte Route ist somit eine Funktion des Inputs, die vom Prozess der Routenwahl abhängig ist. Der Input ist vom Entscheidenden selbst und von den durch das Verkehrsnetz gegebenen Auswahloptionen abhängig. Die „Blackbox“ hat mit Objektivität und dem wahrnehmbaren Input (Charakteristik von Straßennetz und Fahrer) zu tun. Die „Blackbox“ ist situationsabhängig.

Die Komplexität der Variablen in der „Blackbox“ kann nicht einfach analysiert werden. Diese Ebene ist verknüpft mit der Einstellung, den Emotionen, den Vorstellungen, der Wahrnehmung und dem Lernverhalten der einzelnen Person. Jeder einzelne Fahrer wird sich somit bei derselben Situation anders verhalten. Das Verhalten ist vom Umfeld des Entscheidenden abhängig. Das Umfeld wird in vier Gruppen gegliedert:

*Das technisch-physische Umfeld:*

Es inkludiert die bebaute Umgebung, die Infrastruktur usw., diese bestimmen die Möglichkeiten des Verkehrsteilnehmers.

*Das sozio-demografische Umfeld:*

Es ist das Umfeld, in welchem der Verkehrsteilnehmer lebt (z.B. Haushalt, Arbeitswelt) und welche Transportmittel für den Verkehrsteilnehmer zur Verfügung stehen (Besitz von Auto, Fahrrad etc.)

*Das rechtliche Umfeld:*

Es beinhaltet Normen, Richtlinien, Richtwerte, ...Es gibt Fahrzeuglenker, die diese stärker befolgen als andere, z.B. ignorieren manche Fahrzeuglenker Sperrlinien, andere nicht.

*Das persönliche Umfeld:*

Hier handelt es sich um subjektive Einstellungen und Verhaltensweisen.

Das Routenwahlverhalten ist laut Bovy und Stern [1990] von zwei Faktoren abhängig:

1. Der Verkehrsteilnehmer mit seinen subjektiven Bedürfnissen, Erfahrungen, Vorlieben und Vorstellungen...
2. Das technisch-physische Umfeld, mit den objektiven Möglichkeiten

Genau diese Faktoren sind ausschlaggebend dafür, dass Einheimische andere Routen wählen als Ortsfremde. Einheimische kennen das technisch-physische Umfeld und die Möglichkeiten besser als Ortsfremde. Außerdem hat ein Ortsfremder das Bedürfnis, sein Ziel ohne sich zu verfahren zu erreichen. Er wird somit nicht gerne von Hauptstraßen etc. abweichen.

Ortsfremde haben meist nur ein beschränktes Wissen über die verfügbaren Möglichkeiten. Selbst wenn alle Möglichkeiten bekannt sind, heißt das nicht, dass diese Alternativen auch genutzt werden. Hier kommen die Vorlieben und Vorstellungen sowie Erfahrungen zum Tragen. Wird schon seit langer Zeit immer dieselbe Route gefahren, wird diese zur Routine und eine andere wird nicht in Betracht gezogen.

Bei Umlenkempfehlungen muss darauf Acht genommen werden, dass diese sowohl von Einheimischen als auch von Ortsfremden akzeptiert werden. Wichtig ist zusätzlich, dass Ortsfremden bei der Orientierung geholfen wird, damit sie den nicht vor Reiseantritt geplanten Weg auch mit Sicherheit richtig zurücklegen können. Wichtig ist, dass bei der Entscheidungsfindung dynamische Komponenten nicht mit einbezogen werden können. Entsteht ein Stau „on-trip“, so muss auf diesen während der Fahrt reagiert werden. Genau dafür soll bei Großveranstaltungen und Baustellen der mdWiSta zum Einsatz kommen, um Personen ohne Navigationsgerät etc. eine bessere Wegweisung und Information anzubieten.

Werden vier Charakteristiken von Routen betrachtet, die in zwei Kategorien unterteilt werden, so ist die beliebteste Route die Route mit der Nummer 3. Bei dieser Route sind sich alle Verkehrsteilnehmer einig, sie streben eine geringe Verspätung bzw. Reisezeit an und wollen so wenig Geld wie möglich dafür ausgeben. Die bei allen Personen unbeliebteste Route ist die Route mit der Nummer 2, da diese hohe Reisekosten verursacht und eine große Verspätung bzw. lange Reisezeit mit sich bringt. Werden die Route 4 und Route 1 betrachtet, so ist unklar, wie die Person entscheiden wird. Hier muss man sich für einen Abstrich entscheiden. Will man entweder mehr zahlen und dafür rechtzeitig ans Ziel kommen oder möchte man günstig ans Ziel kommen und nimmt dafür eine Verspätung in Kauf. Die Entscheidung zwischen den beiden Routen hängt somit von der persönlichen Einstellung etc. ab.

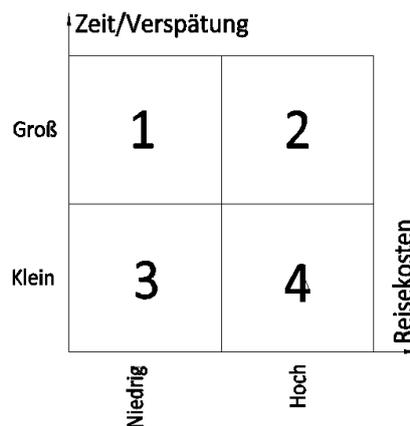


Abbildung 3: Charakteristik der Routenwahl

Kriterien der Routenwahl können folgende sein:

- Kürzeste Route (bezogen auf die Entfernung)
- Schnellste Route (bezogen auf die Fahrtzeit)
- best -beschilderte Route
- günstigste Route (bezogen auf Spritverbrauch)

Weitere Faktoren der Routenwahl sind:

- verfügbare Routen
- Charakter des Entscheidenden
- Die Art der Reise
- andere Umstände

Wichtig ist, dass sich die Routenempfehlung routenbezogen verhält. Auf Faktoren, die den Fahrer selbst, dessen Persönlichkeit oder dessen Reisezweck betreffen, kann nicht eingegangen werden. (Ausnahme Schwerverkehr). Das Ziel der Routenempfehlung ist die Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses und eine rasche Abwicklung. Dass durch Umleitungen, längere Wege und dadurch höhere Kosten entstehen, ist klar. Die ursprünglich erhoffte Reisezeit steigt auch an. Die Infos auf dem mdWiSta müssen vom Verkehrsteilnehmer erkennbar sein. Er soll registrieren, welche Route für ihn die bestmögliche bezüglich Reisezeit ist. Da diese Route eine Empfehlung ist, muss der Verkehrsteilnehmer ihr nicht folgen. Es wäre jedoch sinnvoll, die Routenwahl so zu gestalten, dass sie von der Mehrheit akzeptiert und auch befolgt wird. [Bovy; Stern, 1990]

### 2.3.2 Hierarchie

Die individuelle Kenntnis von Verkehrsnetzen ist eine notwendige Information, um die Routenwahl nachvollziehen zu können. Für jede Person sehen die Alternativen anders aus, aber für die Allgemeinheit kann eine gültige Hierarchie der Routenwahl festgelegt werden.

- Existierende Möglichkeiten  
sind alle, objektiv gesehenen, möglichen Routen, die durch das bestehende Verkehrsnetz ermöglicht werden.
- Bekannte Alternativen  
sind existierende Möglichkeiten, welche dem Entscheidenden bekannt sind. Obwohl mehr Möglichkeiten existieren, können nur bekannte Alternativen in Betracht gezogen werden.
- Zur Verfügung stehende Alternativen  
Es sind alle bekannte Alternativen, die für den Entscheidenden als möglich erscheinen.
- Brauchbare/Praktikable Alternativen  
Sie sind eine Teilmenge konkurrierender Alternativen, zwischen welchen sich der Entscheidende schlussendlich entschließen muss.
- Benützte Alternative  
Sie ist die aktuell gewählte Route.

Die Anzahl der Routen ist nicht immer ausschlaggebend für die Routenwahl, da es viele topologisch sinnlose Routen gibt. Die Größe des Routensets ist abhängig vom Verkehrsnetz und von der Art der Fahrt, welche durchgeführt werden soll. In einer großen Stadt gibt es für eine eher kurze Route generell viel mehr Routenmöglichkeiten, als wenn man von einem Dorf in ein anderes Dorf fährt.

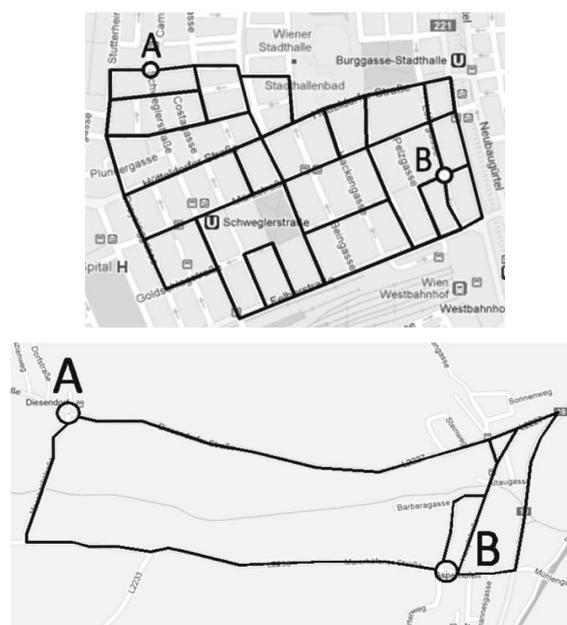


Abbildung 4: Routenmöglichkeiten im Vergleich: In der Stadt und am Land

Bei den in dieser Arbeit wichtigen Autobahnen gibt es auch nur wenige Routenwahl- bzw. Umleitungsmöglichkeiten. Bei Langstrecken ist es im Normalfall so, dass der Fahrer am Abfahrtsort viele Alternativen kennt und am Ankunftsort sich auch noch einige Alternativen zurechtlegt. Da meist zwischen Abfahrts- und Ankunftsort Autobahnen und Schnellstraßen liegen, kennt der Fahrer hier keine Alternativen. [Bovy; Stern, 1990] Am Abfahrts- und Zielort ist der Kenntnisgrad der verschiedenen Auswahlmöglichkeiten hoch, hingegen sind zwischen Abfahrts- und Zielort kaum Alternativen bekannt.

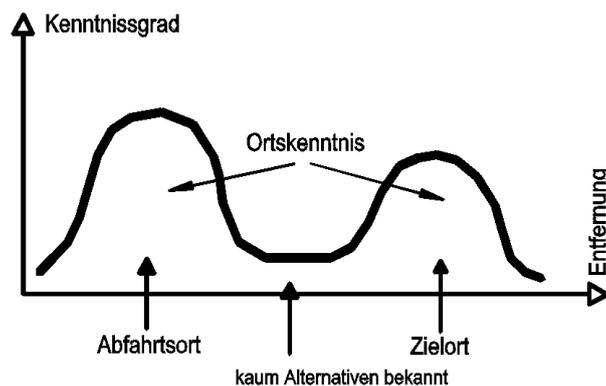


Abbildung 5: Alternativen-Kennntnis nach Situierung

[Bovy; Stern, 1990]

Da beim mdWiSta meist auf dem zwischen Abfahrts- und Zielort liegendem Stück der Route eine veränderte Routenwalempfehlung zum Tragen kommt, ist es hier besonders wichtig, dass auf der Anzeige diese Routenumlegung mithilfe von klaren Zielangaben stattfindet. Auch Autofahrer, die in diesem Bereich keine Alternative kennen, müssen sich problemlos an nachfolgenden Schildern orientieren können. Wird keine gute Beschilderung oder Orientierung gewährleistet, so fühlt sich der Fahrzeuglenker auf der Alternativroute unwohl, was in weiterer Folge zum Absinken vom Befolgungsgrad führt.

### 2.3.3 Befolungsgrad

Der Befolungsgrad hat den stärksten Einfluss auf den Gesamtnutzen einer Verkehrsbeeinflussungsanlage. Der Befolungsgrad wird von der Art sowie den Informationsmerkmalen und von Einflussfaktoren sowohl von Verkehrsteilnehmern, aber auch von den Verkehrsströmen beeinflusst. [Wermuth; Wulf, 2008]

In der Literatur wird der Begriff Befolungsgrad meist nicht eindeutig definiert. Anstelle von Befolungsgrad werden auch oft Begriffe wie „Befolgung“, „Befolungsrate“ und „Akzeptanz“ herangezogen. Als Befolgung wird das Verlassen der Normalroute und das Befahren der angezeigten Alternative des einzelnen Fahrzeuges bezeichnet. Der Befolungsgrad ist somit eine Schlüsselgröße, die maßgeblich von den Entscheidungsprozessen des Einzelnen beeinflusst wird. Er ist eine Kenngröße, um die Wirkung von Alternativrouten abschätzen zu können. Da sich jedes Individuum anders verhält, gibt es zufallsbedingte Schwankungen.

Der Befolungsgrad ist nicht exakt quantifizierbar, da Routenalternativen nur empfehlenden Charakter haben und nicht bindend sind. Zusätzlich hängt der Befolungsgrad von persönlichen Erfahrungen, Netz- und Umfeldbedingungen, dem Verhältnis der Streckenlängen (von der ursprünglichen zur empfohlenen Route) als auch vom Wochentag ab.

Generell funktioniert eine NBA-Steuerung auf Basis von fünf Stufen:

1. Analyse der Verkehrssituation
2. Prognose u. Erkennung von Verkehrsstörungen
3. Auswahl möglicher Steuerungsalternativen
4. Prognose bzw. Bewertung der Steuerungsalternativen
5. Umsetzung der besten Steuerungsalternative

Die Steuerungskriterien von den Alternativrouten können Reisezeit, Betriebskosten oder das Unfallrisiko sein. Steuerungskriterien können entweder als Nutzer- oder Systemoptimum ausgelegt werden. Das Nutzeroptimum (1. Wardrop'sches Prinzip) betrachtet für jede Zielgebietsgruppe, welche Route für diese die minimalsten Kosten erzielt. Beim Systemoptimum sollen die geringsten Kosten für das gesamte Netz erreicht werden (2. Wardrop'sches Prinzip). Die Wardrop'schen Prinzipien gehören zum deterministischen Gleichgewicht, da sie von kollektiv gleich angenommenen Aufwänden ausgehen. [Wermuth; Wulf, 2008]

In der Literatur gibt es das stochastische und deterministische Gleichgewicht. Das deterministische Gleichgewicht nimmt an, dass jeder Fahrer die Aufwände jeder möglichen Alternative kennt. Er wählt die für ihn beste Route aus. Grundlage dieser Annahme ist die identische Definition der besten Route aller Verkehrsteilnehmer, was in der Realität nicht zutrifft. Das deterministische Gleichgewicht ist erreicht, wenn sich alle Fahrer auf der bestmöglichen Route befinden und der Aufwand durch einen Routenwechsel nicht mehr verringert werden kann. [Sheffi, 1972]

Beim stochastischen Gleichgewicht wird ein unvollständiger, unpräziser Informationsstand angenommen. Die Bewertung ist subjektiv. Jeder Nutzer nimmt die Aufwände unterschiedlich wahr. Die Größe dieses Aufwandes wird durch den tatsächlichen Aufwand und einen Zufallseinfluss bestimmt. Das stochastische Gleichgewicht ist erreicht, wenn kein Fahrer denkt, durch einen Routenwechsel seinen individuell wahrgenommenen Aufwand verringern zu können. Durch ein stark verschiedenes Fahrerkollektiv können durch stochastische Verfahren viele attraktive und nicht nur die objektiv beste Alternative ausgewählt werden. [Sheffi, 1972]

Für die Höhe des Befolgungsgrads gibt es viele Einflüsse. Diese sind zum Beispiel abhängig vom Umfeld, dem Fahrzeugenker sowie der zu tätigenen Fahrt etc. Die Einflüsse können nach ihrer Wirkung in statische und dynamische Einflüsse gegliedert werden.

### ***Statische Einflüsse***

1. Merkmale der Fahrt
  - Quelle und Ziel
  - Vorhandene Alternative
  - Fahrzweck und Zeitbindung
2. Einflussfaktoren der Alternativroute
  - Anzahl von Entscheidungsmöglichkeiten
  - Länge (Umwegfaktor), Straßenkategorie
  - Qualität der Alternativroute im Vergleich zur Normalroute
3. Einflussfaktoren des Fahrens
  - Ortskenntnis / Fahrerfahrung
  - Vorhandensein routenbezogener Information
  - Präferenzen und Systemakzeptanz
  - Perzeption

### ***Dynamische Einflüsse***

4. Eigene Beobachtung
  - Prognosefähigkeit
  - Erfahrung mit der spezifischen Anlage
5. Umfeldbedingungen
  - Wetter, Witterung, Sicht
  - Ungünstige Verhältnisse führen zu geringerer Befolgung
6. Störungen
  - Ausprägung, Art, Häufigkeit
7. Inhalt, Art und Form der Information
  - Relevanz für die spezifische Fahrt
  - Verhaltensempfehlung
  - Verkehrszustandsbeschreibung/-prognose
8. Informationsumfeld
  - Art und Anzahl von Informationsquellen

[Wermuth; Wulf, 2008]

Die Bestimmung von Auswahlwahrscheinlichkeiten von Routen ist schwierig. Auch bei analytischer Bestimmung müssen für Logit-Modelle Zufallszahlen gezogen werden. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Logit-Modelle, um die Routenwahl realitätsnahe abzubilden. Verschiedene Modelle wurden von Dugge [2005] zusammengetragen.

Bei Gelegenheitsmodellen wird die Befriedigung der Bedürfnisse der Verkehrsteilnehmer als gelegentlich betrachtet. Für die Routenwahl kann das bedeuten, dass eine kilometermäßig längere Route wegen deren verkehrlichen Attraktivität trotzdem als Auswahl in Frage kommt. Werden die gleichen Bedürfnisse auf einer kürzeren Route erfüllt, so wird mit Sicherheit eine kürzere Route bevorzugt. [Ortúzar; Willumsen, 2004]

### Entscheidungsprozesse und Umfrageergebnisse aus der Literatur

Auf Basis von subjektiven Einschätzungen und aufgrund objektiver Situationsmerkmale werden Entscheidungen über Verhaltensweisen im Verkehr getroffen. Durch individuelle Wahrnehmung wird die objektive Situation verzerrt, verfälscht oder unvollständig dargestellt. Beim Entscheidungsprozess des Individuums wägt dieser den mit der Befolgung verbundenen Umweg ab und schätzt die Stauwahrscheinlichkeit auf der Alternativroute ein. Zusätzlich zu diesen zwei Fragen kommen Faktoren wie Reisezeit, Erfahrung mit der Alternativroute, Komfort, Plausibilität der Wechselwegweisung sowie Netzkenntnis. [Ortúzar; Willumsen, 2004]

Die Wirksamkeit (also der Entscheid für die Alternativroute) ist abhängig von vielen Faktoren. Dazu zählt die Gestaltung der Verkehrszeichen. Ein Verkehrsteilnehmer kann maximal drei Zeilen Text aufnehmen, somit ist die Zahl von Textelementen und Zeilen wichtig für den Entscheidungsprozess. Auch der Regelwert, die Begründbarkeit der Empfehlung, die Wiederholung der Empfehlung, die Häufigkeit des Anzeigehaltswechsels, lokale Verkehrsbedingungen, situative Bedingungen und die Perzeption sind Bestandteile der Entscheidung. [Braun, 1980]

Wird die Empfehlung begründet, so kann eine höhere Wirksamkeit erzielt werden. Bei Wiederholung der Empfehlung kann diese besser erkannt und befolgt werden. Auch die lokalen Verkehrsbedingungen sind wichtig für den Entscheidungsprozess, da es einen Mitzieh-Effekt gibt. Fährt keiner auf die Alternativroute, will der einzelne Verkehrsteilnehmer auch lieber auf der Normalstrecke bleiben. Fahren viele Personen die Alternativroute, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Einzelne auch die Alternativroute wählt, viel höher. Verschiedener Literatur zufolge gibt es eine Vielzahl von Faktoren, die die Alternativroutenwahl beeinflussen. Diese stimmen nicht immer überein. Im Regelfall kommen zufallsbedingte Schwankungen zum Tragen. [Wermuth; Wulf, 2008]

Durch die Auswertung verschiedener Umfragen und Erhebungen wurden im Laufe der Jahre folgende Aussagen getätigt:

- Lkw-Fahrer und Fahrer mit beruflichen Zwecken befolgten die Empfehlung seltener als Fahrer mit privaten Zwecken.
- Die Länge der Tagesstrecke ist ausschlaggebend, bei längerer Strecke wird die Alternative häufiger befolgt.
- Durch die Angabe eines Grundes für die Routenänderung wird eine höhere Befolgung erreicht.
- Die Störungsart und die Wegelänge der Umleitung sind wichtige Elemente für den Verkehrsteilnehmer, um die zwei Routen miteinander zu vergleichen.
- Ist die Alternativroute besser bekannt, kann dies sowohl positiv als auch negativ für die Befolgung ausfallen (subjektive Erfahrung mit der Alternativroute).
- Autofahrer, welche den Querschnitt häufig passieren, nutzen eher die Alternative.
- Bei Lkw-Fahrern ist der Verkehrsfluss vor der Fahrzeit und vor den Kosten, das wichtigste Element für die Befolgung der Alternativroute.
- Der Kostenfaktor wird jedoch durch die immer höher werdenden Preise auch immer wichtiger.
- Die Staulänge ist ausschlaggebend für eine Alternativroutenbefolgung.
- Die Staulänge sollte in km angegeben werden.
- Schwere Unfälle bzw. große Staus sind die Verkehrsstörungen, welche am ehesten zu einer Befolgung der „Umleitung“ führen.
- Das Routenwahlverhalten hängt von der Verkehrssituation am Entscheidungspunkt ab.
- Je höher die am Schild gezeigte, erwartete Reisezeitverlängerung ist, desto größer wird der Befolgungsgrad.
- Der Schriftzug „lange Wartezeit“ bewirkt eine signifikant höhere Befolgung als die Angabe „Wartezeit“.
- Wird nur das Wort „Wartezeit“ angegeben, bewirkt die Mitteilung der Ursache eine positive Auswirkung auf den Befolgungsgrad.
- Wird „Unfall“ mitgeteilt, so ist die Wirkung höher als wenn „hohe Verkehrsdichte“ angegeben wird. Das Anzeigen des Wortes „Bauarbeiten“ liegt hinter den beiden zuvor erwähnten. Je besser die Ortskenntnis ist, umso höher ist die Bereitschaft zur Befolgung.
- Wichtig ist, die Umleitungsempfehlung inklusive der Stauursache und den Ort des Staubeginns anzugeben.
- Ohne Ort- und Umfangsangabe bleiben die Verkehrsteilnehmer eher auf der Normalroute.

Aus verschiedener Literatur wie zum Beispiel Bovy und Stern [1990], Wermuth und Wulf [2008], Braun [1980] ist es nicht ganz schlüssig, ob die Zeitdauer einen Einfluss auf die Befolgung hat, denn es wird sehr wohl erwähnt, dass Zeitverlängerungen kaum Einfluss auf die Befolgung haben bzw. dass eine Fahrzeitverlängerung ab 10 Minuten zu einer signifikanten Befolgungszunahme führt. Aus eigenen Erfahrungen ist es gut vorstellbar, dass die Alternative erst ab einer gewissen zeitlichen Verzögerung von den Verkehrsteilnehmern befahren wird. Es wurde angegeben, dass eher Männer als Frauen und eher jüngere als ältere Personen Alternativrouten befahren, außerdem befolgen Personen mit höherer Bildung öfters die Routenempfehlung, da diese eine größere Wertschätzung der Fahrzeit haben. [Bovy; Stern, 1990]

## 2.4 Verkehrsmanagement

Das Verkehrsmanagement spielt bei der ASFINAG die zentrale Rolle, denn es beschäftigt sich mit der bestmöglichen Abwicklung des Verkehrs. Hierzu zählen Service-, Instandhaltungsmanagement sowie der Betrieb der telematischen Anlagen. Auch das Baustellen-, Verkehrssicherheits- und Netzmanagement als auch die Verkehrsprognose und Verkehrsstatistik sind Aufgabengebiete des Verkehrsmanagements. [RVS 05.01.12, 2008]

Ziel ist es, in Zukunft ein aktiveres Ereignismanagement durchführen zu können, durch spezielle Tools und Instrumente soll auch bei unvorhersehbaren, ungeplanten Ereignissen so schnell wie möglich auf die gegenwärtige Situation reagiert werden können. [Head-Office, Utility Service, 2012]

### 2.4.1 Regeln der Wegweisung

Da der mobile Wegweiser bzw. die Vorwarntafel mit Leuchtdioden ausgestattet wird, kann dieser die Elemente der Wegweisung in unterschiedlichster Weise ausführen. Es können Zielangaben (Nah-, bereichs- und Fernziele), Straßennummern, Pfeile und Symbole sowie Entfernungsangaben angezeigt werden. Auch eine wechselnde Anzeige ist möglich. Zusätzlich zu den bereits erwähnten Angaben soll für den User eine Routenwahlmöglichkeit angezeigt werden können.

Für einfaches Verständnis soll mittels Minutenangaben und Piktogrammen die bessere Variante der Route dargestellt werden, um den Autofahrer zur Routenänderung anzuregen. Piktogramme können farblich dargestellt werden und in Form von Symbolen wie Uhren, Sanduhren, Smileys etc. die Befolgung erhöhen. Bei Pfeilen und Symbolen ist es wichtig, dass sie für jedermann verständlich sind, somit sollten allgemein bekannte Symbole und Piktogramme verwendet werden. Ob diese aus der Verkehrstechnik stammen oder nicht, ist weniger wichtig. Pfeile geben die Fahrtrichtung, den Verlauf des vorhandenen Fahrstreifens bzw. den Verlauf einer Route an. Werden Entfernungsangaben getätigt, so sollen diese in ganzen Kilometern und bis 2000 m in Metern (gerundet auf 100 m) angegeben werden. Wichtig ist, dass die Regeln der Wegweisung für eine bessere Akzeptanz auch auf dem mdWiSta wie nachfolgend angegeben durchgeführt werden. [RVS 05.02.13, 2006]

#### Kontinuitätsregel

Sie besagt, dass ein einmal angegebenes Ziel auf den nachfolgenden Vorwegweisern und Wegweisern bis zur zugehörigen Ausfahrt beibehalten werden muss. Es muss die Weiterführung im nachgeordneten Straßennetz gewährleistet sein [RVS 05.02.13, 2006]. Somit ist es wichtig, dass auf dem mdWiSta keine Orte angezeigt werden, die nicht auf Vorwegweisern und Wegweisern angegeben sind oder solche erst kurz vor der Ausfahrt angezeigt werden, da sonst die Kontinuitätsregel nicht erfüllt werden kann. Ausnahme hierfür sind Festivals, da diese öfters an Orten stattfinden, die sonst weder als Nah-, Bereichs- noch Fernziel eine Rolle spielen, hier wird die Beschilderung im Regelfall durch den Veranstalter gewährleistet.

## Richtungsregel

Sind Wegweiser für verschiedene Richtungen übereinander angebracht, so steht, wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt, der Geradeausfahrende über dem Links- und bzw. oder Rechtsweisenden. Zusätzlich hat der Linksweisende immer über dem Rechtsweisenden zu stehen. [RVS 05.02.13, 2006]

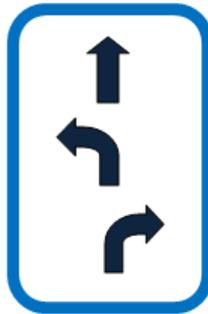


Abbildung 6: Richtungsregel

## Umklappregel

Jeder Wegweiser ist so zu planen, dass die Reihenfolge der angeführten Ziele den örtlichen Gegebenheiten entspricht. Jedoch steht das geographisch weiter entfernte Ziel auf dem Wegweiser immer über dem näherliegenden Ziel. [RVS 05.02.13, 2006] Dementsprechend bedeutet das Umklappen, dass Orte in der Reihenfolge, wie sie der Fahrer passiert, in verkehrter, „umgeklappter“ Form der Abbildung am Wegweiser entsprechen. In Abbildung 7 wird das Prinzip für die Orte Villach, Klagenfurt und Wien dargestellt. Der nächste Ort ist Villach, der weitest entfernte Ort ist Wien. Durch die Umklappregel schaut der Wegweiser wie folgt aus:



Abbildung 7: Durch „Umklappen“ erhält man die am Wegweiser abgebildete Reihenfolge

## 2.4.2 Baustellenmanagement

Baustellen bedeuten einen erheblichen Eingriff in den Verkehrsablauf. Baustellen werden benötigt, um den Straßenzustand in gutem Zustand zu erhalten (Sanierungsmaßnahmen) oder die Straße zu verbessern (Ausbaumaßnahmen). Meist ist für diese Eingriffe eine Verengung oder Verminderung von Fahrstreifen notwendig. Dies führt zu einer fahrdynamisch verschlechterten Verkehrsführung und die Kapazität im Baustellenbereich wird verringert. Dadurch erhöht sich auch die Stauwahrscheinlichkeit.

Die Baustellen so gut wie möglich abzuwickeln, das heißt, die Auswirkungen von der Baustelle auf den Verkehrsablauf so gering wie möglich zu halten, ist das Ziel des Baustellenmanagements. Hierfür müssen schon im Voraus die verkehrlichen Konsequenzen festgelegt bzw. eingeschätzt und während der Planung berücksichtigt werden. Durch verschiedenste Maßnahmen können die Auswirkungen minimiert werden. Die Bautätigkeit sollte, wenn möglich, in den Schwachlastzeiten durchgeführt werden, außerdem sollte die Bauzeit so gering wie möglich gehalten werden. Im Straßenbereich ist es also sinnvoll, auf Nachtarbeit und Wochenendarbeit zurückzugreifen. Die Verkehrsführung im Baustellenbereich muss so gewählt werden, dass die Fahrstreifen so breit wie möglich ausfallen, demnach sollte zum Beispiel eine 3-1 Verkehrsführung statt einer 4+0 Verkehrsführung bedacht werden, auch eine Verbreiterung des Querschnitts als Provisorium ist möglich.

Alle Maßnahmen sollten verkehrstechnisch im Detail betrachtet werden und durch Verkehrszeichen und Markierungen unterstützt werden. Bei einer Baustelle sind volkswirtschaftliche Verluste durch Staus oder langsames Vorankommen mit den zusätzlichen Kosten sowie jenen, die durch eine günstigere Verkehrsführung entstehen, abzuwägen. Das Baustellenmanagement sollte alle Optimierungspotenziale aufzeigen. Durch gute Beschilderung und Markierung kann der Verkehrsablauf und die Sicherheit im Baustellenbereich verbessert werden. [Geistefeldt; Lohoff, 2011]

## 2.4.3 Highway Agency Traffic Officers

In England gibt es die Highway Agency. Sie ist eine Agentur der Exekutive, die dem Department für Transport angehört und die für die Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses sowie die Instandhaltung der strategischen Straßennetze in England sorgt.



Abbildung 8 Traffic Officers United Kingdom

[highways-agency, 2012]

Von der Highway Agency werden Traffic Officers beschäftigt. Sie verfügen nach ihrer Ausbildung sowohl über einen hohen Standard in Sachen Sicherheit, Kundenumgang, Verkehrsmanagement, aber auch in Bezug auf die Technologie.

Wo Störfälle auftreten, halten die Polizisten weiterhin das Vorrecht, die Fälle auf Kriminalität zu prüfen. Die Highway Officers sind trotzdem vor Ort, um zu helfen und um die Rettungseinheiten zu koordinieren, den Verkehrsfluss zu managen und die Strecken zu sperren bzw. wieder zu eröffnen, sobald die Sicherheit gewährleistet ist.

Zusätzlich wird durch die Officers die Öffentlichkeit durch elektronische Nachrichten an Verkehrsanzeigen informiert. Highway Officers sind auch vor Ort, um bei Pannen, Unfällen etc. zu helfen. Von ihnen werden kaputte und beschädigte Fahrzeuge beseitigt und die Straße gesäubert. Weiters werden vom selbigen Personal die temporären oder mobilen Straßensperren gesetzt. [highways-agency, 2012]

## 2.4.4 Verkehrsmanagementsysteme

### VAMOS

Es ist das Dresdner operative Straßenverkehrsmanagementsystem. Es wurde von der Technischen Universität Dresden entwickelt. VAMOS steht für Verkehrs-Analyse-, Management- und Optimierungs-System. VAMOS erfasst eine Vielzahl von Daten und Informationen, führt diese zusammen und wertet sie aus. Die Hauptstandorte der Verknüpfungspunkte befinden sich im Dresdner Straßennetz. Die Benutzeroberfläche wird vom Straßen- und Tiefbaamt Dresden bedient. VAMOS verfügt über 1000 Detektoren von Autobahnen und Stadtstraßen auch LIVE-Kamera-Systeme wurden installiert. Das System führt verschiedene Systeme zu einem Gesamtsystem zusammen. Durch dieses System werden folgende Komponenten vereint:

#### Dynamisches Wegweisungssystem des Großraumes Dresden

Es ermöglicht die Ausschilderung zu regionalen Zielen und Fernzielen in Abhängigkeit der Verkehrslage des Fahrtzeitpunktes. Hier kommen Prismenwender zum Einsatz.

#### Verkehrsinformationssystem

Durch Displays werden den Verkehrsteilnehmern Informationen über Staus und Parkplatzauslastungen bereitgestellt.

#### Dynamisches Parkinformations- und Leitsystem Dresden

Hier werden nur Informationen über Auslastungen von Parkhäusern, Tiefgaragen und Parkplätzen angegeben.

#### Dynamische Wegweisungskomponente im Parkleitsystem

Da die Zufahrtsrouten zu den Parkbereichen oftmals staugefährdet sind, ermöglichen dynamische Anzeigen eine alternative Routenausschilderung zu den Parkmöglichkeiten

#### Verkehrsbeeinflussungsanlagen auf den Dresdner Autobahnen

Diese VBA werden hauptsächlich als SBA genutzt. Das wichtigste Ziel ist die Gewährleistung der Verkehrssicherheit. Ein weiteres Ziel ist die Leichtigkeit des Verkehrs.

### Städtische Staumeldungen im Verkehrsfunk

Alle Autofahrer sollen unverzüglich informiert werden, der Verkehrsfunk eignet sich dafür besonders gut, deshalb werden Verkehrswarmmeldungen im Radio verlesen und durch die Radiosignale Informationen für Navigationsgeräte ausgegeben.

### Verkehrsabhängige Signalprogrammauswahl für die Dohnaer und die Washingtonstraße

Die Verkehrsabwicklung findet mittels Signalprogrammen statt, welche eine grüne Welle ermöglichen. Das Signalprogramm arbeitet mit einer Wochenautomatik, die je nach Wochentag und Tageszeit entweder die eine oder andere Richtung bevorzugt. Die Richtung mit dem größeren Verkehrsaufkommen wird bevorzugt. [TU Dresden, 2012]

### ALMO<sup>®</sup>

ALMO<sup>®</sup> ist ein Produkt der Firma Momatec GmbH. Es gibt zwei Varianten, die eine ist für Meistereien gedacht. Es ermöglicht die Planung und Genehmigung von Baustellen. Das System ALMO<sup>®</sup> bietet betriebliche Einrichtungen zur Baustellenabsicherung und überwacht den Betriebs- und Anzeigenstatus, außerdem warnt es Verkehrsteilnehmer und erzeugt Verkehrsinformationen. Es werden lokale Gefahrensituationen an Baustellen angezeigt. Des Weiteren kann ALMO Verkehrsmanagement Maßnahmen mit der Verkehrszentrale und der Polizei koordinieren.

ALMO<sup>®</sup> für die Kommune koordiniert, plant und genehmigt Baustellen und Ereignisse für die Kommune. Dafür ist nur das System ALMO notwendig. Das System ist webbasierend und kann somit organisationsübergreifend die Software bearbeiten und dadurch Baustellen verschiedener Fachbereiche koordinieren. Die Abläufe können durch ALMO<sup>®</sup> einfach gehalten werden.

Das Leistungsspektrum der ALMO<sup>®</sup> Software umfasst

- Software für das kommunale Baustellen- und Ereignismanagement,
- Software für das Veranstaltungsmanagement,
- Software für ein übergreifendes strategisches Verkehrsmanagement auf Autobahnen,
- Software für intelligente temporäre Stauvermeidungsanlagen,
- Software für umfassende Verkehrsinformationsdienste
- Software für LD-gestützte Baustellenabsicherung durch Straßen- und Autobahnmeistereien

Die ALMO<sup>®</sup> Softwarelösungen bieten eine effiziente Nutzung und kann verschiedene Managementpläne abbilden. Somit gewährleistet ALMO<sup>®</sup> die effiziente Zusammenarbeit von Menschen, IT-Systemen und telematischen Infrastrukturen. [almo-ac]

## 2.5 Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA)

Verkehrsbeeinflussungssysteme können nach dem Zeitpunkt ihrer Beeinflussung unterschieden werden. Es gibt die Möglichkeit **pre-trip** Informationen zu erhalten. Hier wird der Verkehrsteilnehmer vor Fahrtantritt über die Verkehrslage oder den Verkehrsweg sowie die günstigste Route zum Fahrtziel informiert. Es ist auch möglich, den Fahrzeuglenker während der Fahrt also **on-trip** zum Beispiel durch Navigationsgeräte, TMC-Systeme oder andere Endgeräte (Mobiltelefon, etc.) zu informieren. Meist haben diese Systeme hauptsächlich informierende, manchmal auch verkehrssteuernde bzw. verkehrsverlagernde Wirkung. Die verkehrssteuernde und verkehrsverlagernde Wirkung ist immer vom Befolgungsgrad abhängig. [ASFiNAG, 2007]

VBA dienen der kollektiven Beeinflussung, womit alle Verkehrsteilnehmer, welche die beeinflusste Route wählen, informiert werden. Die Beeinflussung bzw. Information der Fahrzeuglenker erfolgt durch Hinweise und Verkehrszeichen, welche an geeigneten Standorten durch Wechselwegweiser (WWW), Wechselverkehrszeichen (WVZ), Textanzeigen und Signalanlagen umgesetzt werden. Die Information wird zeitnah geschaltet und betrifft den nachfolgenden Streckenabschnitt. [Boltze, 2005]

Verkehrsbeeinflussungsanlagen umfassen somit alle Begriffe von Datenerfassung, Steuerung, Anzeige, Überwachung, Datenverarbeitung, Betriebsüberwachung etc. Im Normalfall wird die VBA automatisch mittels Steuerungsalgorithmen geschaltet. Für das Verkehrsmanagement- und (VMIS) der ASFiNAG werden verschiedene Ebenen benötigt. Das VMIS besteht aus Sensoren, Anzeigesystemen, Streckenstationen (SSt), Unterzentralen (UZ) Einrichtungen zur Verkehrsbeobachtung und der übergeordneten Verkehrsmanagement- und Informationszentrale Wien-Inzersdorf. [ASFiNAG, 2007; RVS 05.01.11, 2004]

### 2.5.1 Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA)

Sie beeinflussen kollektiv den situationsabhängigen Straßenverkehr und zielen auf die Verbesserung der Verkehrssicherheit und die Regelung des Verkehrsflusses auf einem bestimmten Straßenabschnitt ab. Meist werden für Streckenbeeinflussungsanlagen Wechselverkehrszeichen (WVZ) angeordnet. Die Anordnung erfolgt entlang eines Streckenabschnittes und eine Beeinflussung des Verhaltens der Fahrzeuglenker soll situationsabhängig durch das Schalten von Gefahren- und Vorschriftszeichen möglich werden. Umsetzbare Stauwarnanlagen, welche kurz- oder mittelfristig eingesetzt werden, zählen auch zu den Streckenbeeinflussungsanlagen. Wichtig für die Streckenbeeinflussung sind Systeme, welche die Verkehrslage ermitteln und zusätzlich Umfelddaten erfassen. Je nach Anwendungsbereich haben SBA unterschiedliche Ziele. Sie dienen zur Minimierung der Unfallhäufigkeit bzw. Unfallschwere durch die Warnung on-trip. Es wird immer vor der aktuellen Gefahrensituation und deren Einfluss auf das Fahrverhalten gewarnt. Eine andere Anwendung von SBA ist die Harmonisierung des Verkehrsablaufs, besonders bei hohem Verkehrsaufkommen oder Störungen im Netz. Der Zusammenbruch des Verkehrsflusses soll damit vermieden werden. SBA können außerdem Fahrstreifensperren anzeigen. SBA sollen den Verkehrsablauf harmonisieren, Unfälle reduzieren, die Kapazität über lange Zeiträume erhalten oder die Kapazität steigern und ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis erzielen. Wichtig dafür ist der Befolgungsgrad, welcher von der Akzeptanz abhängt. Dafür müssen die Informationen schnell, zulässig und eindeutig angezeigt werden, um den Kraftfahrer ausreichend zu informieren. [Boltze, 2005]

Durch Geschwindigkeitsharmonisierung und -beschränkung kann das Staurisiko verringert und die Kapazität sowie die Sicherheit gesteigert werden. Lärm- und Schadstoffemissionen werden voraussichtlich auch reduziert. Auch Überholverbote zählen zu Harmonisierungsmaßnahmen. Mittels Witterungs- und Gefahrenwarnung wird die Erhöhung der Verkehrssicherheit forciert. Bei der Gefahrenwarnung wird zum Beispiel vor Unfall, Baustelle, Stau gewarnt. Es wird an mehreren Messpunkten der vorherrschende Verkehrsfluss ermittelt, dafür werden Sensoren benötigt. Wird eine bestimmte Schwelle überschritten, so verändert sich das Wechselverkehrszeichen. Zur Witterungswarnung zählen Nässe, Nebel bzw. Sichtweiten- sowie Glättewarnungen. Es können auch weitere Messdaten ermittelt werden. Die Sensorik ist an die gewünschte Erfassung anzupassen. Bei der Pannestreifenfreigabe kann der Verkehrsraum durch Fahrstreifenzuteilung optimiert werden. Die Benutzung des Pannestreifens kann erlaubt werden bzw. kann auch die Nutzung des rechten Fahrstreifens verboten werden. Maßnahmen sind auf die gültigen Rechtssituationen abzustimmen. Zu den Anlagen zur Reduktion der Verkehrsemissionen zählt nicht nur die Verminderung der Abgasemissionen, auch Lärmschutz zählt zu Maßnahmen, welche unter Streckenbeeinflussung fallen. Steigt der Schallpegel zu stark an, wird durch eine Anlage die Geschwindigkeit herabgesetzt. Beim Richtungswechselbetrieb kann der mittlere von drei Fahrstreifen jeweils einer Fahrtrichtung zugewiesen werden. Die Zugehörigkeit wechselt je nach Bedarf. Die Kapazität kann durch diese Maßnahme erhöht werden. Der Einsatz von Richtungswechselbetrieb ist nur dann zweckmäßig, wenn tageszeitliche Unterschiede auf den Richtungsfahrbahnen vorherrschen. [ASFiNAG, 2007]

## 2.5.2 Knotenpunktbeeinflussungsanlagen (KBA)

Sie sind Steuerungssysteme, die den situationsabhängigen Straßenverkehr kollektiv beeinflussen. Knotenpunktbeeinflussungsanlagen sollen einen bestimmten planfreien Knotenpunkt verfeinern und verbessern. Hierfür kommen verschiedene Strategien zum Einsatz. Fahrstreifenzuteilungen werden bei der Verflechtung starker Verkehrsströme mit Spitzen eingesetzt. Hierfür werden Dauerlichtzeichen verwendet, auch Wechselwegweiser können Fahrstreifen für den Auffahrtsbereich zuteilen. Sie regeln die gleichmäßige Auslastung der Fahrstreifen und reduzieren außerdem die notwendigen Verflechtungsvorgänge. Damit tragen sie zur Verbesserung der Verkehrsablaufqualität und der Verkehrssicherheit bei. Verkehrsabhängige Geschwindigkeitsbeeinflussungen sind meist als Begleitmaßnahmen zu anderen Systemen im Einsatz. Sie können die Verkehrsqualität verbessern oder zur Erhöhung der Sicherheit beitragen. Zuflussregelungsanlagen harmonisieren den Verkehrsablauf auf der Hauptfahrbahn und können dadurch die mittlere Geschwindigkeit und die Kapazität erhöhen. Im Einfädelungsbereich kann dadurch die Sicherheit erhöht und Störungshäufigkeit minimiert werden. Zuflussregelung ist dann notwendig, wenn im Anschlussbereich von Hauptfahrbahnen häufig Geschwindigkeitseinbrüche durch zufließenden Verkehr vermerkt werden oder wenn der Verflechtungsbereich als Unfallhäufungsstelle analysiert wurde. Die Regelung funktioniert, indem die zufahrenden Fahrzeuge nur dosiert auf die Hauptfahrbahn einfahren können, damit der Verkehr auf der Hauptfahrbahn aufrecht bleibt. Die zufließenden Mengen werden nie auf einmal, sondern immer der Reihe nach auf die Hauptfahrbahn geleitet. Die Leistungsfähigkeit der Anschlussstelle wird erhöht. [Boltze, 2005; ASFiNAG, 2007; ASFiNAG, Okt 2007]

Grundsätzlich dienen KBA der Erhöhung der Verkehrsqualität (Homogenisierung) an hochbelasteten Knotenpunkten im hochrangigen Netz. Zusätzlich dienen sie auch der Sicherheit und verringern Unfallhäufungspunkte. Im Regelfall werden Knotenpunktbeeinflussungen an mehrstreifigen Bundesfernstraßen mit hoher Verkehrsbelastung notwendig.

### 2.5.3 Netzbeeinflussungsanlagen (NBA)

Sie sind Informations- und Leitsysteme, welche kollektiv das situationsabhängige Straßenverkehrsverhalten beeinflussen. Verkehrsströme werden sinnvoll durch die bestmöglichen Routen geführt. Zur Ausweisung von Alternativrouten werden hauptsächlich frei programmierbare Hinweistafeln eingesetzt. Es werden die Informationen der ausgewählten Route angezeigt. Auch Parkleitsysteme zählen zu den Netzbeeinflussungsanlagen. NBA werden dort eingesetzt, wo eine hohe Überlastungswahrscheinlichkeit für Strecken besteht. Um eine NBA sinnhaft einsetzen zu können müssen sinnvolle Alternativrouten vorhanden sein. Bei den NBA werden additive und substitutive Wechselwegweisungen unterschieden. Additiv bedeutet, dass im Fall einer Störung oder Überlastung der Hauptroute eine gekennzeichnete Alternativroute ausgegeben wird. Substitutiv bedeutet, dass die Zielanzeigen auf den vorhandenen Wegweisern ersetzt werden. Die grundsätzliche Wegweisung wird jedoch von fix installierten Wegweisern übernommen. [ASFiNAG, 2007]

#### Wechselwegweisung

Die Wechselwegweisung wird als Instrument der Alternativroutensteuerung bezeichnet und wird dafür verwendet, zu stark belastete Netzabschnitte durch die Verlagerung von Verkehrsströmen zu entlasten. Stauinflüsse werden dadurch minimiert und die verfügbare Netzkapazität wird durch regelmäßiger Auslastung verbessert. Im Normalfall werden nur überregionale Ziele und Fernziele für die Wechselwegweisung herangezogen. Für den Großteil der Fahrzeuglenker ist es wichtig zu wissen, ob und warum sie die direkte Strecke verlassen sollen. [Boltze, 2005]

#### Dynamisches Knotenmanagement bzw. Staumanagement

Hier werden mehrere Streckenbeeinflussungsanlagen angebunden, somit erfolgt eine autobahnübergreifende Streckenbeeinflussung, es kann frühzeitig auf Situationen eingegriffen werden. Wichtig hierbei ist eine sehr detaillierte Abstimmung, damit die Infrastruktur richtig eingesetzt wird und die Ziele auch erreicht werden. [Boltze, 2005]

## Begriffsdefinitionen

Für lichtemittierende Verkehrszeichen sind folgende Begriffe von Bedeutung: [ASFINAG, 2007; ASFINAG, Okt 2007]:

Lichtzeichen: Als Lichtzeichen werden Signale, welche zur Sperrung, Räumung oder Zuweisung von Fahrstreifen beitragen, bezeichnet. Näheres kann im § 38 der StVO Absatz 10 nachgelesen werden.

Wechselverkehrszeichen (WVZ): Unter dem Begriff Wechselverkehrszeichen werden Verkehrszeichen zusammengefasst, welche bei Bedarf angezeigt, geändert oder aufgehoben werden können. Sie sind somit veränderliche Verkehrszeichen.

Wechselverkehrszeichengebern (WZG): Darunter versteht man das Gesamtgerät, welches das Wechselverkehrszeichen beinhaltet.

Dauerlichtzeichen (DLZ): Sie sind Fahrstreifensignalgeber, welche für die Räumung, Sperrung oder Zuweisung von Fahrstreifen verwendet werden.

Grundzustand: Dieser ist vorab definiert und wird auch als Nullzustand bezeichnet. Der Grundzustand stellt den verkehrsrechtlich unbedenklichen Anzeigezustand eines Wechselverkehrszeichens dar. Im Normalfall wird somit kein Bild auf dem Wechselverkehrszeichen angezeigt.

Licht rasterzeichen: Sie sind Licht emittierende Wechselverkehrszeichen und werden als Raster- oder Punktdarstellung angezeigt.

Wechseltextanzeigen (WTA) bzw. dynamische Informationstafeln: Sie basieren auf Lichttechnik und können ihre Anzeigen verändern. Die Information für die Fahrzeuglenker wird in Text- und Zeichenform dargestellt und kann bei Bedarf abgeändert werden.

Wechselwegweiser: Dieser Wegweiser kann Ziele anzeigen und diese Ziele bei Bedarf verändern.

Prismenwender: Mit ihnen werden durch Rotation von Leisten (meist drei, manchmal vier) vorab angegebene Bilder dargestellt. Für die Wendung der Prismenleisten wird ein Elektromotor benötigt, welcher die Stellmechanik durchführt. Es können je Prismenwender drei bis vier Anzeigehalte in Siebdrucktechnik angegeben werden.



**Abbildung 9: Vertikale und horizontale Prismenwender**

[ASFINAG, 2007]

**LED-Technik:** Eine Leuchtdiode oder Licht emittierende Diode(LED) ist ein elektronisches Halbleiter-Bauelement. Wenn elektrischer Strom in Durchlassrichtung durch die Diode fließt, strahlt diese Licht, Ultraviolettstrahlung oder Infrarotstrahlung aus. Die Stärke (Wellenlänge) ist abhängig vom Halbleitermaterial und von der Dotierung. Wird ein bestimmtes Halbleitermaterial mit bestimmter Dotierung ausgewählt, so können Spektralbereich und Effizienz beeinflusst werden. Die Farbgebung wird ermöglicht. Je nach Wellenlänge ergibt sich eine andere Farbe. Rot hat beispielsweise eine Wellenlänge zwischen 610 und 760  $\lambda$  [nm], hingegen liegt Gelb zwischen 570 und 590  $\lambda$ . [LEDON, 2012]

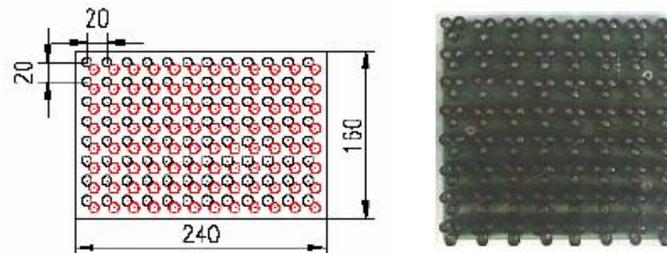


Abbildung 10: Beispiel eines LED-Moduls (links 2-färbig, rechts vollfarbig)

[ASFINAG, 2007]

Bei der LED-Technik werden Leuchteinheiten auf einer Kontrastmatrix angesteuert. Bei Verkehrszeichen, WTA, WWW... hat jede Leuchteinheit eine begrenzte Diodenzahl mit verschiedenen Leuchtfarben (weiß, rot, gelb, grün und blau). Die LED können als Kette oder als Steckung auf einer Platine angeordnet werden. Jeder Leuchtpunkt wird durch eine Leuchtdiode erzeugt. Bei zweifarbigen Anzeigetafeln besteht jeder Leuchtpixel zum Beispiel aus einer gelben und einer roten LED. Der Abstand beträgt maximal 20 mm. Es können auch vollfarbige Module zum Einsatz kommen, wobei aus den Farben Blau, Rot, Grün alle anderen Farben (auch weiß) dargestellt werden können. Somit ergeben drei Dioden einen Lichtpunkt.

Bei LED-Verkehrszeichen sollte die Leuchtdichte der Klasse L3(\*) der EN 12966 entsprechen. Bei kleineren Kurvenradien sowie bei Autobahnauf- oder -abfahrten darf die Leuchtdichte auf die Klasse L2 reduziert werden. Das Leuchtdichteverhältnis sollte in der Klasse R2 nach EN 12966 liegen. Wird eine Farmischung erzeugt (Vollfarbmatrix) so muss die Klasse R3 erfüllt werden. Bei LED-Wechselverkehrszeichen ist auf einen Abstrahlwinkel von +/- 2° horizontal und -5° vertikal bei der Klasse B3 und +/-15° horizontal und -5° vertikal bei der Klasse B5 zu achten. Welche Klasse im Einzelfall zu verwenden ist muss bei der Planung definiert werden. [ASFINAG, 2007]

Tabelle 6: Klassenbezeichnung der photometrischen Parameter der WVZ

<b>Farbe</b>	C1, C2	C2 ist die restriktivere Klasse
<b>Leuchtdichte (La)</b>	L1, L2, L3, L3(*)	L3 ist die höchste Leuchtdichte
	L1(T), L2(T), L3(T)	Diese Klassen werden in Tunnels angewendet
<b>Leuchtdichteverhältnis (LR)</b>	R1, R2, R3	R3 besitzt das höchste Leuchtdichteverhältnis
<b>Abstrahlbreite</b>	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7	B7 besitzt die größte Abstrahlbreite

Achtung! Einige Klassenkombinationen sind nicht geeignet

\* für bestimmte Situationen

[ÖNORM EN 12966-1]

Je nach Betrachtungstabelle gibt es laut ÖNORM EN 12966-1 verschiedene Grenzwerte der Leuchtdichte. Diese werden in der ÖNORM in sechs Tabellen eingeteilt. Nachfolgend wird die Tabelle 4d der ÖNORM EN 12966 dargestellt. Diese beinhaltet auch die Tabellen 4a, 4b, 4c, 4e und 4f, welche andere Grenzwerte angeben.

**Tabelle 7: Tabelle 4d aus ÖNORM EN 12966, Grenzwerte der Leuchtdichte**

Beleuchtungsstärke am Zeichen (lx)	Leuchtdichte			
	Mindestwert			Höchstwert
	L3	L2	L1	L1,L2,L3
40.000	3 720	1 860	920	18 600
18.000	3720 (*)	-	-	-
4.000	660	330	165	3 200
400	180	90	45	900
40	75	60	30	375
<=4	23	18	9,0	115

Außerdem regelt die ÖNORM auch die Mindestwerte des Leuchtdichteverhältnisses. Das Leuchtdichteverhältnis stellt die Verhältnisbeziehung des Verkehrszeichens vom eingeschalteten zum Zustand dar. Je heller das Verkehrszeichen ist, desto schlechter wird der Kontrast für den Betrachter. Das Leuchtdichteverhältnis wird ermittelt indem der Leuchtdichte im eingeschalteten Zustand [ $\text{cd/m}^2$ ] die Leuchtdichte im ausgeschalteten Zustand abgezogen wird und anschließend durch die Leuchtdichte im ausgeschalteten Zustand dividiert wird. Laut ÖNORM dürfen folgende Werte nicht unterschritten werden:

**Tabelle 8: Mindestwerte des Leuchtdichteverhältnisses, Auszug aus der ÖNORM EN 129661**

Farbe	Mindestwerte des Leuchtdichteverhältnisses					
	R3		R2		R1	
	Auf der Referenzachse	Außerhalb der Referenzachse	Auf der Referenzachse	Außerhalb der Referenzachse	Auf der Referenzachse	Außerhalb der Referenzachse
Weiß	16,7	8,35	10	5	5	3
Weiß/Gelb	14,2	7,1	8,5	4,25	4,25	2,55
Gelb	10	5	6	3	3	1,8
Grün	5	2,5	3	1,5	1,5	0,9
Rot	4,2	2,1	2,5	1,25	1,25	0,75
Blau	1,7	0,85	1	0,5	0,5	0,3

LCD-Technik: Sie wird Liquid Crystal Display Technik oder Flüssigkristallanzeigetechnik genannt. Die Anzeigetechnik funktioniert über eine Flüssigkristallanzeige, welche mittels angelegter Spannung in definierten Teilbereichen die Lichtdurchlässigkeit schaltet. LCD Anzeigen müssen für Kontrast hinterleuchtet werden.

## 2.6 VBA in Österreich

### Tragkonstruktionen im ASFiNAG Netz

Nachfolgend werden einige Tragkonstruktionen, welche auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich zu finden sind, vorgestellt.

Für die Tragkonstruktion ist es nicht ausschlaggebend, ob schlussendlich eine WTA oder ein WVZ montiert wird. In den zwei Abbildungen unterhalb sind zwei Brücken-Konstruktionen dargestellt, welche eine WTA und ein WVZ tragen. Die Anzeigen könnten auch ausgetauscht werden, die Tragkonstruktion wird je nach der Situation vor Ort und dem Straßenquerschnitt ausgewählt. Abbildung 11 zeigt eine Richtungsfahrbahn mit 3 Fahrstreifen (FSt) und einem Abstellstreifen.

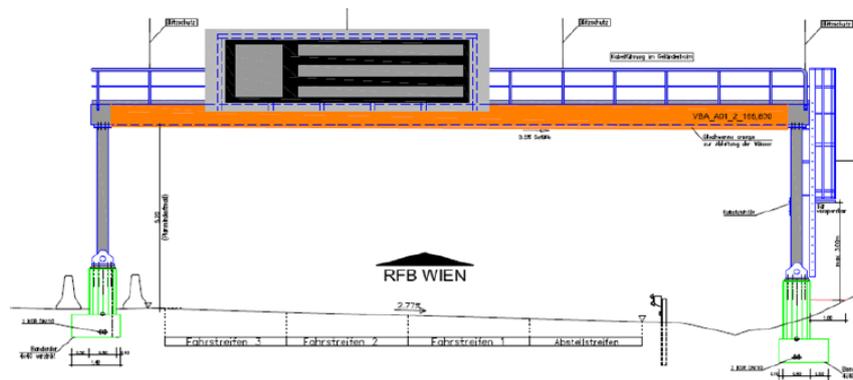


Abbildung 11: VBA Einfachriegelbrücke mit Wechseltextanzeige (WTA)

Abbildung 12 zeigt eine Doppelrahmenbrücke. Sie überspannt beide Richtungen. Pro Richtung gibt es jeweils 3 FSt und einen Abstellstreifen. Durch die Doppelrahmenkonstruktion können die Verkehrszeichen auf beiden Seiten montiert werden.

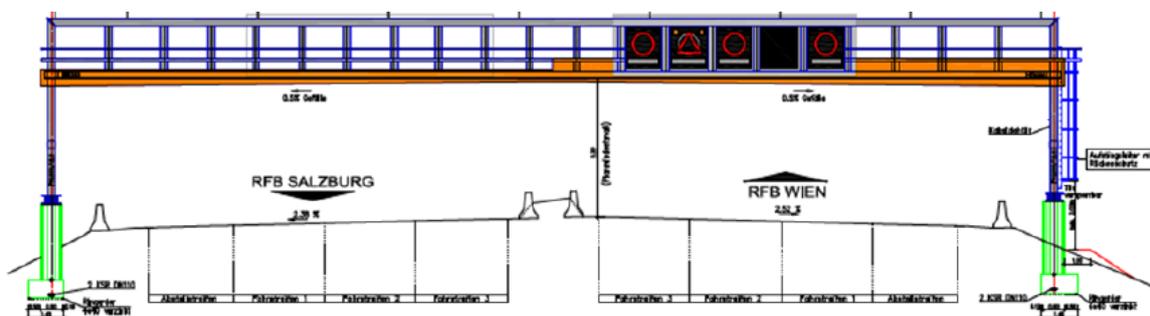


Abbildung 12: VBA Doppelrahmenbrücke mit WVZ

[ASFiNAG, 2007]

### Verkehrszeichenbrücke, Infobrücke („Schilderbrücke“)

Die Verkehrszeichenbrücke wird auch Infobrücke oder Schilderbrücke genannt. Sie überspannt eine oder mehrere Fahrbahnen und besteht aus Stielen und Riegeln. Abbildung 11 zeigt eine Riegelkonstruktion. Auf Verkehrszeichenbrücken werden sowohl statische als auch dynamische Verkehrszeichen, Lichtsignalanlagen, Wechselwegweiser, Hinweistafeln etc. angebracht. Jedoch werden auf der so genannten Schilderbrücke keine WTA im eigentlichen Sinn verwendet.

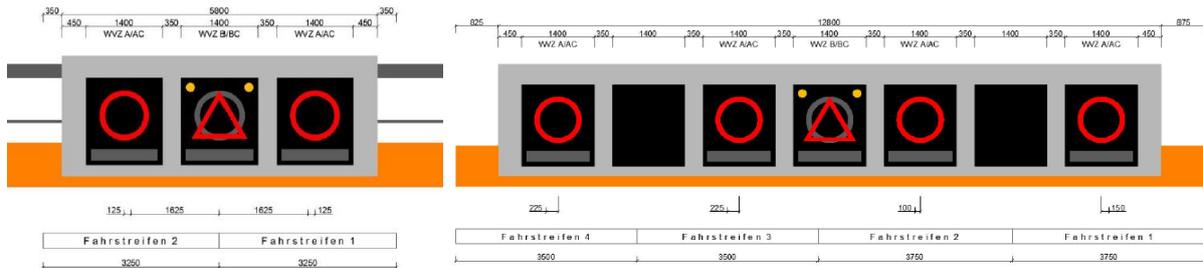


Abbildung 13: Verkehrszeichenbrücke für 2 bzw. 4 Fahrstreifen

[ASFINAG, 2007]

Die LED-Anzeigeflächen der in Abbildung 13 dargestellten Verkehrszeichenbrücke für vier Fahrstreifen kann nicht nur Verkehrszeichen darstellen, bei Bedarf kann auch zusätzlich Text angezeigt werden, was bei der Graphik links, nur direkt unter dem Verkehrszeichen möglich ist. Im Anhang befindet sich eine weitere Abbildung einer VBA-Brücke, wo auch Zeicheninhalte und Piktogramme und Textzeilen erklärt sind.

