



# Datenverarbeitung für eine verkehrsträgerübergreifende Mobili- tätssteuerung

VSS 2003/901



## Impressum

**Auftraggeber** VSS  
Sihlquai 255  
8008 Zürich

Tel. +41 044 269 40 20  
Fax: +41 044 252 31 30

**Auftragnehmer** AMSTEIN + WALTHERT AG  
Andreasstrasse 11  
Postfach  
CH-8050 Zürich

Tel. +41 44 305 91 11  
Fax..+41 44 305 92 14

[www.amstein-walthert.ch](http://www.amstein-walthert.ch)

In Zusammenarbeit mit:

B+S Ingenieur AG  
Muristrasse 60  
CH-3000 Bern

**Verfasser** S. Lingwood, W. Schaufelberger  
D. Rüthemann; J. Boysen

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung .....</b>	<b>10</b>
1.1	Ausgangslage .....	10
1.2	Zielsetzung.....	11
1.3	Aufgabenbegrenzung .....	13
1.4	Rahmenbedingungen VM-CH .....	14
<b>2</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Grundlagen.....</b>	<b>19</b>
3.1	Definitionen.....	19
3.2	Normen .....	20
3.3	Laufende Forschungsarbeiten .....	22
3.4	Projekte.....	22
3.5	Pilotanwendungen .....	26
3.6	Bestehende Infrastrukturen/Verfahren .....	26
3.7	Beteiligte Organisationen.....	27
<b>4</b>	<b>Analyse und Handlungsbedarf.....</b>	<b>28</b>
4.1	Interviews.....	28
4.2	Fazit aus der Grundlagen-Recherche .....	28
4.3	Datenquellen.....	29
4.4	Handlungsbedarf .....	30
<b>5</b>	<b>Funktionale Architektur .....</b>	<b>31</b>
5.1	Verkehrstelematik Funktion .....	31
5.2	Verkehrsnetz.....	35
5.3	Verkehrsmittel.....	35
5.4	Inputdaten .....	35
5.5	Statische Daten .....	38
5.6	Qualitätsanforderungen an die Daten.....	39
5.7	Rechtliche Aspekte .....	40
<b>6</b>	<b>Systemarchitektur .....</b>	<b>41</b>
6.1	Ausgangslage .....	41
6.2	Ebenen-Struktur der Leittechnik .....	41
6.3	VD-Kommunikationsnetzwerk.....	42
6.4	Protokolle/Schnittstellen .....	44
6.5	Datenhaltung .....	46
6.6	Datenverarbeitung .....	46
6.7	Rahmenbedingungen VM-CH .....	46
6.8	Konzept VDV-CH.....	46
<b>7</b>	<b>Technische Umsetzung.....</b>	<b>50</b>
7.1	Normierung .....	50
7.2	Organisatorische Massnahmen.....	50
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>51</b>

## Zusammenfassung

Die dynamische Verkehrsbeeinflussung zur Optimierung des Verkehrsflusses wird mit der zunehmenden Auslastung des Verkehrssystems immer wichtiger. **Heute** bestehende Verkehrsmanagement-Systeme sind häufig Einzelanlagen, eine Vernetzung und insbesondere ein **Datenaustausch unter den Anlagen findet kaum statt**. Dazu liegen auch keine Normen oder Richtlinien vor.

**Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit** ist es, eine Lösung aufzuzeigen, wie die für das Verkehrsmanagement bzw. für die verschiedenen Verkehrstelematik-Dienste benötigten Daten und Informationen effizient bereitgestellt, mit minimalem Aufwand aufbereitet und für die verschiedenen Verwendungszwecke (Verkehrszustandsermittlung, Steuern, Leiten, Lenken, Informieren) eingesetzt werden können. Insbesondere soll mit einer einheitlichen Systemarchitektur sichergestellt werden, dass der Zugriff und die Weiterverwendung von einmal erfassten und aufbereiteten Daten systemübergreifend möglich ist.

Im Verlaufe der Forschungsarbeit haben sich die **Rahmenbedingungen** mit der Annahme des Neuen Finanzausgleichs (NFA) zwischen Bund und Kantonen geändert. Mit dem **NFA-Projekt Verkehrsmanagement Schweiz (VM-CH)** wird ein umfassendes Verkehrsmanagement der Strassen von nationaler Bedeutung geschaffen. Dazu werden einerseits die Zuständigkeiten neu definiert, andererseits wird ein Gesamtsystem aufgebaut, mit welchem das Verkehrsmanagement operativ umgesetzt werden kann. Ein von VM-CH abweichender Lösungsansatz ist nicht sinnvoll. Der Lösungsansatz VM-CH wird also in diese Arbeit mit einbezogen und es wird auf eine vertiefte Variantenbeurteilung verzichtet.

In einem ersten Schritt wurden weitere **wesentliche Grundlagen** wie bestehende und neu entstehende Schweizer und Europäische Normen (z.B. Normentwurf SN 671 951 Funktionale Systemarchitektur Strassenverkehrstelematik), das Leitbild ITS-CH 2012, das Managementinformationssystem Strasse (MISTRA) des Bundes, ausgewählte Agglomerationsprojekte wie z.B. das Integrierte Verkehrsmanagement IVM des Kantons Zürich, das Kundeninformationssystem Customer System (CUS) der SBB, laufende EU-Projekte mit Schweizer Beteiligung (Tempo Projekte Corvette und Serti), sowie Pilotanwendungen (z.B. das EU-Projekt TRANS3 im Dreiländereck Basel) sowie die bestehenden Infrastrukturen (ASTRA Onlinezähler, Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Videosysteme, Lichtsignalanlagen, Verkehrsinformation Viasuisse, die weiteren heute und zukünftig denkbaren Datenquellen usw. **analysiert und ausgewertet**.

Zur weiteren Abklärung der Bedürfnisse und Anforderungen wurden gezielte Interviews mit dem ASTRA, den SBB sowie dem Tiefbauamt des Kantons Zürich Gespräche geführt.

Daraus kann der **Handlungsbedarf** abgeleitet werden: Die vorhandenen Daten sind für verschiedene Verwendungszwecke nutzbar zu machen. Es ist eine verkehrsträgerübergreifende Vernetzung der Daten sicherzustellen (MIV-öV inkl. Umsteigebeziehungen Strasse-Schiene). Die vorhandenen Daten und zukünftig denkbaren Datenquellen sind zu strukturieren und zu vernetzen. Es ist eine hohe Datenqualität zu gewährleisten und die rechtlichen Aspekte sind zu regeln.

In einem nächsten Schritt wird die **funktionale Architektur** konzipiert. Hier werden die 3 Ebenen Funktionen, Verkehrsdaten-Management und Dynamische Datenerfassung unterschieden. Als zu berücksichtigende Funktionen bzw. Verkehrsmanagement-Dienste wurden die Verkehrszustandsermittlung, die Verkehrslenkung, die Verkehrsleitung, die Verkehrssteuerung und die Verkehrs-

information bestimmt. Diese Funktionen werden im Detail spezifiziert bzw. die konkreten Anwendungen und Instrumente auf dem HLS- und HVS-Netz aufgezeigt. Den einzelnen Funktionen werden die erforderlichen dynamischen (Bildaten, Verkehrsdaten, Verkehrsqualität, Ereignisdaten) und statischen Daten (Raumbezug, Fahrpläne, Wunschlinien, Kapazitäten, Verbote/Vorschriften, Verkehrsstatistik, Verkehrsmanagementpläne usw.) zugeordnet. Die Qualitätsanforderungen werden grob definiert und rechtliche Aspekte andiskutiert.

Als nächstes wird die **Systemarchitektur** entwickelt. Der hierarchische Aufbau der Prozessleitsysteme unterscheidet von oben nach unten die Bedienebene (Bedienstation, Web-Server), die Prozessleitebene (Kopfrechner), die Gruppeleitebene (Gruppenrechner, Abschnittsrechner), die Einzelstauerebene (Streckenstation) und die Feldebene (Signalgeber), welche im Detail charakterisiert werden. Für die multi-modale Verkehrsdatenverarbeitung müssen autonome Prozessleitsysteme miteinander vernetzt werden. Dies ermöglicht den Verkehrsdatenaustausch. Die Vernetzung erfolgt auf Stufe der beteiligten Verkehrsleitzentralen über ein übergeordnetes Netzwerk. Die Architektur muss auf bereits bestehenden Infrastrukturen aufbauen. Da diese nicht kompatibel sind, muss das Netzwerk auch Protokollwandler zur Verfügung stellen.

#### **Die Vernetzung erfolgt in Anlehnung an den Verkehrsdatenverbund VDV-CH aus dem Projekt VM-CH.**

Eine wichtige Grundlage in der Kommunikationstechnik sind Protokolle, welche die Kommunikation unter den Teilnehmer ermöglichen. Hier ist wichtig, dass diese nach den selben Regeln kommunizieren, d.h. sie müssen die selbe Sprache sprechen. Als Grundlage dazu dient das OSI-Referenzmodell mit 7 Schichten.

**Die technische Umsetzung soll auf der Basis** des VDV-CH erfolgen. Dieser bildet mit seinen angeschlossenen Systemen (in einer ersten Phase: nationale Verkehrsmanagementzentrale VMZ-CH, kantonale und/oder regionale Verkehrsleitzentralen, Verkehrsinformationszentrale VIZ-CH) die Basis für die verkehrsträgerübergreifende Datenverarbeitung in der Schweiz. Im weiteren Ausbau des VDV-CH ist die Anbindung des öffentlichen Verkehrs über die CUS-Schnittstelle der SBB und der regionalen Systeme (kantonales und städtisches Strassenetz, MIV und öV) sicherzustellen.

Es wird empfohlen, die Normierung bzw. Standardisierung erst anzugehen, wenn die Konkretisierung des VDV-CH weiter fortgeschritten und die technische Machbarkeit erprobt ist.

Für eine erfolgreiche Umsetzung eines verkehrsträgerübergreifenden Datenverbundes öV – MIV ist eine Zusammenarbeit auf Stufe ASTRA (und evtl. Kantone) und SBB rasch zu initiieren. Nur dadurch kann sichergestellt werden, dass die Umsetzung nötiger Schnittstellen rechtzeitig eingeplant wird.

## Summary

With congestion increasing on our transport networks, there is a growing need for dynamic traffic management systems that maximise traffic flows. **At present**, traffic management systems are often single systems and it is extremely rare to have networked systems, in particular **systems that allow data to be exchanged between individual systems**. In addition, there are no related standards or guidelines.

**The aim of this research project** is to identify ways in which the data and information required for traffic management and the associated telematic services can be provided effectively, processed with minimum effort and used for a range of purposes, e.g. to collect traffic volume data and provide control, management, guidance and information systems. In particular, the development of a single system architecture will ensure that the data collected and processed can be accessed by each system and transmitted between them.

The approval of the new system of equalisation in Switzerland between Confederation and Cantons (NFA), which occurred after the start of this research project, changed the **regulatory situation**. An early outcome of NFA was the launch of a new traffic management project, **NFA Verkehrsmanagement Schweiz (VM-CH)**. This has created an extensive traffic management system for roads of national importance in Switzerland and as a result, responsibilities have been redefined. In addition, it is planned to develop a comprehensive system for the operational introduction of traffic management systems. It would be inappropriate, therefore, to pursue an approach that differed from VM-CH and so the VM-CH approach will be incorporated into this research project and the project will not consider other options in depth.

The first stage will be to **analyse and evaluate the underlying framework**, e.g. existing and new standards in both Switzerland and Europe (e.g. draft standard SN 671 951 Functional System Architecture for Road Transport Telematics), the national ITS strategy ITS-CH 2012, MISTRA, the national Road Management Information System, selected projects looking at major urban centres, for example IVM, the Integrated Transport Management System introduced by the canton of Zürich, CUS, the Customer Information System of Swiss Railways, current EU projects with Swiss participation (the TEMPO Projects Corvette and Serti) together with pilot applications such as TRANS-3, the EU project involving the tri-nation triangle around Basle as well as current infrastructure (the online-counter system of the Swiss Federal Roads Office, traffic management systems, video systems, light signal systems, Viasuisse, the Swiss traffic information system plus current and future data sources, etc.

In order to clarify further the needs and requirements, targeted interviews have been conducted with the Federal Roads Office, Swiss Railways and the highways department of the canton of Zürich.

From this an **action plan** will be derived: The existing data must be useable for a range of applications. It is essential the data for individual modes of transport, can be networked, i.e. combining data from individual motorised transport and public transport including interchange facilities from road to rail). Existing and potential data must be structured appropriately so that it can be networked. Data must be high quality and legal aspects considered.

The next stage will be to design the **functional architecture**. It will be split into three levels: functions, traffic data management and dynamic data capture. The functional element, i.e. the required traffic management services consists of traffic-volume monitoring, guidance/management/control of traffic together with traffic information services. In addition to drawing up detailed functional specifi-

cations, the project will identify concrete applications and instruments for both the international/national road network and the inter-urban network. The relevant dynamic data (image data, traffic data, level of service, incident data) and statistical data (geographic location, timetables, desire lines, capacity, traffic restrictions/rules, traffic statistics, traffic management plans, etc.) will be assigned to each function. Level-of-service requirements will be defined in outline and there will be a brief reference to legal aspects.

