



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrs- managements in ausser- ordentlichen Lagen**

**Traffic telematics for the support of traffic management  
in extraordinary situations**

**Télématique pour le soutien de la gestion du trafic  
en cas d'urgence**

**Rapp Trans**  
**Therese Lüthi, MSc ETH in angewandter Mathematik**  
**Patrick Brehme, Dipl. Wirt.-Ing. FH**  
**Felix Erzinger, MSc ETH Management, Technologie und Ökonomie**  
**Thomas Haas, Dipl. Bau-Ing. TU**

**Forschungsauftrag VSS 2009/902 auf Antrag des Schweizerischen  
Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen beauftragten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que l' (les) auteur(s) mandaté(s) par l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 "Clôture du projet", qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion: Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

Il contenuto di questo rapporto impegna solamente l' (gli) autore(i) designato(i) dall'Ufficio federale delle strade. Ciò non vale per il modulo 3 «conclusione del progetto» che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e pertanto impegna soltanto questa.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) commissioned by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrs- managements in ausser- ordentlichen Lagen**

**Traffic telematics for the support of traffic management  
in extraordinary situations**

**Télématique pour le soutien de la gestion du trafic  
en cas d'urgence**

**Rapp Trans**  
**Therese Lüthi, MSc ETH in angewandter Mathematik**  
**Patrick Brehme, Dipl. Wirt.-Ing. FH**  
**Felix Erzinger, MSc ETH Management, Technologie und Ökonomie**  
**Thomas Haas, Dipl. Bau-Ing. TU**

**Forschungsauftrag VSS 2009/902 auf Antrag des Schweizerischen  
Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

## Impressum

### **Forschungsstelle und Projektteam**

**Projektleitung**

Therese Lüthi

**Mitglieder**

Patrick Brehme

Felix Erzinger

Thomas Haas

### **Federführende Fachkommission**

Fachkommission 9: Strassenverkehrstelematik

### **Begleitkommission**

**Präsident**

Franz Mühlethaler

**Mitglieder**

Simona Dematté

Hans-Rudolf Gnägi

Marc Neracher

Ulrich Schär

Nick Wenger

Marc Wijnhoff

Martin Zeller

### **Antragsteller**

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

### **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>9</b>
<b>Summary</b> .....	<b>11</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>13</b>
1.1 Ausgangslage.....	13
1.2 Forschungsziele .....	13
1.3 Auftrag und Rahmenbedingungen .....	14
1.4 Vorgehen.....	14
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>16</b>
2.1 Strukturierung.....	16
2.2 Begriffsbestimmung .....	17
2.2.1 Ausserordentliche Lagen .....	17
2.2.2 Phasen des Katastrophenmanagements.....	18
2.2.3 Verkehrsmanagement.....	19
2.2.4 Verkehrstelematik .....	22
2.3 Bedürfnisse und Strategien.....	23
2.3.1 Schaffung erforderlicher Strukturen und Prozesse für den Ereignisfall.....	24
2.3.2 Bereitstellung der erforderlichen Grundlagen .....	24
2.3.3 Verfügbarkeit der Verkehrstelematik im Ereignisfall .....	24
2.3.4 Unterstützung bei der Entscheidungsfindung mit Hilfe der Verkehrstelematik.....	25
2.3.5 Schaffung von Kanälen und Vermeidung der Überlastung der Kanäle .....	26
2.3.6 Koordination der Verkehrsträger .....	27
2.3.7 Versorgung der verschiedenen involvierten Personen und Stellen mit Informationen .....	28
2.4 Prozesse und Organisationen.....	29
2.4.1 Eingebundene Organisationen.....	29
2.4.2 Verantwortlichkeiten .....	32
2.4.3 Zusammenwirken der verschiedenen Organisationen .....	33
2.5 Massnahmen und Mittel .....	34
2.5.1 Sensorik .....	34
2.5.2 Aufbereitung .....	38
2.5.3 Aktorik .....	38
2.5.4 Kommunikation.....	42
2.6 Beispiele aus dem Ausland.....	44
<b>3 Experteninterviews</b> .....	<b>46</b>
3.1 Ziel und Zweck der Experteninterviews .....	46
3.2 Grundsätzliche Erkenntnisse aus den Expertengesprächen .....	47
3.2.1 Bedürfnisse und Strategien.....	47
3.2.2 Prozesse und Organisationen.....	48
3.2.3 Massnahmen und Mittel .....	50
<b>4 Fallbeispiele Schweiz</b> .....	<b>56</b>
4.1 Unfall in einem schweizerischen Kernkraftwerk.....	56
4.1.1 Beschrieb Ereignis .....	57
4.1.2 Bedürfnisse und Strategien.....	59
4.1.3 Prozesse und Organisationen.....	60
4.1.4 Massnahmen und Mittel .....	61
4.1.5 Einschränkungen der heute eingesetzten Verkehrstelematik.....	63
4.2 Erdbeben.....	65
4.2.1 Beschrieb Ereignis .....	65
4.2.2 Bedürfnisse und Strategien.....	66
4.2.3 Prozesse und Organisationen.....	67

4.2.4	Massnahmen und Mittel.....	68
4.2.5	Einschränkungen der heute eingesetzten Verkehrstelematik .....	70
<b>5</b>	<b>Synthese .....</b>	<b>72</b>
5.1	Möglichkeit des Einsatzes heutiger Verkehrstelematik in ausserordentlichen Lagen .....	72
5.2	Bestehende Lücken und Schwachstellen beim Einsatz der Verkehrstelematik zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen.....	73
5.3	Optimaler Einsatz der Verkehrstelematik zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen.....	76
5.3.1	Bedürfnisse und Strategien.....	77
5.3.2	Prozesse und Organisationen .....	78
5.3.3	Massnahmen und Mittel.....	78
5.4	Weiteres Potential der Verkehrstelematik.....	83
5.4.1	Emergency Call (eCall) .....	83
5.4.2	Fahrzeug-zu-Fahrzeug und Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation .....	83
5.4.3	Datensammlung via Formular, App .....	84
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....</b>	<b>86</b>
6.1	Schlussfolgerungen und Empfehlungen .....	86
6.1.1	Fahrzeug- und personengebundene Sensorik und Aktorik .....	86
6.1.2	Sicherheitsrelevante Verkehrstelematik .....	87
6.1.3	Umgang mit neuen Verkehrstelematikanwendungen .....	87
6.1.4	Zentralisierung der Datensammlung und -aufbereitung .....	88
6.2	Weiterer Forschungsbedarf .....	90
	<b>Anhänge .....</b>	<b>91</b>
	<b>Abkürzungen.....</b>	<b>107</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>111</b>
	<b>Projektabschluss.....</b>	<b>113</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen .....</b>	<b>117</b>

## Zusammenfassung

Die Anzahl von Grossschadensereignissen und Naturkatastrophen hat in den letzten Jahren weltweit deutlich zugenommen und auch künftig sind solche Ereignisse zu erwarten. Vielfach ist es dabei nicht mehr möglich, das Ereignis im Rahmen der ordentlichen Abläufe und Strukturen zu bewältigen; man spricht dann von einer ausserordentlichen Lage.

Die Aufrechterhaltung des Verkehrsnetzes ist für die Bewältigung einer ausserordentlichen Lage entscheidend, da das Netz insbesondere zur Versorgung, zum Transport von Einsatzkräften und ggf. zur Evakuierung von Personen aus den betroffenen Gebieten dient. Entsprechend sind geeignete Massnahmen des Verkehrsmanagements auszulösen, wobei die Wahl bestmöglicher Massnahmen die Kenntnis über den Zustand des Verkehrsnetzes, das Verkehrsaufkommen und weitere relevante Informationen bedingt. Mit Hilfe des Einsatzes von Verkehrstelematikanwendungen können die Voraussetzungen für eine rasche, umfassende Sammlung und Verarbeitung der relevanten Daten sowie eine zeitnahe Auslösung der Verkehrsmanagementmassnahmen geschaffen werden.

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit wurde untersucht, welche Möglichkeiten der Einsatz von Verkehrstelematik im Rahmen der Bewältigung ausserordentlicher Lagen bietet. Basierend auf einer Literaturrecherche und aufschlussreichen Interviews mit Experten von in ausserordentlichen Lagen involvierten Organisationen konnten die Bedürfnisse und der Bedarf von Verbesserungen beim Einsatz von Verkehrstelematikanwendungen erkannt werden. Die heute bestehenden Einschränkungen und der Optimierungsbedarf für eine verbesserte Bewältigung ausserordentlicher Lagen wurde an Hand zwei konkreter Fallbeispiele für ausserordentliche Lagen veranschaulicht. Die verschiedenen Aspekte bildeten schliesslich die Grundlage für die Ermittlung eines optimalen Einsatzes von Verkehrstelematik.

Es gilt, dass sich die im Alltag benutzte Verkehrstelematik grundsätzlich auch für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen einsetzen lässt. Da in ausserordentlichen Lagen allerdings andere Bedürfnisse im Vordergrund stehen, insbesondere eine übergeordnete Koordination und Massnahmenabstimmung und -entscheidung, werden an die Prozesse sowie an die Verwendung der Verkehrstelematikanwendungen spezielle Anforderungen gesetzt. Verschiedentlich bestehen daher Lücken oder Schwachstellen beim Einsatz von Verkehrstelematik. Grosse Lücken beim heutigen Einsatz der Verkehrstelematik gibt es vor allem im Zusammenhang mit einer einheitlichen und automatisierten Erfassung und Aufbereitung von Verkehrsdaten, da viele Schritte manuell durchgeführt werden (müssen). Im Falle einer ausserordentlichen Lage sind eine schnelle Bearbeitung sowie ein optimaler Einsatz der personellen Ressourcen für eine rasche Intervention aber essentiell. Schwächen der heutigen Verkehrstelematik sind insbesondere durch fehlende redundante bzw. krisensichere Stromversorgung und Kommunikationskanäle für Sensorik und Aktorik vorhanden, weswegen auch hier vielfach personelle Ressourcen gebunden werden, obwohl dies grundsätzlich vermieden werden könnte.

Die heutige Nutzung der Verkehrstelematik orientiert sich an den Bedürfnissen des Alltags. Mit einem verbesserten Einsatz – der im Alltag vorwiegend nicht gefordert wird – kann Verkehrstelematik jedoch entscheidend zu einer raschen und erfolgreichen Bewältigung von ausserordentlichen Lagen beitragen. Optimierungspotential liegt insbesondere bei folgenden Punkten:

- Fahrzeug- (z.B. Navigationsgeräte) und personengebundene Verkehrstelematik (z.B. Smartphones) erlaubt die Sammlung von Daten, welche mehr Informationen enthalten als die mit den heutigen Erfassungsmethoden erhobenen Daten. Zugleich kann die Bevölkerung rascher alarmiert und über Massnahmen informiert werden.
- Es gibt gewisse sicherheitsrelevante Verkehrstelematik wie bspw. solche im Zusammenhang mit der (automatischen) Sperrung von Tunneln aus Sicherheitsgründen (Brand etc.). Diese sollte in ausserordentlichen Lagen verfügbar bleiben bzw. krisenresistent sein.

- Die laufende Entwicklung von Verkehrstelematikanwendungen führt dazu, dass sich neue Möglichkeiten für den Einsatz von Verkehrstelematik bieten, insbesondere auch für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen. Inwiefern diese neuen Anwendungen krisensicher ausgestaltet werden sollten, ist mit einem geeigneten Instrument – dieses muss noch entwickelt werden – zu prüfen.
- Damit ein gleicher Informationsstand zwischen den verschiedenen involvierten Organisationen gewährleistet ist, sollte die Datensammlung und -aufbereitung zentralisiert erfolgen. Dies betrifft sowohl nicht-aggregierte Realtime-Daten, d.h. aktuelle Informationen zu jedem einzelnen erfassten Fahrzeug, als auch Daten in aggregierter Form, z.B. generelle Informationen zur Verkehrslage oder zum Strassenzustand.

## Résumé

Les événements causant des dégâts importants et les catastrophes naturelles ont augmenté de manière considérable ces dernières années, et ce partout dans le monde. De tels événements sont également à prévoir à l'avenir. De nos jours, les structures et schémas d'intervention habituels ne suffisent souvent plus pour gérer ces situations extraordinaires. Ci-après, ces situations extraordinaires sont appelées des cas d'urgence.

Le bon fonctionnement du réseau des voies de communication est décisif pour être en mesure de faire face à un cas d'urgence, puisque ce réseau sert notamment à l'acheminement, au transport du personnel d'intervention et, dans certains cas, à l'évacuation de personnes se trouvant dans la zone sinistrée. Cela implique le déclenchement de mesures adaptées à la gestion du trafic, et donc une connaissance de l'état du réseau des voies de communication et de la circulation, ainsi que l'accès à d'autres informations exploitables. L'utilisation d'applications télématiques dans les transports permet une collecte et un traitement rapide et complet des données pertinentes et favorise un prompt déclenchement des mesures à appliquer en matière de gestion du trafic.

La présente mission d'étude consiste à étudier les différentes possibilités qu'offre la télématique des transports dans la gestion des cas d'urgence. Des recherches effectuées dans la littérature et des interviews instructives menées auprès des experts des organismes pouvant être concernés par les cas d'urgence ont permis d'identifier les différents besoins et ont mis en évidence la nécessité d'améliorer les applications télématiques des transports. Les restrictions que comportent actuellement ces applications et le besoin d'optimisation pour aborder les cas d'urgence dans de meilleures conditions ont été illustrés à l'aide de deux cas de figure concrets. Les informations ainsi recueillies ont permis d'établir les bases en vue d'une utilisation optimisée de la télématique des transports.

Il s'avère que la télématique des transports utilisée dans les situations ordinaires du quotidien peut également être utilisée pour les cas d'urgence. Toutefois, les cas d'urgence font émerger d'autres besoins, notamment une coordination globale et des mesures et des décisions concordantes. Les processus et les applications télématiques doivent donc satisfaire à des exigences spécifiques. Actuellement, la télématique des transports comporte pourtant certaines failles. Ainsi, la collecte et la mise à disposition des données du trafic ne sont pas suffisamment uniformisées et automatisées. En effet, de nombreuses opérations sont encore effectuées manuellement. Or, en cas d'urgence, un traitement rapide et une action coordonnée entre les différents personnels d'intervention sont essentiels pour garantir l'efficacité d'une intervention. Les failles de la télématique actuelle se situent notamment au niveau des systèmes d'approvisionnement en électricité qui, souvent, ne sont pas assez sécurisés, et au manque de canaux de communication pour la transmission des données provenant des capteurs et des actionneurs. Cela requiert donc souvent une assistance humaine qui, au fond, n'est pas nécessaire.

La télématique des transports, telle qu'elle est appliquée aujourd'hui, répond aux besoins des situations ordinaires du quotidien. Une optimisation ne s'avère là pas nécessaire. En cas d'urgence, la télématique des transports peut permettre des interventions rapides et efficaces. Pour cela, des améliorations sont toutefois nécessaires. Le potentiel d'amélioration se trouve notamment dans les points suivants :

- La télématique des transports liée aux véhicules (p.ex. navigateurs automobiles) et aux personnes (p.ex. smartphones) permet la collecte de données contenant plus d'informations que les données recueillies avec les méthodes de collecte actuelles. De plus, la population peut être prévenue plus rapidement et être informée plus tôt des mesures qui sont prises.
- Il existe des systèmes télématiques des transports dits sécurisés tels que pareils en fonction de fermeture de tunnel (automatique) en raison de sécurité (feu etc.). Ceux-ci

doivent demeurer disponibles dans les cas d'urgence, autrement dit, ils doivent pouvoir résister à des situations extrêmes.

- L'évolution permanente des applications télématiques pour les transports offre de nouvelles perspectives d'utilisation, notamment pour la gestion des cas d'urgence. Il reste à déterminer - avec un outil approprié qu'il faut développer auparavant - dans quelle mesure ces nouvelles applications doivent pouvoir résister aux situations extrêmes.
- Pour garantir un niveau d'information identique entre les différents organismes concernés par les cas d'urgence, il convient de centraliser la collecte et le traitement des données. Cela vaut aussi bien pour les données brutes collectées sur le terrain soit informations actuelles sur seul véhicule compté, que pour les données agrégées, p.ex. informations générales sur la situation de la circulation ou sur l'état des routes.

## Summary

The number of major accidents and natural disasters has significantly increased worldwide in recent years and these kinds of events are expected in future too. In many cases it is not possible to deal with the event with ordinary processes and structures which is then called an extraordinary situation.

The maintenance of the transport network is critical to tackling an extraordinary situation since the network serves to supply, transport forces and also to evacuate people from affected areas. Accordingly, appropriate traffic management measures are to be triggered taking into account the condition of the transport network, traffic volumes and all other relevant information for the best possible choice of action. With the help of traffic telematics applications, conditions for a quick and comprehensive collection and processing of all relevant data and therefore a timely triggering of traffic management measures can be created.

The research paper in hand examined the possibilities traffic telematics features offer in coping with and solving extraordinary situations. Based on a review of literature and informative interviews with experts from organisations dealing with extraordinary situations, the need for improvement of traffic telematics applications could be detected. With the help of two case studies, current existing limitations and the need for optimisation of the handling of extraordinary situations was able to be illustrated. These different aspects were ultimately the basis for the determination of the optimal use of transport telematics.

It is a fact that every day traffic telematics can, in principle also be used for dealing and coping with special situations. As extraordinary situations require other needs, especially greater coordination, measures and decision making trade offs, special needs are demanded from processes and the use of traffic telematic applications. There are therefore various gaps or weaknesses in the use of traffic telematics. As a lot of steps are (must be) carried out manually, there are big gaps in the unified and automatic acquisition and processing of traffic data. Quick intervention though is essential for an optimal use of human resources and fast processing of all information. The lack of missing redundant crisis-proof power supply and communication channels for sensors and actuating elements are particular weaknesses of the current traffic telematics. These weaknesses mean that human resources have to be committed and bound, even if it could be avoided principally.

Traffic telematics is currently oriented on everyday needs. Traffic telematics can significantly contribute to quick and successful handling of extraordinary situations with improved usage, which is not mainly used in everyday life. Optimisation potential can be found in the following points:

- Vehicle- (e.g. navigation devices) and people-bound traffic telematics (e.g. smartphones) allows the collection of data containing more information than the data collected with the current technology. At the same time, the population can be informed and alerted much more quickly about measures taken.
- Security related traffic telematics such as instruments needed for an (automatic) tunnel closure due to security reasons (fire etc.) should be available in extraordinary situations and be resilient to a crisis.
- Ongoing developments of transport telematics applications lead to new possibilities for deploying traffic telematics, especially in coping with extraordinary situations. A way to check how crisis-resilient such new applications have to be designed has yet to be developed.
- Data collection and processing must be centralised so that it is guaranteed that all organisations accessing the information are on a similar knowledge level. This applies to all data, should it be in real-time and historic, aggregated and non-aggregated form, i.e. current information on each detected vehicle as well as general information on traffic situation or road condition.



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

In den letzten Jahren kam es weltweit vermehrt zu Grossschadenerscheinungen und Naturkatastrophen, wobei ein steigender Trend solcher Ereignisse zu beobachten ist. Naturkatastrophen, Industrieunfälle oder der Zusammenbruch (von Teilen) kritischer Infrastruktur stellen für die Bevölkerung eine elementare Herausforderung dar. Dies gilt insbesondere für dicht besiedelte Länder wie die Schweiz.

Vielfach wird durch ein Grossschadenerscheinung eine sogenannte **ausserordentliche Lage** ausgelöst, welche sich dadurch kennzeichnet, dass die ordentlichen Strukturen und Abläufe im Rahmen der Schadensbewältigung nicht mehr greifen. Die Anfälligkeit bzw. die Aufrechterhaltung des Verkehrsnetzes ist in ausserordentlichen Lagen von hoher Bedeutung. Es dient insbesondere zur Versorgung, zum Transport von Einsatzkräften und zur Evakuierung betroffener Personen (und Tiere) und ist damit entscheidend für die Bewältigung von ausserordentlichen Lagen.

Sobald ein erstes Bild über das Schadenausmass vorliegt und man zu einem gewissen Masse einen Überblick über die noch verfügbare Verkehrsinfrastruktur geschaffen hat, gilt es, diese Infrastruktur bestmöglich zu nutzen. Je nach Ereignis sind bspw. Evakuierungskanäle oder Versorgungs- und Einsatzkanäle zu schaffen. Hierzu werden entsprechende **Massnahmen des Verkehrsmanagements** (VM) wie Sperrung und Umleitung des Verkehrs, Freihaltung der geschaffenen Kanäle oder Versorgung der beteiligten Stellen und der Öffentlichkeit mit den relevanten und richtigen Informationen ausgelöst. Der Einsatz von Massnahmen des Verkehrsmanagements hat einen entscheidenden Einfluss auf die Schadensbewältigung; können damit doch im optimalen Falle ökonomische, ökologische und soziale (Folge-)Schäden vermindert und eventuell sogar vermieden werden.

Relevant für eine rasche Aktivierung von Massnahmen des VM sind allerdings auch die Möglichkeiten des Einsatzes von **Verkehrstelematik** sowie die Existenz von klar strukturierten und eindeutigen Prozessabläufen mit Involvierung aller betroffenen Stellen. Mit geeigneter Verkehrstelematik können schnell grosse Mengen an Daten sinnvoll aufbereitet und Routineaufgaben automatisiert werden. Funktionsfähige Instrumente der Verkehrstelematik sind daher insbesondere für eine umfassende und aktuelle Verkehrslagedarstellung sowie im Hinblick auf die (automatisierte) Informationsverbreitung erforderlich. Dass die Instrumente der Verkehrstelematik und entsprechende Prozessabläufe zur Verfügung stehen, ist Teil der Katastrophenvorsorge.

## 1.2 Forschungsziele

Ziel dieser Studie ist, die Instrumente der Verkehrstelematik zur Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen zu bestimmen und zu analysieren. Antworten sind insbesondere zu finden auf Fragen wie

- Welche bereits bestehenden Methoden der Verkehrstelematik sind unter welchen Umständen auch in ausserordentlichen Lagen einsetzbar?
- Welche Erweiterungen dieser Methoden sind denkbar und in welchen Zeiträumen können sie umgesetzt werden?<sup>1</sup>
- Welcher Nutzen kann dadurch für die Beherrschung der ausserordentlichen Lagen erzeugt werden?
- Wie lassen sich die Instrumente wirkungsvoll in bestehende Systeme und Organisationsstrukturen einbauen?
- Welche Anpassungen, insbesondere bzgl. Systemarchitektur, sind allenfalls an diesen Systemen erforderlich, um die neuen Instrumente zu integrieren?

Während bei der Verkehrstelematik der Fokus auf die Strassenverkehrstelematik zu le-

<sup>1</sup> Der Blick auf Innovationen ist gestattet bzw. sogar gewünscht.

gen ist, sind bei den Strukturen und Koordination der involvierten Stellen die unterschiedlichen Zuständigkeiten für die verschiedenen Strassennetze und für den öffentlichen Verkehr (ÖV) zu berücksichtigen.

### 1.3 Auftrag und Rahmenbedingungen

In ausserordentlichen Lagen spielt die Zeitdauer, welche für das Treffen der notwendigen, passenden und abgestimmten Entscheidungen und die Veranlassung der entsprechenden Massnahmen benötigt wird, eine entscheidende Rolle. Es ist daher Sorge zu tragen, dass die dafür notwendigen Abläufe, Ressourcen (personell, technisch sowie infrastrukturell) und Zuständigkeiten vorher eindeutig geklärt werden, um die komplexen Herausforderungen bewältigen zu können.

Im Fokus des Forschungsauftrags steht der Einsatz von Verkehrstelematik zur Optimierung der Informationsbeschaffung und -verbreitung zwecks Lagedarstellung und Versorgung der beteiligten Stellen und der Öffentlichkeit mit relevanten und korrekten Informationen, denn der Anstoss zur Formulierung des vorliegenden Forschungsauftrags entstand aus den folgenden Fragestellungen:

- Welche Einsatzmöglichkeiten von Verkehrstelematik gibt es für die Informationsbeschaffung (z.B. Sensoren im Fahrzeug)?
- Welche Möglichkeiten gibt es, mit IT-Mitteln Informationen schneller und umfassender aufarbeiten zu können (z.B. durch Modellierung), wodurch eine genauere Quantifizierbarkeit erreicht werden kann?
- Gibt es Möglichkeiten zur Verbesserung der Übermittlung von Informationen an Akteuren mittels automatisch ausgelöster / geschalteter Wechselsignale und zum Verzicht auf zeitraubende Telefonanfragen etc.?

Im Rahmen der Prüfung, welche Verkehrsmittel bzw. welche Verkehrsinfrastruktur im Falle einer ausserordentlichen Lage noch zur Verfügung stehen, ist der öffentliche Verkehr zu berücksichtigen. Insbesondere ist das Zusammenspiel zwischen den Zuständigkeiten beim motorisierten Individualverkehr (MIV) und denjenigen beim ÖV aufzuzeigen und Fragen wie der Bedarf nach einer gemeinsamen ÖV- und MIV-Verkehrsleitzentrale zu klären. Aus übergeordneter Sicht wird also eine Koordination zwischen den entsprechenden Stellen z.B. bei der Auslösung von Massnahmen sehr wohl im vorliegenden Forschungsauftrag berücksichtigt.

Betreffend Verkehrstelematik wird allerdings nur die Strassenverkehrstelematik berücksichtigt. Aufzeigen der Einsatzmöglichkeiten und des Bedarfs weiterer Verkehrstelematik (Sensoren, Akteure) beim ÖV ist nicht Teil des Forschungsauftrags.

Inhalt des Forschungsauftrags ist das übergeordnete Verkehrsmanagement bei ausserordentlichen Lagen und grenzt sich vom schweizweiten „normalen“ Verkehrsmanagement ab, welches in Verkehrsmanagementplänen festgehalten ist bzw. mit Verkehrsmanagementplänen vorbereitet werden kann.

### 1.4 Vorgehen

Bereits die erste Frage der Zielsetzung des Forschungsauftrags befasst sich mit den Möglichkeiten und Einschränkungen des Einsatzes der Verkehrstelematik in ausserordentlichen Lagen. Um zu prüfen, welche Methoden der Verkehrstelematik auch bei ausserordentlichen Lagen zum Einsatz kommen können, ist die Verwendung von Verkehrstelematik auch in normalen Lagen zu kennen. Dies wird basierend auf einer Literaturrecherche vorgenommen.

Da bereits in normalen Lagen gewisse Mängel auftreten können, bspw. da gewisse Bedürfnisse mit der aktuell zur Verfügung stehenden Verkehrstelematik nicht abgedeckt werden können, sind die bei der Krisenbewältigung involvierten Stellen und Behörden aktiv in das Forschungsvorhaben miteinzubeziehen. Die Interviews werden auch dazu ge-

nutzt, den Bedarf an Anpassungen, Erweiterungen und allgemein Lücken beim Einsatz der Verkehrstelematik, insbesondere im Zusammenhang mit der Datenerhebung, aber auch der Informationsverbreitung, im Falle einer ausserordentlichen Lage zu klären. Am anschaulichsten lässt sich das an Hand von konkreten Beispielen von ausserordentlichen Lagen ermitteln. Entsprechende Interviews erlauben zudem, die verschiedenen Bedürfnisse der verschiedenen Stellen sowie mögliche Schwachstellen in den Prozessabläufen zu ermitteln.

Für die Bearbeitung des Forschungsauftrages wird daher wie folgt vorgegangen:

In einem ersten Schritt werden die Grundlagen (Kapitel 2) für die weitere Bearbeitung des Forschungsauftrages geschaffen. Es werden somit die Bedürfnisse an die Verkehrstelematik und das Verkehrsmanagement im Falle einer ausserordentlichen Lage, die organisatorischen Strukturen zur Bewältigung der ausserordentlichen Lage sowie die verfügbaren Instrumente der Verkehrstelematik erhoben. Die Analyse erfolgt mittels einer Literaturrecherche unter Einbezug von Erfahrungen aus dem Ausland.

Da eine reine, literaturbasierte Recherche für die Fragestellungen des vorliegenden Forschungsauftrags nicht ausreichend ist, werden Interviews mit Vertretern der bei ausserordentlichen Lagen involvierten Stellen und Behörden durchgeführt (Kapitel 3). Ziel der Expertenbefragung ist also, Lücken beim Einsatz von Verkehrstelematik, insbesondere im Zusammenhang mit der Datenaufbereitung und -darstellung, zu eruieren und mögliche Lösungen zur Behebung dieser Mängel zu diskutieren sowie bestehender Bedarf zusätzlicher Verkehrstelematik aufzuzeigen. Eine Übersicht über die interviewten Personen befindet sich im Anhang I.

Parallel dazu werden basierend auf der Erhebung der Grundlagen bezüglich Bedürfnissen, Strukturen und Instrumenten zwei konkrete Fallbeispiele für ausserordentliche Lagen in der Schweiz entwickelt (Kapitel 4). Diese Beispiele dienen bei den Expertengesprächen zur Veranschaulichung von ausserordentlichen Lagen; seitens der Experten wurden aber kaum Aussagen gemacht, welche nicht auch für weitere ausserordentliche Lagen von Bedeutung sind. Nach Vorliegen aller Rückmeldungen aus den Expertengesprächen werden die Fallbeispiele im Hinblick auf die heute bestehenden Lücken beim Einsatz von Verkehrstelematikanwendungen zur Erfüllung der Bedürfnisse der Experten ausgearbeitet.

Die Resultate der Grundlagenerhebung, der Expertengespräche und der Fallbeispiele werden anschliessend auf Handlungsbedarf untersucht (Kapitel 5) und die Erkenntnisse verallgemeinert. Besonderes Augenmerk wird wiederum auf den Einsatz der Verkehrstelematik zur Datenaufbereitung und -darstellung gelegt.

Abschliessend werden Empfehlungen hinsichtlich des erweiterten bzw. optimierten Einsatzes von Verkehrstelematik zur Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen sowie der erforderlichen Anpassungen von organisatorischen Prozessen und Strukturen innerhalb der Krisenbewältigung abgegeben.

## 2 Grundlagen

Dieses Kapitel dient der Klärung der Grundlagen sowie der Erhebung der Bedürfnisse, Strukturen und Instrumente im Bereich der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen und des Einsatzes von Verkehrstelematik zur Unterstützung des Verkehrsmanagements in solchen Lagen.

### 2.1 Strukturierung

Die Bedürfnisse im Falle von ausserordentlichen Lagen, die involvierten Organisationen sowie die Instrumente der Verkehrstelematik, welche schliesslich für die Umsetzung von Massnahmen des Verkehrsmanagements sowie zur Datenerhebung und -darstellung eingesetzt werden, sind miteinander verknüpft, siehe Abb. 2.1.<sup>2</sup> Als Erstes treten in einer ausserordentlichen Lage bestimmte Bedürfnisse auf. Mittels einer Strategie lässt sich die Frage beantworten, was im Ernstfall zu tun ist. Für jede Strategie ist ein Prozess zu definieren. Je nach ausserordentlicher Lage ist zu prüfen, ob der Prozess für die für das eingetretene Ereignis relevante Strategie optimiert werden muss. Durch den Prozess wird die Organisation bestimmt. Auch hier stellt sich die Frage der Optimierung im Hinblick auf die eingetretene ausserordentliche Lage. Die Organisationen bestimmen die auszulösenden Massnahmen, welche schliesslich mit Hilfe von Mitteln der Verkehrstelematik umgesetzt werden.

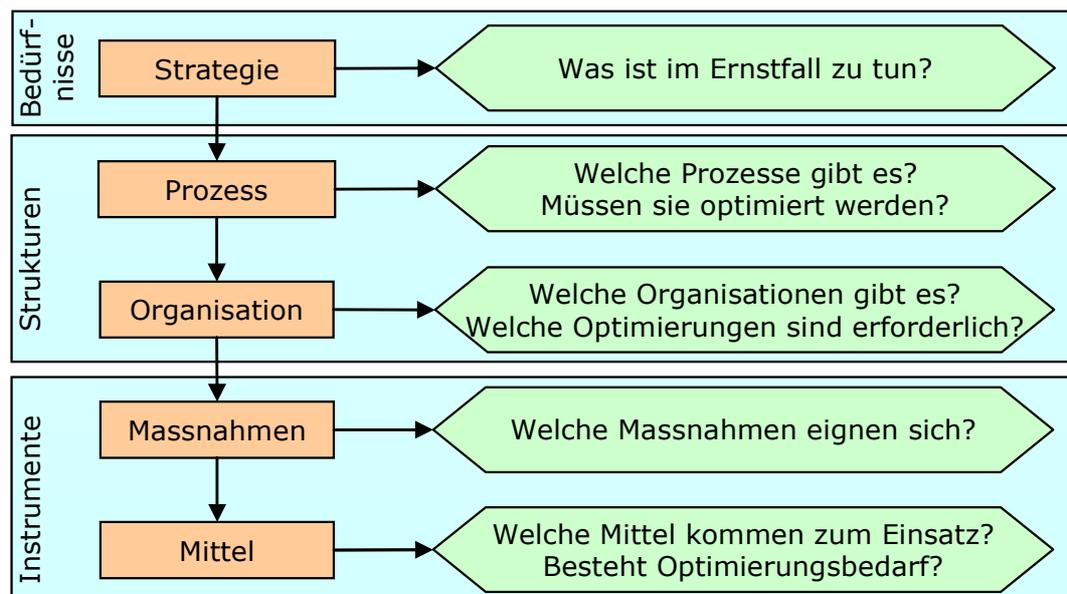


Abb. 2.1 Strukturierung

Die Arbeit orientiert sich an der oben dargestellten Strukturierung. Der Hauptfokus wird auf die Mittel bzw. deren Einsatzmöglichkeiten und Einschränkungen gesetzt.

<sup>2</sup> Bereits bei kleineren Ereignissen, welche (noch) keine ausserordentliche Lage bedingen, bestehen entsprechende Interaktionen und Abhängigkeiten zwischen den Bedürfnissen, den Strukturen und den Instrumenten. So sind bspw. die Verkehrsmanagementpläne analog der Struktur in Abb. 2.1 aufgebaut.

## 2.2 Begriffsbestimmung

### 2.2.1 Ausserordentliche Lagen

Der „Behelf Sachbereich Lage“ (BELA)<sup>3</sup> unterscheidet zwischen drei Arten von Lagen [4]:

- Normale Lage;
- Besondere Lage;
- Ausserordentliche Lage.

Für den Forschungsauftrag sind die ausserordentlichen Lagen von Interesse bzw. die Abgrenzung einer ausserordentlichen Lage zu den übrigen Arten von Lagen. Eine **ausserordentliche Lage** ist eine Situation, in der in zahlreichen Bereichen und Sektoren die ordentlichen Abläufe nicht genügen, um die anstehenden Aufgaben zu bewältigen, beispielsweise bei Katastrophen und Notlagen, die das ganze Land schwer in Mitleidenschaft ziehen, oder bei bewaffneten Konflikten. [4] Eine ausserordentliche Lage tritt also dann ein, sobald sich bei dem in Abb. 2.1 dargestellten Ablauf die Organisation und gegebenenfalls auch der Prozess ändert. Beispiele für ausserordentliche Lagen können sein<sup>4</sup>:

- Erdbeben;
- Kernkraftwerkstörfall mit Freisetzung von Radioaktivität / Radioaktive Verstrahlungslage;
- Ausfall von Kommunikations- und Informatiknetzwerken;
- Ausfall der Energieversorgung;
- Epidemien / Tierseuchen;
- Gewalt unterhalb der Kriegsschwelle;
- (ABC-)Terror;
- Bewaffneter Konflikt.

Für die vorliegende Fragestellung wird in ausserordentlichen Lagen auch der Bedarf eines **ausserordentlichen Verkehrsmanagements** vorausgesetzt. In einer ausserordentlichen Lage kann das Verkehrsmanagement also nicht mehr mit den bestehenden Verkehrsmanagementplänen bzw. den vorbehaltenen Entschlüssen abgehandelt werden.

Bei einer ausserordentlichen Lage können mehrere Kantone, die gesamte Schweiz oder auch das Ausland betroffen sein. Der Fokus wird beim Forschungsauftrag auf ausserordentliche Lagen gelegt, bei welchen die Probleme auf **nationaler** Ebene betrachtet werden müssen. Primär wird daher ausserordentlichen Lagen von nationaler und internationaler Bedeutung Beachtung geschenkt.

Eine ausserordentliche Lage muss nicht immer durch ein Ereignis in unmittelbarer Umgebung ausgelöst werden, sondern kann auch indirekt entstehen. Bspw. verursachte der Vulkanausbruch im Frühjahr 2010 auf Island eine deutlich erhöhte Nachfrage auf dem Schienen- und Strassennetz, was eine Abhandlung des Ereignisses innerhalb der gewöhnlichen Strukturen verunmöglichte.

Es besteht die Möglichkeit, ausserordentliche Lagen gemäss ihrer Gefährdung zu gliedern. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) hat einen speziellen Katalog zu den verschiedenen Gefährdungsarten (Natur-, technische und gesellschaftliche Gefährdungen) erstellt. Eine detaillierte Unterscheidung ist für die vorliegende Fragestellung jedoch nicht erforderlich.

---

<sup>3</sup> Der BELA ist ein koordiniertes Verbundprodukt der zivilen Partner im Rahmen der Leitideen zum kooperativen Bevölkerungsschutz.

<sup>4</sup> Es ist zu beachten, dass durch diese Ereignisse nicht per se eine ausserordentliche Lage ausgelöst wird, sondern massgebend für eine solche Lage insbesondere das Schadenausmass ist. Die Liste ist nicht abschliessend.

## 2.2.2 Phasen des Katastrophenmanagements

Das Katastrophenmanagement umfasst die Massnahmen zur Sicherstellung, dass man eine ausserordentliche Lage soweit möglich vermeiden kann, aber auch im Eintrittsfall vorbereitet ist und entsprechend reagieren kann.

Das **Katastrophenmanagement** kann in folgende Phasen unterteilt werden [21]<sup>5</sup>:

- Analyse;
- Katastrophenvermeidung / -prävention;
- Katastrophenvorsorge;
- Katastrophenbewältigung;
- Wiederherstellung.

### Analyse

Im Rahmen der Analyse werden kritische Prozesse identifiziert sowie mögliche Gefährdungen und die daraus resultierenden Risiken an Hand ihrer Eintretenswahrscheinlichkeiten und ihrem Schadenausmass bewertet. Die Analyse dient dazu, einen Überblick über die Gefährdungen und ihrer Auswirkungen zu erhalten.

Kritische Infrastrukturen sollten auch im Falle einer ausserordentlichen Lage verfügbar sein, da sie die Versorgung mit wichtigen Gütern und Dienstleistungen sicherstellen und bei einem Ausfall erhebliche Auswirkungen auf die Bevölkerung und die Wirtschaft verursachen. Mit der Analyse kann aufgezeigt werden, welche Massnahmen sowohl aus sicherheitsrelevanten als auch finanziellen Aspekten zu treffen sind.

### Katastrophenvermeidung / -prävention

Die Katastrophenvermeidung und -prävention umfasst die Gesamtheit aller vorbeugenden Massnahmen zur Minimierung der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkungen einer ausserordentlichen Lage, so dass keine oder nur abgemilderte Schadensereignisse eintreten. Beispiele für solche vorbeugenden Massnahmen sind:

- Gefahrenzonenplanung;
- Hochwasserschutz;
- Lawinenverbauung;
- Raumordnung;
- Information, Aufklärung;
- Bewilligungen, Kontrollen;
- Meldepflichten.

Verkehrstelematik kann keinen Beitrag zur Katastrophenvermeidung und -prävention leisten. Diese Phase des Katastrophenmanagements wird im Forschungsauftrag daher nicht näher betrachtet.

### Katastrophenvorsorge

Die Katastrophenvorsorge beinhaltet die Gesamtheit aller vorbereitenden Massnahmen zum Abwehren und Bekämpfen der Gefahren und Schäden, die von einer möglichen ausserordentlichen Lage ausgehen können. Im Fokus steht die Vorbereitung auf den Einsatz. Die Katastrophenvorsorge setzt dort an, wo die Katastrophenvermeidung endet oder aber nicht möglich ist. Beispiele für Massnahmen im Rahmen der Katastrophenvorsorge:

- Katastrophenschutzplanung;
- Infrastrukturelle Vorsorge;
- Aufstellung und Ausrüstung von Katastrophenhilfsdiensten;
- Aufstellung von Feuerwehren und Rettungsdiensten;

---

<sup>5</sup> In Absprache mit der Begleitkommission wurde die Aufzählung mit den vier Phasen des Katastrophenmanagements gemäss [21] mit einer weiteren Phase „Analyse“ ergänzt.

- Ausbildung und Übung;
- Einrichtung von Warnsystemen;
- Information und Aufklärung;
- Katastrophenfonds.

Das vorliegende Forschungsprojekt liefert mit der Definition von Anforderungen an Instrumente und Strukturen einen wichtigen Beitrag zur Katastrophenvorsorge und zeigt somit vorbereitende Massnahmen auf.

### **Katastrophenbewältigung**

Die Katastrophenbewältigung umfasst die Gesamtheit aller Massnahmen der Behörden, Einsatzorganisationen und berufenen Einrichtungen sowie Privater und Betroffener mit dem Ziel, die von einer ausserordentlichen Lage herbeigeführten Gefahren und Schäden zu bekämpfen und zu beseitigen, um die Grundlagen des öffentlichen Lebens, insbesondere die Ordnung und Sicherheit sowie die lebensnotwendige Grundversorgung, sicherzustellen und zur Wiederherstellung übergehen zu können. Bei der Katastrophenbewältigung handelt es sich um zeitlich limitierte Massnahmen unmittelbar nach dem Ereignis wie z.B.:

- Katastrophenfeststellung;
- Behördliche und technische Einsatzleitung;
- Notrufmanagement: Warnung und Alarmierung;
- Krisenkommunikation;
- Gefahrenabwehr;
- Rettungsmassnahmen wie Evakuierung, Versorgung betroffener Gebiete mit Lebensmitteln, Medizin etc.;
- Bereitstellung Infrastruktur, Notunterkünfte;
- Psychosoziale und psychologische Betreuung.

Die Verkehrstelematik stellt ein Hilfsmittel dar, welches bei der Katastrophenbewältigung das Verkehrsmanagement unterstützen kann. Beim vorliegenden Forschungsprojekt wird ein starker Fokus auf die Katastrophenbewältigung gelegt.

### **Wiederherstellung**

Im Rahmen der Wiederherstellung wird der Zustand vor der ausserordentlichen Lage einschliesslich neuer Präventionsmassnahmen längerfristig wieder hergestellt. Im Rahmen der Wiederherstellung werden unter anderem folgende Massnahmen getroffen:

- Wiederaufbau;
- Nachbetreuung;
- Dokumentation.

Da die Verkehrstelematik bei gewissen ausserordentlichen Lagen auch für die Wiederherstellung eingesetzt werden kann, werden die Möglichkeiten des Einsatzes von Instrumenten der Verkehrstelematik für Massnahmen der Wiederherstellung auch im Rahmen dieses Forschungsauftrages aufgezeigt.

## **2.2.3 Verkehrsmanagement**

Das **Verkehrsmanagement** umfasst alle Massnahmen planerischer, technischer, organisatorischer und rechtlicher Art, die zeitlich und räumlich geeignet sind, den gesamten Verkehrsablauf für Benützer, Betreiber und Betroffene optimal zu gestalten [28]. Zusätzlich zu Massnahmen für ein spezifisches Verkehrsmittel können auch verkehrsmittel- bzw. verkehrsträgerübergreifende Massnahmen zum Einsatz kommen. Im Folgenden wird ein starker Fokus auf das Verkehrsmanagement auf dem Strassennetz, insbesondere den motorisierten Individualverkehr betreffend, gelegt. Das Verkehrsmanagement des ÖV lässt sich grundsätzlich aber entsprechend eingliedern.

Das Verkehrsmanagement bezüglich den Verkehrsträgern auf dem Strassennetz beinhaltet eine Vielzahl von Massnahmen, welche den motorisierten Individualverkehr und den

öffentlichen Verkehr, aber auch den Langsamverkehr (LV), welcher insbesondere die Bedeutung des Zubringers zu den anderen Verkehrsformen hat, betreffen und mit deren Umsetzung folgende Ziele verfolgt werden:

- Optimierung der Gesamtleistungsfähigkeit des Verkehrssystems;
- Sicherstellen eines möglichst flüssigen MIV;
- Minimierung der negativen Auswirkungen auf das untergeordnete Strassennetz (Schleich- / Ausweichverkehr);
- Minimierung der Behinderungen und Verlustzeiten für den ÖV;
- Wesensgerechte Behandlung des ÖV;
- Gewährleistung der Sicherheit für den LV;
- Reduktion der Lärmbelastung;
- Verbesserung der Luftqualität resp. Reduktion der Emissionen.

Im Falle einer ausserordentlichen Lage steht vorwiegend das erste bzw. je nach ausserordentlicher Lage die ersten drei Ziele im Vordergrund, da eine Sperrung von Teilen des Verkehrsnetzes in ausserordentlichen Lagen eine andere Bedeutung erhält als im Alltag. Sperrungen in ausserordentlichen Lagen sind vermehrt flächendeckend, teilweise grossräumig, und betreffen zumeist auch verschiedene Verkehrsträger.

Die Massnahmen des Verkehrsmanagements lassen sich nach ihrer Funktion wie folgt unterteilen:

- Erweiterte Funktionen
- Klassische Funktionen

Zur Erfüllung seiner einzelnen Funktionen bedient sich das Verkehrsmanagement verschiedener Instrumente der Verkehrstelematik. Diese werden im Kapitel 2.4 genauer beleuchtet.

### **Erweiterte Funktionen**

Die erweiterten Funktionen des Verkehrsmanagements umfassen alle Massnahmen im Zusammenhang mit der Erfassung und Analyse des Verkehrssystems. Konkret bedeutet dies

- Datenerfassung;
- Datendarstellung;
- Datenverifizierung.

Nebst der Verkehrslage gilt es auch die relevanten Informationen zum Strassen- und Infrastrukturzustand sowie zum weiteren Umfeld zu berücksichtigen. Bei der Erfassung sind somit auch Quellen für Informationen zum Fahrbahnzustand (nass, trocken, vereist etc.), zu Beschädigungen von Infrastrukturen (Risse in Belag, instabile Brücken, deformierte Schienengleise etc.), zu Beeinträchtigungen der Nutzung von Verkehrsachsen (Trümmer auf Strasse, Baustellen etc.), zu Ereignissen (Veranstaltungen mit Sperrung eines Gebietes für den Verkehr etc.) und zur Witterung (allg. Wetter, Luftfeuchtigkeit etc.) beizuziehen.

Mit der Datendarstellung wird ein Überblick über die Verkehrslage, die verfügbaren Verkehrsachsen sowie allfällig vorhandene Ereignisse gegeben. Insbesondere für ausserordentliche Lagen ist entscheidend, dass in der Datendarstellung die Informationen zu allen Verkehrsträgern abgebildet werden.

Die Datenverifizierung erfolgt einerseits bezüglich des Ereignisortes, andererseits bezüglich der Einschränkungen auf dem Verkehrsnetz. Durch die Verifizierung erhält man schliesslich eine valide Grundlage für die Ereignisbeurteilung, den Entscheid über die anzuwendende Organisations- und Führungsstruktur, den Ressourceneinsatz sowie für die Massnahmenprüfung, -abstimmung und -umsetzung.

### **Klassische Funktionen**

Massnahmen mit klassischer Funktion dienen primär zur Verbesserung der Gesamtleis-

tungsfähigkeit innerhalb des Verkehrssystems. Die Art der auszulösenden Massnahmen wird basierend auf der erstellten und verifizierten Datendarstellung festgelegt. Um die oben aufgeführten Ziele zu erreichen, sind meistens Massnahmenpakete, das heisst die Kombination verschiedener Massnahmen, erforderlich. Je nach Anwendungsfall können diese Massnahmenpakete unterschiedlich zusammengesetzt sein.

Das Verkehrsmanagement beinhaltet folgende klassische Funktionen und Aufgaben:

- Verkehrsinformationen;
- Verkehrslenkung (für den ÖV auf Grund der vorgegebenen Linienführung nur beschränkt zur Anwendung kommend);
- Reisendenlenkung (nur ÖV betreffend; Kommt primär dann zum Einsatz, wenn eine entsprechende Verkehrslenkung nicht vollumfänglich möglich ist);
- Verkehrsleitung;
- Verkehrssteuerung.

Die Funktion Informieren innerhalb des Verkehrsmanagements dient dazu, den Verkehrsteilnehmer über die aktuelle Verkehrssituation (Staus, Hindernisse, Ereignisse) in einem bestimmten Gebiet zu informieren, damit er seine Reisezeit, Reiseroute und das Verkehrsmittel so wählen kann, dass er sein Reiseziel optimal erreicht. Die Informationen müssen den Verkehrsteilnehmern sowohl vor Beginn als auch während ihrer Fahrt mitgeteilt werden können. Das Informieren schliesst auch das Warnen vor Gefahrensituationen ein. Die Information kann vorgängig zu einem absehbaren Ereignis, während oder nach Eintreten eines Ereignisses erfolgen. In ausserordentlichen Lagen ist diese klassische Funktion des Verkehrsmanagements von zentraler Bedeutung. Insbesondere auch die Informierung vor Reiseantritt ist dann relevant.

Im Rahmen der Verkehrslenkung werden beim Auftreten von temporär erhöhter Nachfrage, Engpässen und Hindernissen geeignete Massnahmen ausgelöst, so dass einer Verkehrsüberlastungen entgegengewirkt werden kann. Die Massnahmen werden auf Strecken und an Knoten koordiniert aktiviert. In ausserordentlichen Lagen steht bei der Verkehrslenkung – ausgenommen im Falle einer Evakuierung – weniger die Vermeidung von Verkehrsüberlastungen im Vordergrund, sondern vielmehr die Lenkung des Verkehrs rund um das Schadengebiet bzw. im Schadengebiet die Freihaltung relevanter Achsen für die Rettungs- und Einsatzkräfte sowie ggf. für Evakuierungen.

Da im ÖV eine Verkehrslenkung auf Grund der vorgegebenen Linienführung nur relativ eingeschränkt möglich ist, wird zusätzlich auf die Reisendenlenkung zurückgegriffen. Die Passagiere werden über die verschiedenen verfügbaren Verbindungen informiert und an den entsprechenden Knotenpunkten mittels Umsteigen auf weitere, gegebenenfalls andere Verkehrsmittel des ÖV umgelenkt. In ausserordentlichen Lagen gewinnt diese klassische Funktion des Verkehrsmanagement an Bedeutung, da der ÖV, insbesondere im Schadengebiet, vielfach nicht mehr wie im Alltag betrieben werden kann und auch keine entsprechenden Lenkungsmöglichkeiten für die Fahrzeuge bestehen.

Im Rahmen der Verkehrsleitung stehen Massnahmen zur Gewährleistung eines gleichmässigen Verkehrsflusses auf der Strecke im Vordergrund. Die Massnahmen können dynamisch (bei Unfällen, Überschreiten einer bestimmten Verkehrsbelastung etc.) oder permanent (bei längeren Baustellen etc.) eingesetzt werden und sich auf den gesamten Verkehr oder nur auf einzelne Verkehrsteilnehmer beziehen. Bei ausserordentlichen Lagen spielt die Verkehrslenkung mit Hilfe dynamischer Massnahmen im Bereich der Auslastung der bestehenden Versorgungs- und Evakuierungsrouten eine wichtige Rolle. Grundsätzlich handelt es sich aber um eine Verkehrsmanagementfunktion, welche von weniger hoher Bedeutung ist als bspw. die Verkehrsinformation und -lenkung.

Die Verkehrsmanagement-Funktion Steuern beinhaltet alle Massnahmen zur Gewährleistung des gleichmässigen und sicheren Verkehrsflusses, insbesondere an den Knoten (Kreuzungen, Auf- und Abfahrten etc.) des Verkehrsnetzes. Sie erfolgt mit Hilfe von Lichtsignalanlagen an Knoten und Objekten. Je nach Verkehrsbelastung können die Lichtsignale unterschiedliche Betriebszustände annehmen. Gegenüber normalen Lagen

können in ausserordentlichen Lagen starke Unterschiede zwischen Nachfrage und Priorität der verschiedenen Knotenströme auftreten. Diese klassische Funktion ist für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen somit zentral. Auch eignet sie sich sehr für die Priorisierung bestimmter Fahrzeuge entlang paralleler Evakuierungsrouten.

## 2.2.4 Verkehrstelematik

Die **Verkehrstelematik** befasst sich mit dem Einsatz von Telematik (Telekommunikation und Informatik) im Verkehrswesen. Die Strassenverkehrstelematik umfasst alle auf Telematik beruhenden Fahrzeug- und Infrastrukturtechnologien, welche zu Gunsten einer nachhaltigen Verkehrspolitik zu folgenden Zwecken angewendet werden [17], [3], [30]:

- Optimierte Nutzung vorhandener Verkehrskapazitäten und gleichzeitige Sicherstellung einer effizienten Verkehrsabwicklung;
- Erhöhung der Verkehrssicherheit;
- Förderung des intermodalen und multimodalen Verhaltens der Verkehrsteilnehmenden;
- Verminderung der Umweltbelastung und Komfortsteigerung.

Mit Fahrzeugtechnologien werden dabei in den Fahrzeugen angeordnete Geräte zur Verarbeitung von verkehrs- oder fahrtbezogenen Daten bezeichnet. Je nach Technologie können die Geräte untereinander d.h. zwischen Fahrzeugen oder aber mit strassenseitiger Infrastruktur kommunizieren und Daten austauschen. Entsprechend verfügen die Geräte über eine Schnittstelle, welche ermöglicht, dem Verkehrsteilnehmer die erhaltenen Informationen anzuzeigen bzw. mitzuteilen. Grundsätzlich ist auch ein autonomes Agieren der Fahrzeugtechnik möglich, bspw. eine automatische Fahrzeugbremsung bei Erhalt einer Warnung zu einem Unfall in unmittelbarer Nähe auf dem voraus liegenden Strassenabschnitt. Bisher findet eine solche automatische Fahrzeugtechnologie in der Praxis aber kaum Einsatz.