### Seitenaufsteller oder Kragarm

Als Seitenaufsteller wird die neben der Fahrbahn errichtete Konstruktion, auf welcher statische und dynamische Verkehrszeichen installiert sind, bezeichnet. Der Kragarmträger ist eine spezielle Variante des Seitenaufstellers. In nachfolgender Abbildung wurde eine WTA auf dem Kragarm montiert. Ein Seitenaufsteller kann immer nur Verkehrszeichen für eine Fahrtrichtung anzeigen.

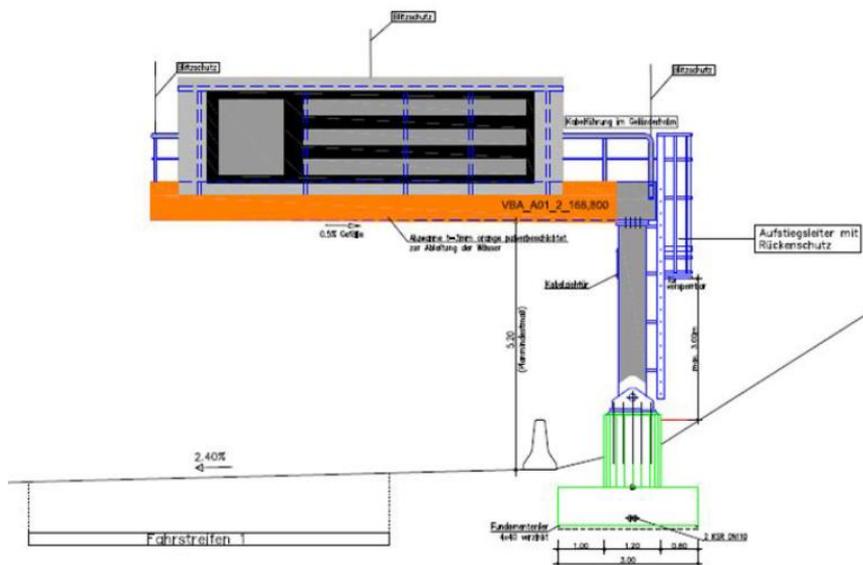


Abbildung 14: VBA Einfachriegelkragarm mit WTA

[ASFINAG, 2007]

## 2.7 Erkenntnisse zur on-trip Informationsaufnahme

Bei Wechseltextanzeigen oder Wechselwegweisung ist es wichtig, dass die für den Verkehrsteilnehmer notwendigen Informationen in einer Art und Weise angezeigt werden, die es dem End-User ermöglichen, die Informationen beim Vorbeifahren zu verarbeiten und eine Handlung umzusetzen. Bei der Auswahl des Anzeigebildes ist darauf zu achten, dass eine Überlastung der Verkehrsteilnehmer in Folge von Überangebot an Information ausgeschlossen werden kann. [Hartz; Schmidt, 2005] Blinkendes Licht wird verwendet, um die Fahrzeuglenker auf Gefahrenstellen hinzuweisen. Eine gut sichtbare und auffällige Warnung vor Gefahren, wie zum Beispiel Verkehrseinschränkungen, ist wichtig für die Sicherheit. [rsa-95.de]

### 2.7.1 Verkehrspsychologisches Verhalten

Durch eine Vielzahl von Faktoren, wie z.B. Verkehrsmittel, gesetzliche Bestimmungen, Infrastruktur, Kommunikation, Individualität des Einzelnen..., können keine allgemein gültigen Aspekte für das Verhalten aufgestellt werden. Die Maßnahmen und Regelungen werden aus den verschiedenen Faktoren abgeleitet und haben eine Wechselbeziehung zueinander. Die Grundlage für die Funktionalität von Wechseltextanzeigen ist die Akzeptanz und Befolgung. Wird eine Geschwindigkeitsbeschränkung angezeigt, aber nicht befolgt/akzeptiert, so erzielt diese auch keine verkehrliche Wirkung. Ist ein System für den Einzelnen nützlich, so wird es viel besser akzeptiert, als wenn es keinen besonderen Nutzen hat.

### Modelle des Verkehrsverhaltens

Gute Theorien sind in der Regel einfach und haben einen hohen Informationsgehalt. Sie müssen überprüfbar und widerspruchsfrei sein. Deshalb weisen sie einen nomologischen Charakter auf, wodurch sie unabhängig von Zeit und Raum zutreffen.

#### Metatheorien zum Verkehrsverhalten

Fahrverhalten soll immer unter einem dynamischen Aspekt betrachtet werden. In der Metatheorie werden nur die dynamischen Aspekte der Fahrtätigkeit analysiert. Das Verhalten ist motivational bedingt, somit wird hier die Motivationspsychologie angewandt. Nach Häcker [1991] werden vier verschiedene Modelle unterschieden:

#### Das homöostatische Modell

Annahme: Das Verhalten wird durch eine Störung des Gleichgewichts bestimmt. Wird das Gleichgewicht gestört, kommt es zu einem Drive. Daraus resultiert ein Verhalten, welches eine Wiederherstellung des Gleichgewichts bedingt. Beispiel: Der Fahrzeuglenker fährt auf seiner gewohnten Route zum Einkaufen, jedoch gibt es hier einen Stau. Damit der Fahrzeuglenker den ursprünglichen Zustand des Fahrens wiederherstellen kann, ändert er z.B. seine Route.

#### Das Anreiz-Modell

Stimulierende Anreize aus der Umwelt aktivieren das Leistungsmotiv. Dieser Zustand bestimmt das Verhalten. Im Gegensatz zum homöostatischen Modell steht hier der externe Anreiz im Vordergrund. Beispiel: Draußen scheint die Sonne, der Verkehrsteilnehmer fährt von der Arbeit nach Hause und möchte, bedingt durch das schöne Wetter (äußerer Anreiz), schneller als gewöhnlich zu Hause sein.

### Das kognitive Modell

Das Verhalten wird als Funktion von kognitiven und dynamischen Prozessen verstanden (direktive und dynamische Wirkung kognitiver Prozesse). Die Wirkungskette der beiden Prozessarten führt zum Verhalten.

### Das Aktivitäts-Modell

Der Mensch handelt hier gemäß dem humanistischen Bild des Menschen, also selbstbestimmt und aus Freude an der Tätigkeit. Äußere Reize werden hier kaum betrachtet.

Beispiel: Motorradfahrer fahren aus Freude und Spaß an der Aktivität.

## Informationsverarbeitung

Unter diesem Punkt wird die Verarbeitung der für den Verkehrsteilnehmer on-trip bereitgestellten Information beschrieben. Diesbezüglich gibt es sowohl physiologische als auch kognitive Aspekte.

### Physiologische Aspekte

Um eine Fahraufgabe zu bewältigen, muss der Fahrer die adäquate Verarbeitungen von Informationen beherrschen. Es müssen sowohl bekannte als auch nie zuvor wahrgenommene Informationen erfasst und richtig interpretiert werden. Die dafür notwendige Wahrnehmungsreaktion basiert auf Lernprozessen. Reize werden verarbeitet und anschließend in Handlungen umgesetzt. Neben sensorischer Information muss die Arbeit an Lenkrad und Schaltung auch ins Gehirn integriert werden und in Kooperation mit der zusätzlichen Information funktionieren. Entscheidungen werden durch das Gefühl des Individuums mitbestimmt, sie können bewusst oder unbewusst erfolgen. Sind die aufgenommenen Eindrücke mit den Zielvorstellungen sowie dem Erinnerungsvermögen gekoppelt, wird der Bewegungsapparat aktiviert und eine Handlung getätigt. Durch äußere Sinnesreizung steigt die Muskelspannung, der Wachheitsgrad kann erhöht werden, darunter leidet jedoch meist die Feinkoordination. Ähnlich wirkt sich starke Angst aus. (Verkrampfung eines Fahrschülers bei der Fahrprüfung, jedoch hoher Wachheitsgrad)

### Kognitive Aspekte

#### Wissen

Wie schon vorab erwähnt, ist es nur möglich, Informationen zu verarbeiten, wenn diese bereits teilweise bekannt sind. Wissen wird somit als vorhanden vorausgesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass Information durch den Fahrzeuglenker entschlüsselt werden kann und dass die erkannte Information je nach Situation variieren kann. Informationsverarbeitung ohne Basiswissen ist somit unmöglich. (Beispiel: Verkehrszeichen müssen vorab gelernt werden, ohne sie zu kennen, können sie auch nicht befolgt werden) [Huegenin, 1988]

#### Präattentive Phase

Sie beschreibt einen Prozess, welcher auch ohne Aufmerksamkeitszuwendung erfolgen kann. Präattentive Wahrnehmung ist eine unterschwellige Wahrnehmung von Sinnesreizen. Ein Reiz wird zwar vom Nervensystem wahrgenommen und löst einen Effekt aus, dringt aber nicht ins Bewusstsein. Im Straßenverkehr erfolgt der Großteil der Informationsverarbeitung präattentiv, also weitgehend unbewusst. Der Lenker sucht sich aus einem präattentiv wahrgenommenen Feld relevante Informationen, die besonderer Zuwendung bedürfen. Aus der präattentiven Phase wird der Übergang in die attentive Phase eingeleitet.

In der attentiven Phase wird im Gegensatz zur präattentiven Phase bewusst gesteuert. Die Informationsverarbeitung und das Handeln beginnen. Dieses Phänomen kann in drei Phasen der Reizerwartung beschrieben werden. [Huegenin, 1988]

Phase 1: Continuation expectancy

Die Erwartung, dass unmittelbar vorausgehende Ereignisse oder Wahrnehmungen in nächster Zukunft eine analoge Fortsetzung aufweisen werden.

Phase 2: Event expectancy

Die Erwartung, dass im momentanen Augenblick bestimmte Ereignisse auftreten/nicht auftreten.

Phase 3: Temporal expectancy

Die Erwartung, dass bestimmte Reize innerhalb einer Zeitspanne auftreten.

Attentive Phase

Der Übergang der präattentiven in die attentive Phase ist fließend, dennoch wird hier eine Differenzierung vorgenommen. Die attentive Phase erfolgt durch Zuwendung der Aufmerksamkeit bewusst. Reize werden strukturiert und anschließend werden relevante Details herausgefiltert. Es ist notwendig, dass wichtige Details rasch erkannt werden können. Dafür bewegt sich das Auge des Fahrers während des Fahrens auf Stellen zu, wo etwas geschieht, aber auch auf Stellen, wo der Fahrer erwartet, dass etwas passieren wird. Die dafür notwendige Zeit (Blickbewegung und effektive Suchzeit) beträgt zwischen 0,8 und 2,6 Sekunden. Die Zeit ist abhängig vom Reizumfeld und der Reizdichte. Umso größer es ist, umso mehr Zeit wird benötigt. Die Anzahl der Suchvorgänge hängt von der Komplexität der Reizkonfiguration ab. Die Fixierung von Objekten ist aber noch von weiteren Faktoren abhängig. Routinierte Fahrer antizipieren anders als Fahrer, welche weniger routiniert sind. Diese benötigen die zur Verfügung stehende Kapazität für die Fahraufgabe und haben somit kaum freie Kapazität für entsprechendes Blickverhalten.

*„ Die eigentliche Identifizierung des relevanten Reizes wird in zeitlicher, quantitativer und qualitativer Hinsicht durch die räumliche (Komplexität, Übersichtlichkeit, Strukturiertheit, Menge) und die zeitliche Dichte (Geschwindigkeit der Folge, Kontinuität / Diskontinuität) sowie durch Störungen im Fluss der Reize bestimmt.“*

Erst dadurch kann die vorausgesetzte Erkennung der Verkehrssituation erfolgen. Dadurch werden das im Verkehr notwendige Vorausschauen sowie das Entscheiden ermöglicht. Die richtige Ausführung ist nur möglich, wenn selektiv wahrgenommen wird, was durch Koordination von Antizipation, Entdeckung und Informationsaufnahme geschieht, sowie durch Übung und Routine. Somit ist für die Informationsaufnahme nicht nur die richtige Deutung der Information wichtig, sondern auch die Übung der Fahrtätigkeit selbst, da sonst notwendige Kapazitäten durch die Konzentration des Fahrens selbst verbraucht werden. [Huegenin, 1988]

Auch Neculau [1992] kommt zu den Erkenntnissen, dass der optischen Information beim Autofahren eine große Bedeutung zugeschrieben werden muss. Circa 90% der Information werden vom Fahrer auf dem optischen Weg bezogen. Der Vorteil des visuellen Wahrnehmens ist die Möglichkeit des Erkennens des Straßenverlaufes sowie zukünftiger Ereignisse durch Beobachtung der Umgebung.

Beim „Spurhalten auf der Landstraße“ gibt es nach Neculau [1992] nur eine begrenzte Anzahl von Strategien, um Informationen aus der Umgebung ableiten zu können.

#### 1.) Unregelmäßig vorausschauen,

Die Augen bewegen sich um einen vorausliegenden Punkt. Die Größe des Bewegungsbereiches ist von der Straßenbreite der Sichtweite sowie der Fahrgeschwindigkeit abhängig. Hauptsächlich kommt unregelmäßiges Vorausschauen bei geraden Straßen vor.

#### 2.) Krümmung untersuchen,

Die Augenbewegung ist etwas größer und das Hauptmerkmal wird auf die vor dem Auto liegende Straßenkrümmung gerichtet.

#### 3) Ort fixieren,

Die Augenbewegung ist klein und bezieht sich auf einen bestimmten vorausliegenden Punkt. Diese Strategie ist unabhängig vom Straßentyp und dient dazu, den Straßenabschnitt genau erfassen zu können.

#### 4) Ort verfolgen

Die Augen bewegen sich kontinuierlich und verfolgen einen bewegten Ort. Diese Strategie trifft dann zu, wenn eine Kurve durchfahren wird.

#### 5) Straßenrand abwechselnd fixieren

Das Auge pendelt zwischen den Straßenrändern hin und her. Diese Strategie dient zur Ermittlung der Querabweichung.

Wichtig hierbei ist, dass sowohl datengesteuerte als auch konzeptgesteuerte Augenbewegungen auftreten können.

## **2.7.2 Verkehrspsychologische Einflüsse**

Das Verhalten ist auch situationsabhängig. Das Straßenverkehrsverhalten entwickelt sich und erhält sich, indem es keiner linearen Logik sondern Kreisprozessen folgt. Das Verhalten ist wandelbar, veränderbar, also nicht stationär und nicht gleichbleibend. Wichtig ist, dass zur Fahreignung nicht nur die Einhaltung von Normen gehört, sondern auch die Steuerungsfähigkeit des Verhaltens in einer konkreten Fahrsituation sowie die Lernfähigkeit über die Zeit. Entscheidend für die Fahreignung ist hauptsächlich die Lernfähigkeit. Durch die Wichtigkeit der Zeitdimension ist die Vermutung gegeben, dass dem Fehlverhalten des Fahrzeuglenkers eine Gewohnheitsbildung zugrunde liegt. In diesem Fall ist die Ungeeignetheit umso höher, je höher das Ausmaß negativer Gewohnheiten ist. [Häcker, 1991]

Psychologisch wird die Befolgung bzw. Akzeptanz auch durch die beschränkte Aufnahmefähigkeit des Fahrzeuglenkers während des Fahrens verschlechtert. Symbolabbildungen erleichtern die Wahrnehmung und verbessern die Aufnahme, da sie schneller verarbeitet werden können. Der Fahrzeuglenker benötigt weniger Zeit zum Wahrnehmen und ist dadurch kürzer abgelenkt als bei Schriftzügen. Die schnellere Wahrnehmung von Piktogrammen ist nur dann möglich, wenn diese schon im Gedächtnis mit Wissen hinterlegt sind. In diesem Fall benötigt der Verkehrsteilnehmer nur Sekundenbruchteile für die Verarbeitung. Wurde eine Information erkannt und aufgenommen, so bleibt sie dann rund eine Minute in Erinnerung. Danach wird die aufgenommene Information meist wieder vergessen und verliert ihre Wirkung. [Ausserer; Risser; Turtschek, 2006]

Im Regelfall kann der Mensch maximal zwei gleichzeitig betrachtete Schilder ausreichend genau erkennen und verarbeiten. Beim Zusammenhang zwischen Anzahl der zu verarbeitenden Schilder und deren richtiger Wiedergabe gibt es einen exponentiellen Verlauf. Bei mehr als zwei Zeichen konnte bei Überprüfung der richtigen Wahrnehmung von Dieter Klebelsberg [1982] eine deutlich höhere Fehlerquote erkannt werden. Es wurden Personen verschiedener Altersgruppen getestet, besonders Befragte im höheren Alter erhielten prozentuell ein viel schlechteres Ergebnis bei der richtigen Wiedergabe von Verkehrszeicheninhalten.

Bei WVZ ist der Einsatz von Schriftzügen oft unablässig. Wichtig ist, dass die Auswahl der Textelemente nutzerorientiert stattfindet, dadurch ergeben sich nachvollziehbarere und widerspruchsfreiere Informationen. Auch beim Textumfang ist es unablässig, die verhaltenspsychologischen Einflüsse für die Anzeigestaltung mit einzubeziehen.

Während des Fahrens muss die notwendige Lesezeit für den Verkehrsteilnehmer auf ein Minimum gekürzt werden, deshalb muss mit möglichst wenigen Wörtern bzw. Silben das Auslangen gefunden werden. Eine zu hohe Lesezeit kann zu einem Sicherheitsdefizit und somit zu Verkehrsunfällen führen. Für das Lesen von 25 Silben werden rund drei Sekunden benötigt. Aus diesem Grund müssen Informationen inhaltlich kompakt dargestellt werden. Wechselverkehrszeichen sind für den Fahrzeuglenker besser wahrnehmbar, da sie auffälliger sind. Aus diesem Grund haben sie eine hohe Akzeptanz. Die Wahrnehmung von herkömmlichen statischen Verkehrszeichen in der Nähe von lichtemittierenden Verkehrszeichen sinkt jedoch auffällig. Wichtig ist, dass die Kapazität der Informationsverarbeitung der Verkehrsteilnehmer nicht überschritten wird. Die wichtigsten Punkte bezüglich der Informationsweitergabe sind die Lesbarkeit, die Größe von Schild sowie von Piktogrammen, Text und anderen Elementen sowie die Sichtweite. Richtungspfeile vereinfachen dem Fahrzeuglenker das Filtern der nur für ihn notwendigen Information. Die Zeit, welche zum Verstehen benötigt wird, sinkt dadurch ab. [Hartz; Schmidt, 2005 und Färber; Färber,2005].

Wird ein Text von mehr als drei Zeilen angezeigt, so ist das Lesen und Verarbeiten für den Fahrzeuglenker innerhalb des ihm möglichen Erfassungszeitraumes nur sehr schwer möglich. Text und Schrift müssen immer an die Höchstgeschwindigkeit des befahrenen Straßenabschnittes angepasst werden. Aus der Forschungsarbeit von Hoffmann und Leichter [2000], welche sich mit der Wirkung sowie den Einsatzbedingungen für Wechseltextanzeigen beschäftigt, geht hervor, dass zur Informationsbereitstellung Symbole genutzt werden sollen, jedoch auf Text nicht vollständig verzichtet werden kann. Hoffmann-Leichter geht von maximal drei Textzeilen aus, sollte mehr Text benötigt werden, sollte ein weiteres Schild in ausreichendem Abstand platziert werden.

Ähnlich wie bei Hoffmann-Leichter wird im Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTC) der USA erklärt, dass Symbole niemals alleine angezeigt werden sollen, sondern sinnvoll durch einen kurzen Text ergänzt werden sollen. Das MUTC geht davon aus, dass Meldungen auf 3 Zeilen und nicht mehr als 20 Zeichen pro Zeile beschränkt werden sollen, außerdem sind laut MUTC Großbuchstaben besser lesbar als Groß- und Kleinbuchstaben und das Breite-Höhe-Verhältnis der Zeichen muss hier zwischen 0,7 und 1,0 liegen. In Amerika ist es zusätzlich möglich, falls die Tafelgröße nicht ausreicht, zwei Anzeigephasen zu schalten. Der Zyklus darf nicht mehr als 8 Sekunden betragen, die Dauer zwischen den Phasen ist mit 0,3 Sekunden begrenzt. Um die Sichtbarkeit und Lesbarkeit zu verbessern ist die Drehung der Anzeigetafel um 3° zur Fahrbahn möglich. [FHWA, 2009]

Auch das EU-Projekt TROPIC (Traffic Optimisation by the Integration of Information and 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 Plateau de Signalisation a messages variables (PMV) hat die Textanzeige verstärkt die Aufgabe, die Verkehrsteilnehmer mittels Nachrichten zu informieren, die Nachricht selbst soll auf 7 – 10 Wörter beschränkt sein. Laut Befragungen durch das PMV werden Ursache, Ort, Ausmaß und Umlenkungsempfehlungen als wesentliche Informationen angesehen. Unvollständige und unverständliche Information darf nicht angezeigt werden. Im PMV wird der Verzicht auf Abkürzungen angeraten. [SETRA, 1994]

So gut wie alle Forschungen und Projekte auf diesem Gebiet, somit auch das Framework for harmonized Implementation of VMS in Europe (FIVE) und Veröffentlichungen des Niederländischen Verkehrsinstituts (SWOV) sind sich einig, dass bei höherem Wörtergehalt die Betrachtungs- und Verarbeitungszeit enorm zunimmt, deshalb muss der Text auf das Notwendigste begrenzt werden.

Generell wurden bei den verschiedenen Forschungen und Projekten zwar ähnliche, jedoch trotzdem verschiedene Ergebnisse veröffentlicht. Alle Veröffentlichungen geben die Meinung wieder, dass Meldungen auf Wechseltextanzeigen kurz, gut lesbar, klar und schnell verständlich sein sollen. [WERD, 2000 und SWOV, 2002]. Die verschiedenen Aussagen wurden in Tabelle 6 zusammengefasst.

**Tabelle 9: Zusammenfassung von Forschungsergebnissen bezüglich Anzeigehalte**

25 Silben	3 Sekunden	Hartz & Schmidt
+ 3 Zeilen Text	Maximum	Hoffmann-Leichter
20 Zeichen pro Zeile	Maximum	MUTC
7 – 10 Wörter	Maximum	PMV
B/H bei Text	0,7 bis 1,0	MUTC
Keine Abkürzungen		PMV
Symbole nie allein		MUTC
Anzeigedrehung	3° zur Fahrbahn	MUTC
Anzeigedauer	1,5 Sek pro Phase, bei 1-2 Zeilen	MUTC
Anzeigedauer	Sek pro Phase, bei 3 Zeilen	MUTC
2 Anzeigephasen	Gesamt 8 Sek	MUTC

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

### 2.7.3 Sicht- und Lesbarkeitsweiten

Für die verschiedenen Straßenkategorien und Fahrgeschwindigkeiten gibt es verschiedene Sicht und Lesbarkeitsweiten. Für Autobahnen und Schnellstraßen sollten folgende Werte eingehalten werden:

- Sichtweite: 250 m
- Lesbarkeitsweite 150 m
- Lesbarkeit Zusatzschilder 75 m

#### Wechselverkehrszeichen

Der Anordnung von Wechselverkehrszeichen und somit auch mdWiSta im Netz wird große Wichtigkeit zugewiesen. WVZ müssen vom Kraftfahrer rechtzeitig erkannt und gelesen werden können, um die Fahrweise in angemessener Zeit auf die Inhalte anpassen zu können.

In Österreich gilt bei der Sichtbarkeit auf Autobahnen und Schnellstraßen eine Mindestentfernung von 250 m. Aus dieser Entfernung muss das WVZ sichtbar sein und zusätzlich soll für den Verkehrsteilnehmer erkennbar sein, ob es sich um ein Vorschrifts-, Hinweis- oder Gefahrenzeichen handelt.

Die wesentlichen Inhalte des WVZ ( Art der Vorschrift, Gefahr, Empfehlung oder Information) muss aus mindestens 150 m Entfernung eindeutig zu lesen sein. Die Mindestlesbarkeitsweite beträgt somit 150 m. Zusatzschilder müssen erst aus mindestens 75 m Entfernung einwandfrei gelesen werden können. Lichte Höhen und seitliche Abstände werden im Kapitel 3.2.1 genauer erläutert.

#### Informationstafeln

Auch sie müssen ausreichend früh erkannt werden, damit sich der Verkehrsteilnehmer rechtzeitig auf den Inhalt einstellen kann. Außerhalb geschlossener Ortschaften sollen sie wie die WVZ mindestens 250 m sichtbar sein, auch hier soll zu erkennen sein, um welche Zeichenart es sich handelt. Genauso wie bei WVZ soll die Lesbarkeit mindestens 150 m betragen.

#### Wechselwegweisung

Bei der WWW, welche über das niederrangige Netz führen, sind die Regelungen durch Detailplanungen mit den zuständigen Stellen (Behörden...) abzustimmen. Es gibt Unterschiede, ob es sich um eine additive oder substitutive Wegweisung handelt.

Informationstafeln und Wechselverkehrszeichen müssen bei der Sichtbarkeit und Lesbarkeit gleiche Werte einhalten. Es ist sinnvoll, diese Werte auch für den am hochrangigen Straßennetz aufgestellten mdWiSta einzuhalten.

### 3 Mobiler dynamischer Wegweiser mit integrierter Stauinformation

Ein mdWiSta ist die hier konzipierte mobile Variante eines dynamischer Wegweiser mit integrierter Stauinformation (dWiSta). Der dWiSta wird als fix installierte Schilderbrücke im hochrangigen Netz, also meist auf Autobahnen installiert. Ein dWiSta ist ein spezielles Anzeigesystem, welches Verkehrsinformationen an den Verkehrsteilnehmer weitergibt. Ein dWiSta gehört zu den VBA. Spezifisch für dWiSta ist, dass sich solche Anzeigen auf Schilderbrücken, meist in der Nähe von Autobahnanschlussstellen oder Autobahnknotenpunkten befinden. Die Anzeige besteht aus einem statischen Teil, welcher Autobahnnummern und Richtungspfeile beinhaltet. Diese Informationen sind statisch und verändern sich nie. Zusätzlich gibt es dynamische Anzeigeblöcke, die ein Feld für Warnhinweise (Baustelle, Stau etc.) oder Sinnbilder beinhalten. Zusätzlich verfügen sie über ein Feld, welches einen Umlenkungspfeil anzeigen kann und über ein dreizeiliges, frei programmierbares Schriftfeld.

Für den mdWiSta werden bestehende Komponenten aus den verschiedenen Systemen zusammengeführt, um schlussendlich einen neuen Wegweiser daraus zu entwickeln. Vorab werden notwendige Regelwerke und Literatur betrachtet, um auf die mögliche maximalen sowie minimalen Abmessungen der mobilen Anzeigetafel schließen zu können. Um den mdWiSta Einsatz auf Schnellstraßen und Autobahnen zu ermöglichen, wurden als erstes generell gültige Anforderungen definiert. Sie stammen aus verschiedenen Normen, Verordnungen und Regelwerken. Weitergehend wurden dann spezielle Anforderungen, die für einen solchen mobilen Wegweiser sinnvoll sind, definiert.

Ein mdWiSta und ein dWiSta (z.B. WTA oder WVZ) geben Verkehrsinformationen an den Verkehrsteilnehmer weiter. Je nachdem, um welche Anzeige es sich handelt, wird die Information als Verkehrszeichen und in Form von Texten an den Verkehrsteilnehmer weitergegeben. Der große Unterschied zwischen dWiSta und mdWiSta ist die Befestigung. Während sich die Anzeigetafel beim dWiSta auf einer festen Installation befindet, soll der mdWiSta überall aufstellbar (sowohl hochrangiges als auch untergeordnetes Straßennetz) sein. Beim mdWiSta gibt es somit keinen fixen Einsatzort, dieser wechselt je nach Bedarf. Wichtig dafür ist, dass der mobile Wegweiser rasch aufgestellt und auch schnell wieder abgebaut werden kann

Für den Aufbau bzw. Abbau sollten maximal zwei Stunden benötigt werden. Je nach Einsatzfall (Unfall, Baustelle, Event) und Strategie (sollen Alternativrouten angezeigt werden,...) zeigt die Anzeigetafel verschiedene Anzeigebilder. Schon jetzt wird klar, dass je nach Schaltbild eine unterschiedlich große Anzeigefläche vonnöten ist. Je nachdem was angezeigt werden soll, wird mehr oder weniger Anzeigefläche notwendig. Es ist möglich, Warnhinweise (z.B.: Baustelle), Gefahren (z.B. Stau), aber auch Sinnbilder (z.B. Festival-Logo, Stadion-Symbol...) anzuzeigen. Zusätzlich soll auch der mdWiSta ein frei programmierbares Schriftfeld erhalten. Die Größe des Schriftfeldes ist von der Schriftgröße und somit auch von der gefahrenen Geschwindigkeit, der Sichtweite sowie den notwendigen Informationen abhängig. Es sollte auch möglich sein, ein Anzeigebild ohne Schriftblock zu schalten.

Ziel des Einsatzes eines solchen mobilen Wegweisers ist es, den Verkehrsteilnehmer an bisher nicht detektierten und überwachten Abschnitten, bei Bedarf mit Informationen zu versorgen. Das Konsortium der Technischen Universität Graz versucht mit dem Projekt MOVEMENTS, welches für die ASFiNAG bearbeitet wurde, eine solche mobile Anzeigetafel durch Verkehrslagedaten, welche aus Mobilfunkdaten herausgelesen werden, zu steuern und zu schalten. Demnach ist eine Installation von Mess- und Detektiergeräten am Wegweiser nicht unbedingt erforderlich, soll jedoch aus Gründen der Sicherheit und Überprüfbarkeit von Daten trotzdem mit angedacht werden. Es können verschiedene Zusatzmodule ausgewählt werden, welche je nach späterem Einsatz unterschiedlich ausfallen können. Es können zwei Zusatzmodule als Grundausstattung empfohlen werden, da diese für bessere Abwicklung und Kontrolle sowie Sicherheit sorgen. Diese zwei Module sind:

- Seitenradar
- Webcam

Die Webcam wird benötigt, um die Verkehrslageermittlung, z.B. aus den Mobilfunkdaten, zu überprüfen. Sie soll direkt am Wegweiser installiert werden und durch Standbilder in kurzen Zeitabständen die Situation vor Ort optisch an die Zentrale übermitteln. Wird im Bereich eines sich schon vor Ort befindenden mdWiSta durch die Mobilfunkdaten ein Stau erkannt - auf den Bildern sind jedoch dafür viel zu wenige Fahrzeuge erkennbar - kann ein solcher Datenfehler sofort erkannt werden. Ein Seitenradar soll zusätzliche Informationen, wie Geschwindigkeit und Schwerverkehrsanteil (durch Fahrzeugerkennung), an die ASFiNAG übergeben. Diese Daten können auch im Nachhinein, also offline ausgewertet werden und haben somit den positiven Nebeneffekt einer besseren Netzkenntnis.

### 3.1 Anforderungen

Im Anhang befindet sich zu den notwendigen und erwünschten Anforderungen eine Tabelle. Sie stellt die hier beschriebenen Anforderungen als Anforderungskatalog für mögliche Ausschreibungen dar. Die hier vorgestellten Anforderungen wurden aus folgenden Quellen entnommen:

- ÖNORM EN 12966-1 Vertikale Verkehrszeichen – Wechselverkehrszeichen  
[ÖN, 2008]
- Verkehrsbeeinflussungsanlage – VBA – Technische Richtlinie  
[ASFiNAG, 2012]
- Verkehrsbeeinflussungsanlage – VBA – Technische Spezifikation  
[ASFiNAG, Apr. 2012]
- Straßenverkehrsordnung (StVO)  
[Bundesministerium für Verkehr und Wirtschaft 2012]
- Straßenverkehrszeichenverordnung (StVZVO)  
[Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr, 1988; 2012]
- Leitfaden zur wegweisenden Beschilderung an Autobahnen in Hessen (LWBA)  
[Hessisches Landesamt, 2007]

Es wurden verschiedene Details betrachtet. Anforderungen, welche durch die Umsetzung und Herstellung der Tafel von verschiedenen Firmen gewährleistet werden müssen, wurden nicht bis ins Detail behandelt.

### 3.1.1 Generell gültige Anforderungen

Für den Einsatz in Österreich gibt es allgemeine Anforderungen welche erfüllt sein müssen. Die Regelungen wurden auf die Technischen Richtlinien der ASFINAG abgestimmt.

#### 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°C bis + 55° 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 laut EN geregelt, hier muss das Gerät bei feuchter Wärme von 10-95% funktionsfähig bleiben. Wichtig für den Einsatz an Straßen ist auch die Vibration, sie wird in der EN 60068-2-64 geregelt. Der Frequenzbereich beträgt 10-60 Herz, die Auslenkung 0,4 mm, bei maximaler Beschleunigung von 4g. In Österreich wird für solche Anlagen eine Einsatzhöhe bis 2000m über Meeresniveau gefordert.

#### Wetter

Wie schon erwähnt ist es unumgänglich, dass der Wegweiser dem in Österreich vorherrschenden Wetter standhält. Ausgenommen davon 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, gut wäre es auch, wenn die Statik und die Technik bis zu orkanartigem Sturm (111 km/h) eingesetzt werden kann.

#### Lichttechnische Anforderungen

Da der mdWiSta als LED-Tafel ausgeführt wird, müssen 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, welche durch Sonneneinstrahlungen entstehen, sind zu verhindern. Die gemäß ÖNORM EN 12966 geforderte LR-Klassen sind hierbei einzuhalten.

Kommt es während des Betriebs zu einer Dunkelschaltung (im Falle eines Anzeigefehlers oder Defekts etc.), so ist diese durch die Regelung der maximalen Anzeigehelligkeit auf 0% zu realisieren. Bei der Dimensionierung der mittleren Leuchtdichte und Leuchtdichteverhältnisse des mdWiSta, muss 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, so 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 +-10° und einem vertikalen Winkel von +- 5°. Bei einer Vollfarbmatrix kommt die Klasse B5 zur Anwendung, dies entspricht einem Abstrahlwinkel von +- 15° horizontal und +- 5° 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 dem hier zum Einsatz kommenden LED-Schild 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 Leuchtdioden sind einer periodischen Funktionsprüfung zu unterziehen. Im Normalfall muss dies im Blindbetrieb funktionieren, 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 z.B. als Brücke über der Autobahn befinden). Hier könnte diese Notwendigkeit vernachlässigt werden.

Die LED-Ketten sind als versetzte Steckung zu realisieren, da hier der Verstümmelungsgrad geringer bleibt. Als Verstümmelungsgrad versteht man die Zerstückelung des Anzeigebildes bei Ausfall einzelner LED. Weiße und blaue LED-Dioden dürfen bis maximal 50% des Nennstroms, rote, gelbe und grüne LED-Dioden bis maximal 35% betrieben werden. Des Weiteren ist es wichtig, dass zwischen dem Eingang der Schaltanforderung am Ein-Ausgabekonzentrator (EAK) 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 mdWiSta-Zentrale) weitergeleitet werden.

- alle einwandfrei anzeigbare Anzeigehalte
- alle verstümmelte, aber erkennbare/anzeigbare Inhalte
- nicht mehr erkennbare / anzeigbare Inhalte

Alle Texte müssen frei programmierbar und vollgrafikfähig vorgesehen werden. Es sind Bitmap-Fonts für die Texte zu verwenden, zusätzlich muss es möglich sein, alle Schriftfonts auch in „fett“ anzuzeigen. 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 beim mdWiSta nicht notwendig werden.

### Sonstiges

Als Erfassungsperiodendauer für die Erstparametrierung ist eine Minute vorzusehen. Alle Fehlermeldungen müssen durch die UZ abfragbar werden, es werden aber hierfür keine Einsatzwerte vor Ort ermittelt, sondern nur Plausibilitätsprüfungen durchgeführt.

Wie vorab beschrieben, gibt es viele Punkte, die für den mdWiSta-Einsatz zu beachten sind. Diese Anforderungen müssen erfüllt werden, egal welche Schalstrategie oder Form das Gerät erhält. Auch für das Gehäuse müssen spezielle Kriterien erfüllt werden, auf die hier nicht eingegangen wurde, da sie vom Hersteller zu gewährleisten sind. Für die Konstruktion muss auf die Einhaltung der verschiedenen Normen und Verordnungen geachtet werden, damit das Gerät schlussendlich auch im gesamten Netz eingesetzt werden kann.

### 3.1.2 Spezielle Anforderungen an die Anzeigetafel

Spezielle in diesem Kapitel erläuterten Anforderungen sind solche, die zusätzlich zu Gesetzen, Normen, technischen Richtlinien etc. spezifiziert wurden. Sie basieren meist auf diesen, werden aber noch detaillierter betrachtet.

#### Die Tafel als Element und deren Bedienung

Die Tafel muss sowohl via Zentrale, aber auch vor Ort bedienbar sein. Es ist auf Bedienfreundlichkeit und Einfachheit zu achten. Es müssen mindestens 8 verschiedene Beleuchtungsstufen gegeben sein, jedoch ist es auch möglich, mehr als 8 Beleuchtungsstufen anzubieten. Die Beleuchtungsstufen werden mittels Fotosensor automatisch geschaltet. Diese Helligkeitsinformationen müssen an die Unterzentrale weitergegeben werden.

Besteht die Tafel aus mehreren LED-Elementen, so muss es möglich sein, dass diese gemeinsam geschaltet werden und das Schrift- und Anzeigebild durch ein einziges Programm bedient wird. Der Wegweiser muss aus der Ferne bedient werden können, generell ist es nicht ausschlaggebend, welche Bedieneinrichtung verwendet wird. Mögliche Optionen wären Touchscreen, Fernbedienung, Mobiltelefon oder Computer.

Die LED-Tafel für den mdWiSta muss Schrift und Symbole anzeigen können. Werden drei Elemente zu einer Tafel zusammengesetzt, so ist es möglich, dass ein Element nur Schrift, ein Element nur Symbol/e und das dritte Element wiederum Schrift und Symbol anzeigt. Für die Farbgebung ist es wichtig, 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, welches nur Schrift zeigt, nur eine Farbe, nämlich weiß, anzeigen kann, das Element, welches Symbole zeigt z.B. zwei Farben, wie rot und weiß.

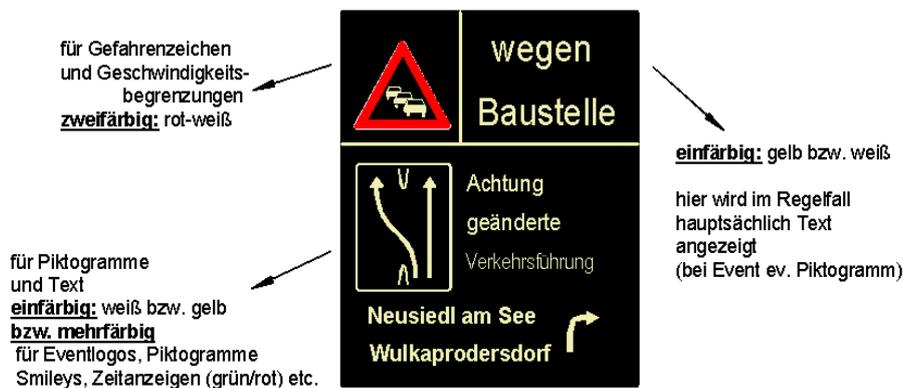


Abbildung 15: Anzeigetafel mit drei verschiedenen LED-Tafелеlementen

Für die Bedienung der Tafel ist es notwendig, bei Bedarf ein wechselndes Bild anzuzeigen. Die Tafel sollte mindestens 30 Bildwechsel pro Minute schaffen. Das Bild wird dann alle 2 Sekunden gewechselt, besser wären jedoch 60 Bildwechsel pro Minuten (1 Wechsel pro Sekunde). Wenn die Tafel verschiedene Wechselbildfolgezeiten anzeigen könnte, wäre dies natürlich am bedienfreundlichsten, was jedoch nicht unbedingt notwendig ist. Um bei dem mdWiSta Signaltafeln schalten zu können, ist es notwendig, dass das Bedienprogramm diese Zeichen schon vorab gespeichert hat, damit schlussendlich nur mehr das Signaltafel ausgewählt werden muss. Ein Zeichenspeicher ist notwendig, um häufig verwendete Textzeilen abzuspeichern.

Je größer der Zeichenspeicher und Bildspeicher ist, umso weniger Denkarbeit muss in späterer Folge beim Bedienvorgang geleistet werden. Sinnvoll wäre es auch, wenn einige Speicherfelder vorab frei bleiben, um nachträgliche Bilder einspeichern zu können (z.B. Festival- und Eventlogos). Die gute Lesbarkeit und Erkennbarkeit der Symbole sind natürlich Grundvoraussetzungen 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-Leuchtwinkel 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 wieder hergestellt ist. Ein Fail-Safe Mechanismus ist umzusetzen.

Für die Zuverlässigkeit ist auch das Gehäuse der Tafel wichtig. 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, ist es notwendig, dass die Energieversorgung autark funktioniert. 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.

Des Weiteren sollte es möglich sein, die noch verfügbare Energie zentralseitig und dezentral anzuzeigen. Wird die Energie knapp, muss die Information in der Zentrale früh genug bekannt gegeben werden. Vom Hersteller ist die maximale Laufzeit bei Verwendung des höchsten Energieverbrauchs anzugeben. Eine maximale Laufzeit von mindestens 24h ist 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 alleine nicht ausreichend Strom produzieren, hier muss eine weitere, zusätzliche Energieversorgung angedacht werden.

### 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 muss weitestgehend vermieden werden. Die Tafel muss Transportschwingungen standhalten, weil sie immer wieder von einem Ort zum anderen befördert wird. Die Aufstellvorrichtung soll dementsprechend einfach und zügig zu bedienen sein und trotzdem den statischen Anforderungen genügen.

Da der mdWista durch seine Position im Straßennetz nicht immer gleiche Bedingungen vorfindet, kann es notwendig sein, mögliche optionale Zusatzausrüstungen anzubringen. 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.

## 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, ist es möglich, weitere Sensoren anzubringen. Da die Tafel schlussendlich in Bereichen aufgestellt wird, wo keine andere Verkehrserfassung stattfindet, ist dies für die Zukunft eine Möglichkeit, nähere Informationen zum Eventverkehr oder Baustellenverkehr zu erhalten.

Generell sollte es ausreichen, zur Überprüfung des Verkehrsflusses Bilderfolgen aufzunehmen, ein durchgehendes Streaming ist jedoch nicht erforderlich. Aufnahmen bzw. Einzelbilder sollen den Verkehrszustand überprüfen und an die Zentrale weiterleiten. Es sollte möglich sein, die Kamera zumindest manuell beim Aufstellen der Tafel einzurichten. Die Kamera ist durch Drehen und Schwenken auszurichten (mind. 45° sind anzustreben). Die Kamera sollte einmalig durch Drehen und Schwenken eingerichtet werden, die Bedienung der Kameras mittels Fernbedienung ist im Regelfall nicht notwendig.

Des Weiteren sollte es möglich sein, weitere Sensoren am mdWiSta anzubringen. Dies können z.B. Radarsensoren, berührlose VDE-Sensoren (Verkehrsdatenerfassung), UDE-Sensoren (Umfelddatenerfassung) etc. sein. Was diese Sensoren genau messen, ist in der Tabelle im Anhang genauer ersichtlich. Bei den Sensoren ist es wichtig, dass keinerlei Verschmutzungseffekte oder Reflektionen die Funktionalität beeinträchtigen. Jedes Gerät muss in der Lage sein, dauerhafte Unterbrechungen des Lichtstrahls durch Fremdkörper, Insekten oder Spinnennetze etc. zu erkennen und sofort eine Störmeldung auszugeben und an die Zentrale weiterzuleiten. Es ist nötig, 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 schon vorab eingeplant zu haben.

Es könnte auch die notwendigen Vorrichtungen zur Generierung von TMC-Meldungen im mdWiSta installiert werden, ob dies wünschenswert ist, bleibt aber fraglich. Für jeden zur Anwendung kommenden Sensor muss die amtlich zugelassene Betriebsgenehmigung nachgewiesen werden. Es ist auch möglich, ein GPS-System zu installieren, um den Standort aus der Ferne erkennen zu können. Das GPS kann auch zur Diebstahlsicherung beitragen.

## 3.2 Das Tafелеlement

### 3.2.1 Spezifikation der Tafelgröße

Die Auswahl der Tafelgröße hängt von mehreren Faktoren ab. Abbildung 16 zeigt die verschiedenen Faktoren, welche Einfluss auf die Tafelgröße haben. Grundsätzlich sind die Tafelinhalte je nach Einsatzfall unterschiedlich. Sind keine Alternativrouten vorhanden, so werden nur das Ereignis, die Straßenummer sowie die Richtung angegeben, auch das Anzeigen des Zeitverlusts unter Verwendung von Text und Piktogrammen ist möglich. Bei vorab planbaren Ereignissen, wie z.B. Großveranstaltungen, können schon im Voraus Strategien überlegt werden, auch das Parkplatzmanagement kann miteinbezogen werden. Es müssen in solch einem Fall mehr Informationen an den Verkehrsteilnehmer übermittelt werden. Dies führt zu einem höheren Platzbedarf für Text und Symbole. Im Kapitel Ereignisfälle werden die Tafelinhalte nach Szenarien beschrieben.

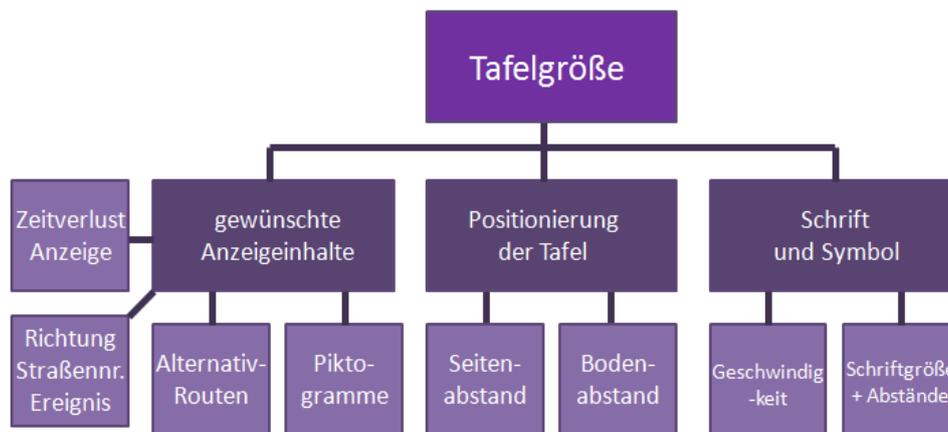


Abbildung 16: Einflussfaktoren der Tafelgröße

Zusätzlich zum Anzeigehalt sind die Positionierung der Tafel als auch Schrift- und Symbolgrößen für den Platzbedarf und somit für die Größe des LED-Elementes notwendig. Um die Sicherheit im Straßennetz nicht zu verschlechtern, sollten sich die Tafeln außerhalb des Lichtraumes befinden, die genauen Werte werden nachfolgend beschrieben. Für Schrift und Symbol gibt es auch Regelungen, die mit der gefahrenen Geschwindigkeit und Sichtweiten zusammenhängen.

Bei fester Beschilderung müssen Schrift und Verkehrszeichen der StVO und StVZO entsprechen. Zusätzlich dazu gibt es noch einige Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS), welche beachtet werden sollten. Die Gestaltung sowie Abmessungen und Aufstellregeln sind in Richtlinien festgelegt. Wichtig ist, dass die Beschilderung der erlaubten Höchstgeschwindigkeit angepasst wird und auch bei großem Verkehrsaufkommen die Erkennbarkeit und die Lesbarkeit der Schilder gewährleistet werden kann. Außerdem darf durch die Beschilderung die Sicherheit und Flüssigkeit des Verkehrs nicht beeinträchtigt werden, im Gegenteil sollte sie durch die Beschilderung verbessert werden. [RVS 05.02.12, 2009]

## Schrift und Symbol

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. Der Vorteil des visuellen Wahrnehmens ist, dass der Straßenverlauf sowie zukünftige Ereignisse durch Beobachtung der Umgebung erkannt werden können. [Neculau, 1992]

Durch den Kölner Fahrverhaltens-Test (KFVT) wurde unter anderem das Merkmal der Orientierung betrachtet. Bei der Orientierung geht es darum, dass sich der Fahrer ohne Hilfe anderer und ohne zu langes Zögern nach Wegweisern orientieren kann. Schafft es der Fahrer nicht, den Wegweiser richtig zu lesen, d.h. er übersieht den Wegweiser oder bemerkt ihn zu spät, verfehlt er somit den Weg oder muss eine riskante Korrektur vornehmen bzw. nach dem Weg fragen. So erhält der Fahrer beim Merkmal Orientierung eine negative Beurteilung. Beim Orientieren (nach SCHUBERT und SPOERER 1986) haben von 133 Fahrern 84% dieses Merkmal positiv abgeschlossen. Die Standardabweichung beträgt hier 13 %. Von 283 betrachteten Fahrern (nach ULRICH 1970) konnten sich nur 67,8 % richtig orientieren ( $s = 22,2$ ). [Kroj; Pfeiffer, 1973]. Demnach ist es sehr wichtig, die Wegweiser in entsprechender Größe und guter Position aufzustellen, damit eine gute Orientierung gewährleistet werden kann und kein Sicherheitsrisiko besteht. Für den mdWiSta wird der Einsatz verschiedener Anzeigehalte notwendig. Es gibt verschiedene Arten von Verkehrszeichen, welche auf einem mobilen Wegweiser unbedingt angezeigt werden sollen. Sie sind nachfolgend dargestellt. Des Weiteren sollte es möglich sein, Piktogramme und Verkehrszeichen bei Bedarf zu editieren oder neu zu erstellen.

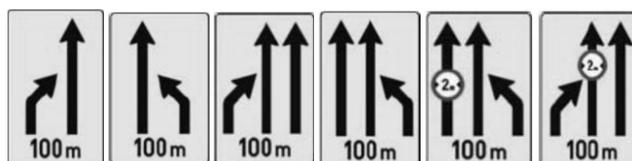
### Textanzeigen/Schrift

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

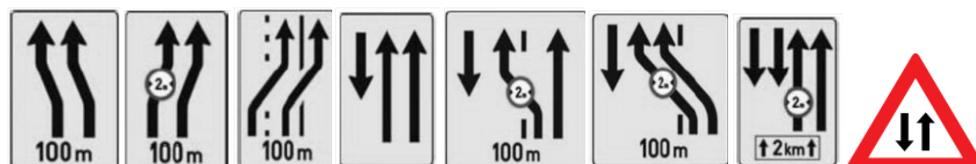
### Richtungspfeile

Richtungspfeile müssen in unterschiedlichen Größen und Längen als Auswahl verfügbar sein.

### Einordnen



### Geänderte Spurführung und Gegenverkehr



### Fahrbahnverengung



Geschwindigkeitsbeschränkungen



Beschränkungen



Gefahrenzeichen



Zusätzliche Möglichkeiten



[BM für Wissenschaft und Verkehr; 1998, 2012]

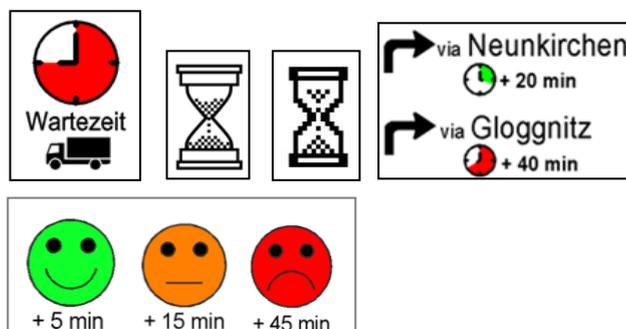
Freiprogrammierbare Piktogramme

Hier werden einige mögliche Piktogramme dargestellt, welche anzeigbar sind. Piktogramme können auch in Zusammenarbeit verändert bzw. neu erstellt werden. Für planbare Veranstaltungen ist es somit möglich, das gewünschte Piktogramm vorab zu entwerfen (z.B. vom Veranstalter selbst) und schlussendlich in die Anzeigestrategie einzubeziehen.

**Logos von Veranstaltungen**

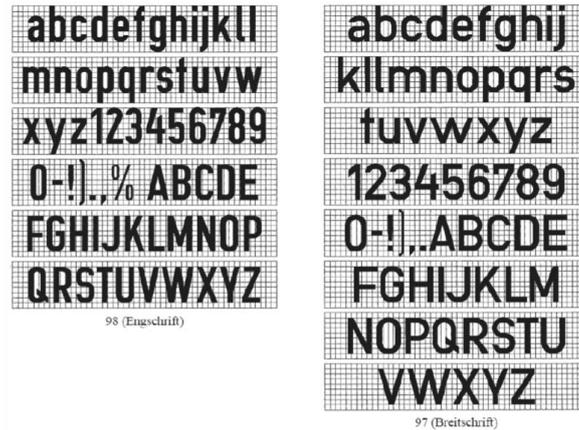


**Zeitverlustanzeigen (Reise- bzw. Wartezeit)**



Schrift:

In Österreich ist die in der Straßenverkehrszeichenverordnung (StVZVO) angegebene Verkehrszeichenschrift auf fester Beschilderung anzuwenden. Im Normalfall wird die Breitschrift verwendet, welche bei Platzmangel bis zu 10% reduziert werden darf. Reicht dies nicht aus, darf die Engschrift verwendet werden, welche jedoch nie verkleinert werden darf. Für LED-Verkehrszeichen wird nicht exakt die in Abbildung 18 dargestellte Schrift verwendet. Es sollte eine ähnliche Schrift verwendet werden. Schriften sind so zu dimensionieren, dass auch die längst mögliche Textdarstellung in der Breite des Wegweisers leserlich dargestellt werden kann.



**Abbildung 17: Schrift für reflektierende Verkehrszeichen: Engschrift (links), Breitschrift (rechts)**

[BM für Wissenschaft und Verkehr, 1998, 2012]

Auf LED-Verkehrszeichen sollten alle bereits bestehenden Schriftfonts (Bitmap-Fonts) dargestellt werden können, die Darstellung am LED-Wegweiser muss auch in Fett möglich sein. Für die Pixelbilder von langen Texten gilt bei WTA eine Mindestschrifthöhe von 200 mm. Text muss im Regelfall in weißer Schrift dargestellt werden. Für den mdWiSta ist eine möglichst große Übereinstimmung mit den bereits umgesetzten WTA anzustreben.

Die Schriftgrößen werden in der StVZVO sowie in verschiedenen RVS definiert. Demnach benötigen Wegweiser, als seitlich aufgestellte Tafeln, andere Schriftgrößen als Überkopfwegweiser. Außerdem wird durch die Wahl der Schriftgröße auch die Wichtigkeit der Information miteinbezogen. Wesentlich für gute Lesbarkeit sind ausreichende Abstände zwischen Schriften, Symbolen und Pfeilen sowie zum Tafelrand (Tafelumrandung). Schrifthöhen für Textanzeigen von WVZ sind laut ÖNORM EN 12966-1 in der Größenklasse C also mit 240 mm auszuführen.

### Fixe Beschilderung und ihre Schriftgrößen

Die Schriftgröße hängt von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und der Aufstellart ab. In der Tabelle sind die Werte laut StVO angegeben. Schon hier wird klar, dass die Schrifthöhen nicht exakt für den mdWiSta ermittelt werden können. Da ein LED-Verkehrszeichen ein Licht-emittierendes Verkehrszeichen ist, wird angenommen, dass diese Höhen durch verbesserte Sichtbarkeit verkleinert werden dürfen.

Tabelle 10: Schrifthöhen laut StVO

	v - Geschwindigkeit [in km/h]	h -Höhe [in mm]	v - Geschwindigkeit [in km/h]	h -Höhe [in mm]
<b>Seitlich, neben der Fahrbahn</b>				
Innerhalb geschlossener Ortschaft	<= 40 km/h	105 mm	= 50 km/h	126 mm
Außerhalb geschlossener Ortschaft	60 – 70 km/h	140 mm	100 km/h	280 mm
	110-120 km/h	210 mm	>=120 km/h	280 mm
<b>Überkopfbeschilderung</b>				
Außerhalb geschlossener Ortschaft	<= 50 km/h	175 mm	60 – 70 km/h	210 mm
	80 – 100 km/h	280 mm	>= 100 km/h	350 mm

[BM für Verkehr und Wirtschaft, 2009]

Um die Schriftgröße, den Zeilenabstand, den Randabstand etc. einheitlich zu gestalten, wurde die Maßeinheit „E“ laut RVS 05.02.13 definiert. [RVS 05.02.13, 2006]

- E = 1/7 der größten Buchstabenhöhe der zu beschriftenden Tafel
- Der Zeilenabstand beträgt 4 E
- Der Abstand von Pfeilen zu Schriften und Symbolen beträgt 4 E
- Oberhalb der Pfeilspitze muss der Abstand zu Schrift und Symbol nur 3 E betragen
- Der Abstand zweier Zielangaben in einer Zeile muss 7 E oder größer sein
- Der vertikale Abstand zwischen Zielblöcken beträgt 12 E

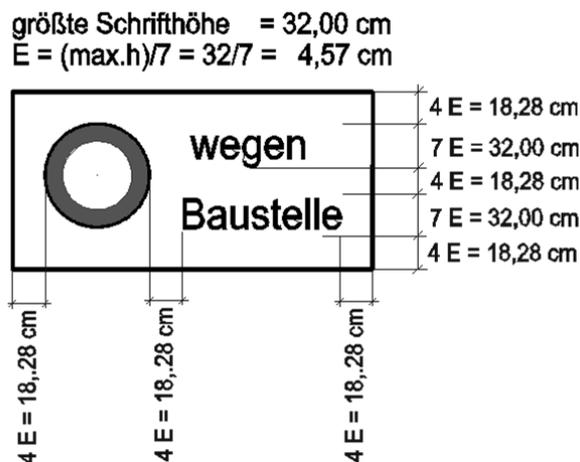


Abbildung 18: Maßeinheit "E" für die Abstandsregelung fester Beschilderung

Das Tafelformat wird somit durch Anzahl und Länge der Zielangaben in der notwendigen Schriftgröße sowie der erforderlichen Abstände (E) bestimmt. Es muss somit beachtet werden, dass nicht alle Tafeln gleich aussehen, auch wenn sie in der Art und ihrer Größe gleich sind. Wird zum Beispiel eine Tafel nur für die Anzeige des Namens der Stadt Wien dimensioniert, so könnte die Tafel viel kleiner ausfallen, als wenn eine Stadt wie Wulkaprodersdorf als Schriftbild benötigt wird.

Verkehrszeichen:

**Tabelle 11: Geschwindigkeitsbereiche und Größenwahl laut StVO**

Größen der Verkehrszeichen für Dreiecke, Quadrate und Rechtecke		Größen der Verkehrszeichen für Ronden	
Geschwindigkeitsbereich [km/h]	Größe	Geschwindigkeitsbereich [km/h]	Größe
20 bis kleiner 50	1 (70% von Größe 2)	0 bis 20	1 (70% von Größe 2)
50 bis 100	2 (100 %)	größer 20 bis 80	2 (100 %)
größer	3 (140% von Größe 2)	größer 80	3 (140% von Größe 2)

[BM für Verkehr und Wirtschaft, 2009]

Um bei den Verkehrszeichen die Größen bestimmen zu können wurden in der StVO Geschwindigkeitsbereiche definiert. Da sich die StVO ausschließlich auf feste Verkehrszeichen bezieht, wurde für den mdWiSta die Größe 2 bei Dreiecken, Quadraten und Rechtecken als ausreichend befunden. Auch hier sind die Gründe dafür 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 wie 100 km/h Verkehrszeichen darstellen wird. Bei Ronden wurde die Größe 3 gewählt, da der mdWiSta sicher öfters auch bei Geschwindigkeiten von über 80 km/h zum Einsatz kommen wird.

**Tabelle 12: Schildergröße VZ festen Inhaltes laut StVO**

Schildergrößen von Verkehrszeichen fester Inhalte			
Maße in mm	Größe 1	Größe 2	Größe 3
	70 %	100 %	125 bzw. 140 %
Ronde (Durchmesser)	420	600	750 (125%)
Dreieck (Seitenlänge)	630	900	1260 (140%)
Rechteck (Höhe x Breite)	630 x 420	960 x 600	1260 x 840 (140%)

[BM für Verkehr und Wirtschaft, 2009]

Das Geschwindigkeitsverhalten wurde durch den KFVT beobachtet, hier wurde festgestellt, dass Geschwindigkeitsbegrenzungen nicht optimal eingehalten werden. Bei der „Geschwindigkeit pro Zeichen“ ging es darum, die Geschwindigkeit bei durch Zeichen festgesetzter/angeordneter Begrenzung einzuhalten. Das Merkmal wurde dann positiv abgeschlossen, wenn die Geschwindigkeitsbeschränkung durch den Fahrer eingehalten wurde oder sie um weniger als 10km/h überschritten wurde. Wurde die zulässige Höchstgeschwindigkeit um 10 km/h oder mehr überschritten, so war dies ein negativer Abschluss des Merkmales.

Hier haben nur 63 % der 133 Fahrer (nach SCHUBERT und SPOERER 1986) das Merkmal „Geschwindigkeit pro Zeichen“ positiv hinter sich gebracht. Im Jahr 1970 (nach ULRICH) hielten immerhin noch 91,6 % die Geschwindigkeit ein. Somit muss damit gerechnet werden, dass die geforderte Geschwindigkeit nicht eingehalten wird. Es ist notwendig, die Schrift groß genug zu dimensionieren. Zu große Schrift ist jedoch zu vermeiden, da diese auch zum Gegenteil, zum Beispiel zu verschlechterter Lesbarkeit, führen kann. [Kroj; Pfeiffer, 1973]

Zusätzlich soll durch den neuartigen Einsatz eines mdWiSta ein möglichst hoher Befolgungsgrad erzielt werden, da sich der mdWiSta immer nahe der Gefahrenstelle/Ereignisstelle befindet und sinnvolle Routenoptionen angezeigt werden.