This will be followed by the development of the actual **systems architecture**. The process control systems will have a hierarchical structure: the top level will be the operator control level (operator terminal, web server), then the process control level (master control unit), then the group control level (group control unit, section control unit), then the individual control level (field equipment control unit) and finally the local level (sensor). Each level will be defined in detail. In order to process multi-modal traffic data, autonomous process control systems must be networked so allowing the exchange of traffic data. Networking will occur at the associated traffic command centres using a higher-level network. The architecture must be capable of being added to existing infrastructure and the current lack of compatibility means that protocol converters will be required in order to achieve networking.

**VDV-CH, the open communications network created by the VM-CH Project** will be used for networking purposes.

Protocols, a key feature of any communications technology, allow participants to communicate with one another. It is important that each protocol uses the same rules for communication, i.e. they speak the same language. The 7-layer OSI reference model has been selected for this project.

**Technical implementation will be based on VDV-CH;** this system – together with associated systems (Phase 1: VMZ-CH (Swiss traffic management centre), canton or regional traffic guidance centres and VIZ-CH (Swiss traffic information centre)) will form the basis of multi-modal data processing in Switzerland. VDV CH will be expanded to incorporate public-transport data from the CUS interface of Swiss Railways and regional systems (canton and urban road network, individual motor transport and public transport).

It is recommended that the issue of norms/standards is deferred and not tackled until VDV-CH is more advanced and its technical feasibility has been established.

To ensure the successful implementation of a multi-modal open communications network incorporating both public transport and individual motor transport, it is essential that cooperation with the Swiss Federal Roads Office (and if necessary cantons) and Swiss Railways is instigated as a matter of urgency. Only then can the required interfaces be incorporated at the appropriate time.



## Résumé

La régulation dynamique de la circulation afin d'optimiser le flux de trafic joue un rôle de plus en plus important avec la saturation chronique du système de transport. Les systèmes de gestion du trafic opérationnels **aujourd'hui** sont souvent des installations individuelles, mais leur mise en réseau et notamment un **échange de données entre les installations n'intervient quasiment jamais**. En effet, il n'existe ni normes ni directives dans ce domaine.

L'**objectif du présent travail de recherche** est de développer une solution énonçant la façon de générer efficacement, de traiter avec des moyens minimaux et de mettre en œuvre pour les différents usages prévus (diagnostic de l'état du trafic, gestion, gestion opérationnelle, gestion de réseau, information) des données et informations nécessaires pour la gestion du trafic et les différents services télématiques. Plus précisément, la mise en place d'une architecture homogène du système est destinée à assurer que l'accès et l'exploitation en aval de données une fois saisies et traitées est possible au niveau du système dans son ensemble.

Au cours du travail de recherche, les **conditions-cadres** ont changé avec l'adoption de la nouvelle péréquation financière (RPT) entre la Confédération et les cantons. Le **projet RPT Gestion du trafic en Suisse (GT-CH)** marque la création d'un système de gestion globale des routes d'importance nationale. Elle coïncide d'une part avec la redéfinition des compétences et d'autre part avec la mise en place d'un système global permettant de rendre opérationnelle la gestion du trafic. Il ne serait pas pertinent d'envisager une solution ne tenant pas compte de GT-CH. L'approche de solution GT-CH est par conséquent intégrée dans ce travail et l'impasse est faite sur une évaluation approfondie des variantes.

Dans une première étape, il a été procédé à une **analyse et évaluation des bases essentielles** comme les normes suisses et européennes existantes et en cours d'élaboration (p. ex. la proposition de norme SN 671 951 Architecture fonctionnelle des systèmes Télématique du trafic routier), la ligne directrice ITS-CH 2012, le système d'information pour la gestion des routes et du trafic (MISTRA) de la Confédération, des projets d'agglomération sélectionnés comme p. ex. la gestion intégrée du trafic IVM du canton de Zürich, le système d'information clientèle Customer System (CUS) des CFF, des projets UE en cours avec participation suisse (projets Tempo Corvette et Serti), ainsi qu'applications pilotes (p. ex. le projet UE TRANS3 dans le triangle transfrontalier de Bâle) ainsi que les infrastructures existantes (compteur en ligne ASTRA, installations de régulation du trafic, systèmes vidéo, installations de signalisation lumineuse, information trafic Viasuisse) et les autres sources de données etc. envisageables aujourd'hui et à l'avenir.

Pour identifier encore mieux les besoins et exigences, des interviews ciblées ont été menées avec ASTRA, les CFF et des entretiens ont eu lieu avec l'Office des travaux publics du canton de Zürich.

Leurs résultats permettent de déduire le **besoin d'action**: il faut rendre exploitables les données disponibles pour différents usages. Une mise en réseau des données sur la base de l'interopérabilité des modes de déplacement doit être assurée (TMI-TP, y compris relations d'interconnexion route-rail). Il faut structurer et mettre en réseau les données disponibles et les sources de données envisageables à l'avenir tout en garantissant une qualité élevée des données et une réglementation des aspects juridiques.

Dans une seconde étape intervient la conception de **l'architecture fonctionnelle**. On différencie ici les 3 niveaux: fonctions, gestion des données du trafic



et saisie dynamique des données. Ont été déterminés comme fonctions ou services de gestion du trafic à prendre en compte: le diagnostic de l'état du trafic, le guidage du trafic, la gestion de réseau, la gestion opérationnelle, la régulation du trafic et l'information sur la circulation. Ces fonctions sont spécifiées dans le détail et les applications et instruments concrets sur le réseau RGD et RP sont identifiés. Les différentes fonctions se voient attribuer les données dynamiques (données image, données trafic, niveau de service, données événement) et statiques (référence spatiale, horaires de circulation, lignes idéales, capacités, interdictions/prescriptions, statistiques du trafic, plans de gestion du trafic etc.) nécessaires. Les exigences de qualité sont grossièrement définies et les aspects juridiques font l'objet d'une discussion.

Dans une troisième étape est développée **l'architecture du système**. La structure hiérarchique des systèmes de contrôle des processus différencie de haut en bas le niveau opératoire (station opératoire, serveur Web), le niveau de contrôle des processus (calculateur de tête), le niveau de contrôle des groupes (ordinateur de groupe, ordinateur de secteur), le niveau de régulation individuelle (station de ligne) et le niveau de champ (transmetteur de signal), qui sont caractérisés en détail. Pour le traitement de données de trafic multimodales, les systèmes de contrôle des processus autonomes doivent être mis en réseau afin de permettre l'échange de données. La mise en réseau s'opère à l'échelon des centrales de gestion opérationnelle du trafic participantes via un réseau supérieur. L'architecture doit se baser sur des infrastructures déjà en place. Comme celles-ci ne sont pas compatibles, le réseau doit également mettre à disposition des traducteurs de protocole.

#### **La mise en réseau intervient en s'appuyant sur le centre de données sur les transports VDV-CH du projet GT-CH.**

Dans la technique de communication, les protocoles permettant la communication entre les éléments raccordés constituent une base importante. Dans ce domaine, il est important que ceux-ci communiquent selon les mêmes règles, c.-à-d. qu'ils doivent parler la même langue. Le modèle de référence OSI à 7 couches sert de base en la matière.

**La mise en œuvre technique doit s'opérer sur la base** du VDV-CH. Ce centre constitue avec ses systèmes raccordés (dans une première phase: centrale nationale de gestion du trafic VMZ-CH, centrales cantonales et/ou régionales de gestion opérationnelle, centrale d'informations routières VIZ-CH) la base du traitement de données interopérables en Suisse. Lors d'une extension future du VDV-CH, il convient d'assurer le raccordement des transports publics via l'interface CUS des CFF et des systèmes régionaux (réseau routier cantonal et municipal, TMI et TP).

Il est recommandé de n'aborder la normalisation et la standardisation que lorsque la concrétisation du VDV-CH aura bien progressé et que la faisabilité technique aura fait ses preuves.

Pour réussir la mise en œuvre d'un centre de données sur la base d'une interopérabilité des modes de déplacement TP – TMI, il faut initier rapidement une coopération à l'échelon d'ASTRA (et éventuellement des cantons) et des CFF. C'est la seule façon d'assurer que la mise en œuvre des interfaces nécessaires est planifiée dans les délais requis.

# 1 Aufgabenstellung

## 1.1 Ausgangslage

Mit dem zunehmenden Verkehrsaufkommen zeigt sich immer deutlicher, dass das Schweizer Verkehrsnetz nicht nur als statische Infrastruktur aufgefasst, sondern als System betrieben werden muss. Nur durch dynamische Beeinflussung der Verkehrsströme können die Transporte unter Berücksichtigung aller Bedürfnisse optimiert werden. Die Verkehrstelematik schafft durch „intelligente“ Fahrzeuge (des Privatverkehrs und des öffentlichen Verkehrs) die Voraussetzungen zum Einsatz der Informationstechnologie in diesem Bereich. Grundlage jeder dynamischen Beeinflussung muss aber die Aufbereitung von Verkehrsdaten in Echtzeit sein. Hier steht insbesondere durch Verkehrssimulationen ein neues Instrumentarium zur Verfügung, welches sein Nutzungspotential erst angedeutet hat.

Die Herausforderung besteht darin, ein System für die Aufbereitung von Verkehrsdaten so zu konzipieren, dass die unterschiedlichen Arten von Verkehrsdaten (manuell erfasste Verkehrsmeldungen, automatische strassenseitig erfasste Verkehrsdaten, Floating Car Daten usw.), die verschiedenen Verkehrsträger und ihre Wechselwirkung sowie die äusseren Einflüsse (Wetter, besondere Ereignisse usw.) in allen Situationen berücksichtigt sind, Hersteller von Komponenten des Systems klare Vorgaben haben und dennoch genügend Flexibilität besteht, um neuen verkehrlichen und technischen Entwicklungen gerecht zu werden. Zudem müssen vorhandene Systeme und institutionelle Gegebenheiten einbezogen und die Entwicklungen im Bereich der Datenerfassung antizipiert werden.

Die Notwendigkeit zur Forschung auf dem Gebiet der verkehrsträgerübergreifenden, d.h. multimodalen Verkehrsdaten, ist auf verschiedenen Ebenen gegeben. Eine Systemarchitektur im Bereich der Verkehrsdaten würde diese Aufgaben wesentlich erleichtern und unterstützen. Dies sind:

- **Leitbild-Verkehrstelematik ITS-CH 2012:** Im Leitbild ITS-CH 2012 wird im Leitsatz 5 ein multimodaler Verkehrsdatenverbund postuliert. Dieser dient als Basis für weitere Leitsätze, insbesondere:
  - Leitsatz 1: Nationales Verkehrsmanagement
  - Leitsatz 2: Verkehrslenkung
  - Leitsatz 3: Verkehrslenkung und Verkehrssteuerung auf Nationalstrassen
  - Leitsatz 4: Multimodale Verkehrsinformation
  - Leitsatz 6: Systeme für Sicherheit, Umweltschutz und elektronische Gebührenerhebung
  - Leitsatz 7: Effiziente und faire Verkehrskontrolle zu Gunsten der Verkehrssicherheit

Auf nationaler Ebene wird im ASTRA zur Zeit das Projekt Verkehrsmanagement Schweiz VM-CH mit mehreren Teilkonzepten (Verkehrsmanagement, Baustellen- und Unterhaltsmanagement, Verkehrsinformation, multimodaler Verkehrsdatenverbund, nationale Verkehrsmanagementzentrale) erarbeitet. Heute bereits konkrete Anwendungen eines interkantonalen Verkehrsmanagements sind beispielsweise das Schwerverkehrsmanagement auf der Nord-Süd-Achse und das Pilotprojekt TMP-CH der Kantone VD, FR, NE, BE, SO. Auf internationaler Ebene soll das länderübergreifende Verkehrsmanagement Schweiz-Italien optimiert werden.

- Übergeordnete Konzepte für das Verkehrsmanagement auf kantonaler und regionaler Ebene sind beispielsweise das integrierte Verkehrsmanagement des Kantons Zürich (IVM) und das Verkehrssystem-Management Bern. Das Zusammenspiel von ÖV und MIV soll übergeordnet gemanagt werden. Multimodale Verkehrsdaten sind dafür Voraussetzung.
- **Verkehrsinformation Schweiz:** Die Viasuisse nimmt heute die Aufgabe einer nationalen Verkehrsinformationszentrale wahr und bezieht Verkehrsdaten von allen Kantonspolizeien sowie zahlreichen weiteren Quellen z.T. in sehr unterschiedlichen Formaten und Qualitäten. Die Viasuisse beliefert verschiedene Dienstleister mit Verkehrsinformationen, die diese über verschiedene Kanäle (Radio, Internet, Telefon usw.) verbreiten.
- **Verkehrsinformationsaustausch Schweiz-EU:** Gerade für die Schweiz als Transitland ist ein Informationsaustausch von zentraler Bedeutung. Konkrete Anwendung hier sind beispielsweise die EU-Projekte TRANS3 (Verkehrsinformationsverbund im Dreiländereck Basel, CORVETTE und SERTI (Verkehrsinformations- und Verkehrsmanagement im Alpenraum)).