Unter Infrastrukturtechnologien werden die infrastrukturseitigen Verkehrstelematikeinrichtungen verstanden. Darunter fallen einerseits in der Fahrbahn liegende oder neben bzw. über der Fahrbahn angeordnete elektrische Ausrüstungen, welche Daten von Fahrzeugen erfassen, an Fahrzeuggeräte übertragen oder von Fahrzeuggeräten empfangen, sowie Kommunikationseinrichtungen und Hintergrundsysteme andererseits.

Unter Verkehrstelematik werden somit die Erfassung, die Übermittlung, Verarbeitung und Nutzung verkehrsbezogener Daten gefasst mit dem Ziel der Organisation, Information und Lenkung des Verkehrs unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien.

Die folgende Grafik illustriert den Prozess der Verkehrstelematikanwendungen. Von der Sammlung der Daten (Sensorik) über die Aufbereitung bis hin zur Umsetzung von Massnahmen (Aktorik) kann Verkehrstelematik angewandt werden. Es ist möglich, Verkehrstelematik nur innerhalb eines Prozessschrittes anzuwenden. Einen grösseren Beitrag leistet sie aber bei übergreifendem Einsatz.

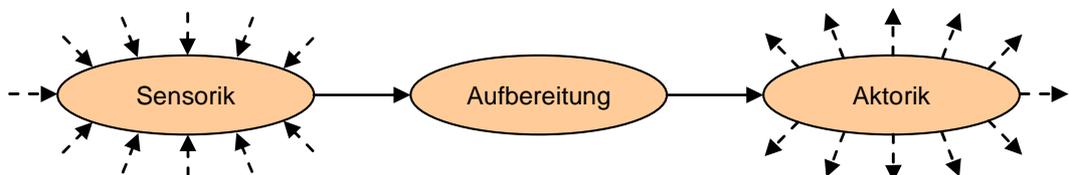


Abb. 2.2 Prozess der Verkehrstelematikanwendungen

Sensorik umfasst alle Verkehrstelematik, mit welcher für das Verkehrsmanagement relevante Daten gesammelt werden können. Dazu zählt auch Sensorik für die (automatischen) Erfassung des Strassen- und Infrastrukturzustands sowie von Informationen zum Umfeld. Auf Grund ihrer Anwendung besteht Sensorik sowohl aus Fahrzeugtechnologien als auch aus Infrastrukturtechnologien.

Die von der Sensorik erfassten Daten werden entweder direkt vor Ort mit den in den Verkehrstelematikinfrastrukturen vorhandenen Tools und Systemen ausgewertet oder mit den vorhandenen Kommunikationseinrichtungen an die Hintergrundsysteme übertragen und dort – optimalerweise automatisch – aufbereitet. Eine Aufbereitung in Hintergrundsysteme ermöglicht die Berücksichtigung verschiedenster Daten unterschiedlicher Quellen, was insbesondere in ausserordentlichen Lagen im Hinblick auf eine umfassende Lagedarstellung von Vorteil ist. Der Prozessschritt der Aufbereitung umfasst zudem die Massnahmenprüfung und -abstimmung, welche verschiedentlich, insbesondere in ausserordentlichen Lagen, personelle Interaktion erfordert. Je nach Verkehrstelematikanwendung erfolgt nach der Aufbereitung der Daten eine automatische oder halbautomatische Massnahmenauslösung.

Wie bei der Sensorik umfasst die Aktorik jegliche Verkehrstelematik, mit welcher die Umsetzung von Massnahmen unterstützt wird. Ein kombinierter Einsatz sowohl fahrzeugseitiger als auch infrastrukturseitiger Technologien ist dabei von Vorteil.

## 2.3 Bedürfnisse und Strategien

Die Analyse der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen im internationalen Umfeld hat gezeigt, dass die Integration des Verkehrsmanagements in das Katastrophenmanagement oft unzureichend ist [16]. Dies ist in den meisten Fällen auf ein unvollständiges Verständnis der Rolle und des Beitrags des Verkehrsmanagement bei der Bewältigung der ausserordentlichen Lage zurückzuführen und führt zu einem ineffektiven Katastrophenmanagement. Um diesem Aspekt entgegenzuwirken, sind die Bedürfnisse im Falle einer ausserordentlichen Lage zu ermitteln. Gewisse Bedürfnisse sind dabei bereits im Rahmen der Katastrophenvorsorge abzuhandeln.

Im Ereignisfall ist jeweils eine Strategie zu bestimmen (siehe Abb. 2.1), durch welche die Prozesse, die involvierten Organisationen, die auszulösenden Massnahmen und die dafür benötigten Mittel im Rahmen der Katastrophenbewältigung vorgegeben werden. Die Wahl der Strategie beruht auf den Bedürfnissen, welche bei der eingetretenen ausserordentlichen Lage im Vordergrund stehen. Eine Strategie kann mehrere Bedürfnisse berücksichtigen. Um sicherzustellen, dass die am ehesten geeigneten Massnahmen gewählt werden und die zur Umsetzung der Massnahmen erforderlichen Mittel verfügbar sind, ist wichtig, dass alle Bedürfnisse für eine bestimmte ausserordentliche Lage bei der Wahl der Strategie berücksichtigt werden.

Für die Katastrophenvorsorge und die Bewältigung einer ausserordentlichen Lage stehen aus Sicht des Verkehrsmanagements folgende Bedürfnisse im Vordergrund:<sup>6</sup>

### Im Bereich der Katastrophenvorsorge

- Schaffung erforderlicher Strukturen und Prozesse für den Ereignisfall
- Bereitstellung der erforderlichen Grundlagen
- Verfügbarkeit der Verkehrstelematik im Ereignisfall:
  - Gewährleistung des Vorhandenseins und der Funktionsfähigkeit der Verkehrstelematik zur Unterstützung der Ziele im Ereignisfall
  - Robuste und gegebenenfalls redundante Auslegung der Instrumente der Verkehrstelematik

### Im Bereich der Katastrophenbewältigung

- Unterstützung bei der Entscheidungsfindung mit Hilfe der Verkehrstelematik:
  - Umfassende und aktuelle Daten für eine rasche und korrekte Lagedarstellung
  - Simulationen und Berechnungen
- Schaffung von Kanälen und Vermeidung der Überlastung der geschaffenen Kanäle:
  - Sperrung und Umleitung des Verkehrs
  - Schaffung von Evakuierungskanälen

---

<sup>6</sup> Die Auflistung berücksichtigt die Rückmeldungen aus den Expertengesprächen.

- Schaffung von Versorgungs- und Einsatzkanälen
- Schaffung von Einsatz- und Warteräumen
- Freihalten der geschaffenen Kanäle
- Koordination der Verkehrsträger:
  - Verknüpfte Koordination der verschiedenen Verkehrsträger im Hinblick auf eine optimale Nutzung der verfügbaren Verkehrsträger
  - Involvierung aller beteiligten Stellen und Zuständigkeiten bei der Entscheidungsfindung
- Versorgung der verschiedenen involvierten Personen und Stellen mit Information:
  - Einsatzleitung, -kräfte
  - Beteiligte Ämter und Stellen
  - Betroffene Verkehrsteilnehmer im Hinblick auf Sperrungen und Schaffung von Kanälen
  - Öffentlichkeit

Die einzelnen Bedürfnisse werden im Folgenden detailliert erläutert.

### 2.3.1 Schaffung erforderlicher Strukturen und Prozesse für den Ereignisfall

Aufgabe der Katastrophenvorsorge mit Bezug auf das Verkehrsmanagement ist die Definition der erforderlichen Strukturen und Prozesse, die bei Eintritt einer ausserordentlichen Lage zur Katastrophenbewältigung zur Anwendung kommen. Der in den existierenden Verkehrsmanagementplänen (VMP) definierte Ablauf bezieht sich nur auf normale Lagen eines Streckenabschnitts bzw. solange ein ordentliches Verkehrsmanagement sowie die ordentlichen Strukturen zum Tragen kommen, und deckt somit nicht die Anforderungen im Falle einer ausserordentlichen Lage, die ein ganzes Gebiet betrifft, ab.

Die Verkehrstelematik kann keinen Betrag zur Klärung dieses Bedürfnisses liefern. Mit den passenden Strukturen und Prozessen ist es jedoch möglich, Verkehrstelematik effizienter und zielgerichteter einzusetzen.

### 2.3.2 Bereitstellung der erforderlichen Grundlagen

Im Rahmen der Katastrophenvorsorge sind die für die Bewältigung einer ausserordentlichen Lage relevanten Grundlagen zu beschaffen bzw. neu zu erstellen und hinsichtlich einer einfachen Anwendung aufzubereiten. Es gilt also insbesondere, passende Karten, detaillierte Informationen zu den Verkehrsnetzen (Kapazitäten im Normalfall, generelle Engpässe, vorhandene Sensorik und Aktorik etc.), Angaben zu Kunstbauten, Konzepte zur (Reisenden-)Lenkung sowie Informationen zu den vorhandenen Verkehrstelematikanwendungen und deren Einsatzmöglichkeiten zusammenzutragen und so abzulegen, dass die entsprechenden Organisationen Zugriff auf die Unterlagen haben.

Dieses Bedürfnis ist unabhängig eines Einsatzes von Verkehrstelematik zu erfüllen. Ist eine Übersicht über die verfügbaren Grundlagen und Verkehrstelematikanwendungen vorhanden, kann Verkehrstelematik in ausserordentlichen Lagen gezielter eingesetzt werden.

### 2.3.3 Verfügbarkeit der Verkehrstelematik im Ereignisfall

Voraussetzung zur Erfüllung der Bedürfnisse und Anforderungen im Ereignisfall ist die Verfügbarkeit der jeweiligen Funktionen der Verkehrstelematik bei Eintritt einer ausserordentlichen Lage. Da ausserordentliche Lagen oft einhergehen mit der generellen Einschränkung der Funktionsfähigkeit oder gar der kompletten Zerstörung von (Verkehrs-)Infrastruktur, stellt die Gewährleistung der Verfügbarkeit unter den eingetretenen Rahmenbedingungen besondere Anforderungen an die Auslegung der eingesetzten Verkehrstelematik. Dies trifft besonders für fix installierte, strassenseitige Einrichtungen mit leitungsgebundener Kommunikation und einfacher Energieversorgung (Kabel) zu (z.B. Lichtsignalanlagen, Wechseltextanzeigen, Wechselwegweisungen). Vielfach besteht somit grundsätzlich ein Bedarf an sehr robust und redundant ausgelegten Instrumenten. Bei

der Energieversorgung ist der Blick auf den zusätzlichen Einsatz von Batterien, Notstromaggregate etc. zu richten. Eine krisensichere und redundante Auslegung von Kommunikationskanälen ist insbesondere zum Austausch von Daten, Schlüsselmeldungen, Informationen und Alarmierungsaufträgen zwischen den Fachstellen und den Einsatz- und Führungskräften von Bedeutung. Inwiefern diese heute vielfach bestehenden Lücken zu schliessen sind, wird in Kapitel 3 im Zusammenhang mit den Inputs aus den Experteninterviews geklärt.

Der Aufwand für die Ausrüstung ist im Hinblick auf den Nutzen sowie die potentielle Eintrittswahrscheinlichkeit der entsprechenden ausserordentlichen Lage abzuwägen. Auch wenn die Umsetzung dieses Bedürfnisses sicherstellt, dass die Verkehrstelematik möglichst uneingeschränkt verfügbar ist und die weiteren Bedürfnisse befriedigt werden können, haben Erfahrungen aus dem Ausland gezeigt, dass auch bei Versorgung mit mehreren, unabhängigen Redundanzen nicht in jedem Falle ein Gesamtausfall ausgeschlossen werden kann [10], [26].

### **2.3.4 Unterstützung bei der Entscheidungsfindung mit Hilfe der Verkehrstelematik**

Das Bedürfnis, Verkehrstelematik verstärkt im Zusammenhang mit der Aufbereitung verschiedenster Daten und der Massnahmenprüfung sowie der vorgängig durchzuführenden Sammlung der Daten einzusetzen, besteht im Alltag grundsätzlich nicht, da durch die langjährige Erfahrung der Organisationen die Prozesse eingespielt sind. Auch sind die personellen Ressourcen im Alltag vorwiegend verfügbar, so dass keine Arbeitsentlastung durch den Einsatz zusätzlicher Technologien und Hilfsmittel erforderlich ist.

In ausserordentlichen Lagen dagegen stossen die Organisationen auf Grund der Ausführung zusätzlicher Aufgaben und der stärkeren Einbindung bei übergeordneten Belangen, insbesondere der Koordination zwischen den verschiedenen Stellen und Behörden, betreffend personellen Ressourcen schnell an ihre Grenzen. In ausserordentlichen Lagen ist es daher wichtig, dass die Personen so weit wie möglich entlastet werden, damit sie sich auf die relevanten Aufgaben, welche personellen Einsatz erfordern, fokussieren können. Die übrigen – vielfach gleichfalls relevanten – Aufgaben sollten in diesem Falle mit Hilfe geeigneter Tools und Technologien bearbeitet werden. Unter diese Aufgaben fällt insbesondere die automatisierte Sammlung und Zentralisierung der verschiedenen Daten sowie die Aufbereitung der erhobenen Daten inkl. allfälliger Massnahmenprüfung.

Bei der Sensorik ist zu unterscheiden zwischen Daten, welche Informationen zur Verkehrslage liefern, und solchen, welche Auskunft über den Zustand der Verkehrsinfrastruktur (z.B. geflutete Fahrbahn, Risse etc.) und das Wetter geben. Während Letztere vielfach auch mit einem optimierten, auf die Bewältigung ausserordentlicher Lagen ausgerichteten Einsatz von Verkehrstelematik nicht automatisiert erhoben werden können, findet Verkehrstelematik bei Ersterer bereits heute Anwendung, weist aber noch Verbesserungspotential auf. So können bei einem im Hinblick auf die Bewältigung ausserordentlicher Lagen optimalen Einsatz von Verkehrstelematik die verschiedenen Daten zur Verkehrslagedarstellung rasch und zuverlässig gesammelt und automatisch – unter Berücksichtigung von Prognosen – aufbereitet werden, so dass ein aktuelles und umfassendes Verkehrslagebild erstellt werden kann. Sind entsprechende Instrumente der Verkehrstelematik nicht verfügbar (Ausfall oder es gibt gar keine Verkehrstelematikinfrastruktur), besteht das Risiko einer unvollständigen oder aber nicht aktuellen Verkehrslage. Kritisch ist bspw., falls die Übermittlung z.B. auf Grund einer stark erhöhten Nutzung der entsprechenden Übertragungs- und Kommunikationskanäle beeinträchtigt ist oder gar ausfällt. Zur Erstellung der Verkehrslage ist dann auf alternative Erhebungsmethoden zurückzugreifen wie z.B. Erkundung vor Ort durch die Polizei, luftgestützt mittels Helikopter oder weltraumgestützt durch Satellitenaufnahmen (wetterabhängig). Die Erhebung kann im besten Falle kombiniert mit der Zustandserfassung der Verkehrsinfrastruktur durchgeführt werden.

Die Aufbereitung erfolgt momentan vielfach vom vor- und nachgelagerten Prozessschritt abgetrennt und wird teilweise manuell, teilweise mit Hilfe anderer Anwendungen und Hilfsmitteln ausgeführt. Bei der Aktorik (Auslösung von Massnahmen, siehe auch Kapitel

2.3.5) findet Verkehrstelematik dagegen schon Anwendung.

Verkehrstelematik kann grundsätzlich auf allen drei Prozessstufen eingesetzt werden. Dadurch wird eine Automatisierung ermöglicht, wodurch die verschiedenen Prozesse beschleunigt werden können. In ausserordentlichen Lagen ist bspw. eine Automatisierung von Erhebung über Prüfung bis und mit Aufbereitung der Daten (d.h. Sensorik – Aufbereitung) von grossem Interesse.<sup>7</sup> Die verschiedenen erhobenen Daten werden mit Hilfe der Verkehrstelematik automatisch zusammengetragen und verarbeitet, z.B. zu einem umfassenden Lagebild. Darauf basierend können mittels automatischer Durchführung von Simulationen und Berechnungen Strategien und Massnahmen vor ihrer Umsetzung unter den gegebenen Bedingungen auf ihre Durchführbarkeit überprüft werden. Gegebenenfalls werden auf Basis der Simulationen selbst zusätzliche Massnahmen vorgeschlagen. Ähnlich wie bei der Lagedarstellung kann der Einsatz von Verkehrstelematik auch bei Simulationen und Berechnungen eine Verbesserung der Grundlage für rechtzeitige und der Situation angepasste Entscheide ermöglichen.

### 2.3.5 Schaffung von Kanälen und Vermeidung der Überlastung der Kanäle

Ereignisse (insbesondere bei Natur- oder technischen Katastrophen), welche eine ausserordentliche Lagen auslösen, können erhebliche Zerstörungen an Infrastrukturen sowie Personenschäden (Tote und Verletzte) in der Bevölkerung verursachen. Da die meisten solcher Ereignisse nur mit kurzer Vorwarnzeit oder bspw. im Falle eines Erdbebens ganz ohne Eintreten, sind direkt vorbereitende und schadensbegrenzende Massnahmen (z.B. Schutz von Menschenleben durch rechtzeitige Evakuierung) nur sehr begrenzt möglich. Das Eintreten einer solchen ausserordentlichen Lage ist daher gefolgt von einer je nach Ausmass kürzer oder länger andauernden Chaosphase im betroffenen Schadengebiet.

Dringlichstes Ziel in dieser Phase ist es, dass die in die Katastrophenbewältigung involvierten Stellen und die Einsatzkräfte vor Ort sich ein möglichst genaues Bild der Lage verschaffen (Ersterkundung, siehe Kapitel 2.3.4), die Bevölkerung informieren (siehe Kapitel 2.3.7) sowie die (Akut-)Rettungs- und Versorgungsmassnahmen einleiten können. Der erste Punkt bezieht sich auf den Teilprozess Sensorik – Aufbereitung, die anderen beiden auf den nachgelagerten Prozessschritt Aktorik.

Für die Durchführung der Rettungs- und Versorgungsmassnahmen ist je nach ausserordentlicher Lage das Schaffen von entsprechenden Evakuierungs-, Versorgungs- und / oder Einsatzkanälen auf Basis der noch intakten Verkehrsinfrastruktur bzw. -achsen, welche durch die Ersterkundung und Lagebeurteilung identifiziert wurden, Voraussetzung. Hierfür können geeignete Massnahmen des Verkehrsmanagements eingesetzt werden.

Diese geschaffenen Kanäle müssen durch entsprechende Massnahmen des Verkehrsmanagements freigehalten werden, um ihrer angedachten Funktion gerecht zu werden. So ist durch Sperrung und Umleitung des Verkehrs einerseits zu gewährleisten, dass die in das Schadengebiet hineinführenden Verkehrswege, welche als Versorgungs- und Einsatzkanäle fungieren, bspw. nicht durch Fluchtbewegungen aus dem Schadengebiet blockiert werden. Eine Aufteilung verschiedener Verkehrsträger für die unterschiedlichen Nutzungen (Kanäle ins Gebiet, Kanäle aus dem Gebiet; Einsatzkräfte, private Nutzer etc.) kann sich als günstig erweisen. Die für die Evakuierung vorgesehenen Verkehrswege aus dem Schadengebiet sind andererseits mittels verkehrslenkenden und -steuernden Massnahmen freizuhalten, um Überlastungen durch zu hohes Verkehrsaufkommen und daraus resultierende Folgeunfälle sowie Blockaden der Evakuierungskanäle zu vermeiden.

---

<sup>7</sup> Eine durchgehende Automatisierung von der Sensorik bis zur Aktorik ist unter Umständen auch möglich. In ausserordentlichen Lagen müssen die im Vordergrund stehenden Massnahmen aber vielfach noch weiter abgestimmt werden oder sie sind den Massnahmen einer durch die ausserordentliche Lage ausgelösten Strategie untergeordnet, was eine durchgehende Automatisierung behindert. Nichtsdestotrotz kann Verkehrstelematik auf allen drei Stufen angewandt werden resp. bietet der verstärkte Einsatz von Verkehrstelematik auf allen drei Stufen eine Optimierung.

Direkt angrenzend an das Schadensgebiet sind an geeigneter Stelle gegebenenfalls Bereitstellungs- und Warteräume für die Einsatzkräfte zu schaffen. Die Bereitstellungs- und Warteräume sind durch verkehrstechnische Massnahmen so einzurichten, dass sie eindeutig als solche erkennbar sind und ausschliesslich den Einsatzkräften zur Verfügung stehen.

Die Schaffung von Kanälen für Evakuierungs-, Versorgungs- und Einsatzmassnahmen sowie die Freihaltung dieser ist Aufgabe des lokalen bzw. je nach Katastrophenausmass des regionalen Verkehrsmanagements.

Vielfach bildet die Sperrung der Transitachsen durch das Schadensgebiet und das grossräumige Umleiten des Verkehrs um dieses Gebiet herum eine weitere Aufgabe und ein Bedürfnis des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch die je nach ausserordentlicher Lage erforderlichen Kanäle sowie Massnahmen im Zusammenhang mit dem Durchgangsverkehr.

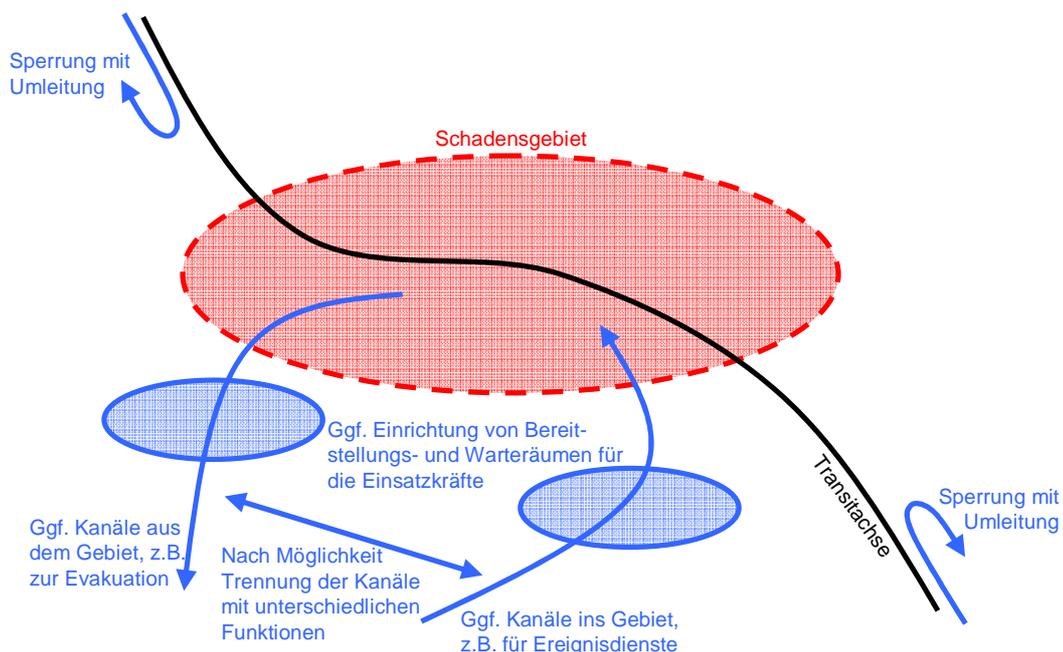


Abb. 2.3 Schematische Darstellung der Massnahmen (blau) zur Schaffung von Kanälen

Damit die beschriebenen Massnahmen des Verkehrsmanagements rasch umgesetzt werden können, ist der Einsatz von Verkehrstelematik von Vorteil. Die Existenz sowie die Funktionsfähigkeit der Verkehrstelematik sind somit wieder entscheidend. Mit dem heutigen Einsatz von Verkehrstelematik werden auch in diesem Punkt (noch) nicht vollumfänglich die verschiedenen Möglichkeiten genutzt.

### 2.3.6 Koordination der Verkehrsträger

Gerade im Falle der eingeschränkten Verfügbarkeit von Verkehrsinfrastruktur oder durch sprunghaft gestiegenes Verkehrs- und Transportaufkommen (z.B. durch Evakuierungen, Notversorgungen) ist von grosser Bedeutung, die (noch) vorhandene Verkehrsinfrastruktur und verfügbaren Verkehrsträger optimal zu nutzen. Dies setzt eine verknüpfte Koordination der verschiedenen Verkehrsträger unter Involvierung aller beteiligten Stellen und Zuständigkeiten voraus. Zur richtigen Entscheidungsfindung für den koordinierten Einsatz der Verkehrsträger und für die in der (provisorischen) Wiederherstellung prioritär zu behandelnden Verkehrsachsen ist es wichtig, Zugang zu den aktuellen Verfügbarkeits-, Orts- und Kapazitätsdaten der einzelnen Verkehrsträger zu haben sowie den jeweiligen Verkehrsträgern und -mitteln die entsprechenden Einsatzdaten bereitzustellen. Hier kann Verkehrstelematik einen wichtigen Beitrag einerseits zur Sammlung und automatischen und raschen Aufbereitung der Daten als auch zur automatischen Übermittlung der für die

entsprechenden Stellen und Behörden relevanten Informationen beitragen.

Im Falle einer Evakuierung der Bevölkerung im betroffenen Gebiet ist bei der Planung der Evakuierung zu prüfen, ob auf (ÖV-)Fahrzeuge sowie auf Flottenfahrzeuge (Taxi, Car, Frachtfahrzeuge etc.) zurückgegriffen werden kann. Insbesondere für die Evakuierung von älteren, schwachen oder mobilitätseingeschränkten Personen und von Tieren können durch eine entsprechende Prüfung und Koordination das Verkehrsaufkommen und das durch die Evakuierung bedingte Chaos zu einem gewissen Teil reduziert bzw. kontrolliert werden.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch für eine Evakuierung eine mögliche Aufteilung der verfügbaren Evakuierungsrouten für die verschiedenen Verkehrsträger. [7]

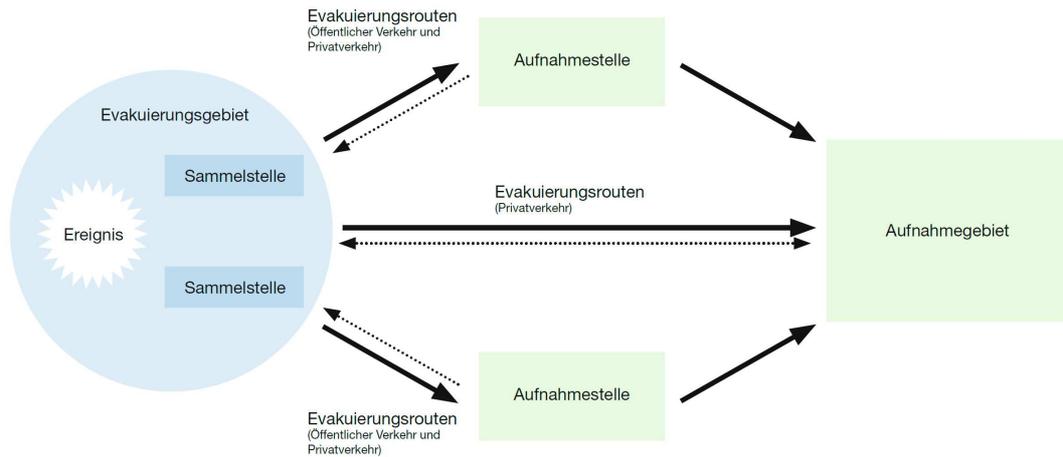


Abb. 2.4 Schematische Darstellung der Nutzung der verfügbaren Evakuierungsrouten durch die verschiedenen Verkehrsträger

### 2.3.7 Versorgung der verschiedenen involvierten Personen und Stellen mit Informationen

Beim Eintritt einer ausserordentlichen Lage kann nicht ausgeschlossen werden, dass Kommunikations- und Informationsinfrastrukturen überlastet sind oder ausfallen. Das Informieren der Bevölkerung über das Ereignis und Massnahmen sowie die Mitteilung von Verhaltensanweisungen sollte daher mit Hilfe von redundanten Kanälen sichergestellt werden. Diesbezüglich besteht ein hoher Optimierungsbedarf, bei welchem auch Verkehrstelematik mithelfen kann. Optimierungen sind bereits im Alltag anzustreben und zwar so, dass die entsprechenden Kanäle und Infrastrukturen auch in einer ausserordentlichen Lage genutzt werden können bzw. verfügbar sind.

Da unterschiedliche Personen bzw. Stellen vorwiegend mit unterschiedlichen Informationen zu versorgen sind, wird in Bezug auf die Versorgung mit Informationen unterschieden zwischen

- Informationen an die involvierten Stellen und Behörden;
- Informationen an die Bevölkerung in den betroffenen Gebieten;
- Informationen an die Bevölkerung in weiteren Gebieten, in welche bspw. betroffene Personen evakuiert werden.

#### Information an die involvierten Stellen und Behörden

Beim Eintritt einer ausserordentlichen Lage ist wichtig, dass die in die Krisenbewältigung involvierten Stellen und Behörden rasch möglichst Schlüsselmeldungen über den Eintritt des Krisenereignisses erhalten. Die Verbreitung der Schlüsselmeldungen erfolgt über krisensichere Informationskanäle. Die Schlüsselmeldungen dienen als Erstinformation zur Aktivierung der vorgesehenen Stellen und Stäbe (vollständige personelle Besetzung) sowie zur ersten groben Lagebeurteilung.

Bevor entsprechende Massnahmen eingeleitet und die involvierten Stellen, Stäbe und Behörden untereinander koordiniert werden können, sind weitere Informationen zur Lage vor Ort erforderlich. Durch einen kontinuierlichen Informationsfluss aus den betroffenen Gebieten (z.B. mittels Verkehrstelematik oder manuellen resp. telefonischen Abfragen) kann ein detailliertes Lagebild erstellt werden. Die darauf basierende Lagebeurteilung erlaubt die Auslösung geeigneter Massnahmen.

Im Zusammenhang mit dem Austausch von Informationen zwischen den Organisationen bspw. für die Massnahmenprüfung, entsprechende Koordination etc. steht primär die Telematik (entgegen der Verkehrstelematik) im Vordergrund. Wo erforderlich wird im Forschungsauftrag darauf eingegangen. Der Fokus der Arbeit richtet sich allerdings auf den Einsatz von Verkehrstelematik.

#### **Informationen an die Bevölkerung in den betroffenen Gebieten**

Sobald erste Informationen über das Schadenereignis und das zu erwartende Ausmass vorliegen, ist die Bevölkerung über entsprechende Medien und mit Hilfe der Verkehrstelematik zu informieren. Während der gesamten Dauer der Katastrophenbewältigung ist die betroffene Bevölkerung regelmässig über eingeleitete und geplante Massnahmen zu benachrichtigen. Eine ausreichende Informierung der Bevölkerung dient der Verkürzung der Chaosphase.

#### **Informationen an die Bevölkerung in weiteren Gebieten**

Gewisse Gebiete sind indirekt von Massnahmen betroffen. Bspw. Gebiete, durch welche Evakuierungsrouten führen oder in welchen Einsatz- oder Warteräume errichtet werden. Die Bevölkerung in solchen Gebieten ist entsprechend zu informieren, damit diese ihr Verkehrsverhalten der Lage anpassen kann und Strassen, welche bspw. als Evakuierungsrouten vorgesehen sind, meidet oder auf Grund des erhöhten Verkehrsaufkommens auf Mobilität verzichtet.

Die Bevölkerung ist während der gesamten Dauer der Katastrophenbewältigung über Massnahmen, welche Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur im umliegenden Gebiet haben, zu informieren. Dazu gehören auch Informationen über die Aufhebung von Massnahmen und die Normalisierung der Lage.

## **2.4 Prozesse und Organisationen**

Nach Wahl der Strategie, welche bei Eintritt einer bestimmten ausserordentlichen Lage verfolgt werden soll, sind die möglichen Prozesse und die Einbindung der verschiedenen involvierten Organisationen auf Optimierungsbedarf zu prüfen. Um einen Überblick darüber zu erhalten sowie den Bedarf einer Optimierung zu erkennen, wird im Folgenden kurz auf die wichtigsten, bei einer ausserordentlichen Lage eingebundenen Organisationen eingegangen sowie ihr Zusammenwirken bei der Bewältigung einer ausserordentlichen Lage erläutert.

### **2.4.1 Eingebundene Organisationen**

Einige Organisationen sind immer, auch in normalen Lagen, aktiv und nehmen laufend ihre zugewiesenen Aufgaben wahr. Andere hingegen werden erst bei Eintritt einer ausserordentlichen Lage aktiviert oder erlangen erst dann ihre volle Einsatzfähigkeit.

Die für die Bewältigung einer ausserordentlichen Lage vorgesehenen und (bei Bedarf) eingebundenen Organisationen und Behörden in der Schweiz lassen sich nach ihren Globalfunktionen wie folgt gruppieren:

- Krisenorganisationen;
- Organisationen des Verkehrsmanagements;
- Organisationen zur Verbreitung von Informationen an die Bevölkerung;
- Organisationen der allgemeinen Informationsbereitstellung und Fachstellen.

#### **Krisenorganisationen**

Im Zusammenhang mit der Vorsorge und Bewältigung von ausserordentlichen Lagen

sind in der Schweiz folgende Behörden und Organisationen involviert:

- **Bundesstab ABCN (Atom-, Biologie-, Chemie- und Naturgefahren)**

Der Bundesstab ABCN wurde Anfang 2011 gegründet mit dem Ziel, die Zusammenarbeit der Einsatzorgane der Kantone und des Bundes bei atomaren, biologischen, chemischen oder Naturereignissen zu verbessern. Im Bundesstab ABCN sind die Direktoren derjenigen Bundesämter vertreten, bei denen im Ereignisfall ein Handlungsbedarf entstehen kann. Zusätzlich zu den Vertretern des Bundes nehmen auch Vertreter der Kantone Einsitz in den Bundesstab ABCN. Bei Ereignissen von nationaler Tragweite wird ein Ausschuss des Bundesstabs ABCN aktiviert, der sich aus fünf Amtsdirektoren sowie dem Chef des Führungsstabes der Armee zusammensetzt. Ein Mitglied dieses Ausschusses übernimmt im Ereignisfall die Führung und Koordination. [33], [41], [48]
- **Nationale Alarmzentrale (NAZ)**

Die NAZ ist die Fachstelle des Bundes für ausserordentliche Ereignisse. Die Alarmstelle der NAZ (ASNAZ) ist 365 Tage pro Jahr rund um die Uhr erreichbar und in der Lage, die komplette Einsatzfähigkeit der NAZ innert einer Stunde herzustellen. Die NAZ ist ein Geschäftsbereich des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz.

Die NAZ bildet die ABCN-Stabsstelle, weswegen zu ihren Aufgaben das Management von Ereignissen im Zusammenhang mit Radioaktivität, grossen Chemieunfällen, Staudammbrüchen und Naturgefahren gehört. Im Bereich Radioaktivität hat sie die Kompetenz, Sofortmassnahmen zum Schutz der Bevölkerung anzuordnen. Im Ereignisfall ist die NAZ bei allen Fragen des Bevölkerungsschutzes erste Anlaufstelle für die Kantone. Seit 2007 betreibt die NAZ das Melde- und Lagezentrum des Bundes. Beim Notfallmanagement ist die NAZ daher für die Verwaltung und den Betrieb der elektronischen Lagedarstellung (ELD) verantwortlich. [41], [48]
- **KOVE (Koordination des Verkehrswesens im Ereignisfall)**

Bei Katastrophen und Notlagen mit landesweiten oder internationalen Auswirkungen ist die Koordination und Abstimmung von zivilen und militärischen Stellen im Verkehrswesen Aufgabe des Bundesamtes für Verkehr (BAV). Mit der KOVE wird die Nutzung der Verkehrsinfrastrukturen und Verkehrsmittel im Hinblick auf Ereignisfälle so abgestimmt, dass nach deren Eintreten ein geregelter Verkehrsablauf gewährleistet ist.

Zentrales Organ der KOVE ist das Leitungsorgan KOVE (LO KOVE), in dem alle Schlüsselstellen aus dem Bereich Verkehr von Bund und Kantonen sowie die SBB und die Postauto Schweiz als Systemführende im ÖV vertreten sind und unter der Leitung des BAV zusammenarbeiten. Das LO KOVE beurteilt die Gesamtlage im Verkehr und empfiehlt der federführenden Behörde Massnahmen. Es stellt sicher, dass auf Bundesebene zeit- und lagegerecht die notwendigen Vorbereitungen getroffen werden, um die Kantone bei der Prävention und Bewältigung von Ereignisfällen zu unterstützen. [32]
- **Sicherheitsverbund Schweiz (SVS)**

Der Sicherheitsverbund Schweiz hat zum Ziel, die Zusammenarbeit zwischen Bund und Kantonen bei der Sicherheitspolitik zu verbessern. Der Bund und die Kantone fungieren dabei als gleichberechtigte Partner. Mit dem Konsultations- und Koordinationsmechanismus Sicherheitsverbund Schweiz (KKM SVS) werden regelmässige Treffen der sicherheitspolitischen Entscheidungsträger sichergestellt, an welchen die sicherheitspolitische Lage beurteilt, Risikoanalysen bewertet und Vorsorgeplanungen erarbeitet und umgesetzt werden. [37], [47]
- **Kantonale Krisenorganisationen (z.B. KKO Basel-Stadt)**

Die kantonalen Krisenorganisationen sind für das Krisenmanagement innerhalb des Kantons im Falle einer Katastrophe verantwortlich. Sie basieren auf der Idee des Verbundsystems des Bevölkerungsschutzes. Der Bevölkerungsschutz stellt die Zusammenarbeit der fünf Partnerorganisationen Polizei, Feuerwehr, Gesundheitswesen, technische Betriebe und Zivilschutz sicher. [38]
- **Krisenorganisation des ÖV**

Die Systemführerschaft im Bereich des schienengebundenen ÖV liegt bei der SBB, die Systemführerschaft für den strassengebundenen ÖV bei der Postauto Schweiz.

Das SBB Operation Center Infrastruktur (SBB OCI) verfügt über einen Krisen- und ei-

nen Notfallstab, mit welchen unterschiedliche Aufgaben abgedeckt werden. Der Notfallstab befasst sich mit betrieblichen Fragen, daher gibt es auch je einen Vertreter der verschiedenen Eisenbahnverkehrsunternehmen (BLS, verschiedene Cargo-Unternehmen und weitere Infrastrukturbetreiber). Für den Personenverkehr der SBB ist dies ein Vertreter des Operation Center Personenverkehr (SBB OCP). Die operative Führung der Ereignisbewältigung und der Rückführung zum Normalbetrieb gehört ebenfalls zu den Aufgaben des Notfallstabs, welcher zudem auch Kontakte mit entsprechenden Behörden und Fachstellen unterhält. Der Krisenstab wird im Falle einer ausserordentlichen Lage mit hoher medialer Relevanz aufgeföhren und erfüllt strategische Funktionen, insbesondere die Öffentlichkeitsarbeit.

Die Postauto Schweiz verfügt über einen Krisenstab, der im Falle einer ausserordentlichen Lage für die Koordination und den Informationsaustausch mit weiteren Stellen verantwortlich ist.

Die Verantwortung für die Koordination des lokalen und kantonalen ÖV im Falle einer ausserordentlichen Lage liegt bei den entsprechenden Krisenorganisationen der Kantone.

- **Einsatz- und Rettungskräfte (Polizei, Feuerwehr, Sanität, Armee, Zivilschutz, technische Betriebe)**

Einsatz- und Rettungskräfte sind grundsätzlich für den Bevölkerungsschutz zuständig. Den verschiedenen Einsatz- und Rettungskräften sind spezifische Aufgaben zugeteilt.

### **Organisationen des Verkehrsmanagements**

Für die Bewältigung von ausserordentlichen Lagen sind folgende Organisationen des Verkehrsmanagements involviert:

- **Verkehrsmanagementzentrale (VMZ-CH)**

Die VMZ-CH des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) ist für das Verkehrsmanagement auf den Schweizerischen Nationalstrassen verantwortlich (Systemführer Strasse).

- **Kantonale und regionale Verkehrsleitzentralen (KLZ, VLZ, RLZ)**

Die kantonalen Verkehrsleitzentralen sind für das Verkehrsmanagement auf den kantonalen und lokalen Strassen zuständig und werden durch die Polizei ausgeführt.

Regionale Verkehrsleitzentralen werden vom Bund beauftragt. Ihr Perimeter ist vordefiniert und kann auch (Abschnitte von) Hochleistungsstrassen umfassen.

- **Betriebsleitzentralen (BLZ)**

Sowohl das SBB OCI als auch das SBB OCP verfügen über Betriebsleitzentralen. Der operative Betrieb wird im SBB OCI geregelt. Das SBB OCP ist zuständig für die Angebotsdefinition auf der Schiene. Bei Problemen mit weiteren Bahnbetreibern entscheidet das SBB OCI über die Prioritäten.

- **Verkehrsdatenverbund (VDV-CH)**

Der VDV-CH stellt das physikalische Netzwerk (Intranet) dar, in welchem die aktuell gültigen dynamischen Daten und Basisinformationen für das Verkehrsmanagement und die Verkehrsinformation bzgl. der Nationalstrassen sowie für die Verkehrslenkung und die Verkehrsinformation bzgl. der anderen Strassen, welche für das Management der Nationalstrassen relevant sind, zusammengestellt sind. Die Aufbereitung, Ergänzung, Plausibilisierung und Validierung der verschiedenen Daten erfolgt durch die VMZ-CH. Zugriff auf den VDV-CH haben auch die Kantone. [2] Eine Schnittstelle zur SBB gibt es nicht.

### **Organisationen zur Verbreitung von Informationen an die Bevölkerung**

Die Informierung der Bevölkerung erfolgt insbesondere durch folgende Organisationen:

- **Schweizerische Radio- und Fernsehgesellschaft (SRG SSR)**

Die SRG SSR sendet als Partnerradio der öffentlichen Hand mindestens halbstündlich Informationen zum Verkehr und schaltet sie auch laufend auf Teletext auf. Die Informationen hierzu bezieht sie dabei von der Viasuisse.

Bei speziellen Ereignissen werden auch eigene Recherchen vorgenommen und bspw. ein Reporter vor Ort geschickt. In den Nachrichten oder Spezialsendungen werden die so erhaltenen Informationen – je nachdem direkt vom Ereignisort bzw. Schadengebiet aus – ausgestrahlt.

- **Privatradios**

Verschiedene private Organisationen, insbesondere Viasuisse als nationale Verkehrsinformationszentrale, generieren und verbreiten Verkehrsmeldungen für die Schweiz und arbeiten teilweise rund um die Uhr, damit auch nachts der Informationsfluss gesichert ist. Obwohl auch öffentlich-rechtliche Radiostationen sowie staatliche Behörden mit Verkehrsmeldungen beliefert werden, besteht grundsätzlich kein staatlicher Auftrag. Die Sammlung und der Austausch von Informationen zwischen dem ASTRA und der Viasuisse sind seit 2008 vertraglich geregelt. Ab 2013 wird die Viasuisse auch einen Vertrag betreffend Verteilung der Meldungen haben. Ausserordentliche Lagen sind in diesen Verträgen nicht beschrieben.

### **Organisationen der allgemeinen Informationsbereitstellung und Fachstellen**

Für die Bewältigung von ausserordentlichen Lagen sind insbesondere folgende Organisationen der allgemeinen Informationsbereitstellung involviert bzw. können bei Bedarf einbezogen werden:

- **Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, MeteoSchweiz**

Das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie erbringt als nationaler Wetter- und Klimadienst der Schweiz im Auftrag des Bundes Dienstleistungen für Gesellschaft und Wirtschaft. MeteoSchweiz überwacht die gesamte Atmosphäre über der Schweiz, erstellt Wetterprognosen, warnt Behörden und Bevölkerung vor gefährlichen Unwettern und analysiert Klimadaten. [40]

- **Schweizerischer Erdbebendienst (SED)**

Der SED an der ETH Zürich ist die Fachstelle des Bundes für Erdbeben. Seine Hauptaufgaben sind die Überwachung der Seismizität der Schweiz und die Untersuchung der Erdbebengefährdung. [44]

- **Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)**

Das ENSI ist die Aufsichtsbehörde des Bundes für die nukleare Sicherheit und Sicherung der schweizerischen Kernanlagen. Es hat am 1. Januar 2009 seine Tätigkeit als Nachfolgeorganisation der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) aufgenommen. [36]

## **2.4.2 Verantwortlichkeiten**

Für das Katastrophenmanagement wurden in der Schweiz verschiedene behördliche Strukturen und Organisationen geschaffen. Die Verantwortlichkeiten und Aufgaben im Rahmen der Vorsorge und Bewältigung einer ausserordentlichen Lage können sich bei Eintritt einer solchen verschieben.

### **Katastrophenvorsorge**

Prinzipiell sind die Kantone für die Katastrophenvorsorge im Rahmen des Bevölkerungsschutzes verantwortlich. Die Kantone regeln die Organisation, Ausbildung, Bereitschaft und den Einsatz der Partnerorganisationen im Bevölkerungsschutz mit Ausnahme der technischen Betriebe. Dieselben Funktionen nimmt der Bund im Hinblick auf die in ausserordentlichen Lagen beigezogenen bzw. aktivierten Fach- und Führungsstellen wahr. Der Bund ist zudem verantwortlich für die Schaffung der rechtlichen Grundlagen für die Umsetzung des Bevölkerungsschutzes.

### **Katastrophenbewältigung**

Da die Kantone die Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen wesentlich gezielter und effizienter umsetzen können, liegt die Führungsverantwortung bei ausserordentlichen Lagen unter Vorbehalt bundesrechtlicher Kompetenzen beim kantonalen Bevölkerungsschutz und seinen Partnerorganisationen. Auf Antrag der kantonalen Krisenorganisation können zusätzliche Institutionen, private Unternehmen oder die Armee hinzugezogen werden.

Bei (inter-)nationalen ausserordentlichen Lagen kann der Bund im Einvernehmen mit den Kantonen die Führung übernehmen. Bei gewissen ausserordentlichen Lagen liegt die Führungsverantwortung prinzipiell beim Bund. [22]

### 2.4.3 Zusammenwirken der verschiedenen Organisationen

Die oben aufgeführten Organisationen stehen im Falle einer ausserordentlichen Lage miteinander in Verbindung. Inwiefern Interaktionen bestehen, welche gemeinsamen Bedürfnisse vorliegen und wie Verkehrstelematik allenfalls dazu beitragen kann, wird im Folgenden skizziert und in Abb. 2.5 illustriert.

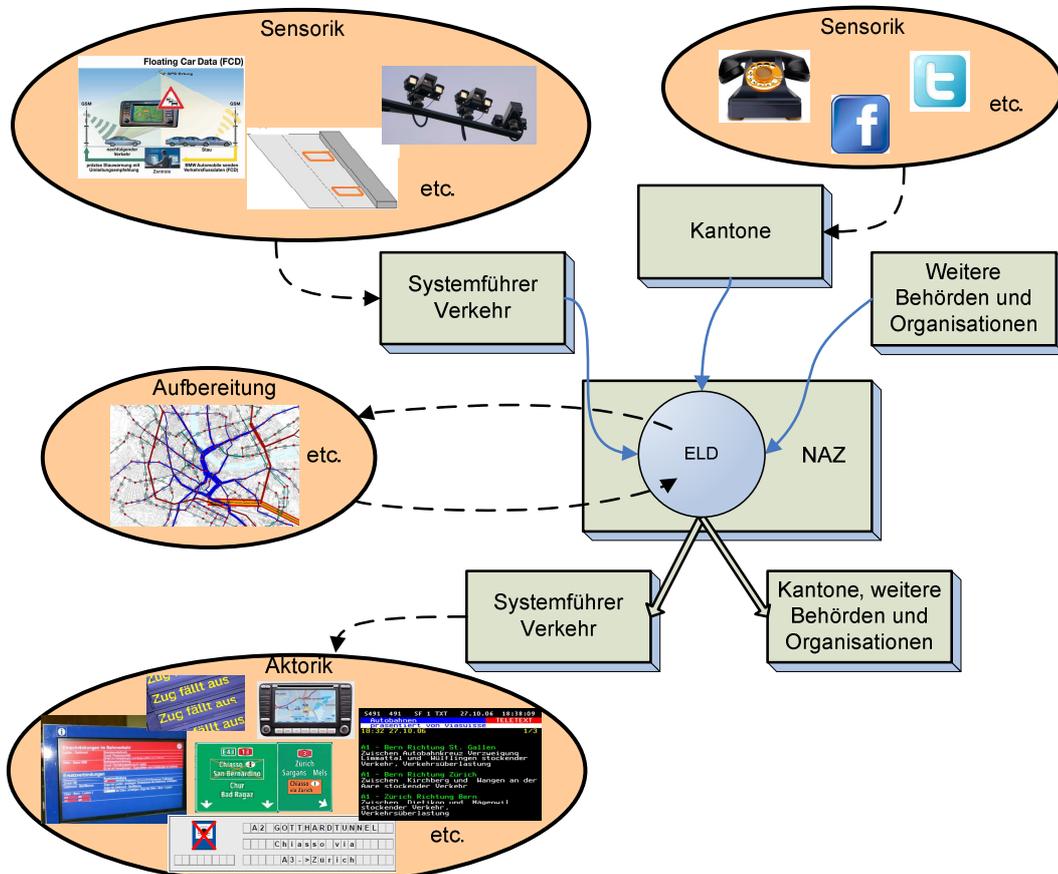


Abb. 2.5 Interaktionen zwischen den verschiedenen, bei ausserordentlichen Lagen involvierten Organisationen mit Einbezug von Verkehrstelematikanwendungen

Ein zentrales Bedürfnis vieler involvierter Organisationen besteht in der Darstellung eines aktuellen Lagebildes, basierend auf welchem verschiedene verkehrliche Massnahmen diskutiert, geprüft und umgesetzt werden. Die elektronische Lagedarstellung bildet die Grundlage, um die Bedürfnisse der Systemführer und -betreiber in Bezug auf die Schaffung von Versorgungs-, Einsatz- und Evakuierungskanälen sowie die Koordination der Verkehrsträger angehen zu können.

Im Hinblick auf die Erstellung und Darstellung eines aktuellen und umfassenden Lagebildes bildet die NAZ mit dem Melde- und Lagezentrum (MLZ) der ELD die Kernstelle; sie befasst sich aber nicht direkt mit der Sammlung von Daten zur Verfügbarkeit der Verkehrsinfrastruktur, zur Verkehrslage (inkl. Prognosen) etc. Stattdessen erhält sie von den verschiedenen Systemführern, den Kantonen und den ausländischen Partnern aufbereitete und interpretierte<sup>8</sup>, den Verkehr betreffende Informationen. Weitere Organisationen und Fachstellen beliefern die NAZ mit sonstigen ereignisrelevanten Mitteilungen.

Für die NAZ – sowie gewisse weitere Organisationen, welchen die elektronische Lagedarstellung als Grundlage für die weitere Katastrophenbewältigung dient, die jedoch kei-

<sup>8</sup> Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, werden in der Lagedarstellung keine Verkehrslagedaten oder detaillierten Fachinformationen abgebildet. Vielmehr muss mit den dargestellten Informationen klar sein, welche Optionen und Einschränkungen betreffend den angedachten Massnahmen bestehen.

nen Input für die Lagedarstellung liefern, bspw. die KOVE – sind der Einsatz und die Verfügbarkeit von Verkehrstelematik im Rahmen der Sensorik auf Grund ihrer Funktion bei der Lagedarstellung nur zweitrangig.<sup>9</sup> Ihr genügt, wenn sie mit entsprechenden Informationen für die Erstellung des Lagebilds beliefert wird. Für die Systembetreiber ist dieses Bedürfnis relevanter. Sie sind darauf angewiesen, dass die Sensorik möglichst auch in ausserordentlichen Lagen funktionsfähig bleibt, damit sie rasch zuverlässige Daten zur Verkehrslage und gegebenenfalls auch zum Zustand des Verkehrsträgers erhält. Andernfalls muss sie auf alternative Methoden zur Erhebung der Verkehrslage und des Infrastrukturzustands zurückgreifen, die allerdings zeitaufwändig sind, personelle Ressourcen binden und meist eine Begehung vor Ort bedingen.

Die Verdichtung der verschiedenen, an die NAZ gelieferten Informationen in der ELD erfolgt momentan manuell. Bedarf für eine Automatisierung – optimalerweise bereits vom Prozessschritt der Sammlung der Daten, d.h. der Sensorik – besteht daher insbesondere in Bezug auf die rasche Verfügbarkeit eines ersten (möglichst umfassenden) Lagebilds. Verkehrstelematik kann hierzu einen entscheidenden Beitrag liefern.

Durch den Erhalt einer aktuellen und umfassenden Lagedarstellung bietet sich – sofern die technischen Hilfsmittel vorhanden sind – die Möglichkeit, mit Simulationen und Berechnungen verschiedene verkehrliche Massnahmen auf ihre Eignung zu prüfen, damit schliesslich die wirksamsten Massnahmen umgesetzt werden können. Die Auslösung der Massnahmen ist ähnlich wie bei der Sensorik stark von der Verfügbarkeit der Verkehrstelematik abhängig.

Für die Übertragung der Informationen zur Verkehrslage (sowohl die verschiedenen, separaten Informationen der Systemführer, Netzbetreiber etc. als auch die im Rahmen der Lagedarstellung aggregierten Informationen) werden unterschiedliche Kanäle und Prozesse benutzt. Im Zusammenhang mit der Automatisierung der Lieferung von Daten und Informationen ermöglicht ein geeigneter Einsatz von Verkehrstelematik einerseits, die Übertragungen krisenausfallsicher zu machen, andererseits den Prozess der Datensammlung zu beschleunigen.