Generell gilt, dass die Ausführung der Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen auf die tatsächlichen, für das zu dimensionierende Verkehrszeichen individuellen Erfordernisse zu begrenzen ist. Laut StVO sollen unnötig groß dimensionierte Zeichen vermieden werden. Um die Verkehrszeichen richtig zu wählen gibt es eine Tabelle, welche die Höhen von Zusatzzeichen angibt:

**Tabelle 13: Schildergrößen für Zusatzzeichen**

Maße in mm	Größe 1 (70 %)	Größe 2 (100 %)	Größe 3 (125 %)
Höhe 1	231 x 420	330 x 600	412 x 750
Höhe 2	315 x 420	450 x 600	462 x 750
Höhe 3	420 x 420	600 x 600	750 x 750

[BM für Verkehr und Wirtschaft, 2009]

Dementsprechend ist es wichtig, bei einer kleineren Tafel die Informationen so knapp wie möglich zu halten. Hier sollten nur die wichtigsten Informationen angegeben werden. Wird für einen Unfall eine kleine Tafel benötigt, so ist es auch möglich, falls die Anzeigemöglichkeit wegen der Abmessungen der Tafel nicht ausreicht, diese in Verbindung mit einer zweiten Tafel zu schalten. Es muss schon vorab darauf geachtet werden, dass die Anzeigen, das heißt die Anzeigeoptionen sinnvoll ausgewählt werden. Dementsprechend kann die Anzeigeoption der möglichen Verlustzeit zwar angezeigt werden, würde dadurch die Schriftgröße der empfohlenen Route bzw. gesperrte Strecken etc. zu klein ausfallen. Daher sollte darauf verzichtet werden.

## Abstände

### Seitenabstand zur Fahrbahn

Um für österreichische Straßen eine geeignete Tafelgröße zu finden, wurden die Querschnitte der Autobahnen analysiert. In Deutschland gibt es dafür Regelquerschnitte. 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. Der Seitenstreifen muss jedoch mindestens über 2,00 m verfügen. [RVS 03.03.31, 2005] 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 von dieser Richtlinie abgesehen werden, da es sich beim mdWiSta um kein fix installiertes Verkehrszeichen handelt. Bei 130 km/h auf der Autobahn wirkt ein Fahrzeug am Pannestreifen/Standstreifen sehr beengend. Somit ist es wichtig, dass dem mdWiSta, welcher am äußeren befahrenen Fahrstreifen stehen wird, nur 0,5 Meter bzw. 0,75 Meter Abstand zur Verfügung stehen. Es wäre ein Abstand von mindestens 1,0 Meter vom Fahrbahnrand anzustreben. Durch die Breite seitlich der Fahrbahn und den geforderten Meter zum Fahrbahnrand könnten somit die Tafelgröße (Tafelbreite) ermittelt werden. Wird vom Minimum des Seitenstreifens ausgegangen, so könnte mit der Annahme von 1 Meter Abstand nur mehr eine 1,0 m breite Tafel aufgestellt werden, ohne den Seitenstreifen oder das Bankett für die Aufstellung mitzuverwenden. [RVS 05.02.11, 2009; RVS 05.02.12, 2009]

Aus dem Grund, dass nicht überall Abstellstreifen bzw. Standstreifen vorhanden sind, ist davon auszugehen, dass eine Tafel von ca. 2m Breite (teilweise bezüglich Schriftgröße und Anzeigehalte notwendig) nur an einer vorab ausgewählten Stelle im Netz platziert werden kann. Generell sollte die Tafelbreite jedoch keinesfalls 2,5 m nicht überschreiten, da laut StVO Anhänger bis maximal 2,5 m ohne nötige Begleitmaßnahmen am Straßenverkehr teilnehmen dürfen.

Bei Aufstellung eines mobilen dynamischen Wegweisers sollte dieser, wenn möglich, nicht im Straßenraum, sonst aber zumindest auf dem Standstreifen Platz finden. Es sollte möglich sein, den mdWiSta so zu positionieren, dass 1,00 Meter zum Fahrbahnrand, welcher für feste Beschilderung festgelegt wurde, eingehalten werden kann. Aus den Straßenquerschnitten und der Anforderung einer ausreichend großen Breite der Tafel und ihrer Aufstellvorrichtung wird klar, dass die Aufstellung außerhalb des Straßenraumes nicht leicht umzusetzen ist. Es wird notwendig, einen 2,5 Meter breiten mdWiSta bis zu 1,0 Meter im unbefestigten Bankett zu platzieren. Selbst dann können die 1,0 Meter nur vom Standstreifen gemessen werden. (Befinden sich Kunstbauten neben der Autobahn, so wird der mdWiSta so weit an den Rand gestellt, wie möglich.) Soll die Sicherheit nicht beeinträchtigt werden, so ist der Wegweiser wie ein festes Verkehrszeichen aufzustellen und darf sich nicht am Standstreifen befinden. [RVS 05.02.11, 2009]

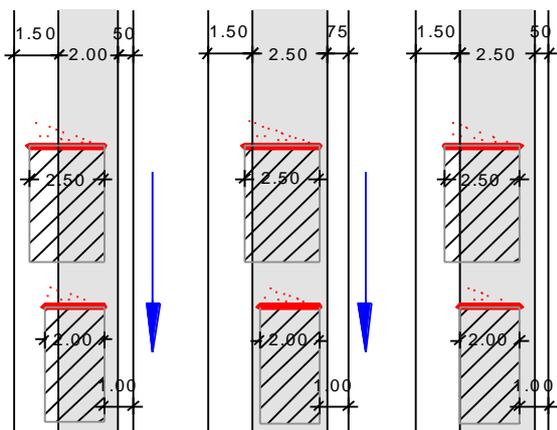


Abbildung 19: Aufstellung in der Kurve, Positionierung der Tafel (3°)

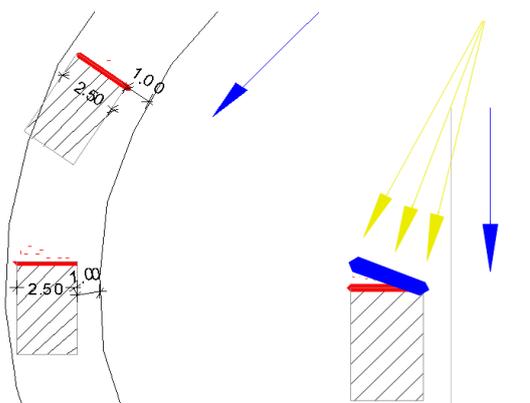


Abbildung 20: Position des mdWiSta mit Mindestseitenabstand zum Fahrstreifen

Die Anzeigetafel sollte leicht schräg zur Fahrbahn aufgestellt werden. Das Fahrzeug bzw. die Aufstellvorrichtung sollte dennoch parallel zum Fahrbahnrand stehen. In Kurven ist die Tafel so zu positionieren, dass auch hier 1,0 m Abstand zum Fahrbahnrand eingehalten werden. Der Teil der Tafel bzw. der Aufstellvorrichtung, welcher sich am nächsten zum Fahrbahnrand befindet, ist ausschlaggebend. Generell sollte die Aufstellung vor der Kurve erfolgen. Wichtig ist, dass die Sichtverhältnisse eingehalten werden. Die Schrägstellung ist abhängig von der Leuchtkraft der LED und von der Neigung sowie der Straßenführung. Die genaue Aufstellposition muss mittels Feldtest im Detail ermittelt werden.

**Bodenabstand zur Tafelunterkante**

Der Höhenabstand (von der Fahrbahnoberfläche) wird in der RVS 05.02.11 [2009] für Großtafeln mit 0,6 bis 2,5 m angegeben. Auf Autobahnen und Schnellstraßen soll der Bodenabstand jedoch mindestens 1,0 m betragen (durch die höheren Geschwindigkeiten und den erhöhten Schwerverkehrsanteil). Da der mdWiSta eine Breite von mindestens 2,0 m aufweisen und die minimale Höhe 2,0 m überschreiten wird, ist die Tafel mit einem Bodenabstand von mindestens 1,5 m aufzustellen.

**Tabelle 14: Mindestbodenabstände von Verkehrszeichen**

Verkehrszeichen und Leitplanken		Mindestbodenabstand		
Tafelformat	Abmessungen [mm]	1 Steher [m]	2 Steher [m]	Rohrrahmen [m]
	700	1,5	---	1,0
	1000	1,5	---	1,0
	1500	1,5	---	1,0
	310 x 960	0,6	---	---
	380 x 1200	0,6	---	---
	310	1,5	---	---
	480	1,5	---	---
	670	1,5	---	1,0
	960	1,5	---	1,0
	1200	---	1,5	1,0
	630 x 630	1,5	---	1,0
	940 x 940	1,5	---	1,0
	1160 x 1160	---	1,5	1,0
	470 x 470	1,5	---	---
	630 x 630	1,5	---	---
	960 x 960	1,0	---	---
	310 x 310	1,5	---	---
	470 x 470	1,5	---	---
	630 x 630	1,5	---	1,0
	960 x 960	1,5	---	1,0
	1000 x 1000	---	1,5	1,0
	1500 x 1500	---	1,5	---
	2000 x 2000	---	1,5	---
	2500 x 2500	---	1,5	---
	3000 x 3000	---	1,5	---
	3500 x 3500	---	1,5	---
4000 x 4000	---	1,5	---	

Verkehrszeichen und Leitplanken		Mindestbodenabstand		
Tafelformat	Abmessungen [mm]	1 Steher [m]	2 Steher [m]	Rohrrahmen [m]
	470 x 630	1,5	---	---
	630 x 960	1,5	---	---
	960 x 1200	1,5	1,5	1,0
	1000 x 1500	---	1,5	1,0
	1000 x 2000	---	1,5	1,0
	1000 x 2500	---	1,5	---
	1300 x 2000	---	1,5	---
	1500 x 2000	---	1,5	---
	1500 x 2500	---	1,5	---
	2000 x 2500	---	1,5	---
	2000 x 3000	---	1,5	---
	2500 x 3000	---	1,5	---
	2500 x 3500	---	1,5	---
	2500 x 4000	---	1,5	---
	3000 x 4000	---	1,5	---
	3500 x 4500	---	1,5	---
	3500 x 5000	---	1,5	---
4000 x 4500	---	1,5	---	
4000 x 5000	---	---	---	

[RVS 05.02.11, 2009]

### 3.2.2 Tafelinhalte

Laut Informationen der Ö3-Verkehrsredaktion werden Informationen auf Wechseltextanzeigen im ASFINAG-Netz angezeigt. Hierbei wird die Darstellung der Information immer nach demselben Schema vorgenommen.

- Die Straßennummer befindet sich immer in der ersten Zeile.
- In der zweiten Zeile wird/werden die Örtlichkeit/en angegeben.
- Es ist auch möglich, die Richtung anzugeben. Zusätzlich wird/werden das Ereignis bzw. Ereignisse angegeben.
- Es wird zusätzlich ein Verkehrszeichen-Symbol angezeigt.



Abbildung 21: Darstellung von Anzeigehalten auf einer WTA

Generell wird die Art und Weise dieser Darstellung für den mdWiSta übernommen. Da sich der mobile Wegweiser im Regelfall immer knapp vor dem Ereignisort befindet, ist es hier möglich, zusätzliche Informationen oder Empfehlungen anzugeben. Die Anzeigehalte sollten für die einfachere Auswahl in Gruppen gegliedert werden. In Abbildung 22 werden die wichtigsten Verkehrszeichen nach Gruppen sortiert.

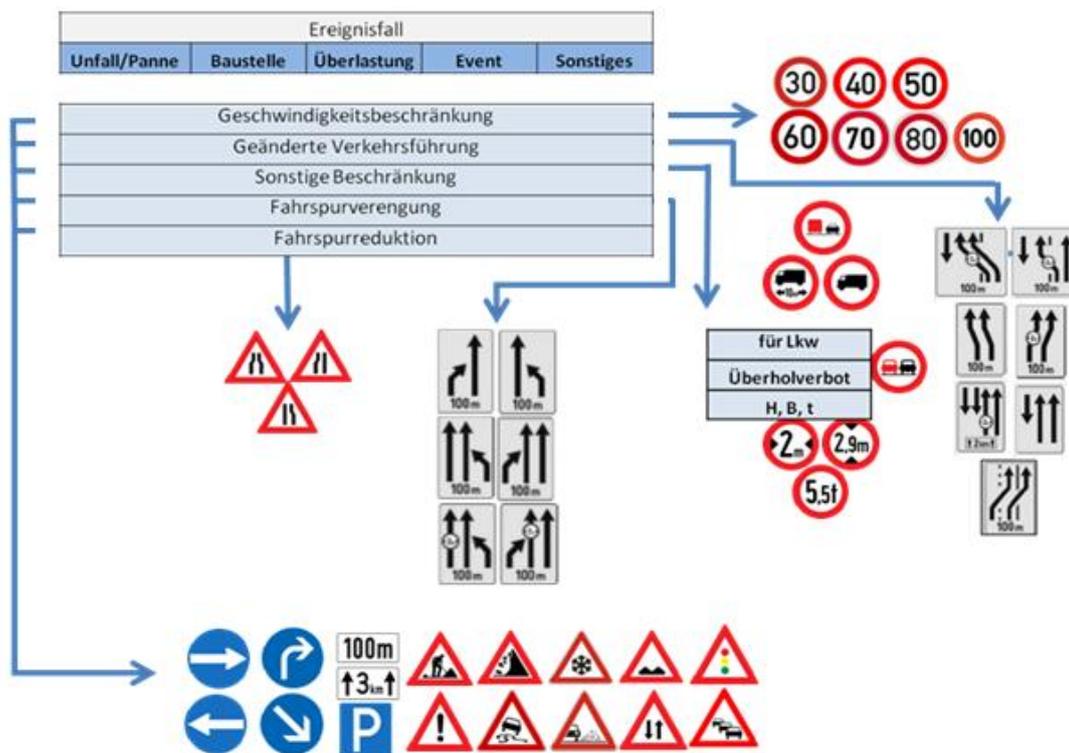


Abbildung 22: Gruppierung nach verschiedenen Anzeigehalten

Handelt es sich um einen Stau, so können z.B. durch die Verwendung von Mobilfunkdaten Reisezeitverluste als Verkehrsteilnehmerinformation ausgegeben werden. Handelt es sich um einen Unfall, so ist es möglich, „einordnen“, „Fahrspurverengung“,... als Vorabinformation auszugeben. WTA ermöglichen somit eine verbesserte Information für den Fahrzeuglenker, dieser wird on-trip ohne Notwendigkeit von Zusatzausstattung (Navigationsgeräten, Radio, etc.) über die Geschehnisse auf seiner Reiseroute informiert. [Walther, Sept. 2012]

Zusätzlich sollen bei einem mdWiSta Informationen über die Verkehrslage an den Verkehrsteilnehmer weitergegeben werden. Nicht nur Verkehrszeichen wie „Allgemeine Gefahr“ oder „Achtung Stau“ werden angezeigt. Es ist wichtig, die notwendigen Zeichen in der Hintergrundstrategie einzubetten, damit diese bei Bedarf nur mehr ausgewählt werden müssen. Je nachdem welche Grundsituation vorherrscht, werden die Anzeigeinhalte gruppiert, um die Auswahl zu vereinfachen.

### 3.2.3 Zusammengesetzte Tafeln

Für Maßnahmen, welche nicht geplante Ereignisse betreffen, sollte eine kleinere Variante bedacht werden, da diese nicht schon vorab installiert werden kann, sondern im Fall einer Verkehrsflussstörung, wie zum Beispiel Unfall oder Hangrutschung, zum Einsatz kommt. Dieser Wegweiser muss somit durch schon gestautes Gebiet zum Einsatzort transportiert werden. Da in Österreich die Pflicht des Bildens einer Rettungsgasse vorherrscht, kann diese als Zufahrtsweg genutzt werden. Umso kleiner, leichter, kompakter der Wegweiser ist, umso einfacher und schneller kann die Positionierung des Wegweisers von statten gehen. Die genauen Aufstell- und Installationsvorgänge müssen in Feldtests überprüft werden.

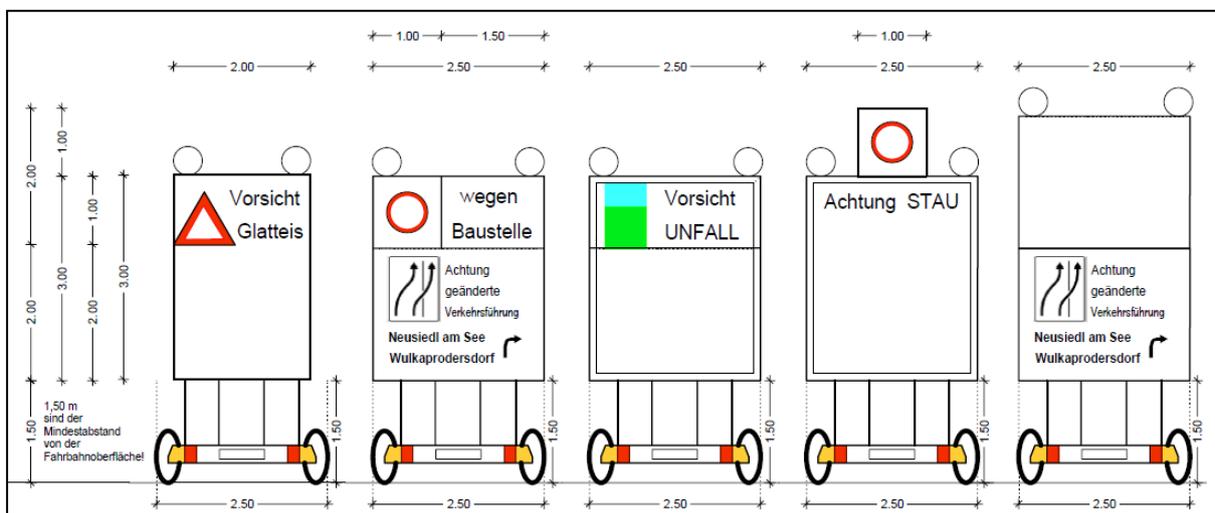


Abbildung 23: Varianten der Tafelzusammenstellung

Da nicht klar ist, was eine sich noch nicht am Markt befindliche LED-Tafel kostet, wurde offen gelassen, ob die Tafel aus ein bis zwei Stücken hergestellt wird oder ob sie aus kleineren LED-Tafel-elementen zu einem Ganzen zusammengesetzt wird. Mehrere LED-Elemente haben den Vorteil, dass die Tafelgröße je nach notwendigen Anzeigevarianten verkleinert bzw. vergrößert werden kann. Grundsätzlich wird eine Gesamtbreite von 2,0 Metern angestrebt. Die Höhe ist je nach Auswahl von Tafel-elementen variierbar.

Um die Abwicklung der verschiedenen Situationen zu ermöglichen wurden zwei unterschiedliche Größen (mit Adaptionsmöglichkeit) für die verschiedenen Situationen dimensioniert. Diese zwei Größen werden als ausreichend empfunden.

Generell sind verschiedenste Größenvarianten möglich (Abbildung 23). Vorab wurden verschiedene Tafelvarianten überlegt, schlussendlich wurden die zwei Varianten für die Anwendung ausgewählt und in Beispielszenarien überprüft. Diese Tafelmate wurden durch verschiedene Betrachtungen als sinnvoll bewertet.

### 3.2.4 Tafelformat

Wie schon erwähnt werden zwei verschieden Größen für die Ereignisabwicklung benötigt.

#### A - Kleinformat

Dieses Format wird eingesetzt, wenn der Aufstellort nicht vorab überprüft werden kann und die Tafel für kurzfristige Ereignisse zum Einsatz kommt. Je nach der Situation vor Ort und den notwendigen Anzeigeeinformationen gibt es hier die einfache (A) oder doppelte Variante (2A).

Variante A ist die kleinste Variante, sie stellt eine quadratische Anzeigetafel dar. Die Größe der Tafel sollte 1x1 Meter nicht unterschreiten, um die Verkehrszeichen in ausreichender Größe anzeigen zu können. Hier ist es nur möglich, einen kurzen Text anzugeben. Auch ein wechselndes Bild ist möglich, um z.B. eine Ursache und Auswirkung anzugeben.

Variante 2A besteht aus zwei quadratischen Anzeigefeldern, die in Kombination geschaltet werden. Sie wird notwendig, wenn Symbol und Text angezeigt werden sollen. Mit nur einem Feld könnte kein Auslangen gefunden werden. Es kann hier auch eine Alternativroute in Form einer vereinfachten kurzen Darstellung, etwa mit Abbiegepeil und Ort, angezeigt werden. Wie schon bei Variante A ist es auch hier möglich, Ursache, Auswirkung,... anzugeben.

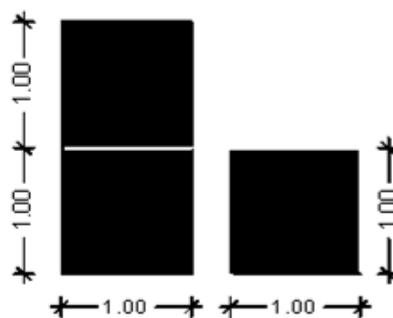


Abbildung 24: Tafelformat: Variante 2A und A

Je nachdem welcher Buchstabe angezeigt wird, benötigt dieser mehr oder weniger Platz. Der Buchstabe, der den meisten Platz benötigt, ist das W der Breitschrift. Das i, j, l der Engschrift und der Breitschrift benötigen den wenigsten Platz. In der Tabelle oberhalb wurden die maximalen Zeichen pro Spalte für das Tafelformat A berechnet. Die linken Werte stellen den Durchschnitt dar, die Werte rechts stellen den Maximalfall der möglichen Zeichen pro Zeile dar.

Tabelle 15: maximale Buchstabenanzahl pro Zeile des Tafelformats A und 2A

Geschwindigkeitsbereich	Schrifthöhe	Durchschnittliche/maximale Zeichen pro Zeile
40 km/h	105	24/47 Zeichen
50 km/h	126	20/39 Zeichen
60-70 km/h	140	17/35 Zeichen
100 km/h	175	14/28 Zeichen
110 – 120 km/h	210	12/23 Zeichen
Über 120 km/h	280	9/17 Zeichen

Hier ein Beispiel für den Einsatz des Tafelformates A, 2A:

Wird für einen Unfall bzw. wegen eines Witterungsproblems oder einer sonstigen Störung am hochrangigen Netz eine Totalsperre durchgeführt, so muss der Verkehrsteilnehmer rechtzeitig informiert werden. Dies kann sowohl in den nahliegenden Auffahrten als auch am hochrangigen Straßenabschnitt selbst durch die mobilen Informationstafeln erfolgen.

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

Des Weiteren ist es wichtig, dass auf die Gefahrenstelle hingewiesen wird. 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.

Dieses Szenario soll darauf hinweisen, dass es in einigen Fällen nicht ausreichen wird, ausschließlich am betroffenen Straßenzug selbst zu informieren. Für die Verbesserung der kollektiven Sicherheit, der Verkehrsteilnehmerinformation und des Verkehrsflusses müssen Informationsquellen auch an naheliegenden Auffahrten (manchmal sogar im untergeordneten Netz oder an anderen hochrangigen Straßenzügen) installiert werden.

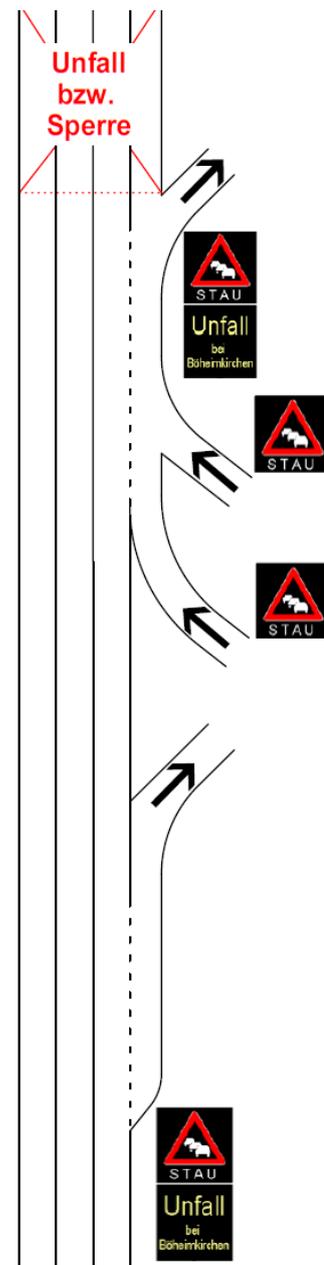


Abbildung 25: Schilderauswahl und Aufstellung

## B - Großformat

Bei der Variante B handelt es sich um eine wesentlich größere Tafel, hier können Routenwahlmöglichkeiten und Optionen angezeigt werden. Auch die Angabe von Zeitverzögerungen bzw. Reisezeiten oder Wartezeiten ist möglich. Die Piktogramme können und sollen durch einen Text unterstützt werden, was bei den kleinen Tafeln nur teilweise möglich ist. Für die Tafelgröße B können im 1x1 Meter Feld genau gleichviele Zeichen pro Zeile angezeigt werden wie beim Tafelformat A. Da das Tafelformat B doppelt so breit ist wie das Tafelformat A, müssen die Werte aus Tabelle 13 einfach verdoppelt werden, um die Werte für das Tafelformat B zu erhalten.

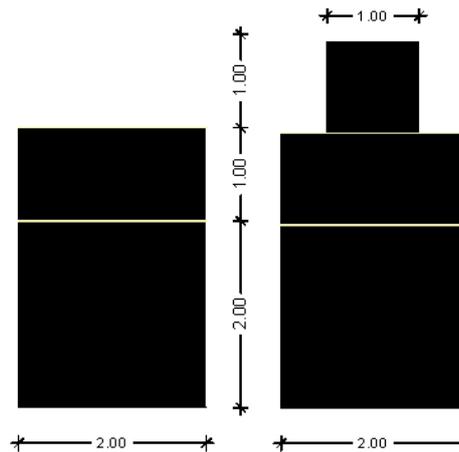


Abbildung 26: Tafelformat: Variante B und B+

Da die Darstellungsweise und die Tafelgröße ermittelt wurden, kann ein Beispiel für ein Anzeigebild dargestellt werden. In grauer Schrift und grauer Umrandung ist die durch Ö3 geschaltete Darstellung auf einer Wechseltextanzeige abgebildet, darüber befinden sich in schwarz drei Versionen von mobilen Wegweisern. Auf den großen Anzeigetafeln wird zusätzliche Information, z.B. Zeitverzögerung je Route, angezeigt. Sollte die Sperre vorab geplant werden, so ist der Einsatz der großen Variante sinnvoll. Wird der Tunnel wegen eines Unfalls gesperrt, so sollte die kleinere Variante zum Einsatz kommen. Im Anhang sind zwei weitere Varianten abgebildet.

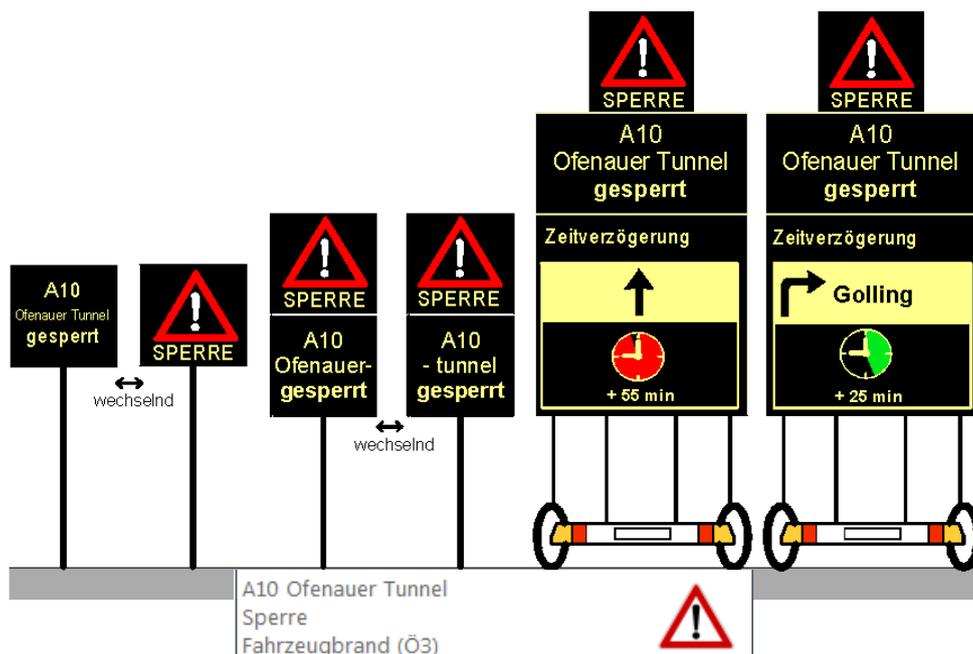


Abbildung 27: Vergleich WTA und mdWiSta

### 3.2.5 Aufstellvorrichtung und Montage

Für die Montage eines mobilen Wegweisers ist die Sicherheit wichtig. Steht ein Wegweiser im Lichtraum, so wird die Sicherheit herabgesetzt. Bei Autobahnen und Schnellstraßen gibt es oftmals einen Pannen- bzw. Standstreifen. Die ASFiNAG nutzt diesen, um kurzfristige Verkehrseignisse abzuwickeln. Dafür werden Fahrzeuge oder Anhänger mit Verkehrszeichen auf den Pannenstreifen gestellt. Es passiert jedoch nicht selten, dass durch diese Form der Verkehrszeichenaufstellung ein solches Fahrzeug eine erneute Ursache für einen Unfall darstellt. Dementsprechend sollte aus Gründen der Sicherheit, wenn möglich, nicht auf eine Aufstellung am Pannenstreifen zurückgegriffen werden. Für diese Arbeit wurden Ideen gesammelt, wie eine Aufstellvorrichtung oder Montage für einen mdWiSta aussehen könnte.

Das Tafelformat A besteht aus einem Quadratmeter LED-Tafelfläche. Recherchen haben ergeben, dass das Gewicht einer Tafel von 0,8 x 0,8 m je nach Hersteller zwischen 15 (Peter Berghaus GmbH, Adolf Nissen GmbH) und 45 kg (Horizont Group GmbH, Adolf Nissen GmbH) liegt. Wird dieses Gewicht nun auf einen Quadratmeter umgerechnet, so liegt das Gewicht des Tafelformates A zwischen **23,5** und **70,5** kg.

$$\frac{15 \text{ [kg]}}{0,8 \text{ [m]} * 0,8 \text{ [m]}} = 23,4 \text{ [kg/m}^2\text{]} \qquad \frac{45 \text{ [kg]}}{0,8 \text{ [m]} * 0,8 \text{ [m]}} = 70,3 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

Für das Tafelformat 2A welches zwei Quadratmeter LED-Fläche hat, liegt das Gewicht somit im Bereich von **46,8** und **140,6** kg.

**Tabelle 16: spezifisches Gewicht von LED-Tafeln unterschiedlicher Hersteller (Stand: August 2012)**

Firma / Hersteller	Maße in [mm]	Gewicht in [kg]	1 m <sup>2</sup> in [kg/m <sup>2</sup> ]
<b>Verkehrs-Sicherungs-Service GmbH</b>	1250 x 1600	340	170,00
<b>Adolf Nissen Elektrobau GmbH + Co KG</b>	1800 x 1500	750	277,78
<b>Thomas Verkehrstechnik GmbH</b>	3950 x 1650	600	92,01
<b>Colour Mobile VMS</b>	2730 x 1850	840	166,32
<b>Horizont Group GmbH</b>	1800 x 1500	450	166,67
<b>SignSeen</b>	2337 x 1905	707	158,81
	2616 x 2337	1361	222,62
<b>Wanco</b>	2630 x 1470	743	192,18
	1930 x 1450	120	42,88

Für größere Tafeln wurden verschiedene größere Formate miteinander verglichen, da hier die LED-Setzung sowie die Kantenausarbeitung etc. anders verarbeitet werden. Es konnte festgestellt werden, dass auch bei großen Tafeln je nach Hersteller bzw. Einsatzbereich große Unterschiede vorherrschen. Für die LED-Tafel des Formats B muss somit von zirka 50 bis 280 kg/m<sup>2</sup> ausgegangen werden. Bei einer Schildergröße von zwei mal drei Metern, also sechs Quadratmeter Schild, beträgt das Gewicht nun **300** bis **1680** kg.

Die verschiedenen Befestigungsmöglichkeiten werden in zwei Gruppen gegliedert. Generell ist es möglich, die Anzeigetafel entweder frei stehend anzubringen oder an vorhandener Verkehrsinfrastruktur zu befestigen. Bei beiden Arten von Befestigungen ist es wichtig, dass das untere Ende der Tafel mindestens 1,5 Meter über der Fahrbahnoberkante liegt. Sollte ein mdWiSta nicht auf der Autobahn oder Schnellstraße eingesetzt werden, kann der Abstand zur Fahrbahnoberkante auf einen Meter herabgesetzt werden.

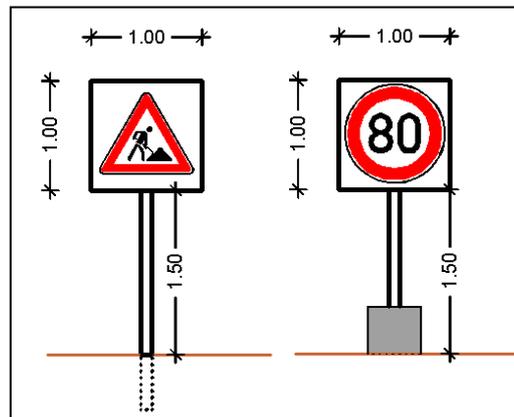


Abbildung 28: 1,5m Abstand von Schildunterkante zur Fahrbahnoberkante

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.) sicher abtragen zu können. Es müssen dafür sowohl statische als auch dynamische Lasten miteinbezogen werden. Für die Berechnung sind das Eigengewicht infolge der Schwerkraft sowie die Windlast zu beachten. Da es sich hier um ein mobiles System handelt, muss die Windzone mit der höchsten Windgeschwindigkeit [m/s] bzw. dem höchsten Winddruck [kN/m<sup>2</sup>] für die Bemessung herangezogen werden. Schnee oder Eis an der Tafeloberfläche kann vernachlässigt werden.

Standrohre müssen wegen ihrer Druckbeanspruchung auf Knicken untersucht werden. Das Schriftfeld, also die Anzeigetafel, kann als starr angesehen werden. Die größte Beanspruchung tritt meist am Übergang vom Standbein zum Boden (Punkt der Lastübertragung) auf. Je nach Beschaffenheit der Lastabtragung erzielen gleiche Grundstrukturen andere Werte. Folgende Bedingungen müssen immer eingehalten werden.

$$\sigma_{zul} \geq \sigma \quad (\text{Normalspannung})$$

$$T_{zul} \geq T \quad (\text{Torsionsspannung})$$

Nach DIN 4113 Teil 1 müssen für Aluminiumkonstruktionen mit ruhender Belastung beispielsweise folgende Werte eingehalten werden:

$$\sigma_{zul} = 160 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{zul} = 95 \text{ N/mm}^2$$

Berechnungen können durch den Einsatz der finiten Elemente- Methode vereinfacht werden. Auf die exakte Berechnung der vorgestellten Befestigungsoptionen wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen. [Wehner, 2002]

Folgende Optionen sind nachfolgend abgebildet und werden erläutert:

- Frei stehende Aufstellvorrichtungen
  - Fundamente (Format A, 2A)
  - Erdschrauben + Abspannung (Format A, 2A)
  - Anhänger (Format B)
  - Gestell (Format A, 2A)
  - Nivellier (Format A, 2A)
- Montage an vorhandener Verkehrsinfrastruktur
  - Leitschienen bzw. Schutzplanken (Format A, 2A)
  - Betonleitwände (Format A, 2A)

## Frei stehende Aufstellung

### Fundamente

Es ist möglich, die Tafel mit einem Betonfundament aufzustellen. Wichtig ist, dass die Einzelteile des Betonfundaments nicht zu schwer werden, um kein externes Hebegerät für den Aufstellvorgang zu benötigen. Ein externes Hebegerät würde erstens die Kosten rapide erhöhen und zweitens zu einer erhöhten Aufstellzeit führen. Dennoch muss das Fundament ausreichend schwer sein, damit die Anzeigetafel auch bei jeder Wettersituation stabil steht. Eine Umsetzungsmöglichkeit sind mehrere kleinere Einzelfundamente, welche 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 Fundament muss nur einmal gehoben werden, da das Wasser bei Ereignisende vor Ort ausgelassen werden kann.

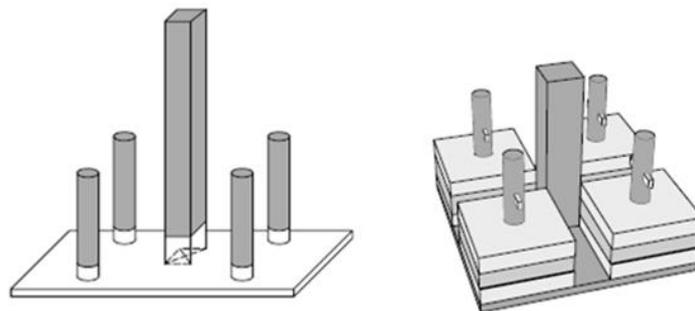
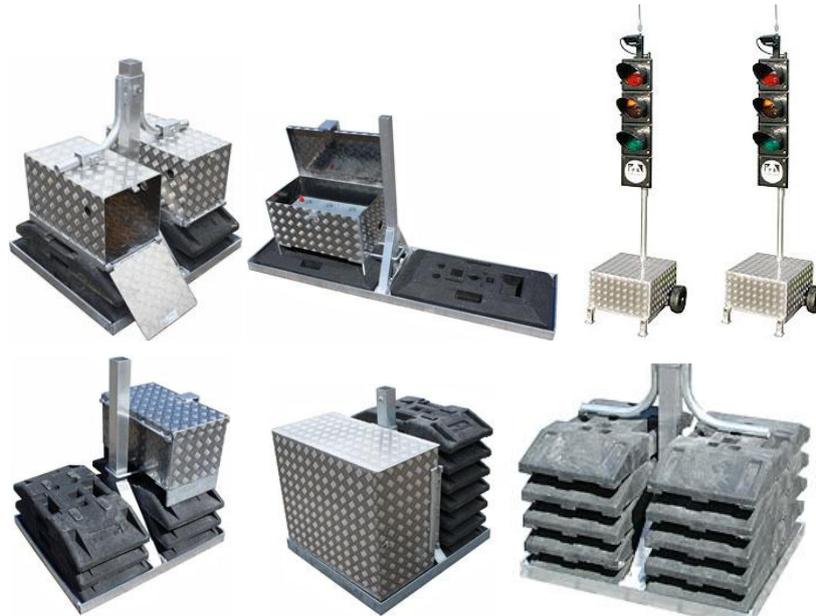


Abbildung 29: Mögliche Aufstellung mittels Betonsockel

Am Markt gibt es viele verschiedene Varianten von Aufstellvorrichtungen. Sie werden aus Aluminium, Kunststoff oder Beton hergestellt. Kranbare Aufstellvorrichtungen für LED-Wechselverkehrszeichen existieren bereits. Einige dieser Fundamente sind mit Sicherheit so adaptierbar, dass sie den Anforderungen eines mdWiSta entsprechen. Peter Berghaus Systemtechnik hat ähnliche Fundamente im Sortiment, die auch einen Batterieschutzkasten inkludieren.



**Abbildung 30: Peter Berghaus Verkehrstechnik – Aluminium Ausstellvorrichtungen**

[Peter Berghaus GmbH, Verkehrstechnik]

### **Schraubenbefestigung**

Auch Systeme wie Erdschraub-Vorrichtungen können als sinnvoll angesehen werden, wenn der Einsatzort weder für den Einsatz von Fundamenten (schräges Gelände) noch für den Einsatz der Befestigung auf Leitplanken/Schutzplanken geeignet ist. Die Verschraubung in der Erde ist für einen schnellen Einsatz und somit für mobile Aufstellung von Verkehrszeichen geeignet. Die hier abgebildeten Erdschraub-Befestigungen wurden bisher nur für statische Verkehrszeichen bzw. Windkraftanlagen verwendet. Es wäre möglich, diese zu adaptieren, um LED-Anzeigetafeln damit schnell fixieren zu können. Die Aufstellung sollte in Randstreifen und Banketten möglich sein.



**Abbildung 31: Befestigung mittels Erdschraube und Abspannung am Mast**

[holz und raum GmbH Co KG, 2012; Hallenga, 2008; QSL]

Für Windanlagen werden Erdschrauben ausschließlich für die Abspannung verwendet. Es wäre sinnvoll, auch die Anzeigetafel selbst mittels Erdschrauben zu fixieren und sie durch weitere Erdschrauben gegen Windangriff etc. zu sichern. Zum Aufstellen wird etwas mehr Platz als bei Fundamenten benötigt, um einen größeren Hebel zu erzielen. Diese Aufstellart ist somit nicht für beengte Platzverhältnisse geeignet. Generell sollte es möglich sein, mit vier Erdschrauben auszukommen. Wenn die Platzverhältnisse gut sind, können die Abspannungen wie ein Dreibein gestellt werden. Das Wanken im Wind muss durch eine ausreichend feste Abspannung vermieden werden.

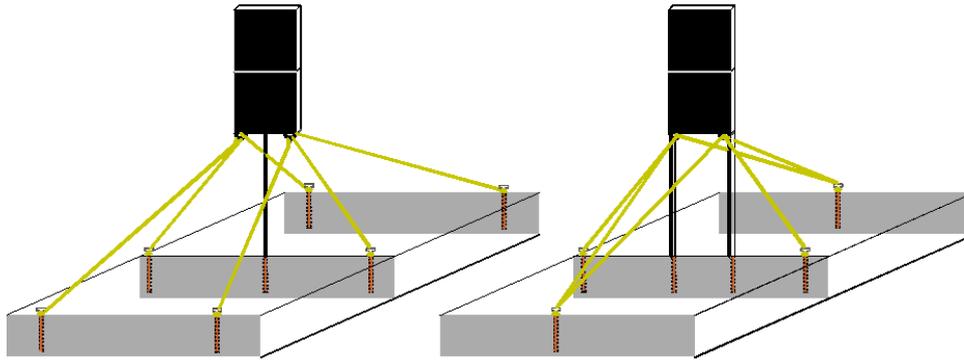


Abbildung 32: Aufstellvorschlag: Erdschrauben und Abspannung

### Anhänger

Da die Schildertypen B und B+ eine sehr große Anzeigetafel beinhalten (6 m<sup>2</sup>), ist es hier nicht möglich, diese mittels Fundament oder Abspannung zu platzieren. Schon aufgrund des schweren Gewichts der Tafel (>150 kg) ist eine Aufstellung ohne Hebegerät nur dann möglich, wenn sie schon auf einem Anhänger vormontiert ist. Deshalb wird das große Tafelformat mit einem Anhänger aufgestellt. Sind die Platzverhältnisse vor Ort gut, so kann der Anhänger neben der Fahrbahn und auch neben dem Standstreifen ins Bankett, die grüne Wiese... gestellt werden.



Abbildung 33: Verkehrszeichenanhänger mit Platz für Zusatzausrüstung

[Hebenstreit, 2012]

Ähnlich dem von der ASFiNAG bereits genutzten Verkehrsschilderwagen soll auch der Anhänger für den mdWiSta mit zusätzlich benötigten Sicherheitseinrichtungen ausgerüstet werden. Außerdem braucht der Anhänger mehr Platz für zwei mobile Anzeigetafeln (Typ A) und für die Aufstellvorrichtung. Im Anhang werden diesbezüglich weitere Modelle von Verkehrszeichenanhängern nach verschiedenen Herstellern aufgelistet.

### Leitergestell oder Nivelliergestell

Es ist vorstellbar, eine Konstruktion, die einem Leitergestell oder einem Nivelliergestell ähnelt, für die mdWiSta -Aufstellung zu adaptieren. Das Gestell selbst ist nicht ausreichend stabil und muss entweder durch Abspannung, durch zusätzliche Gewichte (z.B.: Sandsäcke) oder durch die Befestigung an der Verkehrsinfrastruktur erweitert werden. Erst dann kann eine solche Befestigung ausreichend Stabilität gegen Wind und Eigenlasten haben. Es ist möglich, ein System zu entwickeln, bei dem das kleine Anzeigeformat (A, 2A) auf die verschiedenen Befestigungsmöglichkeiten montiert werden kann. Dafür kann ein Zwischenstück eingesetzt werden, das für alle Varianten gleich ist. Die zwei nachfolgenden Abbildungen stellen nur eine Überlegung dar und wurden nicht entsprechend der Windkräfte sowie Leitplankenvarianten berechnet. Für Berechnungen und die Machbarkeit einer solchen Option sollten Metallbaufirmen zu Rate gezogen werden.

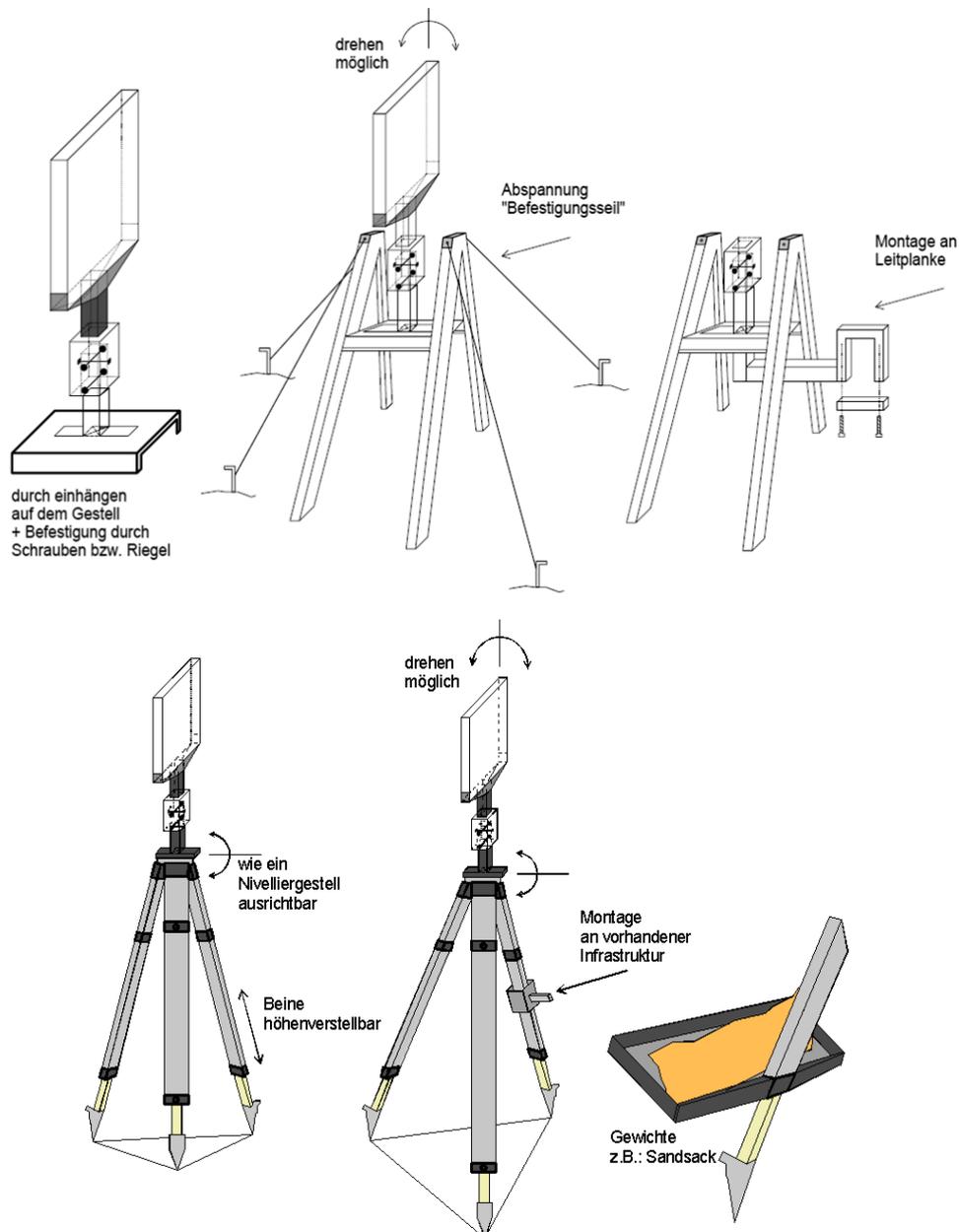


Abbildung 34: Aufstellidee – Leitergestell und Nivellier

## Montage an vorhandener Verkehrsinfrastruktur

Eine Befestigung des mdWista an Fahrzeugrückhaltesystemen ist vorstellbar. Fahrzeugrückhaltesysteme müssen verschiedene Stufen der Durchbruchsisicherheit bestehen. Auch die Insassensicherheit ist zu überprüfen. Dementsprechend sollte die Durchbruchsisicherheit als auch die Insassensicherheit bei mdWiSta der Montage beachtet werden. Je nach bestandenen Prüfungen und Versuchsanordnungen werden die Rückhaltesysteme in verschiedene Aufhalteklassen eingeteilt. Es wird zwischen Aufhaltestufe (zehn Stufen), Wirkungsbereich (acht Stufen) und Anprallheftigkeit (zwei Stufen) unterschieden. Die Aufhaltestufen sind sehr verschieden, je nach Einsatzgebiet. Im Baustellenbereich können Trenn- oder Schutzsysteme zum Einsatz kommen, die eine geringe Aufhaltestufe haben. Starke Systeme können sogar einen 38-Tonner-Zug aufhalten. [ÖN, 2010]

Tabelle 17: verschiedene Prüfkriterien für Fahrzeugrückhaltesysteme

Anprallkriterien				
Tabelle 1: Anprallkriterien				
Test	Geschwindigkeit (km/h)	Anprallwinkel (Grad)	Gewicht des Fahrzeuges (kg)	Fahrzeugtype
TB 11	100	20	900	PKW
TB 31	80	20	1.500	PKW
TB 32	110	20	1.500	PKW
TB 42	70	15	10.000	LKW
TB 51	70	20	13.000	Bus
TB 61	80	20	16.000	LKW
TB 71	65	20	30.000	LKW
TB 81	65	20	38.000	LKW
Aufhaltestufe				
		Aufhaltestufe	Anfahrprüfung	
Normale Aufhaltestufe		N1	TB 31	
		N2	TB 32 und TB 11	
Höhere Aufhaltestufe		H1	TB 42 und TB 11	
		H2	TB 51 und TB 11	
		H3	TB 61 und TB 11	
Sehr hohe Aufhaltestufe		H4a	TB 71 und TB 11	
		H4b	TB 81 und TB 11	
Wirkungsbereich				
		Klassen	Stufen	
		W1	W = 0,6	
		W2	W = 0,8	
		W3	W = 1,0	
		W4	W = 1,3	
		W5	W = 1,7	
		W6	W = 2,1	
		W7	W = 2,5	
		W8	W = 3,5	

[Verkehrssicherheit, 2012]

Mit der Anprallheftigkeit wird überprüft, inwiefern das System Energie durch Flexibilität oder Materialverformung aufnimmt. Je massiver und unnachgiebiger eine Schutzeinrichtung ist, desto größer ist die Verzögerung. Diese wirkt auf die Fahrzeuginsassen ein. Der Wirkungsbereich gibt die Verformung des Systems beim Anprall an. Die Systembreite und dessen dynamische Deformation ergeben den Wirkungsbereich. [Verkehrssicherheit, 2012]

Für die Befestigung des mdWiSta muss beachtet werden, dass diese Lasten nicht vertikal, sondern eher horizontal aufgebracht werden. Trotzdem ist eine Befestigung an Rückhaltesystemen mit hoher Wahrscheinlichkeit bezüglich der Last des Wegweisers möglich. Je nach Stufe sind einige Rückhaltesysteme weniger oder besser geeignet.

### **Leitschienen bzw. Schutzplankenbefestigung**

Generell kommen im ASFiNAG-Netz (insbesondere regional) sehr unterschiedliche Leitschienenprofile zum Einsatz. Die Leitschienen werden von unterschiedlichen Herstellern gefertigt und haben des Weiteren verschiedene Rückhalteklassen. Je nach Verkehrsstärken, Lkw-Anteil etc. werden verschiedene Profile als Rückhaltesystem installiert. Auf dem ASFiNAG-Netz werden grundsätzlich nur zwei- beziehungsweise drei-„wellige“ Leitschienenprofile verwendet. Die Distanz ist aber wiederum nach Hersteller, Rückhalteklasse und Wirkungsbereich unterschiedlich. Für die Randabsicherung werden ausschließlich einseitige Leitschienenprofile verwendet. 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 keine gesetzlichen Vorschriften bekannt. [Strasser, 2012]

Unter [bmvit.gv.at](http://bmvit.gv.at) ist eine Herstellerliste von Fahrzeug-Rückhaltesystemen zu finden. Es ist möglich, eine Installation auf der Schutz- bzw. Leitplanke (Leitschiene) umzusetzen. Da es jedoch viele unterschiedliche Leitschienen gibt, ist noch nicht sicher, ob die Umsetzung durch ein einziges System möglich wird. Diesbezüglich gibt es schon einige Systeme, welche jedoch noch nicht auf das Gewicht bzw. den Einsatz von LED-Anzeigetafeln ausgelegt sind. Nachfolgend sind einige, unterschiedliche Systeme abgebildet.

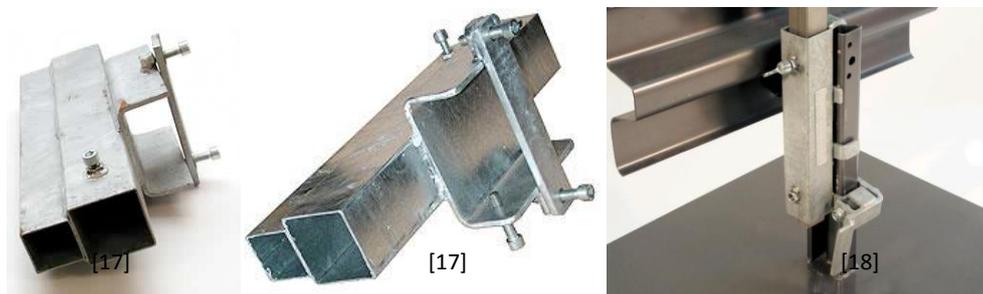


**Abbildung 35: Leitplankenbefestigungsklemmen**  
[Safeline OHG]



**Abbildung 36: Leitplankenbefestigung mit Stoßabsorber**

[Beilharz GmbH & Co. KG]



**Abbildung 37: Schutzplankenbefestigung**

[Peter Berghaus GmbH, Verkehrstechnik; Bätz]

Metalleitschienen: Grundsätzlich gibt es Regelungen bei Metalleitschienen, die bei der Installation beachtet werden müssen. Metallträger müssen mindestens 50 cm aus dem Erdreich herausragen und mindestens 80 cm tief verankert sein (bei geramnten Leitschienen). Für gedübelte Systeme gilt dies nicht, diese werden direkt im Boden verschraubt. Der Überstand des Trägers über die Leitschiene selbst, darf maximal 5 cm betragen. Der vertikale Träger ist leicht (maximal 3%) in Fahrbahnrichtung geneigt. [SIEMENS, 2012]

Für die Montage an einer Leitschiene reichen diese Informationen nicht aus, da verschiedene Leitschienen-Konstruktionen vorherrschen und diese große Unterschiede mit sich bringen. Die Konstruktion sollte somit flexibel einsetzbar sein, damit nicht viele verschiedene Systeme notwendig werden. Alleine die Firma voestalpine stellt schon eine Vielzahl verschiedener Leitplanken her, somit ist der Unterschied nicht nur Herstellerabhängig, sondern auch vom Einsatzbereich.

Es wurde ein Vorschlag einer Umsetzungsvariante erarbeitet. Dieser wurde nicht entsprechend der Richtlinien, Verordnungen und Normen berechnet, und auch nicht genau für die Leitschienen bemessen. Der Vorschlag soll nur als Adaption der vorher dargestellten existierenden Varianten bildhaft veranschaulicht werden.

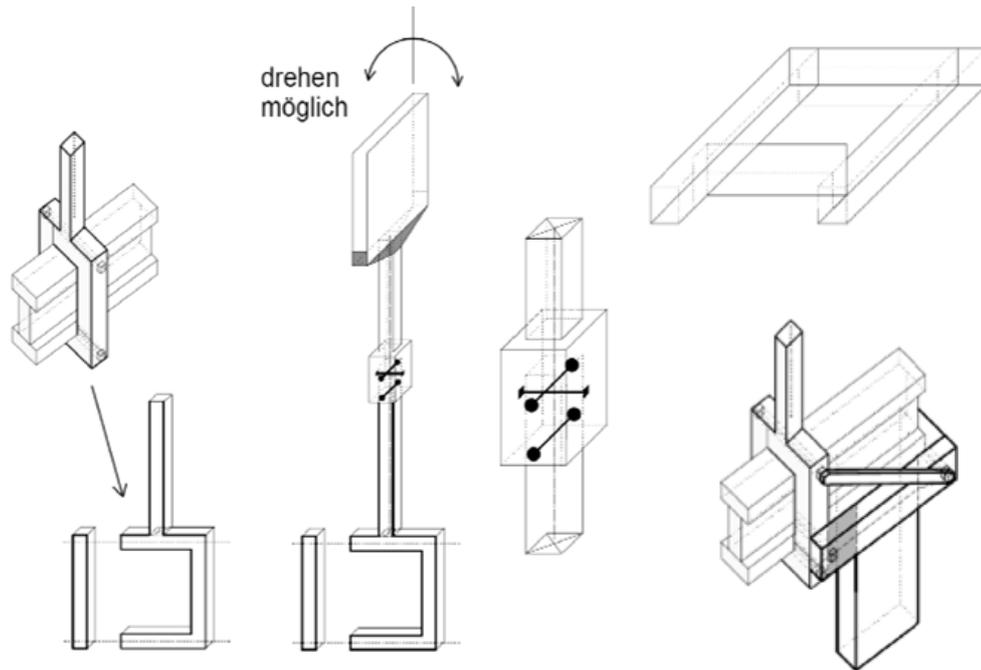


Abbildung 38: Leitplankenbefestigung - Überlegung einer Umsetzungsvariante

### Montage auf Betonleitwänden

Auch die Montage eines LED-Verkehrszeichens auf einer Betonleitwand ist möglich. Es befinden sich unterschiedliche Varianten im übergeordneten Straßennetz. In Österreich sind ca. 80% der Betonleitwände Deltabloc 80, 100 und 120. Es sollte bei Betonleitwänden dadurch leichter möglich sein, ein System zu entwickeln, das auf den verschiedenen Betonleitwänden einsetzbar ist.



Abbildung 39: Momentan eingesetzte Befestigung für feste VZ auf Betonleitwand

[Reiter, 2012]

Delta Bloc kann sowohl temporär für Arbeitsstellen als auch permanent als Fahrzeugrückhaltesystem an Straßen, insbesondere als Mitteltrennung bei Autobahnen eingesetzt werden. Auch Brückenbereiche werden mit diesem System ausgerüstet. [Betonwerk Rieder GmbH]

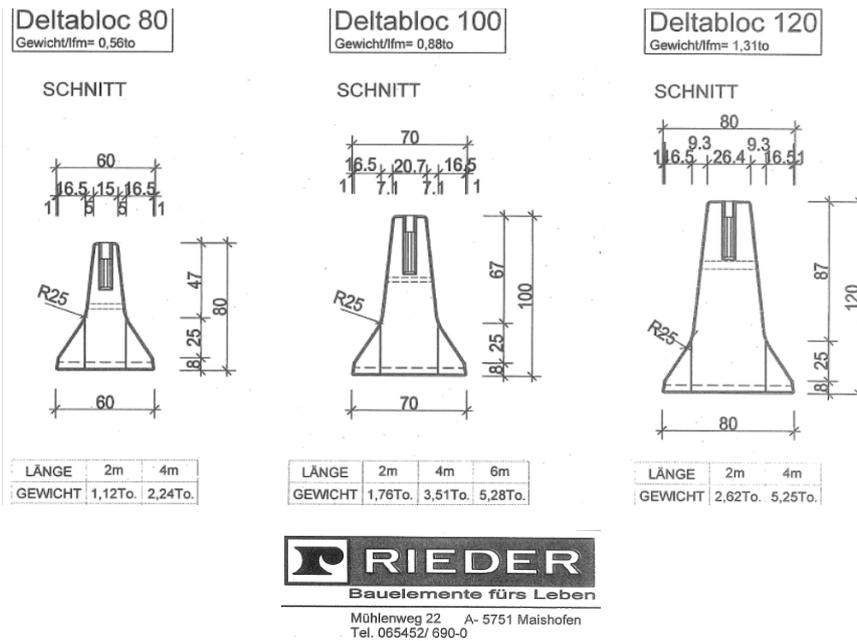


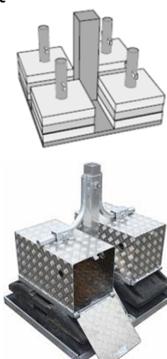
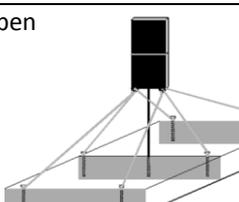
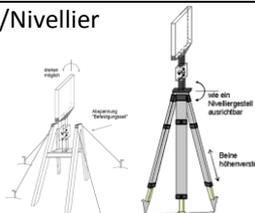
Abbildung 40: Betonleitwände auf österr. Autobahnen

Schlussfolgerung:

Die Montage an Metallleitschienen und Betonleitwänden ist prinzipiell möglich, es muss jedoch geklärt werden, welcher Belastung die Metallleitschienen und die Betonleitwände im Detail standhalten (Metallleitschiene der geringsten Rückhalteklasse) und ob es schlussendlich möglich ist, mit einer Konstruktion für die verschiedensten Metallträger das Auslangen zu finden.

Des Weiteren muss für den Einsatz von der Montage auf Schutz- und Leitplanken das Netz dementsprechend analysiert werden. Es ist wichtig zu wissen, welche Leitplankenart und welche Aufhalteklasse etc. sich an welcher Stelle im Netz befinden. Da selbst die ASFiNAG ihr Netz bezüglich Leitplanken nicht exakt kennt, konnten hier bisher nur Annahmen getroffen werden.