## 1.2 Zielsetzung

Für ein wirksames Verkehrsmanagement müssen Informationen über Verkehrs- und Betriebszustände sowie wesentliche Ereignisse bereitgestellt werden, welche in ihrer Genauigkeit und Vollständigkeit weit über die heute via Radios verbreitete Verkehrsinformation hinausgehen. Bei der Beschaffung solcher Informationen bestehen noch grosse Hindernisse, welche es aus dem Weg zu räumen gilt: Verschiedenartige Betriebsleitstellen des ÖV und Verkehrsleitzentralen des Strassenverkehrs, welche die Datenübernahme erschweren, regionale Unterschiede in der Informationsdichte und -qualität, unklare Zuständigkeiten, mangelnde Koordination zwischen Individualverkehr und öffentlichem Verkehr usw.

Ziel der Forschungsarbeit ist es, eine Lösung aufzuzeigen, wie die für das Verkehrsmanagement bzw. für die verschiedenen Verkehrstelematik-Dienste benötigten Daten und Informationen effizient bereitgestellt, mit minimalem Aufwand aufbereitet und für verschiedenen Verwendungszwecke genutzt werden können. Um die notwendige Harmonisierung praktisch durchzusetzen, soll aufbauend auf den Forschungsergebnissen ein Normentwurf ausgearbeitet werden.

Insbesondere gilt es, die folgenden Fragen zu beantworten:

- Welche Verkehrstelematik-Dienste und Informationsbezügler, welche Quellen usw. sind zu berücksichtigen? Inwieweit ist der Schienenverkehr mit einzubeziehen (Sicherstellen der Schnittstellen oder volle Integration)?
- Welches sind die konkreten Bedürfnisse der Beteiligten betreffend Austausch und Weiterverwendung der zu berücksichtigenden Verkehrsdaten (zwischen Bund und Kantonen, unter den Kantonen, innerhalb von Agglomerationen, zwischen öffentlicher Hand und privaten Institutionen, international, unter den Verkehrsträgern usw.)?
- Welche Inhalte sollen integriert werden? Welche Regeln gelten für die Weiterverwendung eingespeister Verkehrsdaten durch Dritte?
- Wie kann die Konsistenz und die Aktualität sichergestellt werden?
- Wie können öffentliche und private Institutionen in eine gemeinsame Systemarchitektur integriert werden (rechtliche, wirtschaftliche Aspekte wie Fragen der Datenhoheit, Datenschutz usw., Wahrung der Interessen der einzelnen Institutionen)?
- Welche Schnittstellenstandards können eingesetzt werden (Layer 1 bis 4 im OSI-Modell)?

- Wie erfolgt die Ablage (zentral, dezentral) und wie erfolgt der Abgleich?
- Welche Systemarchitektur kommt zum Einsatz bezüglich Kommunikation und EDV?
- Wie wird die Applikationsschicht im OSI-Modell definiert und welche Definition kann für welche Typen verwendet werden?
- Wie genau müssen die Daten erfasst werden und welches sind die Erfassungsintervalle?

Die Forschungsarbeit soll in einem Normentwurf resultieren, welcher die Systemarchitektur für die Aufbereitung, die Verwaltung und den Zugriff auf Verkehrsdaten für die verschiedenen Verkehrstelematik-Dienste standardisiert, die Schnittstellen unter den Beteiligten regelt und dabei insbesondere auch den intermodalen und internationalen Aspekten Rechnung trägt.

Die Forschungsarbeit hat aber auch den Zweck, verbindliche technische Richtlinien für die Hersteller von Komponenten und Systemen der Verkehrstelematik abzugeben. Damit soll gewährleistet werden, dass Systeme und Teilsysteme unterschiedlicher Hersteller untereinander kompatibel werden. Zum einen wird damit erreicht, dass ein Systemverbund möglich wird, zum anderen wird die Konkurrenz gefördert, welche letztendlich die Systeme kostengünstiger macht.

Die Resultate und Erkenntnisse aus der Forschungsarbeit fliessen direkt in eine Norm ein.

Die Nutzniesser des Forschungsvorhabens sind in erster Linie:

- **Die Behörden des Bundes, der Kantone und Städte/Agglomerationen:** Sie erhalten eine wertvolle Grundlage für die Umsetzung eines multimodalen Verkehrsdatenverbundes wie er im Leitbild Strassenverkehrstelematik SVT-2012 vorgesehen wird. Damit kann dem verkehrsträgerübergreifenden, regionalen, kantonalen, interkantonalen, nationalen und internationalen Verkehrsmanagement und der Verkehrsinformation eine aktuelle und leistungsfähige Datenbasis geschaffen werden.
- **Transportunternehmungen des öffentlichen Verkehrs:** Sie bekommen system-technische Voraussetzungen, sich einem „globalen“ Verkehrsdatenverbund anzuschliessen und für ihre Fahrgastinformation und Betriebsoptimierung auf wertvolle Datengrundlagen zugreifen zu können.
- **Verkehrsinformations-Dienstleister:** Eine einheitliche Systemarchitektur mit standardisierten Schnittstellen erleichtert den Zugriff auf die vielfältigen Datenquellen und ermöglicht ein effizienteres, zuverlässigeres und aktuelleres Aufbereiten von Verkehrs-informationen.
- **Hersteller und Lieferanten von Verkehrstelematik-Einrichtungen:** Sie können ihre Verkehrstelematik-Systeme auf die standardisierte Systemarchitektur ausrichten und entsprechende untereinander kompatible Systeme entwickeln.
- **Planer und Berater:** Sie erhalten klare Vorgaben für die Konzipierung und Projektierung von Verkehrstelematik-Systemen.
- **Öffentlichkeit bzw. Verkehrsteilnehmer:** Sie profitieren indirekt und längerfristig von verbesserten Verkehrsinformationen und einem optimierten Verkehrsfluss.

Die vorliegende Forschungsarbeit konkretisiert zweckmässige internationale Standards und Normen, vertieft Aspekte aus der VSS Forschung „Gesamtarchitektur Verkehrstelematik“ sowie aus der konzeptionellen Bearbeitung der Systemarchitektur durch das ASTRA.

### 1.3 Aufgabenbegrenzung

Das Forschungsthema hat einen engen Bezug zum Normentwurf Funktionale Systemarchitektur Strassenverkehrstelematik, welche zurzeit von der Expertenkommission 9.04 des VSS bearbeitet wird. Es geht darum, diese Arbeiten für den Bereich der Verkehrsdatenaufbereitung zu validieren, zu vertiefen und zu vervollständigen. Die Arbeiten haben einen Bezug zum Leitsatz 5 von ITS-CH 2012 sollen aber auch die verkehrsträgerübergreifenden Aspekte und somit den Bezug zum ÖV abdecken. Die Zielsetzung ist es den Multimodalen Verkehrsdatenverbund um diese Aspekte zu erweitern.

Die in einem solchen Verkehrsdatenverbund eingespeisten und aufbereiteten Verkehrsdaten sollen folgendem Zweck dienen:

- Grundlage für die einzelnen Organe des Verkehrsnetzbetreibers, um stets einen aktuellen Überblick über die aktuelle Verkehrslage zu haben.
- Basis für den Verkehrsnetzbetreiber, um das erforderliche Verkehrsmanagement wahrnehmen zu können: Ergreifen von Steuerungs-, Leitungs- und Lenkungsmassnahmen inkl. Abschätzung der dadurch erzielten Wirkung .
- Datenbasis für die Aufbereitung von Verkehrsinformationen durch die entsprechenden Dienstleister.

Aus der Forschungsarbeit werden folgende Resultate erwartet:

- Es liegt eine Systemarchitektur für die Aufbereitung, Verwaltung und Verbreitung von multimodalen Verkehrsdaten vor, die dem rechtlich-institutionellen, wirtschaftlichen und technischen Umfeld gerecht wird.
- Die Systemarchitektur und die Schnittstellen decken die Bedürfnisse und Anforderungen der Beteiligten ab.
- Es herrscht Klarheit darüber, welche Verkehrstelematik-Dienste, Informationsbezüger und Datenquellen in die Systemarchitektur integriert werden sollen. Die entsprechenden Dateninhalte unter Berücksichtigung von Orts- und Raumbezug sind festgelegt. Die Schnittstellen unter den Beteiligten geklärt.
- Es wird aufgezeigt, wie öffentliche und private Institutionen in eine gemeinsame Systemarchitektur integriert werden können.
- Die Systemarchitektur ist offen und für zukünftige Entwicklungen gerüstet.
- Es liegt eine Systemarchitektur für die Aufbereitung, Verwaltung und Verbreitung von multimodalen Verkehrsdaten vor, die dem rechtlich-institutionellen, wirtschaftlichen und technischen Umfeld gerecht wird.
- Die Systemarchitektur und die Schnittstellen decken die Bedürfnisse und Anforderungen der Beteiligten ab.
- Es herrscht Klarheit darüber, welche Verkehrstelematik-Dienste, Informationsbezüger und Datenquellen in die Systemarchitektur integriert werden sollen. Die entsprechenden Dateninhalte unter Berücksichtigung von Orts- und Raumbezug sind festgelegt. Die Schnittstellen unter den Beteiligten geklärt.
- Es wird aufgezeigt, wie öffentliche und private Institutionen in eine gemeinsame Systemarchitektur integriert werden können.
- Die Systemarchitektur ist offen und für zukünftige Entwicklungen gerüstet.

Nicht Gegenstand des Forschungsrahmens sind:

- Management der Fahrberechtigungen
- Parksuchverkehr und Parkraumbewirtschaftung
- Fracht- und Flottenmanagement
- Betrieblicher Unterhalt der Strassen
- Individuelle Reiseinformationen

- Serviceinformationen
- Gebührenerhebung
- Verkehrskontrolle/Enforcement
- Dienste und Unterstützung im Sinne SN 671 832: Präventions- und Interventionsdienste sowie Reservationssysteme

#### 1.4 Rahmenbedingungen VM-CH

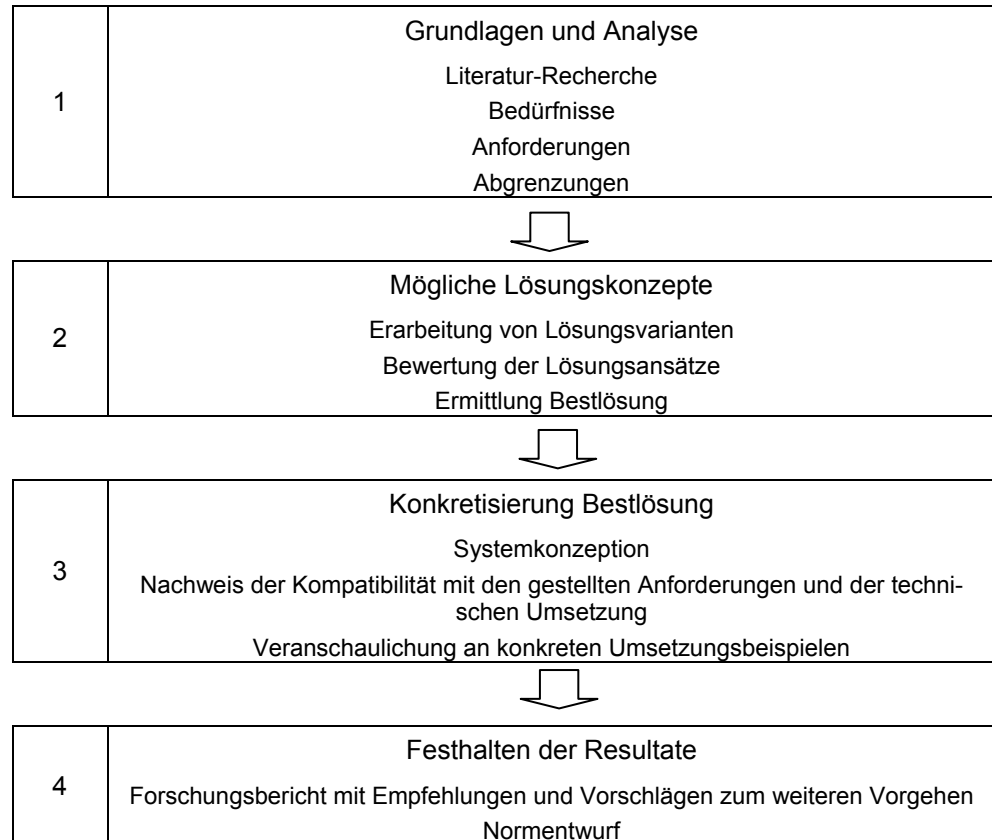
Im Verlaufe dieser Arbeit haben sich die Rahmenbedingungen mit der Annahme des NFA stark verändert. Einerseits werden die Aufgaben und Kompetenzen im Bereich der Nationalstrassen geändert. Andererseits wird mit dem Projekt Verkehrsmanagement Schweiz (VM-CH) die Grundlage für ein umfassendes Verkehrsmanagement der Strassen von nationaler Bedeutung geschaffen. Dabei werden einerseits die Zuständigkeiten neu definiert, andererseits wird aber auch ein System aufgebaut, mit welchem das Verkehrsmanagement operativ umgesetzt werden kann.

Ein von VM-CH abweichender Lösungsansatz ist nicht sinnvoll. Der Lösungsansatz VM-CH wird also in diese Arbeit mit einbezogen und es wird auf eine vertiefte Variantenbeurteilung verzichtet, da die optimale Variante offensichtlich ist.