## 2.5 Massnahmen und Mittel

Die Definition von Massnahmen sowie der Einsatz von geeigneten Mitteln schliesst die Prozesskette ab. Da einerseits Verkehrstelematik bzw. die damit gesammelten und aufbereiteten Daten eine wichtige Grundlage für die Massnahmenprüfung bilden, andererseits bei der Umsetzung verschiedener Massnahmen teilweise auf dieselben Instrumente der Verkehrstelematik zurückgegriffen wird, werden im Folgenden nicht die möglichen resp. geeigneten Massnahmen im Falle einer ausserordentlichen Lage aufgelistet, sondern stattdessen ein Überblick über die verschiedenen Verkehrstelematikinstrumente gegeben. Das Kapitel gliedert sich entsprechend dem Prozess der Verkehrstelematikanwendungen (siehe Abb. 2.2). In einem separaten Abschnitt wird die Kommunikation abgehandelt. Gewisse Verkehrstelematik lässt sich nicht eindeutig zuordnen, bspw. da sie bei mehreren Schritten Anwendung findet. Sie wird daher dort aufgeführt, wo ihr Haupteinsatz ist.

### 2.5.1 Sensorik

Die Sensorik umfasst Verkehrstelematik zur Erfassung verschiedenster Daten und Informationen über den Verkehrszustand (z.B. Stau), die Verkehrsmenge, den aktuellen Fahrbahnzustand, den Infrastrukturzustand und die Witterung. Folgende Verkehrstelematikrichtungen können hierfür eingesetzt werden:

---

<sup>9</sup> An die Verfügbarkeit von Telematik zur Verständigung und Informierung der verschiedenen Behörden und Stellen, womit auch sichergestellt werden kann, dass die NAZ mit den zur Erstellung des Lagebildes relevanten Informationen versorgt wird und die aufbereitete Gesamtlagedarstellung verbreiten kann, stellt die NAZ jedoch hohe Ansprüche.

- **Verkehrszählstellen**

Der Verkehr kann mittels Induktionsschlaufen, magnetischen Sensoren, Mikrowellen-Sensoren, Laser-Radar, Infrarot oder auch Ultraschall-Sensoren erhoben werden. Es gibt weitere Methoden, die jedoch eher selten zum Einsatz kommen, oder aber mit denen nur wenige Informationen zum Verkehr erfasst werden können. Je nach Sensor werden die Geschwindigkeit des vorbeifahrenden Fahrzeugs, die Fahrzeuglänge, die Fahrzeugklasse, der Abstand zum davor liegenden sowie nachfolgenden Fahrzeug und die Fahrtrichtung erfasst.

Die Erfassung des Verkehrsaufkommens erfolgt in der Schweiz vorwiegend mit Hilfe von Induktionsschlaufen. Da sie in den Strassenbelag eingefräst sind, eignen sie sich insbesondere für Strassen mit einem hohen Verkehrsaufkommen. Gleichzeitig weisen sie eine lange Lebensdauer auf. Auch relativ häufig eingesetzt werden Radargeräte. Da diese einerseits der Witterung als auch Vandalismus stärker ausgesetzt sind als bspw. Induktionsschlaufen, andererseits vielfach eingeschränkte Stromversorgungs- und Speicherkapazitäten aufweisen, ist ihr Einsatz primär auf kurze Dauer beschränkt. Der Vorteil von Radargeräten liegt darin, dass sie mobil eingesetzt werden können. D.h. ohne grossen Aufwand können sie an einem bestimmten Standort bspw. für eine Kurzzeitzählung (z.B. Verkehrserhebung während 2 Wochen) installiert werden.

Die Wahl des zur Verkehrserfassung eingesetzten Sensors wird auch durch den Verwendungszweck der Daten beeinflusst. Mit Induktionsschlaufen ist eine permanente Erhebung des Verkehrs möglich. Bei Existenz einer geeigneten Übertragung können mit dieser Erfassungsmethode sowohl Daten für die Statistik (z.B. jährliche Auswertung der Verkehrsdaten) als auch Realtime-Daten für das Verkehrsmanagement (z.B. Auswertungen von 3-Minuten-Intervallen mit Analyse des Verkehrs, Hochrechnungen etc.) gewonnen werden. Mobile Sensoren wie Radargeräte eignen sich wie oben bereits erwähnt eher für temporäre Zählungen.

Das Nationalstrassennetz wird laufend ausgebaut. Per Mai 2012 umfasste es 422 Zählquerschnitte. Auf dem untergeordneten Strassennetz ist die Anzahl sowie die Dichte an Zählstellen einigermassen geringer.

- **Kameras**

Mit Kameras können die allgemeine Verkehrslage, teilweise aber auch detaillierte Daten zu den Fahrzeugen oder das Verkehrsaufkommen erfasst werden. Für die Erhebung der Verkehrslage eignen sich normale Videokameras. Um auch Informationen zu Fahrtverläufen von Fahrzeugen zu erhalten, können bspw. Automatic Number Plate Recognition (ANPR) Kameras eingesetzt werden. Solche Kameras erlauben auch Auswertungen zur durchschnittlichen Geschwindigkeit auf einem bestimmten Abschnitt.

Kameras werden in der Schweiz vor allem an kritischen Stellen auf dem Nationalstrassennetz zur Überwachung des Verkehrsgeschehens eingesetzt. Bspw. sind zur raschen Intervention im Falle eines Tunnelbrandes die jeweiligen Tunnel abschnittsweise mit Kameras ausgerüstet. Auch in bzw. vor Verzweigungen und weiteren Engpässen sind verschiedentlich Kameras installiert.

ANPR-Kameras werden auf dem schweizerischen Strassennetz noch nicht häufig eingesetzt. Im Rahmen der Abschnittsgeschwindigkeitskontrolle werden sie für die Ermittlung der durchschnittlichen Geschwindigkeiten benutzt. Bei der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) bilden sie Bestandteil des Kontrollprozesses. Daneben finden sie für andere, nicht für die Verkehrssicherheit oder das Verkehrsmanagement relevante Aspekte Anwendung.

- **Luft- / Satellitenmonitoring**

Terrestrische Sensorik zur Verkehrsdatenerfassung hat den Nachteil, dass sie im Krisenfall vielfach nur eingeschränkt zur Verfügung stehen. Ein relativ neuartiges Verfahren zur Gewinnung von Verkehrsdaten ist das Luftmonitoring, welches mittels Radar oder auch satellitengestützt funktioniert. Es ermöglicht die Erfassung von Realtime-Daten mit automatischer Extraktion von Verkehrsdaten, welche für die Weiterbearbeitung an eine Bodenstation gesendet werden. Da die Systeme rein optisch funktionieren, ist deren Einsatz stark wetterabhängig.

Aktuell werden in der EU verschiedene Projekte und Tests zu dieser Art von Verkehrsdatenerfassung durchgeführt.

- **Staumeldeanlagen / Belegungssensoren**

Es gibt infrastrukturseitige Sensoren, welche reagieren, sobald sich die Fahrzeuge nicht mehr bewegen bzw. über eine gewisse Zeitspanne eine Belegung detektiert wird. Diese sind dabei vielfach an weitere Verkehrstelematikanwendungen angeknüpft.

In der Schweiz sind solche Sensoren weit verbreitet und werden in Verknüpfung mit Verkehrstelematikanwendungen zur Aufbereitung und Aktorik für das Verkehrsmanagement genutzt. Auf dem Nationalstrassennetz handelt es sich primär um reine Staumeldeanlagen, auf dem untergeordneten Strassennetz eher um Belegungssensoren.

- **Alarmanlagen**

Insbesondere auf Hochleistungsstrassen befinden sich Notrufsäulen / SOS-Rufsäulen und Nottelefone, mit welchen im Ereignisfall ein Alarm abgegeben werden kann. Die Alarmanlagen sind so ausgerüstet, dass bei einem Anruf direkt der Standort des Anrufers angezeigt wird und so schnell der Schadensplatz ermittelt werden kann.

Es gibt auch Alarmanlagen in Fahrzeugen, bspw. sogenannte eCall-Geräte. Bei einem Unfall eines mit einem solchen Gerät ausgerüsteten Fahrzeugs wird automatisch ein Signal an die Einsatzzentrale oder an private Zentralen, welche den Alarm prüfen und bei Bedarf die erforderlichen Schritte einleiten, geschickt. Dies enthält unter anderem die genauen Koordinaten, so dass das verunfallte Fahrzeug rasch geortet werden kann. Weitere Details siehe 5.4.1.

Auf den Autobahnen und Autostrassen müssen in der Schweiz gemäss Norm in gewissen Abständen Notrufsäulen vorgesehen werden. Auf dem untergeordneten Strassennetz gibt es kaum solche Verkehrstelematikeinrichtungen. eCall befindet sich europaweit erst in Planung bzw. Testphase; diese Verkehrstelematik ist momentan noch nicht verfügbar.

- **Floating Car Data (FCD)**

FCD ist ein Verfahren zur Gewinnung von Verkehrsinformationen, bei dem ein mit einem entsprechenden Gerät ausgestattetes Fahrzeug Daten an eine Zentrale sendet. Das Fahrzeug nimmt aktiv am Verkehr teil. Als Fahrzeuggerät dient ein telematikfähiges Endgerät, das über einen GPS-Empfänger zur Positionsbestimmung verfügt. Die Daten werden mittels Mobilfunkverbindung an die FCD-Zentrale gesendet.

Während in verschiedenen europäischen Ländern FCD bereits einen wichtigen Beitrag für das Verkehrsmanagement liefern, ist ihre Verwendung in der Schweiz trotz Vorhandensein der technischen Voraussetzungen<sup>10</sup> noch sehr eingeschränkt. In der Schweiz werden der Fahrtverlauf und die Geschwindigkeiten für die Ermittlung der LSVA oder für die Logistikorganisation des Disponenten mit Hilfe von On-Board Units oder Navigationsgeräten (anonymisiert) erfasst. Beim (strassengebundenen) ÖV finden FCD Anwendung im Hinblick auf eine aktuelle Fahrplananzeige. Eine umfassendere Nutzung von FCD ist insbesondere auf Grund der heutigen Bestimmungen zum Datenschutz nicht möglich. Zugang zu privaten FCD bzw. FCD von Unternehmen der Privatindustrie (TomTom, Inrix etc.) ist zudem höchstens gegen Bezahlung möglich. Viasuisse, welche nur teilweise auf die zwischen Fahrzeug und Disponent ausgetauschten, anonymisierten OBU-Daten zugreifen darf, prüft eine Zusammenarbeit mit der amerikanischen Firma Inrix.

- **Floating Traveller Data (FTD)**

Bei FTD werden auf Basis von Mobiltelefonen mit integriertem Ortungsmodul (z.B. GPS) verkehrsmittelübergreifende Verkehrsinformationen, d.h. vom MIV, LV und ÖV gewonnen. Die Endgeräte senden Daten die Position, Zeit, Geschwindigkeit, Richtung, Beschleunigung etc. via Mobilfunk, WLAN oder Bluetooth an eine Zentrale. Die Ermittlung des jeweiligen Verkehrsmittels kann manuell oder automatisiert erfolgen. [14]

Wie bei den FCD gilt auch hier, dass der Einsatz dieser Verkehrstelematikanwendung in der Schweiz hinter den Entwicklungen im internationalen Umfeld hinterher hinkt.

- **Floating Mobile Data (FMD)**

Bei FMD werden Daten zum Übergang zwischen Zellen des Mobilfunknetzes gesamt-

---

<sup>10</sup> Entscheidend für die Datensammlung ist ein funktionsfähiges Mobilfunknetz. In ausserordentlichen Lagen ist dies allerdings nicht immer gewährleistet.

melt und an eine Zentrale zur Auswertung gesandt.

FMD können in der Schweiz momentan nicht genutzt werden. Die Gründe liegen nebst der Problematik mit dem Datenschutz auch darin, dass TomTom bisher das alleinige Recht zur Nutzung der Handy-Daten von Swisscom hat. Swisscom wird diese Regelung voraussichtlich kurz- bis mittelfristig ändern. Die Kosten für die Nutzung der Daten sind aber äusserst hoch.

- **Floating Car Observer (FCO)**

FCO ist ein mobiles Sensorsystem, bei dem ein Fahrzeug mit einer Geräteeinheit ausgerüstet ist. Diese besteht vorwiegend aus Sensoren (Laserscanner, Ultraschall, Kamera etc.), mit welchen der Verkehr auf der Gegenfahrbahn erfasst und analysiert werden kann. Die Geräteeinheit verfügt zusätzlich über ein Modul zur Positionsbestimmung (GPS) und eine Kommunikationseinheit zur mobilen Datenübertragung an die Zentrale. In der Zentrale werden die übertragenen Daten zur Verkehrslagedarstellung herangezogen. FCO Systeme kommen hauptsächlich in Fahrzeugen des ÖV (Busse, Trams) zum Einsatz.

FCO ist bisher noch nicht weit verbreitet; ihr Einsatz beschränkt sich vorwiegend auf spezifische Projekte. Dabei werden als „Observer“ unter Umständen auch Fahrzeuge des ÖV eingesetzt, bspw. im deutschen Projekt VAGABUND. [27]

- **Apps**

Durch die technologischen Fortschritte bei den verschiedenen telematikfähigen Endgeräten besteht das Potential, geeignete Apps zur Alarmierung und Informierung anzubieten. Erste solche Apps sind bereits auf dem Markt verfügbar. Ein Beispiel hierfür ist das Rega-App, welches für verunfallte Bergsteiger eine rasche Ortung und Rettung ermöglicht. Mit zwei Fingerklicks wird ein Alarm ausgelöst und der Standort (GPS) und die Personaldaten in die Notrufzentrale übermittelt. Nach telefonischer Rücksprache wird die Rettung umgehend eingeleitet. [42]

- **Sensoren Infrastrukturzustand**

Es gibt geeignete Technologien für die automatische Erfassung des Infrastrukturzustands von Belag, Brücken, Tunneln etc., sie sind heute allerdings noch nicht häufig im Einsatz.

Mittels hochauflösenden Kameras können bspw. Gegenstände auf den Fahrstreifen detektiert werden, worauf bei vorhandenen Verkehrstelematikeinrichtungen und entsprechenden Schnittstellen automatisch eine Sperrung des betroffenen Fahrstreifens bzw. Streckenabschnitts ausgelöst werden kann. Auf Grund der mangelnden Zuverlässigkeit wird aktuell noch auf eine automatische Massnahmenauslösung verzichtet.

Stabilitätssensoren, welche heute verschiedentlich für die Überwachung von höheren Gebäuden eingesetzt werden, können grundsätzlich auch bei Kunstbauten berücksichtigt werden. Auf Grund der unterschiedlichen Anforderungen an die Infrastruktur (Gebäude vs. Kunstbauten) reicht eine rein sensorische Kontrolle bei verkehrlichen Bauten nicht aus; erst mit einer Überprüfung vor Ort kann darüber bestimmt werden, ob die Bauten für den Verkehr weiterhin freigegeben werden können.

- **Sensoren Strassenzustand**

Es gibt verschiedene Sensoren, um den Strassenzustand im Hinblick auf Eisglätte, Nässe etc. zu erheben. Vielfach sind diese allerdings in der Fahrbahn integriert, so dass bei einer Beschädigung der Verkehrsinfrastruktur mit hoher Wahrscheinlichkeit auch die Sensorik nicht mehr verfügbar ist.

In der Schweiz ist insbesondere das Nationalstrassennetz, vorwiegend an kritischen Stellen, mit solchen Sensoren und entsprechenden Warnsignalisation, welche im Bedarfsfall automatisch aktiviert werden kann, ausgerüstet.

- **Wetterstationen**

Das aktuelle Wetter sowie Wetterprognosen sind für das Verkehrsmanagement, insbesondere die Verkehrlenkung, relevant. Entsprechende Daten können vom Messnetz oder vom Ergänzungsmessnetz (ENET) von MeteoSchweiz, von Hydrologie-Anlagen oder auch von Stationen des interkantonalen Mess- und Informationssystem (IMIS) bezogen werden. Auf diese Daten wird für das heutige Verkehrsmanagement bereits zurückgegriffen.

Viele der oben aufgeführten Verkehrstelematikeinrichtungen sind – zumindest heute –

nicht autonom, weder im Sinne der Stromversorgung noch der Datenübertragung im Falle beschädigter Strasseninfrastruktur.

## 2.5.2 Aufbereitung

Die verschiedenen, mit der Sensorik erhobenen Daten sind zusammenzutragen und aufzubereiten, so dass eine (aktuelle) Übersicht über die Einschränkungen auf dem gesamten Verkehrsnetz gewonnen und die Möglichkeiten für Massnahmen geprüft werden können. Folgende Verkehrstelematikanwendungen eignen sich für die zentralisierte Sammlung und die Aufbereitung der Daten:

- **Verkehrstelematik zur Automatisierung**

Verkehrstelematik kann eingesetzt werden, um die Datensammlung und -zentralisierung zu automatisieren. Heute erfolgen diese Prozessschritte in der Schweiz vorwiegend manuell; die dafür erforderlichen personellen Ressourcen sind auch bei Alltagsereignissen verfügbar. Im Ausland, insbesondere in den USA und Japan wird der Vorteil der Verkehrstelematikanwendungen im Hinblick auf die Möglichkeit der Automatisierung verschiedener Prozessschritte dagegen bereits rege genutzt. [10], [26], Dutch National Police Agency – KLPD

- **Lagedarstellung**

Die Lagedarstellung dient dazu, einen Überblick über die Auswirkungen der ausserordentlichen Lage zu erhalten. Je nach Verwendungszweck werden in der Lagedarstellung nur Informationen zu verkehrlichen Beeinträchtigungen (nicht mehr verfügbare Verkehrsinfrastruktur, Einschränkungen betreffend Kapazität auf noch verfügbaren Netzelementen etc.) abgebildet. Eine solche Lagedarstellung reicht insbesondere für die Bewältigung gewöhnlicher Ereignisse im Alltag. Tagtäglich sammelt die Viasuisse verschiedene, plausibilisierte Daten seitens der Systemführer aber auch aus eigenen Quellen und stellt die Verkehrslage dar. Die verschiedenen Systemführer ihrerseits erstellen ein Lagebild für ihr Verkehrsnetz. In FCD- und FTD-Zentralen werden die von den einzelnen FCD Fahrzeugen bzw. FTD-Endgeräten übermittelten Daten (Zeitstempel, Ortskoordinaten, Geschwindigkeit etc.) zwecks Darstellung der aktuellen Verkehrssituation entsprechend aufbereitet und mit zusätzlich verfügbaren Verkehrsdaten aus dem MIV- und ÖV-Bereich fusioniert. Zur Beurteilung der Verkehrssituation werden Daten weiterer Informationsquellen mit einbezogen.

Für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen ist es zweckmässig, nebst der Verkehrslage auch weiterführende Details zur ausserordentlichen Lage darzustellen. Die elektronische Lagedarstellung der NAZ bspw. umfasst ein ganzes Spektrum von Informationen, deren Anzeige personen- bzw. organisationsspezifisch festgelegt ist.

- **Berechnungen, Simulationen**

Mittels Berechnungen und Simulationen basierend auf detaillierten Realtime-Verkehrs- und Umfelddaten lassen sich Tendenzen künftiger Verkehrsbewegungen abschätzen und mögliche Massnahmen auf ihre Wirkung bei eingetretener ausserordentlicher Lage prüfen. Zur Validierung können historische Daten vergleichbarer Verkehrssituationen und Ereignisse oder frühere Modellberechnungen herangezogen werden. Der Einsatz von Modellen ermöglicht, ungünstige Entwicklungen beim Verkehrsablauf und Verkehrsverhalten früh zu erkennen und mit entsprechenden Massnahmen zu vermeiden.

In der Schweiz findet im Rahmen Verkehrsmanagements ein solcher Einsatz von Modellen bisher nur sehr beschränkt Anwendung. Bspw. erfolgt eine automatische Aufbereitung und Prüfung der gesammelten Verkehrsdaten mit Auslösung geeigneter Massnahmen bei Verkehrstelematikanwendungen wie verkehrabhängig gesteuerten Lichtsignalanlagen; konkrete Simulationen mit Abschätzung geeigneter Massnahmen werden dabei aber kaum durchgeführt. Auch handelt es sich um sehr spezifische, lokale Anwendungen. Beim regionalen oder übergeordneten Verkehrsmanagement ist der Einsatz solcher Anwendung deutlich seltener. Dies beruht insbesondere darauf, da im Alltag auf Grund der umfangreichen Erfahrung mit der Bewältigung kleinerer Ereignisse kein Bedarf für eine solche Verkehrstelematikanwendung besteht.

## 2.5.3 Aktorik

Mit Hilfe der Aktorik werden die klassischen Funktionen des Verkehrsmanagements um-

gesetzt. Verkehrstelematik wird also für die Informierung der Verkehrsteilnehmer, die Verkehrslenkung, -leitung und -steuerung eingesetzt, wobei Ersteres im Falle einer ausserordentlichen Lage vielfach am bedeutendsten ist.

### Verkehrstelematik für die Informierung

- **Telefon-Hotlines**

Der Bevölkerung stehen eingerichtete Hotlines der Krisenorganisationen zur Verfügung, mit welchen sie Informationen zur Lage und Massnahmen abfragen kann. Die Hotlines können Informationen in Form von automatisierten Ansagen bereithalten oder in Form eines personell besetzten Callcenters gestaltet sein. Die Rufnummer der Hotline wird über entsprechende Medien (Rundfunk, Fernsehen etc.) bekannt gegeben. Die speziellen Hotlines sollen zudem verhindern, dass die Notrufnummern der Einsatzkräfte (Polizei, Feuerwehr, Sanität) durch Informationsanfragen überlastet werden. Bisher wurden solche Telefon-Hotlines auch bei regionalen ausserordentlichen Lagen eingerichtet.

Die SBB hat eine eigene Hotline, die bei grösseren Ereignissen personell besetzt wird.

- **Fernsehen**

Via Fernsehen können als Laufftext oder auf Teletext wichtige Informationen zur Verkehrslage oder allgemein zur ausserordentlichen Lage aufgeschaltet werden. Die Bevölkerung kann vor einem allfälligen Reiseantritt über die gesperrten bzw. verfügbaren Achsen sowie über empfohlene Routen informiert werden.

Ähnlich wie bei den Telefon-Hotlines wird auf dieses Medium auch bei regionalen ausserordentlichen Lagen zurückgegriffen; entsprechend ist es in der Schweiz schon mehrfach zum Einsatz gekommen.

- **Radio / Verkehrsfunk**

Beim Radio / Verkehrsfunk wird die Verkehrsinformation den Verkehrsteilnehmern über das entsprechende Endgerät direkt übermittelt. Die Information kann als Sprach- oder als Datenmeldung an die Empfänger erfolgen. Bei der Übermittlung (sowohl für Sprach- als auch für Datenmeldung) gibt es folgende Dienste:

- **Traffic Information Memo (TIM)**

TIM ist ein Verfahren, bei dem Verkehrsinformationen an ein Autoradio übertragen werden und dort digital in Sprachform gespeichert werden. Die gespeicherten Verkehrsnachrichten werden entweder beim Einschalten des Radios automatisch wiedergegeben oder können jederzeit über eine spezielle TIM-Taste am Autoradio abgerufen werden. Das Verfahren wurde Anfang der 1990er Jahre entwickelt.

- **Traffic Management Channel (TMC)**

Über den Dienst Traffic Message Channel (TMC) werden Verkehrsinformationen bereitgestellt. Der TMC enthält kodierte Verkehrsmeldungen, die z.B. von einem Navigationssystem angezeigt und direkt zur Routenplanung genutzt werden können. Im fremdsprachigen Ausland kann der Empfänger daraus Meldungen in der eigenen Sprache generieren.

Jede Verkehrsbeeinträchtigung wird als separate TMC-Meldung gesendet. Eine TMC-Meldung besteht aus einem Ereigniscode, einem Positionscode und eventuell einer zusätzlichen zeitlichen Beschränkung (Verfallszeit). Nach Wegfall einer Störung wird diese Störungsmeldung durch eine weitere TMC-Meldung aufgehoben. Falls diese nicht empfangen wird (z.B. weil der Empfänger sich mittlerweile aus dem Empfangsbereich des Senders entfernt hat), wird die Störungsmeldung alternativ bei Erreichen der Verfallszeit durch den Empfänger gelöscht.

In der Schweiz wird der Dienst von der SRG SSR betrieben. Die Meldungen werden von Viasuisse in ihrem Redaktionssystem generiert und dann im ganzen Land über die Sender der SRG SSR über die ersten und dritten UKW-Radioprogramme verbreitet.

- **Transport Protocol Experts Group (TPEG)**

Bei TPEG, welches eine Weiterentwicklung zu TMC darstellt, handelt es sich um einen offenen, internationalen Standard zum Aussenden von sprachunabhängigen und multimodalen Verkehrs- und Reiseinformationen. Es wurde so konzipiert, dass es sowohl für den Einsatz im Strassenverkehr wie auch im öffentlichen Personenverkehr geeignet ist. Es wird daher zwischen den Profilen TPEG-RTM - Road Traf-

fic Message Application und TPEG-PTI - Public Transport Information unterschieden. TPEG ist unabhängig vom Übertragungskanal und kann nebst via Rundfunk beispielsweise via Digital Audio Broadcast (DAB), Digital Video Broadcast (DVB) oder via Internet übertragen werden.

- **Information Catastrophe Alarme Radio Organisation (ICARO)**

Bei ICARO handelt es sich um ein Notdispositiv, mit der die SRG SSR sicherstellt, dass in besonderen und ausserordentlichen Lagen behördliche Meldungen und Verhaltensanweisungen rund um die Uhr sofort automatisch über das Radio ausgestrahlt werden. An ICARO angeschlossen sind alle Einsatzzentralen der Kantonspolizeien. Zur Sicherstellung des Radioempfangs in Schutzräumen verfügt die Schweiz über die VRK-UKW 77 Infrastruktur, welche aus einer Anzahl geschützter Sendeanlagen mit erhöhter Sendeleistung besteht. [33] Sie ist jedoch nicht ausfallsicher. Unter dem Namen **POLYINFORM** wird daher eine neue, krisensichere Infrastruktur zur Informierung der Bevölkerung durch den Bund in Krisenlagen mit dem Radio (IBBK) erstellt, mit welcher ab 2013 die Bevölkerung schweizweit alarmiert und informiert werden kann.

Eine Ausstrahlung von verkehrsbezogenen Informationen erfolgt praktisch täglich. Die Bevölkerung ist mit dem Radio als Informationsquelle dadurch bestens vertraut.

- **Internet**

Das Internet mit seinen verschiedenen Diensten ist ein weiteres Mittel zur Verbreitung von Verkehrsinformationen. Die Informationen können auf speziellen Webseiten angeboten werden oder via E-Mail oder soziale Netzwerke verbreitet werden. Bereits heute bzw. im Alltag wird das Internet bzw. ein entsprechender E-Mail-Service für die Verbreitung von Informationen zu (kleineren) Störungen und Behinderungen im Betrieb genutzt.

- **Wechseltextanzeigen (WTA)**

Mittels WTA wird der Nutzer während der Benutzung der Strasse mit Informationen versorgt bzw. gewarnt. Wechseltextanzeigen gibt es als fest installierte oder mobile Lösungen. Je nach Typ (und Alter) können nur vordefinierte oder aber frei wählbare Anzeigen (Text / Symbole) zur Information geschaltet werden. Die Textlänge ist in jedem Falle eingeschränkt. Die darzustellenden Zustände sind in einer Richtlinie festgehalten. WTA finden im Rahmen des heutigen Verkehrsmanagements regelmässig Anwendung.

- **Telematikfähige Endgeräte**

Telematikfähige Endgeräte, wie Navigationsgeräte, Smartphones oder On-Board Units, können zur Vermittlung von aktuellen Verkehrsinformationen dienen, sofern sie Verkehrsinformationen über eine entsprechende Schnittstelle empfangen (z.B. Mobilfunk, Radio Data System – Traffic Management Channel (RDS-TMC), Digital Audio Broadcast (DAB), WLAN), diese verarbeiten und akustisch oder visuell vermitteln können. Navigationsgeräte werden schon seit längerer Zeit entsprechend für das Verkehrsmanagement eingesetzt, insbesondere im Rahmen der Leitung und Lenkung. Die laufende Entwicklung bei weiteren telematikfähigen Endgeräten nimmt sich der Schnittstellenproblematik an, so dass für das Verkehrsmanagement im Alltag mehr und mehr auf andere solche Verkehrstelematikanwendung zurückgegriffen werden kann.

## **Verkehrstelematik für die Verkehrslenkung**

- **Wechselwegweisung (WWW)**

Die WWW dient der dynamischen Signalisation von verfügbaren Fahrtrouten, wobei der Inhalt der Signale weitestgehend vom Strassennetz bestimmt wird [1]. Sie wird eingesetzt zur Umleitungswegweisung und Lenkung auf empfohlene Routen. Das schweizerische Strassennetz ist an relevanten Lenkungspunkten mit WWW ausgerüstet. Je nach Bedürfnissen betrifft dies Lenkungspunkte auf der Nationalstrasse vor Verzweigungen (bspw. für den Transitverkehr) oder aber auch vor Ausfahrten (bspw. vor Tunnel). Gleichzeitig weist auch das untergeordnete Strassennetz je nach Bedarf für das lokale (und regionale) Verkehrsmanagement WWW auf.

In ausserordentlichen Lagen kann die verfügbare Wechselwegweisung – sofern sie sich an geeigneten Standorten befindet – beispielsweise zur Kanalisierung des Verkehrs auf Evakuierungsrouten oder zur Umverteilung des Verkehrs zwecks gleich-

mässiger Auslastung von Evakuierungsrouten eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Wechselwegweisung können Versorgungs- und Einsatzkanäle geschaffen und freigehalten werden.

Unterstützend zur Wechselwegweisung können dynamische Sperren (Barrieren, Poller etc.) eingesetzt werden. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, falls eine bestimmte Strecke auf keinen Fall mehr befahren werden darf; eine WWW wirkt nur unterstützend und ist nicht verbindlich.

- **Verkehrstelematik für die Information**

Die Verkehrstelematikanwendungen, mit welchen die Verkehrsteilnehmer informiert werden können, können auch für Lenkungsmassnahmen eingesetzt werden. Zusätzlich zur allgemeinen Verkehrsinformation werden Routenempfehlungen bzw. Anweisungen zu Umleitungen übertragen und vom Endgerät verarbeitet, so dass der Endnutzer entsprechend informiert werden kann.

Verschiedene Anbieter von Navigationsgeräten verarbeiten (von ihnen gesammelte) Verkehrsdaten eigenständig. Die daraus ermittelten Routenempfehlungen inkl. Lenkungsalternativen entsprechen nicht unbedingt den Routenempfehlungen seitens der Behörden.

### **Verkehrstelematik für die Verkehrsleitung**

- **Wechselsignal (WS)**

Bei Wechselsignalen handelt es sich um Systeme zur Anzeige von variablen Gefahren- und Vorschriftsignalen zur Beeinflussung des Verkehrs bei besonderen Strassen- oder Verkehrszuständen [1]. Durch das stetig steigende Verkehrsaufkommen werden vermehrt auch Hinweissignale als Wechselsignale gestaltet.

Speziell zur Gefahrenwarnung kann die Wechselsignalisation mit Blinklichtern oder Leitposten mit Blinklicht ergänzt werden.

Sowohl mit als auch ohne Blinklicht ist diese Verkehrstelematikanwendung vorwiegend auf dem Nationalstrassennetz zu finden. Auf vielen Abschnitten bietet sie dabei einen wichtigen Beitrag zur Bewältigung des alltäglichen Verkehrs, insbesondere in den Spitzenstunden.

- **Fahstreifenlichtsignalsystem (FLS)**

Fahstreifenlichtsignalsysteme dienen zum Leiten des Verkehrs auf Strassen mit mehreren Fahstreifen bei zeitweiligem Sperren einzelner Fahstreifen. Als Signalbilder werden über der Fahrbahn angeordnete grüne bzw. gelbe Pfeilbilder sowie rote Kreuze verwendet. Ein gesperrter Fahstreifen darf erst wieder befahren werden, wenn durch entsprechende Signalbilder dessen Benutzung freigegeben wird. [29]

FLS ist heute auf solchen Strassenabschnitten vorhanden, wo Bedarf für eine flexible Sperrung eines oder mehrer Fahstreifen besteht. Es handelt sich dabei vorwiegend um Abschnitte mit Tunneln. Entsprechend wird dieses Verkehrstelematikanwendung im Alltag, bei kleineren Ereignissen oder im Zusammenhang mit Baustellen – sofern FLS vorhanden ist – je nach Bedarf eingesetzt.

- **Telematikfähige Endgeräte**

Die für die Information der Verkehrsteilnehmer verwendete Verkehrstelematik, speziell Smartphones und solche mit Navigations-, RDS-TMC- und DAB-Funktion können zur Gefahrenwarnung und Geschwindigkeitsharmonisierung eingesetzt werden. Aktuell handelt es sich vielfach um länger dauernde Massnahmen (Gefahrenwarnung vor über einen längeren Zeitraum bestehenden Baustellen, permanente Geschwindigkeitsbegrenzung etc.).

### **Verkehrstelematik für die Verkehrssteuerung**

- **Lichtsignalanlagen (LSA)**

Bei Lichtsignalanlagen handelt es sich um Betriebseinrichtungen zur Steuerung des Verkehrs an Knoten. Sie bestehen aus Signalsteuergeräten und Signalgebern. Gewisse Lichtsignalanlagen sind zusätzlich mit Detektoren ausgerüstet.

Im Alltag werden an immer mehr Knoten LSA installiert, die eine verkehrsabhängige Steuerung oder eine Priorisierung gewisser Verkehrsströme oder Verkehrstypen erlaubt. Das Potential liegt nebst der Verbesserung des Verkehrsflusses auch bei der Minimierung von Emissionen (CO<sub>2</sub>, Lärm etc.).

## 2.5.4 Kommunikation

Im Folgenden wird auf die verschiedenen Kommunikationstechnologien eingegangen, welche für den Einsatz von Verkehrstelematik von Relevanz sind. Das Kapitel umfasst daher auch Kommunikationstechnologien zwischen den bei ausserordentlichen Lagen involvierten Organisationen für die Koordination im Zusammenhang mit der Massnahmenabstimmung und -entscheidung.

- **Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation**

Bei der Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation handelt es sich um ein Verfahren zum Austausch von Informationen und Daten zwischen Fahrzeugen und strassenseitiger Infrastruktur (z.B. an Lichtsignalanlagen). Die Daten können über verschiedene Kommunikationsverfahren (WLAN, Infrarot, UMTS etc.) ausgetauscht und auf einem entsprechenden telematikfähigen Endgerät im Fahrzeug angezeigt werden.

Die Technologie befindet sich noch in Entwicklung und wird unterdessen in der EU zu ersten Testzwecken eingesetzt, siehe auch Kapitel 5.4.2.

- **Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation**

Bei der Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation handelt es sich um ein Verfahren zum Austausch von Informationen und Daten zwischen Fahrzeugen, z.B. über die Verkehrslage oder Gefahrensituationen. Ein automatischer Kommunikationsaufbau findet statt, wenn zwei oder mehr Fahrzeuge sich in Kommunikationsreichweite befinden, wobei die Information von Fahrzeug-zu-Fahrzeug weitergegeben wird. D.h. jedes einzelne Fahrzeug agiert somit als Router. Die Kommunikation basiert auf den verschiedenen Varianten des WLAN Standards IEEE 802.11. Dies ermöglicht die Informationswiedergabe auf verschiedenen telematikfähigen Endgeräten.

Wie bei der Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation wird auch an dieser Technologie noch geforscht (vgl. Kapitel 5.4.2); über Testversuche hinweg wird sie in Europa bisher noch nicht eingesetzt.



Abb. 2.6 Illustration Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation [34]

- **Einsatznetz Verteidigung der Armee**

Die Armee verfügt über ein dediziertes (autonomes) Kommunikationsnetz, das eine hohe Ausfallsicherheit aufweist. Verschiedene relevante Partner des Bevölkerungsschutzes wie z. B. die kantonalen Führungsstäbe, sind an dieses Kommunikationsnetz angeschlossen.

- **(Mobiles) Internet**

Das Internet ist ein weltweites Netzwerk, über das Daten ausgetauscht werden können, und bildet die Basis für die Nutzung von Internetdiensten. Verschiedene Prozesse wie Infoflash, mit dem die Führungsorgane der Kantone rasch und einfach Informationen zur bevölkerungsschutzrelevanten Lage verbreiten können, und NetAlert, welches System- und Netzführern erlaubt, der NAZ wichtige Mitteilungen zu Einschränkungen auf ihrem Netz zu senden, und auch in umgekehrter Richtung zur Informierung der Systemführer, Netzbetreiber und kantonalen Leitzentralen über ein Ereignis verwendet werden kann, benutzen das Internet für die Übertragung der Daten.

Die Möglichkeit für einen Zugang zum Internet von einem Mobilgerät aus wird als mobiles Internet bezeichnet. Dieses ermöglicht dem Benutzer, unabhängig vom Ort (eine drahtlose Kommunikationsverbindung vorausgesetzt) aktuelle Verkehrsinformationen zu beziehen. Mit der Entwicklung von Smartphones gewann das mobile Internet deutlich an Bedeutung.

- **VULPUS**

Bei VULPUS handelt es sich um ein geschütztes Meldungsvermittlungssystem ziviler und militärischer Stellen von Bund und Kantonen. Es dient dem Austausch wichtiger Informationen im Sicherheitsbereich. Die Informationsübertragung erfolgt nicht automatisch, sondern durch einen verantwortlichen Operator. [6]

- **Radio / Verkehrsfunk**

Bei der Übermittlung (sowohl für Sprach- als auch für Datenmeldung) von Informationen via Radio / Verkehrsfunk werden folgende Kommunikationsprotokolle angewandt:

- **Radio Data System (RDS)**

Radio Data System (RDS) ist ein System zur Übermittlung von Daten im Hörfunk, über das verschiedene Dienste angeboten werden können. Auf Grund des breiten Spektrums an Diensten ist das System weit verbreitet.

- **Digital Audio Broadcast (Plus) (DAB bzw. DAB Plus)**

Bei DAB handelt es sich um eine weiterentwickelte digitale Radiotechnologie, mit welcher weiterhin die Verbreitung von Hörfunkprogrammen über Kabel und Satellit möglich ist. Einzelne Radiosender werden bereits heute über DAB ausgestrahlt.

DAB Plus ermöglicht gegenüber DAB zusätzlich die Übertragung von Text und Bild.

- **Funksysteme**

Verkehrsinformationen können auch mittels Funksystemen (Mobilfunk, Funkruf) verbreitet werden. Von besonderem Interesse ist die Übermittlung von Informationsdaten von einer Zentrale an (mobile) Endgeräte.

- **Mobilfunk**

Im Bereich des Mobilfunks (GSM/GPRS/UMTS) kommt einerseits der Short-Message-Service (SMS) zum Einsatz, bei dem die Textmeldung an ein bestimmtes mobiles Endgerät (meist Mobiltelefon) gesandt wird. Beim sogenannten Cell Broadcasting werden die Textmeldungen an alle Endgeräte geschickt, die sich in einer bestimmten Funkzelle befinden und diesen Dienst aktiviert haben. Andererseits sind mit GPRS auch Datenkanäle für den Versand von Dateien vorhanden.

Zudem gibt es die Möglichkeit, die Nutzung des Mobilfunks durch die bei Katastrophen involvierten Behörden zu priorisieren, um zu gewährleisten, dass auch bei Netzüberlastung der Informationsaustausch gewährleistet ist. In den USA wird diese Priorisierung unter den Begriff WPS (Wireless Priority Service) gefasst. Eine entsprechende Priorisierung gibt es auch für das Festnetz (in den USA bekannt als GETS (Government Emergency Telecommunications Service)).

- **GSM-R**

Bei GSM-R handelt es sich um ein speziell auf den Betrieb der Eisenbahn ausgerichtetes Betriebsfunksystem, das unterhalb des GSM 900 Bandes angesiedelt ist. Es kommt schweizweit für den Zugfunk, bei der Führerstandssignalisierung und beim ETCS (European Train Control System) zum Einsatz. Aktuell ist es noch nicht vollständig ausgebaut; bis im Jahr 2017 soll das Funknetz im Zusammenhang mit dem Ausbau des Sicherungssystems ETCS Level 2 schweizweit genutzt werden können. Das System kann durch den Bevölkerungsschutz nicht direkt verwendet werden.

- **Funkrufsysteme**

Bei Funkrufsystemen (auch Pagerdienste genannt) werden Textnachrichten von einer Zentrale an kleine, tragbare Funkmeldeempfänger (Pager) gesandt. Sie können nur eingeschränkt für die Informierung der Bevölkerung eingesetzt werden, da der Besitz eines Pagers Voraussetzung bildet. Gleichzeitig sind sie nicht für die Kommunikation im Rahmen einer Abstimmung oder Koordination von Massnahmen geeignet, können aber für die Alarmierung der Mitglieder des Notfall- und Krisenstabs genutzt werden.

- **POLYCOM**

Ein spezielles, einheitliches Funknetz für die Einsatzkräfte in der Schweiz ist POLYCOM. Es basiert auf Bundes- und kantonalen Netzen und ist abhörsicher sowie resistent gegen Stromausfall. Zusätzliche Sicherheit resp. Redundanz ist gegeben durch eine geschlossene Netzstruktur. Eine hohe Autonomie kann so gewährleistet

werden.

Da verschiedene Rettungseinheiten von der Zentrale über einen einzigen Aufruf via das POLYCOM Netz aufgeboden und instruiert werden können, kann insbesondere die Kommunikation der Einsatzkräfte vor Ort vereinfacht werden. Auch von den Systemführern<sup>11</sup> wird es genutzt werden können.

Momentan ist das Kommunikationsnetz noch nicht schweizweit eingerichtet. Bis Ende 2013 sollte es aber in der ganzen Schweiz verfügbar sein. [9]

- **Satellitentelefonie**

Bei der Satellitentelefonie handelt es sich um Sprach- und Datenkommunikation zwischen Endgeräten (Telefonen) über geostationäre oder die Erde umkreisende Satelliten. Die Kommunikationsverbindung zwischen Telefon und Satellit wird hierbei direkt über Funk hergestellt. Das System ermöglicht die Kommunikation auch in Gebieten wo keine terrestrische Mobilfunkversorgung gegeben ist. Für die Satellitentelefonie stehen verschiedene kommerzielle Anbieter zur Verfügung (z.B. Iridium, Thuraya). Einschränkungen bei der Satellitentelefonie sind insbesondere, dass nur eine Verbindung aufgebaut werden kann und keine Kommunikation mit mehreren Empfängern (z.B. alle Einsatzkräfte und Polizeien etc.) gleichzeitig möglich ist.

- **Social Media**

Die Social Media wie Twitter, Facebook etc. gewinnen laufend an Bedeutung. Ein Informationsaustausch kann sowohl seitens der Bevölkerung (Informationen zu Einschränkungen etc.) als auch von den Behörden (Alarmierung, Informationen zu Ereignissen und Massnahmen etc.) aus erfolgen. Durch die weite Verbreitung kann über solche Kommunikationskanäle ein relativ hoher Anteil der Bevölkerung erreicht werden.

## 2.6 Beispiele aus dem Ausland

Im Ausland wurden bereits Erfahrungen bei der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen gesammelt, aus welchen verschiedentlich Lehren gezogen werden konnten. Um diese Erkenntnisse aufzuzeigen, werden insbesondere ausserordentliche Lagen untersucht, welche durch ein starkes Erdbeben, einen grossräumigen Stromausfall oder Terroranschläge verursacht wurden. Eine Übersicht über die betrachteten Beispiele sowie deren detaillierte Analyse im Hinblick auf die getroffenen Verkehrsmanagementmassnahmen, die in die Krisenbewältigung eingebundenen Organisationen sowie die eingesetzten Instrumente der Verkehrstelematik befindet sich im Anhang I.

Die bei den analysierten ausserordentlichen Lagen involvierten Stellen und Behörden zogen aus den Erfahrungen mit der Bewältigung solcher Lagen Schlussfolgerungen, um bei zukünftigen Ereignissen besser vorbereitet zu sein. Mit Fokus auf die Verkehrstelematik wurden folgende Schlüsse gefasst:

- Verkehrstelematikinfrastruktur ausbauen, so dass
  - Informationen zur Verfügbarkeit der Infrastruktur möglich sind,
  - Daten als Grundlage für Entscheide von Verkehrsmanagementmassnahmen gesammelt werden können,
  - öffentliche und private Organisationen informiert werden können,
  - die Öffentlichkeit über den Zustand des Verkehrssystems (verfügbare Verkehrsträger, Einschränkungen im Betrieb etc.) informiert werden kann,
  - die Ausrüstung auch für Unternehmen / Behörden nutzbar ist, welche nicht direkt vom Ereignis betroffen sind (z.B. um grossräumige Umleitungen einzurichten),
  - Verkehrsmanagementzentralen miteinander verknüpft werden zwecks Zugriff auf Daten und Videoaufzeichnungen der anderen Zentralen (z.B. via Interagency Remote Video Network),
  - die Verfügbarkeit der wichtigen Anlagen auch bei Stromausfall oder Beschädigung der Stromleitungen vollumfänglich gewährleistet ist.

---

<sup>11</sup> Die VMZ-CH strebt sogar an, via POLYCOM vollständig vernetzt zu sein, so dass sie schweizweit mit den Filialen, Gebietseinheiten, Kantonspolizeien und Krisenorganisationen über dieses Funksystem kommunizieren kann.

- Definition von Standards für die Erstellung von digitalen Lagebildern, um eine gegenseitige Nutzung inkl. automatischer Integration der verschiedenen Lagebilder sicherzustellen.
- Bestimmung von Kriterien zur Erstellung und Nutzung der Lagebilder unter Berücksichtigung der Bedürfnisse aller involvierten Organisationen.
- Erstellung eines einheitlich nutzbaren Ereignis-Befehls-Systems (Incident Command System, ICS) zur Vermeidung von Koordinationsproblemen über mehrere Stellen hinweg.
- Regelmässige Durchführung von Systemtests, um Anfälligkeit auf Ausfall des Systems, Funktionsfähigkeit von redundanten bzw. Notsystemen etc. zu prüfen.
- Sicherstellung redundanter Kommunikationsverbindungen, z.B. mittels Plain Old Telephone System (POTS), Mobiltelefon, Faxmaschinen, Konferenz-Telefonverbindungen, altem Radiosystem, batteriebetriebenen Handheld Radios, Zugriff auf ältere verlegte Leitung, neuen Technologien wie Globales Satellitentelefon, Sofornachrichtendienst-Programmen, in Mobiltelefon integrierten Walkie-Talkies, mit Satelliten- und Computertechnologie ausgerüsteten Busse.
- Sicherstellung des uneingeschränkten Zugriffs auf Government Emergency Telecommunications Service (GETS) und Wireless Priority Service (WPS).
- Sicherstellung der Verbindung zwischen den verschiedenen Standorten einer Behörde / eines Unternehmens, z.B. via Telefon Center.
- Erstellung von Notfall-Kommunikations-Plänen (regelt Kommunikation bei Ausfall des üblich genutzten Kommunikationsnetzwerks).
- Sicherstellung verschiedener, redundanter Energieversorgungsquellen bei wichtigen Instrumenten / Infrastrukturen (z.B. Tankstellen). Es kann damit aber nicht immer sichergestellt werden, dass dennoch kein Stromausfall erfolgt. Daher ist bei wichtigen Instrumenten auch eine Notstromversorgung bspw. durch Batterien, Solarpanel sicherzustellen.
- Aufbau oder Ausbau von Notbetriebszentralen: mobil oder fix. Stärkung der Zusammenarbeit mit Notbetriebszentralen.

Weitere Umsetzungsvorschläge zur Krisenprävention wurden für die Bereiche der Bedürfnisse sowie Prozesse und Organisation definiert:

- Erarbeitung von Plänen zur Katastrophenbewältigung. Darin ist die Privatwirtschaft zu berücksichtigen (z.B. private ÖV-Betreiber etc.).
- Erstellung von Evakuationsplänen von ÖV-Fahrzeugen.
- Durchführung von Lage- und Massnahmenbeurteilung.
- Ausbildung des Personals von ggf. betroffenen Behörden / Stellen, und zwar durchgehend auf allen (strukturellen) Ebenen vom Lehrling bis zum Verwaltungsrat. Bestimmung von Zuständigkeiten und Handlungsspielraum des Einzelnen im Falle fehlender Kommunikationsmöglichkeiten. Personelle Redundanzen sind abzusichern. Förderung des Bewusstseins von vorhandenen Redundanzen, auf welche im Ereignisfall zurückgegriffen werden kann.
- Stärkung der Zusammenarbeit zwischen Behörden und (privaten) Unternehmen (Stromversorger, ÖV-Betreiber etc.) im Alltag mit Abklärung der Möglichkeiten, personelle und technische Ressourcen sowie Büroräumlichkeiten im Notfall gemeinsamen zu nutzen bzw. bei Bedarf zur Verfügung zu stellen.
- Straffung der Abläufe und Prozesse im Normal- und im Ereignisfall, so dass komplizierte, zeitraubende Absprachen zwischen verschiedenen Organisationen vermieden werden können.
- Einrichtung eines (Natur-)Katastrophenhilfe-Fonds, um die Finanzierung wichtiger, schnell umzusetzender Massnahmen sicherzustellen.

## 3 Experteninterviews

### 3.1 Ziel und Zweck der Experteninterviews

Mittels der Literaturrecherche konnte ein erster Überblick über mögliche Verkehrstelematikanwendungen gewonnen werden. Es handelt sich mehrheitlich um solche Anwendungen, welche bereits heute in der Schweiz zum Einsatz kommen. Die Liste umfasst aber auch weitere Möglichkeiten, wie Verkehrstelematik eingesetzt werden könnte. Inwiefern mit einem erweiterten Einsatz von Verkehrstelematik die involvierten Organisationen rascher und gezielter auf eine ausserordentliche Lage reagieren können, kann allerdings nicht vollständig aus der literaturbasierten Recherche gefolgert werden. Zur Klärung dieser Frage wurden daher Interviews mit Personen verschiedener, bei der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen involvierter Organisationen durchgeführt. Ziel ist, einen umfassenden Überblick über die bestehenden Bedürfnisse und die Möglichkeiten und Einschränkungen der Verkehrstelematik aus Sicht der involvierten Organisationen zu erhalten.

Gewisse Organisationen nehmen eine rein strategische Funktion wahr. Andere wiederum sind rein operativ tätig. Auf operativer Ebene wirken mehrere Zuständigkeiten sowohl zwischen als auch innerhalb der verschiedenen Verkehrsträger. Um die Bedürfnisse der verschiedenen Stellen möglichst vollständig erfassen zu können, wurden daher Gespräche mit führenden Personen (Experten) folgender Organisationen durchgeführt (Details siehe Anhang I):

- KOVE;
- BABS;
- NAZ;
- Kantonale Krisenorganisation Basel-Stadt;
- VMZ-CH;
- Dutch National Police Agency – KLPD;
- VLZ Zürich;
- SBB OCP und OCI;
- Schweizer Radio und Fernsehen (SRF);
- Viasuisse.

Im Rahmen der Gespräche wurden die Experten befragt

- zu ihrer Funktion im Allgemeinen und im Falle einer ausserordentlichen Lage;
- zur Interaktion mit den anderen involvierten Organisationen, insbesondere auch den dabei genutzten Kommunikationskanälen inkl. Rückfallebenen, falls die alltäglich verwendeten Kanäle nicht mehr verfügbar sind;
- zu den von ihr bzw. ihrer Organisation genutzten Verkehrstelematikanwendungen;
- zu ihren Bedürfnissen an die Verkehrstelematik;
- zu bereits umgesetzten Bedürfnissen wie bspw. autonome Stromversorgung zur Sicherstellung der Funktionalität wichtiger Verkehrstelematikeinrichtungen;
- zu den aus ihrer Sicht bestehenden Schwächen (bei der aktuellen Verwendung) von Verkehrstelematik;
- zu den aus ihrer Sicht zusätzlichen Einsatzmöglichkeiten von Verkehrstelematik;
- zu Verbesserungsmöglichkeiten bei den Strukturen und Prozessen, z.B. im Hinblick auf Abstimmungsbedarf zur Auslösung von Massnahmen resp. bei der Bedienung der Verkehrstelematik;
- zu Vorsorgeplanungen ihrer Organisation (Notfallpläne, redundante Standorte etc.).

Da je nach ausserordentlicher Lage verschiedene Bedürfnisse vorliegen und für den optimalen Einsatz von Verkehrstelematik ein unterschiedlicher Bedarf danach besteht, wurden gewisse der obigen Punkte mit Hilfe konkreter Beispiele (siehe Kapitel 4) veranschaulicht. Wie im nächsten Abschnitt, welches die Erkenntnisse aus den Expertenge-

sprächen enthält, ersichtlich wird, sind die Rückmeldungen allerdings vorwiegend unabhängig von diesen beiden Beispielen. Auf die Fallbeispiele sowie allfällige Differenzen zwischen den Bedürfnissen seitens der Experten sowie den Anforderungen an die Verkehrstelematik und dem heutigen Einsatz der Verkehrstelematik wird im Kapitel 4 eingegangen.

## 3.2 Grundsätzliche Erkenntnisse aus den Expertengesprächen

Mit Hilfe der Interviews konnten die bei den verschiedenen Organisationen bestehenden Bedürfnisse und Prozesse sowie die Schwachpunkte der eingesetzten Mittel resp. der Bedarf weiterer Verkehrstelematik bei der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen abgeklärt werden.

### 3.2.1 Bedürfnisse und Strategien

Gemäss KOVE gibt es eine **generelle Bewältigungsstrategie** im Verkehr, in welcher definiert ist, wer beim Luft- bzw. Landverkehr für die Sicherstellung der Hauptmassnahmen<sup>12</sup> zuständig ist. Diese Bewältigungsstrategie findet bei jeder ausserordentlichen Lage Anwendung. Details zur Auslösung der Massnahmen bzw. welche Instrumente verfügbar sind und eingesetzt werden können, sind nicht darin enthalten, da hierfür die verschiedenen Systemführer zuständig sind.