Tabelle 18: Überblick Befestigungssysteme

Art der Befestigung	Vorteile	Nachteile
Fundament 	erprobt viel Vorwissen verschiedene Ausführungen verschiedene Anbieter wenig Forschungsarbeit nicht im Straßenraum geringer Platzbedarf schnell Einsatzbereit verschiedene Materialien verwendbar	nur für ebene Flächen schwere Teile adaptieren für LED-VZ
Schrauben 	erprobt viel Vorwissen wenig schwere Teile Ebenheit nicht ausschlaggebend nicht im Straßenraum	großer Platzbedarf Bodenverhältnisse adaptieren für LED VZ
Anhänger 	erprobt einsatzbereit verschiedene Anbieter verschiedene Ausführungen keine neue Forschung nötig sofort einsatzbereit, keine Montage	im Straßenraum großer Platzbedarf Zugfahrzeug notwendig
Leiter/Nivellier 	geringer Platzbedarf Ebenheit nicht ausschlaggebend	keine Erfahrung kaum Vorwissen Zusatzbefestigung notwendig Schwere Teile Forschungsarbeit notwendig
Leitschiene/Planke 	Produkte für feste VZ vorhanden wenig schwere Teile schnell einsatzfähig geringer Platzbedarf Ebenheit nicht ausschlaggebend	Forschung notwendig nur wenn Leitschiene vorhanden verschiedene Leitplankentypen
Betonleitwand 	Produkte für feste VZ vorhanden wenig schwere Teile schnell einsatzfähig geringer Platzbedarf Ebenheit nicht ausschlaggebend wenig verschiedene Betonleitwände am Netz vorhanden wenig schere Teile	Forschung notwendig nur wenn Leitwand vorhanden

### 3.3 Bisherige Ereignisabwicklung und –auswertung

Die Schaltstrategie des mobilen dynamischen Wegweisers soll auf die zurzeit verwendeten Systeme der ASFiNAG angepasst werden. Dafür wurde das bisherige Ereignismanagement analysiert. Es ist nicht das Ziel, dass das neue System alte Systeme ersetzt, es soll auch nicht direkt in Zusammenhang stehen, sondern unabhängig von anderen Systemen funktionieren. Ziel ist es, erprobte, funktionierende und bekannte Komponenten und Arbeitsschritte zu übernehmen, um den Arbeitsablauf einfach zu halten sowie die vorherrschenden Kenntnisse von Mitarbeitern einzubeziehen. Somit sollen durch die Strategie des mdWiSta nur wenige neue Anforderungen an die Operatoren, die Überwachungszentralen (ÜZ) und Autobahnmeistereien (ABM) gestellt werden. Um eine klar strukturierte und einfach erweiterbare Lösung anbieten zu können, wird von 3 Systemarchitektur-Ebenen ausgegangen:

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

Jede der 3 Ebenen soll voneinander unabhängig sein und abgeändert bzw. erweitert werden können, ohne dass die restlichen Ebenen davon betroffen sind.

#### 3.3.1 Ereignismanagement – Auswertungen des Jahres 2012

Um Ablauf und Kommunikation zwischen der ASFiNAG-Zentrale, Überwachungszentrale (ÜZ), Autobahnmeistereien (ABM) und Ö3 miteinbeziehen zu können, wurden die Ergebnisse des Ereignismanagements, welches die ASFiNAG tätigt (seit Februar 2012 monatlich), analysiert und nach verschiedenen Rahmenbedingungen geclustert. Als Datenbasis wurde das Ereignismanagement der ASFiNAG herangezogen, es wurden nur solche Fälle ausgewählt, bei denen die Dauer  $\geq 1,5$  h betrug. Somit konnten nur Ereignisse, welche für einen mdWiSta-Einsatz in Frage kommen, berücksichtigt werden. Als Datengrundlage wurden sämtliche bisher ermittelten Monate, also Februar 2012 bis August 2012, von der ASFiNAG Zentrale zur Verfügung gestellt.

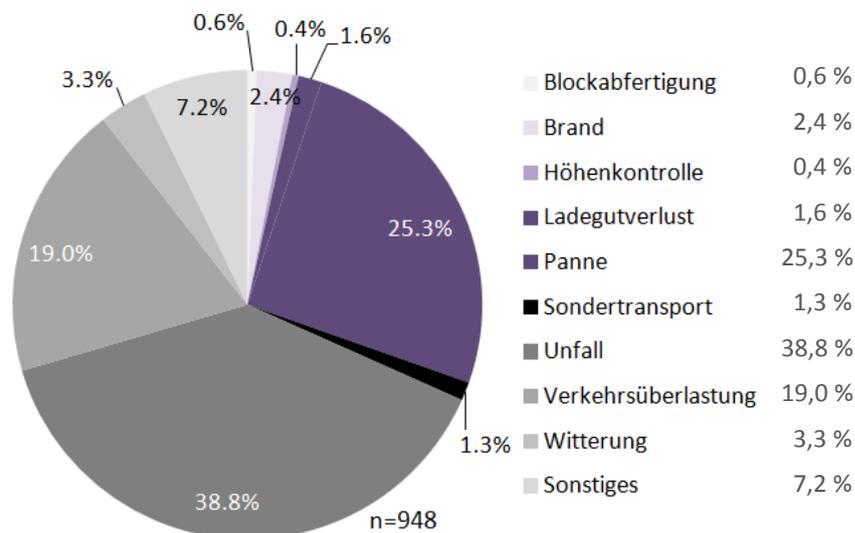


Abbildung 41: Gliederung der Ereignisfälle Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

Für diesen Zeitraum konnten 948 Ereignisse, welche dem Auswahlkriterium der 1,5h entsprachen, ermittelt werden. Diese Ereignisse wurden nachfolgend nach Ereignisgruppen gegliedert. Jede Ereignisgruppe wurde analysiert. Schlussendlich wurden auch die Ereignishäufungspunkte herausgefiltert. Die Ereignisse gliedern sich in verschiedene Ereignisfälle.

Mehr als 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- und 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 schon vorab überlegt werden.

Werden alle Ereignisse gemeinsam betrachtet und die Sperren der verschiedenen Fahrstreifen ausgewertet, so kann gezeigt werden, dass bei 30% der Ereignisfällen (275 von 948 Ereignissen) der erste Fahrstreifen gesperrt wurde. Bei ca. 20 % (172 Sperrungen) wurde nur der Pannenstreifen gesperrt. Es muss somit nicht nur die Ereignisursache bzw. die Ereignisdauer, sondern auch die Auswirkung betrachtet werden, um einen sinnvollen mdWiSta Einsatz gewährleisten zu können.

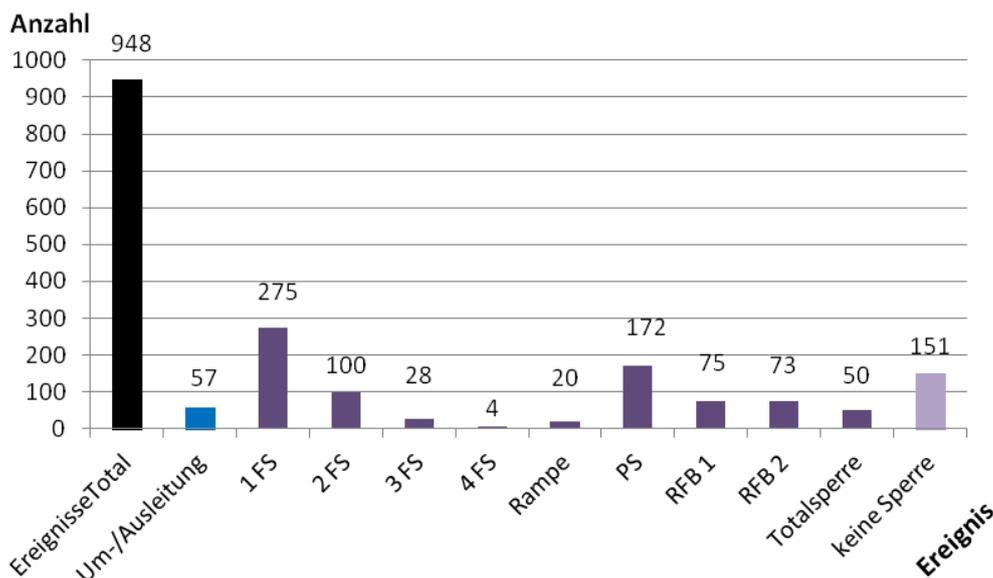


Abbildung 42: Sperrungen bei Ereignissen, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

Bei immerhin 151 Ereignissen (16 %) war keine Sperrung notwendig. Hier kann es sich z.B. um Witterungsereignisse, Polizeikontrollen oder Verkehrsüberlastungen handeln. Betrachtet man alle 948 Ereignisse, so wurden insgesamt nur 57 Um- bzw. Ausleitungsschaltungen gesetzt. Das sind gerade einmal 6% aller Ereignisfälle, die mit Alternativen versehen wurden. Möglicherweise können mit dem Einsatz eines mdWiSta mehr solche Schaltungen umgesetzt werden, da dieser Wegweiser überall aufgestellt werden kann. Bei den hier analysierten Ereignissen muss auf die fix installierten VBA zurückgegriffen werden, die sich nur an bestimmten Stellen im Netz befinden.

Werden die Verkehrsüberlastungen betrachtet, die immerhin über ein Drittel der hier ausgewerteten Ereignisse ausmachen, so kann festgestellt werden, dass Urlauber-, Berufs- und Wochenendverkehr mit 122 von 174 Ereignissen den Großteil ausmachen. Diese Ereignisse sind auch aus der Auswertung historischer Daten bekannt. Im Regelfall kennt man hier auch den Ereignisort. Verkehrsüberlastungen können somit teilweise als vorhersagbar angesehen werden. Zum Beispiel beim Wochenend- und Urlauberverkehr könnte der mdWiSta schon im Voraus an die als Problemstellen bekannten Punkte im Straßennetz verwendet werden.

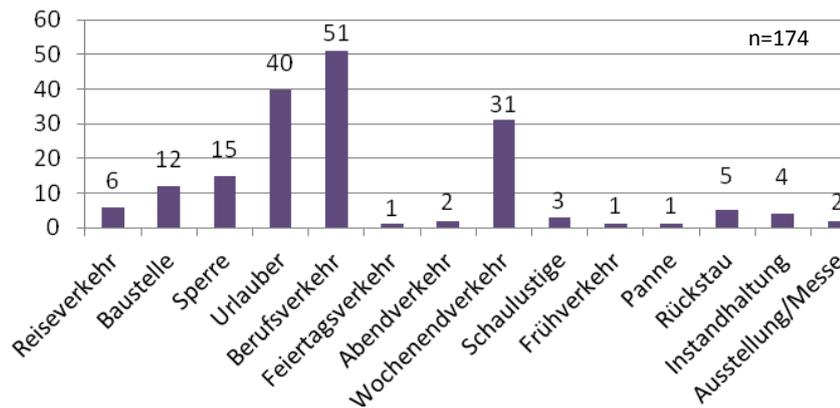


Abbildung 43: Gründe von Verkehrsüberlastungen, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

Wird der Ereignisfall Witterung betrachtet, so 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 bei der hier vorgestellten Auswertung nur einen geringen Anteil haben, da das Ereignismanagement der ASFiNAG erst mit Februar gestartet wurde. Somit konnten kaum Ereignisse bezüglich Schnee und Eis detektiert werden. Es ist zu erwarten, dass in den Wintermonaten vermehrt Witterungsereignisse eintreten.

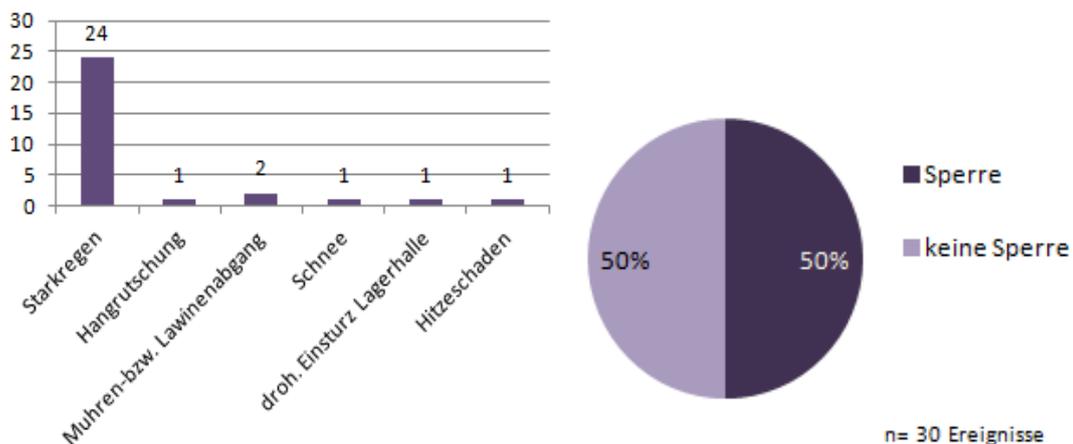


Abbildung 44: Ereignisfall Witterung, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

Von den 30 hier 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, die über 1,5 h dauern miteinbezogen. Bei Unfällen ist die Quote der Sperrungen am höchsten. Insgesamt wird bei 91 % aller Unfälle eine Sperrung notwendig. Circa 13 % der Sperrungen betreffen nur den Pannestreifen, somit bleiben 78 % Sperrungen über, welche 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 konzipierten System ist es einfacher möglich, bei mehr als den hier analysierten 15% eine Umleitung anzugeben. Falls in dem betroffenen Bereich kein TMP vorliegt, in dem Umleitungsszenarien inkludiert sind, kennt die Autobahnmeisterei sowie die Überwachungszentrale das Netz vor Ort und kann somit dem Operator die benötigten Informationen für die neue Route angeben. Je nach Auswirkung kann ein Unfall durch Einsatz eines mobilen Wegweisers großräumig oder kleinräumig umfahren werden.

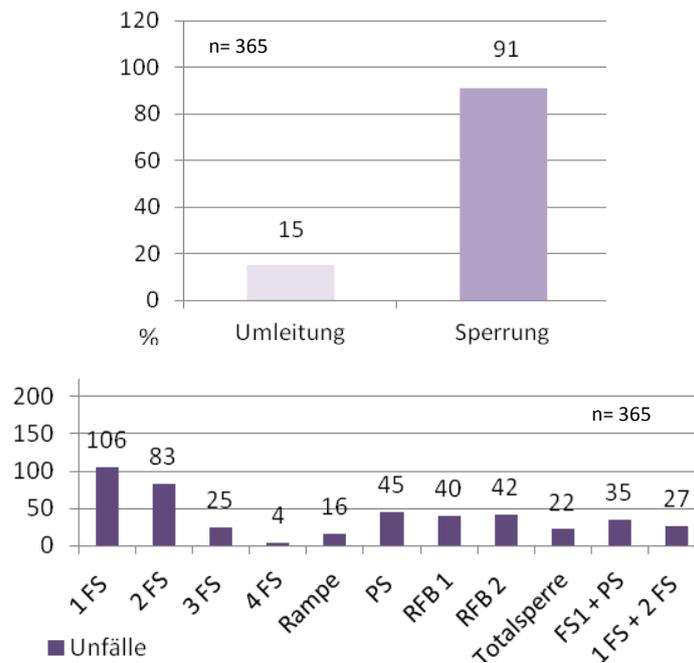


Abbildung 45: Ereignisfall: Unfall, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

Ein weiterer wichtiger Ereignisfall, der zusammen mit den Unfällen und den Verkehrsüberlastungen zirka drei Viertel der Problemstellen ausmacht, die länger als 1,5 h dauern, ist der Ereignisfall Panne.

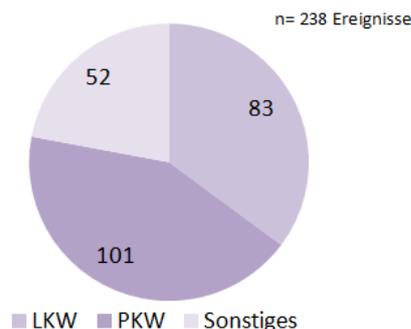


Abbildung 46: Ereignisfall Panne - nach Fahrzeugart, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

Anders als bei Unfällen ist bei Pannen hauptsächlich der Pannestreifen (Standstreifen) beziehungsweise der erste Fahrstreifen oder die Randfahrbahn von Sperrungen betroffen, somit sind meist keine Umleitungsschaltungen notwendig. Am häufigsten haben Pkw (43 %) eine Panne, trotzdem sind diese weniger wichtig als Lkw-Pannen, da diese meist größere Beeinträchtigungen und Behinderungen mit sich bringen. Immerhin halten Lkw 35% des Anteils an der Panne. In der Gruppe Sonstiges (22 %) sind Busse, Ölschleppwagen, welche nicht näher definiert werden, Pkw mit Anhänger, Wohnwagen, Motorräder... inkludiert.

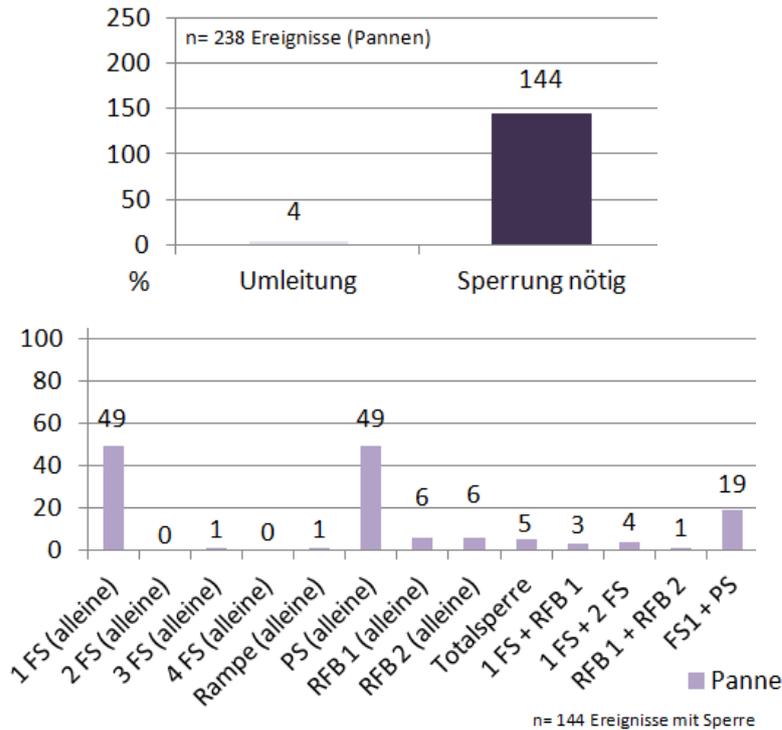


Abbildung 47: Ereignisfall Panne, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

Für das Ereignismanagement spielt auch der Brandfall eine Rolle, obwohl er prozentuell gesehen nur einen sehr kleinen Anteil an den Gesamtereignissen trägt. Im Regelfall bringt ein Brand eine Sperrung mit sich. Wird einer detektiert, dessen Abwicklung voraussichtlich länger als 1,5 h dauern wird, kann der mdWiSta-Einsatz diskutiert werden, denn eine Sperrung wird notwendig werden/sein.

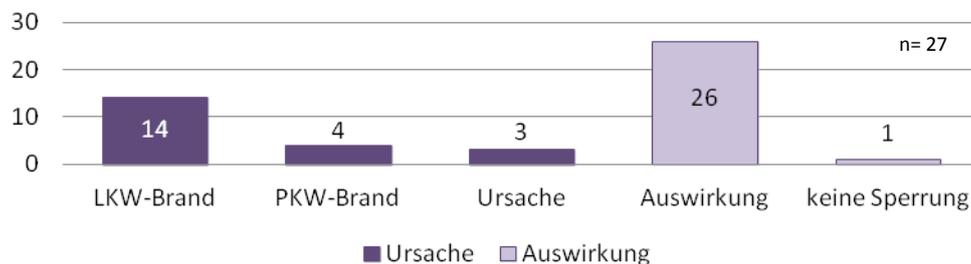


Abbildung 48: Ereignisfall: Brand, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

Alle 948 Ereignisse wurden auch auf ihre Standorte analysiert. Es wurden Ereignisfallhäufungspunkte bzw. Strecken mit hoher Ereignisanzahl gesucht und gefunden. Werden alle Vorfälle betrachtet, so können anhand aller über 1,5h dauernden Ereignisse, die Autobahn A1 und die Autobahn A8 (Niederösterreich, Oberösterreich) deutlich erkannt werden. Auch die Autobahn A9 (Steiermark) hebt sich deutlich ab, auch hier ergab die Analyse viele Ereignisse.

In Vorarlberg und Tirol gibt es keine Strecken, welche stark herausstechen. Werden die Top 57 Ereignishäufungsstellen betrachtet, so ergibt sich folgendes Bild.

- Im Norden Vorarlbergs (Bereich Bregenz/Bodensee, A14) wurden stark vermehrte Ereignisse festgestellt.
- Ein weiterer Ereignishäufungspunkt konnte an 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 Mürztal und Gloggnitz befindet.

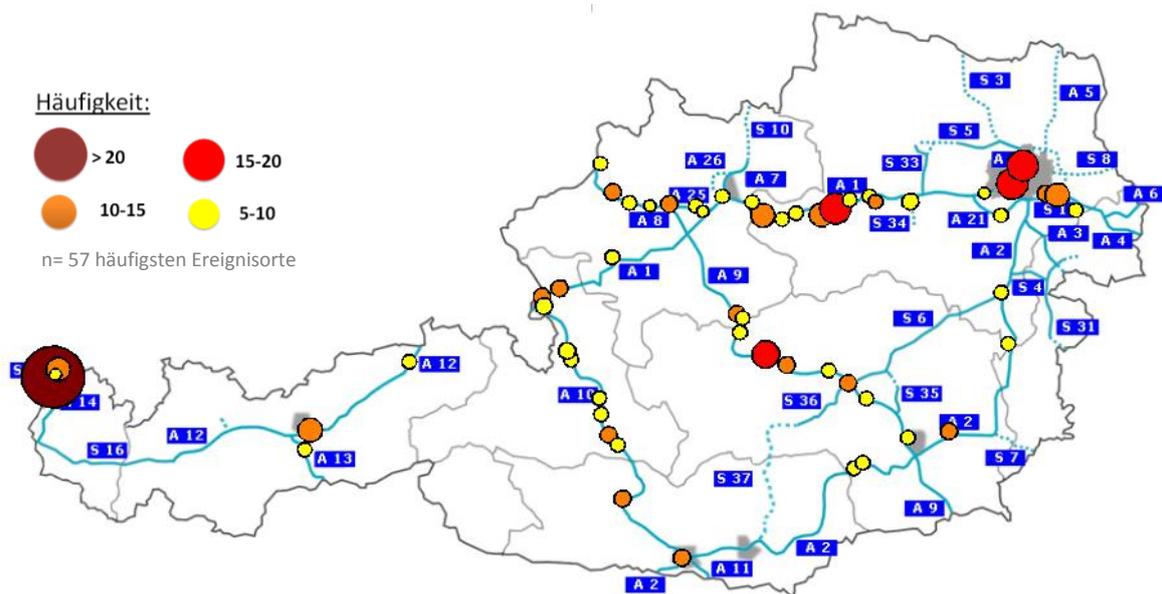


Abbildung 49: Ereignishäufungsstellen, Dauer > 1,5h, von Februar bis August 2012

In der in Abbildung 49 dargestellten Karte befinden sich nicht alle 948 Ereignisse, sondern nur die 57 Top Ereignishäufungsstellen, da das Selektieren der wichtigen Punkte sonst nicht mehr möglich wäre.

Die Größe der Punkte gibt Aufschluss über die Ereignishäufigkeit. Gelbe Punkte stellen Bereiche dar, wo zwischen fünf und zehn Ereignisfälle, zwischen Februar und August 2012 festgestellt wurden. In orange werden Stellen mit 10-15, in rot 15-20 und in dunkelrot über 20 Ereignisfälle dargestellt.

### 3.3.2 Überblick vorhandener Systeme

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die bei der ASFINAG vorhandenen und eingesetzten Systeme. Durch die Möglichkeit, einen Tag bei der ASFINAG-Zentrale beim Chef des Dienstes zu verbringen, konnten die hier vorgestellten Hintergrundinformationen gewonnen werden. Dieser Überblick bildet wichtige Informationstools, die in der ASFINAG-Zentrale in Wien-Inzersdorf zum Einsatz kommen. [Chef des Dienstes, 2012]

**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 zum Ereignisfall beginnt. Der Chef des Dienstes weiß nun, dass im ASFINAG Netz ein Problem vorherrscht. In diesem Dokument müssen alle Daten spezifisch zum Ereignis exakt angegeben werden. Dieses Eingabefile muss die ÜZ bei jedem Ereignis (Unfall, Panne, Stau etc.) ausfüllen. Sobald das Ereignis abgewickelt wurde und die ursprüngliche Situation wiederhergestellt ist, wird das File „geschlossen“. Nun ist es nicht mehr als „offen“ im Manager aufgelistet, sondern als „in Bearbeitung“ da die ÜZ noch sämtliche fehlende Informationen hinzufügen muss.

**Traffic Information Collector (TIC):** Durch Ö3 werden die Informationen schriftlich per Nachricht bzw. TIC-Editor (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 eine Benachrichtigung durch den Ö3 vor der Bekanntgabe durch die ÜZ bzw. ABM eintrifft.

**Verkehrsinformationssystem (VIS):** Das VIS ist die Verkehrsinformation der Polizei. Auch diese Anwendung arbeitet mit schriftlich übermittelten Nachrichten an den Chef des Dienstes. Passiert ein Unfall, wird dieser bei der Polizei gemeldet, die durch VIS eine Nachricht an die ASFINAG Zentrale weitergibt.

**Go Smart:** Es wird dort angewendet, wo Mautstrecken vorhanden sind, indem die Durchfahrtszeiten der Lkw gemessen werden und damit ein Vergleich zur Soll-Zeit stattfinden kann. Go Smart arbeitet mit 4 Stufen: Frei (grün) – Dicht(gelb) – Stockend(orange) – Stau (rot).

**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. Wäre die ASFINAG-Zentrale anders gelegen, wäre das nicht möglich. BLIDS ist ein noch nicht endgültig ausgereiftes Programm.

**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 verschiedene Szenarien auf Autobahnen 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 beispielsweise 10 km Rückstau geschehen. Das internationale TMP betrifft die Tauernautobahn und die Karawanken. Die Umleitungsschaltung hat mit Alternativrouten die auch das Ausland betreffen zu tun, eine mögliche Schaltung einer Alternative muss auch von den betroffenen Ländern freigegeben werden.

### 3.3.3 Bisheriger Prozessablauf

Tritt ein Ereignis ein, gibt es (ohne mdWiSta-Einsatz) mehrere Möglichkeiten, wie die Information in die ASFINAG Zentrale gelangt:

- Die Überwachungszentrale oder Autobahnmeisterei (ÜZ bzw. ABM) melden das Ereignis per Anruf oder Ereignisfile. In diesem Fall passiert der Informationseingang ASFINAG-intern.
- Ö3 bzw. LIVE-Radio bekommen durch Anrufer Informationen über Ereignisse und geben sie, sobald sie überprüft und als richtig empfunden wurden, an die ASFINAG-Zentrale sowie den Verkehrsfunk weiter.
- Die Information wird durch die Polizei über Verkehrsinformationssystem VIS weitergegeben.
- Das Ereignis wird zufällig in der ASFINAG-Zentrale durch ein aufgeschaltetes Kamerabild gesehen.

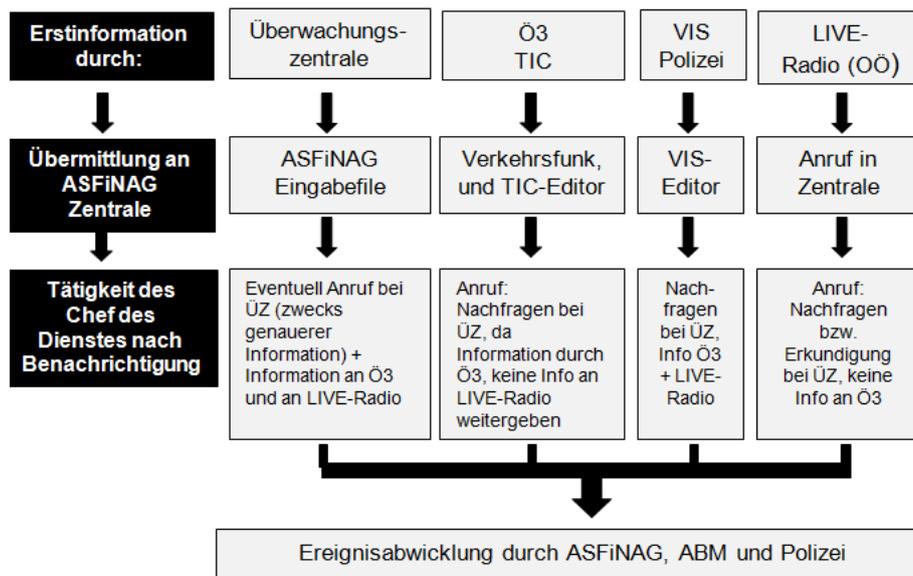


Abbildung 50: Bisheriger Informationseingang von Ereignissen im ASFINAG-Netz

Wurde das Ereignis gemeldet und mit der Abwicklung begonnen, so müssen die Kenntnisnahme (durch wen und wann), das Eintreffen der Rettung, der Feuerwehr, von Spezialgeräten (wie Kranwagen, Abschleppwagen) und sonstige Unfalldetails vom Chef des Dienstes so genau wie möglich dokumentiert werden. Ist eine Kamera vorhanden, so erfolgt diese Dokumentation optisch. Ist keine Kamera vorhanden, muss sich der Chef des Dienstes auf die Informationen von Autobahnmeisterei (ABM) bzw. Überwachungszentrale verlassen und kann diese selbst nicht kontrollieren. [Chef des Dienstes, 2012]

### 3.4 Neuartige Ereignisabwicklung und Schaltstrategie

Durch den Einsatz eines mdWiSta, der über eine Kamera verfügt, ist die Zentrale in Wien somit nicht mehr in dieser Art und Weise auf Telefon bzw. SMS-Informationen der ABM und der Polizei angewiesen. Obwohl sich die Kamera im Regelfall nicht direkt an der Ereignisstelle befindet, ist es dennoch möglich, daran vorbeifahrende Fahrzeuge zu erkennen. Informationen können optisch überprüft werden.

#### 3.4.1 Prozess vom Ereigniseintritt zur Meldung

In Abbildung 51 werden die verschiedenen ermittelnden und überprüfenden Dateneingänge für das Gesamtkonzept des mdWiSta dargestellt. Die ermittelnden Organe sind wie beim momentanen Ablauf der Ereignisabwicklung Autobahnmeisterei, Überwachungszentrale und Ö3 Verkehrszentrale. Der Ö3 erhält durch die Ö3-ver (Anrufer beim Sender) sehr schnell Informationen über den Verkehrszustand. Auch das VIS der Polizei gibt Informationen an die ASFINAG Zentrale weiter. Zusätzlich zu diesen Informationsquellen muss eine Verkehrslage ermittelnde Quelle zur Verfügung stehen. Mobilfunkdaten sind für Zustandsüberprüfungen geeignet. Der größte Vorteil von Mobilfunkdaten ist, dass keinerlei Installationen und Infrastruktur vor Ort notwendig sind.

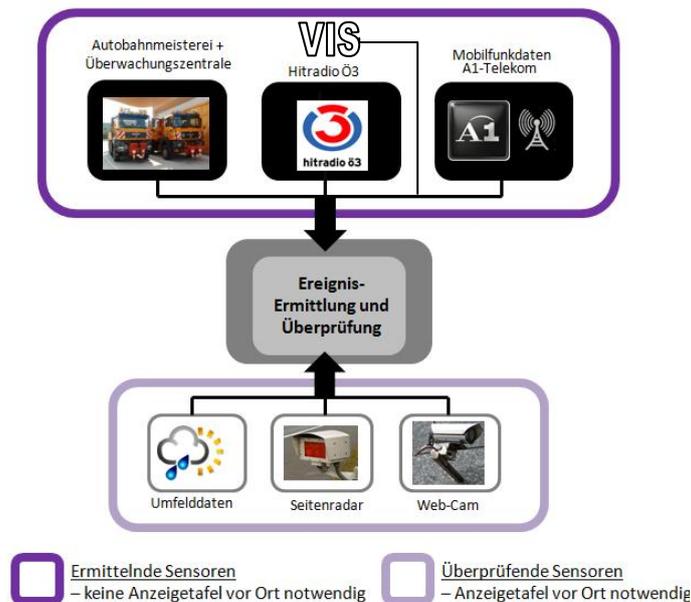


Abbildung 51: Verschiedene Dateneingänge für die Ereignisabwicklung mittels mdWiSta

Sobald die Anzeigetafel nahe des Ereignisorts aufgestellt wurde, werden vom mdWiSta zusätzlich Umfelddaten, Geschwindigkeiten und Fahrzeugklasse (durch den Seitenradar), sowie Webcam-Bilder an die Zentrale übermittelt, um Informationen über die Situation vor Ort zu erhalten. Die Informationen werden als Überprüfung und für offline Analysen verwendet. Die Sensoren müssen am Wegweiser montiert sein. Es ist möglich, Wegweiser ohne zusätzliche Sensoren auszustatten. Ohne Sensoren können keine überprüfenden Daten ermittelt werden. Abbildung 43 fasst die Schritte des Ereigniseinganges und der Ereignisabwicklung der verschiedenen Einsatzfälle zusammen.

Die linke, helle Spalte zeigt den bisherigen Ablauf, der sowohl den Ablauf des Ereigniseinganges für ungeplante Ereignisse darstellt. Wird von der ABM, dem Operator... entschieden, keinen mobilen Wegweiser einzusetzen, so wird das Ereignis wie bisher abgewickelt.

Die ABM und die Polizei arbeiten zusammen und wickeln das Geschehen vor Ort mit dem Einsatz von einfachen LED-Verkehrszeichen ohne Umleitungsschaltung und zusätzliche Verkehrsteilnehmerinformation ab. Dafür werden Fahrzeuge mit kleinen licht-emittierenden Schildern, die ausschließlich der Sicherheit dienen, eingesetzt. Der etwas dunkler gefärbte Teil stellt die Abwicklung bei Einsatz eines mobilen Wegweisers dar.

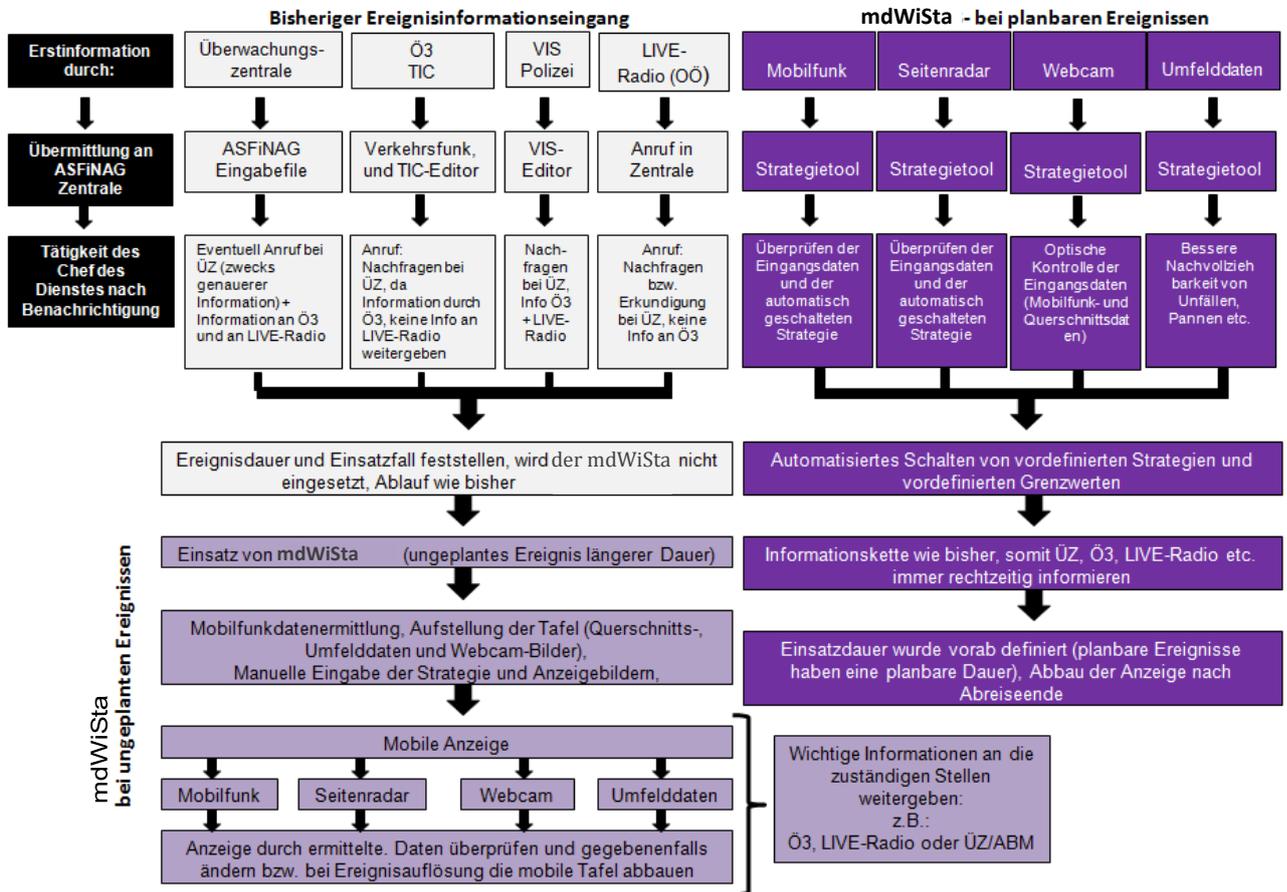


Abbildung 52: Prozess des Ereigniseinganges und der Ereignisabwicklung

Sollte das Ereignis vorab planbar sein, so verändert sich auch der Ereigniseingang. Der Prozess für planbare Ereignisse ist violett unterlegt. Es ändert sich die die Erstinformation. Für die Feststellung einer Verkehrsflussänderung werden zum Beispiel Mobilfunkdaten eingesetzt. Durch die vorab festgelegte Schaltstrategie werden die vorab definierten Schaltbilder durch das Strategietool ausgewählt und müssen durch den Operator/Nutzer nur auf Plausibilität überprüft werden. Dafür werden Seitenradar und Webcam verwendet. Durch die Umfeldaten können auch andere Warnungen wie Nässe-, Glättewarnungen ausgegeben werden.

**Prozessablauf bei mdWiSta-Einsatz:**

Handelt es sich um ein Ereignis, das den Verkehrsfluss beeinträchtigt, kann der Einsatz eines mdWiSta sinnvoll sein. Wird ein mdWiSta verwendet, so läuft der Informationseingang bei ungeplanten Ereignissen wie bisher ab. Die Mobilfunkdaten können als Analyse- und Auswertungstool auch ohne den mdWiSta verwendet werden. Wird ein planbares Ereignis abgewickelt, so soll der Informationseingang durch den mdWiSta an die Zentrale gemeldet werden, indem die ermittelten Daten (z.B. via Mobilfunk) einen Grenzwert erreichen und eine Meldung erzeugen.

Der Operator kann dann optisch anhand der Webcam-Bilder sowie mittels der Radarsensordaten überprüfen ob diese Meldung richtig ist, und somit weitere Schritte, wie das Zulassen der Anzeigetafeländerung sowie die Informationsweitergabe an Ö3 einleiten. Es ändert sich der bisherige Ablauf. Für die Ereignisdetektion stehen Mobilfunk, Seitenradar, Webcam sowie Umfelddaten zur Verfügung. Diese werden durch ein Strategietool geleitet. Verändert sich die Verkehrssituation und werden vorab definierte Grenzwerte überschritten, wird eine Meldung ausgegeben. Diese Meldung muss vom Chef des Dienstes oder der ÜZ überprüft werden. Wurde z.B. eine sehr niedrige Durchschnittsgeschwindigkeit durch die Mobilfunkdaten ermittelt, sollte auch das Seitenradar niedrigere Werte angeben. Die können trotzdem höher sein als die der Mobilfunkdaten, da sie einen größeren Bereich detektieren, der in Fahrtrichtung hinter dem mobilem Wegweiser liegt. Blickt der Chef des Dienstes nun auf die Webcam und kann auch hier eine Änderung der Verkehrssituation erkennen, wird das detektierte Ereignis als plausibel empfunden und die vorab definierte Schaltstrategie kann an der LED-Tafel angezeigt werden. Einer der wichtigsten Schritte ist die Abschätzung der Ereignisdauer.

Sie ist ein wichtiges Kriterium um einen mdWiSta-Einsatz als sinnvoll abzuschätzen. Sollte das Ereignis die 1,5h Grenze mit hoher Wahrscheinlichkeit erreichen, so kann der mobile Wegweiser zum Einsatzort gebracht werden, um die Verkehrsteilnehmer besser zu informieren und auch die Auflösung des Ereignisses zeitgerecht zu detektieren.

### **3.4.2 Auswahl der Strategie**

Die Hintergrundstrategie und somit das Strategiemangement sind für die Auswahl der anzuzeigenden Schilderinhalt ausschlaggebend. Als vorgeschaltete Systemkomponente reagiert die Strategie auf vorab eingegebene Situationen, indem sie auf einen Aktionskatalog zugreift. In die Strategie ist eine Situationserkennung integriert, welche durch die Eingangsdaten (Verkehrslageabschätzung, -information) identifiziert werden. Die Situationserkennung erfolgt visuell oder semi-automatisch. Auf Basis von ausreichend genauen verfügbaren Verkehrslagedaten kann in späterer Folge die Situationserkennung auch automatisiert ablaufen. Zusätzlich zur Situationserkennung sind Informationen über ein Ereignis nötig, beispielsweise die Art und Auswirkungen eines Unfalls oder einer Baustelle sowie deren Örtlichkeit sind wichtig, um die richtigen Aktionen auswählen zu können. Auf Basis solcher Dateneingänge ist es machbar, durch vorab programmierte Strategien, Schildertexte auszuwählen und an die Anzeige zu übertragen.

Generell gibt es drei Phasen, die Phase der Planung, des Betriebs und der Überprüfung. In der ersten Phase wird der Handlungsbedarf ermittelt. Die Situation wird nach Verkehr, örtlicher Situation und nach möglichen, machbaren Maßnahmen analysiert. Eine Maßnahme wird ausgewählt und die dafür notwendigen Schritte eingeleitet. In der zweiten Phase muss die ausgewählte Maßnahme umgesetzt werden. Das Strategiemodul wird auf die Verkehrssituation angepasst und regelt diese durch Maßnahmen. Sensordaten überprüfen die Abwicklung. In der dritten Phase werden gesetzte Maßnahmen durch historische Daten, Erfahrung sowie Analysen und Dokumentationen bewertet. Werden Änderungsmaßnahmen notwendig, sollten diese so rasch wie möglich für nachfolgende Abwicklungen übernommen werden.

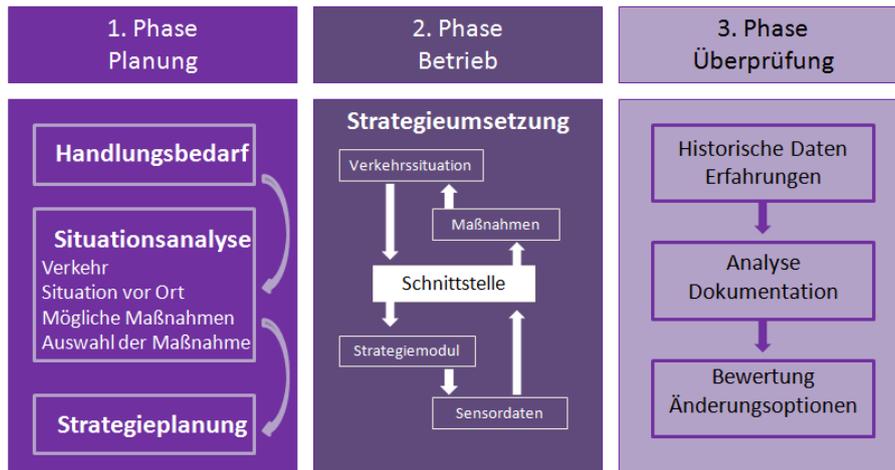


Abbildung 53: Vorgehensweise des Strategiemanagements

Es ist möglich weitere Aktionen in die Strategie einzubetten. Durch die Strategie könnten zum Beispiel Medien, Verkehrsredaktionen oder Behörden automatisiert informiert werden. Für das Strategiemanagement gibt es Editoren, die für die Erstellung der verkehrstechnischen Hintergrundlogiken zuständig sind. Es ist möglich, diese Logik offline oder online zu erstellen. Als Ausgangsparameter werden Situationen verstanden, welche durch diese Logik mit den Eingangsparametern in Verbindung gebracht werden. Durch den Abgleich mit dem Strategiemodul können die aus der Situationserkennung notwendig gewordenen Aktionen abgebildet werden. Das Strategiemodul basiert auf Entscheidungstabellen und ist ein Regler. Dieser durchläuft die vordefinierten Logiken und leitet daraus entsprechende Aktionen ab. Eine Entscheidungstabelle wird durch eine Abfrage aufgerufen. Wird die Abfrage mit ja beantwortet, so wird dafür eine Maßnahme ausgegeben. Entscheidungstabellen arbeiten mittels „Wenn-Dann-Abfragen“ und können durch Java-Skripte in das System eingebunden werden. Durch das Strategiemodul wird ein Code generiert, für mehrfach benötigte verkehrstechnische Abfragen wird dieser Java-Code automatisch generiert. Es ist bei diesem System auch im Nachhinein möglich, Java-Codes für bestimmte Szenarien hinzuzufügen und somit das System zu ergänzen oder anzupassen. Strategien werden durch einen Eingabedialog bearbeitet, adaptiert oder gelöscht. Es werden dafür alle vom System ausgegebenen Messwerte sowie betriebliche Meldungen verwendet. [Siemens, 2012]

Für die Datenabfrage gibt es eine Fülle von Verknüpfungen, die zur Auswahl stehen. Es gibt logische Operatoren (and, or, not), Zustandsabfragen von Systemvariablen, logische Ausdrücke mit Systemvariablen, zeitliche Auslöser (z.B. Startzeit), zeitliche Sonderparameter (z.B. Beobachtungszeit), Totzeit, min Duration und max Duration. Sollte ein Aktionsplan neu gestartet werden, so muss die Totzeit abgewartet werden, da vorher kein erneutes Starten eines Aktionsplans möglich ist. Wird ein Aktionsplan ausgeführt, so muss mindestens die „min Duration“ ablaufen, erst danach kann der Aktionsplan abgebrochen oder beendet werden. Läuft ein Aktionsplan, der die Dauer von „max Duration“ überschreitet, endet das Programm automatisch. [Siemens, 2012]

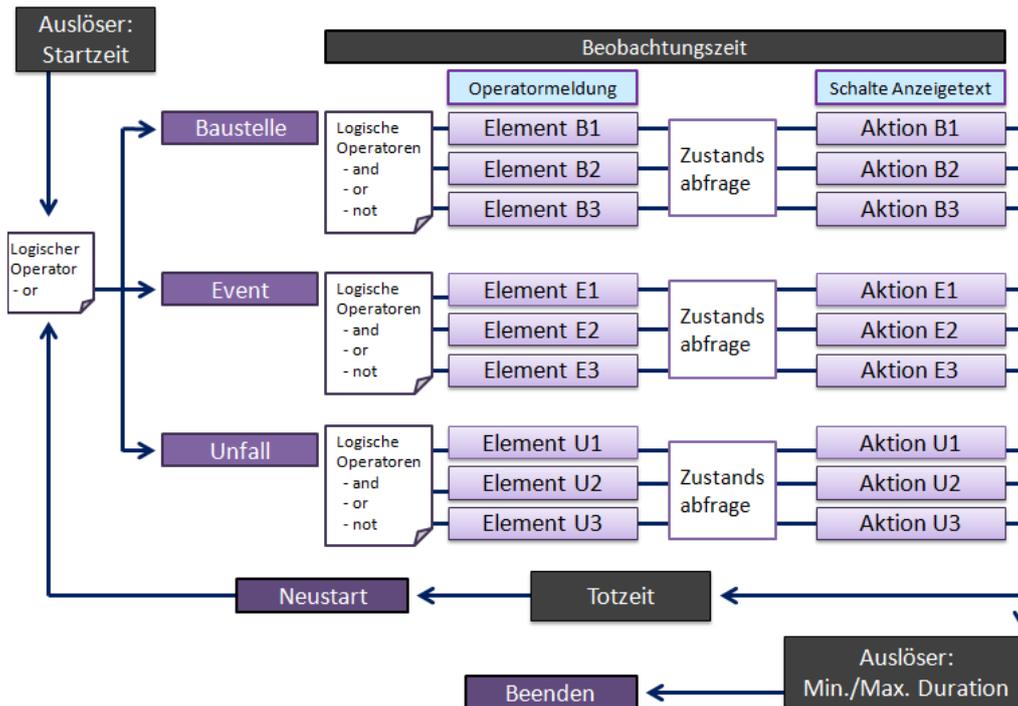


Abbildung 54: Vereinfachte Strategiedarstellung

Beim Strategiemanagement 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. 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 Sinn, 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.

## Schnittstelle

Für die Funktionstüchtigkeit des mdWiSta muss eine Verbindung zwischen dem Strategieteil und der Anzeige umgesetzt werden. Die Schildersteuerung soll unabhängig vom Strategieteil funktionieren, um Erweiterungen zu ermöglichen, aber nur von einer Stelle aus versorgt werden. Durch abgesicherte Datenübertragungswege können nur autorisierte User auf die Anlage zugreifen. Dafür muss ein Rechtekonzept erstellt werden. Hat der Nutzer seine Zugangsdaten richtig eingegeben, so erhält er die Zustandsdaten der genutzten Telematikelemente. Schaltungen können ereignisgesteuert (über die vordefinierte Strategie), aber auch manuell umgesetzt werden. Die Details zum mdWiSta werden in Kartenform optisch dargestellt, neben den aktuellen Schaltbildern muss der User auch Informationen über Ladezustand, Spannungsversorgung, Helligkeitsstufe der LED-Anzeige etc. erhalten.

Die auf GPRS gestützte Datenverbindung erfolgt chiffriert. Für die Überwachung, Schaltung sowie Koordination laufen alle mobil ermittelten Daten, wie Informationen zu Mess- und Schaltdaten sowie dem Betriebszustand in einer einzigen Zentrale zusammen. Die Bedienoberfläche muss für den Nutzer leicht verständlich sein. Der Schaltvorgang muss dauerhaft überprüft und lückenlos dokumentiert werden.

Sollten Anlagestörungen auftreten, werden diese in der Bedienoberfläche angezeigt. Störungsmeldungen können per SMS oder als E-Mail versandt werden, dadurch können Streckendienste benachrichtigt werden, die Störungen vor Ort beheben können. [Siemens, 2012]

### **3.4.3 Aktionspläne**

In den Aktionsplan werden Maßnahmen eingetragen, die beim Eintreten von Ereignissen, wie zum Beispiel einer Grenzwertüberschreitung, automatisch ausgeführt werden. Ein Aktionsplan benötigt einen Auslöser, der die Aktion startet und somit die eingetragene Maßnahme durchführt. Aktionspläne oder Responsepläne erlauben es, Strategien zu erstellen, anzupassen, zu adaptieren oder zu löschen. Auch die Ablaufsteuerung in Bezug auf die Laufzeit kann verändert werden. Für Aktionspläne müssen benutzerfreundliche Oberflächen eingesetzt werden, die leicht verständlich und nach kurzer Zeit schnell zu bedienen sind. Dafür müssen die komplexen Vorgänge abstrahiert und somit vereinfacht werden. Diese Aktionspläne sollen sowohl ereignisbezogen, zyklisch, manuell, semi-automatisch und vollautomatisch ausgeführt werden. Ein Archiv speichert die vom Aktionsplan ausgegebenen Ergebnisse.

Durch einen Aktionsplan können ausgeführte Aktionen besser gegliedert werden und mögliche Strategien schnell und einfach erstellt oder adaptiert werden. Es ist wichtig, die Reihenfolge der Handlungsabläufe in der Strategie klar zu definieren. Die Aktionspläne können auch mit einem Prioritätenkonzept erweitert werden. Damit wird der Rang einer Aktion genau definiert, somit werden Konflikte von z.B. anzuzeigenden Verkehrszeichen ausgeschlossen. Ohne Prioritätenkonzept müssen Konflikte automatisch an der Benutzeroberfläche erscheinen, die Prioritätenreihung wird dann durch den Operator oder den Verkehrstechniker übernommen.

## Eingeschränkte Auswahl von Anzeigemöglichkeiten

Nachdem Ereignisfallgegebenheiten bedarfsadaptiert eingegeben wurden, bleiben nur mehr solche Anzeigehalte über, die für die ausgewählte Baustelle relevant sind. Ist schon im Vorhinein klar, dass es für die gesamte Baustellendauer keine Überholverbote und keine Höhen-, Breiten- und Längenbeschränkungen gibt, dann werden diese Symbole schlussendlich auch nicht mehr in der Systemauswahl zur Verfügung stehen.

Dieses Prinzip, das auch im Kapitel „Strategie“ erwähnt wurde, vereinfacht die Auswahl des endgültigen Anzeigehalts bei freiem Verkehrsfluss und sorgt dafür, dass für diese Auswahl nicht zu viel Zeit in Anspruch genommen wird. Neben dem Symboleditor muss auch ein Texteditor verfügbar sein. Im Texteditor werden mögliche Textvarianten mit Zeichen- und Textspeicher bereitgestellt. Im Texteditor muss der Großteil der Eingaben manuell durchgeführt werden.

Wichtig ist, dass im Vorhinein, vor Auswahl der Technologie überprüft wird, ob der Einsatz eines mdWiSta notwendig ist oder ob eine herkömmliche statische Anzeige für die Baustelle oder das Event ausreicht. Ist weder mit langen Verzögerungen noch mit zähem Verkehrsfluss oder Stau zu rechnen, so ist ein mdWiSta eventuell nicht vonnöten.

Es wurde ein Flussdiagramm erstellt, das sowohl für geplante als auch ungeplante Ereignisse eine vereinfachte Verkehrszeichenauswahl ermöglicht. Mittels einfacher Schritte kann die Auswahl getroffen werden. Schlussendlich bleiben nur mehr wenige Verkehrszeichen über, aus welchen der Operator oder die Straßenmeisterei dann die gewünschten auswählen kann. Durch einige kleine Handgriffe muss somit nicht mehr die gesamte Verkehrszeichendatenbank durchsucht werden.

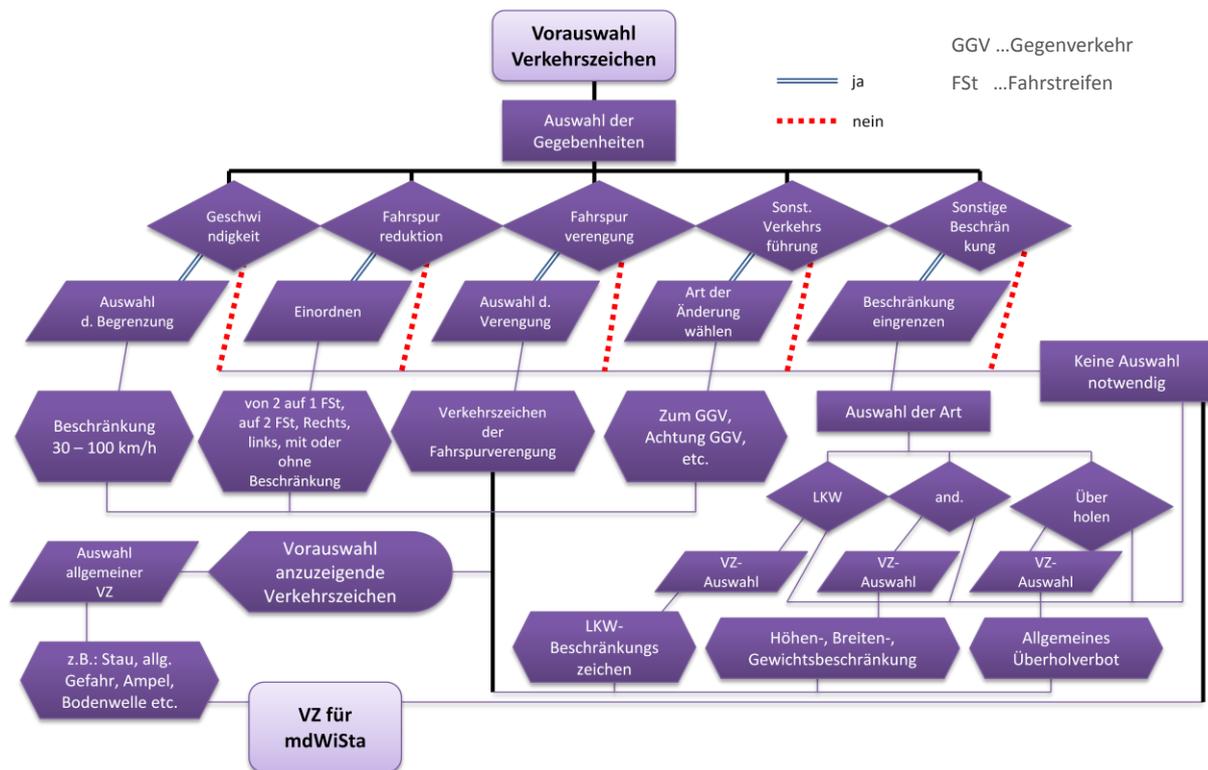


Abbildung 55: Vorauswahl der Verkehrszeichen für den Ereignisfall Baustelle

Für die Verkehrszeichenauswahl ist es wichtig, die Situation vor Ort ausreichend genau zu kennen. Bei Baustellen ist diese durch die Baustellenplanung bekannt, bei Unfällen erfolgt die Eingabe direkt vor Ort, die Auswirkungen des Ereignisses sind somit auch bekannt. Sind Geschwindigkeitsbeschränkung, Fahrspurreduktion, Fahrspurverengung etc. erwünscht, so werden diese ausgewählt. Durch vorprogrammierte Gruppierungen inklusive Unterkategorien kann die Auswahl der Verkehrszeichen enorm erleichtert werden. Alle nicht in speziellen Gruppen kategorisierten Verkehrszeichen können unter den allgemeinen Verkehrszeichen gefunden werden.

Diese Vorauswahl für die Ereignisfälle „Großveranstaltung“ und „Unfall“ sieht ähnlich aus. Für diese Events werden mehrere allgemeine Verkehrszeichen benötigt. Auch Parkplätze und Fahrverbot für Totalsperren können für eine schnellere Handhabung besser gruppiert werden.

Beim Ereignisfall „Baustelle“ ist es ausreichend, diese wie in Abbildung 54 unter „allgemeine Verkehrszeichen“ zu gruppieren. Es ist notwendig, dass die Anzeige alle Verkehrszeichen laut StVO darstellen kann.

### Planbare Aktionen

Planbare Verkehrsstörungen, wie längerfristige Baustellen oder Events, können über die gleiche Oberfläche bereits vorab definiert und detailliert 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 und auch Hintergrundstrategie auf kurzfristige und planbare Ereignisse gezielt zu reagieren. 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 Bilder, mit deren Hilfe 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. Bei planbaren Ereignissen sollte die Anzeigestrategie immer vorab definiert werden. Das Anzeigebild wird ähnlich wie bei einem ungeplanten Ereignis erstellt.

Dieses wird abgespeichert und durch das Strategiemanagement mit den Grenzwerten verknüpft. Wird ein Schaltvorgang durch Erreichen eines Grenzwertes (Über- bzw. Unterschreitung) ausgelöst, wird er manuell überprüft und das vorab für diesen Grenzwert abgespeicherte Schaltbild kann freigegeben werden. Für den Schaltvorgang werden die Verkehrslagedaten zum Beispiel aus Mobilfunkdaten verwendet. Diese Werte müssen nachfolgend mittels Radar und Webcam auf Plausibilität überprüft werden.