## 2 Methodik

Das methodische Vorgehen basiert auf den Anforderungen der Forschungsausschreibung und kann wie folgt dargestellt werden:



### Phase 1: Grundlagen und Analyse

Die Phase 1 umfasst die folgenden Bearbeitungsschritte:

#### Zusammenstellen und Sichten der wesentlichen Forschungsgrundlagen:

- Koordination mit abgeschlossenen und laufenden Schweizer Forschungsvorhaben
- Vorhandene zu berücksichtigende Schweizer und EU Normen, Richtlinien, Empfehlungen
- National und international betriebene Systeme, Pilotanwendungen und Feldversuche
- Nationale, interkantonale und regionale Konzepte
- Technische Spezifikation der Kommunikationstechnik (z.B. IEEE, IEC, usw.)
- usw.

#### Abklären der Bedürfnisse der einzelnen Verkehrstelematik-Dienste und der möglichen involvierten öffentlichen und privaten Institutionen:

- Welche Daten können an Dritte geliefert werden? Welche Daten würden gerne von Dritten bezogen werden?
- Datenumfang, Dateninhalt inkl. zeitliche und räumliche Aspekte
- Technische Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

- Finanzielle und rechtlich-institutionelle Fragen
- usw.

Definition des Forschungsrahmens und Abgrenzung der Aufgabe, sowie

Festlegen der Abgrenzungen

- Einzubeziehende Verkehrstelematik-Dienste und Institutionen
- Dateninhalt und –umfang (Detaillierungsgrad)

Unter **Verkehrstelematik-Diensten** werden in dieser Forschungsarbeit diejenigen Dienste verstanden, die Leistungen im Bereich der Verkehrsbeeinflussung (Lenkung, Leitung und Steuerung siehe Definitionen Kapitel 3.1) und in der Verkehrsinformation für den Strassenverkehr erbringen. Darunter fallen beispielsweise die Steuerungszentralen der städtischen und kantonalen Verkehrspolizeien aber auch die Viasuisse und Internetplattformen sowie die Informationsplattform für den Schwerverkehr ([www.truckinfo.ch](http://www.truckinfo.ch)) des ASTRA. Die Betriebsleitcentralen der Bahnen (SBB, BLS) fallen nicht unter diesen Begriff. Zu diesen allerdings werden zur Wahrnehmung der Gesamttransportkette Schnittstellen betrachtet.

#### **Formulieren der Anforderungen an die Systemarchitektur und Schnittstellen bezüglich:**

- Dateninhalt und –umfang
- Zeit- und Raumbezug
- Schnittstellen
- Datenhaltung im System (wo und wie lange)
- Datenverarbeitung und Verarbeitungsleistung
- Vernetzung (Datennetzwerk) der einzelnen Komponenten
- Mengengerüst und Übertragungsbandbreiten
- Anforderung an die Layer im Schichtenmodell der Kommunikation

#### **Zusammenstellung der Resultate in einem Zwischenbericht**

**Methodik:** Literatur-Analyse, gezielte Interviews, Befragung Bedürfnisse bei einzelnen Verkehrstelematik-Diensten.

#### **Phase 2: Mögliche Lösungskonzepte**

In der Phase 2 werden verschiedene Varianten/Teilvarianten und Systeme für multimodale Verkehrsdaten aufgezeigt, bewertet und eine Bestlösung evaluiert.

In der Variantenuntersuchung werden verschiedene Aspekte berücksichtigt und gewichtet wie:

- Organisatorische Aspekte
- Technische Aspekte
- Rechtliche Aspekte (Datenschutz etc.)
- Finanzielle Aspekte

Es gilt zusätzliche Fragen zu klären z. B.:

- Abgrenzung der Dienste?
- Welche Basisdaten werden für welche Dienste benötigt?
- Wie können die Systemarchitekturen aussehen?
- Wie sieht die Vernetzung aus?
- Welche Schnittstellen kommen zur Anwendung?

- Wie sehen die Bedürfnisse der betroffenen Organisation aus?

Mögliche Lösungskonzepte sind verteilte Datenbanken, welche Daten aus Teilsystemen sammeln und verdichten. Die Abfrage erfolgt durch eine Referenzdatenbank, welche einen Link auf die spezifische Datenbank verwaltet. Eine Abfrage erfolgt also immer indirekt. Der Aufbau ist vergleichbar mit dem World Wide Web.

Auf der anderen Seite ist ein Modell mit einer zentralen Datenbank denkbar, die Architektur ist streng hierarchisch. Abfragen erfolgen am selben Ort.

Für die Variantenbeurteilung wird ein Kriterienkatalog erstellt, die vorhandenen Lösungen bewertet und unter Berücksichtigung einer Gewichtung der Kriterien zu einer gesamtheitlichen Bestlösung zusammengefügt.

**Methodik:** Entwicklung eigener Lösungsideen; Konsolidierung und Aufnahme von zusätzlichen Ideen in einem Workshop mit EK-Mitgliedern und zusätzlichen Experten von Bund, Kantonen und Transportunternehmungen; Entscheid Bestlösung gemeinsam mit Expertenkommission (Vorschlag durch Forschungsstelle).

Im Laufe der Bearbeitung hat sich gezeigt, dass die Konkretisierung des VDV-CH sehr rasch erfolgte. Auf die Erarbeitung von Lösungsvarianten konnte daher weitgehend verzichtet werden, da der Lösungsansatz VDV-CH übernommen werden musste.

### Phase 3: Konkretisierung der Bestlösung

In Phase 3 wird die evaluierte Bestlösung so weit entwickelt, dass daraus ein Normentwurf abgeleitet werden kann:

- Systemkonzeption
- Funktionale und technische Systemarchitektur
- Schnittstellen
- Dateninhalt
- Zeit- und Raumbezug
- Gewährleistung der Konsistenz und Aktualität
- Rechte und Pflichten für Datenlieferanten und Datenbezügler
- Datenhaltung
- Definition der Kommunikationsschicht
- Auflösung der Daten inklusive Toleranz, Messintervall, Lebensdauer usw.
- Datenverarbeitungsprozesse und Datenverarbeitungsleistung
- Anforderung an die Kommunikationsbandbreite

Es wird der Nachweis betreffend Kompatibilität mit den gestellten Anforderungen erbracht. Die technische Umsetzung wird anhand von konkreten Beispielen (z.B. nationaler Verkehrsdatenverbund, Verkehrsdatenverbund in einer Agglomeration) aufgezeigt.

**Methodik:** Systemkonzeption – Nachweis der Kompatibilität mit den gestellten Anforderungen und der technischen Umsetzung – Veranschaulichung an konkreten Umsetzungsbeispielen. Erarbeitung durch Forschungsstelle, Konsolidierung und Diskussion in der Expertenkommission.

#### **Phase 4: Festhalten der Resultate**

In der Phase 4 wird das Forschungsergebnis dargestellt. Es beinhaltet im Wesentlichen den Forschungsbericht und einen Normentwurf. Der Forschungsbericht beinhaltet auch Empfehlungen und Vorschläge zum weiteren Vorgehen für die Umsetzung.

**Methodik:** Erstellung durch Forschungsstelle, Bereinigung durch EK und FK.

## 3 Grundlagen

### 3.1 Definitionen

Die SN 640 781 (Verkehrsmanagement - Begriffssystematik) regelt die Begriffe des Verkehrsmanagements für alle Verkehrsträger. Sie ist ab dem 1. Februar 2006 gültig und ersetzt zusammen mit SN 671 832a die alte SN 671 832 „Strassenverkehrstelematik - Begriffssystematik: Verkehrsmanagement“. Allerdings ist auch diese Zusammenstellung nach wie vor unvollständig.

**Verkehrsmanagement:** Unter Verkehrsmanagement versteht man die Gesamtheit aller Massnahmen planerischer, technischer, organisatorischer und rechtlicher Art, die räumlich und zeitlich geeignet sind, den gesamten Verkehrsablauf für Benützer, Betreiber und Betroffene optimal zu gestalten.

Für das **Verkehrsmanagement Strasse** im Besonderen ist von Bedeutung:

**Verkehrsbeeinflussung:** Unter Verkehrsbeeinflussungsmassnahmen wird die Beeinflussung der Verkehrs mit betrieblichem Massnahmen verstanden, um das Verkehrssystem sicher und flüssig zu halten, um die Effizienz des Verkehrssystems zu steigern und die Umweltbelastung zu senken [SN 671 832]; VSS November 2000.

Darunter werden gemäss [VSS, SN 671 832] die folgenden Massnahmen zur Verkehrsbeeinflussung verstanden:

- **Verkehrslenkung:** Koordinierte Massnahmen auf Knoten und Strecken zur Lenkung des Verkehrs im Netz (über andere Autobahnenabschnitte).
- **Verkehrsleitung:** Massnahmen zur sicheren, flüssigen und wirtschaftlichen Abwicklung des Verkehrs auf einer Strecke (z.B. auf einem der WTA nachgelagerten Streckenabschnitt).
- **Verkehrssteuerung:** Steuerung einzelner Ströme und Knoten oder Objekten (Baustellen, Tunnel, Grenzübergängen, Warteräumen, etc.).
- **Management des öffentlichen Verkehrs:** Gesamtheit aller Massnahmen zur betrieblichen Organisation von öffentlichen Transportdienstleistungen im Strassenraum.

Mit den möglichen Massnahmen:

- **Betriebsleitung konventioneller Linienbetrieb:** Gesamtheit der Massnahmen zur Überwachung und Steuerung des Betriebs, um das aktuelle Betriebsprogramm einhalten zu können.
- **Betriebsleitung unkonventioneller Linienbetrieb:** Bereitstellung und Abwicklung nachfrageorientierter Angebote (z.B: Grossveranstaltungen)
- **Reservation im öffentlichen Personenverkehr**
- **Verkehrsinformation:** Information über den Zustand und die Belastung auf Verkehrswegen und die Verfügbarkeit von Verkehrssystemen oder Anschlussinformationen innerhalb einer Wegeketten. Die unterschiedlichen Bedürfnisse im öffentlichen und individuellen Verkehr werden in den folgenden Begriffen deutlich :
  - **Reiseinformationen (ÖV, IV)** Information vor Fahrtantritt mit Angaben zu Verkehrsmittel, Routen und Zeitbedarf.
  - **Fahrzeugführerinformationen (IV)** Information während der Fahrt über Strassenzustand, Verkehrsqualität und Gefahren.
  - **Fahrgastinformationen (ÖV)** Informationen der Reisenden (während der Reise) in Fahrzeugen oder Haltestellen des öffentlichen Verkehrs über

Ankunft und Abfahrtszeiten, Verspätungen, Anschlussmöglichkeiten oder die nächste Haltestelle.

- **Serviceinformationen** (ÖV, IV) Information vor oder während der Fahrt über nicht notwendigerweise verkehrsbezogene Dienste.

- **Verkehrstelematik:** Technische Systeme mit Kommunikations- und Datenverarbeitungseinrichtungen zur Umsetzung des Verkehrsmanagements.
- **Verkehrstelematik-Funktion:** Unter Verkehrstelematik-Funktion werden in dieser Forschungsarbeit diejenigen Dienste verstanden, die Leistungen im Bereich der Verkehrsbeeinflussung (Lenkung, Leitung und Steuerung) und in der Verkehrsinformation für den Strassenverkehr erbringen. Darunter fallen beispielsweise die Steuerungszentralen der städtischen und kantonalen Verkehrspolizeien aber auch die Viasuisse und Internetplattformen sowie die Informationsplattform für den Schwerverkehr ([www.truckinfo.ch](http://www.truckinfo.ch)) des ASTRA.

Der Begriff Verkehrstelematik-Dienste ist in der Norm SN 671 951 definiert.

Darüber hinaus sind noch die folgenden Begriffe von Bedeutung für diesen Bericht:

**Enforcement:** Mit Enforcement wird im Verkehrswesen die Durchsetzung von gewünschten oder vorgeschriebenen Verhaltenweisen beschrieben.

Dazu können technische Mittel eingesetzt werden (z.B. Geschwindigkeitsmessung oder Fahrzeugkontrollen).

**Ereignis:** Ereignisse im Sinne des Verkehrsmanagement sind Vorkommnisse, die Verkehrszustände verursachen, welche Verkehrsmanagement-Massnahmen erfordern. Es sind planbare Ereignisse (Baustellen, Veranstaltungen, regelmässiger Stau am Abend) von nicht planbaren (ausserordentlichen) Ereignissen wie Unfällen, Naturereignissen oder andere technische Störungen zu unterscheiden. Die Auswirkungen der planbaren Ereignisse können durch gezielte Planung und frühzeitige Abstimmung minimiert werden, die nicht planbaren sollten zumindest möglichst rasch und zuverlässig erkannt werden.

**Road Pricing:** Road Pricing bezeichnet ein System zur Erhebung von Gebühren für die Nutzung von Strassen. Bekannte Anwendungen sind Mautsysteme für Innenstädte. Die Zielsetzung ist dabei eine Entlastung der Umwelt durch eine Verkehrsreduktion mit dem Nebeneffekt der Generierung von zusätzlichen Einnahmen.