Für die Organisationen mit strategischer Funktion gibt es spezifisch auf eine ausserordentliche Lage abgestimmte **Vorsorgeplanungen**. Sie umfassen die Prozesse im Hinblick auf Kommunikation und den Austausch zwischen den verschiedenen Behörden, bspw. auch Informationen zur Anforderung von internationaler Hilfe bzw. zur Zustimmung im Falle einer entsprechenden Anfrage von ausländischen Partnern.

Auf operativer Ebene wurden verschiedene **Einsatzkonzepte, Notfallpläne** und **Checklisten** erarbeitet, damit die Systemführer möglichst gut auf eine ausserordentliche Lage vorbereitet sind. Die Notfallpläne und Checklisten sind daher möglichst spezifisch auf die ausserordentliche Lage abgestimmt; die bisher vorhandenen Einsatzkonzepte und Notfallpläne decken allerdings (noch) nicht alle möglichen ausserordentlichen Lagen ab. Weitere Einsatzkonzepte werden daher laufend geprüft und erarbeitet. Je nach Schadensausmass sind teilweise nicht mehr alle in diesen Einsatzkonzepten und Notfallplänen beschriebenen Prozesse möglich. Dann ist auf die noch vorhandenen Prozesse zurückzugreifen.

Zur verbesserten Vorbereitung werden alle 2 Jahre **Gesamtnotfallübungen** mit Einbezug aller Stellen, welche bei der Bewältigung der in der Übung definierten ausserordentlichen Lage eine entscheidende Rolle ausüben, durchgeführt. Mit diesen Notfallübungen sollen einerseits die Prozesse und Abläufe geübt und vertieft, andererseits Schwachstellen und Problempunkte, welche im Anschluss daran zu beheben sind, erkannt werden. Trotz verschiedener Übungen bemängeln verschiedene Organisationen wie die Geschäftsstellen KKO BS, VMZ-CH und VLZ Zürich, dass man nicht genügend auf ausserordentliche Lagen vorbereitet sei und das Training fehle.

Da die Verfügbarkeit der verschiedenen, bei einer ausserordentlichen Lage involvierten Stellen für die Bewältigung einer solchen Lage von hoher Bedeutung ist, haben verschiedene Stellen einen oder mehrere weitere **(Not-)Standorte mit redundanten Arbeitsplätzen**. SRF kann zum Beispiel im Studio Bern an der Schwarztorstrasse den Sendebetrieb vorübergehend einstellen und ab Zürich oder Basel den Sendebetrieb aufrecht erhalten. Ein Ausweichen auf weitere Standorte ist denkbar. Die VLZ Zürich hat die Möglichkeit, von den Einsatzzentralen oder der Betriebleiste Urdorf aus die verschiedenen

<sup>12</sup> Hauptmassnahmen im Luftverkehr sind die Sperrung des Luftraumes und die Koordination der Flüge ins und aus dem Katastrophengebiet. Im Landverkehr umfassen die Hauptmassnahmen die grossräumige Verkehrslenkung des (inter-)nationalen Verkehrs, die Öffnung und Offenhaltung der Verkehrsachsen ausserhalb des Schadengebiets sowie die Verkehrssteuerung zwecks Reservierung von bestimmten Achsen für Einsatzkräfte sowie Kanalisierung von Fluchtbewegungen.

Massnahmen auszulösen. Die SBB kann von jeder Betriebsleitzentrale aus schweizweit den Bahnverkehr managen. Die VMZ-CH hat noch keine solche Redundanz. Sie plant aber, einen zweiten, sicheren Standort zu definieren, von welchem aus die Systeme angesteuert werden können. Diese Planung ist voranzutreiben, denn gut ausgerüstete und vernetzte Verkehrsmanagementzentralen bilden gemäss der holländischen Polizei nebst der entsprechenden Verkehrstelematik für die Datensammlung sowie die Aktivierung von Massnahmen eine wichtige Grundlage für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen.

Für verschiedene Verkehrstelematikeinrichtungen gibt es **Richtlinien und Normen**, in welchen Kriterien für den Bedarf von Verkehrstelematik sowie Anforderungen an die Funktionsfähigkeit festgelegt sind. Bisher werden die Einsatzmöglichkeiten von Verkehrstelematik zur Bewältigung von ausserordentlichen Lagen nicht berücksichtigt. So werden bei der Standortwahl von Verkehrstelematik momentan die Bedürfnisse der Katastrophenbewältigung vernachlässigt. Diesbezüglich ist allerdings nebst des generellen Bedarfs von Verkehrstelematik zur Katastrophenbewältigung auch zu prüfen, ob die entsprechende Infrastruktur bei einer ausserordentlichen Lage noch verfügbar und eine entsprechende Nutzung bzw. Einsatz der Verkehrstelematikinfrastruktur noch möglich ist. Die Richtlinien und Normen sind auch in Bezug auf die Betriebszustände zu überprüfen, damit spezifische, sich auf die ausserordentliche Lage beziehende Zustände angezeigt werden können. Dieser Bedarf besteht vor allem seitens der NAZ und des BABS, welche Verkehrstelematik, insbesondere WTA, für die Vermittlung weiterer Informationen, z.B. Warnung vor radioaktiv verseuchtem Gebiet nutzen möchten.

Es gibt bestimmte Strassen, welche als sogenannte **Lifelines** fungieren. Es handelt sich dabei primär um Strassen, via welcher Spitäler erreicht werden können oder die als Notfallachsen z.B. zur Evakuierung vorgesehen sind. Lifelines sind primär auf dem untergeordneten Strassennetz vorgesehen, wobei sie durch die entsprechenden kantonalen Führungsorgane definiert werden. Gewisse Kantone haben keine Kenntnis darüber, ob die Lifelines auf ihrem Strassennetz im Nachbarkanton eine entsprechende Fortsetzung finden. Aktuell besteht im Rahmen der Erstellung des SKI-Inventars<sup>13</sup> die Möglichkeit, Lifelines zu identifizieren und zu erfassen. Gemäss VLZ Zürich gibt die Polizei keine Anweisungen zu prioritär durchzuführenden Massnahmen (z.B. Räumung und Freihaltung) auf dem Lifeline-Netz. Vielmehr wird der polizeiliche Einsatzleiter vor Ort entscheiden, welche Strassen sich als Rettungsachsen eignen. Es ist möglich, dass nach einer gewissen Zeit Anordnungen, auf welche Schadengebiete oder auf welche Achsen zu fokussieren ist, seitens der kantonalen Führungsorganisation erteilt werden. Für eine optimale Nutzung der Verkehrsinfrastruktur sind insbesondere in einer ausserordentlichen Lage eine Koordination und ein einheitliches Verständnis zur Bedeutung von Lifelines wichtig. Diese Koordinierungsaufgaben dürfen allerdings nicht erst im Ereignisfall durchgeführt werden, sondern sind vorgängig zu lösen.

Damit insbesondere ein umfassendes Lagebild erstellt werden kann, ist die Existenz von Verkehrstelematik und deren Verfügbarkeit entscheidend. Für die Entwicklung und Empfehlung von Handlungskonzepten und Massnahmen – z.B. in Bezug auf den Ausbau der Verkehrstelematik – ist die KOVE im Zusammenhang mit ihrer Strategiefunktion zuständig. Sie setzt sich grundsätzlich dafür ein, dass die **finanziellen Mittel** richtig verwendet werden. Damit Verkehrstelematik, welche sich insbesondere im Rahmen der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen von Vorteil erweist, eingesetzt werden kann bzw. realisiert wird, sollte die KOVE diesbezüglich ihre Funktion stärker wahrnehmen und die Bedürfnisse geltend machen.

### 3.2.2 Prozesse und Organisationen

Grundsätzlich gilt, dass in einer ausserordentlichen Lage diejenigen **Strukturen und Prozesse** beibehalten werden sollen, die auch in normalen Lagen zur Anwendung kommen. Jede Organisation behält prinzipiell ihre Funktion. Auf Grund der praktisch täglichen Erfahrungen mit der Bewältigung kleinerer Störungen und Ereignisse sind somit viele Prozesse auch im Falle einer ausserordentlichen Lage bereits eingeübt. Der Hauptunterschied in ausserordentlichen Lagen ist, dass viele Organisationen bei der Katastrophen-

<sup>13</sup> Inventar Schutz Kritischer Infrastrukturen.

bewältigung durch ein Notfall- und Krisenmanagement unterstützt werden. Es ist wichtig, dass die Notfall- und Krisenstäbe Kenntnis über die verschiedenen Akteure, ihre Funktionen und Aufgabenbereiche haben<sup>14</sup> und die Schnittstellen zu ihnen bei den alltäglich durchgeführten Prozessen ansetzen. Denn so können durch die situative Anpassung der Führungsorganisation und des Führungsverhaltens in ausserordentlichen Lagen die Reaktionszeiten erheblich reduziert und die Entscheidungsprozesse deutlich beschleunigt werden.

In Bezug auf die durch täglichen Gebrauch eingeübten Prozesse stellt sich bspw. die Frage, inwiefern die **Koordination** zwischen der NAZ und der Viasuisse bzw. weiteren privaten Firmen, die Verkehrsdaten sammeln, aufbereiten und weiterverbreiten, im Hinblick auf die **Lagebilderstellung** betreffend Verkehr verbessert werden kann. Für diese Firmen handelt es sich um einen Alltagsprozess. Die NAZ hingegen erstellt ein Lagebild nur im Falle eines grösseren Ereignisses. Nebst einem Abgleich oder einer gegenseitigen Nutzung des erstellten Lagebildes ist auch eine Abstimmung in Bezug auf die Datenquellen erforderlich, um einerseits Differenzen zwischen den Lagebildern zu vermeiden, andererseits sicherzustellen, dass alle möglichen und verfügbaren Quellen berücksichtigt wurden und damit übereinstimmende Informationen an die Bevölkerung gegeben werden.

Um die für die Bewältigung einer ausserordentlichen Lage erforderliche Anpassung der Führungsorganisation und des Führungsverhaltens auszulösen, wird in den USA der „**Notstand ausgerufen**“. In der Schweiz gibt es keine vergleichbare Mitteilung, mit welcher diese Kompetenzverschiebung unter anderem auch im Zusammenhang mit der Finanzierung der ausgelösten Massnahmen klar angeordnet wird. Gemäss NAZ ist die Klarheit über die Kompetenzverschiebung aber von hoher Relevanz für die Bewältigung der ausserordentlichen Lage. Die heute teilweise bestehenden Unklarheiten zur Kommunikation und generellen Katastrophenbewältigung bei den verschiedenen involvierten Organisationen<sup>15</sup> lässt sich womöglich durch das Fehlen eines solchen „Stichworts“ erklären. Ein eindeutiges „Stichwort“ wie es die USA nutzt, könnte dem – nebst intensiver Übung mit verschiedenen Testszenarien von ausserordentlichen Lagen und Training der Personen – entgegenwirken.

Gewisse, bei der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen involvierte Stellen haben (noch) keinen **Notfall- oder Krisenstab**, bspw. die VMZ-CH<sup>16</sup>. Um genügend auf eine ausserordentliche Lage vorbereitet zu sein und diese möglichst reibungslos bewältigen zu können, sind solche Stäbe jedoch von zentraler Bedeutung. Die entsprechenden Stellen sollten daher möglichst bald die verschiedenen Abklärungen treffen und die erforderlichen Strukturen und Prozesse für die Bewältigung von ausserordentlichen Lagen schaffen.

Bei den heutigen Strukturen sieht die NAZ Schwierigkeiten bei den **Verantwortlichkeiten** zwischen dem Bund und den Kantonen im Bereich Strasse. Während beim ÖV (sowohl Schiene wie Strasse) und Luftverkehr die Zuständigkeiten eindeutig geregelt sind, ist beim MIV die VMZ-CH zwar grundsätzlich Systemführer, doch sind bei der Umsetzung von Massnahmen vielfach auch die VLZ involviert. Auf den Nationalstrassen sind die

---

<sup>14</sup> Erst nach Bewältigung der schweizweiten Unwetterkatastrophe im Jahr 2005 hat die NAZ erfahren, dass die Viasuisse auch Verkehrsdaten sammelt und ein Lagebild erstellt. Trotz systemtechnischer Verknüpfung zwischen den Kantonspolizeien und der Viasuisse, haben Informationen und Massnahmen- bzw. Strategieempfehlungen seitens NAZ nicht die Viasuisse erreicht. Dadurch wurden die Radiostationen mit sich unterscheidenden Informationen von der Viasuisse und den Krisenstäben beliefert.

<sup>15</sup> Die Geschäftsstelle KKO BS bspw. hat gemäss eigenen Angaben zu wenig Kenntnis darüber, wer behördenseitig die genauen Ansprechpartner sind und wer für was zuständig ist. Sie weist darauf hin, dass durch die Umstrukturierung mit dem relativ neu gegründeten Bundesstab ABCN ein Umbruch bei den Prozessen stattfand, der noch nicht abgeschlossen ist. Aus der Gesamtnotfallübung SEISMO erhofft sie sich daher, Klarheit über die Abläufe und Prozesse zu erhalten.

<sup>16</sup> Im Rahmen des Einsatzkonzeptes Landverkehr bei einem KKW-Unfall ist die VMZ-CH erstmalig eingebunden in die Notfallorganisation als Systemführer Strasse.

Verantwortlichkeiten klar geregelt. Seitens MIV gibt es aber nicht einen eindeutigen Ansprechpartner.

Um Verwirrung sowohl bei Behörden und Einsatzkräften als auch bei der Bevölkerung zu vermeiden, ist aus Sicht KOVE und SRG SSR wichtig, dass die verschiedenen Systemführer in ausserordentlichen Lagen einen intensiven Kontakt pflegen, um **Massnahmen koordiniert und synchron** zu verbreiten und umzusetzen. Aus Sicht der SBB sollte der Kontakt mit der VMZ-CH intensiviert werden, da vielfach Abhängigkeiten zwischen der Verfügbarkeit des Angebots auf dem Strassen- und Schienennetz bestehen. Momentan erhält die SBB bei gewissen Ereignissen die Informationen über die Einschränkungen und Massnahmen auf dem Strassennetz via Kanton. Eine gemeinsame Verkehrsmanagementzentrale ist gemäss SBB nicht erforderlich; es genügt, die Prozesse für den Informationsaustausch zu institutionalisieren. Wie der Vulkanausbruch auf Island gezeigt hat, besteht eine starke Abhängigkeit auch zwischen dem Schienen- bzw. Strassennetz und dem Luftraum<sup>17</sup>, weswegen eine Intensivierung der Zusammenarbeit trotz bspw. im Winter täglichen telefonischen Kontakts zwischen der SBB und Swissport anzustreben ist.

Auch sind Massnahmen zwischen den Kantonen zu **koordinieren**. Um den Abstimmungsbedarf möglichst gering zu halten, insbesondere auch um für den Fall gerüstet zu sein, bei welchem eine entsprechende Kommunikation nicht mehr möglich ist, würde es die Geschäftsstelle KKO BS begrüssen, wenn **grossräumigere Massnahmen** (z.B. Sperrung von Strassen über Kantonsgrenze hinaus) vom Bund vorgegeben würden.

Zwischen der NAZ und der KOVE wird via ISDN **kommuniziert**. Bei einem Stromausfall besteht somit keine Verbindung mehr zwischen diesen beiden Stellen, so dass die NAZ eigenständig die ausserordentliche Lage abhandeln muss. Da die KOVE nur auf strategischer Ebene agiert und keine operativen Funktionen wahrnimmt, müssen aus ihrer Sicht die auf operativer Ebene involvierten Organisationen so vorbereitet sein, dass sie eine ausserordentliche Lage auch ohne Hilfe der KOVE bewältigen können.

Die **Koordinierung** sowie das **Verständnis zur Aufgabenverteilung** zwischen den verschiedenen involvierten Behörden und Stellen weist noch deutliches Verbesserungspotential auf. Auf Grund der unterschiedlichen Handlungsfelder z.B. auf kantonaler Ebene vs. auf Stufe Bund werden zur Lagebeurteilung Informationen unterschiedlichen Detailgrads benötigt. So ist für die KKO BS bspw. die elektronische Lagedarstellung nicht ausreichend detailliert. Da die KKO stark mit der lokalen Problemerkennung beschäftigt ist, stellt gemäss Angaben der Geschäftsstelle KKO BS die Lieferung von Informationen für die elektronische Lagedarstellung eine Mehrbelastung für die Kantone dar. Die Kantone sehen in der elektronischen Lagedarstellung primär ein Hilfsmittel, mit welchem der Bund die Ressourcen bzw. Auslastung der Kantone erkennen kann. Weiter wird seitens Geschäftsstelle KKO BS betont, dass bei einer ausserordentlichen Lage mit grosser Zerstörung der Infrastruktur (inkl. Infrastrukturen der Kommunikation betreffend) ein autonomes Arbeiten in kleinen Zellen nicht unwahrscheinlich ist. Erst im Laufe der Arbeit treffen die Rettungskräfte auf weitere Helfer, ohne dass vorgängig eine übergeordnete Koordination stattfinden konnte. Die VLZ Zürich bestätigt, dass die Feuerwehr die Schadengebiete ohne Rücksprache mit der VLZ zu freien, befahrbaren Strassen aufsucht. Entsprechende Erfahrungen der holländischen Polizei unterstützen diese Vermutungen zur Reaktion unmittelbar nach Ereigniseintritt.

### 3.2.3 Massnahmen und Mittel

Die **Existenz (und Funktionsfähigkeit)** von Verkehrstelematik ist nicht nur für die (rasche) Erstellung eines (aktuellen) Lagebildes von hoher Bedeutung, sondern auch für die Umsetzung von Massnahmen. Um allfällig erforderliche Sicherheitskanäle ins Hauptschadengebiet freizuhalten sowie den (inter-)nationalen Verkehr rund um das Schadengebiet zu lenken, ist insbesondere auch die Existenz von Verkehrstelematikeinrichtungen

<sup>17</sup> Dies hat bspw. der Vulkanausbruch im Frühjahr 2010 auf Island gezeigt. Durch die stark eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten des Luftraums nahm die Verkehrsnachfrage auf dem Schienen- und Strassennetz deutlich zu.

rund um das Schadengebiet relevant.

Um den **Zustand der Lifelines** überwachen zu können und auch bei einer ausserordentlichen Lage Kenntnis zur Verfügbarkeit bzw. allfällige Einschränkungen zu haben, schlägt die Geschäftsstelle KKO BS eine elektronische Vernetzung mit entsprechenden Sensoren (der Verkehrstelematik) vor. Mittels dieser Massnahme bietet sich zudem die Möglichkeit, die Einsatzkräfte direkt an den richtigen Ort schicken zu können.

Betreffend Ermittlung von Gegenständen auf der Fahrbahn sind die Möglichkeiten eingeschränkt. Immerhin gibt es bereits Technologien basierend auf **Videoerhebungen und -auswertungen**, die Fahrzeuge, aber auch kleinere Objekte auf der Fahrbahn erkennen können. Für einen automatischen Einsatz sind aber noch deutliche Verbesserungen bei der Zuverlässigkeit zu entwickeln.<sup>18</sup> Die VLZ Zürich sieht den Nutzen eines solchen Einsatzes allerdings eher gering: Insbesondere in ausserordentlichen Lagen ist eine Vielzahl von möglicherweise nicht interpretierbaren Alarmen und Meldungen zu vermeiden. Videoerhebungen sind grundsätzlich auch für die Darstellung der allgemeinen Verkehrslage von Interesse. Ob die Kosten für die erweiterte Technologie jedoch tragbar sind, ist kritisch. Nicht vergessen darf man zudem, dass die Verfügbarkeit dieser Verkehrstelematikinfrastruktur bspw. nach Eintritt eines starken Erdbebens kaum noch vollumfänglich gewährleistet ist.

Für die Erhebung des **Zustands der Verkehrsinfrastruktur** kann die Verkehrstelematik nur sehr beschränkt einen Beitrag liefern. Mittels Videokameras – sofern diese dann noch funktionieren – können gewisse, grosse Beschädigungen wie Brüche, evtl. auch grössere Risse detektiert werden. Ist kein Riss bzw. keine Beschädigung sichtbar, bedeutet dies allerdings noch nicht, dass die Infrastruktur weiterhin die erforderliche Stabilität aufweist. Sensoren zur Messung von Krümmungen wie sie bspw. im Hochbau eingesetzt werden, könnten zur Überwachung von öffentlichen gefährdeten Verkehrsbauwerken verwendet werden. Nach Aussagen der VLZ Zürich gibt es einen solchen Einsatz heute grundsätzlich nicht. Nebst des sehr hohen Aufwands, mittels Sensoren eine optimale Infrastruktur für Ereignisse mit einer (sehr) geringen Eintrittswahrscheinlichkeit einzurichten, kann trotz ausgereifter Sensorik keine absolute Sicherheit gegeben werden. Die Situation müsste also dennoch vor Ort beurteilt werden. Insbesondere die Prüfung der Stabilität von Kunstbauten oder der Gleisgeometrie des Schienennetzes kann nicht mit Hilfe von Verkehrstelematik erfolgen. **Personelle Ressourcen** direkt vor Ort sind also insbesondere für die Zustandserfassung der Verkehrsinfrastruktur unerlässlich.

Die Erstellung des Lagebildes (sowohl bei der NAZ, bei den KKO als auch bei privaten Firmen wie Viasuisse) erfordert momentan manuellen Einsatz, da die verschiedenen Informationen, welche schliesslich gesammelt im Lagebild dargestellt werden, händisch bearbeitet bzw. eingefügt werden müssen. In ausserordentlichen Lagen ist Zeit ein kritischer Faktor, weswegen eine **Automatisierung der Lagebilderstellung** anzustreben ist. Hierzu sind bspw. auch Schnittstellen und Datenformate zu vereinheitlichen.<sup>19</sup> Bei der Viasuisse sind bereits verschiedene Optimierungen geplant, bspw. bei der Übermittlung von Störungsdaten von der SBB oder bei der Weiterbearbeitung von Informationen, welche von verschiedenen Quellen in unterschiedlicher Form erhalten werden, aber das gleiche Ereignisdetail betreffen. Die mündlich eingehenden Informationen von sogenannten Staumeldern müssen in jedem Falle aber zuerst schriftlich erfasst werden, bevor eine automatische Verarbeitung möglich ist. Für die KKO BS bildet die Bevölkerung (via Twitter, Facebook, Internet, Telefon etc.) in ausserordentlichen Lagen die Hauptquelle für relevante Informationen. Eine Automatisierung der Verarbeitung der verschiedenen Inputs ist daher nur eingeschränkt möglich. Die Geschäftsstelle KKO BS weist darauf hin, dass grundsätzlich aber möglichst viele Grundlagendaten automatisch gesammelt und zusammengetragen werden sollten.

<sup>18</sup> Erfahrungen haben gezeigt, dass eine Spinne, welche über den Sensor krabbelt, bspw. einen Fehlalarm auslösen kann. Es gab aber auch schon Fälle, bei welchen der Sensor trotz Gegenstand auf der Fahrbahn nicht reagiert hat.

<sup>19</sup> Bei den Unwettern in New Orleans im August 2005 traten Probleme bei der Erstellung eines Lagebildes auf, da die verfügbaren Lagebilder der verschiedenen Stellen unterschiedliche Formate aufwiesen und deshalb alles händisch bearbeitet werden musste.

**Informationen aus der Bevölkerung** können hilfreich sein, doch kann durch eine hohe Anrufrate die Telefonverbindung überlastet und die Ermittlung wichtiger, sicherheitsrelevanter Informationen beeinträchtigt werden. Die VLZ Zürich sieht eine Optimierung darin, dass in ausserordentlichen Lagen auf der Notfallnummer 117 ein Anrufterfilter mit Tastenwahl („Rufen Sie wegen xxx an, so drücken Sie 1, ...“) aktiviert wird. Dies ermöglicht einerseits eine Entlastung der Disponenten, andererseits die Konzentration auf die kritischen Anrufe.

Die elektronische Lagedarstellung der NAZ befindet sich auf einer passwortgeschützten Internetplattform mit nutzerspezifischen Informationsanzeigen. Die Zugriffsmöglichkeiten sind zur Zeit sehr beschränkt, so dass heute bspw. ein **Fremdzugriff** nicht möglich ist. Durch eine direkte Abfrage des Lagebildes mittels **Online-Zugriff** können gemäss KOVE die Prozesse optimiert und beschleunigt werden. Von Nutzen ist dies nicht nur für die KOVE, sondern vor allem auch für die Organisationen, welche die Lagedarstellung als Grundlage für die Bewältigung der ausserordentlichen Lage benutzen und daher möglichst rasch benötigen.

Sowohl die VMZ-CH wie auch die Viasuisse und evtl. weitere Organisationen, welche Strassenverkehrsdaten sammeln und aufbereiten, sehen bei **FCD, FMD** und **FTD** ein hohes Potential für eine bessere und umfassendere Lagedarstellung, unter anderem auch deswegen, da sie für Berechnungen und Simulationen verwendet werden können.<sup>20</sup> Für die VLZ Zürich dagegen sind solche Daten – zumindest unmittelbar nach Eintritt der ausserordentlichen Lage – nicht von Interesse. Sobald die Chaosphase überstanden ist, schliesst sie nicht aus, FCD und / oder FMD bzw. FTD, sofern verfügbar, zu nutzen. Die SRG SSR sieht die Möglichkeiten von FCD, FMD und FTD primär bei der verbesserten Informierung der Bevölkerung, vor allem im Hinblick auf Alternativrouten und Reisezeiten bzw. Zeitverluste.<sup>21</sup>

Für die Durchführung von Evakuierungen bietet sich der Einsatz von Verkehrstelematik an.<sup>22</sup> Mit der heutigen Infrastruktur können primär Informationen zu Evakuierungsrouten und Verhaltensanweisungen der betroffenen Bevölkerung übermittelt sowie Leitungsmassnahmen und gewisse Lenkungsmassnahmen ausgelöst werden. Es besteht aber noch Potential beim Einsatz von Verkehrstelematik für weitere Lenkungsmassnahmen. Hierfür ist vielfach aber neue, heute noch nicht vorhandene Verkehrstelematik erforderlich. Mit einem umfassenden Netz von Sensoren zur Erfassung der aktuellen Verkehrslage und des Zustands der Infrastruktur der verschiedenen Verkehrsträger kann man einen Überblick über die überlasteten Achsen und solche mit noch freier Kapazität erhalten. **Berechnungen und Simulationen** basierend auf diesen **detaillierten Realtime-Daten**<sup>23</sup> ermöglichen, die Bewegungen der Fluchtströme nachzubilden und kritische Verläufe und Engpässe frühzeitig zu erkennen. Mittels entsprechenden (Reisenden)Lenkungsmass-

<sup>20</sup> Es gilt allerdings zu beachten, dass die heutigen Übertragungstechnologien für FCD und FTD auf Mobilfunk basieren, dieser jedoch als erste Kommunikationsverbindung zusammenbrechen wird.

<sup>21</sup> Für Modellanwendungen werden Rohdaten als Inputgrösse benötigt. Aggregierte Daten, wie die VMZ-CH bspw. SRG SSR zur Verfügung stellt, können nicht benutzt werden. SRG SSR würde es daher begrüssen, wenn sie von der VMZ-CH die Erlaubnis für den Zugriff auf die Rohdaten erhalten würde, um auch Empfehlungen zu Reisezeitverlust etc. machen zu können. Dies läuft aber den Interessen der VMZ-CH zu wider und kann unerwünschte Reaktionen der Verkehrsteilnehmer auslösen.

<sup>22</sup> Die von der ETH aktuell durchgeführten Simulationen zu Evakuierungen im Falle von KKW-Unfällen beziehen sich bisher nur auf die Analyse des Verhaltens der Bevölkerung bzw. mit welchem Verkehrsaufkommen und allenfalls Chaos bei genannter ausserordentlicher Lage gerechnet werden muss; es werden (momentan noch) nicht mögliche Massnahmen zur Unterstützung einer geordneten Evakuierung abgebildet. Da zudem keine Realtime-Daten verwendet werden können, liefern diese Simulationen bei Eintritt einer ausserordentlichen Lage, bei welchen Gebiete evakuiert werden müssen, keinen aktiven Beitrag zur Bewältigung derselben.

<sup>23</sup> Ähnlich wie bei der SRG SSR können die von der Viasuisse angestrebten Ziele einer möglichst guten und umfassenden Informierung der Verkehrsteilnehmer einen Interessenskonflikt mit der VMZ-CH auslösen.

nahmen und Einsatz geeigneter, evtl. neuer Verkehrstelematik kann – sofern sich die Verkehrsteilnehmer an die Anweisungen halten – schliesslich ein ausgeglichenes Verkehrsaufkommen im Gesamtsystem erreicht werden. **Modellanwendungen** eignen sich auch in anderen Fällen, nicht nur zur Planung und organisierten Durchführung einer Evaluierung. Ihr Einsatz ist heute allerdings noch recht beschränkt. Dies liegt insbesondere daran, dass einerseits Rohdaten, andererseits eine hohe Dichte an Erfassungspunkten benötigt werden.

Wie bei den Prozessen und Strukturen ist auch für die Nutzung der Instrumente ein analoger Ansatz zu verfolgen. Das heisst, dass auch in ausserordentlichen Lagen die **alltäglich genutzten Instrumente** zur Verfügung stehen sollen. Um dieses Ziel zu erreichen, hat das BABS verschiedene Projekte (POLYINFORM, POLYCOM etc.) lanciert, die sich teilweise bereits in Umsetzung befinden. Die verschiedenen Systeme weisen gewisse Überschneidungen auf, so dass mehrere Redundanzen gewährleistet werden können.

Bei der **Kommunikation** zwischen den verschiedenen involvierten Organisationen werden heute verschiedentlich geschützte Verbindungen resp. Prozesse wie VULPUS, POLYCOM, ICARO, NetAlert und Infolash genutzt. Die meisten davon sind allerdings nicht ausfallsicher; bei einem Stromausfall sind sie nach relativ kurzer Zeit nicht mehr verfügbar. Nebst dieser Schwäche kann auch der geschützte Zugang in ausserordentlichen Lagen ein Problem darstellen. Bspw. ist der Einsatz von VULPUS im Falle einer ausserordentlichen Lage auf Grund des hohen Sicherheitsschutzes kritisch; es bestehen nur personenspezifische Zugänge zum Netz. Im Falle von ausserordentlichen Lagen sollte daher auf ein System zurückgegriffen werden können, mit welchem die involvierten Organisationen auch bei Abwesenheit bestimmter Personen vollumfänglich informiert werden können. Ziel ist daher, VULPUS längerfristig durch POLYCONNECT/DATA abzulösen. Die NAZ betont, dass bei Ausfall der Kommunikationsverbindung eine einfache Rückfallebene zur Verfügung stehen sollte, bspw. indem eine Person mit einem Satellitentelefon per Helikopter bei kantonalen Führungsorganen abgesetzt wird.

Verschiedene Organisationen verfügen über ein **Satellitentelefon**. Gemäss Geschäftsstelle KKO BS gibt es heute keine Übersicht darüber, wer bei Ausfall der Kommunikationsverbindungen auch bei einer ausserordentlichen Lage mittels Satellitentelefon noch erreicht werden kann und wie die entsprechenden Telefonnummern lauten. Damit eine solche, krisensichere Lösung auch wirklich eingesetzt werden kann, sollte ein zentrales Satellitentelefonverzeichnis inkl. Angabe der Standorten erstellt und an alle bei der Bewältigung einer ausserordentlichen Lage involvierten Organisationen verteilt werden. Die VMZ-CH und die SBB, welche beide bisher kein Satellitentelefon besitzen, überprüfen im Rahmen eines Kommunikationskonzeptes die Anschaffung als Option. Die VLZ Zürich dagegen sieht keinen Bedarf, insbesondere deswegen, da nur mit einer bestimmten Stelle kommuniziert werden kann und Informationen nicht übergreifend an alle Einsatzkräfte mitgeteilt werden können.

Die Telekommunikation ist auch für die SBB ein sehr wichtiges Instrument, weswegen sie **eigene Mobiltelefon- und Festnetze** für die Kommunikation einerseits zwischen den verschiedenen Stellen bei der SBB (OCI, OCP), andererseits zwischen der SBB und den weiteren Eisenbahnunternehmungen aufgebaut hat. Um Redundanzen zu sichern, ist das Festnetz netzförmig aufgebaut. Mit dem Tool ALEA (Alarmierung und Ereignisassistent) ist zudem ein ausfallsicherer Kommunikationskanal zur Meldung von Störungen und Ereignissen durch resp. an die verschiedenen Eisenbahnunternehmungen gegeben, von welchem aus auch automatisch SMS an die relevanten Stellen für das Ereignismanagement übermittelt werden können. Das Funknetz, GSM-Rail, ist aktuell erst auf einzelnen Strecken verfügbar. Inwiefern das GSM-Rail-Netz eine hohe Anfrage verkraften kann, ist momentan noch unklar. Je nachdem ist also auch mit diesem zusätzlichen, unabhängigen Netz keine vollständige Ausfallsicherheit des Kommunikationsnetzes gegeben. Auch die Stromversorgung der Traktion erfolgt über ein unabhängiges Netz. Dies ist insbesondere für Ereignisse, bei welchem der Strom auf Grund der Gefahr von explodierenden Gasleitungen in bewohnten Gebieten abgestellt werden muss, von Vorteil.

Die Viasuisse beliefert die SRG SSR, aber auch private **Radiostationen** mit Mitteilungen zur Verkehrslage. Gefahrenmeldungen (z.B. Falschfahrer) sind entsprechend gekenn-

zeichnet und die SRG SSR unterbricht die Sendung, sofern diese nicht innert max. 1 Minute fertig ist. Bei gewissen ausserordentlichen Lagen wie z.B. Radioaktivität werden auch Mitteilungen durch die NAZ via ICARO an die Radiostationen versandt (sogenannte Single Official Voice (SOV) [9]). Private Radiostationen sind nicht verpflichtet, die Sendung zu unterbrechen oder die Mitteilung überhaupt auszustrahlen. Die Geschäftsstelle KKO BS würde begrüssen, wenn bei einer ausserordentlichen Lage sowohl öffentliche als auch private Radiostationen wichtige Mitteilungen und Verhaltensanweisungen sicherlich und ohne Verzug senden würden.

Dank POLYINFORM können in ausserordentlichen Lagen künftig alle DAB-Empfänger mit Informationen z.B. zu Massnahmen des Verkehrsmanagements versorgt werden. Problematisch ist allerdings, dass bei Notbetrieb mit eingeschränktem Programm nur noch DRS1 bzw. die entsprechenden ersten Sender in der Romandie und im Tessin gesendet werden, DAB-Textmeldungen allerdings über DRS4 ausgestrahlt werden. Mit **DAB Plus** können zusätzlich Dateien bzw. spezifische Applikationen versendet werden, welche anschliessend lokal auf dem Endgerät<sup>24</sup> gespeichert und im Ereignisfall ausgelöst werden. Eine Evakuierung kann so bspw. relativ gut vorbereitet werden – vorausgesetzt, die Verkehrsteilnehmer halten sich an die Anweisungen: Je nach Standort des Endgeräts betreffend Gefährdungsgebiet wird eine spezifische Evakuierungsrouten vorgegeben, welche eine gleichmässige Nutzung der verschiedenen Verkehrsachsen berücksichtigt. Das Potential von DAB Plus ist gross, insbesondere im Hinblick darauf, dass mittelfristig UKW kaum noch verfügbar sein wird. Die SRG SSR möchte daher mittelfristig vermehrt via DAB (Plus) senden. Die Problematik der Endgeräte (kein DAB- oder RDS-Empfänger) sollte dennoch zügig angegangen werden.

Auf Grund der Möglichkeiten von DAB und DAB Plus, mit welchem unter anderem die Hindernisse beim Verständnis der Meldungen (Text, Bild) deutlich reduziert werden können, wird angestrebt, neben RDS-TMC auch **TPEG** für die Übertragung der Verkehrsinformation einzusetzen.<sup>25</sup> Zudem können die Probleme mit den Endgeräten, welche bspw. wegen veralteter Software die RDS-TMC-Meldung nicht empfangen können, gelöst werden. Ein verstärkter Einsatz von TPEG erlaubt überdies zusätzliche Möglichkeiten für Informationsvermittlung, z.B. zu Parking, Stau etc.

In einem international angelegten Projekt wurde analysiert, wie eine Alarmierung und Informierung der Bevölkerung via ein **internationales satellitengestütztes Alarmierungssystem** funktionieren könnte. Die Vorteile eines solchen Systems sind, dass die Bevölkerung europaweit via Broadcast informiert werden kann – vorausgesetzt, dass das Endgerät über einen entsprechenden Satellitenempfänger verfügt. Heute sind kaum solche Endgeräte auf dem Markt. Wie bei DAB (Plus) könnte die Security Card diese Lücke schliessen. Bis zu einem möglichen Einsatz eines solchen Systems sind aber noch verschiedene Analysen und Forschung erforderlich.

Aus Sicht der NAZ und des BABS ist ein **erweiterter Einsatz** der vorhandenen und verfügbaren Verkehrstelematik im Falle einer ausserordentlichen Lage von hohem Nutzen; zur Bevölkerungswarnung sind alle verfügbaren Kanäle zu nutzen. Vielfach hat die Informierung der Bevölkerung über ein Ereignis hohe Priorität, so dass hierfür auf alle möglichen Informationskanäle zurückgegriffen werden sollte. Momentan ist die Nutzung bspw. der Monitore in Zügen und an Bahnhöfen oder einer WTA nicht für solche Fälle vorgesehen. Bei der WTA sind entsprechende Schaltbilder bzw. Betriebszustände nicht definiert,

<sup>24</sup> Es soll kein neues, zusätzliches Endgerät erforderlich werden. Vielmehr ist das Ziel, ein **heutiges im Alltag genutztes Endgerät** entsprechend verwenden zu können. Neue Handys und verschiedene Smartphones haben einen DAB Plus- resp. Radioempfänger. Für die übrigen Handys kann eine sogenannte Security Card abgegeben werden, welche im Kreditkartenformat ist und einen DAB- und RDS-Empfänger, eine Antenne, einen Bluetooth-Sender und eine Batterie enthält, so dass die Informationen und Applikationen (mehrsprachig) via Bluetooth aufs Handy geladen werden können. Eine solche Security Card wird momentan im Auftrag des BABS entwickelt, um erstmals beim Sirenenfest im Jahr 2013 eingesetzt werden zu können.

<sup>25</sup> Siehe z.B. der internationale Workshop „From TMC to TPEG – cooperative migration of broadcast-based travel information services“ vom März 2012.

sondern müssen zuerst programmiert oder im Freitext eingegeben werden – sofern dies nicht durch eingeschränkte Anzeigemöglichkeiten (z.B. bei älteren Infrastrukturen) behindert wird. Hierfür sind insbesondere auch die Normen und Richtlinien zu Betriebszustände anzupassen bzw. zu ergänzen. Um die Schnittstellen zu klären und einen solchen Einsatz der Verkehrstelematik zu ermöglichen, schlägt das BABS vor, insbesondere bei der Katastrophenvorsorge enger mit den Verantwortlichen (Systembetreiber, Filialen etc.) zusammenzuarbeiten und den Austausch zu fördern.

Die Anzeigemöglichkeiten sind auch bei den neuen, vollgraphischen **WTA** relativ beschränkt, was die Verständlichkeit der Mitteilungen teilweise erschwert. Zudem erfüllen nicht alle aktuell verfügbaren WTA die Anforderungen an die Grösse gemäss WTA-Richtlinie.

Verschiedene Abschnitte der Hochleistungsstrassen zählen zum **Lifeline**-Netz. Auf Grund ihrer Wichtigkeit, insbesondere im Falle einer ausserordentlichen Lage, will das ASTRA den Ausbau der Stromversorgung betroffener **Tunnel** mittels verschiedener Redundanzen prüfen, damit möglichst in jedem Falle eine Einspeisung gewährleistet ist und der Tunnel nicht geschlossen werden muss. Die heute vorhandene Notstromversorgung, welche dann evtl. nicht mehr erforderlich wäre, dient der kontrollierten und sicheren Leerung des Tunnels; sie reicht nicht für einen längeren Betrieb.

Der Einsatz von Verkehrstelematik für **neue, optimierte Massnahmen** erfordert unter Umständen auch zusätzliche **personelle Ressourcen**. Bspw. ist für die Einrichtung eines Contraflows (d.h. Nutzung der Gegenfahrbahn für die Evakuierungsrouten in gegenüber dem regulären Betrieb entgegengesetzter Fahrtrichtung) aus Sicherheitsgründen keine vollautomatische Sperrung der Gegenfahrbahn und der entsprechenden Autobahneinfahrten und Verzweigungen möglich.<sup>26</sup> Die Planung zu Evakuierungen grossräumiger Gebiete hat gemäss BABS hervorgebracht, dass die personellen Ressourcen bei der Kantonspolizei relativ schnell ausgeschöpft sind und der Einsatz solcher neuen Massnahmen daher kaum in naher Zukunft möglich ist, insbesondere dann nicht, wenn die Massnahmen innert kürzester Zeit (ohne Vorlaufzeit) umgesetzt werden müssen.

SRG SSR und Viasuisse sehen die **Verletzbarkeit** beim Prozess der Verkehrstelematikanwendungen primär bei der Aktorik und der Verbreitung der Informationen an die Verkehrsteilnehmer. Die Weiterentwicklung von ausfallsicherer Verkehrstelematik ist also insbesondere hier noch zu vertiefen. Als Rückfallebene besteht die Option, die Bevölkerung via Lautsprecheransagen über das Ereignis und Massnahmen zu informieren. Bei Ausfall der Stromversorgung, während welcher die normalen Radiogeräte nicht mehr funktionieren, kann auch die Aufforderung zum Hören des Autoradios gemacht werden.

Da der Einsatz gewisser Verkehrstelematik bei bestimmten ausserordentlichen Lagen für die Informierung der Bevölkerung entscheidend ist, ist aus Sicht des BABS die Funktionalität solcher Verkehrstelematikeinrichtungen von hoher Bedeutung. Dies betrifft insbesondere ausserordentliche Lagen, welche einen Stromausfall mit anschliessendem Ausfall der Kommunikationsverbindungen zur Folge haben. Das BABS schlägt daher vor, zu prüfen, ob diese wichtigen Verkehrstelematikinfrastrukturen mit einem **Notstromaggregat**, einer redundanten oder autonomen Stromversorgung auszurüsten sind und eine **Ansteuerung per Funk** ermöglicht werden sollte. Wie in Japan umgesetzt, kann es zweckmässig sein, auch Verkehrstelematikeinrichtungen im Rahmen der Sensorik entsprechend auszurüsten. Die holländische Polizei sieht bei der Einrichtung von Verkehrstelematik mit autonomer Stromversorgung und krisensicherer Fernsteuerung noch viel Aufholbedarf beim europäischen Verkehrsmanagement.

Die NAZ weist darauf hin, dass der Einsatz von **behelfsmässigen Mitteln**, z.B. einem Verkehrspolizisten in ausserordentlichen Lagen zweckmässiger ist, als dass die Verkehrsinfrastruktur umfassend mit Verkehrstelematik, welche im kritischen Falle höchst wahrscheinlich zu einem grossen Teil nicht verfügbar sein wird, ausgerüstet wird.

<sup>26</sup> Auch sind in Bezug auf die Realisierung der erforderlichen Verkehrstelematikinfrastruktur die enorm hohen Kosten der Eintrittswahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses gegenüberzustellen.

## 4 Fallbeispiele Schweiz

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Bedürfnisse der verschiedenen bei einer ausserordentlichen Lage involvierten Stellen und Behörden aufgezeigt bzw. erhoben und auf mögliche Schwachstellen sowie auf das bisher zu wenig ausgeschöpfte Potential in Bezug auf den Einsatz von Verkehrstelematik zur Erfüllung dieser Bedürfnisse hingewiesen. An Hand von zwei Fallbeispielen sollen diese Punkte konkretisiert werden. Zudem wird beleuchtet, was der aus Sicht der Experten mangelnde Einsatz der Verkehrstelematik für Auswirkungen auf die heutige Situation hat.

Bei den Fallbeispielen handelt es sich um die ausserordentlichen Lagen

- Unfall in einem schweizerischen Kernkraftwerk,
- Erdbeben.

Diese zwei Fallbeispiele wurden gewählt, da sie für die Schweiz einerseits potentiell möglich sind<sup>27</sup>, andererseits ein breites Spektrum der Bedürfnisse und Anforderungen an das Verkehrsmanagement und den Einsatz von Verkehrstelematik abdecken sowie das Zusammenwirken der einzelnen Organisationen inkl. ausländischen Stellen innerhalb der vorhandenen Strukturen aufzeigen. So sind bei einem Unfall in einem Kernkraftwerk die Verkehrsinfrastruktur sowie die Instrumente der Verkehrstelematik grundsätzlich unbeschädigt und können prinzipiell vollumfänglich (d.h. sowohl für Sensorik als auch für Aufbereitung – wo gewünscht und entsprechende Instrumente eingesetzt werden bzw. vorhanden sind – und Aktorik) verwendet werden. Ein rasches Reagieren ist entscheidend und deshalb kann mit diesem Beispiel aufgezeigt werden, wo zusätzlicher Einsatz von Verkehrstelematik die Prozesse und die Entscheidungsfindung beschleunigen kann. Bei einem starken Erdbeben hingegen ist davon auszugehen, dass die Infrastruktur zu einem grossen Teil beschädigt und die Verkehrstelematik vielfach nicht mehr verfügbar ist. Inwiefern der Einsatz von Verkehrstelematik dennoch gewünscht ist und welche Redundanzen hierfür erforderlich sind, soll mit diesem Beispiel aufgezeigt werden.

Die Relevanz der zwei Beispiele wird dadurch bestärkt, dass zeitlich parallel zu diesem Forschungsauftrag Einsatzkonzepte für den Fall eines Unfalls in einem schweizerischen Kernkraftwerk<sup>28</sup> erarbeitet werden sowie die Gesamtnotfallübung SEISMO<sup>29</sup> durchgeführt wird, mit welcher die aktuell erarbeiteten Strategien und Prozesse im Falle eines starken Erdbebens geübt und auf Optimierungsbedarf überprüft werden.

### 4.1 Unfall in einem schweizerischen Kernkraftwerk

Bei diesem Fallbeispiel handelt es sich um einen Unfall in einem schweizerischen Kernkraftwerk (KKW) mit Freisetzung von Radioaktivität mit Vorwarnphase<sup>30</sup>. Durch die Vorwarnphase ist eine kontrollierte Druckentlastung der radioaktiven Stoffe in der Sicherheitshülle möglich. Die Verkehrsinfrastruktur, die Energieversorgung und die Kommunikationsverbindungen generell und in Bezug auf die Instrumente der Verkehrstelematik sind unbeschädigt. Ein erweiterter Einsatz der Verkehrstelematik ist bei Bedarf somit möglich. Mit diesem Beispiel werden die Möglichkeiten der Verkehrstelematik für eine umfassende Anwendung zwecks Bewältigung einer ausserordentlichen Lage geklärt.

<sup>27</sup> Basel bzw. der Raum Nordwestschweiz ist erdbebengefährdet und die Wahrscheinlichkeit für ein Erdbeben von ausserordentlicher Stärke in den nächsten paar Jahrzehnten im Raum Nordwestschweiz ist gemäss Erfahrungswerten sehr hoch.

<sup>28</sup> Für jedes Kernkraftwerk wird ein Einsatzkonzept erarbeitet, welches die örtlichen Gegebenheiten (Welche Verkehrsinfrastrukturen sind zu sperren? Welche Umleitungs-routen können angeboten werden? Inwiefern ist das grenznahe Gebiet im Ausland betroffen? etc.) und die einzubeziehenden Organisationen berücksichtigt.

<sup>29</sup> International angelegte Übung zur Bewältigung eines schweren Erdbebens in der Nordwestschweiz, das eine ausserordentliche Lage auslöst.

<sup>30</sup> Siehe erstes Referenzszenario der Kommission für ABC-Schutz.

### 4.1.1 Beschrieb Ereignis

#### Räumliche Abgrenzung und Auswirkungen

Auf Grund des Bedarfs unterschiedlicher Notfall- und Schutzmassnahmen wird in der Schweiz bei einem Störfall oder Unfall in einem KKW mit Austritt von Radioaktivität das Gebiet rund um das havarierte KKW in Zonen und Gefahrensektoren eingeteilt. [12]

- Die Zone 1 umfasst ein Gebiet mit einem Radius von ca. 3 – 5 km. Sie wird immer als Ganzes alarmiert.
- Die Zone 2 schliesst an die Zone 1 an und umfasst ein Gebiet mit einem Radius von etwa 20 Kilometern. Die Zone 2 ist in 6 sich überlappende Gefahrensektoren von je 120° eingeteilt. Der relevante Gefahrensektor ist von der Windrichtung abhängig und kann sich über die Zeit ändern.
- Das übrige Gebiet der Schweiz wird als Zone 3 bezeichnet.

Die folgenden beiden Abbildungen geben einen schematischen Überblick über die Zoneneinteilung und die Definition der Gefahrensektoren [12]:

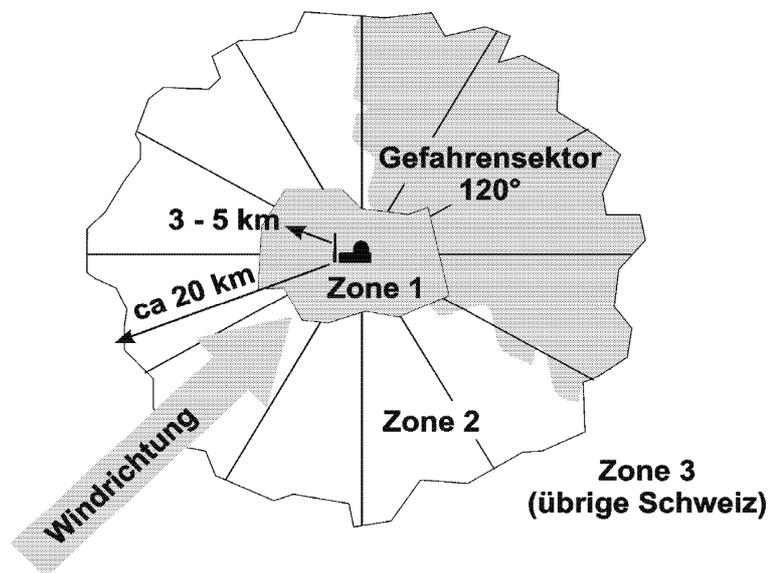


Abb. 4.7 Einteilung der Zonen und Gefahrensektoren

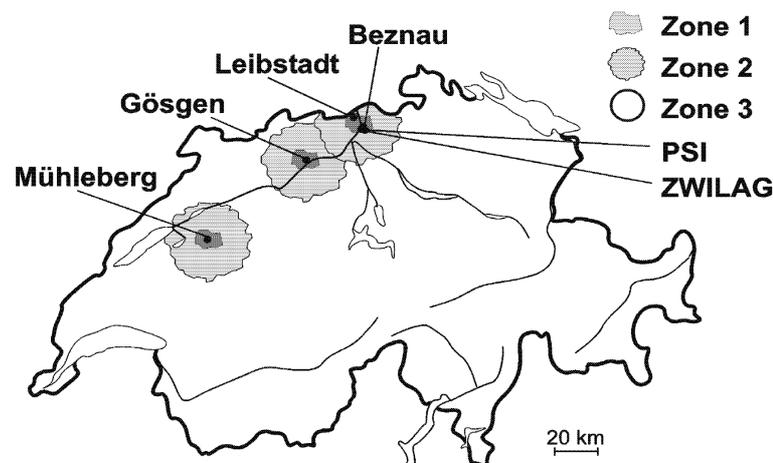


Abb. 4.8 Darstellung der Zonen um die KKW in der Schweiz

Für das vorliegende Fallbeispiel wird das unmittelbar betroffene Gebiet betrachtet. Es steht somit die Nutzung von Instrumenten der Verkehrstelematik im Zusammenhang mit Massnahmen betreffend der Zonen 1 und 2 um das havarierte KKW im Vordergrund.

Die Verkehrsinfrastruktur, die Energieversorgung und die Kommunikationsverbindungen generell und in Bezug auf Instrumente der Verkehrstelematik sind beim KKW-Unfall unbeschädigt geblieben. Auf Grund der Auswirkungen durch den KKW-Unfall müssen aus Sicherheitsgründen bestimmte Gebiete für den Verkehr gesperrt werden. Für entsprechende Umleitungsmassnahmen steht die Verkehrstelematik ohne Einschränkung zur Verfügung. Eine Evakuierung ist im Falle des beschriebenen KKW-Unfalls gemäss aktuellen Planungen nicht vorgesehen. Die für einen solchen Störfall in einem KKW erarbeiteten bzw. sich in Bearbeitung befindenden Einsatzpläne sehen keine Evakuierung der Bevölkerung vor. Als Verhaltensanweisungen wird angeordnet, sich in Schutzräume zu begeben, die Fenster zu schliessen und Jod-Tabletten zu schlucken. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass gewisse Personen die Flucht ergreifen. Es ist daher (ungewollt) mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen zu rechnen.

Bei einem KKW-Unfall, wie sich im Frühjahr 2011 in Japan ereignete, ist voraussichtlich aber eine Evakuierung vorzusehen, zumindest der Zone 1. Aktuell diskutiert das BABS zusammen mit den verschiedenen Notfallschutzpartnern (verschiedene Bundesämter, kantonale Führungsorgane, Systemführer, Polizei, Zivilschutz, Spitäler etc.) ein Szenario mit Erweiterung der Evakuierung auf die Zone 2 bzw. die Gefahrensektoren. Um die Unsicherheiten in der Planung zu reduzieren, wird dabei auf Simulationsergebnisse der ETH zurückgegriffen. Die ETH setzt hierfür ein spezielles Simulationsmodell ein, mit welchem die verkehrlichen Auswirkungen abgeschätzt werden können. Ein grosser Fokus wird beim Projekt auf die heute verfügbaren Instrumente gelegt, so dass Evakuierungen bereits im kurzfristigen Zeithorizont durchgeführt werden können.