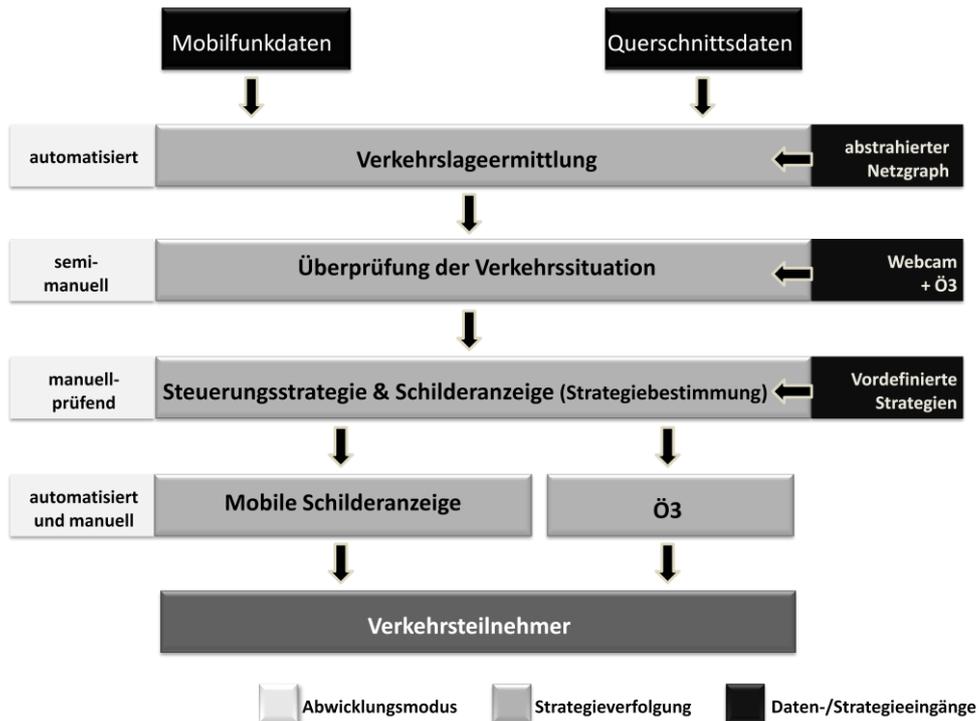


Abbildung 56: Ablauf, planbares Ereignis

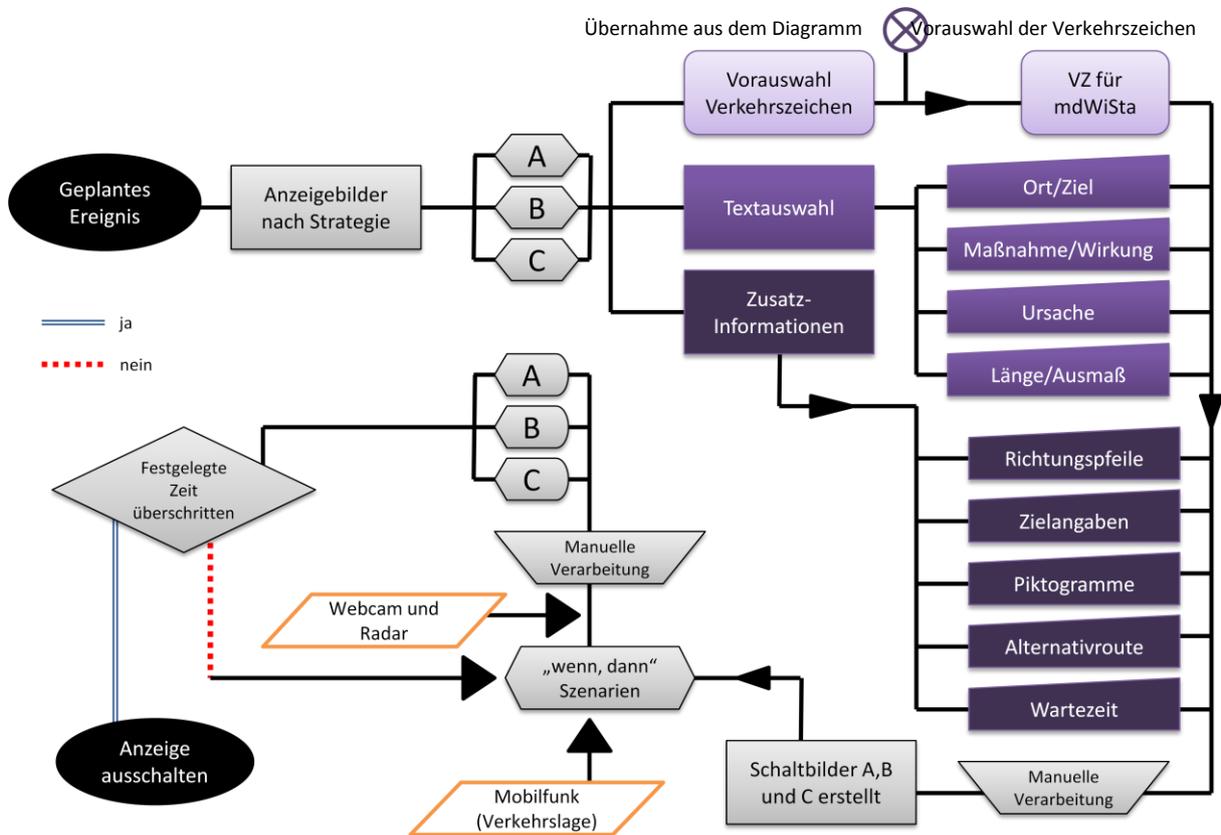


Abbildung 57: Flussdiagramm- Strategieablauf - geplantes Ereignis

## Kurzfristige Aktionen

Über die vorliegenden Informationen zur Verkehrssituation kann der Operator 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 durch den Operator definierten Aktionen durchgeführt. Es ist 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. Tritt ein ungeplanter Ereignisfall längerer Dauer auf, wird als erstes die Erstinformation durch z. B. Überwachungszentrale, Ö3, etc. übermittelt und als nächster Schritt die Verkehrslage vor Ort abgeschätzt.

Für den Einsatz eines mdWiSta ist, wie zuvor erwähnt, die voraussichtliche Ereignisdauer wichtig. Sollte diese ausreichend groß sein, 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 WTA. Wurde die Strategie ausgewählt, kann sie sofort angezeigt werden. Ab Bekanntgabe des Einsatzes eines mdWiSta können Mobilfunkdaten ermittelt werden, die in Koordination mit den Querschnittsdaten (Seitenradar an der Anzeigetafel) die Verkehrssituation überwachen und analysieren, um dann dem Sender Ö3, der ASFINAG selbst sowie dem Verkehrsteilnehmer die Änderungen bzw. Auflösung des Ereignisses zu übermitteln.

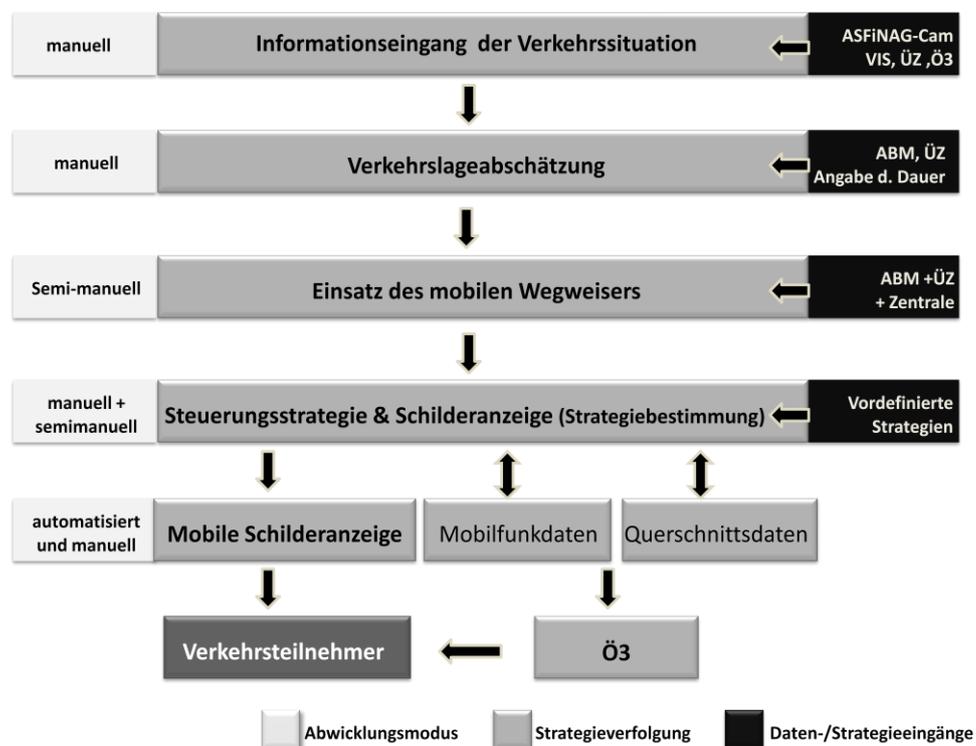


Abbildung 58: Ablauf, ungeplantes Ereignis

Wird ein ungeplantes Ereignis abgewickelt, findet die Auswahl für das Anzeigebild vor Ort statt. Es ist nicht möglich, die Anzeige längere Zeit zuvor zu programmieren. Das Anzeigebild wird durch manuelle Eingaben erstellt. Die Anzeige wird mittels Webcam, Seitenradar und Mobilfunk auf die Übereinstimmung mit der Verkehrssituation überprüft. Das Anzeigebild kann manuell verändert werden oder die Anzeige wird, falls der Normalzustand wieder hergestellt ist, abgeschaltet und danach abtransportiert.

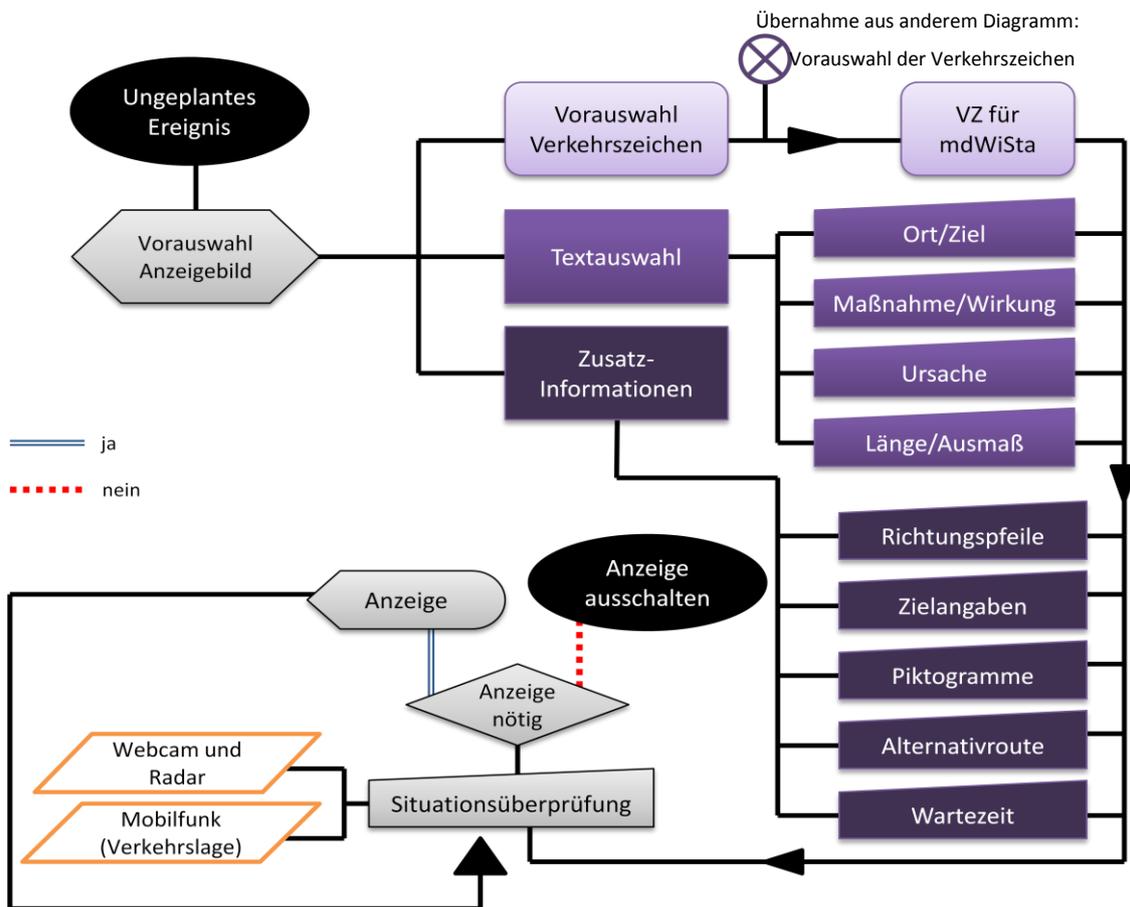


Abbildung 59: Flussdiagramm - Strategieablauf - ungeplantes Ereignis

Nachfolgend ist der Ablauf als Darstellung über die Zeit für die verschiedenen Teilbereiche abgebildet. Die Graphik bezieht sich auf ungeplante Ereignisse, bei einem geplanten Ereignis kann der mdWiSta schon vor dem Ereigniseingang aufgestellt werden. Somit ist es möglich, einem Ereignis vorzubeugen bzw. das Ereignis durch den mdWiSta zu detektieren. Eine automatisierte Schaltung kann bei geplanten Ereignissen in Zukunft mit großer Wahrscheinlichkeit umgesetzt werden.

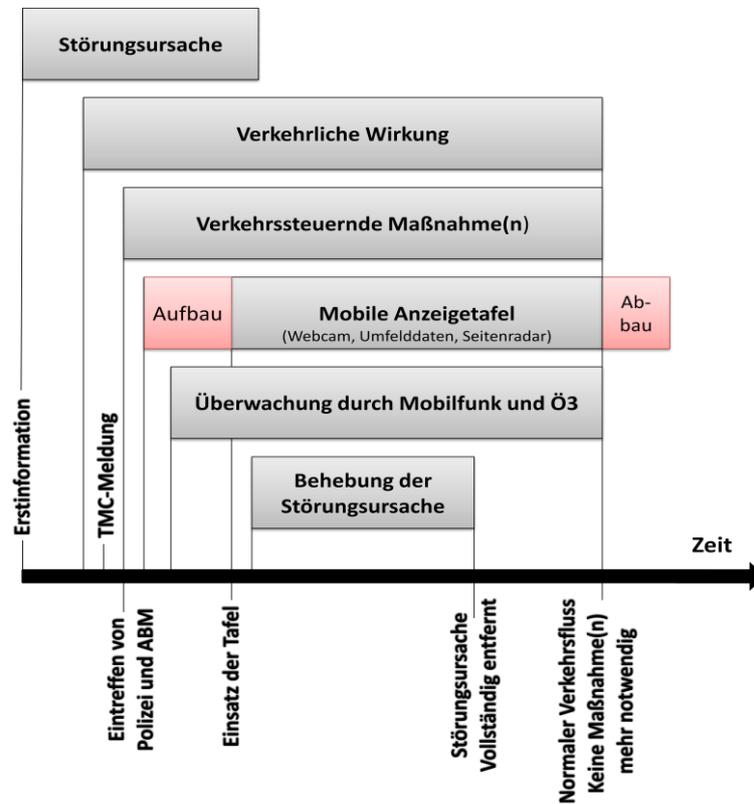


Abbildung 60: Ablaufreihenfolge -bei ungeplanten Ereignissen

## Parametrierung der Aktionen

Für die Informationsweitergabe über ein Strategiemodul sind verschiedene Daten relevant. Es ist wichtig, ausschließlich richtige Information weiterzugeben. Die Ursache der Verkehrsstörung (Unfall, Geisterfahrer, Baustelle, Veranstaltung, Verkehrsüberlastung, Stau etc) ist für das Ereignismanagement sehr wichtig. Zusätzlich können Subtypen vergeben werden. Beispiele dafür sind Vollsperrung, nur Fahrstreifen gesperrt, Ladegutverlust, Unfall mit Lkw, Unfall mit Personenschaden etc. Die Lokalität wird auch in das System eingegeben, sie sollte auf „Traffic Message Channel (TMC) basieren, der Standort kann auf einer Karte mittels Koordinate frei ausgewählt werden. Zusätzlich zu den bisher angeführten Informationen kann noch eine Priorität bzw. ein Schweregrad definiert werden (schwerer Unfall, langer Stau etc.).

Wird ein geplantes Ereignis abgewickelt, so sollten auch Angaben zu Beginn und Ende gemacht werden. Mithilfe solcher Eingabeparameter können nach bekannten Regeln Szenarien oder Strategien abgeleitet und Schilderinhalt sowie Texte für E-Mails etc. definiert werden. Abhängig vom Meldungstyp sowie des Schweregrades können diese Parameter automatisiert für die Steuerung der Anzeige verwendet werden. Die Parametrierung kann auch an externe Stellen (z.B.: Verkehrsfunk) übermittelt werden.

### 3.4.4 Schwellen- bzw. Grenzwert

Als Grenzwert wird hier jener Wert bezeichnet, der erreicht werden muss, um die verschiedenen vorab definierten Schaltbilder und somit die Strategie umzuschalten. Es wird im Regelfall notwendig sein, bei Erreichen des Grenzwertes die Situation manuell (optisch durch Webcam, Radardaten etc.) zu überprüfen und das Schaltbild erst bei Plausibilität anzuzeigen. Es ist notwendig, bei Grenzwerterreicherung die neue Strategie bzw. das neue Schaltbild zu bestätigen. Die Bestätigung ist vom Operator oder einer anderen dazu befugten Person durchzuführen. Mobilfunkdaten erzielen bisher keine sehr hohe Genauigkeit, somit ist es möglich, dass diese Daten von Zeit zu Zeit fehlerhafte Ergebnisse erzielen. Deshalb ist die manuelle Überprüfung der Daten erforderlich. Erst nach der Freigabe wird das Schaltbild auch am Gerät vor Ort angezeigt. Sollten andere Daten zum Einsatz kommen bzw. die Mobilfunkdatenauswertung exakter möglich werden, so ist auch eine automatisierte Schaltung vorstellbar (planbare Ereignisse). Wird ein bestimmter Wert überschritten, kann z.B. die Geschwindigkeit herabgesetzt oder eine Stauwarnung angezeigt werden. Aus den verschiedenen verkehrlichen Kenngrößen können nur wenige als Grenzwertszenario sinnvoll verwendet werden. Folgende Kenngrößen könnten als Grenzwerte herangezogen werden.

- Kapazität / Verkehrsdichte [Fz/km]
- Mittlere Verkehrsgeschwindigkeit [km/h]
- Fahrzeit [min]
- Verkehrsstärke [Fz/h]
- Zufluss bzw. Abflussintensität (Verkehrsquell- bzw. Verkehrssenkstärke) [Fz/h]
- Distanzkosten bzw. Benzinkosten

Die Grenzwerte müssen je nach Straßenkategorie sowie Geschwindigkeitsbereich etc. für die verschiedenen örtlichen Gegebenheiten unterschiedlich eingestuft werden. Die Grenzwerte hängen im Wesentlichen vom Ausbau der Straße ab. Wird die Kapazität erreicht, kann diese durch die Herabsetzung der Maximalgeschwindigkeit und Verkehrshomogenisierung effektiv erhöht werden. Die Kapazität bzw. Verkehrsdichte können durch das hier vorgestellte System nicht ausreichend genau bestimmt werden und sind daher mit den vorgestellten Dateneingängen nicht als Kenngrößen für Grenzwerte einsetzbar. Möglich hingegen ist die Verwendung von Fahrzeiten. Unter Fahrzeit versteht man die Zeit, welche ein Fahrzeug von einem Punkt A zu einem Punkt B benötigt. Für den mdWiSta- Einsatz kann die Fahrzeit in ganzen Minuten angegeben werden. Eine höhere Genauigkeit wird nicht benötigt. Es ist auch möglich, nur 5 Minuten-Intervalle für die Grenzwertberechnung heranzuziehen.

Für die Auswahl eines Schaltbildes und dessen Grenzwertbestimmung sollten folgende Punkte berücksichtigt werden

- Der Verkehrsteilnehmer wählt den Weg, der für ihn im unbelasteten Fall die geringsten generalisierten Kosten (Distanz- und Zeitkosten) aufweist. Der Verkehrsteilnehmer geht somit wirtschaftlich vor.
- Bei Verkehrsüberlastung will der Verkehrsteilnehmer im Regelfall dem Stau auf der Autobahn ausweichen.

[Arendt, 2002]

Um Grenzwerte in die Schaltstrategie mit einzubeziehen können sie mithilfe eines einfachen Netzgraphs ausgewertet werden. Im Hintergrund läuft ein sehr kleines, einfaches, mathematisches Verkehrsmodell und berechnet automatisiert die gewünschten Daten. Im Kapitel Anwendungsfälle „Airpower“ wird der abstrahierte Graph anhand eines Beispielfalls detaillierter behandelt.

Wird die als Grenzwert definierte Fahrzeit überschritten, wird am Graph eine Art Verkehrsumlegung durchgeführt und mittels Strategie werden die für die Umsetzung notwendigen Anzeigebilder eingeschaltet. Die Verkehrsumlegung wird bei Verkehrsmodellen durch vier verschiedene Verfahren ermöglicht. Beim Bestweg-Verfahren wird die Route mit der kürzesten Fahrdauer ausgewählt, bei der Simultanumlegung wird eine Wahrscheinlichkeit der Routenwahl auf alle möglichen Routen verteilt, beim stochastischen Verfahren wird der Simultanumlegung eine Fehlergröße wegen des falschen Verkehrsteilnehmerverhaltens hinzugefügt. Eine Verkehrsumlegung kann auch mit einem kapazitätsbeschränkten Verfahren durchgeführt werden. Dabei wird die Routenwahl realistisch abgebildet und sämtliche Faktoren für die Analyse miteinbezogen (Geschwindigkeit, Lichtsignalanlagen, Stauwahrscheinlichkeit etc.). Um die Hintergrundvorgänge einfach zu gestalten ist das Bestweg-Verfahren für die mdWiSta Strategieauslösung ausreichend.

Um die Grenzwerte in das Strategiemangement einbetten zu können müssen vorab folgende Schritte durchgeführt werden:

- Mögliche Routen suchen, Verbindungen und Fahrzeiten aufzeigen.
- Die Verkehrsnachfrage auf die verfügbaren Verbindungen verteilen.
- Die Netzbelastung für die einzelnen Netzelemente möglichst realitätsnahe ermitteln.
- Das Netz durch Fahrzeiten pro Zeitintervall bewerten. Die Fahrzeiten sind immer abhängig von Kapazität und Belastung.
- Festlegen von Fahrzeiten, bei welchen eine Routenumlegung sinnvoll erscheint.

Liegt die ermittelte Fahrzeit (bzw. Geschwindigkeit) in einem Bereich, der dem stabilen Verkehrsfluss zugeordnet wird, sollte noch kein Grenzwert ausgelöst werden. Dementsprechend sollte ein Grenzwert frühestens dann erreicht werden, wenn die LOS Stufe D (ausreichend) erreicht wird. Bei Erreichen dieser Stufe sollte der Verkehrsfluss durch Anzeigen von Geschwindigkeitsbeschränkungen homogenisiert werden, um bessere Bewegungsfreiheit der Verkehrsteilnehmer zu gewährleisten. Das Schalten einer Alternativroute ist in diesem Fall noch nicht notwendig.

Wird die Stufe E (mangelhaft) bzw. F (überlastet) erreicht, sollte wie vorab beschrieben eine Alternativroute empfohlen werden, sobald diese eine kürzere Fahrzeit für den Verkehrsteilnehmer mit sich bringt. Wird die Reisezeit auf der Normalroute durch zähen Verkehrsfluss nicht ausreichend stark verlängert, ist es sinnvoll, die Verkehrsteilnehmer weiterhin über die Normalroute zu führen, solange die Reisezeit auf der Normalroute kürzer oder gleich groß ist wie die Reisezeit auf der Alternativroute. Es sollte jedoch durch die Strategie eine Geschwindigkeitsbeschränkung angegeben werden. Dementsprechend sollten auch Grenzwerte für Geschwindigkeitsbeschränkungen festgelegt werden, dafür kann die mittlere Fahrgeschwindigkeit als auslösender Faktor verwendet werden. Für die Berechnung von Reisezeit- und Geschwindigkeitsgrenzwerten müssen die Straßenkategorie, deren Grundkapazität, die Geschwindigkeit sowie die Belastung miteinbezogen werden.

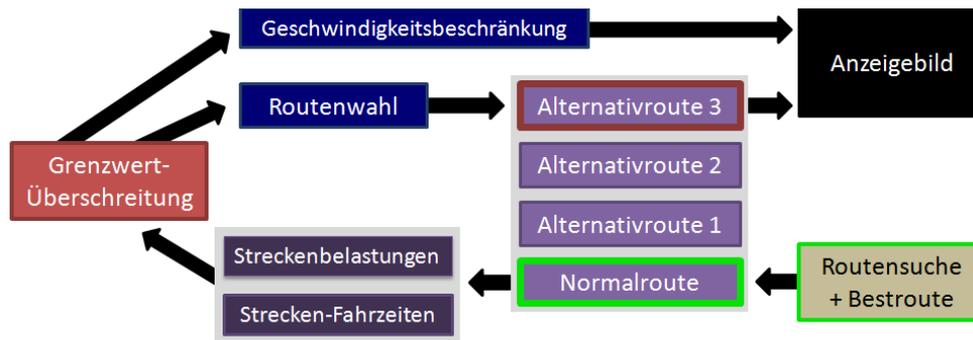


Abbildung 61: Routenauswahl/-Umlegung durch Grenzwertüberschreitung

Für einen mdWiSta ist es sinnvoll, sowohl mittlere Geschwindigkeiten, aber auch Fahrzeiten als Grenzwerte heranzuziehen. Diese werden durch den abstrahierten Netzgraphen auf die möglichen Alternativen abgestimmt. Die Ermittlung von Grenzwerten ist im Regelfall für vorab planbare Ereignisse sinnvoll. Bei ungeplanten Ereignissen sollte die Strategie manuell, ohne Grenzwerteingaben geschaltet werden. Passiert ein Unfall, kennt man vor der Aufstellung eines mdWiSta dessen Auswirkungen und wird nur eine Alternative als Ausweichroute in Betracht ziehen und somit diese gleich bei Einsatzbeginn als Anzeigebild schalten.

### 3.4.5 Strategieumsetzung

Bei der Strategieumsetzung werden drei Teilbereiche koordiniert.

- Strategiemangement
- Schildersteuerung
- Anzeigetafel

Das Strategiemangement (Steuerungsstrategien und Aktionspläne) ist die Verknüpfung der Schildersteuerung mit der Anzeigetafel. Das Strategiemangement ist die zentrale Aufgabe und läuft immer über die Zentrale ab. Dadurch kann das Gerät mobil und ortsunabhängig eingesetzt werden. Die Anzeige auf den Schildern wird immer lokal erstparametriert. Die Schildersteuerung kann sowohl zentralseitig als auch lokal erfolgen.

Für die lokale Steuerung ist ein mobiles Eingabegerät (Tablet-PC, Smartphone, Fernsteuerung,...) notwendig. Das mobile Eingabegerät ist auch mit einem GSM-Modul ausgestattet, da es Daten an die Zentrale liefert und Eingangsdaten aus der Zentrale (Detektordaten) erhält. Dieser Ablauf muss auch dann einwandfrei funktionieren, wenn keine Mobilfunkdaten ausgewertet werden und keine oder fehlerhafte Datenermittlung am mobilen Wegweiser stattfindet. Um eine lückenlose Informationskette zu erhalten ist es wichtig, dass die Datenübertragung des mobilen Eingabegerätes an die Zentrale immer über eine stabile, sichere Internetverbindungen stattfindet. Durch diese kabellose Verbindung stehen Anzeige- und Steuerungsbefehle verzögerungsfrei in der Zentrale zur Verfügung. Die mobile Anzeigetafel ist mit einem GSM-Modul ausgestattet und liefert somit seinen Systemzustand sowie die detektierten Messwerte und Webcam-Bilder via Internet an die Zentrale.

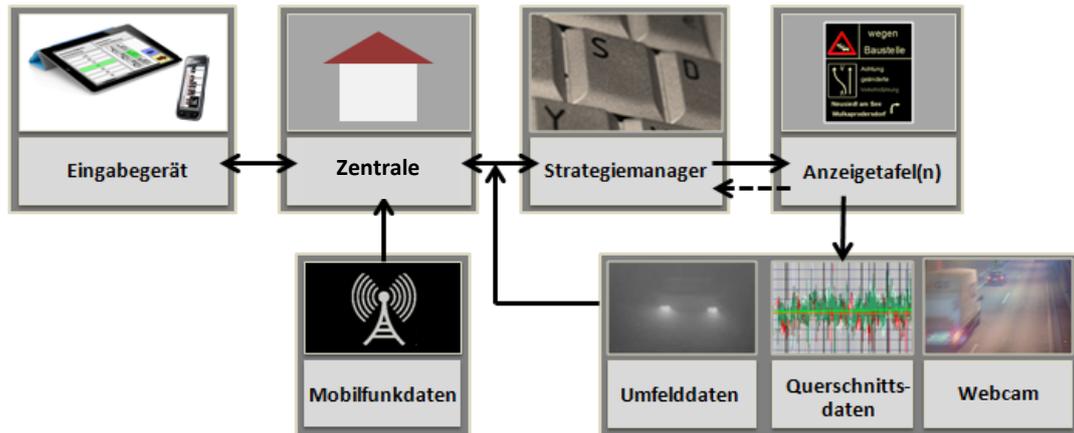


Abbildung 62: Strategieumsetzung

Sobald die Datenermittlung erfolgt, gehen die Mobilfunkdaten (Verkehrslagedaten) in das Strategiemangement mit ein. Querschnittsdaten und Webcam-Bilder werden ergänzend ermittelt und stehen für nachgehende Analysen sowie Datenvalidierung und Überprüfung zur Verfügung. Vom Strategiemanager werden die Daten in die Zentrale und von dort an das Eingabegerät, aber auch an die Anzeigetafel(n) übermittelt. Mobilfunkdaten sowie am Gerät ermittelte Daten (Umfeld-, Querschnitts- und Bilddaten) fließen in das Strategiemangement ein und können vom Operator in der Zentrale eingesehen werden.

### Ablauf des Einsatzes der Anzeigetafeln

Die Anzeigetafel soll sowohl vor Ort als auch über die Zentrale ansteuerbar sein. Die lokale Ansteuerungsmöglichkeit ist wichtig, da oftmals die Situationseinschätzung und lokale Erfahrung der Straßenmeisterei höher zu bewerten ist als die Kenntnis der Operatoren in der Zentrale. Dementsprechend soll es die Möglichkeit geben, die Anzeigetafel sowohl vor Ort als auch zentralseitig anzusteuern. Für den Einsatz eines mdWiSta kann dessen Gesamtprozess in elf Ablaufschritten eingeteilt werden.

1. Meldungseingang bei der ASFINAG-Zentrale
  - Ereignisdauer mit hoher Wahrscheinlichkeit größer als 1,5 h
  - Verkehrssituation durch Mobilfunkdetektion überprüfen
  - Ereignisfall bekanntgeben
2. Überprüfen des betroffenen Straßennetzsegmentes
  - Entscheidung über Tafelgrößen und Menge und mögliche Aufstellorte
3. Transport der Tafелеlemente zum Aufstellort
  - Beginn der Ansteuerung via Eingabegerät möglich
4. Tafeltypen auswählen
5. Situierung der Tafeltypen eingeben
6. Pro eingesetztem Tafелеlement:
  - Montage
  - Auswahl und Überprüfen der Sensoren via Ansteuerungsgerät

7. Während Transport der Anzeigeräte (lokal oder zentral):
  - Auswahl des Ereignisfalls
  - Auswahl eines Strategievorschlags (Vorschläge: zentral definiert, lokal ausgewählt)
  - Prüfen der Schilderinhalte, die mit der gewählten Strategie verknüpft sind
8. Übertragen der Schilderinhalt; aktivieren durch Strategieauswahl
9. Lokale Korrektur der Schilderinhalt; d. h prüfen u. ggf. adaptieren von:
  - Identität der Anzeigeelemente für alle Tafелеlemente
  - Verkehrszeichen, die mit Strategie verbunden sind
  - Textinhalte auf Bedeutung, Verständlichkeit u. Lesbarkeit
  - Zeitverlustanzeige u. ggf. Eventlogos
10. Justierung der Sensoren der mobilen Schildereinheit:
  - Überprüfen, ob lokale Querschnittssensoren plausible Verkehrsdaten liefern
  - Überprüfen, ob Webcam gewünschten Straßenausschnitt überträgt
11. Prüfen, ob Datenübertragung zwischen mobiler Anzeige und Zentrale stabil läuft.

### Beispiele von Benutzeroberflächen zur Schildersteuerung

Für die Implementierung werden hier zwei Beispiele angegeben. Für den Entwurf einer Benutzeroberfläche muss auf Vollständigkeit, Verständlichkeit und die Identität zwischen zentralseitigen und lokalen Eingabemöglichkeiten geachtet werden. Es muss möglich sein, alle Anzeigeelemente über die Bedienoberfläche anzusteuern, die einfache Benutzerführung sowie gute Lesbarkeit von Anmerkungen und Eingabeinformationen sind zu beachten. Es kann sinnvoll sein, selten genutzte Einstellungen sowie Auswahloptionen nur zentralseitig anzubieten. Unterschiede vom Eingabegerät zum Gerät in der Zentrale müssen vorab durchdacht und gewünscht sein.

Die vorgefertigten Strategien müssen durch eine einfache Handhabung abrufbar werden. Mit dem ersten Beispiel wird eine bereits funktionstüchtige, kartenbasierte und auch schon am Markt befindliche Ansteuerung eines mobilen Schildes abgebildet. Vordefinierte Schilderinhalt können aus einer Liste ausgewählt werden. Für den Einzelfall ist es möglich, diese manuell abzuändern. Bei aktivem Schild kann der Schilderzustand überwacht werden. Die Schildersteuerung funktioniert web-basiert, somit ist die Steuerung über die Zentrale auch lokal möglich. Für diese Benutzeroberfläche wird ein internetfähiger Notebook-Rechner verwendet.

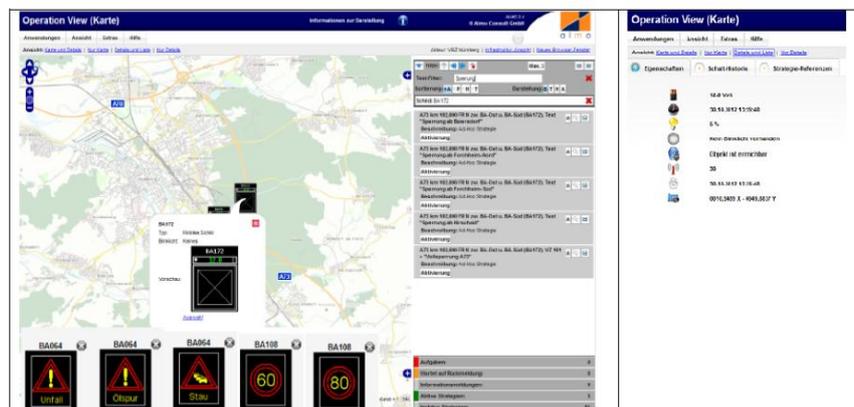


Abbildung 63: web-basierte Benutzeroberfläche

[Siemens, 2012]

Im zweiten Beispiel wird anhand einer selbst entworfenen Tablet-Animation eine weitere Benutzeroberfläche dargestellt. Hier werden einige Anzeigebilder abgebildet, die erklären, wie aus der ausgewählten Strategie Schilderinhalt übernommen, editiert und an das Schild übergeben werden können.



Abbildung 64: Benutzeroberfläche - Tablet Animation

In dieser Abbildung wird eine einfache Handhabung für die Ansteuerung dargestellt. Diese Ausschnitte aus der Benutzeroberfläche zeigen Möglichkeiten einer Auswahl von bereits vordefinierten Ereignisfällen, die mit den vordefinierten Strategien verknüpft sind. Außerdem wird hier die kartenbasierte Auswahl eines Streckenabschnittes, bezogen auf die mdWiSta Situierung, dargestellt. Für jeden mdWiSta können lokalen Sensoren, die an der mobilen Anzeige aktiv gesetzt werden sollen, ausgewählt werden. Für die Spezifikation der Verkehrssituation wurde eine Auswahl vorbestimmt. Dadurch kann mittels Anklicken einer oder mehrerer Kategorien das gewünschte Verkehrszeichen sehr leicht gefunden werden.

Eine Darstellung der gesamten Benutzeroberfläche befindet sich im Anhang und wurde für einen Beispielfall detailliert beschrieben und Schritt für Schritt abgebildet.

## 4 Anwendungsfälle

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 in zwei Anwendungsgruppen unterteilt.

### Planbare Ereignisse:

Baustellen und Veranstaltungen, deren zeitliche Dauer, räumliche Wirkung und verkehrseinschränkende Maßnahmen, wie Fahrstreifenreduktionen, Fahrbahnverswenkungen oder besondere Ausleitungen im Vorhinein bekannt sind, fallen unter planbare Ereignisse. 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, sodass mit verkehrslenkenden Maßnahmen situationsgerecht auf das tatsächliche Geschehen reagiert werden soll. Zu planbaren Ereignissen können im weiteren Sinne auch Urlauberan- und –rückreiseverkehr gezählt werden, da diese Verkehrsüberlastungen mit sich bringen, die durch historische Daten analysiert werden können und meist im Folgejahr sehr ähnliche Ergebnisse erzielen.

### Ungeplante Ereignisse:

Das sind Ereignisse, die nicht oder nur sehr ungenau vorhersehbar sind. Dazu zählen Verkehrsunfälle, Pannen und verlorenes Ladegut, ebenso wie plötzliche Kapazitätseinschränkungen der Verkehrsinfrastruktur durch Witterungseinflüsse, Murenabgänge, Lawinen, Hangrutschungen und Hochwasser, aber auch nicht vorhersehbare Verkehrsüberlastungen durch plötzlich, zusätzlich entstehende Verkehrsnachfrage. Der Einsatz eines mdWiSta ist nur dann sinnvoll, wenn die verkehrsbeeinträchtigende Wirkung von längerer Dauer ist, zumindest aber länger dauert als der Transport der Anzeigetafeln vom Standort zum Einsatzort und deren Inbetriebnahme. Damit macht der Einsatz nur Sinn, wenn bei der Erstinformation bereits absehbar ist, dass das Geschehnis länger als eine Stunde anhalten wird. Bei langem Transport kann sich die mindestens erforderliche Wirkungsdauer für einen sinnvollen Systemeinsatz verlängern.

Der mdWiSta wurde von seiner Architektur so allgemein 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.

## 4.1 Großveranstaltungen

Die nachfolgenden Seiten gliedern Großveranstaltungen nach verschiedenen Kategorien. Diese Gliederung kann als Grundlage verwendet werden, um festzustellen, wie stark verkehrsrelevant eine Veranstaltung ist. Zusätzlich werden verschiedene österreichische Großveranstaltungen aufgelistet und in Kategorien gegliedert. Zu einigen dieser Veranstaltungen wurden Überlegungen zur Verkehrsabwicklung getroffen. Diese sind wichtig, um die Anzeigooptionen des mobilen Wegweisers sinnvoll gestalten zu können. Auch mögliche Anzeigooptionen werden in diesem Kapitel anhand verschiedener Beispiele graphisch dargestellt.

Es ist wichtig, dass die erwartete Verkehrsnachfrage mit dem verfügbaren Verkehrsangebot verglichen wird. Für die Verkehrsplanung und -abwicklung ist es auch sinnvoll, die Zielgruppe und das Motiv sowie die Lage der Großveranstaltung zu kennen. Alle verkehrsrelevanten Akteure sollen in die Planung miteinbezogen werden, um ein möglichst gutes Bild der Gesamtsituation zu erhalten.

Wichtige verkehrsrelevante Akteure sind Veranstalter, Caterer, Logistik, Verkehrssenat (Landespolitik), Tiefbau-, Grünflächen-, Wirtschafts- und Umweltamt (für Genehmigung und Erlaubnis), Medien (Presse, Radio, Film, Fernsehen, Internet), Sponsoren, Teilnehmer, Anwohner, Bürgerinitiativen, Polizei (Straßenverkehrsbehörde, Verkehrsdienst), Verkehrsplanungsunternehmen, ÖPNV, Fernverkehrsunternehmen, Sanitäts- und Rettungsdienst, Feuerwehr und technisches Hilfswerk. Um alle Akteure zu berücksichtigen sollten vorab grundsätzliche Fragestellungen detailliert behandelt werden.

Des Weiteren werden die Gliederung des Eventverkehrs und der Eventstruktur in diesem Kapitel behandelt, um Ansätze und Annahmen für die Abwicklung des externen Eventverkehrs nachvollziehbar gestalten zu können. Als externer Eventverkehr wird jener Verkehr bezeichnet, der vom Event selbst verursacht wird oder vom Event tangiert wird.

Zusätzliche Verkehrsangebote wie Shuttle-Busse werden nicht detailliert betrachtet, sondern nur gestreift. Auch der interne Eventverkehr (Abwicklung des Verkehrs am Veranstaltungsareal selbst) ist nicht Teil dieser Arbeit.

## Fragen zum Planungsbeginn

Bei einer Großveranstaltung sollten laut Biffel [2010] folgende Fragen schon vor Beginn der Veranstaltungsplanung beantwortet und genau durchdacht werden:

### An welchem Standort befindet sich der Verkehrserreger?

Befindet sich der Ort des Events in einer Stadt oder am Land, ist der Ort bekannt, leicht zu erreichen oder ist eine besondere Beschilderung notwendig?

### Welche Verkehrsanbindungen bestehen, können eingerichtet werden?

Welche Verkehrsmittel stehen bereits zur Verfügung und in welcher Entfernung zum Zielort befinden sie sich? Gibt es gute öffentliche Anbindungen? Es ist wichtig, aus den zur Verfügung stehenden Verkehrsmitteln eine Verkehrsverteilung herauszulesen. Zusätzlich sollten speziell für Engpässe Shuttle Services etc. eingerichtet werden, um eine mögliche Überlastung von Hauptverkehrsstraßen zu verhindern.

### Welche Arten von Verkehr treten beim speziellen Event auf? Sind diese zeitlich beschränkt oder sind diese kontinuierlich über die Veranstaltungszeit verteilt?

Es ist wichtig, das Einzugsgebiet der Veranstaltungen zu kennen, wobei es bei Großevents meist sehr weit gefächert ist. Es muss beachtet werden, welche Zubringer Routen hauptsächlich befahren werden. Gibt es nur eine, so wird sämtlicher Individualverkehr über diese Route fließen. Sind die Verkehrsverhältnisse und -probleme des Veranstaltungsortes schon durch frühere Events bekannt, so sind die Gemeinsamkeiten und Gegensätze der Veranstaltungen gegenüberzustellen.

Es ist zu hinterfragen, welche Lösungsansätze es im Einzelnen gibt oder ob überhaupt bestimmte verkehrsbezogene Maßnahmen getroffen werden müssen.

Folgende Punkte sind ausschlaggebend für die Verkehrssituation, die eine Veranstaltung mit sich bringt:

**Tabelle 19: Einflussfaktoren der Großveranstaltung als Verkehrserreger**

<b>Örtlichkeit</b>	Welche Infrastruktur gibt es bereits, liegt die Veranstaltung zentral/dezentral?
<b>Zeit</b>	Findet das Event in der Neben-, Hauptsaison, am Wochenende, am Feiertag während des Pendler- oder Wirtschaftsverkehrs statt?
<b>Dauer</b>	Sind Beginn und Ende genau festgelegt? Dauert das Event länger, gibt es eine „verzerrte“ An- und Abfrage, kommt es zu Nachfragespitzen?
<b>Periodizität</b>	Wird die Veranstaltung öfters durchgeführt? Gibt es schon Vorkenntnisse? Periodizität erleichtert im Normalfall die verkehrliche Planung.
<b>Thema</b>	Das Veranstaltungsmotiv beeinflusst die Teilnehmerstruktur, Sicherheitsfragen etc.

[Dienel; Bethge; Heinze, 2004]

Generell wären folgende Punkte wünschenswert für eine Großveranstaltung:

- Leichte Erreichbarkeit des Zielortes mit öffentlichen Verkehrsmitteln von Bahnhöfen, großen Parkplätzen und nahegelegenen Städten.
- Gute Beschilderung ab der Autobahn
- Sicherheit und Bewachung der Parkplätze
  - Parkplätze sollten sich nicht nur auf eine Autobahnabfahrt beschränken, sondern bei großen Verkehrserregern örtlich etwas weiter verteilt liegen, um Stau bzw. Verkehrseinschränkungen zu vermeiden. Die notwendigen Zubringerbusse sollten eingeplant werden.
- Zügiger und geordneter Verkehr und Anbindung zur Autobahn
- Parkplatzkonzepte vorab in Zusammenarbeit mit der Behörde festlegen
- Einbeziehen des öffentlichen Verkehrs
- Spezielle Parkplätze für VIPs, Medienvertreter, Einsatzkräfte, Behinderte...

Folgende Anforderungen sollten bestmöglich erfüllt werden:

- Verkehrstechnische Erschließung
- Geringe Belastung durch das Verkehrsaufkommen für nichtbetroffene Verkehrsteilnehmer
  - d.h. für die nicht am Event beteiligten Personen

[Biffi, 2010]

#### 4.1.1 Gliederungsmöglichkeiten

Die hier vorgestellten Gliederungsmöglichkeiten wurden aus dem „Handbuch für Eventverkehr“ [Dienel, Bethge; Heinze, 2004], das Veröffentlichungen verschiedener Autoren so auch „Grundlagen der Verkehrsplanung von Events“ von Wolfgang Heinze zusammenführt, übernommen. Sie wurden in weiterer Folge für österreichische Großveranstaltungen abgewandelt bzw. erweitert.

#### Gliederung nach der Besucheranzahl

Bis 10.000 Besucher bleibt der Aufwand bei der Verkehrsplanung relativ gering. Solche Veranstaltungen sind zum Beispiel Straßenfeste oder Jahrmärkte. Den Schwellenwert bilden 100.000 Besucher, da dann meist das Fassungsvermögen der Veranstaltungsorte erreicht wird (z.B. Stadien). Demnach werden Veranstaltungen in Mikro-, Makro- und Mega-Events unterteilt.

**Tabelle 20: Eventtypen nach Besucheranzahl**

Mikro-Event	Makro-Event	Mega-Event
z.B.: Jahrmarkt, Straßenfest	z.B.: Landesgartenschau	z.B.: Love Parade
bis 10.000 Besucher / Tag	bis 100.000 Besucher/Tag	Über 100.000 Besucher/Tag

Wichtiger als die Besucherzahl ist bei der Verkehrsplanung jedoch die Relation der Besucher zur Bevölkerung. In Städten werden die Bezirke herangezogen, am Land können Ortsteile oder Flächengemeinden verwendet werden.

Es ist wichtig, den Einzugsbereich zu kennen, um die Anreise- und Abreiseentfernungen kennen zu können.

## Gliederung nach verkehrsplanerischen Eventtypen

Insgesamt werden die verschiedensten Veranstaltungen in sechs Gruppen eingeteilt, welche die Grundtypen bilden. Es gibt zahlreiche Mischformen, da einige Events nicht genau zugeordnet werden können.

Das Altstadtfest: Es findet auf einer kompakten Fläche (z.B. Marktplatz) in verkehrsberuhigter bis Auto-freier Zone, meist im Zentrum von Städten, Dörfern statt.

z.B.: Advent- und Weihnachtsmärkte, Straßenfeste,...

Das Bewegungsevent: Als Bewegungsevent werden Umzüge und Kundgebungen, Marathon, Straßenrennen etc. bezeichnet. Für ein Bewegungsevent werden meist mehrere Verkehrssperren benötigt. Die Besucher bleiben entweder an einer Stelle und lassen den „Zug“ an sich vorbeifahren oder wechseln gelegentlich den Standort, um den „Zug“ mehrmals sehen zu können. Das Ende findet meist an einem öffentlichen Platz statt. Der Verkehr wird im Normalfall radialstrahlig herangeführt.

z.B. Marathon, Straßenrennen, Faschingsumzug, Fronleichnamsumzug...

Das Event auf einem Eventplatz: Der Veranstaltungsort ist dauerhaft für Veranstaltungen vorgesehen. Es besteht eine feste Infrastruktur. Der Eventplatz befindet sich meist in Städten bzw. am Stadtrand. Es ist bei solchen Events mit hoher Wahrscheinlichkeit eine gute ÖPNV-Erreichbarkeit zum Eventplatz gegeben.

z.B.: Messe, Ausstellungen, Festwiese, Stadion,...

Das Event auf mehreren Locations: Die Veranstaltungen finden innerhalb eines Eventgebietes statt. Es gibt meist eine zentrale Großveranstaltung zu den räumlich verstreuten Einzelveranstaltungen. Ein Event auf mehreren Locations ist meist stark ÖPNV-orientiert.

z.B.: Lange Nacht der Museen, Lange Nacht der Kirchen,...

Die Gestaltungsschau: Sie findet meist auf vorher landwirtschaftlich genutzten oder verwahrlosten Flächen, in Trabantsiedlungen oder auch alten Wohnvierteln statt. Meist ist eine gute ÖPNV-Erreichbarkeit gegeben. Der Besuchertyp ist homogen.

z.B.: Bundes- und Landesgartenschau, Bauausstellungen, Expo 02,...

Das Festival auf der grünen Wiese: Die Veranstaltung findet auf einem offenen Gelände ohne feste Infrastruktur meist in Gebieten außerhalb von Städten statt. Oft wird mit diesem Eventtyp auch Camping verbunden. Das Event ist stark Pkw- und Motorrad-orientiert. Die Gefahr solcher Veranstaltungen ist die Überlastung von Kleinstädten oder Dörfern.

z.B.: Open-Air-Konzerte, Bikertreffen, Truckertreffen, Festivals...

## Gliederung nach thematischen Eventtypen

Nicht nur die verkehrsplanerische Gliederung ist wichtig, um den Verkehrsablauf optimal planen zu können. Wichtig sind auch die Eventtypen nach ihrer Thematik und dem Motiv, da daraus die Zielgruppe ermittelt werden kann. Außerdem kann ein Konzert mehreren verkehrsplanerischen Eventtypen zugeordnet werden, jedoch nur einem Motivtyp.

Die Kenntnis über die Zielgruppe ist entscheidend, um zu wissen, ob diese Veranstaltung eher Menschen anzieht, die generell gerne Autofahren oder Menschen, die leicht vom ÖV zu überzeugen sind. Dementsprechend wurden sieben Eventtypen ermittelt:

**Tabelle 21: Thematische Eventtypen**

Eventtyp	Motiv	Beispiele
Sport- veranstaltungen	zuschauerorientiert	Fußball, Motorsport, Tennis, Segeln, Skifahren, Skispringen,...
	teilnehmerorientiert	Massenwanderungen, Marathon, Bikertreffen,...
Stadtfeste	Straßenfeste	Weinherbst, Kellergassenfeste
	Volksfeste, Weihnachtsmärkte	
	Themenjahre	Kulturhauptstadt
Konzerte	Pop-Konzerte	Madonna in Wien
	Classic Open-Air	Nova Rock, Freequency
Kulturelle Groß- veranstaltungen	Jugendkulturelle Szene Events	Love-Parade
	Musicals, Theaterfestivals, Festspiele	Opernfestspiele St. Margarethen, Bregenzer Festspiele,...
	Religiöse Feste	Wallfahrten,...
	Museen	Lange Nacht der Museen,...
	Kongresse	Medizinkongress,...
Ausstellungen, Museen	Kunstaustellung	Landesausstellung 2012
	Informationsveranstaltungen	BeSt, bauma, Expo,...
	Messen	Gartenbaummesse, Gesund & Wellness
Gartenschauen	Internationale Gartenbauaust.	
	Bundes-, Landesgartenschau	
Politische Events	Staatsbesuche	Dalai Lama in Wien
	Staatsbegräbnisse	Begräbnis Jörg Haider
	Demonstrationen	Familienbeihilfe-Demonstration

## Reisetypen

Je nach Eventtyp gibt es verschiedene Reisetypen, die sich dann zu Zielgruppen zusammenfügen. Je nachdem, welcher Reisetypus vorliegt, kann eine Aussage zu den gewählten Verkehrsmodi getroffen werden.

**Tabelle 22: Verkehrsmodi-Anteile nach Reisetypen**

Angabe in %	Pkw-Fahrer	Pkw-Mitfahrer	ÖV	Reisebus
<b>Unterhaltungsinteressierte Pauschalreisende</b>	51	10	20	19
<b>Reiseminimierender Individualist</b>	33	42	21	4
<b>Gruppenorientierte Autofans</b>	46	29	6 % Bus 0 % Bahn	19
<b>Komfortbewusste Anspruchsvolle</b>	50	40	10	0
<b>Bequemer Selbstorganisator</b>	37	27	18	18

Der unterhaltungsinteressierte Pauschalreisende: Dieser Reisetypus nutzt bereits hauptsächlich die Gemeinschaftsverkehrsmittel. 49% der Personen fahren nicht selbst mit dem Pkw.

Der reiseminimierende Individualist: Die Personen, die diesem Typ angehören, lassen sich gerne mit dem Auto fahren. Sie sind jedoch nur sehr schwer für Gemeinschaftsverkehrsmittel (nur 25%) zu begeistern.

Der gruppenorientierte Autofan: Er fährt gerne mit dem Auto oder mit dem Bus im Fernverkehr. Reist dieser Typ in größeren Gruppen, so wählt er auch gerne den öffentlichen Verkehr (ÖV). Reisen sie jedoch alleine, haben sie ihren Spaß am Autofahren.

Der komfortbewusste Anspruchsvolle: Er nutzt bei Eventfernreisen hauptsächlich das Auto. Es ist kaum bzw. nur unter herausfordernden Umständen möglich, bei diesem Typus das Interesse für das Reisen mit ÖV bzw. Reisebussen zu wecken.

Der bequeme Selbstorganisator: Dieser Reisetyp nutzt für Eventreisen nicht nur das Auto sondern auch dessen Alternativen. Dieser Typus benutzt schon überdurchschnittlich oft das Gemeinschaftsverkehrsmittel. Eventbezogene Bus- oder Bahnreiseangebote werden von diesem Typ häufig genutzt.

## Zielgruppenzusammensetzung

Je nach Thematik der Veranstaltung setzt sich diese aus den verschiedenen Reisetypen zusammen.

Kulturelle Veranstaltungen werden am öftesten von den bequemen Selbstorganisierenden besucht. An zweiter Stelle, schon wesentlich weniger oft, besuchen hier die unterhaltungsinteressierten Pauschalreisenden kulturelle Veranstaltungen. An dritter Stelle liegen die reiseminimierenden Individualisten. Da diese Gruppenzusammenstellung entweder überdurchschnittlich oft Verkehrsmittel der Gemeinschaft nutzt oder sich gerne fahren lässt, ist es sinnvoll, bei solchen Veranstaltungen speziell Verkehrsmittel des ÖV mit einzuplanen und anzubieten.

Konzerte werden am häufigsten von den reiseminimierenden Individualisten besucht. Danach, kommen die bequemen Selbstorganisierenden und an dritter Stelle liegen die gruppenorientierten Autofans. Auch hier besteht die Zielgruppe aus Personen, die es nicht scheuen, das Gemeinschaftsfahrzeug zu wählen oder gerne als Gruppe mit Bussen anreisen. Darauf sollte Rücksicht genommen werden.

Gartenbauausstellungen sind generell weniger starke Verkehrserreger als die anderen erwähnten Eventtypen. Hier setzen sich die unterhaltungsinteressierten Pauschalreisenden an die erste Stelle bei der Zielgruppenzusammensetzung. Die zweite und dritte Stelle bilden die komfortbewussten Anspruchsvollen und die reiseminimierenden Individualisten. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmer häufig mit dem Auto anreisen. Parkplätze werden bei solchen Events sehr wichtig sein.

Messen/Ausstellungen werden am öftesten von den bequemen Selbstorganisierenden, den reiseminimierenden Individualisten und den unterhaltungsinteressierten Pauschalreisenden besucht.

Bei den Sportveranstaltungen hebt sich bei der Zusammensetzung der Zielgruppe die Gruppe der gruppenorientierten Autofans deutlich von den anderen ab. Weiter abgeschlagen an zweiter und dritter Stelle liegen die bequemen Selbstorganisierenden und die komfortbewussten Anspruchsvollen. Sportveranstaltungen sind somit Events, bei denen die Mehrheit mit dem Auto anreisen will. Es ist somit mit vermehrtem Verkehrsaufkommen auf der Straße zu rechnen.

Beim Stadtfest ist die Zusammenstellung der Zielgruppe recht ausgeglichen. Die Plätze eins und zwei nehmen die bequemen Selbstorganisierenden und die unterhaltungsinteressierten Pauschalreisenden ein.

Der Trend der Entwicklung geht dahin, dass wieder mehr Personen das Auto nutzen werden, da die Gruppe der reiseminimierenden Individualisten (+25%) der komfortbewussten Anspruchsvollen (+13%) und die bequemen Selbstorganisierenden (+ 9%) in Zukunft weiter zunehmen werden. Für die Abwicklung von Veranstaltungen ist es sinnvoll, die Reisetypenzusammensetzung zu analysieren. Je nach Zielgruppe sollten die speziellen Vorlieben der Teilnehmer beachtet werden. Durch gute ÖV-Angebote kann bei ungeeigneter Kapazität der Anfahrtswege die Verkehrsbelastung verringert werden. Es ist für große Veranstaltungen sinnvoll, die Teilnehmer über die Verfügbarkeit aller Verkehrsmodi und des Weiteren über Überlastungs- und Reisezeitverzögerungswahrscheinlichkeiten zu informieren.

Laut dem „Handbuch Eventverkehr“ [Dienel; Bethge; Heinze, 2004] gibt es Fragen, welche gestellt werden sollten, um die Verkehrsplanung zu vereinfachen. Gibt es schon Erfahrungen zu gleichartigen Events und deren Eventverkehrsplanung, dann sollten diese auch genützt werden. Weiters ist auch die zu erwartende Besucherzahl wichtig, offizielle Besucherzahlen müssen nicht den intern verwendeten entsprechen. Wichtig ist es auch zu wissen, ob der Verkehrsmittelzufluss und – abfluss zeitlich und mengenmäßig verteilt ist, oder ob es eine Anreise- und Abreisezeit gibt, die von der Mehrzahl der Eventbesucher gewählt wird. Hierfür ist auch die Veranstaltungsart und Besucherzusammensetzung mit einzubeziehen. Zusätzlich sollte noch gefragt werden, ob es möglich ist, die Spitzenbelastung durch gezielte Maßnahmen zu entzerren. Park and Ride Plätze sind sehr wichtig für die Eventverkehrsplanung. Hier ist es notwendig, diese optimal einzuplanen, damit sie kostengünstig und verkehrsablauftechnisch sinnvoll situiert werden. Auch Straßensperren können für ein Event notwendig sein. Hier gilt es abzuklären, wie lange, wo, für welche Fahrzeugklassen etc. diese Sperren vorgesehen sind. Auch der Durchgangsverkehr darf nicht vernachlässigt werden, denn es kann notwendig sein, diesen umzuleiten und somit Alternativrouten auszuschildern. Rettungs- und Notdienste müssen Zufahrten zum Eventort erhalten. Des Weiteren ist zu klären, wie der interne Verkehr abgewickelt wird (Catering, Technik etc.) Es kann auch notwendig sein, Lichtsignalanlagen in der Event-Kern- und Mantelzone zu verändern. Wichtig für eine Großveranstaltung ist es, die Parkplätze für Pkw gut zu planen, sowohl von den Zufahrtswegen als auch von den Stellplatzgrößen. Bei bestimmten Eventtypen ist es auch notwendig, extra Busparkplätze anzubieten. Die zusätzliche Ausschilderung muss geplant und auf Sichtbarkeit und Lesbarkeit überprüft werden. Nebeneventstandorte müssen in die Planung integriert werden. Wenn möglich sollten Reiseketten für die An- und Abreise des Events entwickelt werden.

#### 4.1.2 Österreichische Großveranstaltungen

Bei Großveranstaltungen wie Messen, Musikfestivals, Sportveranstaltungen etc., die als große Verkehrserreger gelten, ist es wichtig, vorab ein Konzept für die Verkehrsführung zu erstellen. In Österreich gibt es eine Vielzahl von Makro- und auch einige Mega-Events. Sie finden oft an keinen speziell für Events ausgelegten Plätzen statt. Deshalb ist es wichtig, den Eventort auf seine Verkehrstauglichkeit zu analysieren. Dafür sollten alle bisher erwähnten Kriterien beachtet werden.

Tabelle 23: Verkehrserregende Großveranstaltungen

<i>Event</i>	<i>Name</i>	<i>Besucher</i>	<i>Ort</i>	<i>Zeit / Zeitraum</i>
Wintersport	<b>Skiweltcup</b>	10.000 /Tag	Semmering	
Wintersport	<b>Nightrace (Ski)</b>	50.000	Schladming	
Musik	<b>Nova Rock</b>	ca. 50.000	Nickelsdorf/Pannonia Fields	08 - 10. Juni 2012
Länderspiel	<b>Österreich-Deutschland</b>	ca. 50.000	Wien Ernst-Happel-Stadion	11.September 2012
Musik	<b>Freequency</b>	50-100.000	St. Pölten / Green Park	15 – 18. August 2012
Unterhaltung	<b>Red Bull Flugtage</b>	100.000	Wien Brigittenuerbucht	23. September 2012
Flugshow	<b>Airpower</b>	250-280.000	Zeltweg	28 - 29. Juni 2013
Wintersport	<b>Ski WM 2013</b>	400.000	Schladming	04 -17. Februar 2013

[Simon Zehender, 2012]

## Verkehrsrelevanz

Grundsätzlich können durch den Veranstaltungsort, bezogen auf seine Zugehörigkeit (d.h. Bezirk), erste Schlüsse über dessen Verkehrsauswirkungen auf den Ort gemacht werden. Für die Einordnung des Quotienten ist ein Einwohner-Wert, der dem Veranstaltungsort angepasst wird, zu wählen. Findet die Veranstaltung im ländlichen Gebiet statt, sollte nicht die Einwohnerzahl des Bezirks, sondern die des nächstgrößeren angrenzenden Ortes gewählt werden. Liegt der Veranstaltungsort in einer Stadt, sollte diese als Kriterium herangezogen werden.

Je nach Verkehrsnetz und Zufahrtsmöglichkeiten ist eine Besucherzahl von 10.000 Personen verkehrstechnisch mehr oder weniger relevant. Zusätzlich dafür ist auch die Reisetypen- und Zielgruppenzusammensetzung ausschlaggebend. Ist bekannt, dass der Großteil der teilnehmenden Personen mittels Reisebus zum Event fährt, ergibt sich eine andere Fahrzeuganzahl, als wenn alle Personen individuell anreisen. Auch der öffentliche Verkehr sollte für die Verkehrsrelevanz miteinbezogen werden. Ist eine Veranstaltung gut an den öffentlichen Verkehr angebunden, wird dieser eher als Anreiseverkehrsmittel gewählt werden, als wenn häufiges Umsteigen in öffentliche Verkehrsmittel oder ein langer Fußweg oder zusätzlich ein Taxi notwendig ist. Ein weiteres Kriterium ist das befahrene Netz. Ist der Veranstaltungsort ausschließlich mittels Autobahn, Schnellstraßen, Bundes- und Landesstraßen erreichbar, so wird das untergeordnete Nebenstraßennetz weniger belastet. Gute Erreichbarkeit durch den Individualverkehr kann jedoch die Nutzung des öffentlichen Personen-Nahverkehr (ÖPNV) mindern. Um auch Verkehrsbelastungen für Knoten berücksichtigen zu können, sollte der Einzugsbereich betrachtet werden.