### 3.2 Normen

Für die Forschungsarbeit sind folgende Normen massgebend:

#### Schweizer Normen (SN)

- SN 671 831 Strassenverkehrstelematik, Grundlagennorm: gibt einen Überblick über die Grundlagen und die Normung auf dem Gebiet der Verkehrstelematik in der Schweiz.
- SN 671 832a „Strassenverkehrstelematik Begriffssystematik“ und SN 640 781 „Verkehrsmanagement Begriffssystematik“: definieren die wichtigsten Begriffe in der Verkehrstelematik (zur Zeit in Überarbeitung) SN 671 921 Verkehrstelematik; Standardisierte Verkehrsinformation: enthält die Struktur, den massgebenden Meldungskatalog sowie Angaben zum Meldungsmanagement für die Verkehrsinformation Schweiz.



- Normentwurf SN 640 954 Automatische Verkehrszustandserfassung (Monitoring) im Strassenverkehr mit digitaler Bildverarbeitung: Architektur und Anforderungen: definiert die qualitative und technische Anforderungen an automatische Bildanalysesysteme (Video-Monitoring).
- Die SN 640 017a (Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit): definiert die sechs Stufen der Verkehrsqualität von A (freier Verkehr) bis F (Stau) in allgemeiner Form. Weitere Regelwerke für die Berechnung von Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit sind: SN 640 018 (für Autobahnen), SN 640 019 (für Einfahrten von HLS), 640 020 (für Hauptverkehrs- und Verbindungsstrassen), SN 640 022 (für Knoten ohne LSA), SN 640 023 (für Knoten mit LSA), oder SN 640 024 (für Knoten mit Kreisverkehr).
- Normentwurf SN 671 951 Strassenverkehrstelematik: Die Norm definiert die Architektur der Verkehrstelematik für die Schweiz und ist derzeit noch in Bearbeitung.

### Deutsche Regelwerke

- Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS): regelt die Inhalte, Formate, Kommunikation, Architektur für die Datenerfassung und Signalanzeigen von Verkehrsleitsystemen / Verkehrsdatenerfassungssysteme usw.; wird heute in der Schweiz sehr häufig angewendet.
- Richtlinien des Verbandes Deutscher Verkehrsbetriebe (VDV). Relevant sind dabei: Die VDV453 stellt verschiedene Dienste zur Verfügung, ANS für Anschlusssicherung, VIS für Visualisierung von Fahrzeugen in Fremdsystemen, DFI für Fahrgastinformation sowie AND für Nachrichten zwischen den Leitstellen. Neben diesen on-line Diensten existieren auch Referenzdienste für DFI und ANS. Die VDV454 ist eine Integrationsschnittstelle rechnergestützter Betriebsleitsysteme zum Datenaustausch für Fahrplanauskunftssysteme (Auskunft mit real-time Daten). Die VDV 451/452 ist eine Schnittstellendefinition für den Austausch von Planungsdaten (off-line Daten).
- Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen (MARZ 99)

### Internationale Normen und Gremien (CEN, ISO)

- Alert C/Radio Data System Traffic Message Channel (RDS TMC): normiert die Verbreitung codierter Verkehrsmeldungen über die Radiosender mittels RDS auf einen speziellen Verkehrskanal (TMC), enthält einen umfassenden Meldungskatalog und eine Struktur für den Ortsbezug (TMC Location Code).
- Datex: Standard für den Austausch von Verkehrsdaten zwischen Zentralen, insbesondere auch international (Norm wird zur Zeit überarbeitet)
- TPEG: Datenprotokoll für die Übertragung bzw. Verbreitung von Daten (u.a. auch Verkehrsdaten) über DAB (digitales Radio)
- IEEE (Institut of Electrical and Electronics Engineers): diese Organisation ist verantwortlich für die Standardisierung in diversen Bereichen.; wichtig sind für diese Arbeit die Standards im Bereich der Kommunikationstechnik. Das Internet Protokoll (IP) basiert auf dem IEEE-Standard 802.x. Diese Art der Kommunikationsform ist die am meisten verwendete Basis in modernen Datennetzen.
- W3C.org (World Wide Web Consortium): diese Organisation ist zuständig für die Standardisierung der Webtechnologien. Die Zielsetzung ist dabei die

Entwicklung von Protokollen und Richtlinien, welche die langfristige Entwicklung des Web sichern.

In modernen Leitsystemen ist die Basis für den Datenaustausch z.B. auch die XML-Technologie. Diese dient dem Austausch von Daten in einem breiten Umfeld.

- Richtlinien und Vorschriften für den Strassenbau (RVS) der österreichischen Forschungsgemeinschaft Strasse und Verkehr.

### 3.3 Laufende Forschungsarbeiten

Unter anderem sind folgende noch laufende Forschungsarbeiten relevant für die vorliegende Arbeit:

- Systemarchitektur Verkehrstelematik Schweiz: Die Funktionale Systemarchitektur der Strassenverkehrstelematik ist definiert im Normentwurf SN 671 951. Die Thematik dieser Norm ist umfassend. Sie beinhaltet die Themen Verkehrsdatenerfassung, Verkehrszustandsbestimmung, Verkehrsprognose, Verkehrsstatistik, Verkehrsbeeinflussung, Zulassungsmanagement, Reservation, Gebührenerhebung, Verkehrskontrolle, Schnittstellen zum ÖV, Transportabwicklung, Fahrzeugführerunterstützung usw. Die Norm ist momentan in Erarbeitung.
- Raum- und Zeitbezug für die Verkehrsinformation: Im Auftrag des VSS wird eine Norm für die geografische „Referenzierung von Verkehrsdaten und Verkehrsinformationen“ erarbeitet. Die Inhalte dieser Norm werden sein: Raumbezugskonzepte und Topologie, Dynamik in Bezugssystemen, Berücksichtigung von Zeitaspekten in Bezugssystemen, gegenseitige Beziehungen verschiedener Bezugssysteme und abschliessend die Vorstellung eines Gesamtmodells.

### 3.4 Projekte

Unter anderem sind folgende Projekte relevant für die vorliegende Arbeit:

- **VM-CH:** Das Verkehrsmanagement Schweiz des ASTRA ist aktuell in der Detailprojektphase. Es basiert auf dem Leitbild Strassenverkehrstelematik Schweiz (ITS-CH 2012) und richtet sich auf die Neuorganisation der Nationalstrasse gemäss Neuem Finanzausgleich (NFA) aus. Das Projekt sieht 5 Teilbereiche vor, für welche seit Ende 2005 konzeptionelle Lösungen vorliegen:
  - *TP1:* Verkehrsmanagement Strasse (VMS-CH). Definition der verkehrlichen Beeinflussungsmassnahmen und der dazu notwendigen Hilfsmittel, Daten und Sensor- und Aktorsysteme;
  - *TP2:* Verkehrsmanagement für Baustellen des baulichen und betrieblichen Unterhalts (VMU-CH). Konzept für das Verkehrsmanagement bei Baustellen auf den Nationalstrassenabschnitten;
  - *TP3:* Verkehrsinformation VI-CH. Festlegen der Informationsinhalte, der erwünschten Verbreitungskanäle und der notwendigen technischen und institutionellen Voraussetzungen;
  - *TP4:* Nationaler, multimodaler Verkehrsdatenverbund (VDV-CH). Entwicklung der Systemarchitektur, Festlegung der notwendigen Kommunikationsinfrastruktur, der Services und der Schnittstellen;
  - *TP5:* Verkehrsmanagementzentrale (VMZ-CH). Identifikation der planerischen und operativen Prozesse der Verkehrsmanagementzentrale, der dazu notwendigen technischen Hilfsmittel und der institutionellen Voraussetzungen.

Für die vorliegende Arbeit ist vor allem das Teilprojekt Nationaler multimodaler Verkehrsdatenverbund massgebend.

- **TMP-CH:** "Traffic Management Plans" Schweiz; In diesem Projekt wurden im Auftrag des ASTRA Umleitungsszenarien untersucht und im Rahmen von TMP "Verfahrensanweisungen" für Umleitungen auf dem Nationalstrassennetz festgelegt. Für die Nationalstrassen der Kantone BE, FR, NE, SO, VD liegen konkrete Lösungen vor. Zur Zeit in Arbeit befinden sich TMP für die Nord-Süd-Achse und grenzüberschreitend für Schweiz-Italien.
- **MAGST:** "Management alpenüberquerender Güter Strassenverkehr"; im Rahmen von TGS „Transitgüterverkehr Strasse“: Projekt des ASTRA mit dem Ziel, die Warteräume und Dosierstellen für den Schwerverkehr auf den Transitachsen durch Automatisierung zu optimieren Konzept Onlinedaten CH, ASTRA: Aufbauend auf den bereits vorhandenen Onlinezählern des ASTRA (aufgerüstete Automatische Verkehrszählstellen für die Statistik) wird auf dem Nationalstrassennetz ein Zählstellennetz definiert, welche die flächendeckende Erfassung von dynamischen Verkehrsdaten (Verkehrsmenge, Geschwindigkeit, Reisezeit, Ereignisse) für die Verkehrsmanagementzwecke in ausreichender Qualität erlaubt.
- **MISTRA:** "Management-Informationssystem Strasse und Strassenverkehr "; zur Unterstützung der strategischen, konzeptionellen und operativen Steuerung der ASTRA-Aufgaben, wie Netzkonzipierung, Bereitstellung (Planung, Bau, Ausbau, Unterhalt, Betrieb) und Nutzung. Die Aufgaben von Kantonen, Städten und Agglomerationen als Strasseneigentümer und Netzbetreiber sollen ebenfalls mit dem gleichen System unterstützt werden.

Das Projekt orientiert sich an der Geschäftsprozesskette des ASTRA mit einem zentralen Informations- und Kommunikationssystem (IKS), auf welches modularartig verschiedene Fachapplikationen aufgesetzt werden kann. Das IKS, auch als Basissystem bezeichnet besteht aus einer Datenbank mit den Sockeldaten und den Basisapplikationen (Datenadministration, Fachschale, Auswertungswerkzeuge, Informatik-Infrastruktur wie Hard- und Software, Betriebssystem, Datenbank, Server, Internet, Intranet). Die Sockeldaten sind aufgeteilt in Basis- und Fachdaten aus den verschiedenen Fachapplikationen.

Die Systemabgrenzung des Projektes MISTRA ist klar definiert mit Hauptgewicht Infrastruktur. Demnach basieren sowohl Kosten- als auch das Verkehrsmanagement auf den georeferenzierten Daten von MISTRA (Raumbezug, Objektinventar). Die wichtigsten Abgrenzungsmerkmale sind:

- Maximale tagesaktuelle Daten
  - Keine Finanz- und Betriebsbuchhaltungs-Detaildaten
  - Keine verkehrstelematischen Echtzeit-Daten
  - Keine Erhebungsdaten, welche in Echtzeit erforderlich sind
- **IVM-ZH:** "Integriertes Verkehrsmanagement"; der Kanton Zürich plant gemäss Regierungsratsbeschluss Nr. 2427/1998 ein IVM. Es geht dabei darum, das Strassennetz in den Agglomerationen Zürich und Winterthur sowie in weiteren verkehrsüberlasteten Räumen so zu steuern, dass beim motorisierten Individualverkehr (MIV) Staus und beim strassengebundenen öffentlichen Verkehr (ÖV) Wartezeiten vermieden werden.

Mit dem IVM wird es möglich, örtlich und zeitlich sehr differenziert auf die Verkehrsabläufe Einfluss zu nehmen. Damit kann sicher gestellt werden, dass auch bei steigenden Verkehrsmengen das Gesamtverkehrssystem funktioniert und die Reisezeitverluste der Verkehrsteilnehmenden minimiert werden. Auf den Hochleistungsstrassen wird erwartet, dass sich die Verkehrssicherheit deutlich verbessert und sich die Verkehrsqualität erhöht.

Durch die verbesserte Sicherung der Anschlüsse beim ÖV können die Reisezeiten besser berechnet werden, was für den Fahrgast einen hohen Nutzen bringt. Die im Fahrplan publizierten Reisezeiten können eingehalten und dadurch die Attraktivität des ÖV gestärkt werden.

Im Projekt *Verkehrsinformationen*, unter der Leitung des Zürcher Verkehrsverbundes, werden die Verkehrsdaten so aufbereitet, dass sie für die Verkehrsinformationen und die Steuerung der verschiedenen Verkehrsträger verwendet werden können.

Im Projekt *Verkehrsbeeinflussung auf HLS*, unter der Leitung der Kantonspolizei, geht es um die optimale Abstimmung der Schnittstellen zwischen HLS und HVS, unter Einbezug des Gesamtverkehrs.