Da einerseits die Philosophie bezüglich einer Evakuierung im Falle eines KKW-Unfalls momentan überdacht wird und eine Evakuierung eines grösseren Gebiets künftig voraussichtlich nicht unrealistisch sein wird, andererseits der Einsatz von Verkehrstelematik einen entscheidenden Beitrag zur geordneten Abwicklung einer Evakuierung liefern kann, wird im Folgenden auch die Massnahme der Evakuierung berücksichtigt und im vorliegenden Fallbeispiel somit von einem deutlich erhöhten Verkehrsaufkommen ausgegangen.

### **Zeitliche Abgrenzung**

Ein KKW-Unfall kann sich vor Eintreten der Katastrophe ankündigen bzw. optimalerweise erkannt werden. Entsprechend können bereits zu diesem Zeitpunkt die Notfall- und Krisenstäbe aufgefahren sowie Schutzmassnahmen vorbereitet und vollzogen werden. Die sogenannte Vorphase, welche den Zeitraum von der Detektion bzw. dem Beginn des Unfalls bis zum möglichen Austritt von radioaktiven Stoffen an die Umgebung enthält, dauert in Abhängigkeit des Unfallablaufs zwischen Minuten und Tagen; die genaue Dauer kann nicht in jedem Falle zuverlässig abgeschätzt werden. Optimalerweise stehen mindestens 4¼ Stunden zur Verfügung, damit alle Organisationen ihre volle Funktionsbereitschaft erlangen und die erforderlichen Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung koordiniert ausgelöst werden können. In diesem Fallbeispiel wird davon ausgegangen, dass die Vorphase einige Stunden dauert. Für die Bevölkerung besteht während der Vorphase noch keine Gefahr. Während dieser Zeit ist die Bevölkerung also mit entsprechenden Informationen zum Ereignis inkl. Verhaltensanweisungen zu versorgen. Verkehrliche Massnahmen können mit Hilfe von Verkehrstelematik umgesetzt werden.

Die eigentliche Katastrophenbewältigung findet während der sogenannten Wolkenphase statt. Die Wolkenphase ist die Zeitspanne vom Beginn des Austritts (Venting) bzw. des Eintreffens von radioaktiven Stoffen bis zum Ende ihres Durchzugs. Sie ist von relativ kurzer Dauer (Stunden bis maximal Tage), kann aber während dieser Zeit eine grosse Gefährdung für ungeschützte Personen darstellen. Der Grad der Gefährdung hängt wiederum vom Unfallablauf und von der Wettersituation ab. Betroffen ist einerseits die Bevölkerung in der Zone 1, andererseits diejenige im relevanten Gefahrensektor. Die vom Wind mitgetragene radioaktive Wolke gefährdet die Bevölkerung hauptsächlich durch externe Bestrahlung aus der radioaktiven Wolke sowie Inhalation und Hautkontamination. Mit entsprechenden Massnahmen ist daher zu vermeiden, dass das Gebiet von (unwissenden) Verkehrsteilnehmern befahren wird. Der Einsatz von Verkehrstelematik bietet sich hierfür an.

Die Folgen und Auswirkungen eines KKW-Unfalls mit Freisetzung von Radioaktivität

können sich über Jahre bis Jahrzehnte erstrecken (sogenannte Bodenphase). Enthält die radioaktive Wolke neben Edelgasen auch andere radioaktive Stoffe, wie z.B. radioaktives Jod oder Cäsium, so wird ein Teil dieser Stoffe auf dem Boden abgelagert. Die Bevölkerung kann dann hauptsächlich gefährdet werden durch Strahlung vom Boden (externe Bestrahlung) und die Einnahme von radioaktiv kontaminierten Lebensmitteln (interne Bestrahlung). Im Rahmen der Wiederherstellung sind daher weniger verkehrliche Massnahmen, sondern vielmehr Schutzmassnahmen in Bezug auf die Gesundheit der Bevölkerung erforderlich.

Massnahmen mit Einsatz von Verkehrstelematik werden beim beschriebenen KKW-Unfall für die Phasen der unmittelbaren Krisenvorsorge (bzw. Vorphase) und der Krisenbewältigung (bzw. Wolkenphase) betrachtet.

#### 4.1.2 Bedürfnisse und Strategien

In Abhängigkeit davon, ob bereits Radioaktivität austritt, stehen teilweise unterschiedliche Bedürfnisse des Verkehrsmanagements im Vordergrund. Die Alarmierung der betroffenen Bevölkerung und die Übermittlung von Verhaltensanweisungen und Informationen zu Massnahmen haben allerdings bei beiden Phasen höchste Priorität. Sofern zeitlich möglich wird die Bevölkerung in den Zonen 1 und 2 bereits in der Vorphase mittels Sirenen über die bevorstehende Katastrophe alarmiert. Auf Grund dieser Wichtigkeit, dass die entsprechenden Informationskanäle verfügbar und nutzbar sind, ist das Projekt SIKom<sup>31</sup> lanciert worden. Darin wird auch in Bezug auf Verkehrstelematik geprüft, welche Einrichtungen während der Katastrophenvorsorge sowie -bewältigung zu welchem Masse verfügbar sein müssen und wo Handlungsbedarf besteht. Die Umsetzung ist allerdings noch nicht sehr fortgeschritten; die Informierung der betroffenen Bevölkerung kann noch nicht vollumfänglich sichergestellt werden. Auch mit dem Projekt OWARNA<sup>32</sup> wurde untersucht, welche technischen Systeme für die Warnung der Behörden und die Alarmierung der Bevölkerung benötigt werden. Das Bedürfnis der Alarmierung und Informierung der Bevölkerung wurde immerhin bereits erkannt, kann mit den heute verfügbaren Instrumenten und Mitteln aber erst teilweise berücksichtigt werden.

Bei einem KKW-Unfall wie für dieses Fallbeispiel angenommen wird, ist aktuell keine Evakuierung aktiv vorgesehen. Da künftig eine Evakuierung, zumindest der Zone 1, wenn nicht sogar der Gefahrensektoren nicht ausgeschlossen werden kann, wird im Folgenden aber auch der Fall einer Evakuierung betrachtet. In jedem Falle ist mit Fluchtbewegungen zu rechnen, wobei sich diese – sofern die erforderliche Verkehrstelematik verfügbar ist – in letzterem Falle besser kontrollieren und steuern lassen. Es ist daher von Vorteil, gewisse Kanäle aus dem Schadengebiet als Evakuationskanäle vorzusehen. Die NAZ sieht hier auch die Möglichkeiten für den Einsatz von Verkehrstelematik. Diese kann insbesondere dabei helfen, unkontrollierte Fluchtbewegungen zu einer gewissen Masse zu koordinieren und überschaubar zu machen. Auch hier wurde das Bedürfnis erkannt. Die heutige Verkehrstelematikanwendungen erlauben jedoch noch keine optimale Befriedigung dieses Bedürfnisses, fehlen sie doch weitgehend an den relevanten Stellen, siehe Kapitel 4.1.4.

Auch ist der Bahnbetrieb so lange wie möglich Aufrecht zu erhalten. Es ist zu berücksichtigen, dass die Systemführer des ÖV die Lokomotivführer resp. Chauffeure nicht zwingen können, kurz vor dem Venting (d.h. Zeitpunkt der Freisetzung der Radioaktivität) nochmals ins Gebiet hinein zu fahren. Die möglichst lange Aufrechterhaltung des Fahrplans unterliegt somit weiteren kritischen Faktoren. Der Einsatz von Verkehrstelematik kann kaum eine Verbesserung bringen, da bei diesem Bedürfnis verschiedene externe Fakto-

<sup>31</sup> Sicherstellung krisenkritischer Informations- und Kommunikationstechnologien Services und deren Infrastrukturen für eine sichere Information und Kommunikation in allen Lagen im Verbund auf Stufe Bund und den Kantonen. SIKom ist Teil der vier Projekte des BABS, mit welchen die Resistenz gegen Stromausfall und die Autonomie der Kommunikationsnetze erhöht werden sollen. Konkret befasst sich SIKom mit POLYCONNECT/DATA. In SIKom werden auch die Bedürfnisse der Armee berücksichtigt.

<sup>32</sup> Optimierung der Warnung und Alarmierung bei Naturgefahren.

ren von zentraler Bedeutung sind. Zur Informierung der Bevölkerung und des Zugpersonals bzw. der Lokführer können geeignete Instrumente der Verkehrstelematik eingesetzt werden. Auch hier gilt es, die Funktionsfähigkeit der Informationskanäle aufrecht zu erhalten, was zum heutigen Zeitpunkt allerdings noch nicht vollständig gewährleistet ist, siehe 1. Absatz dieses Kapitels.

Für die Einsatzkräfte, insbesondere die Feuerwehr, sind in der Vorphase entsprechende Kanäle ins Gebiet sicherzustellen. Um die vorhandenen Kapazitäten optimal zu nutzen, spielt die Koordination der verschiedenen Verkehrsträger eine zentrale Rolle. Eine optimale Koordination setzt die Verfügbarkeit und Funktionalität von Verkehrstelematik sowohl im Rahmen der internen Kommunikation und Abstimmung als auch der Informierung, Lenkung und Steuerung des Verkehrs voraus. Beide Anforderungen werden heute als Bedürfnisse geäussert, die Voraussetzungen sind aber noch nicht umfassend gegeben.

Die Koordination der verschiedenen Verkehrsträger ist auch in Bezug auf den (inter-)nationalen Verkehr, welcher grossräumig um das Sperrgebiet umgeleitet werden muss, relevant. Je nach Lage und Ausmass des Sperrgebiets ist verkehrsträgerübergreifend nur noch ein stark eingeschränktes Verkehrsnetz verfügbar. Seine optimale Nutzung setzt ein umfassendes Lagebild sowie die Existenz von Verkehrstelematik an verschiedenen relevanten Punkten voraus. Das Bedürfnis wird zum heutigen Zeitpunkt erst teilweise abgedeckt. So kann bspw. ein Lagebild zwar erstellt werden, der Prozess lässt aber noch einige Verbesserungen zu, siehe Kapitel 3.2.3.

Eine grossangelegte Übung im Sinne eines wie oben beschriebenen Unfalls in einem KKW hat zu Tage gefördert, dass die involvierten Organisationen zu wenig auf eine solche ausserordentliche Lage vorbereitet sind. Um ihre Kenntnis über die Prozesse und ihre Funktion bei der Bewältigung der ausserordentlichen Lage zu verbessern und zu üben, wurde beschlossen, entsprechende Einsatzkonzepte zu erarbeiten. Für die Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt wurden bereits Einsatzkonzepte entwickelt, bei deren Erarbeitung die obigen Bedürfnisse zur Bewältigung der ausserordentlichen Lage eingeflossen sind. In den Einsatzkonzepten wird daher konkret beschrieben, wer in welcher Phase der Katastrophenbewältigung welche Aufgaben zu erfüllen und welche Massnahmen auszulösen hat sowie welche Auflagen und Rahmenbedingungen dabei einzuhalten sind. Entsprechende Notfallpläne werden auch für die übrigen Kernkraftwerke entworfen. Gemäss NAZ sind die Erstellung von Einsatzkonzepten sowie regelmässige Übungen hierzu entscheidend für eine optimale Bewältigung der beschriebenen ausserordentlichen Lage. Diese Anforderung wurde als weiteres Bedürfnis erkannt und befindet sich in Umsetzung. Auf strategischer Ebene bietet Verkehrstelematik keine Optimierung; für die Umsetzung der dabei definierten Prozesse und Massnahmen ist sie allerdings entscheidend.

### 4.1.3 Prozesse und Organisationen

Bei einer ausserordentlichen Lage bedingt durch erhöhte Radioaktivität liegt die Führungsverantwortung für den Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen beim Bund und nicht bei den Kantonen. Grundsätzlich ist der Bundesrat verantwortlich für die Anordnung von Schutzmassnahmen. Der Bundesstab ABCN steht ihm hierfür als beratendes Gremium zur Verfügung.

Zuständig für die Erkennung und Beurteilung des Störfalles (Erreichen des Warnkriteriums) ist der Betreiber des KKW. Bei Unfällen benachrichtigt der Betreiber unverzüglich das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, die NAZ sowie im Falle eines schnellen Störfalles (d.h. sehr kurze Vorphase) den Standortkanton und es wird gemeinsam über die Auslösung der Warnung entschieden. Nach Entscheid über eine Auslösung der Warnung alarmiert und informiert die NAZ unverzüglich die verschiedenen involvierten Behörden. Anschliessend wird die Bevölkerung in der Gesamtschweiz durch die NAZ via offizielle Radiomeldung informiert. Die Bevölkerung in den Zonen 1 und 2 wird durch die Kantone zusätzlich mittels Sirenen alarmiert. [11]

Die folgende Abbildung zeigt schematisch, welche Stellen bei der Auslösung der offiziellen Warnung involviert sind und welche Einheiten alarmiert bzw. informiert werden:

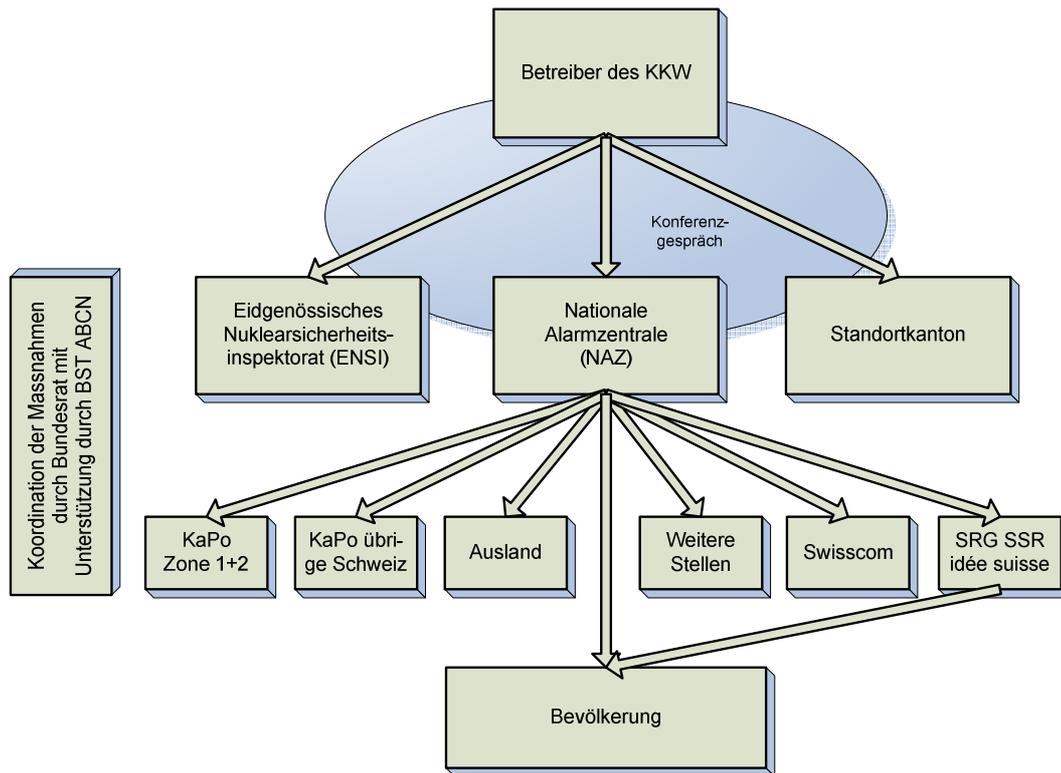


Abb. 4.9 Alarmierungsablauf im Falle eines KKW-Unfalls

Beim betrachteten KKW-Unfall mit Vorwarnphase gibt die NAZ unter Berücksichtigung des technischen Zustands der Anlage eine Empfehlung darüber, wann frühestens der Zeitpunkt der Freisetzung der radioaktiven Wolke stattfinden sollte. Darauf basierend wird zeitlich rückwärts gerechnet, wann welche Massnahmen auszulösen sind. Nach der ersten Vorwarnung der Bevölkerung muss die NAZ auf Grund von (un-)kontrollierten Fluchtbewegungen laufend über die Verkehrslage informiert werden – falls die Verkehrswege noch nicht geräumt werden konnten, ist das Venting nach Möglichkeit hinauszuzögern. Eine stete Übertragung via NetAlert und Auswertung von Daten von Verkehrstelematikinfrastrukturen innerhalb des Schadengebiets ist hierfür entscheidend. Auf Grund des Zeitdrucks gilt auch hier, dass eine Automatisierung der Prozesse anzustreben ist. Solche Automatismen wie auch die Existenz von Verkehrstelematikinfrastrukturen an geeigneten Standorten gibt es heute vielfach noch nicht. Diese bilden allerdings eine Voraussetzung zur Prozessoptimierung sowohl der Abläufe, Entscheidungen etc. bei den Behörden als auch betreffend der Evakuierung(-massnahmen).

Zwecks einheitlicher Massnahmenauslösung stehen die Systemführer der Strasse und der Schiene die gesamte Zeit der Bewältigung der ausserordentlichen Lage in relativ engem Kontakt. Noch wichtiger ist, dass auch auf Seite Strasse die verschiedenen Stellen ihre Massnahmen koordinieren. Dies betrifft insbesondere den Verkehr, welcher vor Gefahrensektor auf Grund der Strassensperrung von der Hochleistungsstrasse auf das untergeordnete Strassennetz abgeleitet werden. Koordination ist auch innerhalb des ASTRA erforderlich. Momentan sind noch nicht alle bei der Bewältigung eines KKW-Unfalls involvierten Stellen über ihre Aufgaben und die Prozesse informiert. Gleichzeitig ist eine krisensichere Kommunikation noch nicht vollumfänglich sichergestellt, siehe Kapitel 4.1.4.

#### 4.1.4 Massnahmen und Mittel

Da die Verkehrstelematik grundsätzlich nicht beschädigt ist, kann und soll sie auch umfassend eingesetzt werden, um Verkehrsinformationen zu kommunizieren sowie bei der Prüfung und Umsetzung von verkehrlichen Massnahmen – also auch bei der Kommunikation zwischen den verschiedenen involvierten Stellen zwecks Koordination und Absprache der Massnahmen.

Damit durch die Evakuierung bzw. Fluchtbewegungen nicht die während der Vorphase für die Einsatzkräfte, insbesondere die Feuerwehr, benötigten Zugangsachsen ins Gebiet behindert werden, sind einerseits die beiden Verkehrsströme mit entgegengesetztem Fahrziel auf unterschiedlichen Achsen zu führen, andererseits ist der Fluchtverkehr möglichst auf Achsen mit hoher Kapazität zu kanalisieren. Ein umfassendes Netz an Sensorik mit automatischer Verarbeitung der gesammelten Daten ist hierfür zweckdienlich, damit laufend die aktuelle Verkehrslage dargestellt werden kann und basierend darauf Simulationen und Berechnungen zu weiteren Entwicklungen der Verkehrsverteilung und -nachfrage ermittelt bzw. prognostiziert und entsprechende Massnahmen definiert und geprüft werden können. Im heutigen System sind genau hier allerdings Lücken zu finden. Als Erstes ist das im Falle eines KKW-Unfalls relevante Verkehrsnetz nicht in ausreichendem Masse mit Sensoren erschlossen, um eine umfassende Lagedarstellung zu erhalten. Da vielfach somit auf alternative Erhebungsmethoden zurückgegriffen werden muss (z.B. Informationen aus der Bevölkerung, von Polizisten vor Ort etc.) wird momentan kaum eine Automatisierung der Datenverarbeitung vorgenommen. Mit zunehmendem Umfang von Daten und Informationen zur Verkehrslage, zum Strassenzustand etc. bringt eine automatische Verarbeitung deutliche Vorteile, insbesondere unter dem zeitlichen Aspekt. Des Weiteren ist aktuell nicht möglich, basierend auf zeitnahen Daten und Informationen Simulationen und Berechnungen für Verkehrsprognosen oder aber für die Prüfung geeigneter Massnahmen durchzuführen, da die Daten meist nur in aggregierter Form zur Verfügung gestellt werden. Bereits die Behebung einzelner Lücken bringt deutliche Vorteile. So können die involvierten Stellen entlastet, die Anzahl Schnittstellen verringert, die Prozesse beschleunigt und schliesslich auch der Verkehrsfluss stabilisiert und Behinderungen zwischen Verkehrsströmen mit unterschiedlichen Zwecken minimiert werden.

Für die Umsetzung der Lenkungsmassnahmen kann auf die vorhandene Verkehrstelematik zurückgegriffen werden. Da bereits mittels umfangreicher Informierung der Bevölkerung und der Einsatzkräfte der Verkehr zu einem gewissen Masse beeinflusst werden kann, wird der Bedarf zusätzlicher Verkehrstelematikinfrastrukturen als gering eingestuft.

Die Evakuierungsachsen bzw. Achsen, auf welchen primär (unkontrollierte) Fluchtbewegungen stattfinden, sind nach Möglichkeit zu überwachen und von „gestrandeten“ Fahrzeugen (technischer Defekt, fehlender Treibstoff etc.) freizuhalten, damit Kapazitätsengpässe und ein weiteres Chaos möglichst vermieden werden. Auch hierzu ist die Existenz umfangreicher Sensorik und Verkehrstelematik für die Aufbereitung der Daten von Vorteil. Unter Umständen sind Leitungs-<sup>33</sup> und weitere Lenkungsmassnahmen zur Stabilisierung des Verkehrsflusses vorzusehen.

Der ÖV-Betrieb wird möglichst lange aufrecht erhalten, muss aber sukzessive zurückgefahren werden. Da auch das Rollmaterial nach Möglichkeit aus dem Sperrgebiet zu räumen ist, kann zwischenzeitlich ein erhöhtes ÖV-Angebot für Fahrten aus dem betroffenen Gebiet bestehen. Eine Angebotserhöhung ist grundsätzlich aber nicht vorgesehen. Die Verkehrsteilnehmer sind laufend über die Änderungen gegenüber dem regulären Fahrplan über die verschiedenen Kanäle der Verkehrstelematik zu informieren. Dies gilt auch für das (inter-)nationale Angebot, da die Züge grossräumig um das Sperrgebiet umgeleitet werden. Nebst Verkehrslenkung sind auch Massnahmen der Reisendenlenkung mit Hilfe der entsprechenden Verkehrstelematik umzusetzen.

Um ein zusätzliches Chaos zu vermeiden, ist eine Koordination zwischen Schiene und Strasse erforderlich. Auch hier gilt, die vorhandene Verkehrstelematik vollumfänglich für die Informierung der Verkehrsteilnehmer bzw. der Bevölkerung über die Verkehrslage einzusetzen, bspw. Monitore in den Zügen und an Bahnhöfen, aber auch WTA auf der Strasse. Die VMZ-CH erwägt, bei Bedarf und verfügbaren Ressourcen an entscheidenden Standorten oder solchen, wo bestehende Anlagen nicht mehr funktionsfähig sind,

<sup>33</sup> Bei der Rückkehr sind diese Punkte ebenfalls zu berücksichtigen. Beispiele aus dem Ausland zeigen, dass die plötzliche Rückkehr der gesamten Bevölkerung eines grösseren Gebiets schnell einen chaotischen Verkehrszustand verursachen kann. Um den Prozess effizient und möglichst reibungslos ablaufen zu lassen, muss auch hier auf dieselben Mittel und Informationen zurückgegriffen werden können wie bei einer Evakuierung.

mobile WTA aufzustellen.

Für alle Verkehrsträger werden die Zufahrtsachsen in die Gefahrensektoren gesperrt, der Verkehr wird grossräumig umgeleitet und direkt vor dem Sperrgebiet wird der Strassenverkehr von der Hochleistungsstrasse abgeleitet. Die Autobahneinfahrten im Schadengebiet werden nicht gesperrt. Die Koordination mit der Kantonspolizei, welche zuständig für die Auslösung entsprechender Massnahmen auf dem untergeordneten Strassennetz ist, hat noch nicht stattgefunden.

Der Einsatz von Verkehrstelematik kann grundsätzlich nicht verhindern, dass niemand das Schadengebiet befährt. Um klar auf die Gefahren hinzuweisen, wäre ein erweiterter Einsatz der Verkehrstelematik nach Ansicht der NAZ und des BABS von Vorteil, bspw. dass auf WTA auch ein Hinweis betreffend Radioaktivität angezeigt wird. Mit der VMZ-CH wurde jedoch vereinbart, dass sie keine Informationen zum Ereignis kommuniziert, auf der WTA also nur „Sperrung Autobahn“ angezeigt wird. Nach Ansicht der VMZ-CH erhält der Verkehr die wichtigen Informationen zum Ereignis via die Medien, insbesondere das Radio.

Für den (inter-)nationalen Verkehr werden grossräumige Umleitungen eingerichtet, für welche entsprechend weitere, sich ausserhalb des effektiven Schadengebiets befindende Instrumente der Verkehrstelematik eingesetzt werden. Für das übergeordnete Verkehrsmanagement sind primär die Vermittlung von Informationen und die Umsetzung von Lenkungsmassnahmen relevant.

Die Verkehrstelematik ist zwar grundsätzlich nicht beschädigt, doch kann ein Ausfall nie vollständig ausgeschlossen werden. Da die Funktionsfähigkeit der Instrumente, insbesondere zur Informierung der Bevölkerung, im vorliegenden Fallbeispiel von sehr hoher Bedeutung ist, schlägt das BABS vor, eine Funkansteuerung dieser relevanten Instrumente sowie Redundanzen bei der Stromversorgung zu überlegen.

#### 4.1.5 Einschränkungen der heute eingesetzten Verkehrstelematik

Da die Verkehrstelematik im Falle eines KKW-Unfalls grundsätzlich nicht beschädigt ist, ist mit der heutigen Ausrüstung der Verkehrstelematik zumindest zu einem gewissen Masse eine effiziente Bewältigung der ausserordentlichen Lage möglich. Die für den Einsatz geeignete Verkehrstelematik ist insbesondere ausserhalb des Schadengebiets für die grossräumige Lenkung des (inter-)nationalen Verkehrs vorhanden.<sup>34</sup> Nebst WTA und gegebenenfalls WWW zur Verkehrslenkung auf der Strasse ist auch auf der Schiene entsprechende Verkehrstelematik zur Lenkung der Züge sowie der Reisenden vor relevanten Entscheidungspunkten sowie auf Zufahrten zum Schadengebiet zum heutigen Zeitpunkt verfügbar und nutzbar. Der Einsatz von mobilen WTA wird bereits heute bei gewissen Ereignissen praktiziert, ist daher auch von hohem Nutzen im Falle eines KKW-Unfalls. Die Disposition sowie die Anzahl vorhandener mobiler WTA setzen gewisse Einschränkungen bei den Einsatzmöglichkeiten, welche jedoch unabhängig von einer Optimierung des Einsatzes der Verkehrstelematik sind.

Restriktionen auf Grund eines für die Bewältigung eines KKW-Unfalls nicht optimalen Einsatzes der Verkehrstelematik bestehen allerdings bei folgenden Punkten:

- Nach Alarmierung der Bevölkerung, insbesondere im Falle mit Anweisung einer Evakuierung, ist davon auszugehen, dass das Kommunikationsnetz, insbesondere das Mobilfunknetz hoch ausgelastet wenn nicht sogar überlastet sein wird; Familienmitglieder, Verwandte und Bekannte wollen sich treffen und gemeinsam Schutzräume aufsuchen bzw. gemeinsam das Gebiet verlassen. Als Folge einer Überlastung des Kommunikationsnetzes kann es zu dessen Zusammenbruch kommen. In diesem Falle können aktuell einerseits die Behörden nur noch eingeschränkt miteinander kommunizieren, andererseits kann die Bevölkerung nur noch eingeschränkt über weitere Mass-

<sup>34</sup> Für den beschriebenen KKW-Unfall kann das Schadengebiet bereits vorgängig zu einem Ereignis definiert werden (Zonen 1 und 2). An den entsprechenden Entscheidungspunkten vor der Zone 2 gibt es verschiedentlich Verkehrstelematikinfrastruktur. Eine gewisse Verdichtung der Verkehrstelematik kann dennoch Vorteile bringen.

nahmen und Anweisungen informiert werden. Somit muss auf alternative, deutlich aufwändigere Kommunikationskanäle zurückgegriffen werden. Informationen sind bspw. per Eilläufer oder „fahrendem“ Lautsprecher zu überbringen. Der Einsatz von Satellitentelefonen ist nur eingeschränkt möglich, da einerseits nicht alle Stellen und Personen, mit denen kommuniziert werden sollte, über ein solches Gerät verfügen, es andererseits zum heutigen Zeitpunkt keine Übersicht über die jeweiligen Telefonnummern gibt. Insgesamt wird es schwierig, eine Koordination der Strategien und Massnahmen sowie eine geordnete Evakuierung sicherzustellen.

- Die noch verfügbaren Kommunikationskanäle, mit welchen die Bevölkerung gewarnt werden kann, sollten auf Grund der hohen Gefährdung der Bevölkerung optimal eingesetzt werden können. Bei älteren Modellen der WTA gibt es nur vorgegebene Schaltbilder. Die Anzeigemöglichkeiten sind somit relativ beschränkt. Neuere Modelle dagegen sind vollgraphisch, was die Eingabe eines Freitextes erlaubt. Gemäss der aktuellen WTA-Richtlinie darf aber auch bei einem KKW-Unfall kein Text wie „Sperrgebiet, KKW-Unfall“ (o.ä.) angezeigt werden. Stattdessen wird wie bei einer normalen Sperrung wegen Unfall oder Baustelle bspw. für einen Unfall im KKW Beznau „Sperrung A1 Aarau – Ost“ ggf. mit Umleitungsempfehlung angezeigt. Auf Grund der betreffend Ereignis unvollständigen Information kann nicht ausgeschlossen werden, dass gewisse Verkehrsteilnehmer ungewollt in die Gefahrenzone hineinfahren. Die VMZ-CH geht davon aus, dass Informationen über das Ereignis über andere Kanäle verbreitet werden. Die WTA haben primär das Ziel, die Verkehrsteilnehmer zu lenken.
- Die Koordinierung und Überwachung einer geordneten Evakuierung ist zum heutigen Zeitpunkt nur eingeschränkt möglich. Insbesondere sind für die Evakuierung Achsen mit hoher Kapazität sicherzustellen. Die Kapazität von Strassen lässt sich erhöhen, wenn die Gegenfahrbahn für die eigentliche Richtung gesperrt wird und ebenfalls in die Evakuierungsrichtung befahren werden darf. Da kaum Verkehrstelematik für einen solchen Einsatz vorhanden ist, muss dies alles manuell ausgeführt werden. Die personellen Ressourcen sind voraussichtlich nicht vorhanden, so dass auf eine solche Möglichkeit heute verzichtet werden muss. Die Kapazität lässt sich also nicht erhöhen. Im Weiteren ist das Strassennetz, vor allem das untergeordnete, nicht mit einer genügend hohen Dichte an Sensoren zur Erfassung des Verkehrsgeschehens ausgerüstet. Die Erhebung der aktuellen Verkehrslage, insbesondere zur Erkennung von überlasteten Achsen bzw. solchen mit Restkapazitäten und von Pannenfahrzeugen, muss somit mit alternativen Methoden erfolgen. Überfliegen von Gebieten, Informationen – über die noch vorhandenen Kommunikationskanäle – aus der Bevölkerung oder von Polizisten vor Ort etc. sind Möglichkeiten, welche allerdings mit deutlich mehr Aufwand verbunden sind. Vor allem die Verarbeitung der so gesammelten Informationen ist eindeutig aufwändiger, da keine vollautomatisierte Weiterbearbeitung möglich ist. Gleichzeitig kann auch mit solchen alternativen Erhebungsmethoden ein vollständiges Lagebild nicht sichergestellt werden.
- Die Verarbeitung der an vorhandenen Sensoren gesammelten Daten im Hinblick auf die Lagedarstellung erfordert heute vielfach personellen Einsatz. Zudem sind weitere zusammengetragene Informationen (siehe auch obige Punkte) manuell zu erfassen und zu bearbeiten. Gegenüber einer Automatisierung dauert der Prozess länger, was insbesondere im Hinblick auf eine geordnete Evakuierung inkl. vollständiger Räumung der Strassen im kritischen Gebiet entscheidende Auswirkungen hat. Dadurch, dass die Erstellung des Lagebildes länger dauert und eine laufende Informierung über die Verkehrslage kaum möglich ist, findet die Evakuierung unkontrollierter statt und kann dadurch länger dauern. Vermehrt werden Probleme entlang der Evakuierungsachsen (gestrandete Pannenfahrzeuge, Überlastung bestimmter Achsen etc.), aber auch auf Umleitungsrouten und Kanälen für die Rettungs- und Ereignisdienste auftreten, ohne dass sie vorgängig – vielleicht aber doch zeitnah – erkannt werden können.
- Basierend auf der Methode, wie das Lagebild heute erstellt wird, gibt es kaum die Möglichkeit für Simulationen oder Berechnungen, bspw. zur Überwachung des Kapazitäten auf den Evakuierungsrouten oder der Prüfung geeigneter Massnahmen. Trotz eines Fächers verschiedener möglicher Massnahmen wird heute daher nicht unbedingt der beste Entscheid über die definitiv auszulösende(n) Massnahme(n) getroffen. Dies kann negative Auswirkungen haben auf den gesamten Prozess der Bewältigung der ausserordentlichen Lage, insbesondere im Falle einer Evakuierung.

Verschiedentlich sind die betroffenen Behörden und Organisationen noch nicht umfassend über ihre Aufgaben und den Koordinationsbedarf im Falle eines KKW-Unfalls informiert. Zudem gibt es noch nicht für alle KKW-Standorte entsprechende Einsatzkonzepte. Damit die heute verfügbare Verkehrstelematik bestmöglich, insbesondere auch widerspruchsfrei eingesetzt werden kann, ist ein klares Verständnis der Prozesse, Abläufe, Strategien, Beteiligten und Zuständigkeiten Voraussetzung. Momentan gibt es somit weitere Hindernisse, welche eine reibungslose, effiziente und zielgerichtete Bewältigung eines KKW-Unfalls voraussichtlich beeinträchtigen werden.

## 4.2 Erdbeben

Bei diesem Fallbeispiel handelt es sich um ein Erdbeben mit Epizentrum in der Region Basel. Basel ist durch seine Lage im Dreiländereck (CH-D-F) von zentraler Bedeutung als Verkehrsdrehscheibe (Strasse, Schiene, Wasser, Luft), weswegen mit diesem Beispiel der verkehrsmittelübergreifende Ausfall der Verkehrsinfrastruktur und eine entsprechende Involvierung verschiedenster Stellen und Behörden abgedeckt werden kann.

### 4.2.1 Beschrieb Ereignis

#### Räumliche Abgrenzung und Auswirkungen

Das Ausmass des Erdbebens ist so gross, dass mehrere Kantone und das angrenzende Ausland direkt von den Auswirkungen betroffen sind und somit eine nationale Katastrophe ausgelöst wird. Bei nationalen Erdbebenkatastrophen wird zwischen dem Haupt- und dem Nebenschadenraum unterschieden [19]. Für das vorliegende Szenario werden folgende Intensitäten je Schadenraum angenommen:

- Hauptschadenraum (Radius von 15 km): Intensität IX<sup>35</sup>
- Nebenschadenraum (Radius von 15-100 km): Intensität VII – VIII

Die Stärke des Erdbebens ist damit vergleichbar mit dem Erdbeben, welches im Jahr 1356 in Basel auftrat. Das erwartete Schadenausmass ist in der folgenden Grafik schematisch<sup>36</sup> dargestellt [19]:

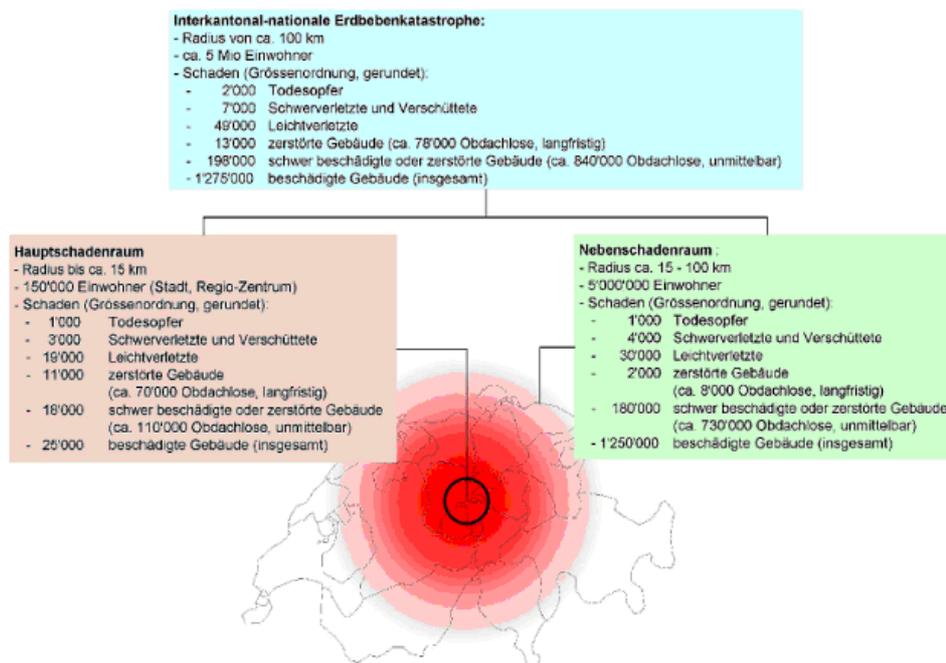


Abb. 4.10 Schadenausmass bei nationaler Erdbebenkatastrophe mit Epizentral-Intensität IX

<sup>35</sup> Intensität gemäss EMS-98 (Europäische-Makroseismische-Skala).

<sup>36</sup> Die Lage des Epizentrums wurde willkürlich gewählt. Die Zahlen sind als Richtwerte zu verstehen.

Die unmittelbaren Folgen des Erdbebens mit genannter Intensität sind:

- Beträchtliche Zerstörung der Verkehrsinfrastruktur (Strasse, Schiene, Wasser, Luft);
- Teilweiser Ausfall der Informatik- und Kommunikationsinfrastruktur (unterbrochen, überlastet) und der Energieversorgung.

Im Bereich des **Strassenverkehrs** sind besonders die Autobahntransitachsen von bzw. nach Frankreich (A35), Deutschland (A5 und A98 mit Verknüpfung zur A3a), Bern (A2), Zürich (A3) und Jura (A18 bzw. H18) betroffen. Auch das untergeordnete Strassennetz ist beschädigt und nur eingeschränkt verfügbar.

Im Bereich des **Schieneverkehrs** sind die Transitverbindung D-CH-I und die Verbindungen aus bzw. nach Frankreich via Basel sowie der gesamte regionale Schienenverkehr mit Ausgangs- oder Endpunkt Basel betroffen. Beschädigt sind insbesondere die Gleisanlagen wie auch die Leit-, Signal- und Sicherungstechnik.

Im Bereich des **Verkehrsträgers Wasser** ist der Verkehr auf der Binnenwasserstrasse Rhein beeinträchtigt, insbesondere durch Ausfall von Funktionalitäten des Rheinhafens Basel und der rheinauf- und abwärts gelagerten Schleuseneinrichtungen.

Der **Luftverkehr** ist durch Beschädigung der Infrastruktur am Euroairport Basel-Mulhouse so stark beeinträchtigt, dass der Flughafen und der Luftraum über dem Katastrophengebiet in einer ersten Phase für den gesamten Flugverkehr gesperrt werden muss. Nach einer gewissen Zeit es ist möglich, den Luftraum für Rettungsflüge freizugeben. Zwecks Prüfung der Einhaltung der Luftraumsperrung wird eine regionale Flugverkehrskontrolle eingerichtet. Auf Grund der Erschütterung ist damit zu rechnen, dass auch weitere Flughäfen (Zürich, Genf etc.) kurzfristig geschlossen werden müssen, da eine Neujustierung der Geräte erforderlich ist.

Viele verkehrstelematische Einrichtungen stehen nicht mehr zur Verfügung, da die Energieversorgung oder die Kommunikationsverbindung unterbrochen ist. Die NAZ schätzt, dass ca. 1/7 aller Steckdosen in Zentraleuropa im Falle des beschriebenen Erdbebens von einem Stromausfall betroffen sind. Zudem ist das Kommunikationsnetz auf Grund erhöhter Anfragen aus der Bevölkerung überlastet.

#### **Zeitliche Abgrenzung**

Da der Eintritt eines Erdbebens nicht konkret vorhergesagt und erkannt werden kann, besteht bei einem Erdbeben nicht die Möglichkeit, vorsorgende Massnahmen wie Alarmierung und Evakuierung der Bevölkerung unmittelbar vor Ereigniseintritt auszulösen und umzusetzen. Erst nach dem Beben können im Rahmen der Katastrophenbewältigung entsprechenden Massnahmen getroffen werden.

Die vollständige Behebung der Schäden und Wiederherstellung der zerstörten Infrastruktur nach den Auswirkungen eines Erdbebens des beschriebenen Ausmasses kann mehrere Jahre dauern. Eine Studie der ETH Zürich [13] geht hierbei von 13-59 Monaten je nach Schadenausmass aus. Beim vorliegenden Fallbeispiel wird der Fokus auf die relevanten Massnahmen für das Verkehrsmanagement und den Einsatz von Verkehrstelematik während der Phase der Katastrophenbewältigung und – soweit erforderlich – der Wiederherstellung gelegt. Im Rahmen der Wiederherstellung kommen verkehrliche Massnahmen auf Grund der immer noch eingeschränkt verfügbaren Verkehrsinfrastruktur zum Einsatz.

### **4.2.2 Bedürfnisse und Strategien**

Im Falle eines Erdbebens haben aus Sicht des Verkehrsmanagements folgende zwei Aufgaben höchste Priorität (siehe auch [8]):

- Der Zustand der Verkehrsinfrastruktur, insbesondere der Kunstbauten (Brücken, Tunnel etc.), ist hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit und Möglichkeit zur Nutzung als Zu- und Abfahrtswege für die Notfalldienste (unter anderem Polizei, Feuerwehr, Sanität) zu beurteilen. Der Fokus ist nicht nur auf das Strassennetz zu legen, sondern auch das

Schienen- und Wassernetz sowie Infrastrukturen für den Luftverkehr sind bei der Prüfung zu berücksichtigen.

- Um eine möglichst schnelle und reibungslose Schadensbewältigung zu gewährleisten, muss der Luft-, Schienen- und Strassenverkehr grossräumig koordiniert werden.

Nach einem Erdbeben ist grundsätzlich keine Evakuierung der Bevölkerung als Massnahme geplant.<sup>37</sup> Generell ist kaum mit Fluchtbewegungen zu rechnen; die Bevölkerung sucht stattdessen nach Bekannten und Verwandten im Schadengebiet oder aber die Gefahr von Plünderungen hält sie von einer Flucht ab. Kanäle sind also primär ins Schadengebiet hinein, für die Einsatz- und Rettungskräfte oder die Intervention zu schaffen. Auch muss sichergestellt werden, dass es befahrbare Zugangsachsen für die allenfalls angeforderte Hilfe von aussen gibt. Nebst Luftwegen<sup>38</sup> betrifft dies, insbesondere für die Feinverteilung innerhalb des Schadengebiets, auch das (untergeordnete) Strassennetz.

Im Schadengebiet bestehen keine weiteren Bedürfnisse betreffend Verkehr.<sup>39</sup> Grossräumig hingegen existiert auch das Bedürfnis der Umleitung des (inter-)nationalen Verkehrs.

### 4.2.3 Prozesse und Organisationen

Der Schweizerische Erdbebendienst alarmiert bei Überschreitung vordefinierter Magnitudenschwellen die NAZ und versorgt diese mit fachtechnischen Informationen. Die NAZ leitet diese Informationen einerseits an die Einsatz- und Notrufzentralen der Kantonspolizei der betroffenen Kantone sowie an die Systemführer weiter. Die so vorhandenen Erstinformationen dienen als Basis einer ersten Lagedarstellung und zur Beantwortung von Fragen aus der Bevölkerung. Andererseits informiert die NAZ das BAV, welches für das vorliegende Fallbeispiel auf Grund der hohen Epizentral-Intensität die Koordination der Massnahmen, unterstützt durch die KOVE, vornimmt.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch den übergeordneten Ablauf der Alarmierung im Falle eines Erdbebens von solchem Ausmass, dass eine ausserordentliche Lage eintritt:

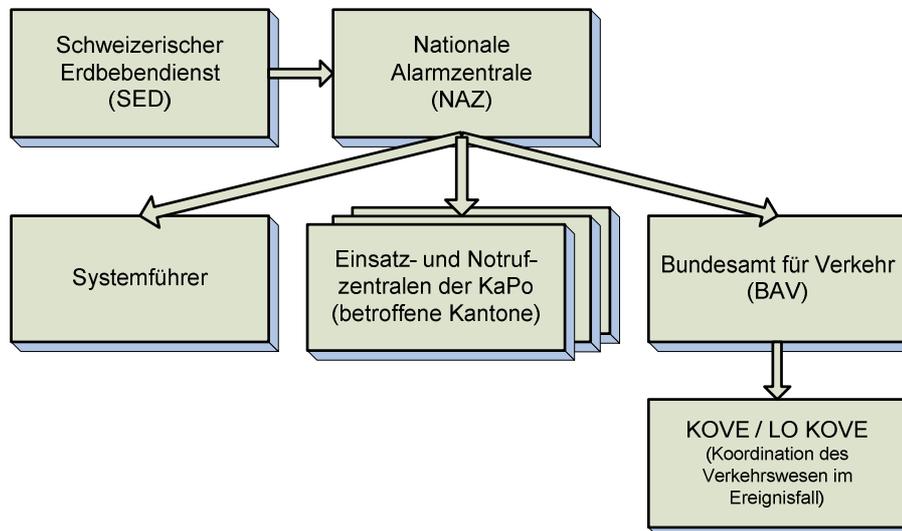


Abb. 4.11 Alarmierungsablauf im Falle eines Erdbebens

<sup>37</sup> Gemäss NAZ haben Erfahrungen mit Evakuierungen nach Erdbeben (ohne Folgeschäden wie Chemieunfall etc.) gezeigt, dass die betroffene Bevölkerung möglichst bald wieder zurück zu ihrem Hab und Gut gehen möchte.

<sup>38</sup> Die Flotte verfügbarer Helikopter für solche Einsätze ist in der Schweiz relativ beschränkt. Gemäss Geschäftsstelle KKO BS kann bereits ein Feuer im Tessin zu Engpässen führen.

<sup>39</sup> Die Geschäftsstelle der KKO BS betont, dass der Verkehr und insbesondere die Verkehrstelematik eine stark untergeordnete Priorität erhalten. Im Fokus steht stattdessen die Rettung bzw. Lebenssicherung.

Bei einem Erdbeben greift die generelle Bewältigungsstrategie Verkehr. Zudem gibt es ein Einsatzkonzept Erdbeben, welches insbesondere auf operativer Ebene greift. Je nach Verfügbarkeit der Infrastruktur und der Verkehrstelematikanwendungen können unter Umständen aber nicht alle Prozesse wie beschrieben ausgelöst werden.<sup>40</sup>

Durch den hohen Zerstörungsgrad des Erdbebens wird nur eine eingeschränkte Kommunikation möglich sein. Der Einsatz der Einsatz- und Rettungskräfte kann daher kaum übergeordnet koordiniert werden. Wie verschiedene interviewte Experten bestätigen, werden in der ersten Phase nach Ereigniseintritt viele Ad-hoc-Massnahmen getroffen und erst zu einem späteren Zeitpunkt ist eine strukturierte Krisenbewältigung gemäss Einsatzkonzepte oder Notfallpläne möglich.

Mit dem heutigen Stand der Technik ist eine Zustandserfassung mittels Verkehrstelematik (noch) nicht möglich, siehe Kapitel 4.2.4. Für die Schadensaufnahme bei der Strasse ist daher die Polizei vor Ort zuständig. Diese informiert die VMZ-CH über allfällige Einschränkungen auf dem Strassennetz resp. Beschädigungen der Strasseninfrastruktur. Der Einsatzleiter ASTRA entscheidet schliesslich darüber, ob die (nationale) Strassenabschnitte noch befahren werden können.

Seitens SBB OCI verfügt man über eine Checkliste Naturgefahren, welche auch Erdbeben einschliesst. Mit Hilfe der Übung SEISMO soll ein Prozess zur Erstellung von Ereignismanagementplänen mit spezifischen Checklisten im Falle von Erdbeben ausgelöst werden.

#### 4.2.4 Massnahmen und Mittel

Für die Lagedarstellung sowie die Prüfung und Auslösung von geeigneten Massnahmen kann auf Grund des hohen Zerstörungsgrads nur noch beschränkt auf Instrumente der Verkehrstelematik zurückgegriffen werden. Je nach Standort ist die Verkehrstelematikinfrastruktur auf der Strasse zwar nicht beschädigt, doch führt auch ein Unterbruch der Stromversorgung oder der Verbindungen zu einer eingeschränkten Nutzung.

In Bezug auf die Sammlung von Verkehrs- und Lagedaten zur Lagedarstellung muss somit vielfach auf andere Quellen zurückgegriffen werden bzw. die Daten auf andere Art erhoben werden. Eine erste Lagedarstellung kann bei einem Erdbeben bspw. per Helikopter mittels Videoaufnahmen oder durch Ankreuzen / Streichen der beschädigten Infrastrukturen auf einer Karte erstellt werden. Die Geschäftsstelle KKO BS, die SBB und der Einsatzleiter ASTRA, welcher für die Prüfung der Strasseninfrastruktur zuständig ist, schliessen ein solches Vorgehen nicht aus. Laut Geschäftsstelle KKO BS bilden auch Informationen aus der Bevölkerung, von den Einsatzkräften und den Einsatzzentralen der angrenzenden Kantone und ausländischen Gebiete eine wichtige Grundlage. Die VLZ Zürich weist darauf hin, dass voraussichtlich viele Personen bei der Polizei anrufen werden, um das Erdbeben mitzuteilen. Die Leitung wird dadurch überlastet und es ist schwierig, die wichtigen und sicherheitsrelevanten Informationen zu erhalten. Geschicktes Fragen wie „Rufen Sie wegen dem Erdbeben an?“ oder die Einrichtung eines Filters mit Tastenwahl („Rufen Sie wegen dem Erdbeben an, dann drücken Sie 1, ...“) ist entscheidend.

Es wird darauf hingewiesen, dass mit Verkehrstelematik nur relativ beschränkt Trümmer und Hindernisse auf der Fahrbahn oder Beschädigungen wie Risse der Verkehrsinfrastruktur erkannt werden können. Inwiefern solche Technologien (v.a. Videoerhebung / -auswertung) nach Eintritt des beschriebenen Erdbebens noch funktionsfähig sind, ist un-

---

<sup>40</sup> Im Rahmen der Übung SEISMO wird der Autobahnabschnitt A2 zwischen Pratteln und der Verzweigung Härkingen als Rettungsachse vorgesehen, weswegen hier die Swisscom Notsender für eine prioritäre Kommunikation (d.h. nur mit priorisierten Handys, z.B. der Einsatzkräfte etc. kann eine Verbindung aufgebaut werden) zur Verfügung stellen wird. Die Swisscom verfügt insgesamt über 20 Notsender, doch stehen beim Entscheid über deren Einsatz und Standortwahl nicht unbedingt die Bedürfnisse betreffend Verkehr im Vordergrund. Auch spielen gemäss Geschäftsstelle KKO BS die finanziellen Aspekte eine entscheidende Rolle.

klar.

Solange der VMZ-CH keine Informationen darüber vorliegen, dass eine Strasse beschädigt ist und gesperrt werden muss, geht sie davon aus, dass das Netz für das Verkehrsmanagement bzw. generell verfügbar ist. Bei einem starken Erdbeben gibt der Ausfall einer Videokamera einen Hinweis auf die Zerstörung des entsprechenden Strassenabschnittes. Allerdings ist dies nicht zwingend und muss zuerst überprüft werden.

Die Prüfung von Kunstbauten auf ihre Stabilität oder die Gleisgeometrie des Schienennetzes lässt sich in keinem Falle durch Verkehrstelematik ersetzen, so dass für das definitive Lagebild personelle Ressourcen direkt vor Ort benötigt werden.

Bei der Strasse gibt es (heute) keine Möglichkeit zur raschen und automatischen Information der Verkehrsteilnehmer über allfällige Brüche in der Infrastruktur und deren genauen Lokalisation. Einzig eine generelle Einschränkung des Strassennetzes kann über die verschiedenen Informationskanäle wie Radio oder WTA – sofern verfügbar – mitgeteilt werden. Beim Schienennetz hingegen ist ein dunkles Signal gleichbedeutend mit einem roten Signal. Bei einem Erdbeben rechnet die SBB unmittelbar nach Ereigniseintritt für eine kurze Zeit mit einem schweizweiten Stromausfall auf dem Bahnnetz. Es ist damit zu rechnen, dass der Strom innerhalb des Hauptschadengebiets über längere Zeit ausfällt. Die Züge können also auf Grund der Regelung betreffend dunkler Signale rechtzeitig aufgehalten werden. Eine entsprechende Information der Verkehrsteilnehmer auf der Strasse wäre von Vorteil.

Da Anlagen für die Steuerung und Leitung des Schienenverkehrs ebenfalls beschädigt werden können (Gebäude, technische Einrichtungen und Kabelschächte etc.), ist mit einem Ausfall der Steuerungs- und Leittechnik zu rechnen (örtlich, regional oder überregional). Da es, je nach Ausfall, keine Noteinrichtungen gibt, sind Provisorien zu erstellen, deren Aufbau gemäss SBB Wochen oder Monate dauern kann. Gleichzeitig müssen Anlagen teilweise manuell bedient bzw. eingestellt werden oder bestehende Sicherheitseinrichtungen überbrückt werden, was unter Umständen nur ein reduziertes Schienenangebot ermöglicht.