Für die Bestimmung von verkehrserregenden Faktoren ist die Anreiseverteilung wichtig. Ein Event mit 100.000 Teilnehmern, wo die Teilnehmer über einen ganzen Tag verteilt anreisen oder sogar über mehrere Tage anreisen, ist verkehrstechnisch weniger relevant als ein Event, bei welchem alle Teilnehmer innerhalb kurzer Zeit eintreffen. ÖV-Angebote (z.B.: Spezialangebote) sowie außerorts speziell eingerichtete Park and Ride Anlagen können den Individualverkehr am Veranstaltungsort reduzieren. Sie können ein wichtiges Kriterium für den Planungsprozess darstellen. Zusätzlich sind auch die verfügbaren Parkplätze am Eventort wichtig. Gibt es zu wenig verfügbare Parkplätze, kann dies einerseits zu einer Umlagerung auf andere Verkehrsmittel führen, andererseits kann der Individualverkehr durch Parkplatzsuchverkehr verstärkt werden und somit zusätzlich weitere Teile des untergeordneten Netzes stark belastet werden.

Für einige Großevents wurden diese Kriterien als beispielhafte Gewichtung dargestellt. Aus dieser vereinfachten Analyse geht hervor, dass die Veranstaltung der Red Bull Flugtage in Wien (Bewertung 1,98), am wenigsten verkehrsrelevant ist. Dies liegt daran, dass die Stadt Wien mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen Erfahrungen hat. Auch der Quotient Bezirk und Ort bleiben durch die Stadt- und Bezirksgröße im hohen und somit günstigen Bereich. In Wien ist des Weiteren die öffentliche Anbindung sehr gut. Aus solchen Gründen ist eine Veranstaltung, die 100.000 Menschen anzieht, für das vorherrschende Straßennetz weniger belastend als z.B. für Nickelsdorf (Nova Rock), wo grundsätzlich weniger oft mit derartigen Belastungen zu rechnen ist (Bewertung 2,56).

Tabelle 24: Mögliche Kriterien + Gewichtung für Großevents

Kriterium Event	Skiweltcup Semmering	Nightrace Schladming	Nova Rock	Freequency	Red Bull Flugtage	Air power	Gewichtung
Autobahnabfahrt	4,3 km 4 min aber Teilsperre	24,7 km 21 min	3 km 4 min	2,1 km 4 min	3,5 km 6 min	3 km 4 min	1,25
	3	3	1	1	1	1	
Befahrenes Netz	A + L/B + untergeordn	A + L/B + untergeord.	A + L/B	A + B + untergeord.	A + L/B	A + L/B	1,25
	2,5	3	1	2	1,5	1,5	
Quotient Bezirk	8,56	1,59	1,11	0,69	17,31	0,28	0,50
	2	3	2,5	3,5	1	4	
Quotient Ort bzw. Stadtbezirk	0,06	0,09	0,03	0,69	0,84	0,03	1,00
	3	3	4	1	1	4	
Öffentl. Anbindung	Gut	Sehr gut	mittel	gut	Sehr gut	gut	1,25
	2	1	3	2	1	2	
Einzugsbereich	Groß	Groß	Groß	Groß	Mittel	Groß	0,75
	4	4	4	4	3	4	
Anreiseverteilung	Gering	Gering	Mittel	Mittel	Gering	Groß	1,25
	4	4	3	3	4	2	
Verkehrsaufkommen ohne Event	Mittel	Mittel	Mittel	Wenig	Hoch	mittel	0,75
	2	2	3	1	4	3	
Ergebnis	= 2,83	= 2,85	= 2,56	2,11	1,98	2,47	8

Klassifizierung – 1 bis 5 (1 = bestmöglich, für gute Verkehrsabwicklung gewünscht)

### Skiweltcup am Semmering

Der Skiweltcup am Semmering zieht ca. 10.000 Besucher am Tag an. Somit gehört dieses Event zu den Mikro-Events. Jedoch ist die relative Größe von Besucherzahl und Einwohnerzahl viel höher, da der Ort Semmering selbst nur 552 Einwohner hat. Semmering gehört zum politischen Bezirk Neunkirchen, welcher insgesamt 85.569 Einwohner hat. [Gemeinde Semmering]

$$\text{Ort:} \quad 552 / 10.000 \quad = 0,06$$

$$\text{Bezirk:} \quad 85.569 / 10.000 \quad = 8,56$$

Aus dem Verhältnis der Besucherzahl zur Einwohnerzahl des Bezirkes Neunkirchen bzw. des Ortes Semmering kann erkannt werden, dass die zusätzliche Belastung von 10.000 Personen pro Tag zu einer erheblichen Verkehrszunahme führt, obwohl das Event den Mikro-Events zugeordnet wird.

Der Einzugsbereich des Skiweltcups am Semmering wird als „national“ eingestuft, da diese Veranstaltung eine zuschauerorientierte Veranstaltung ist. Die Sportler kommen zwar aus aller Welt, sind jedoch verkehrstechnisch wenig relevant. Das Event gehört der Thematik nach zu den Sportveranstaltungen und ist verkehrstechnisch ein Festival auf der grünen Wiese. Eine Bahnverbindung ist vorhanden, vom Veranstalter werden Shuttlebusse bereitgestellt, generell ist das meist gewählte Anfahrtsverkehrsmittel jedoch das Auto.

**Nightrace Schladming**

Mit 50.000 Besuchern am Tag gehört das Nightrace von Schladming zu den Makro-Events. Schladming ist eine Kleinstadt mit 4367 Einwohnern. Die Ort gehört zum Bezirk Liezen, welcher 79.470 Einwohner hat. [Stadtgemeinde Schladming]

Stadt:	4367 / 50.000	= 0,09
Bezirk:	79.470 / 50.000	= 1,59

Im Gegensatz zum Skiweltcup am Semmering ist die Belastung für die Stadt Schladming etwas kleiner, wird jedoch der gesamte Bezirk betrachtet, ist die Belastung für den Bezirk vielfach höher als am Semmering. Somit ist es wichtig, für die Betrachtung der relativen Größe das Umfeld mit einzubeziehen.

Auch das Nightrace Schladming ist wie der Skiweltcup am Semmering zuschauerorientiert und hat einen nationalen Einzugsbereich. Das Nightrace wird der Thematik Sportevents zugeordnet. Das Event kann verkehrstechnisch nicht nur einem Element zugeordnet werden. Es entspricht zum Großteil dem Festival auf der grünen Wiese, kann aber auch als Stadtfest bzw. als Event auf einem Eventplatz definiert werden. Eine genaue Abgrenzung ist nicht möglich.

**Nova Rock und Frequenz**

Mit jeweils 50.000-100.000 Besuchern zählen diese beiden Veranstaltungen noch zu den Makro-Events. Diese Events verfügen über einen kontrollierten Zugang und befinden sich meist auf der grünen Wiese. Die Teilnehmer reisen hauptsächlich mit dem Auto an, da sich diese Events auf peripherem Gebiet befinden. Beide Events haben einen nationalen Einzugsbereich. Sie gehören zur Thematik Konzerte.

***Nova Rock:***

Das Nova Rock findet jährlich in Nickelsdorf statt. Der Ort hat 1.643 Einwohner und gehört zum Bezirk Neusiedl am See, der 55.491 Einwohner hat [Großgemeinde Nickelsdorf].

Ort Nickelsdorf:	1.643 / 50.000	= 0,03
Bezirk Neusiedl am See:	55.491 / 50.000	= 1,11

Das Makro-Event führt somit zu einem sehr hohen Quotienten von Besuchern und Einwohnerzahl. Durch seine Annualität kann mittlerweile auf historische Daten zurückgegriffen werden, welche die Planung und Abwicklung für kommende Veranstaltungen erleichtern. Durch Nutzung von Mobilfunkdaten ist es möglich, die Anfahrtsrichtungen der Veranstaltungsteilnehmer in einer offline Analyse zu ermitteln. Demensprechend werden die Personen mit hoher Wahrscheinlichkeit wieder zu ihren Ausgangsorten zurückkehren. Die Abreiserouten können somit kurzfristig vor der Abreise ausgewertet werden.

Bei Festivals sollten auch immer die Bands im Überblick behandelt werden. Gibt es eine Band als großen Publikumsmagnet, kann die Anreise zum Beispiel bei schlechtem Wetter erst verstärkt knapp vor dem Auftritt dieser Band stattfinden.

**Frequenzy:**

Das Frequenzy findet meist in St. Pölten im Green Park statt. St. Pölten ist die Landeshauptstadt von Niederösterreich und hat 52.048 Einwohner. St.Pölten ist außerdem Statutarstadt. Das Frequenzy findet jährlich statt, hat aber nicht immer gleichbleibende Besucherzahlen. Der Berechnung wird ein Mittel von 75.000 Besuchern zu Grunde gelegt.

$$\text{Stadt und Bezirk St. Pölten: } 52.048 / 75.000 = 0,69$$

Die relative Größe und verkehrsmäßige Belastung des Frequenzy ist hoch. Jedoch ist zu beachten, dass die Stadt St. Pölten selbst viel größer ist als der Ort Nickelsdorf. Die Straßen sind somit schon für größere Verkehrsbelastungen ausgelegt. [Magistrat St. Pölten]

**Airpower in Zeltweg**

Im Rahmen der Airpower wird nicht nur eine Flugschau angeboten. Während der zwei Tage der Veranstaltung gibt es ein Programm, das zu bestimmten Uhrzeiten spezielle Flugdemonstrationen anbietet. Zusätzlich zu den verschiedensten Flugshows zeigt auch die Feuerwehr und das Bundesheer sein Können. Eine Ausstellung ist am Gelände zu sehen. Demnach gehört das Event der Thematik nach sowohl zu Sportveranstaltungen, kulturellen Veranstaltungen sowie zu Ausstellungen und Museen. [BM für Landesverteidigung und Sport]

Die Airpower ist mit 250-280.000 Besuchern die größte Veranstaltung mit Periodizität in Österreich. Olympische Spiele oder Weltmeisterschaften wären zwar größer und haben auch schon in Österreich stattgefunden, jedoch finden sie nur alle vier Jahre und immer an anderen Veranstaltungsorten statt. Die Airpower befindet sich beim Fliegerhorst Hinterstoisser in Zeltweg. Der Ort hat 7.188 Einwohner und gehört zum Bezirk Murtal, der 74.078 Einwohner zählt.

$$\text{Stadt Zeltweg: } 7.188 / 265.000 = 0,03$$

$$\text{Bezirk Murtal: } 74.078 / 265.000 = 0,28$$

Die Airpower ist somit auch die Veranstaltung mit der größten relativen Größe. Dementsprechend wichtig ist die verkehrliche Abwicklung. Da das Event schon bekannt ist, kann schon auf Erfahrungen zurückgegriffen werden. Die Anreise ist sowohl mit dem Auto, mit dem Bus als auch mit dem Zug möglich. Der Bahnhof ist nur wenige Gehminuten vom Veranstaltungsort entfernt. Bei der Airpower von 2011 wurden zwei Park and Ride Plätze in das Planungskonzept integriert.

In den folgenden zwei Kapiteln wurden zwei Beispiele ausgearbeitet. Diese Beispiele sind von ihrer Netzstruktur sehr verschieden. Beide liegen nahe zu einer Schnellstraße. Jedoch erfolgt die Verkehrsabwicklung auf unterschiedliche Art und Weise.

### 4.1.3 Airpower am Hinterstoisser Fliegerhorst (Zeltweg)

Hier wird die Airpower, eine österreichische Großveranstaltung, mittels mdWiSta-Einsatzes abgewickelt. Die Airpower ist eine Flugshow, die zirka alle zwei Jahre vom österreichischen Bundesheer veranstaltet wird. Sie findet an zwei Tagen (Samstag, Sonntag) statt und lockte im Jahr 2011 ungefähr 180.000 Besucher an.

Um Strategien für den mdWiSta zu erhalten, wurde die Veranstaltung bezüglich der Verkehrsabwicklung analysiert. Dementsprechend wurden die vom Veranstalter angegebenen Anfahrtswege überprüft und der Nahbereich von Zeltweg im Detail betrachtet. Die bestmögliche Route sowie Alternativrouten wurden gesucht und anschließend analysiert.

#### Untersuchung des Verkehrsflusses

Im Normalfall (ohne Verkehrsstörungen oder Routenwahlempfehlungen) werden die dargestellten Anfahrtsrouten gewählt. Sie sind auch auf der Eventseite im Internet vom Veranstalter als Anfahrtsmöglichkeiten angegeben. Schon bei kurzem Betrachten wird klar, dass zwischen St. Michael und der Enddestination Zeltweg ein Konfliktpunkt vorherrscht. Bis auf die aus Klagenfurt kommenden Pkw passieren alle Normalrouten diesen Streckenteil.



Abbildung 65: Anfahrtswege verschiedener Landeshauptstädte nach Zeltweg

Sowohl der Knoten St. Michael als auch die Strecke zwischen St. Michael und Zeltweg (S36 - Murtal Schnellstraße) werden von den Besuchern, die aus Salzburg, Linz, Wien und Graz kommen, belastet. Die Hauptbelastungen und dadurch auch die größte Wahrscheinlichkeit der Überlastung liegen im Bereich zwischen St. Michael und Zeltweg.

## Großräumige Umlenkungsmöglichkeiten

Sollten es bei St. Michael zu Verkehrsüberlastungen und somit zu Staubildungen kommen, ist es sinnvoll, großräumige Alternativrouten anzugeben. Diese können z.B. vom Ö3-Verkehrsfunk durchgegeben werden.

Auf der Normalroute von **Salzburg** über Liezen, (Verwendung von A1 und A9) benötigt man laut Google-Routenplaner 2 Stunden 37 Minuten bei einer Länge von 255 km. Von Salzburg ist es möglich, großräumig über die A10 und die Murtalstraße auszuweichen. Die Ausweichstrecke von Salzburg über Bischofshofen dauert nur 8 Minuten länger (2 h 45 min) und ist 220 km lang. Die Ausweichstrecke ist somit eine gute Möglichkeit, um Verzögerungen im Bereich Knittelfeld zu umgehen.

Auch von **Graz** kommend ist es möglich, Knittelfeld großräumig zu umfahren. Fahrzeuge aus Graz können bei Verkehrsstörungen über die A2 (Südautobahn) ausweichen. Für aus Graz kommende Besucher bedeutet das eine Zeitverlängerung um 26 Minuten im Gegensatz zur Normalroute bei geringer Verkehrsbelastung. Als Umfahrungsstrecke wird über die A2 und B78 gefahren.

Auch Personen, die aus **Wien** anreisen, können Knittelfeld großräumig umfahren. Die Zeitverzögerung ist hier zu groß, um diese Option als sinnvoll zu betrachten (über 50 Minuten Verzögerung). Hier ist es somit besser, kleinräumig auszuweichen.

## Mögliche Alternativrouten im Nahbereich von Zeltweg

Für den Einsatz eines mdWiSta sind die großräumigen Umleitungsempfehlungen nicht von Bedeutung. Wichtig ist es, die Alternativrouten im Nahbereich zu kennen und diese auch in die Schaltstrategie einzubetten. Bevor die Alternativen für die Strategie festgelegt werden, muss die Umgebung betrachtet und kürzeste Wege bzw. Routen festgelegt werden. Dafür werden die einzelnen Routen begutachtet, um die machbaren sowie sinnvollen Alternativen herauszulesen.



Abbildung 66: Routenwahlmöglichkeiten von Salzburg, Linz, Graz, Wien kommend

Das abgebildete Straßennetz wurde in seiner Darstellung abstrahiert. Die verschiedenen Routen können dadurch besser erkannt werden. Die Routen wurden mit Farben versehen, um sie den verschiedenen Abfahrten der S36 zuzuordnen. Bei dem betrachteten Abschnitt handelt es sich um das Teilstück der S36 (Murtal Schnellstraße) zwischen Knittelfeld Ost und Judenburg West. Hier werden die Routenoptionen für Fahrzeuge von St. Michael bzw. Leoben kommend dargestellt. Da die Schnellstraße S36 bei Judenburg endet, wird für dieses Beispiel nur die eine Richtung und somit nur die Anfahrt zum Event betrachtet. Generell ist damit zu rechnen, dass aus Judenburg mit viel weniger Verkehrsaufkommen bezüglich der Airpower zu rechnen ist.

Des Weiteren wurden diese Routen mit Fahrzeit- bzw. Längenänderung aufgelistet. Diese Angaben beziehen sich auf die im unbelasteten Fall günstigste Route (Zeltweg-Ost, Route 1). Die günstigste Route wird im Normalfall bei freiem Verkehrsfluss befahren, um zur Airpower zu kommen. Werden alle Routenwahloptionen in Betracht gezogen, ist es notwendig, den mdWiSta ausreichend weit (bezüglich Sicht- und Erkennbarkeit) vor Knittelfeld-Ost aufzustellen. Fraglich ist, ob es als sinnvoll anzusehen ist, die Varianten der Abfahrten Arena Fohnsdorf und Judenburg-West als Anzeigeoption darzustellen. Einzig dafür sprechend ist eine Überlastung des untergeordneten Netzes im Norden und Osten des in Gelb dargestellten Zielortes der Airpower.

Tabelle 25: Routenoptionen aus St. Michael kommend

Route	Ausfahrt	Zeit	Länge	
1	Zeltweg-Ost	Normalroute		1
2	Zeltweg-Ost	+ 2,0 min	+ 1,8 km	2
3	Zeltweg-West	+ 3,0 min	+ 5,0 km	4
4	Zeltweg-West	+ 8,0 min	+ 8,0 km	6
5	Arena Fohnsdorf	+ 8,0 min	+ 11,4 km	7
6	Arena Fohnsdorf	+ 16,0 min	+ 17,7 km	9
7	Judenburg-West	+ 18,0 min	+ 21,0 km	10
8	Knittelfeld-Ost	+ 11,0 min	+ 5,0 km	7
9	Knittelfeld-Ost	+ 4,0 min	+ - 0 km	4
10	Knittelfeld	+ 3,0 min	+ 0,3 km	3

**Reihung**

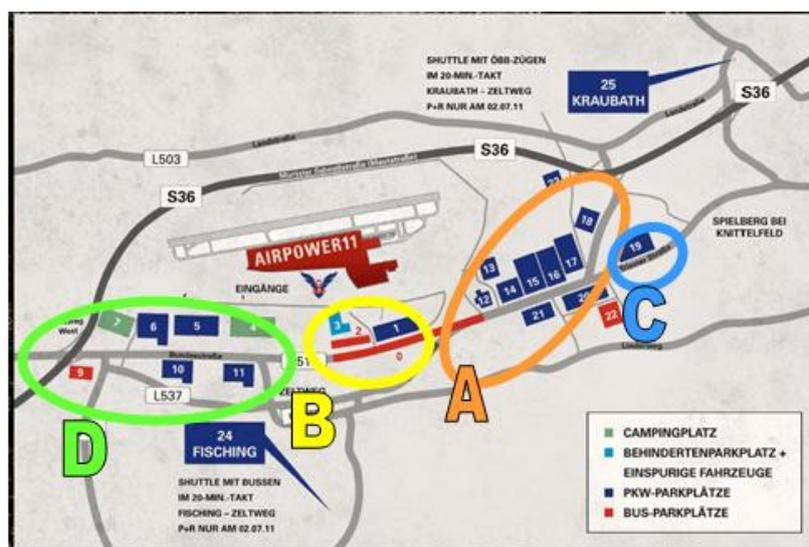
Werden die Abfahrten Judenburg-West und Arena Fohnsdorf miteinbezogen, ist es notwendig, mehrere mdWiSta entlang der Strecke zu positionieren, da die Streckenlänge von Knittelfeld-Ost bis Judenburg-West zirka 18 Kilometer beträgt. Aus der Literatur ist bekannt, dass diese Streckenlänge für eine einzige Anzeigetafel zu lang ist (der Fahrzeuglenker vergisst die gesehene Information nach ca. einer Minute wieder) und die Dauer bei weitem eine Minute übersteigt (9 Minuten).

Auch von Knittelfeld-Ost bis Zeltweg-West beträgt die Streckenlänge zirka 10 Kilometer, für die man 5 Minuten Fahrzeit braucht. Der Einsatz von nur einem mdWiSta ist hier möglich, sollte aber vermieden werden.

## Nahraum Zeltweg

Voraussetzung für die Erreichung der Parkplätze des Airpowers ist die Wegweisung zu den Parkplätzen. Sie muss im untergeordneten Netz bei jeder Anzeigeoption des mdWiSta gewährleistet sein. Diese Wegweisung ist im Regelfall vom Veranstalter bereitzustellen. Sollten auch im untergeordneten Netz Überlastungen auftreten, ist es wichtig, dass ASFINAG und Veranstalter (bzw. das Veranstaltungsteam) zusammenarbeiten. Es ist möglich, am dWiSta zusätzlich Routenempfehlungen für das untergeordnete Netz anzuzeigen. Diese Empfehlungen müssen vorab erstellt werden und können bei Bedarf manuell geschaltet werden. Es ist vorstellbar, Straßennamen, Parkplatznummern,... am dWiSta anzuzeigen. Wichtig ist jedoch, dass die Information verständlich und überschaubar bleibt. Zuviel Information benötigt zuviel Verarbeitungszeit und kann dadurch vom Verkehrsteilnehmer nicht sinnvoll aufgenommen werden. Es ist möglich, für die erweiterten Anzeigeoptionen zusätzliche LED-Schilder aufzustellen. Da das Ziel der Arbeit die Konzeption eines mdWiSta für das Autobahnen- und Schnellstraßennetz ist, wird das untergeordnete Netz nicht im Detail betrachtet. Mögliche Wegweisungen im untergeordneten Netz werden nicht weiter behandelt.

In Abbildung 67 ist der Parkplatzplan der Airpower 2011 abgebildet. Sind z.B. die östlichen Parkplätze schon vollständig belegt (Parkplatzbereich A und C), wäre es sinnvoll (Voraussetzung: stabiler Verkehrsfluss auf der S36), die Besucher über die Abfahrt Zeltweg West zu leiten, damit diese das untergeordnete Netz weniger stark belasten.



**Abbildung 67: Parkplatzplan Airpower 2011**

[BM für Landesverteidigung und Sport]

Sinnvoll ist es natürlich, wenn aus Klagenfurt kommende Besucher die westlichen Parkplätze nutzen. Besucher, die frühzeitig beim Event erscheinen, sollten die weiter innen liegenden Parkplätze beziehen (z.B.: Parkplatz 1). Im Normalfall gibt es bei Großevents „Einweiser“, die den Besuchern die Parkplätze zuweisen. Diese Personen haben einen wichtigen Anteil an der Verkehrsabwicklung. Eine Großveranstaltung ist ein sehr komplexer Anwendungsfall eines mdWiSta. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, wie Veranstalter und Autobahnmeistereien in Zusammenarbeit den Verkehrsfluss und die Verkehrsführung optimieren können.

Anhand eines Liniennetzplanes und eines vereinfachten Netzgraphen müssen solche Überlegungen vorab in eine Schaltstrategie umgesetzt werden. Dafür müssen Grenzwerte definiert werden, bei deren Überschreitung ein vorausgewähltes Anzeigebild geschaltet wird.

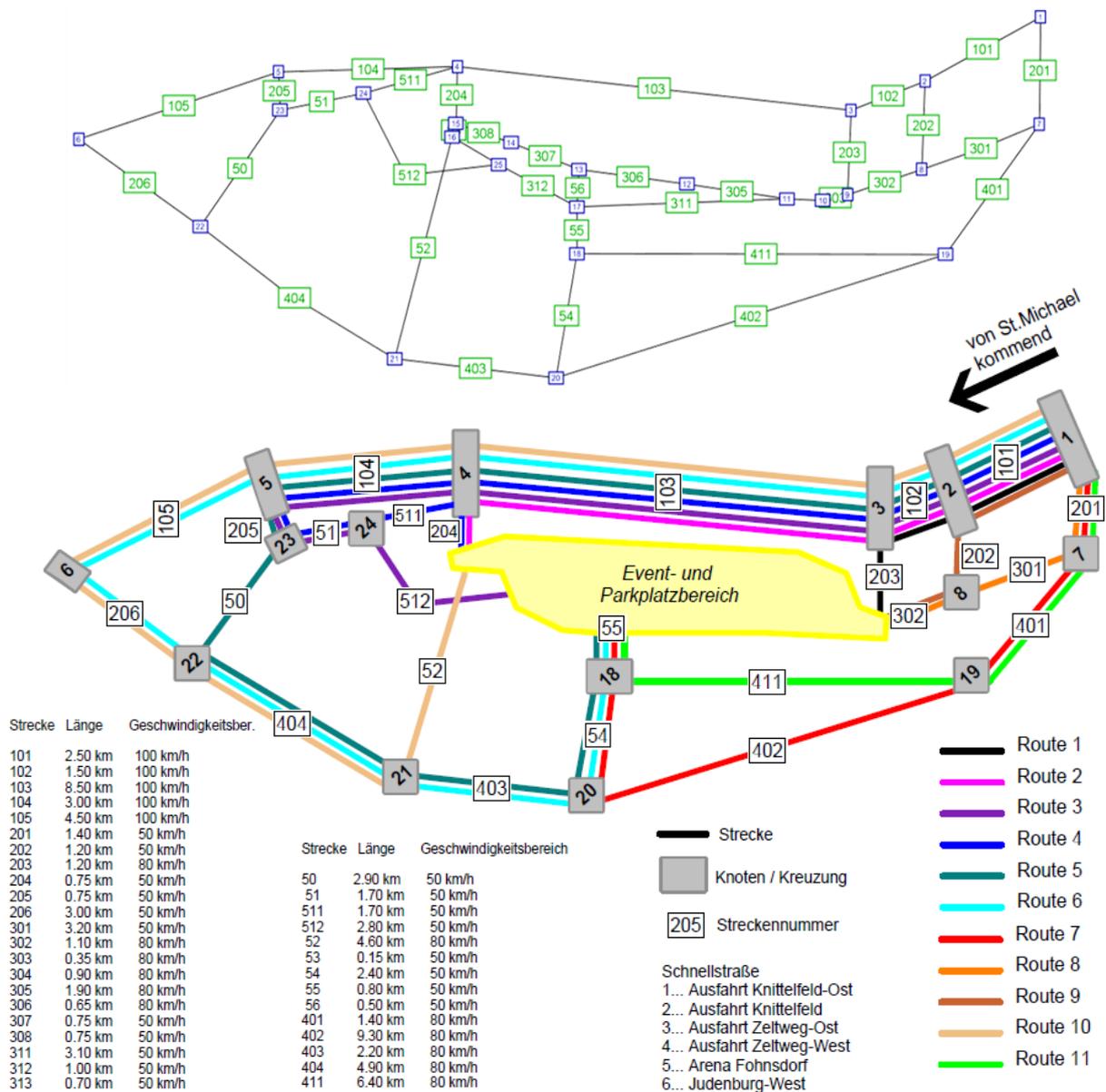


Abbildung 68: Visum-Netz und Liniennetzplan vom Nahraum der Airpower/Zeltweg

Mittels „Google Routenplaner“ wurden die Längen der Strecken herausgelesen und zu einem Visum-Netz zusammengefügt. Dieses Netz bildet die Schnellstraße sowie Landes-, und Bundesstraßen ab und stellt den Nahbereich bei Zeltweg dar. Strecken mit 100er Nummern sind Teil der Schnellstraße, Strecken mit einer 200er Nummer sind Abfahrten. Um die Darstellung der einzelnen verwendeten Strecken der verschiedenen Routen nachvollziehbar zu gestalten, wurde das Visum-Netz weiter adaptiert und ein Liniennetz ausgearbeitet. Die Streckenlängen im adaptierten Netz entsprechen im Programm exakt den aus dem Routenplaner herausgelesenen Längen, jedoch stehen diese in keiner Relation mit den sichtbaren Linien. Zu den Parkplätzen der Airpower kann von verschiedenen Richtungen zugefahren werden. Es konnte keine eindeutig beste Route festgelegt werden, da diese vom angefahrenen Parkplatzaual abhängig ist.

Aus den Geschwindigkeitsbereichen und Streckenlängen wurden die Reisezeiten für verschiedene Routen mit Einbeziehung der verschiedenen Parkplätze berechnet. Parkplatz A wird in Orange dargestellt, Parkplatz B in Gelb, Parkplatz C in blau und der Parkplatzbereich D in Grün.

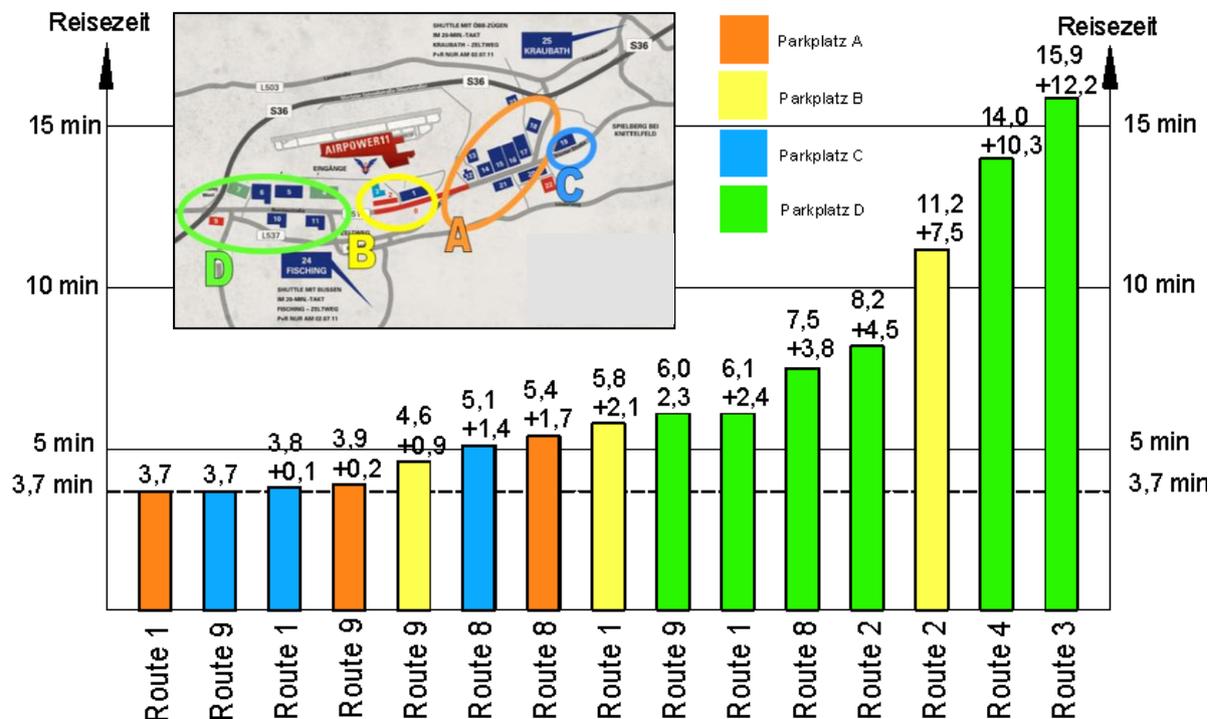


Abbildung 69: Die 15 besten Routen, inklusive Parkplatzwahl, nach Reisezeiten, ab Knittelfeld Ost

Die besten Routen ergaben sich aus Route 1 und Route 9. Bei freiem Verkehrsfluss braucht man auf diesen Routen, ausgehend von der Ausfahrt Knittelfeld-Ost genau 3,7 Minuten, um den Zielparkplatz zu erreichen. Die besten Parkplätze sind je nach Routenwahl Parkplatz A oder Parkplatz C. Da der Parkplatz C etwas weiter außerhalb ist und über ein kleineres Stellplatzvolumen verfügt, wurde die Route 1 als Normalroute ausgewählt. Somit ergibt sich als bestmögliche Autobahnabfahrt Zeltweg-Ost. Diese Route sollte bei freiem Verkehrsfluss auf der mobilen Anzeige angeschrieben sein.

Generell sind die drei bevorzugten Routen die Routen 1, 8 und 9 und somit die Autobahnabfahrten Zeltweg-Ost, Knittelfeld und Knittelfeld-Ost, denn bei beliebiger Parkplatzwahl beträgt bei diesen Routen die Fahrzeit von Knittelfeld-Ost bei freiem Verkehrsfluss weniger als 8 Minuten. Werden die Top 15 Anfahrtswege betrachtet, ergibt sich von der bestmöglichen zur 15-besten Route ein Zeitunterschied von zirka 12 Minuten. Solche Optionen müssen für die Grenzwertüberlegungen bezüglich der Zeitverzögerung unbedingt beachtet werden.

## Routenauswahl und Situierung des/r mdWiSta

Im Normalfall sollte es ausreichen, die drei Schnellbahnausfahrten Knittelfeld-Ost, Knittelfeld und Zeltweg-Ost als mdWiSta Schaltstrategie für die Anreise umzusetzen. Sollte das untergeordnete Netz zu stark belastet werden, müssen die Parkplätze von außen befahren, sozusagen eine andere Einfahrt nach Zeltweg genutzt werden. In solch einem Fall wird schon bei Knittelfeld-Ost von der Schnellstraße abgefahren und die Route mit der Nummer 8 verwendet.

Mit der Positionierung eines mdWiSta vor Knittelfeld kann das Auslangen gefunden werden, da sich die Ausfahrten Knittelfeld-Ost, Knittelfeld und Zeltweg-Ost innerhalb von 4 Kilometern befinden. Bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h und der Länge von 4 Kilometern benötigt der Verkehrsteilnehmer 2,4 Minuten, um dieses Streckenstück zurückzulegen. Sinnvoller wäre es dennoch, einen zweiten mdWiSta vor der Ausfahrt Knittelfeld einzusetzen, da für die erhaltene Information nach einer Minute Fahrzeit ein Erinnerungs-Rückgang beim Fahrzeuglenker bemerkbar wird. Der zweite mdWiSta soll den User unterstützen, indem er dieselbe Information nochmals zur Verfügung stellt. Trotzdem ist die Option der Positionierung eines zweiten mdWiSta als sinnvoll zu betrachten.

Ein mdWiSta dient nicht nur als Anzeige, sondern übermittelt auch Videobilder. Durch die installierte Sensorik können Aussagen zur Verkehrsdichte und zum Verkehrsfluss getätigt werden. Es wäre im Fall der Airpower möglich, nur einen mdWiSta mit Sensor- und Webcamaufbau aufzustellen und den anderen ausschließlich als Anzeigetafel zu nutzen. Trotzdem kann die Installation dieser Geräte auch für zwei Anzeigen sinnvoll sein. Durch zwei Datenerfassungsgeräte kann zusätzlich erkannt werden, ob nur ein Teilbereich überlastet ist oder ob die Überlastung von beiden Geräten ausgegeben wird.

## Abstrahierter Netzgraph

Für die Schaltung der Anzeigetafel ist die dahinterliegende Strategie wichtig. Ein abstrahierter Netzgraph wird notwendig. Ein Graph ist ein Modell einer technischen oder natürlichen, netzartigen Struktur. Er besteht aus Knoten (O) und Kanten (-). Kanten sind die Verbindung zwischen einzelnen Knoten. Ein Netzgraph entspricht somit einer schematischen Darstellung des Straßennetzes. Als Knoten werden hierbei Kreuzungspunkte angesehen. An einem Knoten ist es möglich, unterschiedliche Kanten für die weitere Vorgehensweise auszuwählen. Ein Streckenstück, beginnend bei einer Kreuzung und endend bei einer Kreuzung ist der einfachst-mögliche Graph, den es gibt. Er besteht aus einem Startpunkt (A), einem Endpunkt (B) und der Verbindung, also dem Straßenelement (ab). [Hafterndorn, 2010]

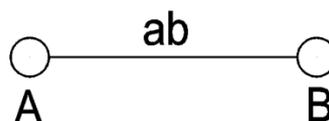


Abbildung 70: einfachster Graph

Ein Graph kann auch aus mehreren einfachen Elementen bestehen. Zum Beispiel kann so eine Autobahn bzw. Schnellstraße in einfachster Form abgebildet werden.

Man benötigt Knoten (Auf-, Ausfahrten) und Kanten (Strecken zwischen den Auf-, Ausfahrten). [Büsing, 2010] Dieser Graph könnten für das Schnellstraßenstück beim Beispiel Airpower wie folgt aussehen:

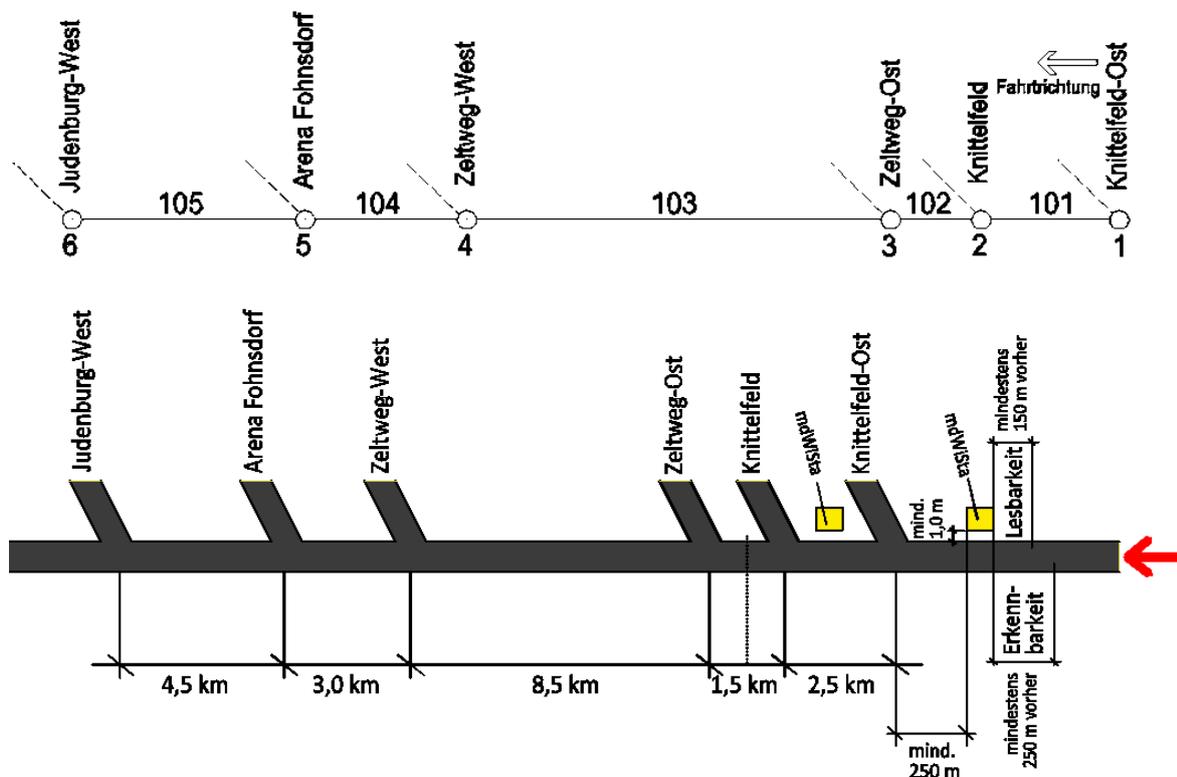


Abbildung 71: Einfacher Liniengraph + Schemadarstellung Schnellstraße - Airpower

Im Regelfall besteht ein Netzgraph jedoch aus einer Vielzahl an Knoten und dazugehörigen Kanten. Er soll die verkehrsmäßige Situation eines Betrachtungsareals ausreichend genau abbilden. Dafür ist meist ein gewichteter und somit bewerteter Graph notwendig. Die Kanten eines gewichteten Graphs werden zusätzlich auch mit bewertbaren Informationen bestückt.

Eine Möglichkeit eines bewerteten Graphs wird auch hier am Beispiel der Airpower dargestellt. Es werden die Länge, die aktuelle Belastung der Fahrzeuge sowie die Norm-Reisezeit angegeben. Bei einem gewichteten Graph kann der Weg von einem Startknoten zu einem Zielknoten gefunden werden, indem die Summe aller Kanten die geringste Bewertung aufweist. Im diesem Fall wird für die Bewertung die Reisezeit herangezogen. Das Netz wird somit mathematisch abgebildet und der Verkehrszustand kann über diese vereinfachte Abbildung des Straßennetzes abgeschätzt werden. Ein solch ein kleiner Netzgraph ist somit ein klein gehaltenes, einfach verständliches Verkehrsmodell, welches im Hintergrund als Strategie abläuft.

Die Berechnungen erfolgen am gegebenen Beispiel über die geringste Fahrzeit vom Startpunkt zum Endpunkt. Die Berechnung erfolgt nach dem Prinzip der kürzesten Wege. In diesem Sinn darf der kürzeste Weg nicht als Streckenlänge verstanden werden, sondern er ist auf die aus der Belastung resultierenden Reisezeitverlängerung bezogen. Geht die Reisezeitverlängerung über einen bestimmten, vorab definierten Grenzwert hinaus, wird eine alternative Route vorgeschlagen. Dieser Vorschlag soll nach Bestätigung durch einen Operator dann am mdWiSta angezeigt werden.

Dieses einfach gehaltene Prinzip, das im Hintergrund abläuft, sorgt somit dafür, dass die Verkehrsteilnehmer mit Einbeziehung der Auslastung die bestmögliche Route für die Zielerreichung nutzen und die für diese Route vordefinierten Anzeigebilder am Schild dargestellt werden. Für den Netzgraph gibt es somit unveränderliche Kenngrößen, die das Straßennetz betreffen. Dessen Längen, Straßenkategorie, Richtungsinformationen etc. werden in das System eingegeben. Zusätzlich kann aus den Dateneingängen zur Verkehrslage eine Grenzwertüberschreitung festgelegt werden. Vor allem Reisezeiten sind für die Auswertung wichtig.

Da für die Airpower drei Schnellstraßenabfahrten als sinnvoll erscheinen, müssen nur diese im Netzgraph berücksichtigt werden. Die Knoten und Kantennummern wurden aus dem Liniennetzplan übernommen. Einige Kanten wurden zusammengelegt, diese neuen Kanten haben nun eine 90er Nummer erhalten. Als Vereinfachung sind der Startknoten (1) gelb und der Zielknoten (17) rot unterlegt. Die gewählte Route bei freiem Verkehrsfluss ist mittels grauem Balken dargestellt. Es werden nun durch die eingehenden Daten die Geschwindigkeiten ermittelt. Werden sie vor der Kante 102 so gering, dass ein Grenzwert bezüglich Reisezeit überschritten wird, soll die Alternativroute am mdWiSta angezeigt werden.

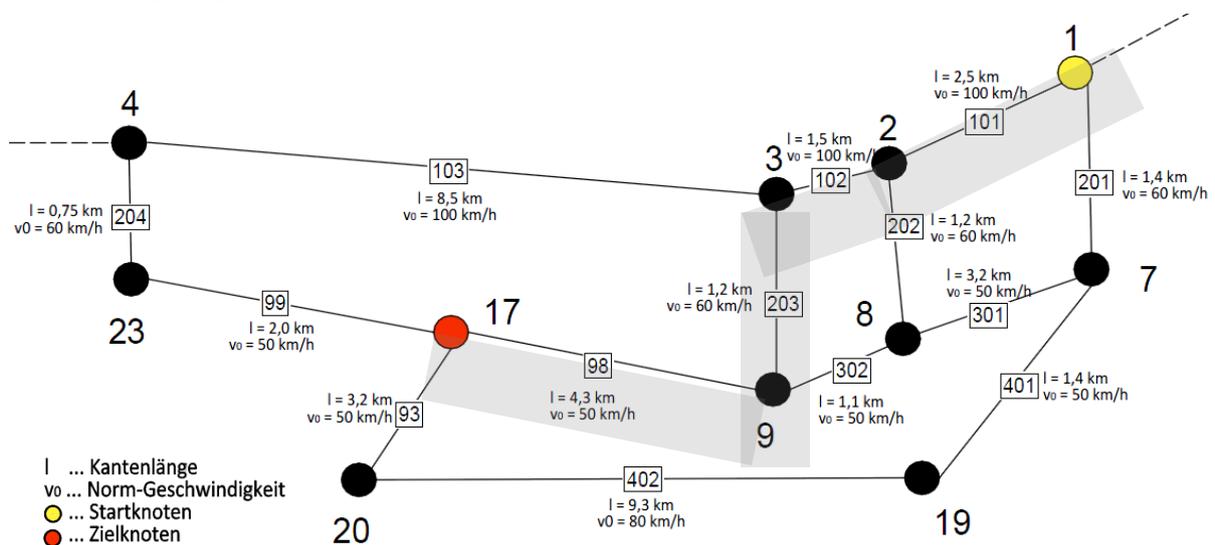


Abbildung 72: Abstrahierter Netzgraph - Airpower

Für die Routenwahl werden die Kanten bewertet. Jede Kante wird einzeln bewertet. Jede Route besteht aus verschiedenen Kanten, Überschneidungen sind möglich. Jede Kante hat eine Bewertungsfunktion. Je nach gegebener Funktion hat eine Kante eine geringere oder höhere Reisezeit. Um die Route mit der geringsten Reisezeit auszuwählen müssen verschieden bewertete Kanten aneinandergereiht werden.

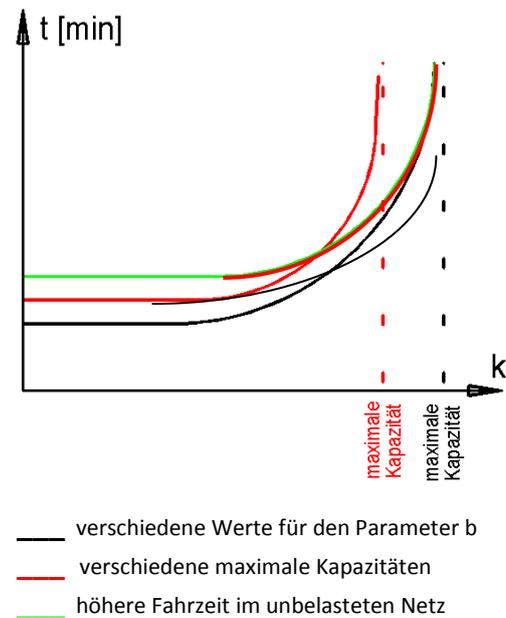
Die in Summe beste Route sollte gewählt werden. Die Bewertungsfunktion bezieht sich auf die Capacity Restraint (CR) oder link performance Funktion. Diese basiert auf dem Wardrop'schen Prinzip. „Capacity Restraint function“ bedeutet übersetzt in etwa kapazitätseingeschränkte Funktion. Die Aussage die dahinter steht ist folgende. Fahrzeuge erreichen im unbelasteten Netz eine höhere Geschwindigkeit als im belasteten Netz. Das Maximum der Kapazität wird bei Stau erreicht. Die Fahrgeschwindigkeit nähert sich dem Stillstand an.

$$t_{\text{akt}} = t_0 \times (1 + a \left( \frac{q}{(q_{\text{max}} \times c)} \right)^b)$$

$q$	=	Belastung [Pkw-Einheiten / Zeitintervall]
$t_0$	=	Kapazität [Pkw-Einheiten / Zeitintervall]
$c$	=	Kapazität [Pkw-Einheiten / Zeitintervall]
$t_{\text{akt}}$	=	aktuelle Fahrzeit im belasteten Netz [s]

Die durch die Kapazität verlängerte Fahrzeit kann durch die CR-Funktion dargestellt werden. Die aktuelle Fahrzeit wird ermittelt indem die Fahrzeit bei freiem Verkehrsfluss mit Belastungen und verschiedenen Parametern ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) multipliziert wird. Die Eingabeparameter sind dementsprechend die Fahrzeit im unbelasteten Netz, die Kapazität der Strecke und die gerade vorliegende Auslastung.

Die Funktion hängt nicht nur wie oben abgebildet von der maximalen Kapazität ab, sondern auch von der Wahl der Parameter  $a$ ,  $b$  und  $c$  ab. Meist wird für  $a$  und  $c$  der Wert 1 gewählt. Auch das Computerprogramm VISUM (Verkehrsmodellierung) schlägt diese Werte vor. Der Parameter  $b$  wird im Regelfall in Abhängigkeit der Verkehrsverlangsamung gewählt. Je höher der Parameter  $b$  umso höher wird die Fahrzeit. Diese Auswirkungen sind besonders stark im Sättigungsbereich zu erkennen.



**Abbildung 73: Capacity Restraint Function**

[Ortúzar; Willumsen, 2011]

Da es verschiedene Routen gibt, welche unterschiedliche aktuelle Reisezeiten haben, werden diese nach einem Best-Weg-Algorithmus ausgewählt. Allererst wird die Null-Verkehrsstärke betrachtet. Verschiedene Routen werden bei freiem Verkehrsfluss, es wird die Reisezeit mit der zugelassenen Geschwindigkeit berechnet. Die Null-Verkehrsstärke wird mit der sogenannten Nullbelastung berechnet. Darauf folgend wird die Fahrzeit mit der aktuellen Belastung berechnet. Sollten die ermittelnden Daten Reisezeiten angeben, kann anstatt der Belastung direkt die Reisezeit der verschiedenen Routen herangezogen werden. Wird die Belastung detektiert so wird die Reisezeit über die vorliegende CR-Funktion errechnet. Durch die verschiedenen Reisezeiten wird die beste Route ausgewählt. [Ortúzar; Willumsen, 2011]

Eine Route wird attraktiver, wenn auf einer anderen Route die Verkehrsbelastung steigt und dadurch die Reisezeit erhöht wird. Wird ein durch die Strategie definierter Grenzwert überschritten, so stellt sich eine Routenumlegung ein und das dafür notwendige Schaltbild wird angezeigt. Durch den abstrahierten Netzgraphen wird die Kantenbewertung vorgenommen.

## Erarbeitung von mdWiSta-Anzeigebildvarianten

Für den Bereich der Schnellstraße bei Zeltweg (ohne Einbeziehung der Parkplatzblöcke) wurden mdWiSta-Anzeigebilder erarbeitet. Die abgebildeten Schaltbilder sind eine Möglichkeit von vielen und stellen somit nur ein Beispiel dar. Die Schriftbilder sollten für jedes Event separat ausgearbeitet werden, um genau auf die vorliegende Situation eingehen zu können. Die Regelungen bezüglich Positionierung der Anzeigehalte müssen aber immer beachtet werden, so wird auch das Anzeigebild verschiedener Veranstaltungen trotzdem sehr ähnlich aussehen. Anders als bei der Baustelle, müssen, wie schon erwähnt, die Anzeigooptionen für das Event im Voraus durch die Miteinbeziehung des Veranstaltungsteams erarbeitet werden. Es gibt im Gegensatz zur Baustelle kaum Regelungen durch Richtlinien oder Verordnungen. Trotzdem wird auf diese bezüglich des Schriftbildes, der Lesbarkeit und Erkennbarkeit etc. Rücksicht genommen. Durch die Leuchtkraft der LED-Dioden wird die im Kapitel Grundlagen definierte Schriftgröße nicht exakt eingehalten, da davon ausgegangen wird, dass ein leuchtendes Verkehrszeichen die Aufmerksamkeit des Fahrzeuglenkers besser auf sich lenkt als ein festes, nur reflektierendes Verkehrszeichen. Um sinnvolle Anzeigooptionen schalten zu können, ist es wichtig, die Routenempfehlungsmöglichkeiten so exakt wie möglich auszuarbeiten. Die Regelung der Anzeige wird durch die Überprüfung des Verkehrsflusses in den Klassen nach LOS und spezifisch für die Veranstaltung festgelegten Grenzwerte durchgeführt. Die LOS ist in sechs Stufen eingeteilt. Für den mdWiSta-Einsatz können diese Stufen auf weniger Stufen reduziert werden.

Ist der Verkehr auf dem betrachteten Teilstück stabil, es liegen somit Stufen nach Los von A bis D vor, kann die Anzeige die Grundschtung mit der Normalroute anzeigen. Bei Erreichen der Stufe D (Verkehrszustand zwischen stabil und instabil) muss beurteilt werden, ob sich die Verkehrslage weiterhin verschlechtern wird. Ist mit starkem Zufluss zu rechnen, sollte eine kollektive Geschwindigkeitsregulierung bedacht werden. Eine weitere Möglichkeit ist, eine Alternativroute anzugeben. Auch die Kombination der beiden Varianten ist möglich. Wird eine Verlustzeitanzeige geschaltet, sollte darauf geachtet werden, dass die Minuten nicht der Echtzeit entsprechen, sondern in Klassen eingeteilt werden. Sinnvoll ist eine solche Zeitangabe erst ab 10 Minuten Zeitverzögerung bzw. Zeitersparnis auf der Alternativroute im Gegensatz zur Normalroute. Beträgt die Reisezeitverkürzung weniger als 10 Minuten, so kann von der Verlust/Gewinnzeitanzeige abgesehen werden. Sollte die Routenänderung einen Zeitgewinn von 7 Minuten gegenüber der Normalroute ergeben, sollten trotzdem 10 Minuten auf der Anzeige dargestellt werden.

Will der Operator eine höhere Befolgung erzielen, ist es möglich, trotz geringer Zeitersparnis eine höhere anzugeben. Der Fahrzeuglenker wird somit getäuscht und wählt eher die Alternativroute. Es muss in solch einem Fall jedoch bedacht werden, dass durch Verwendung von Navigationsgeräten oder anderen dynamischen Systemen sowie durch Einheimische, die die Route genau kennen, diese Täuschung erkannt werden kann. Sollte dies zu oft der Fall sein, kann eine solche Zeitangabe in Zukunft für den Verkehrsteilnehmer nicht mehr vertrauenswürdig erscheinen und dadurch sinkt auch der Befolgungsgrad ab. Wird die Stufe E bzw. F erreicht, kommt es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Überlastung. Dafür muss man nur mehr eine einzelne Einflussgröße leicht abändern. Am mdWiSta wird deshalb das Symbol „Achtung“ bzw. „Stau“ angezeigt. Es sollten zusätzliche Informationen über die Verkehrssituation (Ort, Entfernung, Grund, Auswirkung) angegeben werden, die Situation kann dadurch sehr genau an den Fahrzeuglenker übergeben werden. Bei LOS Stufen E und F sollte auch eine Alternativroute angezeigt werden.

In der Tabelle werden diese Maßnahmen für die Airpower zugeordnet und mögliche Maßnahmen zur Verkehrsflussregelung angegeben. Um diese Maßnahmen durch Grenzwertüberschreitungen anzeigen zu können, müssen die LOS-Klassen für die Murtal-Schnellstraße zusätzlich in Geschwindigkeitsbereiche bzw. in Reisezeitverlängerungen ( $t_{zus}$ ) pro Kante eingeteilt werden.

$$t [h] = v [km/h] * l [km]$$

$$t [min] = ( t [h] / 60 )$$

$$t_{akt} - t_0 = t_{zus}$$

Die aktuelle Reisezeit ( $t_{akt}$ ) wird aus der aktuell gefahrenen Geschwindigkeit ( $v_{akt}$ ) und der Streckenlänge ( $l$ ) berechnet. Bezogen auf die Geschwindigkeit bei geringer Verkehrsdichte ( $v_0$ ) und somit die Reisezeit ( $t_0$ ) kann pro Streckenstück die Reisezeitverlängerung ( $t_{zus}$ ) ausgedrückt werden.

Tabelle 26: Verkehrslage - Airpower

Detektierte Verkehrslage	LOS-Klassen	Anzegebild Nr.	Maßnahmen
Normalroute stabil	A - D	Bild 1	Abfahrt bei Zeltweg-Ost
Überlastung bzw. zäher Verkehrsfluss vor Zeltweg Ost, bzw auf der Abfahrt Zeltweg-Ost	E F	Bild 2a, Bild 2b	Geschwindigkeitsreduktion (E) Abfahrt Knittelfeld (F) Gefahrenzeichen „Stau“
Überlastung bis vor Knittelfeld bzw. der Abfahrt Knittelfeld	E,F	Bild 3	Abfahrt Knittelfeld-Ost + Gefahrenzeichen „Stau“
Stau bis vor Knittelfeld-Ost bzw. Auf der Abfahrt Knittelfeld-Ost	E,F	Bild 4	Abfahrt Knittelfeld-Ost + Gefahrenzeichen „Stau“ + Geschwindigkeitsreduktion
Zusätzliche Angaben durch Personal vor Ort (Veranstalter)		Bild 5 ff	meist das untergeordnete Netz betreffend (Parkplatzsituation etc.)

Tabelle 27: Anzeigeeoptionen nach Verkehrslage und Ereignisort

Sollte der mdWiSta in den Straßenraum hineinragen, müssen die Warnleuchten immer aktiv gesetzt sein. Im Fall des stabilen Verkehrs, wenn der mdWiSta nicht in den Straßenraum ragt, können die Warnleuchten auf nicht aktiv gesetzt sein, die Tafel dient nur als Information der „Airpower-Besucher“ und ist nicht relevant für andere Verkehrsteilnehmer. Wird das Anzeigen eines Verkehrszeichens notwendig, sollte dieses immer in der linken oberen Tafelcke angezeigt werden. Sollte das größere Tafelformat zum Einsatz kommen, wird das Verkehrszeichen auf dem zusätzlich montierten 1x1 m Schild angezeigt.

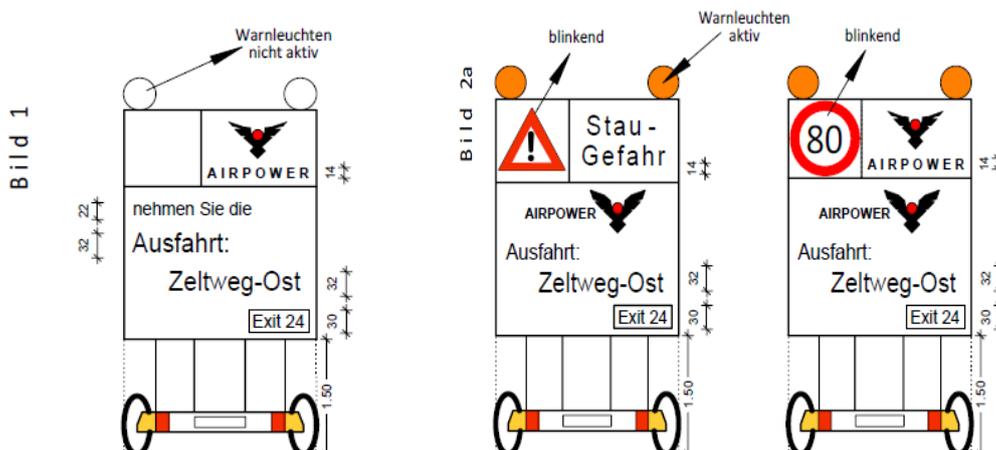


Abbildung 74: Anzeigeeoption bei LOS A-D und LOS E

Um für den User, also den Verkehrsteilnehmer, die Tafel optisch ansprechend und leicht verständlich zu gestalten, ist es möglich, mittels Piktogrammen die bessere Route (also Ausfahrt der S36) graphisch zu betonen. Es kann zum Beispiel mit Smileys gearbeitet werden. Diese sind dem Straßennutzer schon durch Baustellenabwicklungen der ASFiNAG bekannt.

Befindet sich der Verkehrsteilnehmer gerade erst am Anfang der Baustelle, so findet er ein rotes, traurig oder böse schauendes Smiley vor, ist das Ende der Baustelle (Geschwindigkeitsbegrenzung) schon nahe, wird ein grünes, lächelndes Smiley angegeben. Auch die Verwendung von anderen einfach verständlichen Piktogrammen, wie einer Uhr oder Sanduhr, werden als sinnvoll betrachtet.

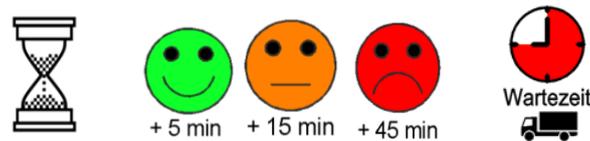


Abbildung 75: Piktogramme für Zeitverlustanzeigen

Bei der Planung der Anzeigehalte für eine Großveranstaltung sollten die Regeln der Wegweisung eingehalten werden. In diesem Fall muss die Umklappregel beachtet werden. Wie in den Grundlagen angegeben, muss somit das nähergelegene Ziel unter dem entfernteren Ziel liegen. Demensprechend steht Zeltweg-Ost (weiter entfernte Ausfahrt) immer über den anderen Ausfahrten (Knittelfeld-Ost, Knittelfeld). Sollen alle drei Ausfahrten am mdWiSta angezeigt werden, wäre die Reihenfolge wie folgt:



Um nicht zu viele Informationen anzuzeigen und dadurch die Lesbarkeit und die Verarbeitungszeit zu erhöhen, werden nur die bestmögliche Route (Alternativroute), in diesem Fall entweder die Ausfahrt Knittelfeld bzw. Knittelfeld-Ost und die Normalroute (Ausfahrt Zeltweg-Ost) angezeigt. Entsteht ein Stau, muss eine Verzögerung akzeptiert werden. Durch den mdWiSta wird der Verkehrsteilnehmer on-trip über die örtlichen Gegebenheiten informiert. Durch die angegebenen Informationen wird gezeigt, dass die Route Knittelfeld/Knittelfeld-Ost im Gegensatz zur Route Zeltweg-Ost eine kürzere Reisezeit aufweist. Dieses Zeitersparnis soll die Befolgung der Routenalternative erhöhen und die gleichmäßige Auslastung verbessern. Zusätzlich wird die Örtlichkeit des Staus angegeben. Da sich der Stau vor Zeltweg-Ost befindet (Event-Besucher sind hier der Stauverursacher), kann ein nicht an der Veranstaltung teilnehmender Verkehrsteilnehmer vom mdWiSta ablesen, dass er bei Zeltweg-Ost wieder auf seine ursprüngliche Route zurückkehren kann.

Folgende Abbildungen zeigen eine Anzeigemöglichkeit (ohne Wechselschaltung), die den Verkehrsteilnehmer in ausreichender Weise über die Verkehrssituation informiert.