- **Verkehrsmanagement Schlund** (A2 Luzern / Horw): Für das Gebiet Schlund wird auf dem National- und Hauptstrassennetz ein verkehrsmittelübergreifendes Verkehrsmanagementsystem konzipiert (Verkehrssteuerung, Staumanagement, ÖV-Priorisierung usw.)
- **VBS-Bern**: Konzept für ein umfassendes Verkehrsbeeinflussungs-System auf dem Nationalstrassennetz in der Agglomeration Bern.
- **CUS**: "Customer System"; Mit dem Projekt CUS verfolgen die SBB folgende Ziele: Es sollen die Kunden über die aktuelle Verkehrslage wie folgt informiert werden:
  - Vor der Reise
  - Am Bahnhof
  - Auf der Reise
  - Am Ziel

Die Anforderungen an die Qualität und Verfügbarkeit der Kundeninformationen sind:

- Kundengerecht
- Zeitgerecht
- Ortsgerecht
- Situationsgerecht
- Weitgehend automatisiert
- Flächendeckend gleiche Qualität

Der technische Lösungsansatz geht von einem System aus, mit einem CUS Communication Backbone, über welches alle angeschlossenen Teilsysteme (INFO, SYFA, CERES, DFA, PROSURF, DST, ILTIS, ZN 90, LT 90) verbunden sind. Ausserdem ist eine standardisierte Schnittstellen nach VDV 453 zu weiteren öffentlichen Verkehrsbetrieben vorgesehen, über die Verkehrsinformationen ausgetauscht werden können.

Lösungsarchitektur CVS

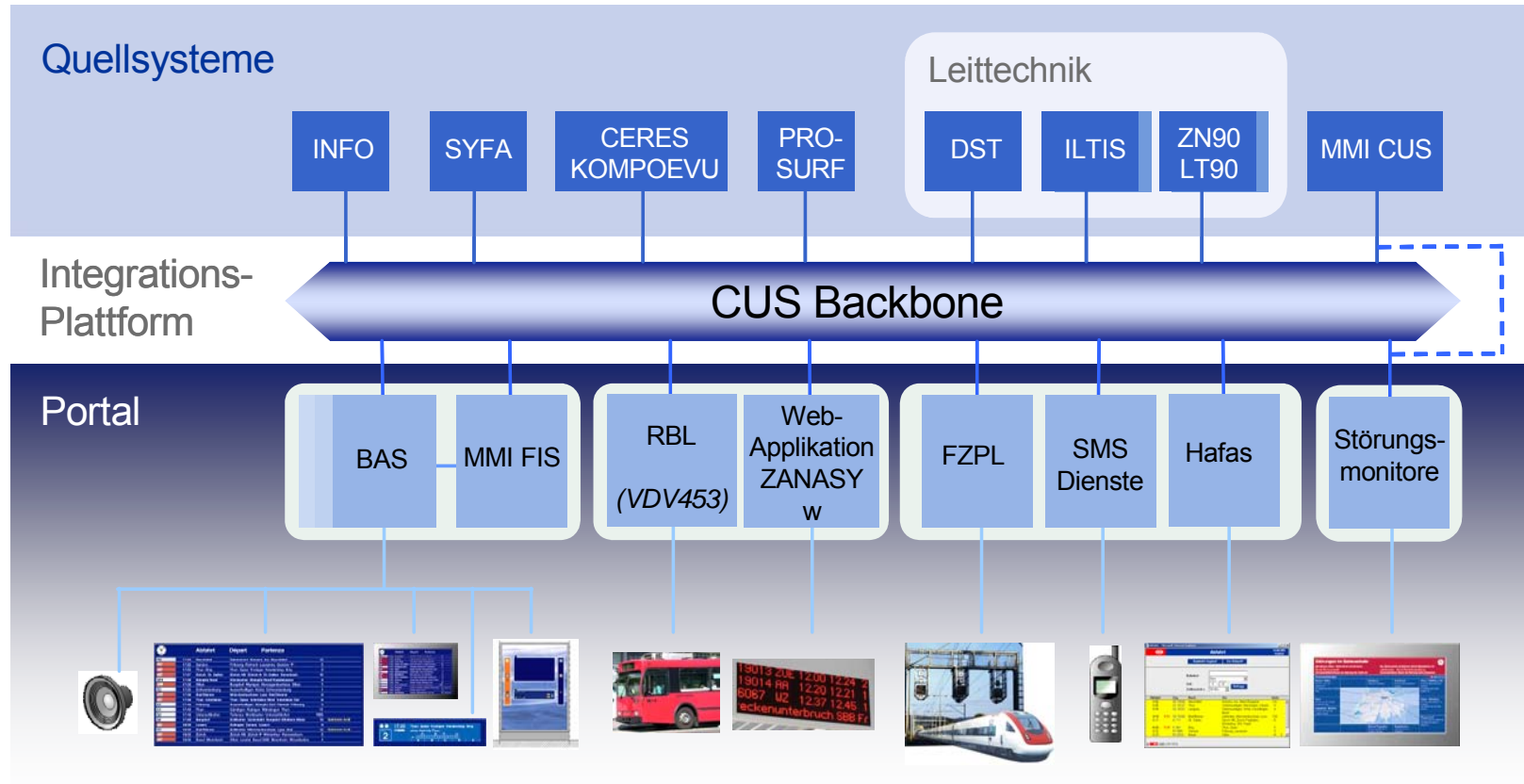


Abbildung 1: Systemarchitektur CVS (Quelle SBB)

### 3.5 Pilotanwendungen

Pilotanwendungen demonstrierten die Machbarkeit von neuen Lösungsansätzen und ermöglichen erste praktische Erfahrungen. Sie sind deshalb wichtig. Für die vorliegende Arbeit sind u.a. folgende Pilotprojekte relevant:

- **TRANS 3:** Im 5. Rahmenprogramm der EU-Forschung wurde im Dreiländereck Basel eine Pilotanwendung für eine grenzüberschreitende verkehrsträgerübergreifende Verkehrsinformation getestet.
- **Sofortmassnahme Verkehrslenkung ZH (SM VL ZH):** Mit der Eröffnung aller 3 Röhren des Baregg stieg die Verkehrsbelastung der Nordumfahrung Zürich. Um den Verkehrsfluss möglichst optimal zu halten, wurde ein System installiert, welches die Rampenbewirtschaftung der Anschlüsse in diesem Autobahnabschnitt erlauben. Der Pannestreifen wird bei diesem System als Stauraum genutzt. Bei hoher Verkehrsbelastung sind Einfahrten nur noch dosiert möglich ([www.nordumfahrung.ch](http://www.nordumfahrung.ch)).
- **TPEG:** Die SRG sieht für das Jahr 2005 eine Pilotanwendung für die Verbreitung von Verkehrsinformationen basierend auf dem Standard TPEG vor.

### 3.6 Bestehende Infrastrukturen/Verfahren

Verkehrsdaten werden heute in unterschiedlichen Systemen für verschiedene Zwecke gesammelt. Beispiele sind:

- Onlinezähler des ASTRA auf dem Nationalstrassennetz: ca. 150 umgerüstete Statistik-Zählstellen, Verkehrsdatenerfassung mittels Induktionsschlaufen im 3-Minuten-Intervall, Pilotprojekt Traffic Online im Raum Westschweiz mit Anzeige der aktuellen Verkehrslage im Internet.
- Verkehrsbeeinflussungsanlagen: Diese verkehrstelematischen Einrichtungen benötigen Verkehrsdaten, um in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens die entsprechenden Betriebszustände zu schalten. Kantonsübergreifende Anlagen hier sind beispielsweise das N1 VBS 01 (BE, SO, AG) oder das VLS Basel (BS, BL) .
- Lichtsignalsteuerungen: Diese Anlagen arbeiten primär im städtischen Umfeld und erfassen Daten mittels Induktionsschlaufen zur Steuerung der Verkehrsknoten. Eine Verknüpfung mit Verkehrsbeeinflussungs-Systemen auf den Hochleistungsstrassen wird in stark belasteten Agglomerationen angestrebt (Dosierung der Einfallachsen, Rampenbewirtschaftung usw.).
- Videoanlagen: Mittels optischer Verkehrsdatenerfassung (=digitale Bildauswertung) werden Verkehrsdaten erfasst und an die Leitzentralen von Polizei und Unterhalt weitergeleitet.
- Öffentlicher Verkehr: Die Betriebsleitstellen verfügen über wertvolles Datenmaterial. Hier werden z.B. die Standorte der Fahrzeuge in der Leitzentrale sowie Betriebsstörungen (Verspätungen, Unterbrüche usw.) erfasst.
- Manuelle Verkehrsdatenerfassung/automatische Verkehrsdaten-erfassung: Diverse weitere spezifische Anwendungen.
- Verbreitung von Verkehrsinformationen mit RDS-TMC: Vorhandener durch das ASTRA bereitgestellter Datensatz TMC Location Code Schweiz und TMC Eventlist Schweiz; Flächendeckende Verbreitung von RDS-TMC-Meldungen durch die Schweiz.
- Verkehrsinformationszentrale Viasuisse: Redaktion der Schweizer Verkehrsinformation, Vernetzte Arbeitsplätze mit der Polizei (Software GEWI TIC) für Eingabe, Aufbereitung und Verteilung der Verkehrsinformation.



- Verkehrsdatenerfassung im innerstädtischen Bereich und Darstellung der Verkehrslage. Ein bekanntes Beispiel ist Züri Traffic ([www.zuerittraffic.ch](http://www.zuerittraffic.ch))
- Internetplattform ([www.truckinfo.ch](http://www.truckinfo.ch)) für die Information des grossräumigen Schwerverkehrs.

Die oben aufgeführten Beispiele sind nicht vollständig. Gemeinsam ist ihnen, dass diese weitgehend im „Inselbetrieb“ arbeiten. Dadurch sind auch die Verkehrsdaten in unterschiedlichen Formaten vorhanden. Die Daten werden dadurch inkompatibel und können unter den Systemen nicht ausgetauscht werden. Dies verunmöglicht die Verwendung der Daten in unterschiedlichen Systemen. Es ist also notwendig, eine gemeinsame Plattform zu definieren, damit ein übergeordnetes Verkehrsmanagement wirtschaftlich und technisch tragbar wird.

### 3.7 Beteiligte Organisationen

Der organisatorische Aspekt in der Umsetzung von Verkehrstelematik-Lösungen ist wichtig. In der Schweiz ändern sich mit dem neuen Finanzausgleich (NFA) im Verlaufe der nächsten Jahre die Zuständigkeiten. Die Aufgabenverteilung wird wie folgt angestrebt:

- Das ASTRA wird neu zuständig für den Bau und Betrieb der Nationalstrassen und damit auch für dessen Verkehrstelematik-Einrichtungen und das Verkehrsmanagement.
- Kantonale Tiefbauämter: Der Unterhalt der Nationalstrassen wird durch das ASTRA voraussichtlich an Dritte vergeben, z.B. an die kantonalen Tiefbauämter. Bis anhin waren die Tiefbauämter zuständig für den Bau und den Betrieb der Nationalstrassen.
- Kantonspolizeien: Die Polizei betreibt heute die Nationalstrassen und ist für die Bedienung der verkehrstelematischen Einrichtungen zuständig. Mit dem NFA soll das Verkehrsmanagement an den Bund übergehen, die Polizei bleibt nach wie vor zuständig für Verkehrssicherheit und Verkehrskontrolle.
- Verband schweizerischer Strassenfachleute: Der VSS ist zuständig für die Forschung und Normierung von Verkehrsanlagen. Er ist auch offen gegenüber Fachleuten des öffentlichen Verkehrs.
- Öffentlicher Verkehr: Die Organisation des öffentlichen Verkehrs ist regional unterschiedlich. Die wichtigsten Transportunternehmungen sind im VöV zusammengefasst. Wichtige Keyplayer sind die SBB und in der Region regionale und städtische Verkehrsbetriebe.

## 4 Analyse und Handlungsbedarf

### 4.1 Interviews

Zur Abklärung der Bedürfnisse und Anforderungen für eine vernetzte, verkehrsträgerübergreifende Datenverarbeitung wurden Interviews mit folgenden Vertretern geführt:

- Bundesamt für Strassen (ASTRA), Roger Siegrist, Leiter Verkehrsmanagement ASTRA
- Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Andreas Hofer; Produkt-Management CVS
- Agglomeration Zürich/Tiefbauamt des Kantons Zürich, Niklaus Bischofberger; Abteilung Verkehr und Infrastruktur Strassen

Die wichtigsten Ergebnisse aus den Interviews sind in den folgenden Kapiteln eingeflossen.