Verbindung mit Informanten wie den Polizeien oder dem Zugpersonal im Schadengebiet kann via den unbeschädigten bzw. den krisensicheren Kanälen (POLYCOM, Satellitentelefon etc.) aufgenommen werden. Regelmässige Telefonkonferenzen dienen insbesondere der Vervollständigung des Lagebildes. Sie sind aber auch wichtig für die übergeordnete Koordination. Es ist daher wichtig, dass alle relevanten Stellen über eine funktionsfähige Verbindung verfügen.

Basierend auf der Identifizierung der noch (wenigen) intakten Verkehrsachsen in und aus dem Schadengebiet soll der Verkehr so gelenkt, geleitet und gesteuert werden, dass die intakten Verkehrsachsen primär für Einsatz- und Rettungskräfte zur Verfügung stehen und entsprechend freigehalten werden. Entsprechend sind verschiedene Strassen zu sperren, der Verkehr auf geeigneten Umleitungsrouten zu lenken und mittels Leitungs- und Steuerungsmassnahmen eine Überlastung bzw. Störungen auf den Umleitungsrouten zu vermeiden. Für die Schaffung und Sicherstellung der Kanäle für die Einsatz- und Rettungskräfte werden voraussichtlich aber keine Instrumente der Verkehrstelematik zur Verfügung stehen, so dass die Massnahmen manuell mit Hilfe von mobilen dynamischen oder statischen Hilfsmitteln umgesetzt werden müssen.

Von Bedeutung sind zudem wichtige Achsen wie die Lifelines, welche bestenfalls noch verfügbar sind oder aber nach Möglichkeit als erstes geräumt und zumindest für die Einsatzkräfte wieder freigegeben werden können. Die Ressourcen – wo möglich kombiniert mit dem Einsatz von Verkehrstelematik – müssen übergeordnet koordiniert werden, damit Hilfe von aussen gezielt eingesetzt werden kann.

Ausserhalb des Hauptschadengebiets ist die Verkehrstelematik verfügbar und kann für die Einrichtung von grossräumigen Umleitungen und auch für das Informieren der Verkehrsteilnehmer der verschiedenen Verkehrsträger verwendet werden.

#### 4.2.5 Einschränkungen der heute eingesetzten Verkehrstelematik

Im Falle des beschriebenen Erdbebens ist die Verkehrstelematik im Schadengebiet zu einem hohen Masse nicht mehr verfügbar. Ausserhalb des Schadengebiets dagegen ist die Verkehrstelematik grundsätzlich einsetzbar.<sup>41</sup> Unmittelbar nach dem Erdbeben ist allerdings damit zu rechnen, dass gewisse Infrastrukturen auf Grund verschiedener Stromunterbrüche für eine kurze Zeit nicht nutzbar sind. Wie im Falle eines KKW-Unfalls ist es aber grundsätzlich möglich, Verkehrstelematik für die grossräumige Lenkung des (inter-)nationalen Verkehrs auf der Strasse einzusetzen – soweit es an den entscheidenden Orten heute Verkehrstelematikinfrastruktur gibt. Unterstützend zur bestehenden Ausrüstung können mobile WTA eingesetzt werden. Die Disposition sowie die Anzahl vorhandener mobiler WTA, vielmehr aber auch die personellen Ressourcen, welche voraussichtlich anderweitig zur Bewältigung der ausserordentlichen Lage gebunden sind, setzen Einschränkungen bei den Einsatzmöglichkeiten. Diese lassen sich auch nicht durch eine Optimierung des Einsatzes der Verkehrstelematik beheben.

Auf Grund der hohen Zerstörung der gesamten Infrastruktur, liefern Verkehrstelematikanwendungen nur einen geringen Beitrag zur Bewältigung eines Erdbebens. Auch mit einem optimierten Einsatz der Verkehrstelematik können bspw. Trümmer und Hindernisse auf der Fahrbahn, Beschädigungen der Verkehrsinfrastruktur, die Stabilität von Kunstbauten oder die Gleisgeometrie nicht festgestellt oder überprüft werden. Auch die Problematik der beschädigten Verkehrstelematik lässt sich damit nicht lösen.

Gewisse Verbesserungen sind aber doch möglich, womit folgende, heute bestehende Einschränkungen der Verkehrstelematikanwendungen – zumindest zu einem gewissen Masse – behoben werden können:

- Verkehrstelematik verfügt heute vorwiegend über eine leitungsgebundene Stromversorgung und Kommunikationsverbindung. Diese sind bei einem Erdbeben im Schadengebiet vielfach unterbrochen. Obwohl davon der gesamte Prozess der Verkehrstelematikanwendungen betroffen ist, hat dies die grössten Auswirkungen auf die Sensorik und Verkehrstelematik im Rahmen der Verarbeitung.
- Verkehrstelematik mit autonomer Stromversorgung und drahtloser Kommunikationsschnittstelle ist zu einem gewissen Masse besser vor Ausfall geschützt. So kann die Stromversorgung auch nach einem Erdbeben im Schadengebiet gewährleistet werden. Die Kommunikationsverbindung allerdings wird wegen Überlastung, wenn nicht sogar Zusammenbruch der Kommunikationsnetze voraussichtlich nur kurze Zeit verfügbar sein. Je nach Standort der Antennenanlagen (Beschädigung kabelgebundene Kommunikation resp. Stromversorgung) findet der Zusammenbruch kurz nach Ereigniseintritt statt. Trotz per se funktionsfähiger Verkehrstelematik ist deren Einsatz heute somit kaum noch möglich. Ob in der allgemeinen Hektik eine nach Ereigniseintritt zeitnahe Übertragung der Daten, Befehle, Betriebszustände etc. ausgelöst wird, ist fraglich.
- Wegen fehlender Informationen von Verkehrstelematikanwendungen muss für die Erstellung des Lagebildes, insbesondere der Zustandserfassung der Verkehrsinfrastruktur, auf alternative Quellen zurückgegriffen werden. Alternative Erfassungsmethoden sind bspw. Überfliegen des Schadengebiets per Helikopter mit Einzeichnen von beschädigten Strassen auf einer Karte oder Videoaufnahmen des Gebiets, Sammlung von Informationen aus der Bevölkerung vor Ort, Selbsterkundung des Schadengebiets durch die Behörden etc. Diese Art der Zustandserfassung ist sowohl in der Erhebung wie auch in der Verarbeitung der Daten deutlich zeitaufwändiger. Die meisten Daten müssen manuell bearbeitet werden. Bis ein möglichst vollständiges Lagebild erstellt ist, dauert es somit lange. Bis Rettungskräfte, insbesondere externe Hilfe, gezielt eingesetzt bzw. an ihren Bestimmungsort geschickt werden können, vergeht wertvolle Zeit. Lokale Rettungskräfte beginnen zwar autonom, in kleinen Zellen zu arbeiten, doch ist dadurch nicht sichergestellt, dass die wichtigsten Achsen wie bspw. Lifelines zuerst geräumt werden.

<sup>41</sup> Die Zentralen, mit welchen diese Verkehrstelematik angesteuert wird, liegen beim beschriebenen Erdbeben ausserhalb des Hauptschadengebiets. Sie sollten also nicht beschädigt sein, so dass eine Ansteuerung funktionsfähiger Verkehrstelematikinfrastruktur möglich sein sollte.

- Nach Eintritt des Erdbebens wird ein Grossteil der Bevölkerung bei der Polizei anrufen. Die Telefonleitung der Polizei wird dadurch überlastet; ein Zusammenbruch ist nicht auszuschliessen. Sicherlich ist jedoch, dass auf Grund der Flut von Anrufen die Polizei an die Grenzen ihrer personellen Ressourcen stösst. Einerseits werden die Einsatzkräfte vor Ort und nicht am Telefon benötigt, andererseits besteht nur eine geringe Chance, wichtige und sicherheitsrelevante Informationen aus der Bevölkerung zu erhalten. Die Polizei kann ihre Funktion nur sehr eingeschränkt wahrnehmen.
- Es ist davon auszugehen, dass nicht nur die Polizei viele Anrufe erhält, sondern auch viele Anrufe zwischen besorgten Familienmitgliedern, Verwandten und Bekannten getätigt werden. Das bereits durch das Erdbeben teilweise beschädigte und dadurch nur beschränkt funktionsfähige Kommunikationsnetz, insbesondere das Mobilfunknetz, wird überlastet. Als Folge davon, insbesondere auch wegen der fehlenden Stromversorgung in grossen Teilen innerhalb des Hauptschadengebietes, wird das Kommunikationsnetz zusammenbrechen. Wie beim KKW-Unfall gilt auch bei dieser ausserordentlichen Lage, dass die Behörden nur noch eingeschränkt miteinander kommunizieren können und auch die Bevölkerung entsprechend nur noch eingeschränkt informiert werden kann und auch für diesen Prozess somit auf alternative, zeitaufwändigere Kommunikationsmethoden zurückgegriffen werden muss. Im Falle eines Erdbebens wird es aber noch schwieriger, die verschiedenen Stellen und Rettungskräfte auf Grund ihres Einsatzes in der Fläche zu erreichen und Detailinformationen sowie übergeordnete Anweisungen zukommen zu lassen.
- Wird bei einem Erdbeben die Stromzufuhr zu einem Lichtsignal des Schienenverkehrs unterbrochen, erlischt dieses bzw. zeigt nach Wiedereinschalten des Stroms „Halt“.<sup>42</sup> Da ein dunkles Signal gleichbedeutend mit einem roten ist, wird der Verkehr auf dem Schienennetz „automatisch“ gewarnt und – sollten Engpässe in der Stromversorgung nicht bereits zu einem Stillstand führen – durch die Lokführer zum Anhalten gebracht. Eine analoge, vor allem auch so zeitnahe Warnung der Verkehrsteilnehmer auf der Strasse gibt es heute dagegen nicht. Die Gefahr, dass ein Fahrzeug sich auf einen beschädigten Strassenabschnitt zu bewegt mit entsprechenden Folgen, ist daher deutlich grösser.
- Während auf der Strasse eine grossräumige Umleitung mit Hilfe der Verkehrstelematik eingerichtet werden kann, ist dies auf der Schiene unter Umständen nur noch eingeschränkt möglich. Verschiedene Anlagen für die Steuerung und Leitung des Schienenverkehrs verfügen nicht über eine Noteinrichtung, weshalb Provisorien zu erstellen sind. Dies kann bis mehrere Monate dauern. Bis dahin wird der Schienenbetrieb deutlich eingeschränkt sein. Verschiedentlich wird die Verkehrstelematik manuell bedient, teilweise ist der Betrieb sogar mit ganz alternativen Methoden zu gestalten. Die Versorgung kann insbesondere im Schadengebiet nur noch sehr eingeschränkt via Schiene sichergestellt werden.

---

<sup>42</sup> Der Fahrstrom des SBB-Schienennetzes hat eine eigene Stromversorgung, währenddessen die Lichtsignale in der Regel über Ortsstrom gespeist werden. Es ist somit davon auszugehen, dass die Traktion – zumindest ausserhalb des Schadengebietes – sichergestellt sein sollte.

## 5 Synthese

Der heutige Einsatz der Verkehrstelematik richtet sich auf den alltäglichen Gebrauch und ist nicht auf die Bewältigung ausserordentlicher Lagen ausgelegt. Verkehrstelematik eignet sich jedoch auch im Falle einer ausserordentlichen Lage für gewisse Aspekte als geeignetes Hilfsmittel für eine raschere und geordnetere Bewältigung des Ereignisses. Hierfür sind gegenüber dem heutigen Einsatz der Verkehrstelematik verschiedene Anpassungen sowie der Einsatz zusätzlicher Verkehrstelematikanwendungen erforderlich. Im Folgenden wird analysiert, welche heute im Alltag verwendeten Verkehrstelematikanwendungen in ausserordentlichen Lagen genutzt werden können, wo es Probleme gibt, die (von Vorteil) zu beheben sind und welche Möglichkeiten sich zur Schliessung dieser Lücken und Schwachstellen bieten.

### 5.1 Möglichkeit des Einsatzes heutiger Verkehrstelematik in ausserordentlichen Lagen

Verkehrstelematik wird heute primär für die Prozesse Sensorik und Aktorik eingesetzt. Einerseits trägt sie also entscheidend bei der Erhebung und Sammlung von Informationen über die Verkehrslage und den Strassenzustand sowie teilweise auch von weiteren Details zur Infrastruktur, Wetter etc. bei. Andererseits wird für die Auslösung von Massnahmen, insbesondere auch die Informierung der Verkehrsteilnehmer, auf Verkehrstelematik zurückgegriffen, wodurch zu einem gewissen Masse personelle Ressourcen vor Ort vermieden werden können. In beiden Fällen kann durch den Einsatz von Verkehrstelematik der Prozessablauf beschleunigt werden.

Bei der Aufbereitung der Daten wird Verkehrstelematik im Alltag primär nur bei kleinen Systemen eingesetzt. Insbesondere die Verknüpfung der verschiedenen Prozesse findet nur in relativ isolierten Verkehrstelematikanwendungen Verwendung. So umfasst eine verkehrsabhängig gesteuerte Lichtsignalanlage alle drei Prozesse und führt diese im Normalfall autonom und vollautomatisch aus. Dasselbe gilt für die speziellen Sensoren in Tunnels. Aus Sicherheitsgründen wird bei Detektion z.B. eines Brandes der Tunnel automatisch für die Verkehrsteilnehmer gesperrt.

Beim Zusammenwirken verschiedener Faktoren wird heute nicht eine autonome und vollautomatische Aufbereitung inkl. Aktorik praktiziert. Da externe, ausserhalb der Verkehrstelematik erfasste Faktoren auch relevant sind, jedoch nicht in dieselbe Verkehrstelematikanwendung integriert werden bzw. werden können, ist eine manuelle Aktion mit der Möglichkeit zur Diskussion des weiteren Vorgehens vorgesehen.

Im Alltag werden die mit Hilfe von Verkehrstelematikanwendungen gesammelten Daten bei verschiedenen Stellen zusammengetragen und bearbeitet. Ein Austausch der Daten zwischen den verschiedenen Behörden und Stellen ist vielfach nicht erforderlich. Bei Bedarf, z.B. bei einem kleinen Ereignis wie der Sperrung einer Autobahn auf Grund eines Unfalls, findet zwischen den operativen Stellen – hier bspw. zwischen den operativen Stellen auf der Strasse (VMZ-CH, RLZ, KLZ, VLZ) – mit Hilfe von Verkehrstelematik ein gewisser Informationsaustausch statt und es werden die Probleme und die Massnahmen zu deren Behebung bzw. Auslösung solcher Massnahmen zusammen besprochen und koordiniert. Informationen werden in diesem Falle auch an die Verkehrsinformationszentralen und entsprechend weiter an die Radiostationen übermittelt. Die Zuständigkeiten sind klar geregelt und durch den täglichen Einsatz auch bei Personalausfall sichergestellt. Für die Art und Inhalte der Übermittlung und die Kommunikationskanäle zwischen den Stellen gibt es gewisse Randbedingungen (Nutzung bestimmter Eingabemasken, Erreichbarkeit etc.) zu beachten, welche aber durch den alltäglichen Gebrauch ohne Probleme eingehalten werden können.

Die im Alltag genutzten Verkehrstelematikanwendungen sind erprobt und werden bei Bedarf auch weiter entwickelt und vereinheitlicht, damit möglichst viele Prozessschritte automatisiert und beschleunigt werden können. Der Einsatz der heutigen Verkehrstelema-

tikinfrasturktur eignet sich daher grundsätzlich auch in ausserordentlichen Lagen. Es gibt allerdings gewisse Punkte, welche im Falle einer ausserordentlichen Lage zu beachten sind:

- Bei der Bewältigung einer ausserordentlichen Lage steht die übergeordnete Koordination und Massnahmenabstimmung und -entscheidung deutlich stärker im Fokus als im Alltag. Die von den Sensoren gesammelten Daten, welche im Alltag von unterschiedlichen Stellen verwaltet und bearbeitet werden, müssen zusammengetragen werden, damit eine Gesamtübersicht erstellt werden kann. Mit der elektronischen Lagedarstellung ist ein solches Tool bereits heute vorhanden. Dieses wird im Alltag aber nicht verwendet, da hierfür kein Bedarf besteht. Durch diese umfassende Abbildung der Lagedarstellung können alle bei der Bewältigung einer ausserordentlichen Lage involvierten Stellen und Behörden mit den relevanten (übergeordneten) Informationen versorgt werden, so dass ein einheitlicher Informationsstand gewährleistet wird, was im Hinblick auf die Wahl der Strategien, Prozesse und Massnahmen zwecks einer raschen und geordneten Bewältigung der ausserordentlichen Lage von hoher Wichtigkeit ist.
- Auch im Rahmen der Aktorik sind die verschiedenen Systeme übergeordnet zu betrachten, zu koordinieren und auszulösen. Lokale, (voll-)automatisch funktionierende Verkehrstelematik kann in diesem Fall hinderlich sein, da sie gegebenenfalls entgegen der übergeordneten Strategie zur Bewältigung der ausserordentlichen Lage agieren oder diese zumindest nicht unterstützen. Ein Eingriff in die Systeme mit (manuellem) Befehl betreffend Betriebszustand ist heute bereits möglich. Die heutige Verkehrstelematikinfrastruktur kann also auch im Falle einer ausserordentlichen Lage für die Aktorik verwendet bzw. optimiert eingesetzt werden. Es ist allerdings wichtig, dass dieser Aspekt, d.h. der Eingriff in solche (voll-)automatischen Systeme nicht vergessen geht.
- Die oben genannten Punkte unterliegen in ausserordentlichen Lagen unter Umständen gewissen Einschränkungen. So sind Restriktionen dadurch gegeben, dass die Verkehrstelematik möglicherweise nicht mehr nutzbar oder funktionsfähig ist. Die im Alltag eingeübten Prozesse sowie die heute bestehende Verkehrstelematik können je nach ausserordentlicher Lage nicht mehr angewandt bzw. eingesetzt werden.

## 5.2 Bestehende Lücken und Schwachstellen beim Einsatz der Verkehrstelematik zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen

Lücken beim Einsatz der heutigen Verkehrstelematik gibt es primär im Rahmen der Sammlung und Aufbereitung der Daten. Einerseits werden verschiedene, in der nahen Zukunft voraussichtlich weiterentwickelte Technologien momentan noch nicht als Informationsquellen benutzt bzw. eignen sich zum heutigen Zeitpunkt unter Umständen noch nicht. Andererseits werden heute viele Arbeitsschritte im Rahmen der Sammlung, Bearbeitung und Aufbereitung der Daten manuell ausgeführt. Mit einem verbesserten und erweiterten Einsatz von Verkehrstelematik können zeitraubende Arbeiten beschleunigt werden, was für die Bewältigung von ausserordentlichen Lagen deutliche Vorteile bringt.

- Die Technologien von FCD, FMD, FTD und FCO gewinnen zwar langsam an Substanz, ihr Einsatz ist allerdings – insbesondere in der Schweiz – noch nicht weit verbreitet. Eine Problematik von FCD besteht darin, dass meisten Fahrzeuge (noch) nicht über eine entsprechende On-Board Unit verfügen, weswegen zum aktuellen Zeitpunkt mit dieser Technologie keine repräsentative Verkehrsmenge abgebildet werden kann. Zudem beruhen alle drei Technologien auf einer Datenübermittlung über das Mobilfunknetz. Bei FMD und FTD bildet das Mobilfunknetz sogar die Datengrundlage. Auf Grund der hohen Anfälligkeit des Mobilfunknetzes können diese drei Methoden zum aktuellen Zeitpunkt weder als zuverlässige Informationsquellen noch als geeignete Informationsquelle für die Lagedarstellung verwendet werden. Bei Weiterentwicklung der Systeme, insbesondere bei Berücksichtigung möglicher alternativer Übertragungskanäle, welche auch in ausserordentlichen Lagen sichergestellt sind, bieten diese drei Technologien in mittelfristiger Zukunft wertvolle und zeitnahe Informationen für die Erstellung des Verkehrslagebildes.

- Einen wichtigen Beitrag könnte bei geeignetem Einsatz auch die Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation bringen, welche heute in der Schweiz aber kaum eingesetzt wird. Bei dieser Verkehrstelematikanwendung gibt es für den Austausch der Daten zwischen den Fahrzeugen und der Infrastruktur verschiedene, redundante Kanäle (WLAN, Infrarot, UMTS etc.), wodurch auch bei einem Zusammenbruch des Mobilfunknetzes die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und der strassenseitigen Infrastruktur grundsätzlich sichergestellt werden kann. Damit eine Nutzung dieser Verkehrstelematikanwendung auch in einer ausserordentlichen Lage gewährleistet ist, muss die strassenseitige Verkehrstelematikinfrastruktur sowohl über eine funktionsfähige Stromversorgung als auch eine funktionsfähige Kommunikationsverbindung verfügen. In diesem Falle bietet sie einen wichtigen Beitrag zur Sammlung von Daten für die Erstellung der Lagedarstellung. In den nächsten Jahren werden fast alle Neuwagen mit der entsprechenden Kommunikationsschnittstelle ausgerüstet sein, wodurch dieses Verfahren zur Sammlung verkehrsbezogener Daten für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen entscheidend an Bedeutung gewinnt. Bei der Weiterentwicklung dieser Technologie sollte daher ein besonderes Augenmerk auf die kritischen Punkte gelegt werden.
- Die Systembetreiber und weitere Organisationen, welche der NAZ Informationen als Input für die elektronische Lagedarstellung zustellen, sammeln und erfassen Daten zur Verfügbarkeit ihres Netzes. Sie bedienen sich dabei verschiedener Quellen, wobei je nach ausserordentlicher Lage auf Grund des unterschiedlichen Schadensausmasses andere Quellen im Vordergrund stehen (können). In ausserordentlichen Lagen können von den vorhandenen Sensoren teilweise keine Daten mehr erhalten werden, da sie beschädigt sind oder die Strom- oder Kommunikationsübertragung nicht mehr funktioniert, oder aber diese Daten reichen nicht aus, um über eine Verfügbarkeit des Netzes auf einem bestimmten Abschnitt zu entscheiden. Alternative Methoden wie Personen vor Ort (speziell von Behörden losgeschickt oder Bevölkerung im Allgemeinen) mit Informationen bspw. via Telefon, Twitter, Funk oder persönlich übermittelt, Schadensaufnahme via Helikopter etc. erfordern zusätzlichen Aufwand. Die so erhaltenen Daten müssen zuerst manuell elektronisch erfasst – falls bereits elektronisch erhalten gegebenenfalls modifiziert – werden, bevor sie weiter verarbeitet werden können. Eine Modifikation der Daten ist insbesondere dann erforderlich, wenn sie ein unterschiedliches Format aufweisen und daher nicht direkt weiterverarbeitet werden können oder sie nicht dem Detailgrad entsprechen, welcher für die Weiterverarbeitung der Daten benötigt wird. Durch den Einsatz vordefinierter Formate resp. „Formulare“ kann der manuelle Aufwand minimiert werden. Auf der Stufe zwischen den Systembetreibern bzw. den weiteren Organisationen, welche im Hinblick auf die elektronische Lagedarstellung Daten sammeln, und der NAZ konnte mit den Prozessen wie Infolash und Netalert die Datenübermittlung zu einem gewissen Masse vereinheitlicht und der manuelle Bearbeitungsaufwand minimiert werden. Ähnliche Prozesse und Systeme können auch für alternative Erhebungsmethoden – wenn auch nicht alle möglich – entwickelt werden.
- Durch die Definition bestimmter Formate und einer Vereinheitlichung der Datendarstellung können zudem die nachgelagerten Prozesse automatisiert und beschleunigt werden. Die Zusammenstellung der verschiedenen Daten zum Lagebild sowie die jeweilige Aktualisierung der Lagedarstellung sollten möglichst automatisiert erfolgen. Die Daten seitens der Systemführer Schiene und Strasse haben heute ein unterschiedliches Format. Im Hinblick auf eine Automatisierung ist es prüfenswert, ob eine Vereinheitlichung nicht eine Verbesserung bei der Automatisierung der Datenverarbeitung bringen würde.
- In der elektronischen Lagedarstellung werden die verschiedenen Informationen und Daten aggregiert zusammengefasst und abgebildet. Im Hinblick auf strategische Analysen und Prozesse mag dies soweit gerechtfertigt sein, doch für die Abschätzung von Verkehrsprognosen – Inwiefern wird sich das Verkehrsaufkommen demnächst verändern? Wo wird es demnächst Engpässe geben? – oder die Prüfung der Auswirkungen von verkehrlichen Massnahmen – Welche Massnahmen eignen sich am besten? Sind weitere Massnahmen zu treffen? – werden Daten mit höherem Detaillierungsgrad benötigt. Aktuell können keine Berechnungen und Simulationen durchgeführt werden; dies trifft auch auf den Datenaustausch ausserhalb der elektronischen Lagedarstellung zu. Zuverlässige und vor allem zeitnahe Verkehrsprognosen (für ein gesamtes

Gebiet) sind heute somit kaum möglich. Eine grobe Abschätzung der Verkehrsentwicklung kann höchstens auf (persönlichen) Erfahrungswerten abgestützt werden, wobei im Falle einer ausserordentlichen Lage auch die tägliche Auseinandersetzung mit „trivialen“ Problemen nicht viel hilft. Um möglichst genaue Aussagen zur Verkehrsprognose oder Massnahmenwirkung machen zu können, werden detaillierte Realtime-Daten benötigt. Quellen für Realtime-Daten bilden grundsätzlich Zählstellen, aber auch die Technologien FCD, FMD, FTD, FCO sowie Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation bieten sich an. Ob die nicht-aggregierten Realtime-Daten im Hintergrund der elektronischen Lagedarstellung oder in einem separaten Tool zentral zusammengetragen werden sollen, ist noch zu prüfen. Beide Varianten weisen gewisse Vor- und Nachteile auf.

- Schliesslich gilt es zu beachten, dass die zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen bestehenden Lücken beim Einsatz der Verkehrstelematik vielfach im Alltag nicht als solche erkannt werden. Die langjährige Erfahrung der verschiedenen involvierten Organisationen des Verkehrsmanagements und solchen mit Funktion der Verbreitung von Verkehrsinformationen erlaubt eine effiziente Abwicklung bzw. Bewältigung von Ereignissen in normalen Lagen. Überdies sind personelle Ressourcen in genügendem Umfang verfügbar. Dies ändert sich deutlich bei Eintritt einer ausserordentlichen Lage. Durch die zusätzlichen Aufgaben, welche von den Organisationen wahrzunehmen sind (Aufbau Krisenstab, Koordination mit weiteren Stellen und Behörden etc.), sowie die äusseren Umstände (u.a. auch Einschränkungen bei der Verkehrstelematik bspw. durch Beschädigung der Infrastruktur oder der Leitungen) können sich die Personen kaum noch auf ihre Alltagserfahrung berufen. Mit einem geeigneten Einsatz von Verkehrstelematik dagegen können die Personen entlastet werden bzw. sich auf die ihnen in ausserordentlichen Lagen zugewiesene Aufgaben fokussieren.

Schwachstellen weist die heutige Verkehrstelematikinfrastruktur grundsätzlich durchgehend von der Sensorik bis zur Aktorik auf. Je nach ausserordentlicher Lage sind gewisse Verkehrstelematikanwendungen weniger anfällig oder eben mehr. Kritisch wird auf Grund der bei einer ausserordentlichen Lage erhöhten Nachfrage nach Kommunikation – sei es zwischen den verschiedenen involvierten Organisationen, der Informierung der Bevölkerung durch die Behörden oder aber innerhalb der Bevölkerung (Familienmitglieder, Bekannte etc.) – primär die verschiedenen Übertragungs- und Kommunikationskanäle. Teilweise ist auch die Stromversorgung ein sehr kritisches Element.

- Die Funktionsfähigkeit der Verkehrstelematik ist stark abhängig von der Stromversorgung. Da die meisten Verkehrstelematikinfrastrukturen heute leitungsgebunden und nicht autonom stromversorgt werden, fallen sowohl Sensoren als auch Aktoren bei einem Stromunterbruch – welcher auch als Folge einer ausserordentlichen Lage auftreten kann – aus. Die Erfassung der notwendigen Daten sowie die Massnahmenaktivierung und Informierung der Bevölkerung wird dadurch deutlich erschwert. Nur für die (im Alltag) äusserst sicherheitsrelevanten Verkehrstelematikanwendungen gibt es heute eine zur Verfügung stehende, redundante Stromversorgung. So kann bspw. eine sichere Räumung eines Tunnels gewährleistet werden. Ein längerer Betrieb ist aber nicht möglich. In ausserordentlichen Lagen gibt es weitere Verkehrstelematikanwendungen, welche als sicherheitsrelevant betrachtet werden können, insbesondere bei den Aktoren zur Informierung der Bevölkerung. Die Sicherstellung der Stromversorgung solcher Verkehrstelematik wäre im Hinblick auf ausserordentliche Lagen von hohem Nutzen.
- Auch im Rahmen der Datenbearbeitung und -aufbereitung hat ein Ausfall der Stromversorgung heute grosse Auswirkungen auf die Abläufe und Prozesse. Die verschiedenen, bei der Bewältigung einer ausserordentlichen Lage involvierten Organisationen verfügen vielfach nicht über Notstromaggregate oder redundante Versorgungsungen. Falls doch, reichen diese kaum für einen längeren Betrieb, sondern nur für einen sehr rudimentären Notbetrieb. Verschiedentlich müssen die Organisationen ihre Zentren schliessen und – falls vorhanden – an alternative (Not-)Standorte bzw. Zentralen umziehen. Vielfach ist aber auch dann kein uneingeschränkter Betrieb möglich.
- Eine weitere Schwäche im heutigen System sind die fehlenden redundanten Standorte für die technischen Einrichtungen von Verkehrssteuerungen. Bspw. existiert heute für das Verkehrsmanagement der Nationalstrassen keine redundante Verkehrsmana-

gemenzentrale. Bei einer Zerstörung der VMZ-CH ist heute mit weitreichenden verkehrlichen Einschränkungen auf der Strasse zu rechnen.

- Ein zentraler Punkt für die Funktionsfähigkeit der Verkehrstelematik bildet die Kommunikationsverbindung. Die Datenübertragung der Verkehrstelematik erfolgt aktuell vorwiegend leitungsgebunden, teilweise drahtlos. Bei einem Unterbruch der Kommunikationsleitungen wird daher nur noch sehr wenig Sensorik und Aktorik verfügbar sein; bei einem kompletten Unterbruch der Kommunikationsverbindungen, welcher unter anderem auf Grund eines Stromausfalls resultieren kann, lässt sich heute weder die Sensorik noch die Aktorik ansteuern, um Daten zu sammeln bzw. Betriebszustände für die Massnahmenauslösung zu aktivieren. Für die Ansteuerung gibt es momentan noch keine Redundanzen; diese werden mit neuen Verbindungen zur VMZ-CH erst geschaffen. Ob diese Redundanzen in ausserordentlichen Lagen jedoch einen Nutzen bringen, ist fraglich, insbesondere wenn sich die Verkehrstelematik im Schadengebiet befindet.
- Die Informierung der Bevölkerung ist bei einem Ausfall des heute vorhandenen alltäglichen Kommunikationsnetzes ebenfalls sehr anspruchsvoll. Als Erstes fällt das Mobilfunknetz aus. In diesem Fall kann das Internet nur noch über das Kabel empfangen werden – vorausgesetzt die Stromversorgung ist gewährleistet. Nach Wegfall des Internets bleibt generell noch die Radio- und Fernsehtechnologie als schnell weitstreuende Informierungsmöglichkeit, wobei dazu die Stromversorgung der Sendezentralen und Antennen gewährleistet sein muss. Auf Grund der vielen akkulosen Radios (zu Hause) kann die Bevölkerung je nach Stromverfügbarkeit nur über das Autoradio informiert werden. Ist eine Informierung via Radio auch nicht mehr möglich ist auf alternative Methoden zurückzugreifen wie bspw. Abfahren des Schadengebietes mit Lautsprecheranlagen resp. Megaphone. Bei der letztgenannten Möglichkeit werden die Prioritäten aber kaum auf Mitteilungen zur Verkehrslage gesetzt, sondern die Überbringung von lebensnotwendigen Informationen an die Bevölkerung steht im Vordergrund.
- Ein Ausfall der Kommunikationsverbindungen hat auch Auswirkungen auf die Prozesse im Zusammenhang mit der Aufbereitung. Bspw. sind die internetbasierten Prozesse Netaalert und Infoflash nicht krisensicher. Die Koordination und Abstimmung zwischen den verschiedenen Operatoren ist vielfach nicht mehr möglich, was sich wiederum auf die Effizienz der Entscheidungsfindung z.B. bei der Bestimmung der Evakuierungsachsen widerspiegeln wird.

### 5.3 Optimaler Einsatz der Verkehrstelematik zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen

Der heutige Einsatz der Verkehrstelematik orientiert sich an den Bedürfnissen im Alltag. Verkehrstelematik kann grundsätzlich aber auch in einer ausserordentlichen Lage eingesetzt werden, da sie auch hierfür einen Mehrwert bieten kann. Damit dies möglich ist und sie insbesondere auch die Bedürfnisse, welche zur Bewältigung einer ausserordentlichen Lage im Fokus stehen, befriedigen kann, müssen die verschiedenen Einschränkungen, welchen die heutige Verkehrstelematikinfrastruktur in einer ausserordentlichen Lage unterliegt, behoben werden. Vielfach ist dies möglich und von Seiten der Experten auch gewünscht. Im Folgenden wird unter Berücksichtigung der von den Experten genannten Anforderungen an die Verkehrstelematik deren optimalen Einsatz zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen behandelt. Ebenfalls wird – soweit erforderlich und daher nur relativ grob – darauf eingegangen, inwiefern die Bedürfnisse, Strategien, Prozesse und Organisationen in Bezug auf einen optimalen Einsatz der Verkehrstelematik in einer ausserordentlichen Lage aussehen sollten.

Gewisse Wünsche und Anforderungen betreffend Einsatz der Verkehrstelematik sind nur im Falle von ausserordentlichen Lagen von Bedeutung. Dagegen gibt es Verbesserungen, von welchen auch im Alltag profitiert werden kann. Dieser unterschiedliche Gewinn beim Nutzen der Verkehrstelematik wird im Folgenden berücksichtigt bzw. jeweils herausgehoben.

### 5.3.1 Bedürfnisse und Strategien

Zur Bewältigung einer ausserordentlichen Lage ist eine entsprechende Vorbereitung entscheidend. Da ausserordentliche Lagen vielfach grossflächige Auswirkungen haben, reichen die im Alltag genutzten Konzepte, Tools und Ausrüstungen nicht aus. Um die Bedürfnisse im Falle einer ausserordentlichen Lage befriedigen zu können, werden stattdessen weitergehende Anleitungen und Anweisungen mit Instruktionen – auch auf übergeordneter Ebene – für den Ereignisfall zweckdienliche Hilfsmittel<sup>43</sup> und alternativ verfügbare Infrastruktur benötigt. Diese zusätzlichen Dokumente und Ausrüstungen werden nur im Hinblick auf ausserordentliche Lagen benötigt. Sie bringen daher nur in ausserordentlichen Lagen, nicht aber für den alltäglichen Gebrauch einen Mehrwert.

Eine übergeordnete Bewältigungsstrategie, Vorsorgeplanungen auf strategischer Ebene sowie möglichst konkrete, evtl. sogar auf verschiedene ausserordentliche Lagen zugeschnittene Einsatzkonzepte, Notfallpläne und Checklisten auf operativer Ebene sind erforderlich. Es ist dabei wichtig, dass jede bei der Bewältigung ausserordentlicher Lagen involvierte Stelle und Behörde einerseits speziell auf sie bzw. ihre Aufgaben fokussierte Konzepte vorliegen hat, andererseits aber auch die Schnittstellen zu den weiteren involvierten Organisationen klar in diesen Dokumenten aufgeführt sind, damit im Bedarfsfall direkt der richtige Ansprechpartner gefunden werden kann.

Daneben werden auch Pläne und Tools, welche einen gleichen Informationsstand aller involvierten Stellen sicherstellen oder gemeinsam als Entscheidungsgrundlage für die zu verfolgenden Strategien und Prozesse genutzt werden können, benötigt. Mit der elektronischen Lagedarstellung besteht heute bereits ein sehr wichtiges Instrument. Es gibt aber auch noch offene bzw. noch nicht abgeschlossene Punkte wie eine (inter-)nationale Übersicht aller Lifelines, welche bedeutend im Zusammenhang mit der Wahl von Verkehrswegen zur Gewährleistung von Rettungs-, Versorgungs- und Evakuierungskanälen ist.

In gewissen ausserordentlichen Lagen sind die Zentralen, in welchen im Alltag Daten gesammelt, aufbereitet oder weiterverarbeitet oder von welchen aus Massnahmen koordiniert und ausgelöst werden, nicht mehr verfügbar. Einige ausserordentliche Lagen sind geographisch gebunden; grundsätzlich kann aber das Hauptschadengebiet überall liegen. Zur Bewältigung von ausserordentlichen Lagen ist die Existenz eines (Not-)Standorts mit redundanten Arbeitsplätzen, d.h. inkl. der erforderlichen Infrastruktur zum Agieren gemäss Vorsorgeplanung bzw. Einsatzkonzepten und Notfallplänen, eine wichtige Voraussetzung.

Rein mit der Existenz von Bewältigungsstrategien, Notfallplänen, weiteren Standorten, auf welche man im Ereignisfall zurückgreifen kann, zusätzlichen Hilfsmitteln etc. kann eine rasche und zielorientierte Bewältigung einer ausserordentlichen Lage noch nicht sichergestellt werden. Vor allem da diese Anwendungen nur in ausserordentlichen Lagen eingesetzt werden, muss auch ihr Einsatz umfassend und lagegerecht geübt werden.

Im Hinblick auf den Einsatz von speziell für die Bewältigung von ausserordentlichen Lagen benötigter bzw. unterstützender Verkehrstelematik sind auch im Vorfeld verschiedene Vorbereitungen zu treffen. Einerseits sind bestehende Richtlinien und Normen, in welchen der Bedarf der Verkehrstelematik, die Möglichkeiten und Grenzen eines Einsatzes sowie Anforderungen an die Funktionsfähigkeit festgelegt sind, auf den alltäglichen Gebrauch der Verkehrstelematik ausgelegt. Damit Verkehrstelematik gezielt und optimal auch zur Bewältigung einer ausserordentlichen Lage eingesetzt werden kann, müssen entsprechende Kriterien und Anforderungen bereits bei den Entscheidungsgrundlagen für eine Verwendung von Verkehrstelematikanwendungen Berücksichtigung finden.<sup>44</sup> Ander-

<sup>43</sup> Welche Verkehrstelematik für die Bewältigung von ausserordentlichen Lagen zweckdienlich sind und wie diese optimalerweise einzusetzen sind, wird ausführlich im Kapitel 5.3.3 behandelt, weswegen hier nicht im Detail darauf eingegangen wird.

<sup>44</sup> Es ist zu beachten, dass eine Verkehrstelematik nur dann sinnvoll ist, wenn sichergestellt ist, dass die entsprechende Verkehrsinfrastruktur im Falle einer ausserordentlichen Lage benutzbar bleibt.

seits wird durch die heutigen Bestimmungen zum Datenschutz verschiedentlich die Nutzung von mit neueren Technologien erhobenen Daten verhindert. Für den Einsatz ausgefeilter Technologien sowie die Weiterentwicklung neuer Systeme müssen diesbezüglich neue Gesetzesgrundlagen geschaffen werden.

### 5.3.2 Prozesse und Organisationen

Die Arbeitsteilung zwischen den immer aktiven Stellen und den nur im Falle einer ausserordentlichen Lage aktivierten Gremien ist primär durch ihre Funktion gegeben. Erstere sind für die operativen Aufgaben zuständig, während Letztere sich um Angelegenheiten auf strategischer Ebene kümmern. Gewisse Aufgaben können grundsätzlich von beiden Ebenen bearbeitet werden. Da die operativen Stellen grosse Erfahrung der durch den täglichen Gebrauch eingeübten Prozesse aufweisen, ist es zweckmässig, dass sie solche Prozesse auch in ausserordentlichen Lagen ausführen. Bspw. betrifft dies die Erstellung des verkehrlichen Lagebildes, was im Alltag von der Viasuisse ausgeführt wird, welche daher über eine breite Erfahrung bei der Nutzung der verschiedenen vorhandenen und verfügbaren Quellen, der Qualität sowie der Aufbereitung und Weiterverarbeitung der Daten verfügt. Da die elektronische Lagedarstellung, welche die Darstellung der aktuellen Verkehrslage beinhaltet, bei der NAZ angesiedelt ist, hat sie bisher das verkehrliche Lagebild in ausserordentlichen (und besonderen) Lagen erstellt. Betreffend Beschleunigung der Erstellung der elektronischen Lagedarstellung gibt es noch Potenzial. Dies könnte mit einer verstärkten Zusammenarbeit zwischen der Viasuisse und der NAZ ausgeschöpft werden. Überdies kann somit sichergestellt werden, dass nicht zwei voneinander abweichende Darstellungen zur Verkehrslage angefertigt und gegebenenfalls unterschiedliche, sich möglicherweise widersprechende Informationen weitergegeben werden.

Auf operativer Ebene arbeiten die verschiedenen Stellen vielfach bereits im Alltag zusammen. Interaktionen erfolgen nur bedarfabhängig. In ausserordentlichen Lagen ist eine verstärkte Kommunikation und Abstimmung erforderlich. Es ist insbesondere darauf zu achten, dass Massnahmen koordiniert und synchron ausgelöst sowie Widersprüche bei der Informierung der Bevölkerung über das Ereignis oder Massnahmen vermieden werden; die Befolgung von Massnahmen hängt stark mit der Glaubwürdigkeit der Informationen zusammen.

Wie bei den Bedürfnissen und Strategien gibt es auch im Rahmen der Prozesse und Organisationen vorwiegend Optimierungen, welche eine wichtige Voraussetzung für eine rasche und effiziente Bewältigung einer ausserordentlichen Lage bilden, jedoch keinen Nutzen für den Alltag bringen. Zwei der oben genannten Punkte sind allerdings auch im Alltag von Vorteil; es handelt sich hierbei einerseits um die Klärung der Verantwortlichkeiten, andererseits um die Koordinierung und Synchronisierung der Massnahmen.

### 5.3.3 Massnahmen und Mittel

Je nach Prozessschritt eignen sich Verkehrstelematikanwendungen in unterschiedlichem Masse für den Einsatz in ausserordentlichen Lagen. Das Kapitel gliedert sich daher in Abschnitte über Verkehrstelematik im Rahmen der Sammlung der benötigten Daten, zur Aufbereitung und Weiterbearbeitung der erhobenen Daten, zur Abstimmung und Koordination zwischen den Organisationen sowie für die Massnahmenauslösung inkl. umfassender Informierung der Bevölkerung.

#### Sensorik

Die Verfügbarkeit von Daten zum Verkehr, den Strassenverhältnissen (bzw. den Verhältnissen der verschiedenen Verkehrsträger), gegebenenfalls auch zum Infrastrukturzustand sowie zum Wetter bildet eine wichtige Grundlage für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen. Verkehrstelematik bietet die Möglichkeit, umfangreiche Daten zeitnah und mit hohem Detaillierungsgrad zu erhalten. Bezüglich der Verkehrsdaten eignen sich als Quellen sowohl strassenseitige Sensoren, als auch solche in Fahrzeugen (fahrzeug- oder personengebunden), wobei Letztere grundsätzlich das grössere Potential aufweisen.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> Nicht alle bei der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen involvierten Organisationen sehen dies so. Während die VMZ-CH und Viasuisse fahrzeugseitige Daten wie FCD bevorzugen würde, sind sie für die VLZ Zürich von geringerem Interesse – zumin-

Durch die Bewegung des Fahrzeugs kann wie bei strassenseitigen Sensoren die Geschwindigkeit des Gefährtes ermittelt werden. Zwar ist es nicht möglich, die Verkehrsdichte zu erfassen, dafür erhält man Informationen über die zurückgelegte Route, Wendemanöver bspw. auf Grund einer beschädigten Strasseninfrastruktur etc. Die Kenntnis über die Fahrtenverläufe bildet eine wichtige Basis für die anschliessende Aufbereitung der erhobenen Daten; so wird eine verbesserte Berechnung von Verkehrsprognosen und Simulation von Massnahmen ermöglicht<sup>46</sup> – sofern die Flotte an mit Sensoren ausgerüsteten Fahrzeugen genügend gross ist. Auch im Alltag – es werden dann grundsätzlich Informationen für andere Strassenabschnitte benötigt – bringen Daten von fahrzeug- und personengebundenen Sensoren einen gewissen Zusatznutzen. Im Hinblick auf die Nutzung von Sensoren zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen sollte der Fokus somit auf fahrzeug- bzw. personengebundene Sensoren gelegt werden. Ergänzend dazu können die noch verfügbaren Daten von strassenseitigen Sensoren verwendet werden.

Damit die Funktionsfähigkeit der Sensoren auch in ausserordentlichen Lagen erhalten bleibt, gelten spezielle Anforderungen an die Stromversorgung und die Datenübertragung. Da Leitungen in ausserordentlichen Lagen beschädigt werden können, ist von Vorteil, wenn die Sensoren über eine autonome Stromversorgung verfügen. Betreffend Datenübermittlung gibt es heute noch keine einheitlichen, in jedem Falle gewährleisteten Verbindungskanäle. Für die Übertragung der erhobenen Daten ist daher ein alternativer Kanal wie bspw. Infrarot bzw. solche, welche bei der Fahrzeug-zu-Fahrzeug und Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation verwendet werden, oder Richtfunk zu finden. Die infrastrukturseitige Kommunikationsproblematik kann damit aber teilweise nicht gelöst werden. Gleichzeitig muss die Zentrale, in welche die Daten gesendet werden, jederzeit stromversorgt werden bzw. alternative Zentralen zur Verfügung stehen. Wie oben genannt, bieten im Hinblick auf die Darstellung des Verkehrsaufkommens fahrzeug- und personengebundene Sensoren (FCD, FMD, FTD, FCO, Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation) das grössere Potential als strassenseitige. Betreffend Übertragung ist bei der weiteren Entwicklung und Forschung von fahrzeug- und personengebundenen Sensoren dem Aspekt der Datenübertragung grosse Beachtung zu schenken.

Die Erfüllung der Anforderungen zur Funktionsfähigkeit ist wichtig für die Gewährleistung einer umfassenden Datensammlung, welche zudem Automatisierungsprozesse (d.h. keine manuelle Erhebung und Erfassung der Daten) zulässt. Gleichzeitig bedingt sie eine Umrüstung der meisten vorhandenen Verkehrstelematikanwendungen, was kostspielig ist. Da insbesondere die Eintrittswahrscheinlichkeiten ausserordentlicher Lagen relativ gering sind, ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis auf den ersten Blick, insbesondere für strassenseitige Sensorinfrastruktur nicht sehr gut. Von einer verbesserten und umfassenderen Abdeckung der Verkehrsinfrastruktur mit Sensoren kann allerdings auch im Alltag profitiert werden: Störungen im Verkehrsnetz können schneller erkannt und entsprechende Massnahmen zu deren Vermeidung bzw. Behebung ausgelöst werden. Auch können im Alltag verschiedentlich Prozesse automatisiert werden, da auf Grund der Vollständigkeit der Daten auf eine aufwändige, manuell erhobene Datensammlung verzichtet werden kann.

Bei einem optimalen Einsatz von Verkehrstelematik besteht kaum noch Bedarf manuell erhobener Grundlagen für die Darstellung des Verkehrsaufkommens. Für die allgemeine Verkehrslage, d.h. inkl. Informationen allfälliger Einschränkungen bzw. Beschädigungen an der (Strassen-)Infrastruktur und Details über die aktuellen (Strassen-)Verhältnisse, sowie die Wetterbedingungen genügen die (rein strassen- bzw. infrastrukturseitigen) Sensordaten dagegen nicht. Wegen ihrer Anfälligkeit sowie der Problematik, dass viele relevante Faktoren wie die Stabilität von Kunstbauten nicht bzw. nicht ausschliesslich mit Hilfe der heute entwickelten Technik ermittelt und beurteilt werden können, sind in ausserordentlichen Lagen zwingend weitere – nicht auf Verkehrstelematikanwendungen ba-

---

dest für die erste Phase der Bewältigung.

<sup>46</sup> Ein wichtiger Punkt ist, dass detaillierte Realtime-Daten zur Verfügung stehen und nicht von gewissen Organisationen aggregiert und in dieser Form weitergegeben werden. Heutige Interessenskonflikte sind auf Grund des Potentials für Verkehrstelematikanwendungen und die raschere und organisiertere Bewältigung der ausserordentlichen Lage insbesondere zwischen der VMZ-CH und der Viasuisse bzw. der SRG SSR zu lösen.

sierende – Quellen (Personal vor Ort, Bevölkerung etc.) zu berücksichtigen. Die so erhaltenen Informationen sind im Hinblick auf eine automatisierte Weiterverarbeitung einheitlich in einem „Formular“ zu erfassen.

Dasselbe gilt auch für allgemeine Informationen aus der Bevölkerung<sup>47</sup>: Die Bereitstellung einheitlicher Formulare ermöglicht eine automatisierte Weiterverwendung. Diese Formulare sollten sowohl im Internet oder als App der Bevölkerung zum eigenständigen Ausfüllen zur Verfügung gestellt werden, als auch für die Behörden, welche die Informationen bspw. telefonisch entgegennehmen, gelten. Die Nutzung dieser Formulare ist auf Grund der Schwachstellen der Kommunikationsverbindungen im Falle einer ausserordentlichen Lage unter Umständen zeitlich beschränkt, da das Kommunikationsnetz oder zumindest Teile davon zusammenbrechen werden. Dennoch bieten sie einen hohen Beitrag zur Automatisierung der nachgelagerten Prozesse, weswegen nicht auf die Definition und Bereitstellung solcher Formulare verzichtet werden sollte. Mit dem Einsatznetz Verteidigung der Armee verfügen die Behörden über ein Kommunikationsnetz, das zu einem hohen Grad krisensicher ist und auch in ausserordentlichen Lagen die Erfassung von Informationen sowie den Versand der Daten in eine zentrale Datenbank resp. für die elektronische Lagedarstellung sicherstellt.

Die zusätzlichen Aufwendungen für eine verbesserte Datensammlung sind nicht nur in ausserordentlichen Lagen von Vorteil. Insbesondere von einer verstärkten Nutzung fahrzeug- und personengebundener Sensordaten profitieren sowohl Systembetreiber als auch die Verkehrsteilnehmer, da rascher kritische Situationen erkannt werden und frühzeitig entsprechende Gegenmassnahmen eingeleitet werden können. Die Vereinheitlichung der Informationssammlung mittels Formularen sowie die Filterung von Anrufen zur Eruiierung sicherheitsrelevanter Mitteilungen erlaubt auch im Alltag eine Automatisierung der Prozesse, wodurch die personellen Ressourcen gezielter eingesetzt werden können.

### **Aufbereitung der Daten**

Die Aufbereitung der Daten sollte in einer ausserordentlichen Lage möglichst automatisiert erfolgen, damit einerseits die Prozesse beschleunigt werden können, andererseits die personellen Ressourcen anderweitig zur Verfügung stehen. Die elektronische Lagedarstellung, welche die Hauptgrundlage für die verschiedenen, bei der Bewältigung einer ausserordentlichen Lage involvierten Organisationen bildet, muss wegen ihrer Wichtigkeit zeitnah verfügbar sein und die aktuelle Situation abbilden. Die hohe Anzahl an Input-Daten der verschiedenen Stellen sowie die jeweiligen Aktualisierungen müssen rasch verarbeitet werden. Manuell ist dies, insbesondere in einer ausserordentlichen Lage, wenn die personellen Ressourcen zudem anderweitig benötigt werden, kaum möglich. Eine gute Vernetzung der Datenquellen und der Lagedarstellung mit automatisierten Prozessen ist entscheidend.

Im Zusammenhang mit der Automatisierung ist ein einheitliches Datenformat von Vorteil. Optimalerweise weisen alle Daten bereits nach deren Erfassung dasselbe Format auf. Spätestens beim Zusammentragen der verschiedenen Informationen für die Erstellung und jeweilige Aktualisierung des Verkehrslagebilds bzw. der elektronischen Lagedarstellung sollten zur Vereinfachung der Automatisierung die Datenformate übereinstimmen.

Die Anforderung der übereinstimmenden Datenformate ist auch relevant im Hinblick auf die Verwendung von detaillierten Realtime-Daten, welche sowohl in ausserordentlichen Lagen als auch im Alltag deutliche Vorteile bringen. So bieten sie eine wichtige Grundlage für verschiedene Verkehrsmodellierungen und -simulationen. In ausserordentlichen Lagen sind geeignete Modelle einzusetzen, um die kurzfristige Verkehrsentwicklung abzuschätzen, Interaktionen zwischen den Verkehrsströmen sowie voraussichtlich bald auftretende Engpässe festzustellen und Massnahmen auf ihre Wirksamkeit zu prüfen. Nach Möglichkeit lesen die Verkehrsmodelle die erhobenen Daten automatisch ein, übernehmen die Prüfung verschiedener Massnahmen und schlagen schliesslich diejenigen vor, welche für das Gesamtsystem am besten sind. Durch die Nutzung von Verkehrsmodellen

---

<sup>47</sup> Für sicherheitsrelevante Informationen eignet sich dieses Formular eher weniger, da die Informationen in der Datenflut unter Umständen untergehen; die Notfallnummer eignet sich dafür besser.

können auf die ausserordentliche Lage optimal abgestimmte Massnahmen gefunden und frühzeitig ausgelöst werden, wodurch ein Verkehrschaos möglichst vermieden werden kann.