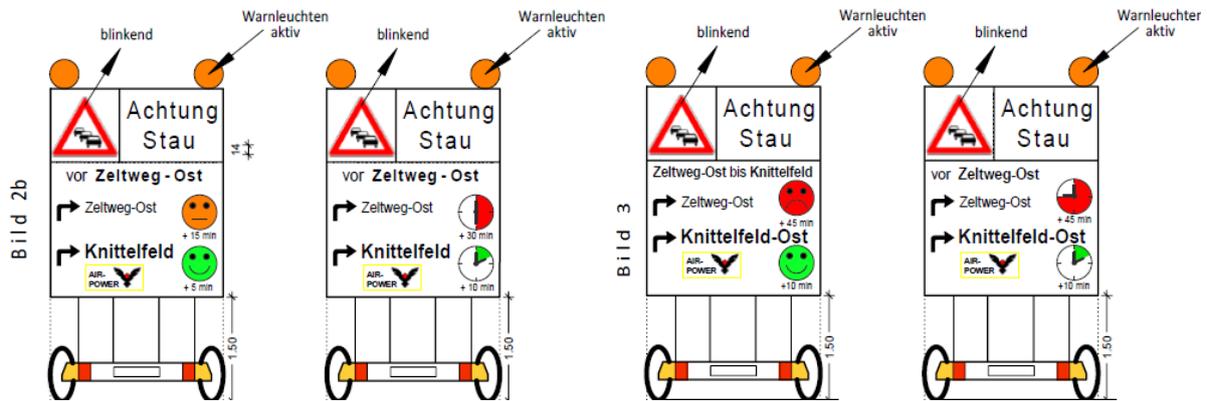


Abbildung 76: Anzeioption, LOS F im Bereich Zeltweg-Ost und Bereich Knittelfeld

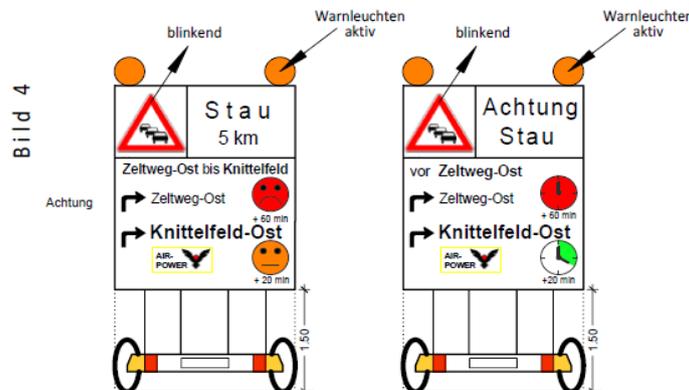


Abbildung 77: Anzeioption, LOS E-F, Bereich Knittelfeld-Ost

Zusätzlich zum Nahbereich wird der Knoten St. Michael stark von der Airpower belastet. Im Jahr 2011 wurden Shuttle-Busse eingerichtet, welche die Veranstaltungsteilnehmer von den Parkplätzen bei Fasching und Krautbath direkt zur Airpower brachten. Diese Parkplätze müssen in die mdWiSta-Strategie miteinbezogen werden. Es ist wichtig, schon bevor die Parkplätze des Nahbereichs vor der vollständigen Auslastung stehen, die Park and Ride Zonen verstärkt zu bewerben. Dafür sollten auf den Schnell- bzw. Autobahn-Ausfahrten zu den „Park and Ride“ Anlagen mdWiSta aufgestellt werden. Generell wird die Möglichkeit des P+R immer angezeigt, wichtig ist diese Information vor allem bei Verkehrsüberlastung im Bereich von St. Michael und dem nachfolgenden Streckenteil. Die Verkehrsteilnehmerinformation muss kurz gehalten werden, zusätzlich darf sie keinesfalls zu Verwirrung von Verkehrsteilnehmern, die nicht zur Airpower fahren, führen. Eine Möglichkeit der Anzeige wurde ausgearbeitet.

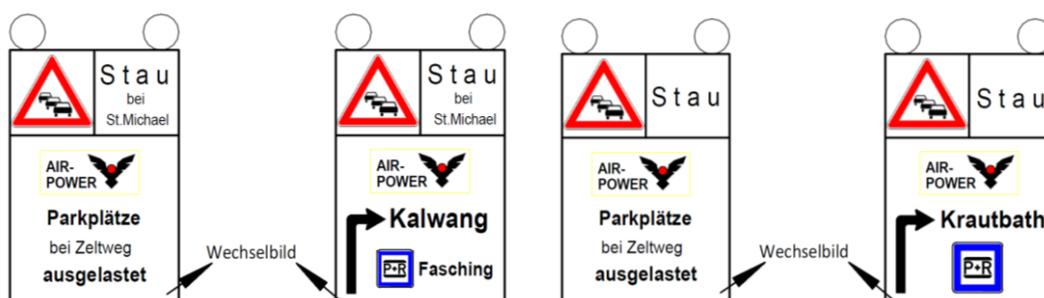


Abbildung 78: Anzeioption für Park and Ride

Da, wie aus einschlägiger Literatur bekannt, von einer maximalen Zeilenanzahl von 4 Zeilen ausgegangen werden soll, kommt in dem hier vorliegenden Fall eine Wechselbildschaltung zum Einsatz. Für den Fahrzeuglenker ist es einfacher, zwei kurze, überschaubare Bilder hintereinander zu verarbeiten, als ein Bild, das mit zu vielen Informationen bestückt ist. Bei überladenen Anzegebildern ist der Zeitaufwand viel höher, da sich der Verkehrsteilnehmer erst einen Überblick verschaffen muss, um die für ihn wichtigen Informationen herauszufiltern. Dementsprechend werden bei einer Wechselschaltung zwei Schaltbilder abwechselnd angezeigt. Bild 1 zeigt, dass es für die Besucher der Airpower eine Ausfahrt zu einem Park and Ride Platz gibt. Bild 2 gibt zusätzliche Informationen an. Für eine solche Anzeige könnte auch die kleine Anzeige (2A) verwendet werden. Hierfür muss der Text noch verkürzt werden.

Für die Befolgung der angezeigten Inhalte ist unter anderem auch die richtige Platzierung der Tafeln ausschlaggebend. Werden mehrere Tafeln aufgestellt, ist es möglich, dass diese nicht denselben Inhalt anzeigen (z.B.: Einbeziehung von Park and Ride). Diese verschiedenen Tafelbilder sollten aufeinander abgestimmt sein und mittels Strategiemanager gemeinsam geschaltet und somit koordiniert werden. Es werden gleiche Teilinformationen an unterschiedlichen mdWiSta Standorten angezeigt. Für das Beispiel Airpower sollten durch die Einbeziehung der Park and Ride-Anlagen mindestens drei Tafeln aufgestellt werden. Wie vorab erwähnt, sollte der Einsatz eines zweiten mdWiste vor der Ausfahrt Knittelfeld diskutiert werden.



Abbildung 79: Situierung der mdWiSta im Netz

#### 4.1.4 Skiweltcup am Semmering

Anders als das Airpower läuft die Abwicklung der Veranstaltung am Semmering ab. Hier hat der Veranstalter ein Netz, welches mehr einem Liniengraphen gleicht, da sich die Parkplätze entlang der Zufahrtsstrecke befinden und Shuttle-Busse den Transfer zum Veranstaltungszentrum übernehmen. Dementsprechend sieht auch die Abwicklung unterschiedlich aus. In diesem Teil der Arbeit wird zuerst die Abwicklung der Veranstaltung erklärt und dann der Einsatz eines mdWiSta diskutiert.

#### Verkehrsabwicklung während des Skiweltcups

Egal ob Riesentorlauf oder Nachtslalom, es macht kaum einen Unterschied, in Österreich ist Skifahren ein Sport, der Zuschauer begeistert. Zirka 10.000 Fans pro Tag wollen ihre Stars bewundern und meist mit dem Auto zum Semmering anreisen. Zur Abwicklung des Ansturms konnte die S6 Semmeringer Schnellstraße erstmals im Winter 2004 an den zwei Wettkampftagen nur in Richtung Wien, dafür aber zweiseitig, befahren werden. Die S6 in Richtung Steiermark wurde als Großparkplatz eingerichtet. Der von Wien kommende Verkehr wurde über die ehemalige Semmering Ersatz Straße (B306 – L 4168) umgeleitet. Zusätzlich zum Großparkplatz auf der einen Seite wurden sogar auf Teilen der Gegenfahrbahn, Richtungsfahrbahn Wien, Abstellflächen eingerichtet. Besucher aus Wien konnten somit direkt über die S6 anreisen und dort gleich direkt die Parkplätze auf der S6 oder B306 / L 4168 nutzen. Von dort wurden Shuttle-Busse zum Veranstaltungs- und Renngelände „Hirschenkogel“ organisiert. Besucher aus der Steiermark konnten über die S6 zufahren und die Abstellflächen auf der B306 / L 4168 oder ebenfalls der S6 nutzen. Die Parkplätze im Bereich der Pashöhe, also im Ort Semmering, wurden für diesen Event aufgelassen. Der Durchzugsverkehr, von Wien und dem nördlichen NÖ kommend, wurde bei der Anschlussstelle Gloggnitz auf die L 4168 und B 306 bis nach Maria Schutz umgeleitet. Lkw mussten großräumig über die Süd-Autobahn (A2) ausweichen. Hierfür wurden entsprechende Hinweistafeln aufgestellt. Lkw, welche die S6 benutzten, wurden angehalten und dann blockweise über die S6 an den Parkplätzen vorbei geführt. Für Lkw-Lenker kam es dadurch zu längeren Wartezeiten. Von der Steiermark kommend (Richtung Wien) konnte die S6 durchgängig befahren werden. Der Ort Semmering konnte auch an den Renntagen durchfahren werden, jedoch wurden im Ort einige Straßensperren, Halte- und Parkverbote sowie zusätzliche Einbahnen installiert. Dringend notwendig hierfür ist eine verständliche Beschilderung, die von den Eventteilnehmern als auch vom Durchzugsverkehr beachtet werden muss. [news network internet service, 2004]



Abbildung 80: Nahbereich Semmering

## Großräumige Routenoptionen

Da sich die ASFiNAG gemeinsam mit den Veranstaltern, wie oben erwähnt, entschlossen hat, die Schnellstraße S6 in Richtung Graz als Parkplatz zu verwenden, kann die Normalroute, d.h. die Abfahrt bei Maria Schutz während des Events nicht benutzt werden. Eventbesucher können jedoch auf der S6 bleiben, da sich dort einer der Parkplätze befindet. Der Verkehr, der nicht durch das Event erzeugt wird, muss eine Umleitung in Kauf nehmen. Der Durchfahrtsverkehr (Binnenverkehr) muss spätestens bei Gloggnitz abfahren und kann dann erst wieder frühestens bei Maria Schutz auf die S6 auffahren. Großräumiges Ausweichen wird für Lkw empfohlen. Für die ergibt sich eine erhebliche Wartezeit beim Parkplatz auf der S6, da der Lkw-Verkehr, der über die S6 verläuft, nicht über das untergeordnete Netz umgeleitet wird, sondern kolonnenweise durch den Parkplatz geführt wird. Betroffen sind vor allem Routen, die von Wien bzw. Wiener Neustadt ausgehen und in Richtung Judenburg bzw. Liezen geführt werden.

Quelle-Ziel	Route	Länge	Dauer	Notwendige Verzögerung für Routenänderung	Routen-Verlängerung
Wien-Kapfenberg	via A2	255 km	2 h 23 min	mehr als <b>1 h 6 min</b>	110 km
	via S6	145 km	1 h 17 min		
Wien-Judenburg	via A2	284 km	2 h 29 min	mehr als <b>43 min</b>	81 km
	via S6	203 km	1 h 47 min		
Wien – Liezen	via A1 + A9	292 km	3 h 33 min	mehr als <b>1 h 32 min</b>	63 km
	via S6	229 km	2h 01 min		
Wien - Mariazell	via S6 (Mürzzuschlag)	149 km	1 h 45 min	Normalroute	
	via S6 (Gloggnitz)	152 km	2h 02 min	Mehr als <b>17 min</b>	3 km
	via A2 (Wöllersdorf)	143 km	1h 50 min	Mehr als <b>5 min</b>	-6 km

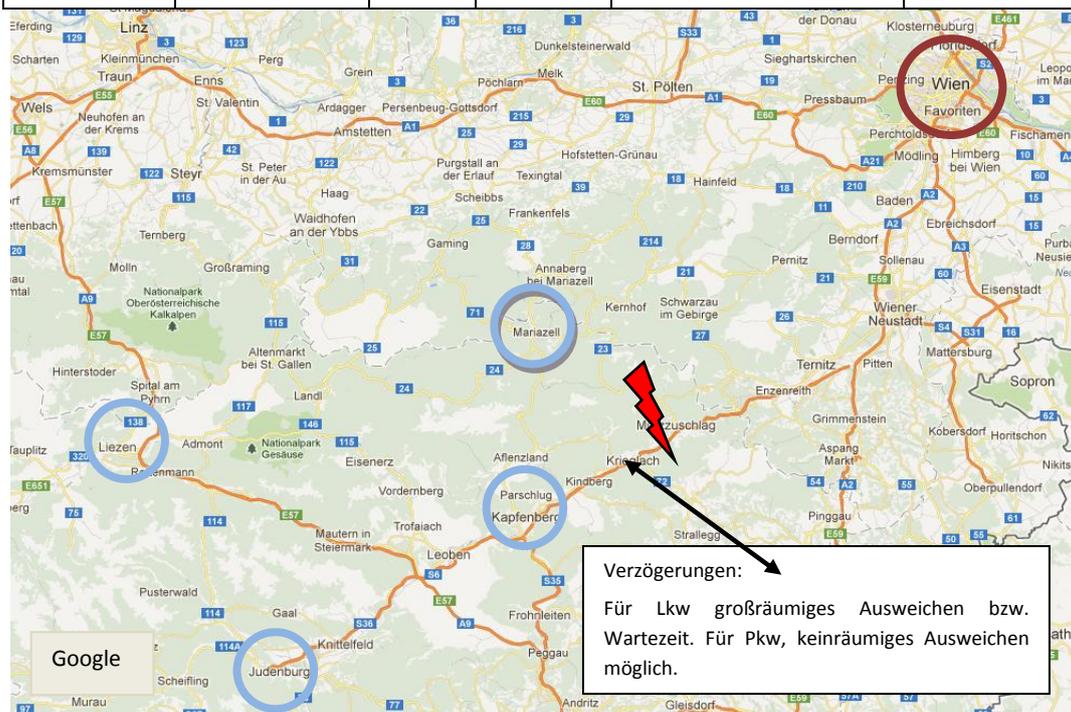


Abbildung 81: Großräumiges Ausweichen – Semmering

Wie in der Abbildung und Tabelle erkennbar, ist großräumiges Ausweichen zwar möglich, bringt aber einen enormen Zeitverlust mit sich. Es bleibt somit jedem Lkw-Fahrer selbst überlassen, ob dieser die Wartezeit für die Parkplatzdurchfahrt bevorzugt oder ob dieser lieber kontinuierlich vorankommt, dafür mehr Kilometer zurücklegt und eine längere Reisezeit als auf der Normalroute in Kauf nimmt. Ist mit Wartezeiten von mehr als einer Stunde zu rechnen, so ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass alternative Routen gewählt werden. Es ist notwendig, die Verkehrsteilnehmer vorab (z.B.: durch Rundfunk bzw. TMC-Meldungen etc.) über die Wartezeiten zu informieren. Die A2 als Umleitungs- bzw. Alternativroute ist nur bedingt geeignet, da die Reisezeitverlängerung als hoch eingestuft werden muss.

### Alternativrouten im Nahbereich Semmering

Für Pkw, die nicht am Event teilnehmen, ist somit großräumiges Ausweichen keine sinnvolle Option. Die Ausweichalternativen im Nahbereich bringen einen viel kleineren Reisezeitverlust mit sich. Die Zeit- und Längenänderungen sind auf die Normalroute, die im Fall des Events gesperrt ist, bezogen. Es gibt zwei Routen, die als gute Alternativrouten herangezogen werden können. Der Zeitverlust hält sich in Grenzen. Sollte die S6 schon vor der Ausfahrt Gloggnitz überlastet sein, ist es möglich, über Neunkirchen oder den Knoten Sebenstein auszuweichen. Sinnvoll ist diese Option, wenn durch den Stau mit über 10 Minuten Verzögerung allein auf der S6 zu rechnen ist.

Route	Ausfahrt	Zeit	Länge		<b>Reihung</b>
1	Maria Schutz	Normalroute		X	
2	Gloggnitz	+ 9 min	+ 3,2 km	2	
Via L4168 Auerstraße, Göstritz ,Maria Schütz bis Semmering Ort					
3	Gloggnitz	+ 9 min	+ 2,0 km	1	
Via L4168, L4167, L 4170 bis Semmering-Ort					
4	Gloggnitz	+15 min	+ 6,0 km	3	
Via L4168, L4167, LH136 bis Semmering Ort					
5	Neunkirchen	+ 20 min	+ 2,6 km	3	
Via B17 und L4168 + Route 3 (+ Route 2 = + 20 min, + 4,6 km)					
6	Neunkirchen	+ 27 min	+ 7,4 km	6	
Via LH137 + Route 3 (+ Route 2 = + 27 min, + 9,4 km)					
7	Knoten Sebenstein	+ 22 min	+ 2,5 km	5	
Via LH 141, B17 + Route 3 (+ Route 2 = +22 min, + 4,5 km)					

**Tabelle 28: Routenoptionen im Nahbereich Semmering**

Da der Skiweltcup am Semmering einer Totalsperre der S6 in Richtung Graz gleicht, ist es für den Durchgangsverkehr (Ausnahme Lkw) notwendig, die S6 (Semmeringer Schnellstraße) zu verlassen und diese zu umfahren. Großräumige Ausweichmöglichkeiten gibt es hier wenige und auch die Option, mehrere verschiedene Ausfahrten als Auswahl für Alternativrouten zu verwenden, erscheint wenig sinnvoll, da die Ausfahrt Neunkirchen, welche die nächst mögliche Option zu Gloggnitz darstellt, zu weit entfernt ist. Ein mdWiSta für den Skiweltcup am Semmering ist nur dann sinnvoll, wenn Parkplätze und Wartezeiten angezeigt werden, um die Fahrzeughlenker mit der momentanen Situation bekannt zu machen.

Einen mdWiSta schon vor Seebenstein aufzustellen wäre eine Option für eine großräumige Umleitung über Graz. Da es sich jedoch um eine Totalsperre mit wenig Umlenkmöglichkeiten handelt, reicht es in diesem Fall höchstwahrscheinlich aus, eine feste Beschilderung aufzustellen. Für Lkw-Lenker, die auf die Blockabfertigung warten, ist die Zeitanzeige nicht sehr hilfreich. Vor Ort muss sich in diesem Fall Personal befinden. Dieses kann auch die gewünschten Informationen weitergeben. Feste Beschilderung wird somit als sinnvolle Option betrachtet. Trotz der Meinung, dass ein mdWiSta für die Abwicklung des Skiweltcups am Semmering wenig geeignet ist, wurden mögliche Anzeigevarianten dargestellt.

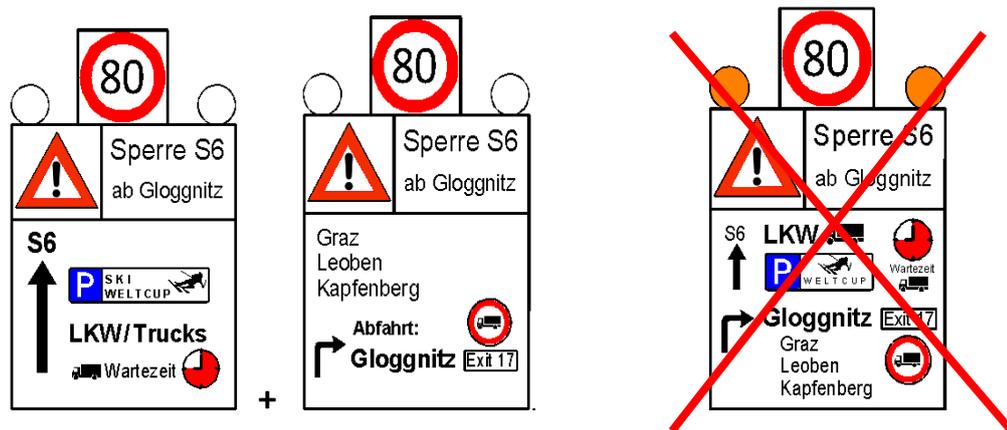


Abbildung 82: Wechselbildanzeige (links und Mitte), Einzelanzeige Skiweltcup Semmering (rechts)

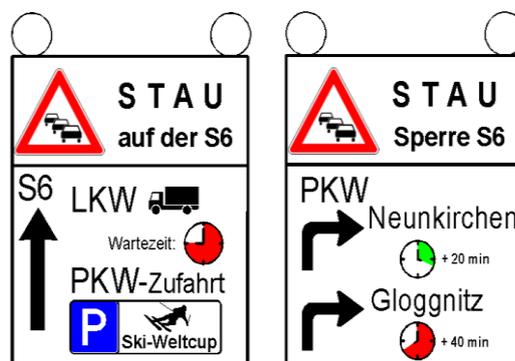


Abbildung 83: mdWiSta Semmering, Abfahrt bei Neunkirchen

Wegen des hohen Informationsgehaltes ist es sinnvoll, sollte eine mobile LED-Anzeige zum Einsatz kommen, die Inhalte als Wechselbild darzustellen, weil der User sonst mit der Verarbeitung der Informationen überfordert wird oder zu viel Zeit für die Verarbeitung braucht. Lkw und Pkw (keine Eventteilnehmer) sowie Pkw, Busse (Eventteilnehmer) erhalten unterschiedliche, auf sie abgestimmte Informationen.

Die Information muss für die verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen gegliedert werden. Das linke und mittige Bild stellen die Wechselbilder dar. Würde die Anzeige aus einem Bild bestehen und denselben Informationsgehalt beinhalten, sähe diese Anzeige wie die rechte Tafel aus. Hier ist schnell erkennbar, dass das Filtern der betreffenden Information dem User viel schwerer fällt als bei den zwei Einzelbildern (links und Mitte), die zu einer Wechselschaltung zusammengestellt werden. Eine überfüllte Anzeigetafel muss vermieden werden. Es ist darauf zu achten, dass die Informationsmenge nicht die Wahrnehmungsfähigkeit des Fahrzeuglenkers überschreitet.

Die hier abgebildeten Anzeigen stellen einen hohen Verarbeitungsaufwand für den Fahrzeuglenker dar und ergeben den Maximalfall an Informationen. Es sollte auf keinen Fall mehr Information angezeigt werden, da die Verarbeitungszeit bei einer solchen Anzeige schon das Limit erreicht. Sollte das Limit überschritten werden, geht die Aufmerksamkeit des Straßenverkehrsteilnehmers von der Fahraufgabe auf die Informationsaufnahme über, wodurch die Sicherheit vermindert wird. Die Fahraufgabe sollte niemals beeinträchtigt werden. Sollte die Ausfahrt Neunkirchen (Stau im Bereich Gloggnitz) in Betracht gezogen werden, ist sie als optionale Route anzugeben.

Der Anzeigehalt sollte als Wechselschaltung abgewickelt werden, um die Anzeigehalte zu splitten und somit die Lesbarkeit und Aufnahmegeschwindigkeit zu vereinfachen. Wie oben sollte diese Wechselschaltung einmal die Lkw-Information und einmal die Pkw-Information beinhalten. Das obere Feld, welches das Verkehrszeichen Stau anzeigt, bleibt bei beiden Anzeigebildern gleich. Es ist natürlich möglich, zwei Anzeigetafeln aufzustellen, um pro Anzeigetafel nur einen geringen Informationsgehalt darzustellen und den Fahrzeuglenker trotzdem sämtliche Information bereitzustellen, was in diesem Fall wahrscheinlich die bessere Variante wäre. Die Anzeige wurde abgebildet, um zu verdeutlichen, dass je nach Szenario verschiedene Informationen auf dem Schild anzuzeigen sind. Müssen Lkw und Pkw separat beachtet werden, wie am Semmering, muss vom Verkehrsteilnehmer die ihn betreffende Information zuerst gefiltert werden. Außerdem wird dadurch der notwendige Informationsgehalt rapide erhöht. Für zwei voneinander trennbare Anzeigehalte kann das Aufstellen zweier LED-Schilder sinnvoll bzw. notwendig werden.

### **Schlussfolgerung**

*Aus diesen beiden Anwendungsfällen wird klar, dass nicht jede Großveranstaltung mit der gleichen Strategie abgewickelt werden kann. Es ist wichtig, die Situation zu analysieren und den mdWiSta Einsatz zu diskutieren. Manche Events haben eine Lage im Netz, welche es nicht zulässt, einen mdWiSta sinnvoll einzusetzen. Sind keine Umlenkungsmöglichkeiten vorhanden oder die Gegebenheiten so eindeutig, kann es auch besser sein, von einem mdWiSta Einsatz abzusehen und Tafeln mit festem Text einzusetzen. Diese sind kostengünstiger und benötigen kein Kontrollorgan. Ist die Struktur des Netzes jedoch so beschaffen, dass sinnvolle Alternativrouten umgesetzt, der Verkehr harmonisiert und die Sicherheit verbessert werden können, sollte nicht auf einen mobilen Wegweiser verzichtet werden. Dieser verbessert bei gezieltem Einsatz die Sicherheit, den Informationsgehalt und erleichtert die Abwicklung von Events. Durch verschiedene Analysen des Verkehrsflusses und der Veranstaltung selbst samt Teilnehmern etc. können die detaillierten Überlegungen in Form einer Schaltstrategie programmiert werden. Grenzwerte müssen ausgewählt werden. Die Vorabplanung erleichtert die Abwicklung vor Ort enorm.*

## 4.2 Baustelle

Hier werden verschiedene Arten von Baustellen angegeben, je nach Baustellenart gibt es unterschiedliche Richtwerte und Regeln, die auch für die Anzeigetafel wichtig sind. Für den mobilen Wegweiser wurden hier verstärkt die Baustellen an Autobahnen und Schnellstraßen betrachtet. Das Kapitel gliedert die verschiedensten Maßnahmen in statisch und dynamisch, daraus wurden Anzeigeoptionen erarbeitet.

### 4.2.1 Baustellenabsicherung/Baustelleneinrichtung

Generell nimmt die Verkehrsbelastung auf hochrangigen Straßen sowie im Lkw-Verkehr zu. Die Straßenverwaltung hat immer das Ziel, die Straße sparsam, wirtschaftlich und zweckmäßig so zu erhalten, dass kein Straßennutzer gefährdet wird. Um eine Baustelle optimal planen zu können ist es wichtig, technische Vorkenntnis zu haben und die Schadensursachen genau zuzuordnen. Je nach Schadensursache und Schäden gibt es unterschiedliche Behebungsmaßnahmen. Derzeit werden Erhaltungsmanagementsysteme (EMS) für Straßen in Österreich hauptsächlich für Instandsetzung und Erneuerung des Straßenoberbaus angewendet. Es ist wichtig, die Instandhaltung im EMS zu inkludieren. Auf Basis von Kostenmittelwerten, Wirkungsdauer und Erhaltungsmaßnahmen können die Annuitäten für eine Maßnahme, Verkehrsbelastung und Straßenkategorie berechnet werden. Es können daraus optimale Instandhaltungsmaßnahmen ermittelt werden, somit kann eine beste Erhaltungsstrategie aufgestellt werden. Für die Anwendung des mdWiSta ist die bauliche Straßenerhaltung um einiges wichtiger als die betriebliche. Denn die bauliche Straßenerhaltung ist für die Wartung und Pflege der Bausubstanz der Straße zuständig. Hierzu gehören die Planung, Durchführung sowie Abnahme von baulichen Maßnahmen zur Verbesserung der Gebrauchs- und Substanzeigenschaften. Aber auch die betriebliche Straßenerhaltung wie Schneeräumung, Grünflächenpflege oder auch Salz- und Splitstreuung sind Maßnahmen, die eventuell spezielle Maßnahmen (geänderte Verkehrsführung, Geschwindigkeitsreduktion...) erfordern. [Sabev, 2010]

### Straßen mit zwei oder mehr Fahrstreifen je Richtung

Generell gilt, dass bei Geschwindigkeiten von 80 km/h sowie im Bereich von Ortsgebieten die Abstände der Verkehrszeichen (VZ) und Leiteinrichtungen bis zur Hälfte verkürzt werden dürfen. Im Normalfall sind die Verkehrszeichen rückstrahlend auszuführen, was durch die LED-Tafel nicht notwendig ist, da diese durch Leuchtdioden funktioniert, welche Licht emittieren. Gefahrenzeichen müssen eine Mindestseitenlänge von 100 cm aufweisen, Verbots-, Beschränkungs- sowie Gebotszeichen müssen einen Mindestdurchmesser von 96 cm aufweisen. Integrierte Verbotsschilder (siehe Abbildung) müssen nur einen Mindestdurchmesser von 30 cm aufweisen. [RVS 05.05.43, 2003]

Mindestschrifthöhen bei mehrspurigen Baustellen müssen je nach Geschwindigkeit gewählt werden. Durch die Schrifthöhe und Schriftbreite ergibt das im Durchschnitt folgende Zeichenanzahl pro Zeile am mdWiSta.

Geschwindigkeitsbereich	Schrifthöhe	Tafelformat A	Tafelformat B
bis 50 km/h	126 mm	20 Zeichen	40 Zeichen
60 bis 70 km/h	140 mm	17 Zeichen	34 Zeichen
80 bis 100 km/h	175 mm	14 Zeichen	28 Zeichen
110 bis 120 km/h	210 mm	12 Zeichen	24 Zeichen
über 120 km/h	280 mm	9 Zeichen	18 Zeichen

Da für Baustellen auch Abkürzungen zulässig sind, müsste ein Ort wie Wulkaprodersdorf, der über 16 Zeichen verfügt, für die Geschwindigkeitsbereiche entweder abwechselnd geschaltet werden, z.B. Wulka-prodersdorf. Diese Option ist nur für den Geschwindigkeitsbereich 110-120 km/h möglich. Für den Geschwindigkeitsbereich über 120 km/h könnte der Ort für das Tafelformat A „Wulkaprod.“ abgekürzt werden. Bei Vorwarntafeln sollten im Freiland zwei Richtstrahler für bessere Erkennbarkeit angebracht werden. Es ist entweder das Verkehrszeichen „Baustelle“ oder das VZ „Geschwindigkeitsbegrenzung auf der Vorwarntafel anzuzeigen. Am mdWiSta sollte es zusätzlich möglich sein, das Verkehrszeichen „Stau“ anzuzeigen. [RVS 05.05.43, 2003]



Abbildung 84: Verkehrszeichen "Geschwindigkeitsbegrenzung", "Baustelle" und „Stau“

Da es in dieser Arbeit nicht darum geht, wie eine Baustelle eingerichtet sein soll, sondern nur um die Möglichkeiten, welche mit dem mdWiSta durchgeführt werden können, werden Spezifikationen zur Benützung von Pannestreifen, besondere Bodenmarkierungen als auch Verkehrsleiteinrichtungen,... nur dann miteinbezogen, wenn sie auf der Anzeigetafel berücksichtigt werden müssen. Maßnahmen wie Breitenregelungen, Markierungszusammenstellungen etc. werden somit nicht berücksichtigt.

#### **Arbeitsstellen von kürzerer Dauer**

Hier sind die Absicherungen nur tagsüber (nur in Sonderfällen bei Nacht) einzurichten. Wird die Warnleittafel rechtzeitig erkannt, bedarf es keiner weiteren Vorwarnung. Wird die Sichtweite nicht eingehalten, so ist eine Vorwarnung im Abstand von 250 m anzuordnen. Sie besteht aus dem Verkehrszeichen „Baustelle“ und möglicherweise einem entsprechendem Voranzeiger für den Fahrstreifenverlauf. Im Fall einer Arbeitsstelle von kürzerer Dauer ist es im Normalfall nicht notwendig, einen mdWiSta zum Einsatz zu bringen. Der Einsatz eines solchen Wegweisers wird nur bei hoher Verkehrsbelastung und großer Wahrscheinlichkeit einer Staubildung notwendig. Da die Baustelle jedoch von kurzer Dauer ist, ist der Einsatz eines mdWiSta im Regelfall eher unwirtschaftlich und sollte durch gute Vorausplanung vermieden werden. [RVS 05.05.43, 2003] Für Arbeitsstellen kürzerer Dauer wird im Großteil aller Fälle feste Beschilderung ausreichen. Ein mdWiSta kann, wenn es das Netz erlaubt, dennoch Alternativen angeben und somit sinnvoll werden.

#### **Arbeitsstellen von längerer Dauer**

Sie sind auch während der Nacht und der sonst arbeitsfreien Zeit oder über das Wochenende aufrecht. Bei Arbeitsstellen von längerer Dauer wird die zulässige Geschwindigkeit durch die Fahrstreifenbreite bestimmt.

##### Pkw und Lkw

Breite kleiner als 3,25 m	60 km/h zulässig
Breite zweier Fahrstreifen einer Richtung mindestens 6 m	80 km/h zulässig
Breite 3,25 m bis 3,50 m	80 km/h zulässig

##### Pkw

Breite kleiner als 3,00 m	60 km/h zulässig
---------------------------	------------------

Für die erlaubte Höchstgeschwindigkeit müssen fixe Beschilderungen über die gesamte Baustellenlänge aufgestellt werden. Am mdWiSta sollte das VZ Baustelle und zusätzliche Informationen zur Baustelle wie z.B. Verkehrsführung, Länge, Grund, etc. angegeben werden. Durch den mdWiSta-Einsatz wird der Informationsgehalt erhöht, auch Zeitverluste können angegeben werden. Auf feste Beschilderung im Baustellenbereich kann auch bei mdWiSta-Einsatz keinesfalls verzichtet werden. [RVS 05.05.44, 2004]

### **Arbeitsstellen im Tunnel**

Hier richtet sich die Absicherung nach den baulichen Anlagen und den sicherheitstechnischen Einrichtungen. Verkehrsanhaltungen bzw. Reduktionen von Fahrstreifen müssen schon außerhalb des Tunnels durchgeführt werden. [RVS 9.28, 2003]

### **Autobahnen mit getrennten Richtungsfahrbahnen**

Hier werden Autobahnen und kreuzungsfreie Straßen, die baulich getrennte Richtungsfahrbahnen und mindestens zwei Fahrstreifen pro Fahrtrichtung aufweisen, betrachtet. Wegen der hohen Geschwindigkeiten und der hohen Verkehrsbelastung als auch der möglicherweise reduzierten Fahrzeuglenkerkonzentration ist hier eine gute Absicherung besonders wichtig.

Wichtig ist, dem Fahrzeuglenker das entsprechende Gefahrenzeichen (Baustelle, Fahrbahnverengung, Voranzeiger für Fahrstreifenverlauf) rechtzeitig anzuzeigen. Werden durch eine Baustelle/Arbeitsstelle ein oder mehrere Fahrstreifen gesperrt, muss die Verkehrsdichte auf den verbleibenden Fahrstreifen überprüft werden. Sie darf nicht unzulässig hoch werden (maximal 1.500 Kfz je Fahrstreifen). Ist die Verkehrsbelastung zu hoch, ist mit einem Rückstau zu rechnen. Alternativrouten sind vorab zu prüfen. [RVS 05.05.42, 2001]

Fahrstreifen unter 3,0 m Breite sind durch das Vorschriftszeichen „Fahrverbot für über 2,0 m breite Fahrzeuge“ zu kennzeichnen. Mindestens ein Fahrstreifen muss Lkw-tauglich sein. Bei einer verordneten Geschwindigkeit von bis zu 80 km/h beträgt die Mindestschrifthöhe für fix installierte Wegweiser 16 cm. Über 80 km/h muss die Schrifthöhe mindestens 25 cm betragen. Bei langen Schriftzügen sind (da es sich um provisorische Beschriftungen handelt) Abkürzungen zulässig. Symbole und Piktogramme zu verwenden ist zweckmäßig. Auch auf Autobahnen gibt es die zuvor erwähnten drei Arten von Baustellen.

### **Arbeitsstellen von kürzerer Dauer**

Grundsätzlich sind solche Baustellen durch Warnleittafeln abzusichern. Wenn die Warnleittafel bei 130 km/h aus 300 m Entfernung erkannt werden kann, muss keine Vorwarntafel installiert werden. Wird diese Sichtweite unterschritten, ist eine Vorwarnung im Abstand von 250 m bis 400 m anzuordnen. Die Vorwarntafel besteht aus dem Verkehrszeichen „Baustelle“ oder „Geschwindigkeitsbegrenzung“ und dem Voranzeiger für den Fahrstreifenverlauf. Da bei dem mdWiSta verschiedene Verkehrszeichen geschaltet werden können (Wechselschaltung), ist es auch möglich, das Verkehrszeichen „Stau“ - sollte sich solcher bilden - anzuzeigen. [RVS 05.05.41, 2001]

Auf Autobahnen ist bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer ein mdWiSta sinnvoller, da der Verkehrsfluss situationsabhängig gesteuert werden kann und des Weiteren die Sicherheit durch verbesserte Information erhöht wird.

Bei Autobahnbaustellen wird durch die herabgesetzten Geschwindigkeiten im Baustellenbereich ein höherer Zeitverlust entstehen als auf anderen Straßen, auch die Kapazität wird dadurch stark eingeschränkt. Eine Verkehrsüberlastung hat bei Baustellen auf Autobahnen eine höhere Wahrscheinlichkeit als bei anderen Straßentypen.

### **Arbeitsstellen von längerer Dauer**

Bei solchen Arbeitsstellen werden Geschwindigkeitsbegrenzungen durch veränderte Fahrstreifenbreiten notwendig. [RVS 05.05.44, 2004]

#### Pkw und Lkw

Breite kleiner als 3,25 m	60 km/h
Breite zweier Fahrstreifen einer Richtung mindestens 6 m	80 km/h
Breite 3,25 m bis 3,50 m	80 km/h
Breite größer 3,50 m	100 km/h

#### Pkw

Breite kleiner als 3,00 m	80 km/h
Breite 3,00 m oder größer	100 km/h

Beispiele von Standardfällen:

Fahrbahnbreite	Fahrstreifenverteilung	Zulässige Geschwindigkeit
11,50 m	3,25 + 2,50 / 2,50 + 3,25	80 km/h
12,00 m	3,25 + 2,75 / 2,75 + 3,25	80 km/h
12,50 m	3,25 + 3,00 / 3,00 + 3,25	80 km/h
13,00 m	3,50 + 3,00 / 3,00 + 3,50	100 km/h

**Tabelle 29: Arbeitsstellen von längerer Dauer – Standardfälle**

Im Überleitungs- und Rückföhrbereich beträgt die Geschwindigkeit im Regelfall 60 km/h und darf höchstens 80 km/h betragen. [RVS 05.05.41, 2001]

## 4.2.2 Maßnahmen

Die für die Baustelle erforderlichen Maßnahmen setzen sich zum Großteil aus den Erfordernissen und Rahmenbedingungen aus Richtlinien, Verordnungen etc. zusammen. Wichtig ist es, eine sinnvolle Gliederung für die bestimmte Baustellentypen zusammenzustellen. Bei einer Baustelle sind die statischen Maßnahmen elementar, zusätzlich können durch den mdWiSta jedoch noch dynamische Maßnahmen gesetzt werden. Außerdem ist es möglich, die Fahrzeuglenker mit Information über den Grund der Baustelle, Länge, usw. zu informieren. Für statische Maßnahmen existieren die notwendigen Verkehrszeichen bereits. Es müssen hier keine neuen Piktogramme entworfen werden. Für die dynamischen Maßnahmen können Piktogramme für Reisezeitangaben in Form von Smileys, Uhren, Sanduhren etc. durchgeführt werden (siehe Beispiel Airpower).

### Statische Maßnahmen

Statische Maßnahmen sind jene Maßnahmen, die immer angezeigt werden müssen. Dazu gehören Verkehrszeichen, die auf die geänderte Verkehrsführung, das Einordnen, Überholen, Spurverengungen sowie Gewichts-, Breiten- und Höhenbeschränkungen verweisen. Statische Maßnahmen werden auch dann weiterhin gleich angezeigt, wenn ein zäher Verkehrsfluss oder eine Überbelastung in Form von Stau vorliegt. Die Baustellengegebenheiten bleiben auch bei Stau identisch. Somit sind statische Maßnahmen unabhängig von der zeitlichen Dauer der Baustelle (Ausnahme: vorab geplante Verkehrsführungs- bzw. Beschränkungsänderungen im Laufe der Bauzeit) oder der Kapazität und deren Überschreitung. Die normalerweise statischen Gefahrenzeichen wie „Baustelle“ oder „Allgemeine Gefahr“ werden im Fall des mdWiSta Einsatzes nicht als statisch eingestuft, sondern als semi-statisch, da sie von dem Gefahrenzeichen „Stau“ bei Bedarf abgelöst werden können. Stau führt zu rapider Geschwindigkeitsreduktion und ist als größere Gefahr einzuordnen wie die Baustelle. Stau hat somit höhere Priorität und muss deshalb angezeigt werden.

### Dynamische Maßnahmen

Als dynamische Maßnahmen werden hier alle veränderlichen Anzeigehalte betrachtet. Dazu gehören sowohl Verkehrszeichen als auch Schriftzeichen. Diese werden generell als dynamisch betrachtet, es sei denn, dass die Schrift die Baustellenlänge bezeichnet. Trotzdem könnte diese Kilometer- oder Meterangabe im Falle eines Staus durch einen anderen als bedeutungsvoller betrachteten Anzeigehalt ersetzt werden. Die möglichen Anzeigetafelinhalte für die Baustelle zeigen eine grundsätzliche Auswahl der notwendigen Verkehrszeichen.

Zu den allgemein gültigen Verkehrszeichen sollen bei jeder Baustelle, egal welche Platzverhältnisse und Gegebenheiten sonst vorherrschen, zusätzliche Verkehrszeichen schaltbar sein. Das Ziel der mdWiSta Strategie ist es, dem Betreiber des mdWiSta nur die wirklich benötigten Verkehrszeichen zur Auswahl anzubieten, um das Anzeigebild rasch herstellen zu können. Es wird somit schon durch die Eingabe der notwendigen Elemente für die Verkehrsführung eine Filterung von Anzeigehalten vorgenommen. Schlussendlich bleiben nur mehr geringe Zeichen über, aus denen situationsspezifisch die am besten passenden ausgewählt werden. Inhalte wie Texte werden im Regelfall manuell eingegeben, da sich diese ja nach Relevanz verändern.



Abbildung 85: Dynamische Anzeigeoption für Baustelle

Wird ein Stau detektiert, so wird das ursprüngliche Verkehrszeichen „Baustelle“ durch das Verkehrszeichen „Stau“ ersetzt, da es nun höhere Priorität besitzt. Zusätzlich wird die Länge des Staus bekanntgegeben. Statische Maßnahmen bleiben bestehen. Die geänderte Verkehrsführung wird auch bei Staubildung weiterhin angezeigt. Zusätzlich kann eine Alternativroute empfohlen werden. Durch die Angabe der Zeitersparnis wird der Befolgungsgrad der Alternative erhöht. Die Anzeigebilder und Schwellen- bzw. Grenzwerte werden miteinander verknüpft.

### 4.3 Ungeplante Ereignisse

MdWiSta sollen nicht nur für planbare Ereignisse einsetzbar sein, sondern auch für ungeplante Ereignisse von längerer Dauer zur Anwendung kommen. Schwere Unfälle, die eine Totalsperren mit sich bringen, Pannen am Fahrstreifen, Hangrutschungen, Wetterereignisse oder Verkehrsüberlastungen sind einige Ereignisse, die von längerer Dauer sein könnten. Je nach Ereignisdauer und Ereignisort muss überlegt werden, ob eine große Tafel (Format B oder B+) oder nur die einfache Tafelvariante (Format A oder 2A) zum Einsatz kommt. Wichtig ist, dass der Transport und die Befestigung/Montage der Anzeige vor Ort und die Schaltung der Strategie sehr schnell realisierbar sein müssen. Dieses Kapitel stellt einige Ereignisse vor und bildet mögliche Einsatzfälle ab.

Durch die Medien wird über Unfälle auf den Autobahnen berichtet. Solche erwähnenswerten Unfälle haben meist starke Auswirkungen auf den Verkehr. Nachfolgend wurden Zeitungseinträge hinsichtlich des mdWiSta Einsatzes bearbeitet. Wichtig ist nicht das Unfallereignis selbst, sondern dessen Auswirkungen auf den Verkehr und welche Maßnahmen für die Absicherung bzw. für die Verkehrsführung notwendig sind. Ob es bei den Unfällen Verletzte oder Tote gibt, ist für die Analyse der verkehrlichen Auswirkungen nicht wichtig.

#### 4.3.1 Schwerer Lkw-Unfall auf Wiener Außenringautobahn

Auf der A21 waren gegen Mittag, Richtung Westen drei Lkw zusammengefahren. Die Aufräumarbeiten dauerten bis zum Nachmittag an. Circa 2,5 Stunden nach dem Unfall waren bereits 2 Lastkraftwagen entfernt worden. Die vorherrschende Komplettsperre wurde somit wieder aufgehoben und ein Fahrstreifen konnte freigegeben werden. Die Bergung des noch verbliebenen Fahrzeugs dauerte jedoch noch ungefähr 1,5 h an. Somit wurde die Umleitung für den Transitverkehr Richtung Westen zwar aufgehoben, jedoch empfahl die ASFINAG bis zur vollständigen Freigabe weiterhin großräumig über die A22 auszuweichen. [derStandard.at GmbH, 2012]



Abbildung 86: Sperre bei Alland

#### Beispiel eines möglichen Anzegebildes

Da für diesen Unfall großräumiges Ausweichen empfohlen wird (dies kann nicht durch eine Tafel vor Ort angezeigt werden), wird hier das Anzegebild mittels Tafeltyp 2A dargestellt. Es ist möglich, auch eine größere Anzeige aufzustellen, die Wartezeiten etc. angeben könnte. Da der Unfall jedoch nicht von allzu langer Dauer war und die genaue Dauer vorab nicht exakt eingeschätzt werden konnte, wird in einem solchen Fall das kleine Format zum Einsatz kommen.

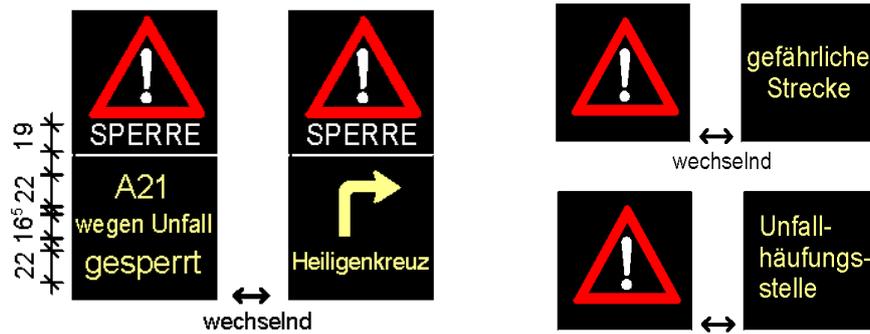


Abbildung 87: Anzeigebild Unfall, Beispiel Aland

Es kann auch sinnvoll sein, bei guten Sichtverhältnissen des Gegenverkehrs auf der anderen Seite der Unfallstelle eine Tafel zu platzieren um die Aufmerksamkeit der Fahrzeuglenker auf die Tafel zu lenken, um somit Unfällen wegen Schaulustiger vorzubeugen. Für ein solches Anzeigebild sollte der Tafeltyp A ausreichend sein. Wichtig ist, dass die Anzeige einen sinnvollen Text enthält, der die Aufmerksamkeit des Fahrers verbessert und möglicherweise Schaulustige vom Hinüberblicken abhält.

Die Elemente der Schrift sind in der in Abbildung 85 vorgestellten Beschilderung für den Geschwindigkeitsbereich von zirka 80 km/h ausreichend groß und vollständig lesbar. Bei einer höheren Geschwindigkeit ist die Schrifthöhe der Sperrungsursache nicht mehr passend, die Lesbarkeit der Worte „wegen Unfall“ sinkt. Da der Grund der Sperrung nicht die höchste Priorität hat, ist die kleinere Schrifthöhe ausreichend. Die Wörter „A21“, „Sperrung“, „gesperrt“ und „Aland“ sind bis zu einer Geschwindigkeit von 120 km/h nach Richtlinien für feste, nicht licht emittierende Beschilderung ausreichend groß dimensioniert. Da das Verkehrszeichen ein LED-Schild ist, kann angenommen werden, dass das gesamte Schild besser lesbar ist und somit die Lesbarkeit bei höherer Geschwindigkeit noch vorhanden ist.

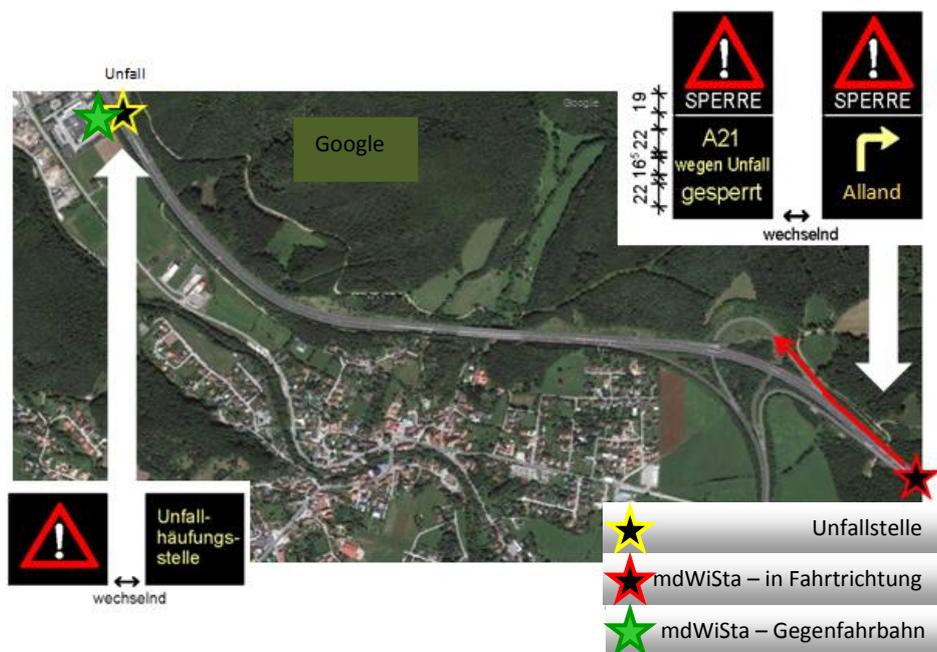


Abbildung 88: mdWiSta-Positionierung, Außenringautobahn

### 4.3.2 Lange Staus durch Unfälle auf Autobahn A8

Durch den starken Urlauberrückreiseverkehr bildeten sich aufgrund von zahlreichen Unfällen kilometerlange Staus auf der Strecke Salzburg-München. Durch die Stauerscheinungen wegen des Rückreiseverkehrs und Baustellen kam es zu drei schweren Auffahrunfällen, an welchen acht Fahrzeuge beteiligt waren. Dadurch war die A8 von Siegsdorf bis nach Salzburg ein weit gefächerter großer Staubereich.



Abbildung 89: A8 – Staubereich

#### Beispiel eines möglichen Anzegebildes

Da es sich in diesem Fall um Urlauberrückreiseverkehr handelt, kann schon vorab mit Stauerscheinungen gerechnet werden. Der Einsatz einer größeren Anzeigetafel ist somit viel wahrscheinlicher, da man die Probleme des Urlauberrückreiseverkehrs schon im Voraus durch historische Daten kennt. Grundsätzlich kann je nach Staulänge und Zeitverlusten die Tafel verschiedene Informationen angeben. Da hier von einem langen Stau ausgegangen wird, ist es sinnvoll, den Verkehrsteilnehmern Zeitangaben und falls möglich eine optionale Route zur Verfügung zu stellen. Die geschaltete Strategie muss einfach gehalten werden, da keine vorab Planung möglich ist. Schwellenwerte werden nicht definiert, somit sind die anzuzeigenden Schaltbilder manuell zu erstellen und zu schalten. Schaltbilder für kurzfristige Ereignisse müssen in kürzester Zeit manuell erstellt werden. Nachfolgend ist eine Anzeigeoption abgebildet. Im Falle eines Staus sinkt die gefahrene Geschwindigkeit auf ein Minimum herab, somit wird die mögliche Betrachtungszeit erhöht und es können generell auch kleinere Schrift- und Zeichenformate zur Anwendung kommen. Es ist auch möglich, die Wirtschaftlichkeit sowie die Länge des Umweges anzugeben. Die Dauer der Zeitverzögerung anzugeben wird generell als ausreichend angesehen.



Abbildung 90: Anzeigeoption bei langem Stau, hier auf der A8

Worte wie „langer Stau“ bzw. die genaue Kilometerangabe bei großflächiger Verkehrsüberlastung verstärken die Befolgung der alternativen Route. Je nachdem, was angezeigt werden soll, kann die Anzeige umgestaltet werden. Der Stau sowie der Verkehrsfluss können durch den Einsatz der Detektion durch Mobilfunkdaten erfolgen.

Abbildung 91 zeigt ein mögliches Schaltbild. Die Schrifthöhen dieser Abbildung sind für gute Lesbarkeit bei fester Beschilderung für eine Geschwindigkeit bis 120 km/h ausgelegt, wie vorab erwähnt verbessert sich diese durch Licht emittierende Verkehrszeichen. Da Staugefahr vorherrscht werden auf diesem Streckenstück mit hoher Wahrscheinlichkeit keine 130 km/h erreicht, wobei die Texthöhe auch für 130 km/h ausreichend groß dimensioniert ist. Die Textzeile „via St2103“ kann nur bis zur Geschwindigkeit von 100 km/h ausreichend schnell gelesen werden. Die Textelemente können für diesen Einsatzfall ausreichend groß angezeigt werden.

### 4.3.3 Unfall auf der Brennerautobahn

Auf der Brennerautobahn (A13) in Richtung Italien kamen am 20. März 2012 zirka 100 Meter vor der Schönberg Mautstelle plötzlich 100 Tonnen schwere Teile einer Stützmauer auf die Autobahn herab. Die Unglücksursache war die Schneeschmelze. Ein deutscher Lkw wurde von den Teilen erfasst. Die Bergung gestaltete sich schwierig. Obwohl die Einsatzkräfte rasch vor Ort waren, konnten sie erst eine Stunde später beginnen. Zuerst mussten Spezialkräne zum Unfallort gebracht werden, um die Betonelemente zu entfernen. Zusätzlich zu den schwierigen Umständen rutschte immer weiteres Geröll auf die Autobahn. [Mediengruppe „Österreich“ GmbH, 2012]



Abbildung 91: Hangrutschung am Brenner

#### Geschehnisse im Zeitraffer:

- |           |  |
|-----------|--|
| 05.15 Uhr | Die Stützmauer bricht auf die Autobahn herab - Totalsperre in Richtung Tirol   |
| 07:51 Uhr | Großeinsatz von Polizei, Feuerwehr und Rettung   |
| 08.13 Uhr | Ein Fahrstreifen wieder befahrbar  |
| 08.28 Uhr | Eintreffen der zwei Spezialkräne   |
| 08.40 Uhr | Bergungsarbeiten gestalten sich schwierig, nachrutschendes Geröll  |
| 09.20 Uhr | Landesbiologen treffen ein, um den Hang zu begutachten   |
| 09.26 Uhr | Die A13 wird in diesem Bereich voraussichtlich länger (bis Ende der Schneeschmelze) 2spurig gesperrt bleiben, nur eine Spur ist befahrbar. |
| 10.12 Uhr | Bagger macht Löcher in die Wand, um den LKW zu bergen  |
| 10.20 Uhr | Die Feuerwehr sichert den Hang mit Sandsäcken  |
| 10.45 Uhr | Der Lkw-Lenker wird tot geborgen   |

Durch die Verkehrsbehinderungen bildete sich in südlicher Richtung ein Rückstau, der bis in die Schönberg-Galerie zurückreichte. [Kleine Zeitung DIGITAL GmbH & Co KG, 2012]



Abbildung 92: Betonmauer begräbt LKW

[Kleine Zeitung DIGITAL GmbH & Co KG, 2012 und Mediengruppe „Österreich“ GmbH, 2012]

### **Beispiel eines möglicher Anzeigebilder**

Die Anzeigetafel, welche vor der Unfallstelle aufgestellt wird, muss ausreichend weit von der Ausfahrt Stratz/Matrei entfernt sein. Wichtig ist, dass dem Fahrzeuglenker mitgeteilt wird, dass eine Sperre vorliegt und ihm die bestmögliche Ausweichroute empfohlen wird. Der Mindestinformationsgehalt kann auch mittels der kleinsten Anzeigetafel (Format A) angezeigt werden. Wie in der nachfolgenden Abbildung erkennbar, muss beim Format A auf die Angabe der Ursache verzichtet werden. Es wird zusätzlich die zu befahrende Alternativstrecke angegeben. Da diese Information nur als Zusatzinformation dient, kann ihr nicht viel Platz zur Verfügung gestellt werden. Es wird nicht allen Verkehrsteilnehmern möglich sein, den Text „via 182 Brenner Straße“ zu erkennen.

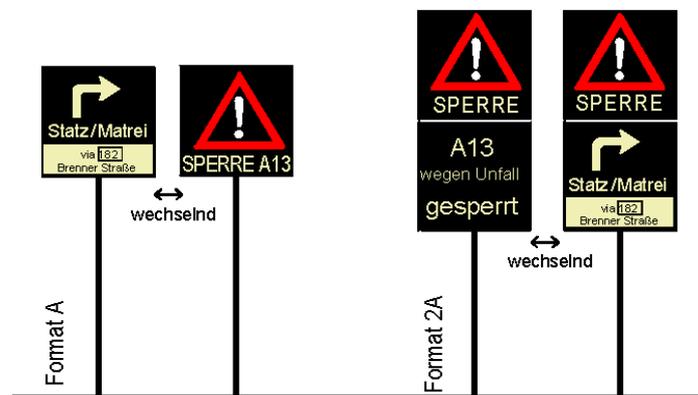


Abbildung 93: Anzeigooption bei Streckensperre (Format A und 2A)

Da dieser Unfall große Aufräumarbeiten mit sich bringt und mit Sicherheit über eine längere Zeit andauern wird, kann auch der Einsatz des Tafelformates B sinnvoll sein. Durch das größere Tafelformat können on-trip mehr Informationen in größeren Schrifthöhen und somit verbesserter Lesbarkeit den Verkehrsteilnehmer weitergegeben werden. Je nachdem, ob das Tafelformat B oder B+ verwendet wird, sieht die Anzeigetafel unterschiedlich aus. Generell wird eine Wechselschaltung bevorzugt, da kurz gehaltene Informationen für den User schneller erkennbar und verarbeitbar sind. Es ist möglich, wichtigere Informationen in höherer Leuchtintensität oder anderer Farbe anzuzeigen, um dem Verkehrsteilnehmer das Filtern der zu priorisierenden Informationen zu erleichtern.

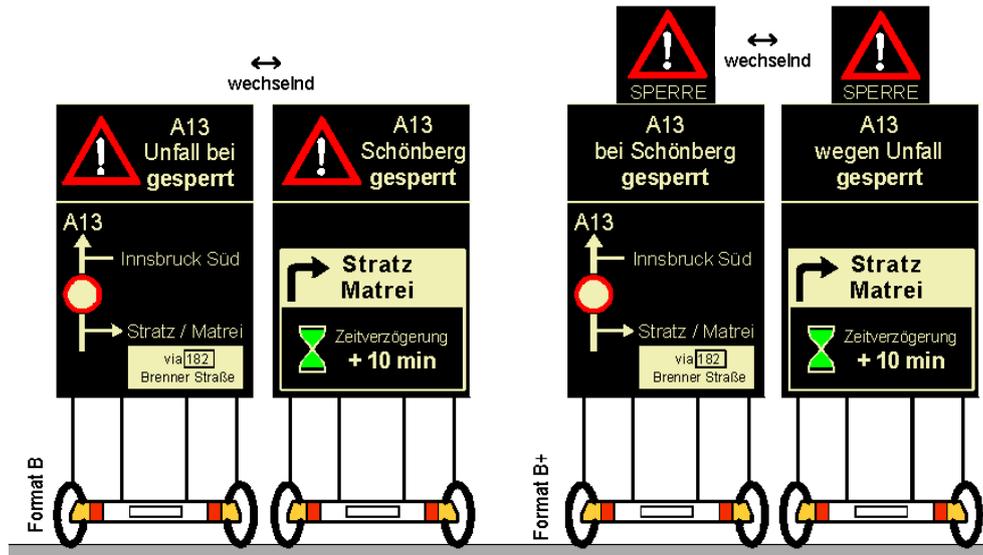


Abbildung 94: Anzeigeeoption bei Streckensperre (Format B und B+)

Der Inhalt der Anzeigebilder aus Abbildung 95 kann bis zu 100 km/h ausreichend schnell gelesen werden. Bis auf den Text „Zeitverzögerung“ und „via 182 Brenner Straße“ sind alle Inhalte auch bei 130 km/h gut erkennbar. Die Zeitverzögerungsdarstellung wird im Regelfall auch wenn die beschreibende Textzeile „Zeitverzögerung“ nicht gelesen wird ausreichend genau verstanden werden können.

Um den Verkehrsteilnehmer die Fahrt zu erleichtern ist es möglich, bei der nächsten offenen Autobahnauffahrt eine Verkehrsteilnehmerinformation aufzustellen. Diese sollte mit Bezug auf die fixe Beschilderung im untergeordneten Netz situiert werden. Hier kann man mit dem kleinsten Tafelformat das Auslangen finden. Beim Unfall auf der Brennerautobahn konnte ab der Auffahrt Innsbruck Süd die A13 – Brenner Autobahn wieder befahren werden. Es muss immer beachtet werden, dass die Textanzeigen und mdWiSta sinnvoll situiert werden. Falsch platzierte Anzeigen können die Sicherheit herabsetzen. Wenn die Informationen an der falschen Stelle im Netz bereit gestellt werden, wirken sie auf den Verkehrsteilnehmer verwirrend.