### 4.2 Fazit aus der Grundlagen-Recherche

Aus der Ist-Analyse können folgende wichtige Schlüsse gezogen werden:

- Es existieren bereits zahlreiche gut funktionierende Verkehrsmanagement-Dienste mit entsprechenden Daten, aber meist als „Insellösungen“, d.h. die Daten stehen Dritten meist nicht zur Verfügung.
- Zahlreiche wichtige Konzepte im Verkehrsmanagement sind in Bearbeitung, welche zusätzliche Bedürfnisse und hohe Erwartungen an die Datenbereitstellung bedingen.
- Es liegen diverse nationale und internationale Normen vor, aber keine Norm für Strukturierung und Vernetzung von Daten (Systemarchitektur).
- Die Verkehrsmanagement-Dienste haben ein grosses Bedürfnisse an zusätzlichen, vorhandenen, aber heute nicht zugreifbaren Daten. Das sind insbesondere:
  - Flächendeckende Verkehrslageabbildung auf Basis stationärer Online-Zählstellen
  - Ereignisse auf dem Strassennetz und im ÖV
    - Für Vorbereitung auf planbare Ereignisse (Baustellen, Veranstaltungen, täglicher Stau durch Berufspendler) Information der Nutzer über Medien und koordinierte Planung und Bewertung in einem nationalen Baustelleninformationssystem (für Nationalstrassen und Netz von Bedeutung)
    - Für die schnelle Gefahrenbeseitigung und für Ad-hoc Reaktionen müssen die nicht planbaren Ereignisse (Unfälle, Falschfahrer, technische Störungen, Naturereignisse) so schnell wie möglich erfasst und verbreitet werden.
  - Verkehrsträgerübergreifende Anschlussinformationen (IV – ÖV) und intermodale Routenempfehlungen
  - Inhaltliche Übereinstimmung (Konsistenz) von unterschiedlichen Meldungen zu einem Ereignis muss gewährleistet sein.
- Einige Daten (die für die Bewertung der Verkehrslage und als Entscheidungsgrundlage für automatisierte Steuerungen sehr wichtig sind) sind heu-

te zwar noch nicht vorhanden, sollen aber zukünftig erfasst bzw. zu berechnet werden:

- Reisezeiten auf einzelnen Streckenabschnitten (IV)
- Reisezeiten zwischen Agglomerationen (IV, ÖV)<sup>1</sup>
- Verlustzeiten infolge von Staus oder Umleitungen (IV)
- Reisezeiten- und Verlustzeiten (incl. Umsteigen, Verspätung) im ÖV

Sinnvollerweise sollten die Reise- und Verlustzeiten für bedeutsame Relationen verkehrsträger- und verkehrsmittelübergreifend angegeben werden. Dadurch kann die Routen- und Verkehrsmittelwahl beeinflusst und aufgrund der Reisezeitschätzung optimiert werden.

### 4.3 Datenquellen

Die folgende Liste gibt einen Überblick über die wichtigsten Datenquellen:

#### Heute vorhandene Datenquellen

##### a) Hochleistungsstrassennetz

- Online Zähler auf dem Nationalstrassennetz
- Verkehrserfassung und Bilddaten aus zahlreichen Verkehrsleitsystemen, Verkehrsbeeinflussungsanlagen in Tunneln und auf der freien Strecke
- Verkehrserfassung bei Dosierstellen/Tropfenzählern (Gotthard, Rampenbewirtschaftung usw.)
- GEWI-Daten aus der Verkehrsinformation Viasuisse (Polizei, SBB, Grenzstationen, Bahnverlad usw.)
- Weitere Daten / Informationen aus den Polizei-Einsatzzentrale

##### b) Hauptverkehrsstrassennetz

- Online-Verkehrserfassung an ausgewählten Stellen (erst punktuell)
- Verkehrserfassung bei LSA (erst punktuell)

##### c) städtisches Strassennetz

- ÖV-Fahrpläne
- Positionsüberwachung der ÖV-Kurse (dynamischer Fahrplan)
- Online-Verkehrserfassung an ausgewählten Stellen (erst punktuell)
- Verkehrserfassung bei LSA (erst punktuell)

#### Zukünftig mögliche weitere Datenquellen

- Flächendeckendes Online-Zählstellennetz auf den Nationalstrassen, sowie den kantonalen und städtischen Verkehrsnetzen
- Bessere Nutzung der Verkehrserfassung von Lichtsignalanlagen auf dem Hauptstrassennetz (ausserorts und innerorts)
- Floating Car Data auf dem Nationalstrassen- und Hauptstrassennetz, sowie in Agglomerationen.
- Zusätzliche Bilddaten durch Videokameras an kritischen Punkten

---

<sup>1</sup> Für die Umsetzung muss in der Praxis die Route vorgegeben werden.

- Verkehrserfassung durch private Institutionen (z.B. durch Staumelder oder andere Quellen wie FCD-Systeme in Verbindung mit standortabhängigen Diensten (location based services) als Gegenleistung)
- Witterungsdaten
- Strassenzustandsdaten
- Ereignisse im öffentlichen Verkehr und dynamische ÖV-Fahrpläne mit intermodaler Anschlussinformation
- Temporäre behördliche Anordnungen / Vorschriften
- Informationen über aktuell angeordnete (bzw. geschaltete) Traffic Management Plans
- Aktuelle Betriebszustände und Störungsmeldungen der Wechseltextanzeigen (WTA), Verkehrsleitsysteme (VLS), oder von Lichtsignalanlagen (LSA).
- Bessere Grundlagendaten aus MISTRA (Raumbezug durch einheitliche Kartengrundlage, statische Daten (Bestandsinformationen) der Strasse und strassenseitigen Infrastruktur, statische Informationen und dynamische Zustände im Netz)

#### 4.4 Handlungsbedarf

Aus der Ist-Analyse ergibt sich folgender Handlungsbedarf:

- Die vorhandene Daten sind für verschiedene Verwendungszwecke nutzbar zu machen („Dateninseln“ zugänglich machen).
- Es ist eine verkehrsträgerübergreifende Vernetzung der Daten sicherzustellen: MIV-ÖV inkl. Umsteigeverbindungen bzw. Strasse – Schiene (Abdeckung der ganzen Transportkette der Reisenden).
- Die vorhandenen Daten aus bestehenden Datenquellen sind zu strukturieren und zu vernetzen.
- Weitere denkbare Daten aus bestehenden und neuen Datenquellen sind zu strukturieren und zu vernetzen.
- Eine hohe Datenqualität ist zu gewährleisten.
- Die rechtlichen Aspekte sind zu regeln.

## 5 Funktionale Architektur

### 5.1 Verkehrstelematik Funktion

Die Aufgabe kann prinzipiell in folgenden Ebenen unterteilt werden:

- **Funktionen:** Die oberste Ebene stellt die Ebene der Verkehrsmanagement-Funktionen (Verkehrszustandsermittlung, Verkehrslenkung, Verkehrsleitung, Verkehrssteuerung, Verkehrsinformation) dar.
- **Verkehrsdaten-Management:** In dieser Ebene erfolgt das Aufbereiten der dynamischen Daten zur Weiterverwendung in den Verkehrsmanagement-Diensten. Die erforderlichen statischen Daten (Ortsreferenzierung, Wunschlinien usw.) dienen als Basis- und Vergleichsdaten und können aus der MISTRA-Datenbank übernommen werden bzw. müssen MISTRA-kompatibel sein.
- **Dynamische Datenerfassung:** In dieser Ebene werden die dynamischen Daten (Daten, Sprachdaten, Bilddaten) erfasst.

Folgende Verkehrsmanagement-Dienste sollen berücksichtigt werden:

- **Verkehrszustand:** Mit aktuellen Daten soll die aktuelle Verkehrssituation auf dem Verkehrsnetz in einer Zentrale laufend abgebildet werden und dem Betriebspersonal einen aktuellen und möglichst flächendeckenden Überblick über die Verkehrslage ermöglicht werden. Wichtige Ereignisse und Störungen im Verkehrsablauf sollen rasch erkannt und verifiziert werden. Zur Abschätzung der zukünftigen Situationen sollen dynamische Verkehrsprognosen vorliegen. Die Erkenntnisse aus der Verkehrsüberwachung sind die Grundlage für die zu ergreifenden Massnahmen des Verkehrsmanagements.
- **Verkehrslenkung:** Bei Verkehrsüberlastungen und wichtigen Ereignissen soll der Verkehr mit netzbeeinflussenden Massnahmen umgeleitet werden.
- **Verkehrsleitung:** Mit Streckenbeeinflussung soll der Verkehr an kritischen Stellen (Verkehrsüberlastungen, Ereignisse, Baustellen usw.) optimal geführt werden.
- **Verkehrssteuerung:** Mit punktuellen Massnahmen soll der Verkehr an kritischen Orten geregelt werden.
- **Verkehrs- Reise- und Fahrgastinformation:** Der Verkehrsteilnehmer soll über das Verkehrsangebot, das aktuelle Verkehrsgeschehen, Ereignisse und mögliche Verhaltensweisen bzw. Empfehlungen informiert werden.

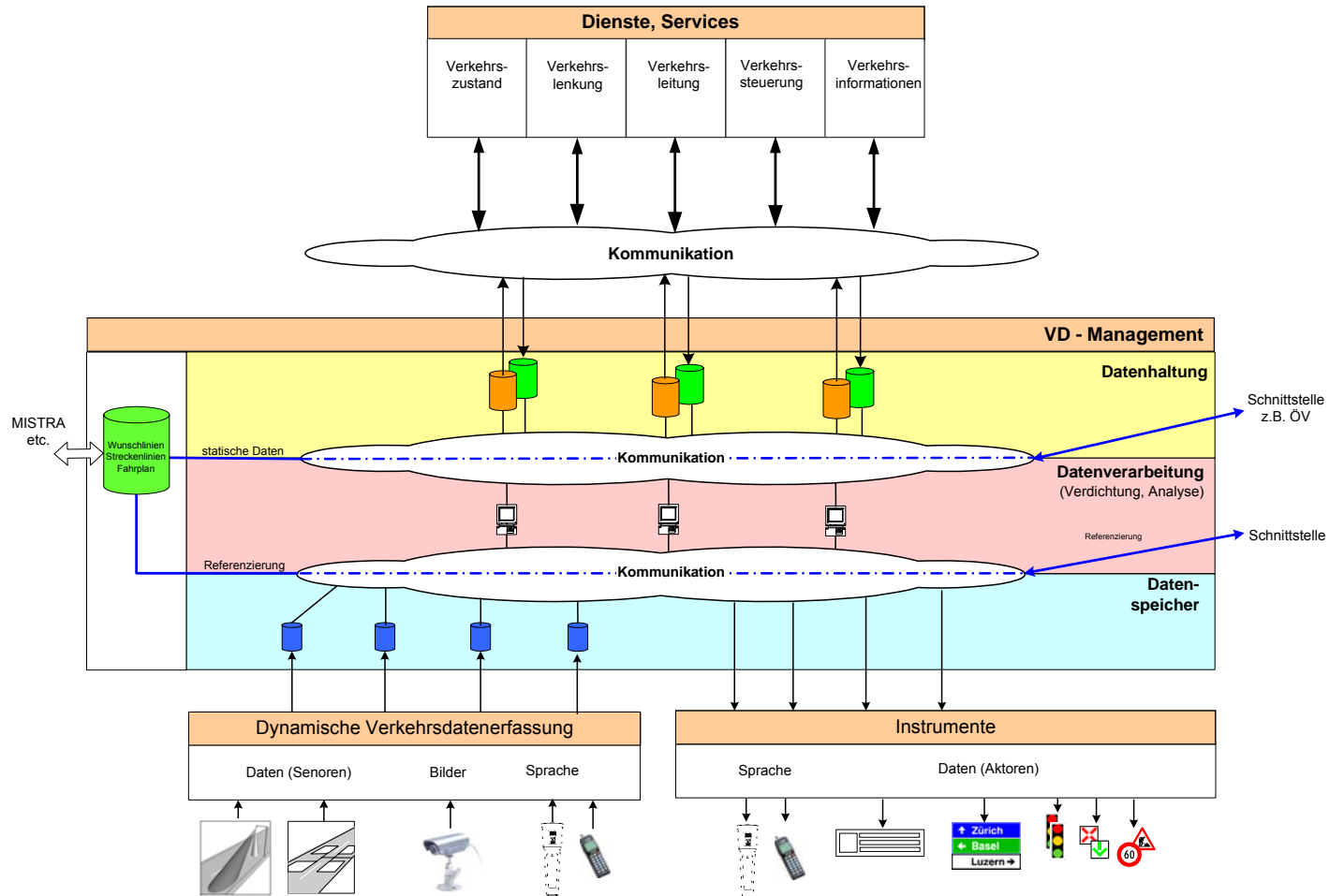


Abbildung 2: Funktionale Architektur



Mit der **Verkehrslenkung** sind die folgenden Aufgaben umzusetzen:

**a) internationale, nationale und interkantonale Verkehrslenkung**

- Nationale und interkantonale Traffic Management Plans: Für vordefinierte wichtige Ereignisse auf dem Nationalstrassennetz und übrigen relevanten Strassennetz werden als vorbehaltene Entschlüsse Lenkungsmaßnahmen inkl. Verantwortlichkeiten, Informationsfluss usw. festgelegt, welche dann bei effektivem Eintreten des entsprechenden Ereignisses direkt ausgelöst werden können (Beispiel: Sperrung Autobahnabschnitt A12 Vevey – Châtel St. Denis mit Umleitung des grossräumigen Verkehrs über die A1)
- Internationale Traffic Management Plans (Schweiz – Nachbarländer): analoges Vorgehen für Ereignisse von grenzüberschreitender Bedeutung (Beispiele: Phase Rot am Gotthard, Streik am Grenzübergang in Chiasso)
- Grossräumige Umleitungen mit oder ohne Nutzung des untergeordneten Verkehrsnetzes
- Umleitung und Empfehlungen auf Strecken mit Bahnverlad für Gesamt- bzw. Schwerverkehr (z.B. Routing mit [www.truckinfo.ch](http://www.truckinfo.ch))

**b) kantonale Verkehrslenkung**

- Umleitungs- und Routenempfehlungen auf dem kantonalen Strassennetz, HLS und HVS

**c) Verkehrslenkung in Agglomerationen**

- Parkleitsysteme (z.B. Parkleitsystem Bern mit WTA-Anzeigen auf dem Autobahnnetz)
- Umleitungen und Routenempfehlungen auf dem Agglomerations-Strassennetz (z.B. Zentrumsignalisation auf dem Autobahnnetz bei überlasteten Einfallachsen)

**d) Lenkungsmaßnahmen bei Umsteigepunkten (Bahnhof, Flughafen usw.)**

- Umleitung der Fussverkehrsströme bei veränderten Ankunfts- und Abfahrtsorten (Beispiele: Zug fährt auf anderem Gleis; Bahnersatz durch Busse)

**e) Instrumente**

Für die Verkehrslenkung werden heute folgende Instrumente eingesetzt:

- Wechselltextanzeigetafeln (WTA)
- Wechselwegweisung (WWW)
- Verkehrsinformation über Kanäle Radio, Telefon, Internet usw.
- Parkleitsysteme

Für die **Verkehrsleitung** sind folgende Aufgaben vorzusehen:

**a) Hochleistungsstrassennetz (HLS)**

- dynamische Geschwindigkeitsharmonisierung bei hoher Auslastung
- dynamische Gefahrenwarnung vor Ereignissen (Stau, Unfälle, Strassenzustand, Witterungseinflüsse usw.)