### **Telematik für die Abstimmung zwischen den Organisationen**

Die Abstimmung und Koordination zwischen den verschiedenen involvierten Organisationen ist ein weiteres wichtiges Element in der Prozesskette, welches für eine erfolgreiche Bewältigung der ausserordentlichen Lage entscheidend ist. In ausserordentlichen Lagen sollte dabei der Einsatz solcher Hilfsmittel im Vordergrund stehen, die unter Zeitdruck korrekt und praktisch angewandt werden können und deren Bedienung für jeden verständlich ist. Die alltäglich genutzten Instrumente und Hilfsmittel inkl. Übertragungskanälen sollten somit krisensicher sein, d.h. auch in ausserordentlichen Lagen uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

Einzelne Organisationen oder Systembetreiber bauen – unabhängig von den übergeordnet geplanten sicherheitspolitisch relevanten Systemen – eigene krisensichere Kommunikationsnetze auf. Da diese Kommunikationsnetze nur spezifisch von gewissen Organisationen benutzt werden (können), bieten sie keinen Ersatz für die sicherheitspolitisch relevanten Systeme, bilden aber eine gute Ergänzung bspw. für eine Verteilung gewisser Anfragen und Koordinationsgespräche zwischen den Organisationen auf verschiedene Netze.

In einem speziellen Krisenfall bietet sich als Rückfallebene zu den oben genannten Systemen das Satellitentelefon an. Damit es aber eingesetzt werden kann, ist eine Übersicht über die verschiedenen Standorte der Telefone mit den entsprechenden Nummern zu erstellen, laufend zu aktualisieren und den verschiedenen Organisationen zuzustellen.

Im Alltag gibt es für die Abstimmung und Koordinationen verschiedene funktionsfähige Alternativen, weswegen kein Bedarf an zusätzlicher Ausrüstung besteht. Krisensichere Systeme werden somit nur in ausserordentlichen Lagen benötigt bzw. bringen nur dann einen Nutzensgewinn.

### **Aktorik**

Eine ausserordentliche Lage kann jederzeit eintreten, vielfach sogar ohne Voranmeldung. Ein Grossteil der Bevölkerung wird auf den Eintritt der ausserordentlichen Lage unvorbereitet sein und allfällige zusätzliche, speziell für die Alarmierung und Informierung der Bevölkerung entwickelte Hilfsmittel (und bspw. auch Medikamente) kaum mit sich führen. Es ist deshalb äusserst wichtig, die Bevölkerung über die heutigen im Alltag genutzten Instrumente alarmieren und informieren zu können.

Viele Personen besitzen ein Handy. Laufend stärker verbreitet sind auch Smartphones. Bei Alarmierung und Informierung der Bevölkerung über diese Medien kann somit ein Grossteil der schweizerischen Bevölkerung erreicht werden. Voraussetzung hierzu ist, dass krisensichere Verbindungen für die Übertragung von Informationen und Daten existieren und diese von den Endgeräten empfangen werden können. Das Mobilfunknetz eignet sich auf Grund seiner Anfälligkeit in ausserordentlichen Lagen bspw. kaum. Mit dem in naher Zukunft verfügbaren krisensicheren Radio- und Notsendernetz (IBBK-Infrastruktur) bietet sich eine Informierung via Radio bzw. DAB an. Da zusätzlich zur mündlichen Informierung eine Übertragung von Daten von Vorteil ist, liegt das Einsatzpotential bei DAB Plus. Smartphones und gewisse Handys verfügen bereits über einen entsprechenden Empfänger, doch viele der älteren Geräte können keine via DAB Plus verbreitete Informationen empfangen. Um mit den geplanten Investitionen in eine krisensichere Infrastruktur zur Informierung der Bevölkerung den grössten Nutzen zu erreichen, sollte die Problematik der Endgeräte behoben werden. Bei der weiteren Entwicklung von Mobilfunkgeräten sollte diesem Aspekt grosse Beachtung geschenkt werden. Nichtsdestotrotz sind auch kurzfristige Lösungen wie bspw. Security Cards zu finden. Die kreditkartenförmige Karte schliesst die Schnittstelle dank integriertem DAB- und RDS-Empfänger, Antenne sowie Bluetooth-Sender. Eine hohe Durchdringungsrate kann mit Unterstützung der Mobilfunkanbieter bzw. der Händler von Mobilfunkendgeräten erreicht werden. Obwohl mit dieser Security Card die Problematik entschärft werden kann und überdies auch für weitere Kommunikationskanäle entsprechende Empfänger integriert werden

können, handelt es sich wiederum um ein zusätzliches Objekt, deren Mitführung in einer ausserordentlichen Lage massgebend für die Erreichbarkeit der jeweiligen Person ist.

Gewisse Daten oder Apps können bereits vorgängig zu einer ausserordentlichen Lage verbreitet und auf die Smartphones geladen und bei Ereigniseintritt durch eine entsprechende Mitteilung automatisch aktiviert werden. Nebst grundsätzlichen Verhaltensanweisungen für verschiedene ausserordentliche Lagen können sie auch allgemeine Informationen zum Ereignis, (vordefinierte) Massnahmen und Routenempfehlungen enthalten.

Intelligente Verkehrstelematik erlaubt, die Aktivierung der vorgängig verbreiteten Daten in Abhängigkeit des aktuellen Standortes des Endgerät-Nutzers vorzunehmen. So ist unter Umständen keine Aktivierung erforderlich, da sich die Person ausserhalb des Schadengebietes befindet und keine Beeinträchtigungen der Verkehrsinfrastruktur in ihrer Umgebung vorliegen, oder müssen dem Nutzer spezifische auf den aktuellen Standort ausgerichtete Informationen angezeigt werden. So kann bspw. im Falle einer ausserordentlichen Lage, welche eine Evakuierung bedingt, die Evakuierungsrouten personen- bzw. standortspezifisch angegeben werden. Die empfohlenen Routen sind vorgängig auf Basis von Simulationen und Berechnungen für eine optimale Verteilung der Verkehrsströme ermittelt worden. Dass die Nutzer die angegebene Route nutzen, kann damit – und allgemein mit Verkehrstelematik – aber nicht sichergestellt werden. Insbesondere ist es auch mit solchen Verkehrstelematikanwendungen schwierig, die persönlichen Bedürfnisse wie bspw. zuerst Familienmitglieder aufsuchen und zusammen das zu evakuierende Gebiet verlassen, zu berücksichtigen.

Zusätzlich zu einem verstärkten Einbezug der Mobilfunkendgeräte sind verschiedene, in den Fahrzeugen integrierte Hilfsmittel zur Alarmierung und Informierung der Verkehrsteilnehmer zu nutzen. Jegliche Geräte, die Meldungen via DAB Plus, RDS oder Satellit empfangen können, sowie On-Board Units, welche eine Fahrzeug-zu-Infrastruktur oder eine Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation erlauben, bieten einen hohen Nutzen. Voraussetzung ist wiederum, dass es eine flächendeckende krisensichere Übertragung zwischen den Behörden und dem Endgerät gibt. Momentan stehen diese Verkehrstelematikanwendungen noch nicht zur Verfügung, da entweder die Übertragungsart oder aber die Endgeräte für einen optimalen Einsatz, insbesondere in einer ausserordentlichen Lage, noch nicht genügend entwickelt sind. Da auch im Alltag von diesen Technologien profitiert werden kann, sollte die Forschung (weiter) vorangetrieben werden. Gleichzeitig sollte auf die Aspekte zur Sicherstellung eines Einsatzes in einer ausserordentlichen Lage ein spezielles Augenmerk gelegt werden.

Wie bei der Sensorik bietet sich auch bei der Aktorik das grösste Potential bei den personen- bzw. fahrzeuggebundenen Verkehrstelematikanwendungen. Nichtsdestotrotz sind auch strassenseitige Aktoren einzusetzen und zwar nicht nur zur Lenkung, sondern auch zur allgemeinen Informierung und Warnung der Bevölkerung. Um zusätzliche Informationen auf den WTA klar und verständlich anzeigen zu können, eignen sich grössere als heute vorhanden, vollgraphische Anzeigen. Solche Anzeigen machen gemäss VMZ-CH nur Sinn, wenn die WTA nicht für die Verkehrslenkung oder Verkehrsinformationen genutzt wird; die Anzeige von verkehrsbezogenen Informationen wird gegenüber einer solchen mit allgemeinen Informationen zum Ereignis prioritär behandelt. In ausserordentlichen Lagen, bei welchen die Gesundheit oder sogar das Leben der Bevölkerung bedroht ist, ist die Verkehrstelematik (WTA, Monitore etc.) so zu nutzen, dass sich die Bevölkerung über die Schwere der Auswirkungen bei einer Missachtung der Empfehlung bewusst ist. Nur die Anzeige der Sperrung eines (National-)Strassenabschnitts genügt nicht, um die Verkehrsteilnehmer ausserhalb eines gesundheitsgefährdeten Gebiets zu halten bzw. eine Umfahrung via untergeordnetes Strassennetz zu verhindern. In diesem Falle sind sicherheitsrelevante Informationen mit höchster Priorität zu berücksichtigen und ggf. auf die Anzeige von Informationen zur Verkehrslenkung zu verzichten.

Die Anforderungen, welche in ausserordentlichen Lagen an eine verfügbare Aktorik gestellt werden, bringen auch für den Alltag gewisse Vorteile. Das kritischste Element, die Kommunikationsverbindung, bereitet im Alltag zwar kaum Probleme. Dennoch kann mit den oben genannten alternativen Kanälen die Bevölkerung besser und umfassender erreicht und informiert werden, was auch für Bagatellfälle im Alltag Vorteile bringt. Dies

kann durch den Einsatz einheitlicher WTA (gemäss Richtlinien) gegebenenfalls unterstützt werden. Die Entwicklung von Daten und Apps, welche vorgängig auf ein Endgerät geschickt und im Bedarfsfall aktiviert werden, eignet sich unter anderem für die Bewältigung eines grösseren Verkehrsaufkommens im Alltag, bspw. bei einem grösseren oder bedeutenden Sportanlass. Die Vorinformierung und Durchführung von Übungen und Tests dagegen zielt einzig auf eine optimale Bewältigung ausserordentlicher Lagen ab.

## 5.4 Weiteres Potential der Verkehrstelematik

Von den Experten kaum genannt, dennoch aber im Hinblick auf einen optimalen Einsatz der Verkehrstelematik zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen grundsätzlich geeignet, sind gewisse Verkehrstelematikanwendungen, von welchen sich die meisten aktuell noch in Entwicklung befinden. Im vorliegenden Kapitel werden diese Anwendungen, welche primär für den alltäglichen Gebrauch geschaffen werden, genauer beleuchtet und insbesondere auf die laufende Forschung eingegangen.

### 5.4.1 Emergency Call (eCall)

Mit eCall wird ein von der EU lanciertes Projekt bezeichnet, durch welches eine zeitnahe Alarmierung und schnelle Unfalldetektion ermöglicht wird. Ein schwerer Unfall wird durch einen Sensor im Fahrzeug erkannt. Ein an diesen Sensor angeschlossenes Gerät wählt dann automatisch den europäischen Notruf (112) und sendet via Mobilfunk ein minimales Datenpaket (Zeitpunkt, Position, Fahrtrichtung auf der Autobahn, Fahrzeugtyp) ab. Dieses wird von der zuständigen Zentrale erfasst und die Ansprechperson in dieser Zentrale nimmt Kontakt mit dem Wagenlenker auf. Sollte dieser nicht reagieren, wird ein Rettungsfahrzeug an den Unfallort aufgeboten. Ein Notruf kann auch manuell ausgelöst werden, z.B. wenn man einen Unfall beobachtet. [35]

Die technologische Entwicklung ist abgeschlossen, allerdings gibt es bis zur Einführung noch einige Punkte zu erledigen:

- Alle neuen Fahrzeuge sollten bereits im Rahmen der Produktion mit einem eCall-Gerät ausgerüstet werden;
- Die Telefonnetzbetreiber müssen eCalls erkennen und diese mit erster Priorität zu Notrufzentralen durchleiten;
- Die Notrufzentralen müssen in der Lage sein, die eCalls vollständig erfassen und interpretieren zu können, um diese Informationen an die Rettungsdienste weiterzuleiten.

Die EU hat sich das Ziel gesetzt, dass die Technologie 2015 europaweit verfügbar ist. Bis Ende Oktober 2011 haben 22 EU-Mitgliedstaaten ihre Unterstützung für die Einführung von eCall zugesichert. Auch die Schweiz hat eine förmliche Zusage gegeben. Die grosse Akzeptanz seitens der Regierungen wird durch zahlreiche Zusagen aus der Industrie und von Verkehrsicherheitsorganisationen gestützt. Schliesslich ist insbesondere die Haltung und die Aktivität der Industrie entscheidend für die Zeitdauer bis zur flächendeckenden Umsetzung.

Die Verwendung von eCall in einer ausserordentlichen Lage ist insofern wertvoll, als dass der Notruf Daten zur genauen Position des Fahrzeuges beinhaltet, wodurch Unfallstellen sehr schnell lokalisiert und die Rettungsdienste in der Fläche gezielt eingesetzt werden können. Problematisch bei dieser Verkehrstelematikanwendung ist gemäss heutigem Entwicklungsstand allerdings die Übertragung, da der Notruf über das Mobilfunknetz abgesetzt wird. In gewissen ausserordentlichen Lagen ist damit zu rechnen, dass relativ viele eCalls eingehen – sei dies automatisch oder manuell –, wodurch das Netz unnötig belastet wird. Bei einem bereits überlasteten Netz ist momentan nicht auszuschliessen, dass es zu Übertragungsfehlern kommt und kein Notruf ausgelöst wird. Damit diese Verkehrstelematik in ausserordentlichen Lagen einen deutlichen Mehrwert bringt, muss insbesondere am benutzten Kommunikationskanal noch weitergeforscht werden.

### 5.4.2 Fahrzeug-zu-Fahrzeug und Fahrzeug-zu-Infrastruktur Kommunikation

Im europäischen Raum wird die Umsetzung dieser beiden Technologien durch das CAR 2 CAR Communication Consortium, eine europäische Non-Profit-Organisation bestehend

aus diversen Interessensgemeinschaften aus der europäischen Autoindustrie und Forschung im Strassenverkehrswesen, vorangetrieben. Ein starker Fokus legt das Konsortium auf die Interoperabilität. So strebt es die Entwicklung eines Standards für kooperative Verkehrstelematiksysteme sowohl im Zusammenhang mit dem Austausch zwischen den Fahrzeugen als auch bei der Kompatibilität mit der strassenseitigen Kommunikationsinfrastruktur an. [34]

Die Vorteile der beiden Technologien liegen insbesondere bei der Verbesserung des Verkehrsflusses, der Verkürzung der Fahrzeiten, der Verhinderung von Unfällen und der Senkung der Emissionen (Treibstoff, CO<sub>2</sub>). Verschiedene EU-Projekte mit Einsatz dieser Verkehrstelematikanwendungen sind lanciert:

- Safe Road Trains for the Environment (SARTRE) [43]  
Bei SARTRE steht die Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation im Vordergrund. Eine Autokolonne wird durch ein Fahrzeug angeführt, während sich die Fahrzeuge dahinter jeweils dem vorderen „anhängen“ und mit einer halbautonomen Steuerung fahren. Die Idee ist, dass die Fahrzeuglenker der angehängten Fahrzeuge diverse Arbeiten wie Telefonieren, Bücher lesen etc. erledigen können. Für SARTRE wird die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen primär mit Wireless gesteuert.
- Roadside Units (RSU) [18]  
Die Roadside Units (RSU) am Strassenrand erfassen über eine drahtlose Kommunikation die Beschleunigung und das Rutschen eines Fahrzeuges und senden an die Fahrzeuge, welche sich auf diesem Strassenabschnitt befinden, im Gegenzug Informationen über den Strassenzustand (Glatteis etc.).
- TRAVOLUTION [18], [45]  
Das Projekt TRAVOLUTION im deutschen Ingolstadt besteht aus mehreren Teilprojekten. Im Teilprojekt „Netzsteuerung“ geht es um die Optimierung der Lichtsignalsteuerung des Hauptstrassennetzes. Die Netzsteuerung sucht die bestmögliche Ampelschaltung und passt sich laufend der aktuellen Verkehrssituation an. Die Resultate zeigen eine deutliche Abnahme der Anzahl Stopps an Rotlichtern und somit einen verringerten Emissionsausstoss. Ein weiteres Teilprojekt nennt sich „der informierte Fahrer“. Dazu wurden drei Lichtsignalanlagen mit einem Kommunikationsmodul ausgestattet, welche den Fahrer via Bordcomputer mitteilen, wann die Ampel grün wird und welche Geschwindigkeit er einzuhalten hat, um nicht anhalten zu müssen. Die gesamte Technologie stützt sich auf WLAN und UMTS

Erfolgreiche Tests, die Entwicklung unterschiedlicher Implementierungen und das breite Interesse der Automobilindustrie und des Verkehrs- und Transportforschungswesen zeigen, dass diese Technologien kurz- bis mittelfristig marktreif sind. Ein effizienteres Verkehrsmanagement bringt auch Vorteile in einer ausserordentlichen Lage, z.B. im Falle einer Evakuierung. Ein weiterer Nutzen ist auch in Bezug auf die Sammlung von Daten für die Erstellung des Lagebildes, sowie die Alarmierung und Informierung der Verkehrsteilnehmer zu finden. Interessant bezüglich Datenaustausch ist vor allem, dass nur ein Teil der Kommunikation auf dem Mobilfunknetz aufgebaut ist. Ein grosser Teil, vor allem die Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation, basiert auf WLAN oder teilweise auch Infrarot, was auf Grund der geringen Distanzen gut funktioniert und relativ stabil ist. Eine Verbindung der strassenseitigen Infrastruktur und der Zentrale ist mit dieser Übertragung bisher allerdings nicht möglich. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit ein gesamtes System funktionsfähig ist, wenn nur Teile der Verbindungen aufgebaut werden können. Dieser Aspekt sollte im Rahmen der weiteren Entwicklung berücksichtigt werden.

### 5.4.3 Datensammlung via Formular, App

Im Hinblick auf eine automatische Weiterverarbeitung von Informationen aus der Bevölkerung sind die Daten in einem einheitlichen Format zu erheben, bspw. durch Ausfüllen eines bestimmten Formulars. Wird dieses Formular der Bevölkerung zum selbständigen Ausfüllen zur Verfügung gestellt, kann die Flut der Anrufe bei den Notrufzentralen in ausserordentlichen Lagen minimiert werden. Der Zugriff auf das Formular kann bspw. webbasiert erfolgen. Eine Internetplattform mit sehr einfachen Masken ermöglicht eine schnelle Erfassung. Durch die Darstellung der bereits eingegangenen Meldungen kann die Anzahl Mitteilungen gleichen Inhalts reduziert werden. Es ist wichtig, dass der Link

zum Formular an den relevanten Orten im Internet zu finden ist, insbesondere bei den verschiedenen Social Media wie Facebook und Twitter, über welche voraussichtlich auch in ausserordentlichen Lagen relativ viele Informationen ausgetauscht werden.

Zusätzlich zur webbasierten Plattform sollte auch Reisenden ein Zugriff auf das Formular ermöglicht werden, bspw. mit einem entsprechenden App. Es muss beachtet werden, dass die Übermittlung der Daten an das insbesondere in ausserordentlichen Lagen anfällige Mobilfunknetz gebunden ist. Für einen zielführenden Einsatz in ausserordentlichen Lagen besteht diesbezüglich somit noch Forschungsbedarf.

## 6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

### 6.1 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die heutige Nutzung der Verkehrstelematik orientiert sich an den Bedürfnissen des Alltags. Gewisse Verkehrstelematik lässt sich dank bereits bestehenden Vorkehrungen auch in ausserordentlichen Lagen einsetzen. Insgesamt ist aber noch ein grosses Verbesserungspotential beim Einsatz von Verkehrstelematik zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen vorhanden. Mittels geeigneter Anpassungen der bestehenden sowie dem Einsatz von zusätzlichen Verkehrstelematikanwendungen kann die Bewältigung ausserordentlicher Lagen positiv beeinflusst werden.<sup>48</sup> Einen deutlichen Mehrwert bringt sie insbesondere bei der Datensammlung und Aufbereitung sowie der Informierung der Bevölkerung.

#### 6.1.1 Fahrzeug- und personengebundene Sensorik und Aktorik

Fahrzeug- und personengebundene Verkehrstelematik wird heute nur sehr beschränkt im Rahmen des Verkehrsmanagement eingesetzt. Am stärksten Anwendung finden bisher gewisse fahrzeugeitige Aktoren (Navigationsgeräte etc.). Doch auch als Sensorik bieten sie insbesondere in ausserordentlichen Lagen deutliche Vorteile gegenüber den heute verwendeten Verkehrstelematikanwendungen. Der Einsatz von fahrzeug- und personengebundener Sensorik und Aktorik bringt überdies auch im Alltag einen grossen Mehrwert.

Dynamische Methoden zur Verkehrserhebung wie fahrzeug- und personengebundene Verkehrstelematik liefern gegenüber herkömmlichen Erfassungssystemen zusätzliche Informationen, welche für die Erstellung des Lagebildes von hoher Bedeutung sind. So können bspw. nebst der Verkehrsdichte und der Geschwindigkeit auch Informationen zum Fahrtverlauf von Fahrzeugen oder Personen gewonnen werden. Der Nutzen solcher Zusatzinformationen ist insbesondere bei Verwendung von detaillierten Realtime-Daten für Simulationen und Berechnungen hoch, da dadurch die aktuelle Verkehrslage genauer abgebildet und Prognosen zur Verkehrsentwicklung besser abgeschätzt werden können.

In ausserordentlichen Lagen ist die Zeit ein kritischer Faktor; es gilt, die Bevölkerung zeitnah zu alarmieren und über relevante Massnahmen zu informieren. Wird dazu auf Instrumente zurückgegriffen, welche die Bevölkerung im Alltag nutzt, kann ein Grossteil der Bevölkerung rasch mit den entscheidenden Informationen versorgt werden. Unter den verschiedenen telematikfähigen Endgeräten spielen Handys und Smartphones dabei eine wichtige Rolle. Eine wichtige Voraussetzung ist die Behebung der Schnittstellenproblematik zwischen den Kommunikationskanälen, welche für die Verbreitung von Informationen verwendet werden, und solchen, welche von den Endgeräten unterstützt werden, was bspw. mit Hilfe einer Security Card erreicht werden kann.

#### **Empfehlung**

Die Entwicklung von fahrzeug- und personengebundener Verkehrstelematik ist voranzutreiben. Es ist dabei abzuklären, wie bestehende Instrumente der fahrzeug- und personengebundenen Verkehrstelematik so weiter entwickelt werden können, dass sie besser in das Verkehrsmanagement eingebunden und für ausserordentliche Lagen nutzbar sind.

Die bestehenden Bestimmungen des Datenschutzes sind daraufhin zu untersuchen, wie weit sie bei der Nutzung von fahrzeug- und personengebundener Verkehrstelematik in ausserordentlichen Lagen hinderlich sind, und gegebenenfalls anzupassen.

---

<sup>48</sup> Der vorliegende Forschungsauftrag hat gleichfalls gezeigt, dass Verkehrstelematik in jedem Falle einigen Einschränkungen unterliegt. Personelle Ressourcen sind zu einem gewissen Masse somit auch bei einem optimalen Einsatz erforderlich. Bspw. ist damit zu rechnen, dass (zuverlässige) Systeme zur Messung der Stabilität von Kunstbauten oder Gleisanlagen auch in mittelfristiger Zukunft nicht verfügbar sind.

### 6.1.2 Sicherheitsrelevante Verkehrstelematik

Der Einsatz von Verkehrstelematik ist in ausserordentlichen Lagen wegen der Anfälligkeit bei der Stromversorgung und den Übertragungskanälen vielfach kritisch. Die Ausrüstung aller (strassenseitiger) Verkehrstelematikinfrastrukturen mit entsprechenden Redundanzen weist kaum ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis aus. Gewisse, sicherheitsrelevante Verkehrstelematikanwendungen sollten jedoch aufgerüstet werden.

Als sicherheitsrelevant werden Verkehrstelematikanwendungen sowohl im Rahmen der Sensorik als auch der Aktorik gesehen. In beiden Fällen gilt der Fokus der fahrzeug- sowie personengebundenen Verkehrstelematik (siehe vorangehendes Kapitel). Dennoch ist auch gewisse infrastrukturseitige Verkehrstelematik sicherheitsrelevant. Dazu gehören bspw. Verkehrstelematikanwendungen im Zusammenhang mit der (automatischen) Sperrung von Tunneln aus Sicherheitsgründen (Brand etc.). Entsprechende Verkehrstelematik zur Sperrung von Streckenabschnitten mit Brücken ist aus Sicherheitsgründen im Hinblick auf ausserordentliche Lagen ebenfalls von Vorteil – heute wird Verkehrstelematik zu diesem Zweck aber (noch) nicht eingesetzt. Des Weiteren werden Wechseltextanzeigen und Wechselwegweisungen vor klar abgrenzbaren Gebieten, welche von einer ausserordentlichen Lage betroffen sein können (z.B. Zone 2 rund um ein KKW, überschwemmungsgefährdetes Gebiet), als sicherheitsrelevant gesehen.

Damit die sicherheitsrelevante Verkehrstelematik auch in ausserordentlichen Lagen funktionsfähig bleibt, ist die bestehende Problematik betreffend Stromversorgung und Kommunikationsverbindung zu beheben. Bei der infrastrukturseitigen Verkehrstelematik erfolgt die Stromzufuhr heute vorwiegend leitungsgelassen. Je nach ausserordentlicher Lage ist eine Beschädigung der Leitung nicht auszuschliessen. Um die Funktionsfähigkeit auch in ausserordentlichen Lagen sicherzustellen, ist daher eine redundante Stromversorgung mit alternativer Zufuhr vorzusehen. In Abhängigkeit des Standorts eignen sich Solarpanels, Windpanels oder aber Notstromaggregate und Batterien, wobei bei letzteren Beiden eine genügend lange Laufzeit zu berücksichtigen ist.

Ähnlich wie die Stromversorgung betrifft es die Kommunikationsverbindungen; infrastrukturseitige Verkehrstelematik ist leitungsbasiert, fahrzeug- und personengebundene Verkehrstelematik vorwiegend mobilfunkbasiert. In beiden Fällen können je nach ausserordentlicher Lage die Verbindungen beschädigt bzw. unterbrochen werden.

Bei fahrzeug- und personengebundener Verkehrstelematik kann mit neuen Schnittstellen über DAB Plus eine krisensichere Kommunikationsverbindung für die Alarmierung und Information der Bevölkerung geschaffen werden. Bei der Sammlung von Verkehrsdaten (Sensorik) kann diese Verbindung allerdings nicht genutzt werden. Alternative Kommunikationskanäle sind hierfür wie auch für infrastrukturseitige Verkehrstelematik aktuell noch nicht verfügbar und bedürfen weiterer Forschung (z.B. Richtfunk). Dabei ist der Fokus auf drahtlose Verbindungen zu legen.

#### **Empfehlung**

Die sicherheitsrelevanten Verkehrstelematikeinrichtungen, vorwiegend bestehend aus fahrzeug- und personengebundenen Instrumenten sowie Verkehrstelematikanwendungen im Zusammenhang mit Sperrungen von Zufahrten zum Schadengebiet sowie von Tunneln und Brücken innerhalb desselben, sind abschliessend zu definieren.

Sicherheitsrelevante Verkehrstelematikeinrichtungen sollten krisensicher gemacht werden. Bei den Kommunikationskanälen sind drahtlose Alternativen zu den mobilfunkgestützten Verbindungen zu finden. Eine abschliessende Empfehlung zur Verwendung eines optimalen, bereits heute etablierten Kommunikationskanals kann im Rahmen dieser Forschungsarbeit nicht formuliert werden. Es ist daher wichtig, dass bei der Weiterentwicklung von Verkehrstelematikanwendungen diese Problematik angegangen wird. Neuartige Technologien für die Kommunikation sind ebenfalls in Betracht zu ziehen.

### 6.1.3 Umgang mit neuen Verkehrstelematikanwendungen

Laufend werden neue Verkehrstelematikanwendungen entwickelt, getestet und auf den

Markt gebracht. Es ist zu erwarten, dass sich gewisse Anwendungen für die Bewältigung von ausserordentlichen Lagen eignen werden, insbesondere neue fahrzeug- und persongebundene Verkehrstelematikanwendungen. Damit ein entsprechender Einsatz in ausserordentlichen Lagen auch möglich ist, sollten diese Verkehrstelematikanwendungen nicht auf Kommunikationskanälen und Stromversorgungen basieren, welche in ausserordentlichen Lagen relativ bald nicht mehr verfügbar sein werden. Stattdessen sind bereits im Rahmen ihrer Entwicklung geeignete Schnittstellen zu berücksichtigen. Da dies unter Umständen Mehrkosten in der Entwicklung und ggf. auch im Betrieb generiert, und lange nicht alle Verkehrstelematik die Anforderungen für deren Nutzung in einer ausserordentlichen Lage erfüllen müssen, bedarf es eines Instruments, das neue entwickelte Verkehrstelematikanwendungen bezüglich ihrem Potential für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen beurteilt. Konkret muss dieses Instrument folgende Antworten liefern können:

- In welchen Ländern wird die neue Verkehrstelematikanwendung voraussichtlich eingesetzt werden? Gehört die Schweiz auch dazu?
- Zu welchem Zweck wird die neue Verkehrstelematikanwendung grundsätzlich entwickelt? Verfolgen Europa und die Schweiz unterschiedliche Ziele?
- Inwiefern bietet die Verkehrstelematikanwendung einen Mehrwert, wenn sie in ausserordentlichen Lagen angewandt werden kann?
- Welche Nachteile sind bei einem Einsatz der Verkehrstelematikanwendung in einer ausserordentlichen Lage zu erwarten?
- Handelt es sich um sicherheitsrelevante Verkehrstelematik?
- Falls ja, welche krisensichere Stromversorgung und Kommunikationsverbindungen bieten sich an?
- Wie kann die Verkehrstelematik in das bestehende System integriert werden?
- Können die Nutzer die neue Verkehrstelematikanwendung mit alltäglichen Endgeräten bedienen? Welche Umstellungen ergeben sich für den Nutzer?

### **Empfehlung**

Neu erforschte Verkehrstelematikanwendungen sind bereits im Rahmen ihrer Entwicklung hinsichtlich des Mehrwerts bei einem Einsatz in ausserordentlichen Lagen zu prüfen, damit allfällige Schwachstellen bei der Stromversorgung und Kommunikationsverbindungen frühzeitig behoben bzw. entsprechende Lösungen gefunden werden können. Dazu ist ein Instrument zu definieren, mit welchem die Entwicklungen unter diesem Aspekt überwacht und kontrolliert werden können. Wie dieses Instrument konkret auszugestalten ist und wer es einsetzt bzw. die jeweilige Überprüfung neuer Verkehrstelematikanwendungen vornimmt, ist noch detailliert zu untersuchen und bildet weiteren Forschungsbedarf.

## **6.1.4 Zentralisierung der Datensammlung und -aufbereitung**

Die erhobenen Daten sollten möglichst zentral gesammelt und aufbereitet werden, damit den verschiedenen in ausserordentlichen Lagen involvierten Organisationen dieselbe Datenbasis zur Verfügung steht. Ein gleicher Informationsstand aller involvierten Stellen ist wichtig für eine geordnete Bewältigung einer ausserordentlichen Lage. Gleichzeitig aber bevorzugen die verschiedenen Organisationen die Informationen in unterschiedlichem Detailgrad.

Mit der elektronischen Lagedarstellung ist heute ein Tool vorhanden, in welchem verschiedene gesammelte Daten aufbereitet und dargestellt werden. Entsprechend den bereits aggregierten Input-Daten und Informationen seitens der verschiedenen Systemführer und weiteren Stellen weist die elektronische Lagedarstellung in der heutigen Form einen geringen Detaillierungsgrad auf im Sinne, dass sie lediglich eine Übersicht über die ausserordentliche Lage verschafft, nicht aber für die Prüfung von verkehrlichen Massnahmen etc. herangezogen werden kann.

Um Echtzeitsimulationen von Verkehrsströmen, Prognoseschätzungen etc. durchzuführen, sind nicht-aggregierte Realtime-Daten erforderlich. Die verschiedenen Verkehrsträger können dabei nicht unabhängig voneinander betrachtet werden, da bspw. bei Evaku-

ierungsmassnahmen Interaktionen zwischen den Verkehrsträgern bestehen. Im Hinblick auf die Durchführung von Modellierungen ist eine Zentralisierung von Daten mit hohem Detailgrad anzustreben.

Bei Schaffung eines neuen Tools, in welchem die verschiedenen verkehrlichen Daten sowie Umfelddaten in nicht-aggregierter Form zeitnah zusammengetragen werden, kann Verkehrstelematik gleich in zwei Punkten einen wichtigen Beitrag für eine rasche Bewältigung ausserordentlicher Lagen<sup>49</sup> beitragen:

- Mit nicht-aggregierten Realtime-Daten können umfassende Simulationen und Berechnungen durchgeführt werden, was bei Verfügbarkeit einer guten Datengrundlage erlaubt, Verkehrsentwicklungen abzuschätzen, Engpässe frühzeitig zu erkennen, Massnahmen auf ihre Eignung zu prüfen und somit die optimalen Massnahmen umzusetzen.
- Bei Zentralisierung von detaillierten Realtime-Daten werden diese zwangsläufig – eine Weiterverarbeitung solcher Daten für Simulationen und Prognoseschätzungen setzt dies zu einem gewissen Masse voraus – bereits in einem frühen Bearbeitungsschritt vereinheitlicht. Entsprechend können relativ einfach weitere Auswertungen und die Aggregation von Daten vorgenommen werden bzw. ist eine Automatisierung der Weiterverarbeitung von Realtime-Daten bspw. für die Erstellung der elektronischen Lagedarstellung möglich. Da die verkehrlichen Daten und die Umfelddaten einen wichtigen Bestandteil der elektronischen Lagedarstellung bilden, kann die Erstellung der Lagedarstellung durch die Automatisierung deutlich beschleunigt werden.

Bei der Schaffung dieses Tools ist darauf zu achten, dass es krisensicher ausgelegt wird. Dies betrifft einerseits Redundanzen beim Standort, wo die Daten zentral zusammengetragen werden. Andererseits sind bei der Wahl der Kommunikationsverbindungen solche zu berücksichtigen, welche eine einfache Übertragung der erhobenen Daten an einen anderen Zielort erlauben.

Dieses neue Tool ist bei Organisationen, welche in ausserordentlichen Lagen operative Funktionen wahrnehmen, zu integrieren.<sup>50</sup> Die entsprechenden Systemführer können am besten die erforderlichen Plausibilisierungen und Interpretationen der Daten bzw. der Auswertungen und Modellierungen vornehmen. Sowohl zwischen den Stellen desselben Verkehrsträgers als auch unterschiedlicher Verkehrsträger bestehen für diesen Prozess starke Interaktionen. Bspw. erfordert die Prüfung von Massnahmen eine Abstimmung zwischen den verschiedenen Stellen. Dennoch ist es zwecks Klarheit der Kompetenz wichtig, dass genau eine Stelle verantwortlich für dieses Tool ist (Ansprechperson, Wartung etc.). Da voraussichtlich umfassendere Daten seitens Strassenverkehr vorliegen und bei diesem Verkehrsträger einen grösseren Bedarf für ein Eingreifen in das Verkehrsgeschehen besteht – auf der Schiene lassen sich die Fahrzeuge bzw. ihre Fahrtrouten besser überwachen – wird die VMZ-CH als prädestiniert für diese Aufgabe gesehen.

### Empfehlung

Es ist ein geeignetes Tool zu schaffen, in welchem die laufend erhobenen Daten (detaillierte Realtime-Daten) zum Verkehr und dem Umfeld zentral abgespeichert und nach den Bedürfnissen des jeweiligen Anwenders weiter verarbeitet werden können. Das Tool sollte den verschiedenen, bei einer ausserordentlichen Lage involvierten Organisationen jederzeit – d.h. krisensicher – zur Verfügung stehen und einen Fernzugriff erlauben.

Da einerseits Plausibilisierungen und Interpretationen der gesammelten sowie der ausgewerteten Daten erforderlich sind, andererseits vorwiegend Daten seitens Verkehrsträger Strasse vorliegen werden und das Potential für die Massnahmenprüfung dort höher ist, wird vorgeschlagen, dass die VMZ-CH verantwortlich für dieses Tool ist.

<sup>49</sup> Eine Automatisierung bringt nicht nur in ausserordentlichen Lagen Vorteile. Verkehrsanalysen mittels Modellen sowie einheitliche Datenformate bieten auch im Alltag Vorteile.

<sup>50</sup> Da diese Organisationen auch im Alltag aktiv sind, kann dieses Tool auch dann eingesetzt werden.

## 6.2 Weiterer Forschungsbedarf

Aus Sicht der Forschungsstelle besteht für folgende Bereiche noch weiterer Forschungsbedarf:

- Eingliederung von neuen Verkehrstelematikanwendungen in die heutige Systemarchitektur unter Berücksichtigung der Bedürfnisse sowohl im Alltag als auch in ausserordentlichen Lagen.
- Konkretisierung eines Instruments, um neue Verkehrstelematikanwendungen in Bezug auf einen Einsatz in ausserordentlichen Lagen und die Sicherheitsrelevanz zu prüfen.
- Erforschung alternativer, krisensicherer Übertragungskanäle für fahrzeug- und personengebundene, aber auch infrastrukturseitige Sensorik, damit die Daten auch im Falle einer ausserordentlichen Lage verfügbar sind.
- Konkretisierung eines Tools für eine zentrale Sammlung und Aufbereitung von detaillierten Realtime-Daten
- Ermittlung der Anforderungen an Verkehrsmodelle im Hinblick auf automatisch durchgeführte Simulationen und Berechnungen inkl. Massnahmenprüfungen basierend auf detaillierten Realtime-Daten.
- Analyse der Auswirkungen, welche bei einem verstärkten Einsatz von Technologien an Stelle von Personen bei Anfragen und Informationen aus der Bevölkerung zu erwarten sind.
- Abschätzung des Einflusses auf die Befolgung der Informationen und Anweisungen der Behörden durch die Bevölkerung bei Sensibilisierung und Vorinformierung der Bevölkerung im Hinblick auf gewisse Massnahmen sowie bei Einbezug der Bevölkerung in Übungen.

## Anhänge

<b>I</b>	<b>Expertengespräche .....</b>	<b>92</b>
<b>II</b>	<b>Beispiele aus dem Ausland.....</b>	<b>93</b>
<b>II.1</b>	<b>Stromausfall in New York-New Jersey-Connecticut Metropolitan Area.....</b>	<b>93</b>
<b>II.2</b>	<b>Stromausfall Region um den Great Lake.....</b>	<b>94</b>
<b>II.3</b>	<b>Terroranschlag in New York City.....</b>	<b>96</b>
<b>II.4</b>	<b>Terroranschlag in Washington .....</b>	<b>97</b>
<b>II.5</b>	<b>Feuer in Bahnhoftunnel in Baltimore .....</b>	<b>99</b>
<b>II.6</b>	<b>Feuer in Strassentunnel Mont Blanc.....</b>	<b>101</b>
<b>II.7</b>	<b>Erdbeben in Northridge .....</b>	<b>102</b>
<b>II.8</b>	<b>Evakuierung Hurrikan (generell).....</b>	<b>103</b>
<b>II.9</b>	<b>Einsatz von Verkehrstelematik in Japan (generell) .....</b>	<b>105</b>

# I Expertengespräche

Interviews wurden mit den folgenden Personen durchgeführt:

*Abb. I.1 Details Expertengespräche*

U. Schär, Leiter Geschäftsstelle KOVE	KOVE	31. Januar 2012
P. Smit, Chef Einsatz	NAZ	7. Februar 2012
S. Dematté, Ressortleiterin Einsatz; T. Emmerich, Geschäftsstellenleiter KKO	Geschäftsstelle Kantonale Krisenorganisation Basel- Stadt	10. Februar 2012
G. Auf der Maur, Leiter Verkehrsinformation / Alarm- organisation Bereich Radio	SRF	15. Februar 2012
R. Hardmeier, Dienstchef VLZ; M. Rämly, Verkehrsingenieur	VLZ Zürich	21. Februar 2012
P. Schirato, Stv. Leiter VMZ-CH; J.-P. Benguerel, Gruppenleiter VMZ-CH	VMZ-CH	22. Februar 2012
M. Zeller, Leiter SBB OCP; P. Janczer, Leiter Notfallmanagement	SBB OCP / OCI	28. Februar 2012
M. Bögli, Direktor; M. De Carli, Leiter Operation & Services	Viasuisse	28. März 2012
P. Wüthrich, Chef Geschäftsbereich Infrastruktur (Projektleiter SIKom)	BABS	29. März 2012
S. Zellmeyer, Stv. Chef Strategie (Projektleiter Eva- kuationsplanung / -simulation)	BABS	29. März 2012
J. Malenstein, Senior Advisor ITS	Dutch National Police Agency – KLPD	12. April 2012

## II Beispiele aus dem Ausland

Die jeweils getroffenen Massnahmen bezüglich des Verkehrsmanagements, die in die Krisenbewältigung eingebundenen Organisationen sowie die eingesetzten Instrumente der Verkehrstelematik werden für einige Beispiele kurz aufgezeigt. Auch wird auf Probleme mit Instrumenten der Verkehrstelematik (z.B. Ausfälle) eingegangen. Bei den Beispielen handelt es sich um folgende ausserordentliche Lagen:

- Stromausfall in New York – New Jersey – Connecticut Metropolitan Area;
- Stromausfall Region um den Great Lake;
- Terroranschlag in New York City;
- Terroranschlag in Washington;
- Feuer in Bahntunnel in Baltimore;
- Feuer in Strassentunnel Mont Blanc;
- Erdbeben in Northridge;
- Evakuierung Hurrikan (generell);
- Einsatz von Verkehrstelematik in Japan (generell).

### II.1 Stromausfall in New York-New Jersey-Connecticut Metropolitan Area

*Abb. II.2 Ereignis Grossräumiger Stromausfall*

Zeitpunkt Ereignis	14. August 2003, 16.11 Uhr
Zeitpunkt Wiederherstellung	15. August 2003, 21.30 Uhr: Energieversorgung wieder sichergestellt 16. August 2003, 06.00 Uhr: Wiederaufnahme Normalbetrieb Metro 17. August 2003, Mitternacht: Offizielle Bestätigung der vollen Funktionsfähigkeit aller Lichtsignalanlagen (nach kompletter Überprüfung)
Ort	Stromausfall in ganz New York City und in umliegenden Gebieten
Beschädigte Kanäle	New York City: <b>Stillstand</b> gesamtes <b>Metro- und Eisenbahnnetz</b> ; Ausfall aller Lichtsignalanlagen; <b>Ausfall</b> fast aller <b>Strassenverkehrstelematikausrüstung</b> wegen fehlender Stromversorgung; Ausfall Tunnellicht und -ventilatoren. <b>Ausfall Kommunikationsnetz</b> : Mobiltelefon, kabellose Telefone, einige Pagers, einige Festnetztelefonverbindungen (nach Ablauf der Reservebatterie), tragbare Funksprechgeräte (wegen nicht funktionierendem Transponder), teilweise Richtfunk der Busse, einige computergestützte Flottendipatchernetze. Ausfall von Pumpen zur Kontrolle von Überschwemmungen auf abgesenkten Strassen. Ventilatoren bzw. Kühlanlagen von Computern, so dass, obwohl Computer mit Notstromaggregaten versorgt waren, diese auf Grund mangelnder Kühlung abgestellt werden mussten. Ausfall der elektronischen Zugangskontrolle zu verschiedenen Büros.
Nicht beschädigte Kanäle	<b>George Washington Bridge</b> blieb auf Grund mehrerer Energieversorgungsquellen betriebsbereit. Durch <b>Metropolitan Transportation Authority betriebene Brücken und Tunnel</b> blieben auf Grund eines Notstromaggregats ebenfalls funktionsfähig. <b>Verbindung zu vielen Kameras</b> vorhanden, doch Ausfall der Kameras auf Grund fehlender Notstromaggregate. Stromversorgung für Maut-Stationen, da diese mit entsprechenden <b>Notstromaggregaten</b> ausgerüstet waren. Vorerst Mobiltelefonie. Nach Aufbrauchen der Akkus sowie Ausfall der Handy-Maste war aber noch Kommunikation mittels Plain Old Telephone System (Analog-Telefon) möglich. Metrobetreiber griffen auf batteriebetriebene Handheld Radios zurück, TRANSCOM und weitere ÖV-Betreiber auf Konferenz-Telefonverbindungen sowie auf Fax.
Involvierte Stellen	Port Authority of NY und NJ Metropolitan Transportation Authority (NY MTA) Information FOR Motorists (INFORM) New Jersey Department of Transportation Traffic Operations-North Gemeinsame Verkehrsmanagementzentrale von NYPD, NYC DOT, NYS DOT

	<p>Transportation Operations Coordination Committee (TRANSCOMSM)                  Verschiedene Feuerwehrestellen                  Verschiedene Polizeistellen                  NJ Transit                  NYC Transit-Bus / -Paratransit / -Subway                  Maut-Betreiber</p>
Vorhandene Notfallkonzepte	<p><b>Mobile oder fixe Notbetriebszentralen</b>, teilweise mit <b>speziellen</b>, für Notfälle eingerichteten <b>Verbindungen</b> zu allen involvierten Stellen – welche teilweise allerdings auch nicht mehr funktionierten. Funktionsfähige Notbetriebszentralen in New York, New Jersey, New York City, Pennsylvania.</p> <p><b>Notfallkonzepte</b> (im Zusammenhang mit früheren Ereignissen erarbeitet), deren Fokus allerdings mehr auf Ausfall der Verkehrsinfrastruktur gerichtet war.</p> <p><b>Ausgebildetes Personal</b>, welches die Notfallkonzepte kennt. Zuständigkeiten, Handlungsspielraum des Einzelnen und auszuführende Massnahmen im Falle fehlender Kommunikationsmöglichkeiten waren geklärt.</p> <p>Teilweise <b>verschiedene, redundante Energieversorgungsquellen</b> – in einigen Fällen versagten aber alle.</p> <p><b>Evakuationspläne</b> für Metro, Eisenbahn → Evakuierung aller Reisenden innerhalb von 2 Stunden.</p> <p>Gezielter Einsatz von <b>WTA</b> (grossräumig), <b>Autobahn-Radio</b>.</p>
Allg. Reaktion	<p>Wegen fehlender Informationen reagierten die Betriebsleitzentralen in New York City so, als ob es sich um einen Terroranschlag handeln würde → Schutz und Sicherheit stand an erster Stelle. Erst als weitere Informationen verfügbar waren, standen die Verfügbarkeit und anschliessend die Wiederherstellung der Mobilität im Fokus. → Das Verkehrsmanagement hatte erst zweite Priorität.</p> <p>Eigentlich lichtsignalgesteuerte Knoten konnten nicht durch uniformierte Polizisten gemanaged werden, da die Polizisten Personen aus Notsituationen (z.B. in Lift steckengeblieben) retten mussten.</p>
Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr	<p>(Automatische) <b>Schliessung verschiedener Tunnel und Brücken</b>, insbesondere wegen hohem Stromverbrauch der Ventilatoranlagen. Zwei Tunnel durften noch von Einsatzfahrzeugen befahren werden → höchste Priorität für Einsatzkräfte.</p> <p>Teilweise Tunnel mit <b>nachfrageabhängiger Fahrstreifenfreigabe</b> → 3 Fahrstreifen für Ausfahrt aus New York, 1 Fahrstreifen Richtung New York.</p> <p><b>Schliessung der Verkehrsmanagementzentrale</b>, da Kameras auf Grund fehlender Notstromaggregate (trotz funktionsfähiger Datenübertragung) ausfielen.</p> <p>Erlassung der Mautgebühr, um den aussergewöhnlich hohen Verkehrsfluss aufrecht zu erhalten.</p> <p><b>Informationen</b> über WTA (zuerst ohne Strom, doch anschliessend funktionsfähig). Auch Information über WTA ausserhalb des betroffenen Gebiets.</p> <p><b>Informationsbereitstellung</b> via Fax, Mail, Telefon (Gratis-Nummer).</p> <p>Evakuierung des Bus Terminals in Midtown Manhattan nach Meadowlands in New Jersey mit Bussen des New Jersey Transit. Busverbindungen für die Weiterreise wurden in Meadowlands angeboten. Entsprechend wurden Reisende von der Fähre (New Jersey Docks) mit Bussen nach Meadowlands gefahren, um eine Weiterfahrt zu ermöglichen.</p> <p>Angebot von Extra-Busverbindungen zwischen Penn Station und Long Island Rail Road Haltestellen sowie Busverbindungen zu Metrostationen.</p> <p>Erlassung der Ticketpflicht im Bus.</p>
Quelle	[10], [26]

## II.2 Stromausfall Region um den Great Lake

### Abb. II.3 Ereignis Grossräumiger Stromausfall

Zeitpunkt Ereignis	14. August 2003, 16.10 Uhr
Zeitpunkt Wiederherstellung	15. August 2003, Abend: gewisse Teile wieder mit Strom versorgt 16. August 2003, Abend: Cleveland Region und Detroit vollständig wieder mit Strom versorgt (Stromverbindung allerdings noch instabil)
Ort	Stromausfall in der Region um den Great Lake.