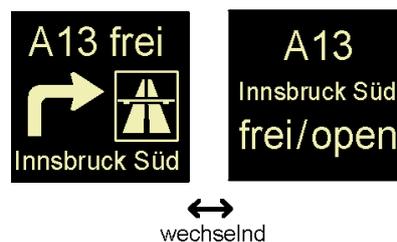


Abbildung 95: Wegweisende Beschilderung leitet auf die Normalroute zurück

Das Anzeigebild aus Abbildung 96 ist bis zu einer Geschwindigkeit von 100 km/h vollständig und ausreichend schnell lesbar. Da dieser Wegweiser auf die Autobahnauffahrt hinweist, ist die Schrift der Anzeigetafel für eine Geschwindigkeit von 100 km/h ausreichend hoch dimensioniert. Laut gesetzlichen Bestimmungen beträgt die maximale Geschwindigkeit in dem Bereich des Zeichens höchstens 100 km/h

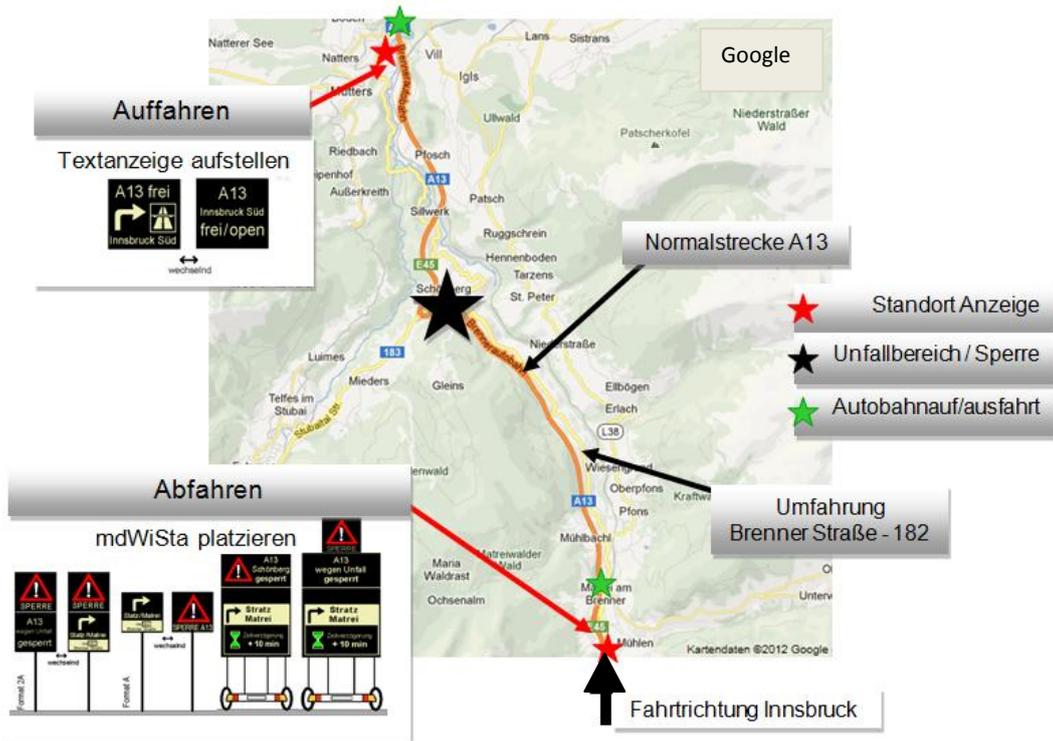


Abbildung 96: mdWiSta Situierung - Brennerautobahn

Aus diesem Kapitel geht hervor, dass auch unplanbare Ereignisse sinnvoll mittels mdWiSta-Einsatz abgewickelt werden können. Die Anzeigoptionen müssen dafür in kürzester Zeit erstellt werden. Dementsprechend können keine Routenumlegungen mittels abstrahierten Netzgraphen für kurzfristige ungeplante Ereignisse getätigt werden. Zeitangaben können z.B. durch die Mobilfunkdaten abgeändert werden. Schwellen- bzw. Grenzwerte sind jedoch für ungeplante Ereignisse nicht definiert.

## 5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Aus dieser Arbeit geht hervor, dass ein mdWiSta bestehende funktionierende Komponenten zu einem neuen Gesamtsystem zusammenfügt. Es ist vorstellbar, einen solchen mobilen Wegweiser in Österreich einzusetzen, um teure Anschaffungskosten für Verkehrsbeeinflussungsanlagen einzusparen. Je nachdem über welche Sensoren die Anzeige verfügen soll und welche Größe schlussendlich zum Einsatz kommt, fallen die Kosten eines mdWiSta dementsprechend günstiger oder teurer aus. Sinnvoll ist es, nicht alle Anzeigen mit Sensoren auszustatten, sondern auch einige Schilder nur für die Informationsweitergabe, nicht aber als überprüfende Geräte einzusetzen. Für die Zusammenstellung eines Prototyps können die verschiedensten Schilderhersteller miteinbezogen werden. LED-Anzeigen werden von unzähligen Herstellern produziert. Das Schild selbst ist zwar die Schnittstelle zwischen dem Verkehrsmanagement und dem End-User, der weitaus wichtigere Teil ist aber die im Hintergrund laufende Strategie, also zum Beispiel die Aktionspläne.

Durch zwei verschiedene Anzeigeformate ist eine bessere Abwicklung von ungeplanten und geplanten Ereignissen vorstellbar. Die Montage- und Aufstellvorrichtungen für das kleinere Format müssen noch im Detail berechnet werden. Hier sollten Metallbau- bzw. Betonbauunternehmen beauftragt werden. Generell wurde die Aufstellung hinter bzw. an Leit-/Schutzplanken sowie Betonleitwänden als machbar empfunden. Da das österreichische Straßennetz sehr verschieden ist, sollte nicht nur eine einzige Aufstellvariante umgesetzt werden, um sicherzustellen, dass der Einsatz auch tatsächlich im gesamten Netz möglich ist. Das große Anzeigeformat sollte im Regelfall nur für geplante Ereignisse eingesetzt werden, da der Aufstellort vorab diskutiert und überprüft werden muss, um die Sicherheit gewährleisten zu können. Ungeplante Ereignisse, die eine bestimmte Dauer überschreiten, können in späterer Folge als planbare Ereignisse angesehen werden.

Ausschlaggebend für die Funktionalität und Wirksamkeit des Systems ist das Wissen über die Verkehrslage im zu betrachtenden Teilabschnitt. Es dürfen immer nur plausible Daten bzw. Informationen weitergegeben werden. Ob die Daten selbst ermittelt werden oder zugekauft werden, ist für die Anwendung des mdWiSta nicht ausschlaggebend. Sinnvoll ist es, nur solche Daten zu verwenden, die keine festen Installationen vor Ort benötigen, da sonst der Netz-weite Einsatz nicht sinngemäß sichergestellt werden kann. Dafür bieten sich besonders Mobilfunkdaten an, welche in Zukunft weiter analysiert und somit sicher exakter ausgewertet werden können. Sollten zum Beispiel Österreichs Autobahnen und Schnellstraßen mit mdWiSta ausgestattet werden, ist in Zukunft auch die Erweiterung auf vollständige Automatisierung sowie die Adaption und Koppelung von verschiedenen verkehrswirksamen Anlagen in Städten vorstellbar. Die Strategie kann durch Erkenntnisse, die über längere Zeit (also durch längeren Einsatz des Systems) vorliegen, für die verschiedenen Ereignisfälle genauer spezifiziert werden und somit nachfolgend in mehrere präzisere Ereignisfalltypen geclustert werden. Des Weiteren ist es vorstellbar, mdWiSta mit bestehenden VBA zu koppeln und somit für das hochrangige Netz und das untergeordneten Netz komplexere Lösungen mit besserer Verkehrsteilnehmerinformation anzubieten.

Auch die Vollautomatisierung wird in späterer Folge möglich sein. Die Strategie wurde auf Vollautomatisierung ausgelegt, momentan ist sie wegen zu ungenauer Datenauswertung und zu hohen Fehlerquoten noch nicht realisierbar. Sobald exaktere Dateneingänge ermöglicht werden, kann der vollautomatische Ablauf umgesetzt werden.

Wird der mdWiSta auch im untergeordneten Netz eingesetzt, kann die Verkehrsabwicklung hauptsächlich in größeren Städten erleichtert werden. Es ist möglich, den mobilen Wegweiser bei Veranstaltungen einzusetzen und diesen mit verkehrabhängigen Signalprogrammen sowie Parkleitsystemen zu koppeln.

Ein mdWiSta ist dementsprechend ein System, das erst einen kleinen Teil seiner Möglichkeiten ausschöpft. Durch die Umsetzung einer mobilen VBA kann ein mdWiSta je nach Bedarf auch als KBA, NBA oder SBA eingesetzt werden. Es ist auch möglich, die mobile Anzeige ausschließlich als Informationstafel zu nützen.

Mit dem mobilen Verkehrsmanagementsystem, das die Information über mdWiSta an den Verkehrsteilnehmer übergibt, wurde ein System konzipiert, das im gesamten Netz eingesetzt werden kann und von der Zentrale überprüft und gesteuert wird. Es wird der Infrastrukturgesellschaft wie z.B. der ASFiNAG in Österreich, dadurch möglich, Verkehrssteuerungen im gesamten Netz mit dem Einsatz von mobilen transportablen Verkehrsbeeinflussungsanlagen durchzuführen. Da die Anlage rasch vor Ort aufgestellt werden kann, ist es möglich, dort, wo aus Gründen der Wirtschaftlichkeit keine teuren Fixinstallationen errichtet werden können, die mobilen Geräte ausschließlich im Bedarfsfall einzusetzen. Dafür sollten die verschiedenen Autobahnmeistereien mit einem Grundstock von mdWiSta ausgestattet werden, damit die Anfahrtszeit zum Ereignisort möglichst kurz gehalten werden kann.

## Glossar

abstrahierter Netzgraph	ein Modell einer technischen oder natürlichen, netzartigen Struktur, das an eine bestimmte Situation angepasst wurde
adaptive WWW	hier werden Alternativrouten als zusätzliche Option angezeigt
Aktionsplan	ein fertiger Entwurf, nach welchem bestimmte vordefinierte Maßnahmen/Eingriffe vorgenommen werden
Alternative	ist die Möglichkeit zur Entscheidung zwischen Optionen oder Dingen. Es müssen mindestens zwei sein.
Alternativroute	eine für die ursprünglich ausgewählte Route, bei Ereignis eintretende ausgewählte Möglichkeit
Anprallheftigkeit	überprüft, inwiefern das System Energie durch Flexibilität oder Materialverformung aufnimmt
attentive Phase	eine bewusste Wahrnehmung und Aufmerksamkeit von Sinnesreizen,
Autobahnen	kreuzungsfreie Straße mit mindestens zwei Fahrstreifen pro baulich getrennter Fahrtrichtung
Autobahnmeisterei	ist eine Nebenanlage der Autobahn (Schnellstraße) , dient als Standort für Geräte, Personal, Material. Sie sind für den Straßenbetriebsdienst nötig.
Befolgung	das Verlassen der Normalroute und das Befahren der angezeigten Alternative
Befolgungsgrad	eine Wertung der Einhaltung oder Erfüllung angegebener Ziele
Betonleitwand	eine aus Beton hergestellte passive Schutzeinrichtung auf Straßen (mittig oder seitlich)
Bundesstraßen	hochrangige, kreuzungsfreie Fernstraßen, entweder Autobahnen oder Schnellstraßen
Capacity-Drop	ist im Fundamentaldiagramm der Sprung der Kapazität beim Übergang vom stabilen in den instabilen Bereich
CE-Zertifikat	damit erklärt der Hersteller, dass sein Produkt den geltenden Anforderungen entspricht
DTV	die durchschnittliche Anzahl der Kraftfahrzeuge des betrachteten Streckenabschnitts, welche innerhalb einer bestimmten Zeit diesen Abschnitt passieren
Energieversorgung	ist die Belieferung von Verbrauchern mit Nutzenergie
Fahrzeit	die Zeit, welche ein Fahrzeug von Ort A nach Ort B benötigt

Fundament	eine Struktur, welche eine Struktur oder ein Objekt an einem dafür geeigneten Element befestigt und somit die Struktur/ das Objekt fixiert
Fundamentaldiagramm	stellt den Zusammenhang zwischen Verkehrsstärke und der Verkehrsdichte in Form eines Diagramms dar
Gemeindestraßen	sind Straßen, die unter die Verwaltungsgewalt einer Gemeinde fallen
Gewicht	ist die Kraft auf einen Körper in einem Schwerfeld
Grenz-/Schwellenwert	ein definierter Wert, ab welchem sich die anzuzeigenden Informationen verändern
Highway Agency Traffic Officers	so nennen sich in England Personen, die für die Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses und für die Instandhaltung sorgen
Informationsgewinnung	das Ermitteln, Generieren von Daten/Erkenntnissen
Informationsverarbeitung	die Handhabung und Anwendung durch die Aufwertung von Erkenntnissen/Daten
Informationsweitergabe	Übermittlung von verschiedenen Erkenntnissen
Kapazität	der maximale Verkehrsfluss oder die maximale Leistungsfähigkeit einer Verkehrsanlage
KBA	eine Installation an Konfliktpunkten des Verkehrs, um konkurrierende Verkehrsströme zeitlich zu trennen
Kurvigkeit	einer Straße beschreibt das Verhältnis von Winkeländerungen bezogen auf die Straßenlänge
Landesstraße B	ist eine Landesstraße, welche vor 2002 zur Verwaltungsgewalt des Bundes gehörte
Landstraßen	sind Straßen die unter die Verwaltungsgewalt des Bundeslandes fallen.
Längsneigung	ist eine Steigung/ ein Gefälle, welches in Fahrtrichtung verläuft
Leit-/Schutzplanke	ist eine passive Schutzeinrichtung aus Metall an Straßen (mittig oder seitlich)
Lesbarkeitsweite	ist die größte horizontale Entfernung, bei der im Gelände ein Text gerade noch erkannt werden kann
LOS	Einteilung der Verkehrsdichte von Straßen nach Qualitätsstufen
NBA	eine Installation, die den Verkehr über WWW von überlasteten oder grenzbelasteten Strecken auf andere Netzteile leitet
Normalroute	die im Ereignisfreien Zustand gewählte Route
offline Analyse	Auswertung von Daten, welche erst einige Zeit nach der Datenermittlung

	stattfindet.
on-trip Information	Übermittlung von Auskünften an den Verkehrsteilnehmer während der Fahrt
on-trip Information	der Fahrzeuglenker erhält während der Fahrt Informationen zu seiner Route.
Panne	ist ein Missgeschick, im Verkehrswesen z.B. Reifenplatzer, Motorschäden etc.
präattentive Phase	eine unterschwellige Wahrnehmung von Sinnesreizen. Ein Reiz wird zwar vom Nervensystem wahrgenommen und löst einen Effekt aus, dringt aber nicht ins Bewusstsein.
pre-trip Information	der Fahrzeuglenker erhält vor Fahrtantritt Informationen zu seiner Route
Routenwahl	Entscheidung für eine bestimmte Kette von Straßensegmenten um an das gewünschte Ziel zu gelangen
SBA	eine Installation zur Stabilisierung des Verkehrsflusses an einer knotenfreien Strecke für Geschwindigkeitshomogenisierung, Fahrstreifensignalisierung, Bevorzugung von Fahrten auf dafür vorgesehenen Fahrstreifen
Schnellstraßen	ähnlich Autobahnen, aber die Geschwindigkeit ist meist auf 100 km/h begrenzt
Seitenradar	ist ein Detektionsgerät für Geschwindigkeitsmessung und Verkehrszählung
Sensoren	sind technische Bauteile, die bestimmte physikalische/chemische Eigenschaften sowie stoffliche Beschaffenheit qualitativ oder als Messgröße quantitativ erfassen können
Sichtweite	ist die größte horizontale Entfernung, bei der im Gelände ein Objekt gerade noch erkannt werden kann.
Stau	ein stark stockender oder zum Stillstand gekommener Verkehrsfluss auf einer Straße
Strategieumsetzung	Vorgänge und Vernetzungen, die benötigt werden, damit definierte Maßnahmen an den Verkehrsteilnehmer in Form von Anzeigebildern weitergegeben werden können
substitutive WWW	hier werden vorhandene Zielanzeigen auf den Wegweisern ersetzt
Unfall	ist ein unfreiwilliges, unvorhersehbares und von außen einwirkendes Ereignis, bei dem Schaden eintritt
v_85	beschreibt die Geschwindigkeit, die von "85% der unbehindert fahrenden Pkw nicht überschritten wird

---

VBA	verkehrstechnische Anlagen für Zwecke des Verkehrsmanagements
Verkehrsfluss	die Anzahl der Verkehrselemente (z.B. Fahrzeuge), die eine bestimmte Verkehrsfläche oder -linie pro Zeiteinheit durchqueren
Verlustzeit	Differenz der aktuellen zur der normalen Reisezeit.
Verstümmelungsgrad	ist ein Maßstab für die Anzahl ausgefallener LED-Ketten pro Anzeigeeinheit
Webcam	eine Kamera, welche in kurzen Abständen Bilder, meist im Freien aufnimmt, die dann über eine Internetverbindung öffentlich abrufbar sind
Wechselwegweisung	ist ein Instrument der Alternativroutensteuerung
Wirkungsbereich (Rückhaltesystem)	gibt die Verformung des Systems beim Anprall an. Die Systembreite und dessen dynamische Deformation ergeben den Wirkungsbereich
Zeitverlust	die benötigte Zeit mit Ereignisauftreten minus der benötigten Zeit im Nullfall

## Literaturverzeichnis

### Bücher, Dissertationen und Diplomarbeiten:

**Arendt, M. (2002):**

Verkehrsanalysen zu den künftigen Engpässen auf den Nationalstraßen. Bern: Bundesamt für Raumentwicklung.

**ASFiNAG (Jan 2012):**

Das Autobahnnetz in Österreich - 30 Jahre Asfinag, Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft, Wien.

**Ausserer, K.; Risser, R.; Turtschek, C. (2006):**

Verkehrstelematik - der Mensch und die Maschine, Überblick über Verkehrstelematiksysteme, psychologische und sozialwissenschaftliche Überlegungen zum Thema Verkehr und Telematik, FACTUM Chaloupka & Risser OHG

**Biffi, W. (2010):**

Diplomarbeit - Verkehrserreger Fußballstadion. Wien.

**Boltze, M.; Wolfermann, A; Schäfer, P.(2005):**

Leitfaden Verkehrstelematik - Hinweise zur Planung und Nutzung in Kommunen und Kreisen, Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.

**Bovy P.; Stern E. (1990):**

Route Choice: Wayfinding in Transport Networks, Dordrecht, Niederlande: Kluwer.

**Braun J. (1980):**

Adaptive Ermittlung kürzester Routen in Verkehrswegenetzen. Bad Honef: Bock + Herchen.

**Brilon W. (2008):**

Differenzierte Bewertung der Qualitätsstufen im HBS im Bereich der Überlastung, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verl. für Neue Wissenschaft. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr

**Brilon, W.;D rews, O. (1996):**

Verkehrliche und ökologische Auswirkungen der Anordnung von Überholverböten für Lkw auf Autobahnen. Ausgabe 731 von Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. Bonn-Bad Godesberg: Bundesminister für Verkehr. Abteilung Straßenbau.

**Brilon, W.;Geistefeldt, J.; Lippold, C. (2007):**

Autobahnen und Autobahnknotenpunkte mit vierstreifigen Richtungsfahrbahnen – Gestaltung und Bemessung. Ausgabe 967 von Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für neue Wissenschaft. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr

**Brôzec, B. (2009):**

Entwicklung eines Nutzerkostenmoduls im österreichischen PMS – Dissertation. Wien.

**Brummer, W. (1983):**

Fertigstellung des 1000 Autobahnkilometers Österreichs Autobahnen, Bundesministerium für Bauten und Technik (Hrsg.). Wien.

**Büsing, C. (2010):**

Graphen- und Netzwerkoptimierung. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag

**Dienel, H-L.; Bethge, H.H.; Heinze , G.W. (2004):**

Handbuch Eventverkehr, Planung, Gestaltung, Arbeitshilfen. KulturKommerz 9. Berlin: Erich Schmidt Verlag.

**Dugge B. [2005]**

Ein simultanes Erzeugungs-,Verteilungs-, Aufteilungs- und Routenwahlmodell. Dissertation. Band 9 von Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr. Technische Universität Dresden. Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr.

**Färber, B.; Färber, B. (2005):**

Dynamische Verkehrsinformationstafeln - Teil 2: Nutzerbedürfnisse und wahrnehmungspsychologische Gestaltung. Ausgabe 916 von Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag N. W. Verlag für neue Wissenschaft, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.

**Geistefeldt J., Lohoff J. (2011)**

Stausituationen auf den Autobahnen in Nordrhein-Westfalen. Studie. Bochum: Ruhr Universität Bochum.

**Geistefeldt J. (2007):**

Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit auf Autobahnen mit vierstreifigen Richtungsfahrbahnen. Dissertation. Bochum: Ruhr-Universität Bochum. Lehrstuhl für Verkehrswesen.

**Häcker, H.; Hirsig, C. (1991):**

Mensch-Fahrzeug-Umwelt. Band 27. Fortschritte der Verkehrspsychologie. Verlag TÜV Rheinland, Deutscher Psychologen-Verlag.

**Haftendorn, D. (2010):**

Mathematik sehen und verstehen, Schlüssel zur Welt. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

**Hartz, B.; Schmidt, M. (2005):**

Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta). Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wissenschaft .

**Hoffmann-Leichter (2000)**

Wirkungsweise und Einsatzkriterien von Wechseltexthanzeigen. Bundesanstalt für Straßenwesen. Hoffmann-Leichter Ingenieurgesellschaft.

**Hoops, M.; Kates, R.; Keller, H. (2000):**

Bewertung von Verfahren zur Erkennung von Störungen im Verkehrsablauf in Theorie, Praxis und Simulation. Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abt. Straßenbau, Straßenverkehr.

**Hueguenin, R. D. (1988):**

Faktor Mensch im Verkehr. Fahrverhalten im Straßenverkehr, Ein Beitrag zur Theorienbildung in der Verkehrspsychologie. Band 37. Braunschweig: Rot-Gelb-Grün.

**Klebensberg, D.(1982):**

Verkehrspsychologie. Berlin: Springer Verlag. University of Michigan.

**Kroj, G.; Pfeiffer, G. (1973):**

Faktor Mensch im Verkehr. Der Kölner Fahrverhaltens-Test. Band 21 Frankfurt am Main: Tetzlaff.

**Leutzbach, W. (1972):**

Einführung in die Theorie des Verkehrsflusses. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

**Neculau, M. (1992):**

Modellierung des Fahrverhaltens: Informationsaufnahme, Regel- und Steuerstrategien in Experiment und Simulation. Berlin: Technische Universität Berlin. Dissertation. v. 1992.

**Ortúzar, Juan de D. ; Willumsen, Luis G.(2004):**

Transport Modelling, Chichester, John Wiley & Sons.

**Ortúzar, Juan de D. ; Willumsen, Luis G.(2011):**

Modelling Transport, Chichester, John Wiley & Sons.

**Ponzlet, M. (1996):**

Auswirkungen von zeitlich veränderlichen Leistungsfähigkeiten. Ausgabe 718 von Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. Bonn-Bad Godesberg : Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau.

**Rexeis, M.; Hausberger, S. (2011):**

Lkw-Tempolimits und Emissionen - Auswirkungen der Einhaltung der Lkw-Tempolimits auf Autobahnen auf Emissionen und Lärm, Heft 184 von Informationen zur Umweltpolitik, Wien: Arbeiterkammer, Bundeskammer für Arbeiter und Angestellte.

**Sabev, D. (2010)**

Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmenkatalog für Asphaltstraßen. Wien: Diplomarbeit. Technische Universität Wien.

**Sheffi, Y. (1972):**

Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods. Cambridge: Massachusetts. Institute of Technology.

**Wermuth, M.; Wulf, S. (2008)**

Erhebungskonzepte für eine Analyse der Nutzung von alternativen Routen in übergeordneten Straßennetzen. Band 169 von Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: Verkehrstechnik (Band 20 von Info). Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss. Bundesanstalt für Straßenwesen.

**Normen, Verordnungen, Richtlinien, Empfehlungen:****ASFINAG****ASFiNAG (2007):**

Standardisierung für Anzeige- und Aufstelleinrichtungen von Verkehrsbeeinflussungsanlagen - allgemeine Richtlinie, Wien.

**ASFiNAG (Okt 2007):**

Verkehrstechnische Grundsätze zur Planung von Verkehrstelematikanlagen - Allgemeine Richtlinie

**ASFiNAG (2012):**

Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) - Technische Richtlinie, Wien

**ASFiNAG (Apr 2012):**

Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) - Technische Spezifikation, Wien

### Verschiedene Bundesministerien:

**BM für Verkehr und Wirtschaft (August 2009):**

Informationsblatt zur 11.Änderung der StVO - Größen der Verkehrszeichen.

**BM für Verkehr und Wirtschaft. (2012):**

Gesamte Rechtsvorschrift für Straßenverkehrsordnung 1960.

**BM für Wissenschaft und Verkehr. (1998, 2012):**

Straßenverkehrszeichenverordnung 1998 - Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft und Verkehr über Straßenverkehrszeichen.

**BM für Wissenschaft und Verkehr (1960,2011):**

Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft und Verkehr über Straßenverkehrszeichen (Straßenverkehrszeichenverordnung 1998 - StVZVO 1998), Wien: RIS.

### Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr:

**HBS (2001)**

Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS). Köln: VGSV-Verlag, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr

**RIN (2008):**

RIN - Richtlinien für integrierte Netzgestaltung. Köln: FGSV-Verlag, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.

**RVS 03.03.31 (Mai 2005):**

Querschnittselemente Freilandstraßen; Verkehrs- und Lichtraum, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.

**RVS 05.01.11 (2004):**

Informationssysteme-Grundlagen Bezugssysteme für straßenbezogene Information, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.

**RVS 05.01.12 (2008):**

Ereignisse und Meldungen in kooperativen Verkehrsmanagementzentralen, Wien: Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr.

**RVS 05.02.11 (2009):**

Verkehrsführung- Anforderungen und Aufstellungen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr.

**RVS 05.02.12 (2009):**

Beschilderung und Wegweisung im untergeordneten Straßennetz. , Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.

**RVS 05.02.13 (2006):**

Beschilderung und Wegweisung auf Autobahnen. Wien: Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr.

**RVS 05.04.21 (2001):**

Verkehrslichtsignalanlagen - Verkehrsleitsysteme (RVS 5.35), Wien: Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.

**RVS 05.05.41 (2001):**

Baustelleneinrichtung - Gemeinsame Bestimmungen für alle Straßen Autobahnen mit getrennten Richtungsfahrbahnen, Wien: Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.

**RVS 05.05.42 (2001):**

Baustelleneinrichtung - Gemeinsame Bestimmungen für alle Straßen Autobahnen mit getrennten Richtungsfahrbahnen, Wien: Österreichische Forschungsgesellschaft Straße und Verkehr.

**RVS 05.05.43 (2003):**

Baustellenabsicherung - Straßen mit zwei oder mehr Fahrstreifen je Fahrtrichtung. Wien: Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.

**RVS 05.05.44 (2004):**

RVS 05.05.44 - Baustellenabsicherung - Straßen mit einem Fahrstreifen je Fahrtrichtung. Wien: Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.

**Österreichisches Institut für Normung:****ÖNORM EN 1217 (2010)**

Rückhaltesysteme an Straßen - Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren, Brüssel: Österreichisches Normungsinstitut

**ÖNORM EN 12368 (2006):**

Anlagen zur Verkehrssteuerung – Signalleuchten, Brüssel: Österreichisches Normungsinstitut.

**ÖNORM EN 12899-1 (2008)**

Vertikale Verkehrszeichen – Wechselverkehrszeichen, Teil 1: Verkehrszeichen, ÖN

**ÖNORM EN 12966-1 (2012)**

Vertikale Verkehrszeichen, Wechselverkehrszeichen – Produktnorm, Österreichisches Normungsinstitut

Andere:**RVS 9.28 (2003):**

RVS 9.28 - Betriebs- und Sicherheitseinrichtungen in Tunnel, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

**FHWA (2009):**

Manual on Uniform Traffic Control Devices. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Association

**Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Verkehrszentrale Hessen (2007):**

Leitfaden zur wegweisenden Beschilderung auf Autobahnen (LWBA), Hessen.

**Nationarat (2006)**

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich-58. Bundesgesetz, mit dem das Bundesstraßengesetz 1971 geändert wird. Wien: RIS.

**RAS-N (1988):**

RAS-N Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Leitfaden für die funktionale Gliederung des Straßennetzes, Köln.

**SETRA (1994)**

Plateau de Signalisation à messages variables (PMV). Service d'études techniques des routes et autoroutes.

**Steiermärkische-Landtag (2008):**

Steiermärkisches Landes-Straßenverwaltungsgesetz 1964 - LStVG. RIS.

**WERD (2000):**

Framework for harmonised Implementation of VMS in Europe. Westeuropäische Straßenverkehrsdirektion.

## Internetquellen:

### **Adolf Nissen Elektrobau GmbH + Co. KG:**

[www.nissen-online.de](http://www.nissen-online.de), abgerufen am 22. November 2012 von [http://www.nissen-online.de/de/Produkte\\_Fahrbare\\_Vorwarntafeln\\_mit\\_Wechselverkehrszeichen\\_in\\_LED\\_Technik\\_co10517.html?&co\\_id=10517&level=1&action=openClose](http://www.nissen-online.de/de/Produkte_Fahrbare_Vorwarntafeln_mit_Wechselverkehrszeichen_in_LED_Technik_co10517.html?&co_id=10517&level=1&action=openClose)

### **almo-ac**

[www.almo-ac.com](http://www.almo-ac.com), abgerufen am 16.12.2012 von <http://www.almo-ac.com/>

### **B.A.S. Verkehrstechnik AG:**

[www.bas.de](http://www.bas.de), abgerufen am 22. November 2012 von <http://www.bas.de/>

### **ASFiNAG-vignette.at (2012)**

[www.vignette.at](http://www.vignette.at), abgerufen am 14. November 2012 von <http://www.vignette.at/web/guest/strassennetz>

### **ASFiNAG (Nov 2012)**

[www.asfinag.at](http://www.asfinag.at), abgerufen am 14. November 2012 von <http://www.asfinag.at/organigramm/sg/vm>

### **Bätz, J.:**

[www.verkehrssicherungen.info](http://www.verkehrssicherungen.info), abgerufen am 22. November 2012 von <http://www.verkehrssicherungen.info/Schutzplankenhalter>

### **Beilharz GmbH & Co. KG:**

[www.beilharz-strasse.de](http://www.beilharz-strasse.de), abgerufen am 22. November 2012 von [http://www.beilharz-strasse.de/tl\\_files/beilharz\\_strasse/web/leitposten/stossabsorber\\_2.jpg](http://www.beilharz-strasse.de/tl_files/beilharz_strasse/web/leitposten/stossabsorber_2.jpg)

### **Betonwerk Rieder GmbH:**

[www.rieder.at](http://www.rieder.at), abgerufen am 22. November 2012 von <http://www.rieder.at/de/geschaeftsbereiche/strassenbau/delta-bloc-14/>

### **BM für Landesverteidigung und Sport:**

[airpower.gv.at](http://airpower.gv.at), abgerufen am 18. November 2012 von <http://airpower.gv.at/>

### **derStandard.at GmbH:**

der Standard, Abgerufen am 2012. November 2012 von <http://derstandard.at/1339639886833/Verkehr-Schwerer-Lkw-Unfall-auf-Wiener-Aussenringautobahn>

### **Gemeinde Semmering:**

[semmering.at](http://semmering.at), abgerufen am 18. November 2012 von [www.semmering.at](http://www.semmering.at)

**Großgemeinde Nickelsdorf**

nickelsdorf.at, abgerufen am 18. November 2012 von  
[http://www.nickelsdorf.at/index.php?article\\_id=788](http://www.nickelsdorf.at/index.php?article_id=788)

**Hallenga, U. (15. Dezember 2008)**

Kleinwindanlagen, abgerufen am 22. November 2012 von  
<http://www.kleinwindanlagen.de/Forum/cf3/topic.php?t=2136>

**Head-Office, Utility Service:**

www.usus.com.au, abgerufen am 14. November 2012 von  
<http://www.usus.com.au/usutility/display.asp?entityid=3153>

**highways-agency:**

Highways, abgerufen am 14. November 2012 von <http://www.highways.gov.uk/about-us/>

**holz & raum GmbH & Co. KG. (2012):**

www.holzundraum.de, abgerufen am 22. November 2012 von  
<http://holzundraum.de/hochsitz/service/montage/58-erdankerschrauben-geben-auch-bei-sturm-sicheren-halt.html>

**Horizont Group GmbH:**

www.horizont.com, abgerufen am 22. November 2012 von  
<http://www.horizont.com/OnlinePDF/KF/de/Katalog/files/assets/seo/page106.html>

**JD Nederland Verkehrssicherheit-Systeme:**

Abgerufen am 22. November 2012 von <http://www.jdnederland.com/jdnederland-de/produkte/vornwarntafeln>

**Kleine Zeitung DIGITAL GmbH & Co KG. (20. März 2012):**

Kleine Zeitung, abgerufen am 28. November 2012 von  
<http://www.kleinezeitung.at/nachrichten/chronik/2975638/mauer-stuerzte-a13-lkw-lenker-angeblich-tot.story>

**LEDON (2012)**

Ledon-Lampen, abgerufen am 14. Dezember 2012 von <http://www.ledon-lamp.com/de/led-technologie.htm>

**Magistrat St. Pölten:**

st.poelten.gv.at, abgerufen am 18. November 2012 von <http://www.st-poelten.gv.at/Content.Node/>

**Mediengruppe „Österreich“ GmbH (20. März 2012):**

Ö24, abgerufen am 28. November 2012 von  
<http://www.oe24.at/oesterreich/chronik/tirol/Unfall-auf-der-Brennerautobahn-Beton-Mauerteile-begraben-Lkw-BILDER-VIDEO/60160925>

**news networkworld internetservice (27. Dezember 2004)**

news.at, abgerufen am 21. November 2012 von  
[http://www.news.at/articles/0453/200/101427\\_s5/ohne-stau-ski-weltcup-semmering-schnellstrasse-richtung-wien](http://www.news.at/articles/0453/200/101427_s5/ohne-stau-ski-weltcup-semmering-schnellstrasse-richtung-wien)

**Peter Berghaus GmbH:**

[www.berghaus-signalbau.de](http://www.berghaus-signalbau.de), abgerufen am 22. November 2012 von <http://www.berghaus-signalbau.de/index.php?id=39>

**Peter Berghaus GmbH, Verkehrstechnik:**

[www.berghaus-verkehrstechnik.de](http://www.berghaus-verkehrstechnik.de), abgerufen am 22. November 2012 von  
<http://www.berghaus-verkehrstechnik.de/produkte-verkehrstechnik/verkehrstechnik-produktuebersicht.html>

**QSL:**

[www.qsl.net](http://www.qsl.net), abgerufen am 22. November 2012 von  
<http://www.qsl.net/dk3hg/pics/p8110086.jpg>

**rsa-95.de:**

Abgerufen am 04. Dezember 2012 von <http://www.rsa-95.de/rsa-95-d.htm>

**Safeline OHG:**

[www.safeline-warnschutz.de](http://www.safeline-warnschutz.de), abgerufen am 22. November 2012 von [http://www.safeline-warnschutz.de/Stausystem\\_45.html](http://www.safeline-warnschutz.de/Stausystem_45.html)

**Stadtgemeinde Schladming**

[schladming.at](http://www.schladming.at), abgerufen am 18. November 2012 von <http://www.schladming.at/gemeinde/>

**Stadt-Wien:**

[www.wien.gv.at](http://www.wien.gv.at). Abgerufen am 14. November 2012 von  
<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/verkehrsplanung/strassen/bundesstrassen/hauptstrassen-ab.html>

**Swarco AG**

[www.swarco.com](http://www.swarco.com), abgerufen am 22. November 2012 von  
<http://www.swarco.com/de/Produkte-Services/Traffic-Management/Urbanes-Verkehrsmanagement/LED-Wechselverkehrszeichen/LED-Mobile-Signalisierung>

**TrebbinerFahrzeugFabrik GmbH:**

[www.trebbiner.de](http://www.trebbiner.de), abgerufen am 23. November 2012 von  
<https://www.trebbiner.de/spezialfahrzeuge/baustellenabsicherung/fahrbarevorwarntafelvwtl/index.php>

**Verkehrssicherheit (2012)**

Abgerufen am 12. Dezember 2012 von

<http://www.verkehrssicherheit.at/wissenswertes/lexikon/leitschienen.php>

**wikimedia (2012):**

Abgerufen am 10. Dezember 2012 von

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Autobahnen\\_und\\_Schnellstra%C3%9Fen\\_in\\_%C3%96sterreich.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Autobahnen_und_Schnellstra%C3%9Fen_in_%C3%96sterreich.svg)

**Zehender, S. – Worms**

Festivalticker, abgerufen am 18. November 2012 von

<http://www.festivalticker.de/internationale-festivals/oesterreich/>

**Sonstige:****BMVIT (2012)**

Statistik Straße & Verkehr, Jänner 2012, Gruppe Straße, Republik Österreich, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Abteilung IV/ST1, Wien.

**DTV Verkehrsconsult GmbH (2010)**

Automatische Verkehrszählung, Jahresübersicht 2009, Straßenverwaltungen der Bundesländer Wien, NÖ, Bgl. ([www.fsv.at/Verkehrszaehlung/2009/Bericht/Jahresuebersicht\\_2009.pdf](http://www.fsv.at/Verkehrszaehlung/2009/Bericht/Jahresuebersicht_2009.pdf))

**Chef des Dienstes, ASFiNAG (5. September 2012):**

Informationen zum Arbeitstag des Chef des Dienstes sowie zur Ereignisabwicklung in der ASFiNAG Zentrale Wien Inzersdorf

**Hebenstreit, C.:**

fotografiert im September 2012 bei der ASFiNAG Zentrale Inzersdorf (aus eigener Quelle)

**Österreichisches Institut für Raumplanung (2004):**

Verkehrsmengen und Verkehrsemissionen auf wichtigen Straßen in Österreich 1985 – 2003. Wien: Arbeiterkammer.

**Reiter, T.:**

fotografiert im September 2012 am österreichischen Straßennetz

**SIEMENS (2012):**

E-Mail Verkehr mit Frau Kraschl-Hirschmann und Herrn Peter Aicher

**Strasser, C. (17. September 2012):**

E-Mail-Verkehr zum Thema Leitschutzplanken mit der ASFiNAG.

**TU Dresden (2012):**

Informationsmappe zum System VAMOS, erhalten auf der ITS-Vienna 2012 am Stand der Technischen Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“; Institut für Verkehrstelematik; Professur für Verkehrsleitsysteme- und Prozessautomatisierung

**SWOV (2002):**

Zusätzliche Information auf Matrixanzeigen: Möglichkeiten und Effekte, Niederländisches Verkehrsinstitut.

**Walther, B. (September 2012):**

E-Mail-Verkehr mit der Ö3-Verkehrsredaktion

**Wehner, T. (2002):**

Statische und dynamische Analyse eines Schildersystems. Wolfschlügen: Gebrüder Hohl GmbH.

**Zumkeller:**

Universität Karlsruhe, Planungsmethodik Verkehr - Grundlagen Geschwindigkeit, abgerufen am 27. November 2012 von

[http://www.hersche.at/uploads/uni\\_karlsruhe\\_planungsmethodik\\_verkehr.pdf](http://www.hersche.at/uploads/uni_karlsruhe_planungsmethodik_verkehr.pdf)

# Anhang

## Verkehrszeichenbrücke

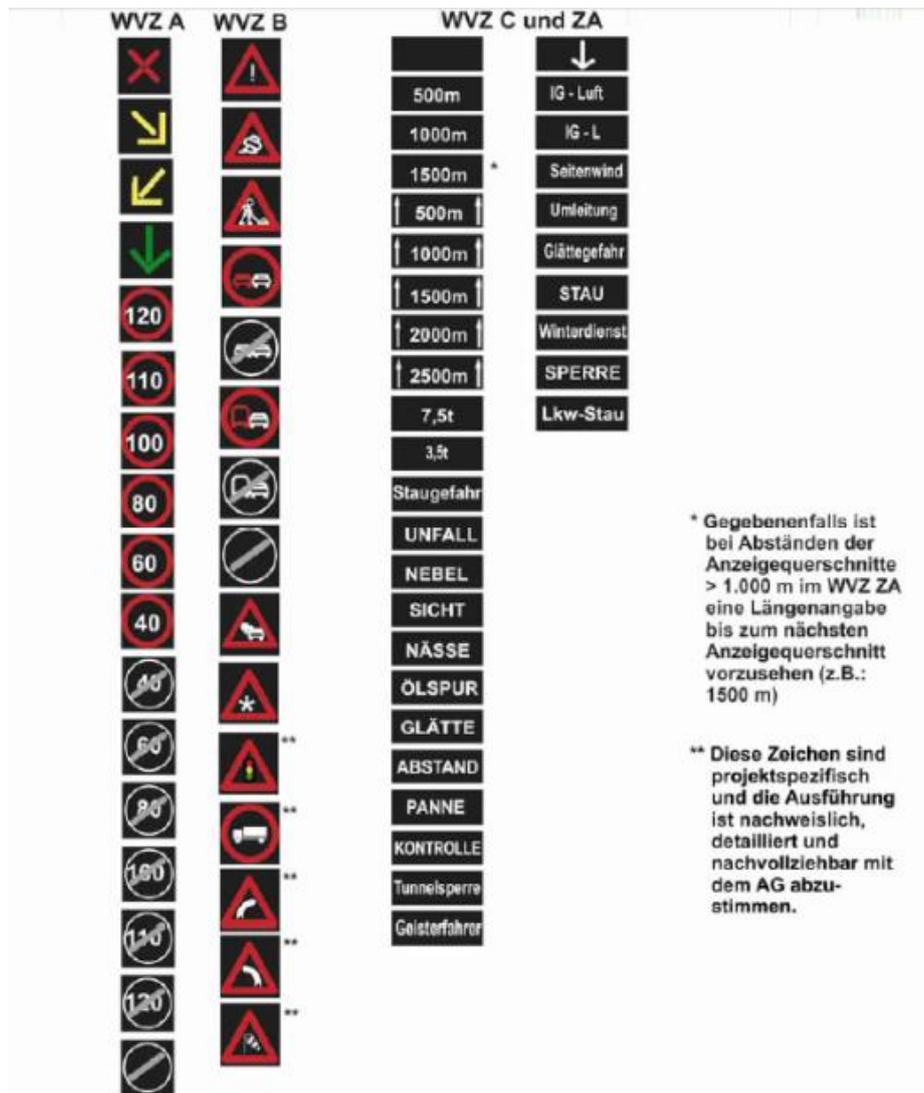


Abbildung 97: Verkehrszeichenbrücke – Wechselverkehrszeichen – inklusive Zeichenerläuterung

[ASFINAG, 2012]

## Anzeigemöglichkeit – Vergleich mdWiSta und WTA

### Stau von St. Marx bis Handelskai

WTA

A23 St. Marx  
bis Handelskai  
Stau (Ö3)

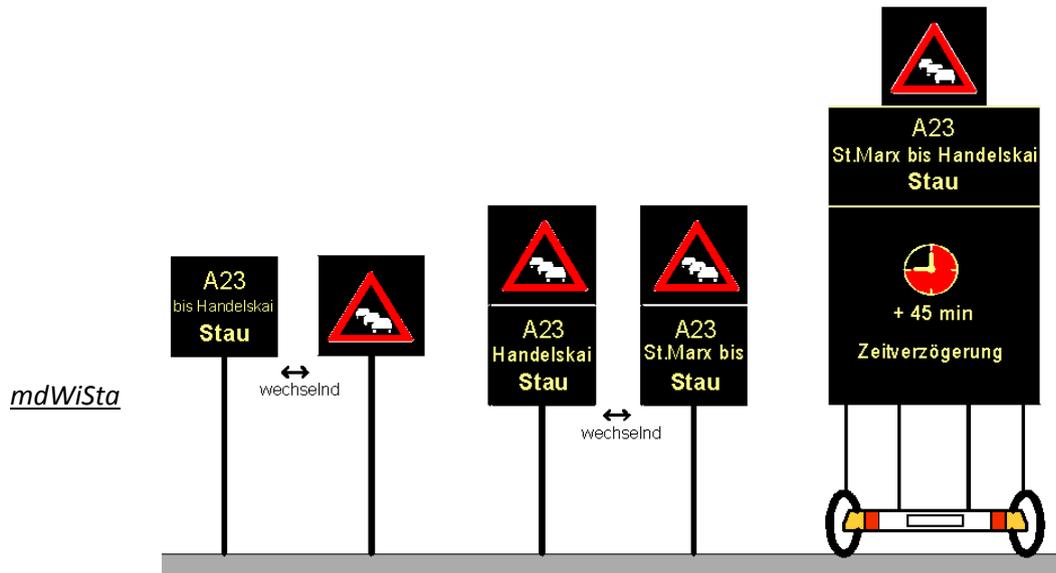


Abbildung 98: Vergleich mdWiSta und WTA, Beispiel St. Marx

### Stau auf der A2 beim Knoten Guntramsdorf

WTA

A2 Kn.Guntramsdorf  
2 km Stau  
(Ö3)

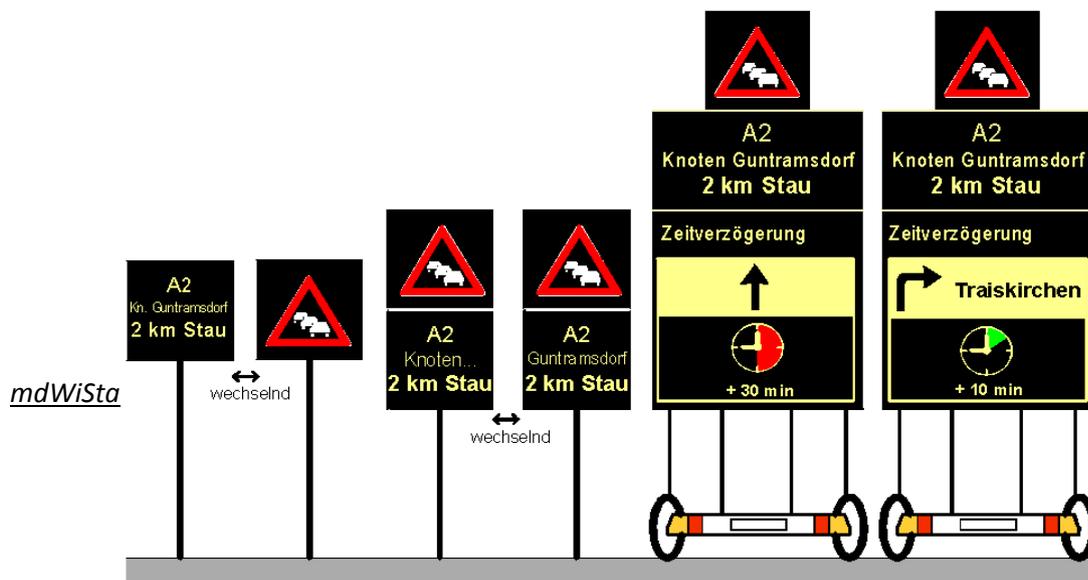


Abbildung 99: Vergleich mdWiSta und WTA, Beispiel Guntramsdorf

# Anforderungskatalog

mdWiSta:

Anforderungen

## Anforderungsliste

Tafel + Bedienung

Pos.Nr.	Gruppe	Beschreibung
<p><b>Wichtig:</b> <i>Positionsnummern welche nur aus Zahlen bestehen müssen angeboten/erfüllt werden. Bei Positionsnummern mit Buchstaben, muss mindestens eine Position der Gruppe angeboten/erfüllt werden.</i></p>		
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 Angabe 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 Angabe machen
1.4.1	Kombination von: _____	möglich Mehrkosten:
1.5	<b>Anzeigeelemente</b>	
1.5.1	Schrift	Tafel-Element welches nur Schrift anzeigt
1.5.2	Symbol	Tafel-Element welches nur Symbole anzeigt
1.5.3	Schrift und Symbol	Tafel-Element welches 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
1.7	<b>Wechselbildschaltung</b>	
1.7.1	<b>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 Signaltafel</b>			
1.8.1	Anzeigebilder		
1.8.1 a	50	≥ 50 verschiedenen Anzeigebildern	
1.8.1 b	75	≥ 75 verschiedenen Anzeigebildern	
1.8.1 c	100	≥ 100 verschiedenen Anzeigebildern	
1.8.2	Zeichenspeicher	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 mit verschiedenen 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>	2	<b>Zuverlässigkeit</b>	Die Zuverlässigkeit der Tafel muss gewährleistet werden, gibt es eine Fehlfunktion, muss die Tafel von selbst auf schwarz geschaltet werden, solange bis der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt ist.
	2.1	Gehäuse der Tafel	
		Beschichtung ist Materialabhängig und falls notwendig ist der Korrosionsschutz in mehreren Schichten aufzutragen.	
		Der Austausch defekter Systemkomponenten (Dioden, LED-Ketten) muss möglich sein	
		Die äußere Gehäuseoberfläche darf nicht zu 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.		

<b>Energie</b>	3	<b>Energieautarkie</b>	Die Tafel muss den Strom den sie benötigt selbst erzeugen, bzw. beinhalten. (Einsatz ohne Anschluss am 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>Akku</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>Batterie</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>Solar</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>Fotovoltaik</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 nichts zutreffend bitte eigene Angabe machen

## Mobilität\_Installation

4	<b>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 Transport-Schwingungen aushalten können, da sie immer wieder transportiert wird.	
4.2	<b>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 kippbar sein. (Sichtwinkel)</i>	
4.3	<b>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	
4.4	<b>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 - 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		falls nichts zutreffend bitte eigene Angabe machen <i>Die Kamera sind möglichst wenig Schwingungen aussetzen</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		falls nichts zutreffend bitte eigene Angabe machen	

<b>Berührlose Sensoren</b>		<b>VDE</b>	
5.3		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		Belegzeit
bitte genaue Angaben zum angebotenen Sensor machen			
<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>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>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.		
5.9	<b>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 ist die Sicherheit und die Übertragungsdauer zu berücksichtigen</p> <p>Anwendungsschicht 5-7: HTTP, FTP, SMTP</p> <p>Anwendungsschicht 4: TCP, UDP</p> <p>Internetschicht 3: IP</p> <p>Netzzugangsschicht 1-2: Ethernet, Token Ring, FDDI</p> <p><i>Alle notwendigen Schnittstellen sowie der Übermittlungsstandart sind anzuführen.</i></p> <p>Übermittlungsstandard: Datex (HTTP/HTML)</p> <p>Datex 2 (HTTP)</p> <p>RDS/TMC bzw. TPEG</p>		
5.10	<b>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>	6	<b>Wetterbeständigkeit</b>	Die Tafel muss bei jedem Wetter funktionstauglich sein. (Ausnahme: Wetterkatastropheneignisse)	
	6.1	<b>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 nichts zutreffend bitte eigene Angabe machen	
	6.2	<b>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 nichts zutreffend bitte eigene Angabe machen		

## Benutzeroberfläche

Hier wird als Beispiel eine Oberfläche für einen Tablet-PC dargestellt. Diese Anzeigeeoption kann auch für ein Mobilfunkgerät verwendet werden. Der Warm-Up-Hintergrund ist beliebig wählbar. Es wurde bei der Wahl des Hintergrundes darauf geachtet, dass gleich erkennbar ist, dass das Programm für das Straßenwesen angewandt wird. Der Hintergrund wurde einfach gehalten, um nicht vom eigentlichen Inhalt abzulenken. Die Bedienung der Anzeigetafel soll sehr einfach und leicht verständlich sein. Die Schriftgröße wurde so gewählt, dass sie auch auf einem Smartphone noch gut leserlich ist. Nachfolgend wird die Eingabe für einen Unfall im Bereich Flachau - Eben dargestellt.

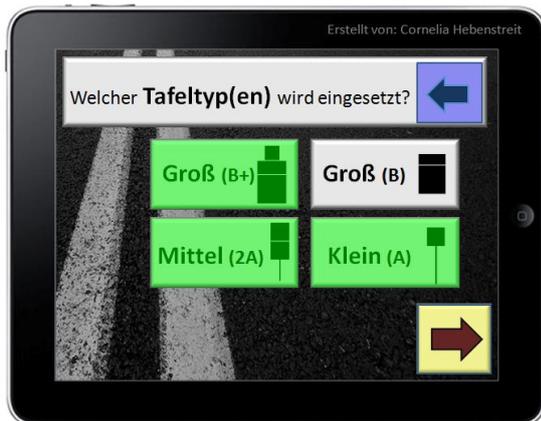


Eine Option der Benutzeroberfläche beim Warm-up Vorgang des Programms ist links dargestellt. Das Warm-up darf natürlich nur kurze Zeit in Anspruch nehmen. Es ist möglich, die Eingabe des Ereignisfalls zu speichern (notwendig für wiederkehrende Ereignisse oder Festivals, Großveranstaltungen, die vorab definiert werden können). Der Ereignisfall kann somit entweder neu eingegeben werden, es kann auch ein schon gespeichertes Ereignis geöffnet werden.



Wird ein neuer Ereignisfall eingegeben, so wird als erstes der Bereich, welcher durch die Mobilfunkdaten detektiert werden soll, ausgewählt. Der Bereich des zu detektierenden Abschnitts wird z.B. durch Eingabe eines Ortsnamens gesucht. Danach wird der Anfangs- und Endpunkt des Bereiches angegeben. Der Anfangspunkt (Punkt A) wird zuerst eingegeben, dann folgt der Punkt B (Endpunkt). Die dahinterliegende Logik sucht dann die verfügbaren voreingestellten Abschnitte und detektiert diesen Bereich. Sollen beide Fahrrichtungen ermittelt werden, ist es unwichtig in welcher Reihenfolge A und B eingegeben werden. Soll wie in der nachfolgenden Abbildung nur eine Fahrrichtung detektiert werden, wurde mit der Punktsetzung A-B die Fahrrichtung von Norden nach Süden angegeben. A ist der Punkt, woher die Autos kommen, B ist, wohin sie fahren.

Wurde die zu detektierende Strecke eingegeben, werden als nächster Schritt die Tafелеlemente ausgewählt. Hier ist eine Mehrfachauswahl möglich. Nachdem das/die ausgewählte/n Feld/er anders gefärbt ist/sind, kann durch die Pfeiltaste (rechts) zur nächsten Auswahloption übergegangen werden. Sollte es notwendig sein, nochmals einen Schritt zurückzugehen, kann man dies mit dem blauen Pfeil (links) durchführen. Wurden die Tafeltypen eingegeben, öffnet sich das Fenster „Situierung der Tafелеlemente“. Hier wird eingegeben, auf welchem Teilstück sich welche Anzeigetafel in welcher Größe befindet. Es kann in die Graphik hinein gezoomt werden, der Pfeil gibt die Richtung an und kann mittels Anklicken verändert werden.



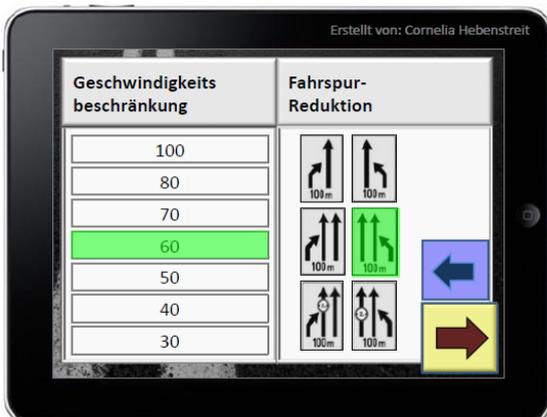
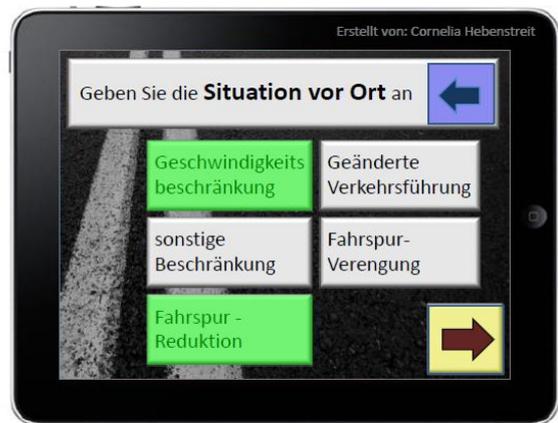
Nachfolgend werden separat für jede Anzeigetafel deren Detektionsgeräte ausgewählt. Je nachdem welche Detektion verfügbar ist, wird sie eingegeben und nach kurzem Laden, direkt im selben Fenster angezeigt. Es ist somit möglich, die Kamera händisch einzurichten und das Kamerabild direkt vor Ort zu kontrollieren.



Wurden alle Detektoren eingegeben, werden alle ermittelnde Geräte auf einem Überprüfungs bild nochmals angezeigt. Es wird zusätzlich die Tafelnummer ausgegeben. Sollte die Karte als Kontrolle benötigt werden, kann auf das Feld „Karte“ geklickt werden.



Je nach Ereignisfall gibt es verschiedene Anzeigeeoptionen, die schlussendlich schnell und in einfacher Art und Weise zum Anzeigebild führen. Hier wird das Beispiel „Unfall“ dargestellt. Wichtig ist es zu beachten, ob alle Anzeigetafeln das „gleiche“ Anzeigebild übermitteln sollen oder ob diese unterschiedliche Texte, Symbole enthalten sollen. Nachdem das Ereignis „Unfall/Panne“ ausgewählt worden ist und alle Anzeigefelder dieselbe Strategie anzeigen, muss die Situation vor Ort für alle Anzeigen nur einmal eingegeben werden. Hierzu gibt es 5 Felder, die zu Gefahrenzeichen, Hinweiszeichen, Beschränkungszeichen etc. führen. Auch hier ist eine Mehrfachauswahl möglich/notwendig.



Für den hier dargestellten Fall wurden die zwei Felder „Geschwindigkeitsbeschränkung“ und „geänderte Verkehrsführung“ ausgewählt. Somit werden die zwei Fenster weiter bearbeitet. Es werden immer 2 Situationen gleichzeitig angezeigt. Sollten somit mehr als 2 Situationen ausgewählt werden, so wird die dritte Option in einem neuen Fenster bearbeitet. Zusätzlich zu den Verkehrszeichen soll die Anzeige auch Information als Text anzeigen. Es wird eine vereinfachte Texteingabe verwendet. Die wichtigste Information kann in „Fett“ angezeigt werden. Soll eine Umleitungsschaltung bzw. eine Zeitverlustanzeige angegeben werden, ergeben sich weitere Auswahloptionen, die für dieses Beispiel nicht dargestellt werden.

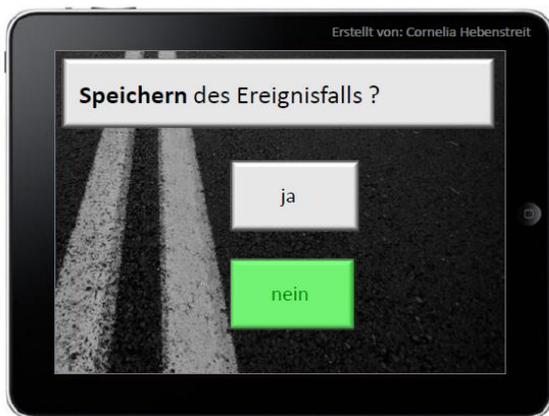


Ist durch die vereinfachte Texteingabe nicht alles abgedeckt, kann der Operator manuell zusätzliche Informationen angeben. Diese Informationen sind im Regelfall nur auf der großen Anzeigetafel schaltbar (kleinere Anzeigeflächen besitzen zu wenig Fläche, um mehr als 3 Textzeilen anzugeben). Ist die Texteingabe abgeschlossen, wird eine Vorschau erstellt. Sollte die Anzeigetafel nicht so aussehen wie erwünscht, ist es möglich, durch Klicken auf den Text, diesen direkt in der Vorschau abzuändern. Durch die vereinfachte Eingabe wird die aus der Literatur für Wechseltextanzeigen bekannte Anzegehierarchie beachtet. Deshalb sollte die Reihenfolge der Textelemente nicht geändert werden, es ist jedoch möglich, Präpositionen (nach, bei, vor, im...) abzuändern, zu korrigieren oder einzufügen, damit der Text leichter zu lesen und zu verstehen ist.



Ist der Operator (bzw. Person, welche die Eingabe tätigt) nach Betrachtung der Überprüfungsabbildung zufrieden, kann er nun den Vorgang abschließen oder speichern. Die Überprüfungsabbildung fasst alle ausgewählten Optionen zusammen.

Diese Abbildung soll sicherstellen, dass wirklich alle gewünschten Einstellungen getätigt wurden. Ist der Button der Mobilfunkdaten rot gefärbt, läuft die Detektion noch nicht vollständig. Ist bei einer Ziffer kein Bild vorhanden bzw. das Bild ausschließlich schwarz, liegt hier ein Detektionsfehler vor. Um Informationen zu erhalten, kann mittels Klick auf das Bild bzw. die Schaltfläche Mobilfunk die Fehlermeldung angezeigt werden. Die Informationen werden für bessere Erkennbarkeit als „Fullscreen“ dargestellt. Die Anzeigetafel muss nicht direkt geschaltet werden. Es ist möglich, einen Ereignisfall einzugeben, ohne dass sich schon Anzeigetafeln und die erforderlichen Sensoren am Aufstellungsort befinden. Der Ereignisfall wird gespeichert, natürlich werden dadurch bei den Sensoren und Web-Cam Bildern und bei der Anzeigebildübertragung Fehlermeldungen auftreten, da die notwendige Infrastruktur nicht wirklich angesteuert wird.



Wird der Vorgang wie hier beim vorgestellten Beispiel „Unfall“ geschaltet, wird die Strategie übermittelt und die Sensordaten werden ausgegeben. Diese können auch am Eingabegerät überprüft werden. Gäbe es eine Umleitungsschaltung oder Reisezeitinformation, könnte eine Grenzwertüberschreitung eintreten. Hierfür kann sich der Operator die genauen Informationen ansehen und dann eine vorab-definierte andere Strategie schalten.



## Vorhandene Anhängersysteme

Adolf Nissen Elektrobau GmbH & Co. KG



Abbildung 100: Verschiedene Anhängervorrichtungen von Nissen

B.A.S Verkehrstechnik AG



Abbildung 101: B.A.S Anhänger

HORIZONT Group GmbH



Abbildung 102: Vorwarntafel mit LED-Verkehrszeichen

JD NEDERLAND – Verkehrssicherheit-Systeme



Abbildung 103: Hydraulische Vorwarntafel

Peter Berghaus GmbH



Abbildung 104: Fahrbare Absperr- und Vorwarntafeln

SWARCO AG



Abbildung 105: mobile LED-Tafeln

TrebbinerFahrzeugFabrik GmbH



Abbildung 106: System von Trebbiner-Fahrzeuge