Beschädigte Kanäle	<p><b>Zusammenbruch</b> des Greater Cleveland Regional Transportation Authority <b>Rail System</b>; Ausfall der Lichtsignalanlagen in Detroit, Cleveland und umliegendem Gebiet; <b>Ausfall</b> der <b>meisten Strassenverkehrstelematikausrüstung</b> auf Grund fehlender Stromversorgung; Ausfall Tunnellicht und -ventilatoren.</p> <p><b>Ausfall Kommunikationsnetz</b>: Mobiltelefon, kabellose Telefone, einige Pagers, einige Festnetztelefonverbindungen (nach Ablauf der Reservebatterie), tragbare Funksprechgeräte (wegen nicht funktionierendem Transponder), teilweise Richtfunk der Busse, einige computergestützte Flottendipatchernetze. Mobiltelefon nach 4 Stunden wieder funktionsfähig.</p> <p><b>Ausfall aller redundanten Stromversorgungsquellen</b> beim Detroit-Windsor Tunnel trotz 4 unabhängigen Stromversorgungsquellen.</p> <p>Ausfall von Pumpen zur Kontrolle von Überschwemmungen auf abgesenkten Strassen.</p> <p>Zusammenbruch Wasserversorgung.</p> <p>Stromausfall beim Kanadischen Zoll.</p>
Nicht beschädigte Kanäle	<p><b>Strassenverkehrstelematikausrüstung</b> auf dem Ohio Turnpike.</p> <p><b>Verkehrstelematiksystem</b> der Suburban Mobility Authority for Regional Transportation.</p> <p><b>Automatisches Fahrzeuglokalisierungssystem</b>.</p> <p>Fährbetrieb, allerdings manuelle (statt elektronische) Bearbeitung / Reservation.</p> <p>Website (verfügen über zusätzliches <b>Stromaggregat</b>).</p> <p>(Analoges) Festnetz. Auf Grund kaputter (elektronischer) Klingel wurde teilweise allerdings nicht wahrgenommen, dass ein Telefonanruf einging.</p>
Involvierte Stellen	<p>Michigan Department of Transport (DOT)</p> <p>Michigan ITS-Zentrale (MITS)</p> <p>Oakland County Emergency Response and Preparedness County Service Center</p> <p>Road Commission for Oakland County</p> <p>Ambassador Bridge</p> <p>Detroit-Windsor Tunnel</p> <p>Detroit-Windsor Truck Ferry</p> <p>Suburban Mobility Authority for Regional Transportation (SMART)</p>
Vorhandene Notfallkonzepte	<p><b>Notbetriebszentrale</b> in Cleveland, allerdings ohne Notstromversorgung.</p> <p><b>Notfallpläne</b> bei starkem Schneefall: Orientierung an diesen Notfallplänen half bei der Bewältigung des Stromausfalls.</p> <p><b>Notfallplan</b> inkl. Evakuierungsplan für Strassentunnel. <b>Evakuationspläne</b> für Metro und Eisenbahn.</p> <p><b>Ausgebildetes Personal</b>, welches die Notfallkonzepte kennt. Zuständigkeiten und Handlungsspielraum des Einzelnen im Falle fehlender Kommunikationsmöglichkeiten waren geklärt.</p> <p>Regelmässige <b>Trainings</b>: einerseits theoretisch, andererseits praktisch.</p> <p><b>Lage- und Massnahmenbeurteilung</b> wird durch verschiedene involvierte Stellen durchgeführt.</p> <p>Teilweise <b>verschiedene, redundante Energieversorgungsquellen</b> – in einigen Fällen versagten aber alle.</p> <p><b>Informationssammlung</b> bspw. mittels Überfliegen (mit Helikopter) und Filmen (Kamera) des betroffenen Gebiets.</p> <p><b>Information</b> der Öffentlichkeit über das Ereignis und entsprechende Massnahmen. Auf Grund ausgefallener Telefonverbindung direkt zu Radiosendestation gefahren.</p>
Allg. Reaktion	<p>Evakuierung der stehengebliebenen Züge.</p> <p>Manuelle Abfertigung am Zoll.</p>
Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr	<p><b>Evakuierung und Schliessung</b> des Detroit-Windsor <b>Tunnels</b>.</p> <p>Eigentlich lichtsignalgesteuerte Knoten werden durch hilfsbereite Bürger <b>manuell gemanaged</b>.</p> <p>Betriebsunterbruch auf Flughäfen.</p> <p><b>Information</b> über WTA ausserhalb des betroffenen Gebiets.</p> <p>Beschaffung von <b>Notstromaggregaten</b> zur Nutzung bestimmter <b>LSA</b>. An gewissen Kreuzungen eine Bevorzugung für den Transport von Notstromaggregaten einrichten.</p> <p>Verspätete Inbetriebnahme <b>Notbetriebszentrale</b>, da zuerst Notstromaggregat besorgt werden musste.</p> <p>Um Absturz zu vermeiden wurde gesamter Computernetzwerkbetrieb beim MDOT abgestellt.</p> <p><b>Einstellung</b> der regulären Aufgaben bei der <b>MITS-Zentrale</b> zwecks Einsatz der vorhandenen Ressourcen für Wiederherstellung der Energieversorgung.</p>
Quelle	[10], [26]

## II.3 Terroranschlag in New York City

### Abb. II.4 Ereignis Terroranschlag

Zeitpunkt Ereignis	11. September 2001, 08.45 Uhr bzw. 09.03 Uhr
Zeitpunkt Wiederherstellung	Über drei Monate laufend Wiederinbetriebnahme von gesperrten Metro-Strecken mit gleichzeitiger Reduktion der Überwachungs-Checkpoints. Flughäfen und Häfen für Frachtgut sind nach 3 Monate wieder in vollem Betrieb. Im Raum des World Trade Centers noch gesperrte Strassen, zudem verschiedene Einschränkungen für das Befahren von Midtown und Lower Manhattan (inkl. gewisse Tunnel) mit Motorfahrzeugen. Vermehrt Verspätungen bei Metro-System auf Grund von Sicherheits-Überprüfungen
Ort	New York City
Beschädigte Kanäle	Zerstörung von <b>Metrostationen und Eisenbahnverbindungen</b> in Lower Manhattan durch Einsturz des World Trade Centers. Zudem Zerstörung von Telefonverbindungen mit Überladung des noch funktionierenden Telefon- und Mobilnetzes. → höchste Anzahl Anrufe an einem Tag seit Geschichte von AT&T. Behinderte Notfallschutzkoordination auf Grund zerstörter <b>Notsteuerzentralen</b> von FEMA, NYC Büro für Notfallmanagement und Hafenbehörde (alle drei in World Trade Center untergebracht) und beschädigter <b>Kommunikationsnetzwerke</b> (mehrere Zentralen befanden sich im World Trade Center oder in der unmittelbaren Nähe).
Nicht beschädigte Kanäle	<b>Notbetriebszentrale</b> in Albany <b>Mobile Kommandozentrale</b> des New Jersey Transit
Involvierte Stellen	Nationale Koordinationsstelle der Vereinigten Staaten für Katastrophenhilfe (FEMA) NYC Büro für Notfallmanagement (OEM) Staatliches und städtisches Verkehrsdepartement (NYSDOT / NYCDOT) Staatliche und städtische Polizei (NYSP / NYPD) Bundesluftfahrtbehörde (FAA) Federal Highway Authority (FHWA) Metropolitan Transportation Authority (MTA) Wasserpolizei, Hafenbehörde (PANYNJ) Verkehrsbetrieb Koordinations-Komitee (TRANSCOM) ÖV-Betreiber Brücken- / Tunnel-Betreiber Information FOR Motorists (INFORM)
Vorhandene Notfallkonzepte	<b>Mobile oder fixe Notbetriebszentralen</b> – welche allerdings auch nicht mehr funktionierten, da sie im World Trade Center untergebracht waren. <b>Ausgebildetes Personal</b> , welches die Notfallkonzepte kennt. Zuständigkeiten und Handlungsspielraum des Einzelnen im Falle fehlender Kommunikationsmöglichkeiten waren geklärt. Teilweise <b>redundante Kommunikationsversorgung</b> , allerdings dem Zusammenbruch nahe, da verschiedene Verbindungen (Central Hubs waren im World Trade Center untergebracht) ausfielen. <b>Evakuationspläne</b> für Metro, Eisenbahn. Gezielter Einsatz von <b>WTA, Autobahn-Radio, CCTV, Fahrzeugerfassungseinrichtungen, automatische Fahrzeuglokalisierungssystem, Warnung mittels Ampeln</b> . Katastrophenhilfe-Fonds.
Allg. Reaktion	FEMA erklärt Ereignis zu „nationaler Katastrophe“. Fehlende Informationen zum Schadenausmass führten zu Verunsicherung. Warnung bzw. Verbreitung von Informationen zum Zustand der Infrastruktur durch TRANSCOM an weitere Stellen. Busfahrer treffen Entscheidungen selbstständig auf Grund fehlender Kommunikationsnetzwerke zur Bus-Kommandozentrale.
Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr	1. Massnahmenpaket (nach 1. Flugzeug-Crash): <ul style="list-style-type: none"> <li>Alarmierung der Metro Kontrollzentrale durch Metro-Betreiber betreffend Explosion bei World Trade Center, Einleitung von Sofortmassnahmen: <b>Evakuierung</b> von kritischen Metro-Stationen, <b>Einstellung</b> Metro in Lower Manhattan mit Umleitung nach New Jersey. → „Mitarbeiter kennen Notfallplan“.</li> </ul>

- 
2. Massnahmenpaket (nach 2. Flugzeug-Crash):
    - Sperrung aller Brücken und Tunnels (ausser für Einsatzfahrzeuge) nach bzw. von Manhattan mit Hilfe von fixen und mobilen WTA. Brücken für Fussgänger jedoch passierbar. → höchste Priorität für Einsatzkräfte.
    - Schliessung der drei internationalen Flughäfen.
    - Einstellung des gesamten nationalen Eisenbahnverkehrs (Amtrak).
    - Streichen von Busfahrten (Greyhound) im Raum Nord-Ost-USA.
    - Sperrung der Autobahn.
    - Einstellung aller US Flüge.
  3. Massnahmenpaket (nach Einsturz Südtower):
    - Inbetriebnahme Notbetriebszentrale in Albany.
    - Aktivierung der Nationalgarde durch Gouverneur.
    - Einstellung gesamter Metro-Betrieb.
  4. Massnahmenpaket (nach Einsturz Nordtower):
    - Einstellung Eisenbahnverkehr nach Manhattan Penn Station, später Einstellung gesamter Eisenbahnbetrieb.
    - Information des Verkehrs zur grossräumigen Umfahrung von New York City mit Hilfe von WTA.
    - Vor-Ort Informationsmitteilung an Bevölkerung (durch Bürgermeister, Metro-Mitarbeiter).
    - Entscheid zur Evakuierung von Lower Manhattan.
  5. Massnahmenpaket (ab ca. 12 Uhr):
    - Wiederinbetriebnahme gewisser Metro-Verbindungen mit grossräumiger Umfahrung von Lower Manhattan. 2h später wieder Normalbetrieb ausser in Lower Manhattan.
    - Eingeschränkter Eisenbahnbetrieb nach Long Island.
  6. Massnahmenpaket (ab ca. 16 Uhr):
    - Nationale Koordinationsstelle der Vereinigten Staaten für Katastrophenhilfe stellt vier kommunale Suchtruppen und ein Rettungsteam.
    - Inbetriebnahme gewisser Eisenbahnlinien, laufend mit weiteren ergänzt, u.a. auch Amtrak.
    - Organisation und Bereitstellung zusätzlicher Fähren von öffentlichen und privaten Fährenbetreiber für Abendspitzenstunde.
    - Öffnung gewisser Brücken, nur für Verkehr aus New York City heraus.
    - Normaler Eisenbahnbetrieb nach Long Island.
  7. Massnahmenpaket (bis Ende des Tages):
    - 750 Truppen der nationalen Garde helfen der Polizei.
    - 65% des Metro-Betriebs funktioniert.
    - Busersatz im nördlichen Lower Manhattan.

---

Quelle [10], [25]

---

## II.4 Terroranschlag in Washington

---

### Abb. II.5 Ereignis Terroranschlag

---

Zeitpunkt Ereignis 11. September 2011, 09.43 Uhr

---

Zeitpunkt Wiederherstellung

---

Ort Pentagon, Arlington

---

Beschädigte Kanäle Überlastung der **Kommunikationsnetze** verhinderte genaue Informationen über gesperrte und wieder verfügbare Infrastrukturen.

---

Nicht beschädigte Kanäle	<b>Kommunikation</b> mittels Plain Old Telephone System zuerst möglich. Nach Überlastung der Schaltkreise erfolgte Kommunikation via Mobiltelefone und andere Kanäle.
Involvierte Stellen	US Department of Defense, US Arme Terrorismus Task Force Verkehrsdepartemente von Virginia (VDOT) (u.a. Tiger Team), Maryland (MDOT), District of Columbia (DCDPW) Betrieb Nationalpark (NPS) Bundesstelle für Personenmanagement Feuerwehr Maryland State Highway Administration (SHA) Maryland Transportation Authority (MTA) Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA) Smart Traffic Center (STC) Safety Service Patrol (SSP) Arlington Polizei, Metro Transit Polizei Department (MTPD) Verschiedene ÖV-Betreiber
Vorhandene Notfallkonzepte	<b>Notfallbetriebszentralen</b> in Virginia, Maryland, Arlington. Unterschiedliche <b>Notfallkonzepte, Befehls- und Steuerungsstrukturen</b> zwischen den involvierten Stellen.
Allg. Reaktion	Feuerwehr sah Flugzeug, weswegen sie rasch vor Ort waren. Falsche Informationen wurden verteilt, so dass Pendler nicht die Metro genommen, sondern zu Fuss auf den Strassen nach Hause sind und den Stau dadurch verstärkt haben. Fehlende Informationen führten dazu, dass verschiedene unabhängige öffentliche und private Entscheidungen betreffend Evakuierung getroffen wurden.
Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr	<b>Notbetriebszentrale</b> von Virginia und Maryland bereits in Betrieb bzw. im Aufbau im Zusammenhang mit dem Terroranschlag in New York. 1. Massnahmenpaket (nach Flugzeug-Crash): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evakuierung des Pentagons.</li> <li>• Auslösung staatenweiter Terroralarm (durch Notbetriebszentrale von Virginia). → Zufahrt zur Stadt (Rampen, Strassen) gesperrt mittels WTA; LSA-Anpassungen und Aufhebung von High-Occupancy-Vehicle-Lanes (dynamische Anzeigen), damit der Verkehr aus der Stadt schneller abfliessen konnte; Traveller Advisory Radio (TAR); Informationen zu Sperrungen und Umleitungen über Medien verbreitet. → Grossräumige Sperrung der Strassen rund um das Weisse Haus mittels mobiler WTA.</li> <li>• Befehlsstand wird durch Metro Transit Polizei Department vorgenommen.</li> <li>• Gesamter Schienenunterhalt wird eingestellt.</li> <li>• Amerikas Arme ruft höchste Alarmstufe aus.</li> <li>• Umleitung von Metro der Yellow Line mit Sperrung einer Brücke. Busersatz auf verschiedenen Strecken, vor allem auch für den Transport von Verletzten.</li> <li>• Mitteilung von (richtigen, aber auch falschen) Informationen an Reisende.</li> <li>• Inbetriebnahme Notbetriebszentrale von Arlington.</li> <li>• Prüfung der Verfügbarkeit der Infrastruktur in Maryland zur Aufnahme des von Washington abfliessenden Verkehrs.</li> </ul> 2. Massnahmenpaket (ab ca. 10.30 Uhr): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 260'000 staatlich Angestellten werden aus Sicherheitsgründen nach Hause geschickt.</li> <li>• Verschiedene Eisenbahnlinien werden eingestellt.</li> <li>• Eingeschränkter Metrobetrieb: Durchfahrt bei gewissen Haltestellen</li> </ul>

- Schliessung des nationalen Flughafens.
  - Einsatz von Smart Traffic Center und Safety Service Patrol (von North Virginia) zur Sicherung und Räumung des D.C. Gebiets.
    - Koordination von LSA, staatenweite Freigabe von wegen Baustellen gesperrten Strassen, Freigabe von High-Occupancy-Vehicle-Lanes für die Nutzung in die Gegenrichtung.
    - Einsatz von Tiger Teams.
    - Einberufung Terrorismus Task Force.
  - Massnahmen in Maryland:
    - Beseitigung von Fahrzeugen in Maryland, welche Verkehr behindern, um einen sicheren Abfluss zu gewährleisten.
    - Aktivierung und Monitoring der Videoüberwachungskameras an wichtigen öffentlichen Standorten wie Tunnel, Brücken in Maryland.
    - Koordination von LSA inkl. manuellem Einsatz vor Ort bei Bedarf, Freigabe von wegen Baustellen gesperrten Strassen.
    - Absperrung rund um Kommandozentralen sowie erhöhte Sicherheitsmassnahmen.
3. Massnahmenpaket (ab ca. 11.30 Uhr):
- Einstellung Metrobetrieb Blue Line wegen unidentifiziertem Flugzeug.
  - Ausrufung lokaler Notstand (durch Arlington County Manager)
  - Einstellung oberirdischer Eisenbahnbetrieb in Virginia.
  - Ausrufung Notstand (durch Gouverneur von Virginia).
  - Inbetriebnahme Notbetriebszentrale von Maryland.
4. Massnahmenpaket (ab ca. 1.30 Uhr):
- Eingeschränkte Wiederinbetriebnahme Eisenbahnbetrieb Amtrak ab Union Station.
  - Ausrufung Notstand (durch Washington City).
  - Einstellung US Verkehrsflugzeuge für gewisse Tage.
5. Massnahmenpaket (ab ca. 16.00 Uhr nach Flugzeug-Crash):
- Schliessung aller Autobahnen von Virginia Richtung Washington.
6. Massnahmenpaket (ab ca. 18.00 Uhr):
- Wiederaufnahme Eisenbahnbetrieb Personenverkehr Amtrak.
  - Wiedereröffnung George Washington Memorial Parkway.
  - Freigabe verschiedener gesperrter Strassen. Vereinzelt noch gesperrte Strassen Richtung Washington.
  - Normalbetrieb Metrobetrieb. Haltestellen Pentagon und National Airport noch unbedient.

Quelle [10], [25]

## II.5 Feuer in Bahntunnel in Baltimore

*Abb. II.6 Ereignis Entgleisung eines Güterzugs mit 60 geladenen Fahrzeugen, welche verschiedentlich (potentielles) Gefahrgut geladen haben, in Eisenbahntunnel für Gütertransport mit anschliessendem Brand*

Zeitpunkt Ereignis	18. Juli 2001, 15.04 Uhr
Zeitpunkt Wiederherstellung	18. Juli 2001, 20.00 Uhr: Stauauflösung dank genauer <b>Verkehrsinformationen bzw. -lenkungsmassnahmen</b> 19. Juli 2001, Morgens: Die meisten Strassen sind wieder geöffnet, Tunnel und Strassen in unmittelbarem Bereich sind noch unbefahrbar 25. Juli 2001: Wiedereröffnung Gütereisenbahntunnel 10. September 2001: Inbetriebnahme Tram über Gütereisenbahntunnel
Ort	Tunnel unterhalb der wichtigen Einfallsachse Howard Street in Baltimore

Beschädigte Kanäle	<p><b>Tunnel</b> durch Brand unbefahrbar.</p> <p>Durchbruch eines Grundwasserreservoirs oberhalb des Tunnels mit Überflutung gewisser Tunnelabschnitte und <b>Unterspülung des Tramtrassees</b> oberhalb des Tunnels.</p> <p>Verzögerung gewisser <b>Internetverbindungen</b>, da Internetleitungen von 7 der grössten US Internet Information Service Providers im Tunnel gelegt sind und durch Brand beschädigt wurden.</p>
Nicht beschädigte Kanäle	<p><b>Verkehrstelematik Kommunikationsnetz</b>, doch Einschränkungen im Tunnel wegen Funkloch.</p>
Involvierte Stellen	<p>U.S. Coast Guard          U.S. Environmental Protection Agency          Maryland Department of the Environment-Emergency Response Division (MDE ERD)          Maryland Emergency Management Agency          Baltimore City Emergency Management          National Transportation safety Board          South Baltimore Industrial Mutual Aid Plan (SBIMAP)          Maryland Department of Transportation (MDOT)          Maryland Transit Administration (MTA)          Maryland Transportation Authority (MdTA)          Department of Public Works          Maryland State Highway Administration          Coordinated Highways Action Response Team (CHART)          Mass Transit Administration          Privater Betreiber der Gütereisenbahn          Feuerwehr Department Baltimore City, u.a. auch Abteilung für Gefahrgut          Polizei Department Baltimore City</p>
Vorhandene Notfallkonzepte	<p>South Baltimore <b>Industrial Mutual Aid Plan</b> → Vorbereitung und Reaktion auf Unfälle, bei welchen Gefahrgut involviert ist und mögliche Umweltschäden entstehen können.</p>
Allg. Reaktion	
Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr	<p>1. Massnahmenpaket (nach Zugstop):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuch, Funkmitteilung bzgl. Notstop (Lokführer haben Entgleisung und Brand noch nicht bemerkt) an Betreiber der Gütereisenbahn zu senden, doch in Funkloch wegen Tunnel.</li> <li>• Eigenständige Evakuierung der Lokführer aus dem Tunnel mittels Abkopplung der Lokomotiven und Ausfahrt aus Tunnel. Anschliessend Informieren des Betreibers durch Lokführer.</li> <li>• Erneute Information des Betreibers nach Detektion starken Rauchs durch Lokführer mit Vermutung auf Brand innerhalb des Tunnels und Erkenntnis, dass Gefahrgut geladen ist. → Betreiber informiert Baltimore City über Entgleisung, Brand und dass Gefahrgut geladen ist.</li> <li>• Aufgebot Feuerwehr zwecks Feuerbekämpfung, mit Information zu geladener Fracht.</li> <li>• Informieren der Umweltkatastrophenbewältigungs-Einheit von Maryland über Entgleisung und involviertem Gefahrgut.</li> <li>• Kontaktierung National Transportation Safety Board sowie verschiedene relevante Abteilungen des Feuerwehrdepartements.</li> </ul> <p>2. Massnahmenpaket (ca. 16.20 Uhr):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstellung Güter- und Personeneisenbahnbetrieb sowie Tram auf Strasse oberhalb des Tunnels, stattdessen Busersatz.</li> <li>• Sperrung aller wichtigen Strassen (v.a. Autobahnen) Richtung Baltimore mittels fixer und mobiler WTA.</li> <li>• Sperrung aller Strassen, welche den Gütereisenbahntunnel passieren. → Umleitung Verkehr mittels Signalen und Barrieren.</li> <li>• Konsultation Chemischer Spezialisten zur Abklärung von Umweltschäden → Erkenntnis: involviertes Gefahrgut stellt keine Umweltgefährdung dar.</li> </ul>

- Vorbereitung Sirenenalarm zur Warnung der anliegenden Anwohner, dass sie in die Luftschutzkeller gehen sollen.
3. Massnahmenpaket (ab ca. 17.00 Uhr):
- Unterstützung durch Wasserpolizei wird angefordert
  - Durchführung von Luftmessungen entlang der Strassen oberhalb des Tunnels und bei den Tunneleingängen nahegelegenen Haltestellen.
  - Schliessung Binnenhafen für Schiffsverkehr.
  - Evakuierung B&O-Warenhaus.
  - Auslösung Sirenenalarm.
  - Durchbruch Grundwasserreservoir mit Überflutung gewisser Teile des Tunnels und Überschwemmung einiger Strassen.
  - Schliessung Metrostationen auf Grund Rauch.
4. Massnahmenpaket (ab ca. 20.00 / 21.00 Uhr):
- Freigabe gewisser Strassen und Anschlüsse / Rampen Richtung Stadtzentrum.
5. Massnahmenpaket (ab ca. 23.00 Uhr):
- Wasser auf Strassen (auf Grund Bruch Grundwasserreservoir) entfernt.

Quelle [10], [25]

## II.6 Feuer in Strassentunnel Mont Blanc

*Abb. II.7 Ereignis Brand eines Lastwagens in Strassentunnel*

Zeitpunkt Ereignis	24. März 1999, 10.53 Uhr
Zeitpunkt Wiederherstellung	Ende März 2002: Wiedereröffnung für Personenwagen Ende Mai 2002: Zulassung für vierachsige Lastwagen bis 19 Tonnen Ende Juli 2002: Zulassung für alle Lastwagen
Ort	Mont Blanc Tunnel zwischen Chamonix (Frankreich) und Courmayeur (Italien)
Beschädigte Kanäle	<b>Tunnel</b> durch Brand unbefahrbar. <b>Sensoren / Alarmsystem ausgeschaltet</b> wegen Fehlalarm am Vortag.
Nicht beschädigte Kanäle	<b>Kameras</b> ; wegen dichter Rauchwolke (ca. 200 Meter lang) konnten Bilder aber nicht genutzt werden – insbesondere zur Abschätzung der Anzahl Fahrzeuge im Tunnel. Tunnelventilatoren, doch auf Seite Frankreich zu schwach, um alle toxischen Gase abziehen zu können. Schutzräume, doch nicht konzipiert für so lange Aufenthaltsdauer (nur auf 2h ausgelegt).
Involvierte Stellen	Autoroutes et Tunnels du Mont Blanc (ATMB) L'Esercizio del Traforo del Monte Bianco (SITMB)
Vorhandene Notfallkonzepte	Notfallkonzepte im Falle eines Tunnelbrandes. Automatische Alarmierung, Rauchsensoren. Schutzräume, dafür keine Fluchtstollen. Ungenügende Ausbildung und schlechte Ausrüstung der im Einsatz stehenden Feuerwehren.
Allg. Reaktion	
Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr	Rauchsensoren reagierten erst, als brennender Lastwagen im Tunnel vom Fahrer angehalten wurde: Nur französische Sensoren reagierten, da italienisches Alarmsystem ausgeschaltet war → Alarm zum Anhalten des Verkehrs bzw. <b>Sperrung</b> des Tunnels wurde <b>15 Minuten zu spät</b> ausgelöst, Anhalten des Verkehrs an den <b>Mautstellen</b> → weitere Fahrzeuge fuhren in den Tunnel, als Brand schon entfacht war → Stau hinter brennendem Lastwagen im Tunnel, keine Wendemöglichkeiten. <b>Evakuierung</b> der Personen aus dem Tunnel in Schutzräume (innerhalb des Tunnels).

	<p><b>Schlechte Kommunikation</b> zwischen den beiden Tunnelbetreibern, so dass zwecks Schutz der fliehenden Personen vor toxischen Gasen von italienischer Seite her Frischluft in Tunnel geblasen wurde, gleichzeitig Ventilatorsystem auf französischer Seite aber zu schwach zum Abziehen der toxischen Gase war. Feuerwehr wegen zu spätem Alarm erst vor Ort, als Hitze im Tunnel bereits zu gross für Lösungsversuche im Tunnel.</p>
Quelle	[15]

## II.7 Erdbeben in Northridge

Abb. II.8 Ereignis Erdbeben der Stärke 6.8

Zeitpunkt Ereignis	17. Januar 1994, 04.30 Uhr: Dauer des Bebens: 1 Minute 17. Januar 1994, 04.31 Uhr: Nachbeben der Stärke 5.9
Zeitpunkt Wiederherstellung	Mai 1994: Reparation und Wiederinbetriebnahme gewisser Autobahnabschnitte November 1994: Wiederinbetriebnahme der erneuerten Infrastruktur
Ort	Northridge, Los Angeles
Beschädigte Kanäle	<p>Zusammenbruch <b>verschiedener Autobahnabschnitte</b>, insbesondere Verzweigung und Brücken. Stark beschädigt sind unter anderem vier wichtige Autobahnen im Süden Kaliforniens → Keine Verbindung über die Berge nach Lancaster und Palmdale.</p> <p><b>Verbindungsunterbruch zu Sensoren</b> für das Verkehrsmanagement. Ausfall der <b>Stromversorgung</b>. Ausfall <b>Telefonverbindungen</b> auf Grund Feuer bei einigen Schaltanlagen sowie Zusammenbruch der übrigen Netze auf Grund Überlastung. Beschädigte Wasser- und Gasleitungen, über 50 Feuer.</p>
Nicht beschädigte Kanäle	<b>Verkehrsmanagementzentrale</b> , insbesondere dank Notstromaggregaten. <b>Festnetztelefon</b>
Involvierte Stellen	<p>Nationale Koordinationsstelle der Vereinigten Staaten für Katastrophenhilfe (FEMA) California Department of Transportation (Caltrans) Los Angeles Department of Transportation (DOT) Los Angeles Verkehrsmanagementzentrale (TMC) Kontrollzentrale mit automatischem Verkehrsüberwachungs- und -kontrollsystem (ATSAC CC) Metropolitan Transportation Authority (MTA) Federal Highway Administration (FHWA) California Highway Patrol (CHP), Freeway Service Patrol (FSP) Southern California Regional Rail Authority (SCRRA) ÖV-Betreiber Private Unternehmen</p>
Vorhandene Notfallkonzepte	<p><b>Koordinierte Strategie</b> für Katastrophenbewältigung und -wiederherstellung. <b>Notfall-Verträge</b> bzw. Verhandlungen (emergency contracting procedures) mit privaten Unternehmen: Im Ereignisfall wird sofort ein Team bereitgestellt, welches Trümmer beseitigt etc. Bezahlung des Materials, Untersuchungen, Ausrüstung etc. durch Caltrans. Einheitlich nutzbares <b>Ereignis-Befehls-Systems</b> (ICS) zur Vermeidung von Koordinationsproblemen über mehrere Stellen hinweg. Elektrische <b>Notstromaggregate</b> für Aufrechterhaltung der Verkehrsmanagementzentrale. Katastrophenhilfe-Fonds.</p>
Allg. Reaktion	
Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr	<p>1. Massnahmenpaket (nach Beben):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung Los Angeles City and County Notbetriebszentralen.</li> <li>• Aktivierung Nationale Koordinationsstelle der Vereinigten Staaten für Katastrophenhilfe.</li> </ul> <p>2. Massnahmenpaket (ca. 06.00 Uhr):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausrufung Notstand (durch Los Angeles Bürgermeister)</li> <li>• Aktivierung Hauptsitz Emergency Support Team der Nationalen Koordinationsstelle der Vereinigten Staaten für Katastrophenhilfe.</li> </ul>

---

- Auslösung Inspektion der Infrastruktur auf Schäden.

3. Massnahmenpaket (ca. 09.00 Uhr):

- Ausrufung Notstand (durch kalifornischen Gouverneur)
- Alle ausgebrochenen Feuer sind unter Kontrolle.
- Abschleppen von stehen gebliebenen Fahrzeugen.
- Einrichtung von grossräumigen Umleitungen mittels Hilfssignalisation. Informationen dazu via Medien verbreitet.

4. Massnahmenpaket (Nachmittags):

- Auslösung Katastrophenhilfe-Fonds.
- Sperrung beschädigter Strassen.
- Einrichtung von Umleitungen über das untergeordnete Strassennetz mittels Hilfssignalisation; Koordination von LSA.
- Erste (vollständige) Bestandesaufnahme über Schäden.
- Erdbebenbedingte Feuer sind gelöscht.
- Ausrufung nationale Katastrophe für Bezirk Los Angeles.

5. Massnahmenpaket (Abends):

- „Automatische“ Aufnahme der Arbeiten durch private Unternehmen: Beseitigung von Trümmern und zur Wiederherstellung der beschädigten Autobahnen.
- Wiederherstellung gewisser unterbrochener Linien.

6. Massnahmenpaket (20. Januar 1994):

- Erstellung eines Verkehrsmanagementplans.
- Ausbau ÖV-Angebot (Metrolink), Anpassung Busangebot, Einrichtung spezieller Shuttle-Busse (teilweise gratis).
- Einrichtung von Umleitungen.
- Wiederaufbau zerstörter Strassenabschnitte.

---

Wiederherstellung	<p>Beschaffung zusätzlicher Fahrzeuge bei Metrolink sowie Anpassung der Ticketpreise.</p> <p>Kampagne zur <b>Sensibilisierung der Öffentlichkeit</b> bzgl. Reiseinformationen. Suche und Auswahl des Anbieters für Neubau der zerstörten Infrastruktur mit Bonus-/Malus-System für vorzeitiges bzw. verspätetes Fertigstellen der Infrastruktur.</p> <p>Im Zusammenhang mit dem Neubau der beschädigten Infrastruktur: <b>Installation von Infrastruktur / Instrumenten</b> für das Verkehrsmonitoring und für Reiseinformationen.</p> <p>Aufbau einer <b>Notfall-Verkehrslenkungszentrale</b>, welche bei Erdbeben zum Einsatz kommt und dann Aufgaben der Verkehrsmanagementzentrale übernimmt.</p>
Quelle	[10], [25]

---

## II.8 Evakuierung Hurrikan (generell)

*Abb. II.9 Ereignis Hurrikan*

---

Zeitpunkt Ereignis	-
Zeitpunkt Wiederherstellung	-
Ort	Disaster District 8A, Texas.
Beschädigte Kanäle	Noch keine, da Evakuierung vor Ereigniseintritt stattfindet.
Nicht beschädigte Kanäle	Alle.
Involvierte Stellen	<p>US. Border Patrol</p> <p>Emergency Management Organizations (lokale und staatenweite)</p> <p>Verkehrsbetriebszentrale</p> <p>Texas Department of Public Safety</p> <p>Texas Department of Transportation</p> <p>Highway Patrol</p>

---

---

	<p>County Sheriff Department Municipal Police Departments In anderen Staaten sind unter Umständen andere Stellen aktiv am Prozess beteiligt.</p>
<p>Vorhandene Notfallkonzepte</p>	<p><b>Staatenweite Verkehrsmanagementpläne</b> für Evakuierungen in Notfällen (z.B. vor Hurrikan), abgestimmt auf das verfügbare Strassennetz im Falle gleichzeitiger Evakuierungen in umliegenden Staaten. Jährliche Prüfung auf Überarbeitung / Anpassung der Pläne. Detaillierter Beschreib des Prozesses sowie präzise Vorgaben zur Dokumentation. Verkehrsmanagementpläne decken auch Krisenbewältigung und Wiederherstellung ab.</p> <p><b>Lokale Verkehrsmanagementpläne.</b></p> <p><b>Notfallkonzept</b> betreffend Kommunikationsausfällen und allgemeine Regelung der Nutzung von Kommunikationskanälen.</p> <p><b>Spezielles Kommunikationsnetzwerk</b>, welches nur vom Exekutivorgan benutzt wird.</p>
<p>Allg. Reaktion</p>	
<p>Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konsultation und Prüfung Verkehrsmanagementplan mit verschiedenen Stellen.</li><li>• Prüfung der Verfügbarkeit der personellen und technischen Ressourcen.</li><li>• Überprüfung der zu evakuierenden Personen / Gebiete.</li><li>• Prüfung der Verfügbarkeit von Umleitungsrouten, Baustellen, möglicherweise behindernde Wetterverhältnisse auf bestimmten Routen (mittels Verkehrsfernsehen, (quasi) Echtzeit-Zählraten, Daten von Wettersensoren etc.).</li><li>• Aufhebung von Baustellen zwecks Gewährleistung eines hohen Verkehrsflusses.</li><li>• Beseitigung von behindernden Gegenständen auf Evakuierungsrouten.</li><li>• Überprüfung aller strassenseitigen Verkehrstelematikinfrastruktur vor Ort zur Gewährleistung ihrer Funktionsfähigkeit.</li></ul> <p>Auslösung Verkehrsmanagementplan:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Information an die von der Evakuierung betroffenen Personen über Routen, verfügbare Unterkünfte / Schutzmöglichkeiten, Tankstellen entlang von Evakuierungsrouten sowie Notlager am Zielort über Radio und WTA.</li><li>• Information an die Personen entlang von Evakuierungsrouten und am Zielort über bevorstehende Evakuierung bzw. erhöhtes Verkehrsaufkommen → Evakuierungsrouten sollen möglichst freigehalten werden.</li><li>• Spezielle Information der zu evakuierenden sowie der entlang von Evakuierungsrouten betroffenen Personen im Falle der Massnahme Contraflow (d.h. Nutzung der Gegenfahrbahn für die Evakuierungsroute in gegenüber dem regulären Betrieb entgegengesetzter Fahrtrichtung).</li><li>• Bereitstellung von Lebensmitteln, WC / Duschen, Tank- und Übernachtungsmöglichkeiten entlang von Evakuierungsrouten und am Zielort.</li><li>• Verkehrslenkung mit Hilfssignalisation, Warnung mittels Ampeln, Bevorzugung Verkehr auf Evakuierungsroute (Anpassung Ampelsteuerung (rot blinkend für Zufahrtsachsen, welche die Evakuierungsroute kreuzen), Aufhebung bzw. Abdeckung von „Stop“-Schildern in Fahrtrichtung der Evakuierungsroute, Installation temporärer „Stop“-Schilder).</li><li>• Verkehrsleitung, bspw. mit Contraflow-Massnahmen.</li><li>• Verkehrsüberwachung (vor Ort, per Helikopter), insbesondere im Hinblick auf Überlastung / Unternutzung gewisser Routen (→ Umverteilung Verkehr), Unfälle, den Verkehr blockierende Fahrzeuge (leerer</li></ul>

---

	<p>Tank, Panne etc.).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von Bussen zur Evakuierung, insbesondere von älteren und schwachen Personen, Gefangene, Waisen etc.</li> <li>• Einrichtung Normalbetrieb nach erfolgter Evakuierung.</li> </ul> <p>Nach Hurrikan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung der Verfügbarkeit von Strassen (Behinderungen, Schäden etc.)</li> <li>• Im Generellen keine speziellen Verkehrsmanagementmassnahmen, bei Bedarf werden aber welche ausgelöst.</li> </ul>
Quelle	[23], [24]

## II.9 Einsatz von Verkehrstelematik in Japan (generell)

*Abb. II.10 Ereignis Erdbebengefährdung*

Zeitpunkt Ereignis	-
Zeitpunkt Wiederherstellung	-
Ort	Japan.
Beschädigte Kanäle	Keine.
Nicht beschädigte Kanäle	Alle.
Involvierte Stellen	-
Vorhandene Notfallkonzepte	<p>Ausbau des gesamten Hochleistungsstrassennetz sowie vielen Strassen in grösseren Städten mit Sensoren und Kameras zwecks Erhebung von Verkehrsdaten und Senden dieser Daten an ein halbautomatisch gesteuertes Verkehrsmanagementsystem, mit welchem Lichtsignalanlagen und Wechselsignale für Geschwindigkeitsharmonisierung überwacht und geschaltet sowie automatisch Verkehrsinformationen erstellt und verbreitet werden.</p> <p>Ausrüstung der Verkehrstelematikeinrichtungen mit autonomer Stromversorgung (Wind und / oder Solarpanel) sowie drahtloser Verbindung zur Übertragung der Verkehrsdaten.</p>
Allg. Reaktion	-
Auslösung Massnahmen, insbesondere Verkehr	-
Quelle	Dutch National Police Agency – KLPD



## Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
ABC	Atom-, Biologie- und Chemiegefahren
ABCN	Atom-, Biologie-, Chemie- und Naturgefahren
ALEA	Alarmierung und Ereignisassistent
ANPR	Automatic Number Plate Recognition
ASNAZ	Alarmstelle der NAZ
ASTRA	Bundesamt für Strassen
AV	Alarmierungsverordnung
BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BAV	Bundesamt für Verkehr
BELA	Behelf Sachlage
BIT	Bundesamt für Informatik und Telekommunikation
BLZ	Betriebsleitzentrale
DAB	Digital Audio Broadcast
DATEC	Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni
DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DVB	Digital Video Broadcast
eCall	Emergency Call
ELD	Elektronische Lagedarstellung
ENET	Ergänzungsmessnetz der MeteoSchweiz
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
ETCS	European Train Control System
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
EU	Europäische Union
FCD	Floating Car Data
FCO	Floating Car Observer
FLS	Fahrstreifenlichtsignalsystem
FTD	Floating Traveller Data
FMD	Floating Mobile Data
GETS	Government Emergency Telecommunications Service
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
IBBK	Information der Bevölkerung durch den Bund in Krisenlagen mit dem Radio
ICARO	Information Catastrophe Alarme Radio Organisation
ICS	Incident Command System (Ereignis-Befehls-System)
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IMIS	Interkantonales Mess- und Informationssystem
ISDN	Integrated Services Digital Network
IT	Informationstechnologie
ITS	Intelligent Transport System
KKM SVS	Konsultations- und Koordinationsmechanismus Sicherheitsverbund Schweiz
KKO	Kantonale Krisenorganisation
KKW	Kernkraftwerk
KLPD	Dutch National Police Agency
KLZ	Kantonale Leitzentrale

Begriff	Bedeutung
KOVE	Koordination des Verkehrswesens im Ereignisfall
LO KOVE	Leitungsorgan KOVE
LSA	Lichtsignalanlage
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
LV	Langsamverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MLZ	Melde- und Lagezentrum
NAZ	Nationale Alarmzentrale
OWARNA	Optimierung der Warnung und Alarmierung bei Naturgefahren
POTS	Plain Old Telephone System
OBU	On-Board Unit
OCI	Operation Center Infrastruktur (SBB)
OCV	Operation Center Personenverkehr (SBB)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
RDS	Radio Data System
RDS-TMC	Radio Data System – Traffic Management Channel
RLZ	Regionale Leitzentrale
RSU	Roadside Unit
SARTRE	Safe Road Trains for the Environment
SBB	Schweizerischen Bundesbahnen
SED	Schweizerischer Erdbebendienst
SIKom	Sicherstellung krisenkritischer Information- und Kommunikationstechnologien Services und deren Infrastrukturen für eine sichere Information und Kommunikation in allen Lagen im Verbund auf Stufe Bund und den Kantonen
SKI	Schutz kritischer Infrastrukturen
SMS	Short Message Service
SOV	Single Official Voice
SRF	Schweizer Radio und Fernsehen
SRG SSR	Schweizerische Radio- und Fernsehgesellschaft
SVS	Sicherheitsverbund Schweiz
TAR	Traveller Advisory Radio
TCP	Transmission Control Protocol
TIM	Traffic Information Memo
TMC	Traffic Management Channel
TPEG	Transport Protocol Experts Group
TPEG-PTI	Transport Protocol Experts Group – Public Transport Information
TPEG-RTM	Transport Protocol Experts Group – Road Traffic Message Application
UKW	Ultrakurzwelle
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USV	Unterbrechungsfreie Notstromversorgung
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Energie und Kommunikation
VDV-CH	Verkehrsdatenverbund Schweiz
VLZ	Verkehrsleitzentrale
VM	Verkehrsmanagement
VMP	Verkehrsmanagementplan
VMZ-CH	Verkehrsmanagementzentrale Schweiz
VRK-UKW 77	Versorgung mit Rundfunk in Krisenzeiten – Ultra-Kurzwelle 77
VT	Verkehrstelematik
WLAN	Wireless Local Area Network
WPS	Wireless Priority Service
WS	Wechselsignal

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
WTA	Wechseltextanzeige
WWW	Wechselwegweisung



## Literaturverzeichnis

- 
- [1] ASTRA, Glossar Verkehrsmanagement Schweiz, 2007.
- 
- [2] ASTRA, Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA), Verkehrsmanagement Schweiz (VM-CH 2008), 2004.
- 
- [3] ASTRA, Verkehrstelematik ITS-CH 2012, Leitbild für die Schweiz im Jahre 2012, 2005.
- 
- [4] BABS, Behelf Sachbereich Lage für das Zusammenwirken im Lageverbund zwischen Partnerorganisationen des Bevölkerungsschutzes und Führungsorganen, 2010.
- 
- [5] BABS, KATARISK – Katastrophen und Notlagen in der Schweiz, 2003.
- 
- [6] BABS, Leitergestützte Telematiksysteme, 2005.
- 
- [7] BABS, Planungsgrundlage Evakuierung, Mai 2011.
- 
- [8] BABS, Umsetzung des Einsatzkonzeptes für den Fall eines Erdbebens in der Schweiz und Regelung der internationalen Hilfe in der Schweiz, 2008.
- 
- [9] BABS, Zeitschrift Bevölkerungsschutz 9 / März 2011.
- 
- [10] DeBlasio, A.J., Effects of Catastrophic Events on Transportation System Management and Operations, U.S. Department of Transportation, John A. Volpe National, Transportation Systems Center, Cambridge, MA, Mai 2004.
- 
- [11] Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz, Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernanlagen, 2006.
- 
- [12] Eidgenössische Kommission für AC-Schutz, Notfallschutz in der Umgebung der Kernkraftwerke, 2001.
- 
- [13] ETH, Comprehensive risk analysis Switzerland (1991-1999). Unpublizierte Studie der Forschungsstelle für Sicherheitspolitik und Konfliktforschung, Zürich, 1999.
- 
- [14] Krampe, Stefan, Nutzung von Floating Traveller Data (FTD) für mobile Lotsendienste im Verkehr, Diss. TU Darmstadt, 2006.
- 
- [15] Meyer, M. D., Making Transportation Tunnels Safe and Secure, Transit Cooperative Research Program and National Cooperative Highway Research Program, Washington D.C., 2006.
- 
- [16] Minhans, Anil, Traffic Management Strategies in Cases of Disasters, Diss. TU Darmstadt, 2008.
- 
- [17] Moerke, Andrea; Walke, Anja, Intelligente Transportsysteme, in: Japans Zukunftsindustrien, Springer-Verlag, 2007.
- 
- [18] Mohr, Mario; Oehry Bernhard, Kooperative Fahrzeugkommunikationssysteme, in: VSS Strasse und Verkehr Nr. 3, März 2012.
- 
- [19] NAZ, Einsatzkonzept für den Fall eines Erdbebens in der Schweiz, 2005.
- 
- [20] NAZ, Kommunikation ohne Strom, 2002.
- 
- [21] ÖNORM S2304, Integriertes Katastrophenmanagement – Benennungen und Definitionen, 15. Juli 2011.
- 
- [22] Schweizerischer Bundesrat, Bundesgesetz über Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz vom 4. Oktober 2002, Stand 1. Januar 2011.
- 
- [23] Texas Department of Public Safety, Emergency Evacuation – Traffic Management Plan, April 2006.
- 
- [24] Transportation Research Board of the National Academies, The Role of Transit in Emergency Evacuation, Juli 2008.
- 
- [25] U.S. Department of Transportation, Effects of Catastrophic Events on Transportation System Management and Operations – Cross Cutting Study“, John A. Volpe National, Transportation Systems Center, Cambridge, MA, Januar 2003.
- 
- [26] U.S. Department of Transportation, Learning from the 2003 Blackout, Public Roads, Vol. 68, No. 2, September / Oktober 2004.
- 
- [27] [vm2010.de/web/index.php](http://vm2010.de/web/index.php)
- 
- [28] VSS Schweizer Norm 640 781, Verkehrsmanagement – Begriffssystematik, Februar 2006.
- 
- [29] VSS Schweizer Norm 640 802, Verkehrsbeeinflussung Fahrstreifen-Lichtsignal-System, November 1999.
- 
- [30] VSS Schweizer Norm 671 831, Strassenverkehrstelematik, November 1999.
- 
- [31] [www.7-forum.com](http://www.7-forum.com)
-

---

[32] [www.bav.admin.ch](http://www.bav.admin.ch).

---

[33] [www.bevoelkerungsschutz.admin.ch](http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch).

---

[34] [www.car-to-car.org](http://www.car-to-car.org)

---

[35] [www.ec.europa.eu/ecall](http://www.ec.europa.eu/ecall)

---

[36] [www.ensi.ch](http://www.ensi.ch).

---

[37] [www.he.admin.ch](http://www.he.admin.ch)

---

[38] [www.krisenorganisation.bs.ch](http://www.krisenorganisation.bs.ch).

---

[39] [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de)

---

[40] [www.meteoschweiz.admin.ch](http://www.meteoschweiz.admin.ch).

---

[41] [www.naz.ch](http://www.naz.ch).

---

[42] [www.rega.ch/de/multimedia/mobile-app.aspx](http://www.rega.ch/de/multimedia/mobile-app.aspx)

---

[43] [www.sartre-project.eu](http://www.sartre-project.eu)

---

[44] [www.seismo.ethz.ch](http://www.seismo.ethz.ch).

---

[45] [www.travolution-ingolstadt.de](http://www.travolution-ingolstadt.de)

---

[46] [www.viasuisse.ch](http://www.viasuisse.ch).

---

[47] [www.vspd.ch](http://www.vspd.ch)

---

[48] [www.vtg.admin.ch](http://www.vtg.admin.ch)

---

# Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 17.12.2012

#### Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS 2009/902  
Projekttitel: Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen  
Enddatum: Dezember 2012

#### Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit wurde untersucht, welche Möglichkeiten der Einsatz von Verkehrstelematik im Rahmen der Bewältigung ausserordentlicher Lagen bietet. Basierend auf einer Literaturrecherche und aufschlussreichen Interviews mit Experten von in ausserordentlichen Lagen involvierten Organisationen konnten die Bedürfnisse und der Bedarf von Verbesserungen beim Einsatz von Verkehrstelematikanwendungen erkannt werden. Die heute bestehenden Einschränkungen und der Optimierungsbedarf für eine verbesserte Bewältigung ausserordentlicher Lagen wurde an Hand zwei konkreter Fallbeispiele für ausserordentliche Lagen veranschaulicht. Die verschiedenen Aspekte bildeten schliesslich die Grundlage für die Ermittlung eines optimalen Einsatzes von Verkehrstelematik.

Es gilt, dass sich die im Alltag benutzte Verkehrstelematik grundsätzlich auch für die Bewältigung ausserordentlicher Lagen einsetzen lässt. Da sich die heutige Nutzung der Verkehrstelematik an den Bedürfnissen des Alltags orientiert, besteht aber noch deutliches Verbesserungspotential im Hinblick auf einen Einsatz in ausserordentlichen Lagen. Es werden die verschiedenen Lücken und Schwachstellen aufgezeigt und konkrete Empfehlungen zur Entwicklung neuer Verkehrstelematikanwendungen, welche einen deutlichen Mehrwert bei der Bewältigung ausserordentlicher Lagen - grundsätzlich aber auch im Alltag - liefern, abgegeben.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Das Ziel, die Instrumente der Verkehrstelematik zur Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen zu bestimmen und zu analysieren, wurde erreicht. Die Forschungsarbeit widergibt einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Verkehrstelematikanwendungen, welche einen wichtigen Beitrag zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen liefern.

Folgerungen und Empfehlungen:

Der Einbezug von Verkehrstelematik, welche aktuell in anderen Ländern - in der Schweiz aber nicht in dieser Form - Anwendung findet, erlaubt zwar gewisse Verbesserungen bei der Bewältigung von ausserordentlichen Lagen. Ein grösseres Potential wird aber in künftigen Verkehrstelematikanwendungen, wovon sich einige bereits in Entwicklungen befinden, erkannt. Die Umsetzung der Empfehlungen richtet sich daher nicht nur an die bei ausserordentlichen Lagen involvierten Stellen und Behörden, sondern auch an die Industrie.

Publikationen:

Forschungsbericht "Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen", Oktober 2012

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Lüthi

Vorname: Therese

Amt, Firma, Institut: Rapp Trans AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Das Thema des Einsatzes von Verkehrstelematik im Verkehrsmanagement zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen wurde in diesem Forschungsprojekt für die Schweiz erstmals untersucht. Es konnte eine gute Übersicht über die dafür geeignete Verkehrstelematik und die bestehenden Mängel erarbeitet werden. Die Resultate sind im Schlussbericht umfassend und anschaulich dargestellt. Wünschenswert wäre allerdings gewesen, wenn die Forschungsstelle einen stärkeren Fokus auf Möglichkeiten zur Behebung dieser Mängel gelegt und dazu konkretere Lösungsvorschläge erarbeitet hätte. Die Forschungsarbeit ist gut geeignet, eine Sensibilisierung auf das Thema zu erreichen, lässt aber die zweifellos erforderlichen weiteren Schritte weitgehend offen.

Umsetzung:

Angesichts des im Forschungsprojekt aufgezeigten Sachverhalts, dass Verkehrstelematik einerseits beim Verkehrsmanagement in ausserordentlichen Lagen einen besonders hohen Nutzen haben kann (raschere Verfügbarkeit von Information, Entlastung der Einsatzkräfte, bessere Information der betroffenen Bevölkerung), dass sie aber auf diese Lagen schlecht vorbereitet ist (mangelnde Ausfallsicherheit, ungenügende Ausrichtung auf die besonderen Anforderungen), drängt sich eine vertiefte Abklärung möglicher Handlungsfelder im Rahmen der schweizerischen Katastrophenvorsorge unter Einbezug der für die Verkehrstelematik zuständigen Stellen auf. Auch schon eine Inventarisierung der bestehenden Verkehrstelematik-Einrichtungen wäre im Hinblick auf ausserordentliche Lagen hilfreich.

weitergehender Forschungsbedarf:

- Ausfallsicherheit von Verkehrstelematik-Einrichtungen bei ausserordentlichen Ereignissen
- Neue Verfahren zur Entscheidungsunterstützung beim Management des Verkehrs in ausserordentlichen Lagen
- Effiziente Erfassung und Darstellung der Verkehrslage in ausserordentlichen Situationen

Einfluss auf Normenwerk:

Das Forschungsprojekt hat keinen direkten Einfluss auf das Normenwerk. Gut denkbar ist aber, dass sich bei den notwendigen vertieften Untersuchungen ein Normierungsbedarf ergibt.

#### Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Mühlethaler

Vorname: Franz

Amt, Firma, Institut: cabtus AG

#### Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:



## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1334	ASTRA 2009/009	Was treibt uns an ? Antriebe und Treibstoffe für die Mobilität von Morgen <i>Transports de l'avenir ?</i> <i>Moteurs et carburants pour la mobilité de demain</i> <i>What drives us on ?</i> <i>Drives and fuels for the mobility of tomorrow</i>	2011
1335	VSS 2007/502	Stripping bei lärmindernden Deckschichten unter Überrollbeanspruchung im labormasstab <i>Désenrobage des enrobés peu bruyants des couches de</i> <i>roulement sous sollicitation de roulement en laboratoire</i> <i>Stripping of Low Noise Surface Courses during Laboratory</i> <i>Scaled Wheel Tracking</i>	2011
1336	ASTRA 2007/006	SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors <i>SPIN-ALP: Abschätzung des Potentials des Intermodalen</i> <i>Verkehrs auf Alpenkorridoren</i> <i>SPIN-ALP: Estimation du potentiel du transport intermodal</i> <i>sur les axes transalpins</i>	2010
1339	SVI 2005/001	Widerstandsfunktionen für Innerorts- Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten <i>Fonctions de résistance pour des tronçons routiers urbains</i> <i>en dehors de la zone d'influence de carrefours</i> <i>Capacity restraint functions for urban road sections not</i> <i>affected by intersection delays</i>	2010
1325	SVI 2000/557	Indices caractéristiques d'une cité-Vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes. <i>Die charakteristischen Indikatoren einer Velostadt. Evaluati-</i> <i>onsmethode der Velopolitiken anhand von 8 Indikatorgrup-</i> <i>pen für kleine und mittlere Gemeinden</i> <i>Characteristic indices of a Bike City. Method of evaluation of</i> <i>cycling policies in 8 indices for small and medium-sized</i> <i>communes</i>	2010
1337	ASTRA 2006/015	Development of urban network travel time estimation methodology <i>Temps de parcours en réseau urbain</i> <i>Methodologie für Fahrzeitbewertung in städtischen</i> <i>Strassennetz</i>	2011

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit <i>Modèles d'impact d'équipements de véhicules pour améliorer la sécurité routière</i> <i>Modelling of the impact of in-vehicle equipment for the enhancement of traffic safety</i>	2009
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground <i>Entscheidungsgrundlagen und Hilfsmittel für die Planung von TBM-Vortrieben in druckhaftem Gebirge</i> <i>Critères de décision et outils pour la planification de l'avancement au tunnelier dans des conditions de roches poussantes</i>	2011
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr <i>Basic technologies for detecting intermodal traveling passengers</i> <i>Les technologies de base pour l'enregistrement automatique des usagers de moyens de transports</i>	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr <i>L'agressivité au volant</i> <i>Aggressive Driving</i>	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS" <i>Projet initial pour le paquet de recherche "Augmentation de l'utilité pour les usagers du système d'information de la route"</i> <i>Initial project for the research package "Increasing benefits for the users of the road and transport information system"</i>	2011
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen <i>Application areas of various means of transportation in agglomerations</i> <i>Domaine d'application de different moyen de transport dans les agglomérations</i>	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren <i>Investigations of the ice-wall grow and frost heave in artificial ground freezing</i> <i>Recherches sur la formation corps gelés et du soulèvement au gel pendant la procédure de congélation</i>	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges <i>Qualitätsprüfung und Überwachung elektrisch isolierter Spannglieder in Brücken</i> <i>Contrôle de la qualité et surveillance des câbles de précontrainte isolés électriquement dans les ponts</i>	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene <i>Sécurité en cas de tracés rail-route parallèles ou rapprochés</i> <i>Safety measures to manage risk of roads meeting or running close to railways</i>	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen <i>On-site runoff experiments on roads</i> <i>Essai d'écoulements pour l'évacuation des eaux des autoroutes</i>	2011
1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik <i>IT-Security pour la télématique des transports</i> <i>IT-Security for Transport and Telematics</i>	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen) <i>Passage pour piétons (les bases)</i> <i>Pedestrian crossing (basics)</i>	2011
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung <i>Quantification of the leakages into exhaust ducts in road tunnels with concentrated exhaust systems</i> <i>Quantification des fuites des canaux d'extraction dans des tunnels routiers à extraction concentrée de fumée</i>	2010
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels <i>Entwicklung einer besten Praxis-Methode zur Risikomodellierung für Strassentunnelanlagen</i> <i>Développement d'une méthode de meilleures pratiques pour l'analyse des risques dans les tunnels routiers</i>	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhand D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis <i>Essai de résistance aux sulfates selon la norme SIA 262/1, Annexe D: Applicabilité et importance pour la pratique</i> <i>Testing sulfate resistance of concrete according to SIA 262/1, appendix D: applicability and relevance for use in practice</i>	2011

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen <i>Coopération dans les gares et arrêts</i> <i>Coopération at railway stations and stops</i>	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs <i>Activity oriented analysis of induced travel demand</i> <i>Analyse orientée aux activités du trafic induit</i>	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung <i>Approches innovantes de la gestion du stationnement</i> <i>Innovative approaches to parking management</i>	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer? <i>Driver Inattention and Distraction as Cause of Accident: How do Drivers Behave in Cars?</i> <i>L'inattention et la distraction: comment se comportent les gens au volant?</i>	2012