- Fahrstreifenbewirtschaftung (in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens, bei Ereignissen, Bau-/Unterhaltsarbeiten usw.)
- Standstreifenbewirtschaftung (Beispiel: Management des Rückstaus bzw. des Abflusses bei Verzweigungen und Anschlüssen)

#### b) Hauptverkehrsstrassennetz (HVS)

- Streckenbeeinflussung mittels koordinierter und vernetzter Lichtsignalanlagen
- Priorisierung des öffentlichen Verkehrs entlang einer lichtsignalgeregelten Strecke
- Anschluss-Sicherung des öffentlichen Verkehrs auf einer Zufahrtsstrecke zu einem wichtigen Umsteigepunkt (z.B. S-Bahn-Station)

#### c) Instrumente

Für die Verkehrsleitung werden heute folgende Mittel eingesetzt: Verkehrsleitsysteme VLS/Verkehrsbeeinflussungssysteme VBS/Verkehrsbeeinflussungsanlagen VBA und Lichtsignalanlagen LSA (Wechselsignale, Fahrstreifenlichtsignalanlagen, Ampeln)

Die heutigen Aufgaben für die **Verkehrssteuerung** sind:

#### a) Hochleistungsstrassennetz

- Dosierung vor Tunneln oder Engpässen (z.B. Tropfenzähler am Gotthard)
- Rampenbewirtschaftung, Einfahrtdosierung auf die Autobahn (z.B. A1 Limmattal – Gubrist)
- Ableitung des Gesamtverkehrs oder von Teilen des Verkehrs (Schwerverkehr) an Ausfahrten oder vor Tunneln (z.B. Ableiten des Verkehrs auf die Passroute bei Ereignis im Gotthardtunnel)
- Tunnelsteuerung (Betriebszustände Tunnelsperre, Brand, Alternieren usw.)

#### b) Hauptverkehrsstrassennetz (kantonal, Agglomerationen, Städte)

- Knotensteuerung aus Kapazitäts- und/oder Sicherheitsgründen
- Pfortnerung von Einfallachsen
- ÖV-Priorisierung an Knoten
- Steuerung bei Baustellen (alternierender Einrichtungsverkehr)

#### c) Instrumente

Für die Verkehrssteuerung werden Lichtsignalanlagen mit Ampeln und Fahrstreifenlichtsignalanlagen eingesetzt.

Die **Verkehrsinformation** beinhaltet folgende Elemente (pretrip, ontrip, statische, dynamische Information):

#### a) Übergeordnete (international, national, interkantonal)

- Dienste Viasuisse (Infos zu Verkehrssituation, Ereignissen, Strassenzustand, Baustellen, Vorhersagen, behördlichen Anordnungen und Empfehlungen inkl. dynamische Infos zum öffentlichen Verkehr)
- Schwerverkehrs-Informationportal [www.truckinfo.ch](http://www.truckinfo.ch)
- Statische und dynamische Fahrplanauskunft des öffentlichen Verkehrs

- Individuelle Zielführung
  - „Fahrplan Strasse“ (Angabe der aktuellen Reisezeit)
- b) **Kantonales Netz, Agglomerationen, Städte**
- Dienste Viasuisse
  - Statische und dynamische Fahrgastinformationssysteme an Bahnhöfen und Haltestellen
- c) **Schnittstellen zu Reiseinformationssystemen des öffentlichen Verkehrs**
- d) **Instrumente**

Verkehrsinformationen werden verbreitet mittels Radio, Navigationssystemen, Internet, SMS, Telefonauskunft, Fahrgastinfo-Systeme bei Haltestellen und Bahnhöfen, Wechseltextanzeigetafeln usw.

## 5.2 Verkehrsnetz

Die Daten sollen für folgendes Netz zur Verfügung gestellt werden:

- Nationalstrassen
- Kantonsstrassen
- Agglomerations-Verkehrsnetz / städtische Hauptverkehrsstrassen
- Wichtige Parkieranlagen
- Warteräume
- Grenzübergänge
- Umsteigepunkte des öffentlichen Verkehrs (Haltestellen, Bahnhöfe, Flughäfen) inkl. Umsteigewege zwischen den Verkehrsmitteln

## 5.3 Verkehrsmittel

Die Daten folgender Verkehrsmittel sollen bereitgestellt werden:

- Personenwagen
- LKW
- Reiseautos
- Strassengebundener öffentlicher Verkehr (Busse, Tram)
- Bahn

## 5.4 Inputdaten

Für die einzelnen Verkehrsmanagement-Dienste besteht folgendes Bedürfnis an dynamischen Daten:

Bilddaten							
Dateninhalt	Raumbezug	Zeitbezug	Verwendungszweck				
			Verkehrszustand	Verkehrlenkung	Verkehrsführung	Verkehrsteuerung	Verkehrsinformation
Videobilder zur visuellen Überprüfung	HLS, HVS	Aktuell (< 1')	X				

<b>Bilddaten</b>				
<b>Dateninhalt</b>	<b>Raumbezug</b>	<b>Zeitbezug</b>	<b>Verwendungszweck</b>	
des Verkehrsflusses oder Verifizierung von Ereignissen				

Tab. 1 Bilddaten

<b>Verkehrsdaten</b>							
<b>Dateninhalt</b>	<b>Raumbezug</b>	<b>Zeitbezug</b>	<b>Verwendungszweck</b>				
			Verkehrszustand	Verkehrslenkung	Verkehrsleitung	Verkehrssteuerung	Verkehrsinformation
Verkehrsmenge Q (total, PW, Schwerverkehr)	HLS, HVS Städtisches Strassennetz	Aktuell (3'-Intervall) Kurzzeitprognose (bis 1 h) Langzeitprognose (> 1h)	X	X	X	X	
Verkehrsströme an Knotenpunkten	Autobahnan-schlüsse und – verzweigungen, HVS, Städtisches Strassennetz, Liniennetz ÖV	Aktuell (3'-Intervall) Kurzzeitprognose (bis 1 h)	X		X	X	
Lokale Geschwindigkeiten v (total, PW, Schwerverkehr)	HLS, HVS Städtisches Strassennetz	Aktuell (3'-Intervall) Kurzzeitprognose (bis 1 h)	X	X	X	X	
Reise-geschwindigkeit VR (total, PW, Schwerverkehr)	HLS, HVS Städtisches Strassennetz	Aktuell (3'-Intervall) Kurzzeitprognose (bis 1 h)	X	X	X	X	X

Tab. 2 Verkehrsdaten

<b>Verkehrsqualität</b>							
<b>Dateninhalt</b>	<b>Raumbezug</b>	<b>Zeitbezug</b>	<b>Verwendungszweck</b>				
			Verkehrszustand	Verkehrslenkung	Verkehrsleitung	Verkehrssteuerung	Verkehrsinformation
Verkehrsqualität Stufen A bis F	HLS, HVS, Städtisches Strassennetz	Aktuell (3'-Intervall) Kurzzeitprognose (bis 1 h) Langzeitprognose (> 1h)	X	X	X	X	X
Dynamischer Fahrplan	Liniennetz ÖV	Aktuell und Prognosen	X	X	X	X	X

Verkehrsqualität						
Dateninhalt	Raumbezug	Zeitbezug	Verwendungszweck			
Aktuelle Parkplatzbelegung	Parkierungsanlagen	Aktuell und Prognosen	X	X		

Tab. 3 Verkehrsqualität

Ereignisdaten							
Dateninhalt	Raumbezug	Zeitbezug	Verwendungszweck				
			Verkehrszustand	Verkehrlenkung	Verkehrsleitung	Verkehrssteuerung	Verkehrsinformation
Ereignisse gemäss SN 671 921 Standardisierte Verkehrsinformation (Verkehr, Strassenzustand, Witterung, Baustellen usw.)	HLS, HVS, Städtisches Strassennetz Liniennetz des öffentlichen Verkehrs	Aktuell bei spontanem Ereigniseintritt bis Widerruf bzw. mit prognostiziertem Ende  Vorsorglich bei planbaren Ereignissen	X	X	X	X	X

Tab. 4 Ereignisdaten

Anordnungen, Vorschriften, Empfehlungen							
Dateninhalt	Raumbezug	Zeitbezug	Verwendungszweck				
			Verkehrszustand	Verkehrlenkung	Verkehrsleitung	Verkehrssteuerung	Verkehrsinformation
Vom Normalzustand abweichende behördliche Vorschriften und Anordnungen (Höchstgeschw., Höchstlimite, Sperrungen, Teilfahrverbote usw.) und Empfehlungen (Umleitung, Verhalten)	HLS, HVS, Städtisches Strassennetz	Aktuell bei spontaner Anordnung bis Widerruf bzw. mit festgelegtem Ende  Vorsorglich bei planbaren Anordnungen	X	X	X	X	X
Vom Normalzustand abweichende Leistungsfähigkeit (verursacht durch Baustellen, Unterhaltarbeiten, Unfälle, Pannenfahrzeuge usw.)	HLS, HVS, Städtisches Strassennetz	Aktuell bei spontaner Anordnung bis Widerruf bzw. mit festgelegtem Ende  Vorsorglich bei planbaren Anordnungen	X	X	X	X	

Tab. 5 Anordnungen, Vorschriften, Empfehlungen

## 5.5 Statische Daten

Die statischen Daten sind die Basisdaten innerhalb des Datenverbundes. Auf nationaler Ebene entsprechen in Struktur und Inhalt den MISTRA-Daten. Die Aktualisierung bzw. Nachführung dieser Daten erfolgt in MISTRA.

Zu den statischen Daten gehören

### Raumbezug

Der Raumbezug der einzelnen Daten soll wie folgt möglich sein

#### a) Hochleistungsstrassen

- Bezeichnung, Nummer
- Segment
- Strecke oder Punkt oder Kilometrierung oder Koordinate
- TMC Location Code

#### b) Hauptverkehrsstrassen

- Bezeichnung, Nummer, Segment
- Strecke oder Punkt oder Koordinate
- TMC Location Code

#### c) Städtisches Strassennetz

- Bezeichnung, Segment
- Strecke oder Punkt oder Koordinate

#### d) Öffentlicher Verkehr

- Bahnhof, Haltestelle
- Bahnstrecke
- Linien
- Kurse

Die statischen Daten für die Strassen von nationaler Bedeutung können über das System MISTRA bereitgestellt werden. Die restlichen Daten müssen über die Systeme der Beteiligten Organisationen abgerufen werden.

### Dateninhalte

Den einzelnen Verkehrstelematik-Diensten sollen die folgende statischen Dateninhalte zur Verfügung stehen:

Dateninhalt	Ortsbezug	Verwendungszweck				
		Verkehrszustand	Lenkung	Leitung	Steuerung	Info
Publizierter Fahrplan des öffentlichen Verkehrs	Liniennetz ÖV					X
Wunschlinien (Ziel-/ Quellbeziehungen)	Zoneneinteilung gemäss Gesamtverkehrsmodell CH, kantonalen, regionalen und städtischen Verkehrsmodellen		X			

Dateninhalt	Ortsbezug	Verwendungszweck				
		Verkehrszustand	Lenkung	Leitung	Steuerung	Info
Vorschriften und Anordnungen im Normalzustand: signalisierte Höchstgeschwindigkeit, Höchsthöhen, Gewichtslimiten, zeitliche beschränkte Fahrverbote usw.	Hochleistungsstrassen Hauptverkehrsstrassen Städtisches Strassennetz		X	X	X	X
Leistungsfähigkeit im Normalzustand	Hochleistungsstrassen Hauptverkehrsstrassen Städtisches Strassennetz		X	X	X	X
Verkehrstatistik, als Grundlage für Verkehrsprognosen: Frequenz Q, Geschwindigkeit v, Reisegeschw. vR	Hochleistungsstrassen Hauptverkehrsstrassen Städtisches Strassennetz	X	X	X	X	X

Tab. 6 Dateninhalte

### Verkehrsmanagementpläne VMP

Für eintretende Ereignisse die kompetenzübergreifende Massnahmen (Koordinationsbedarf unter verschiedenen Betreibern) werden die festgehaltenen VMP abgelegt. Ein VMP enthält u.a. folgende Elemente:

- Definiertes Ereignis
- Kompetenzen betreffend Auslösung des VMP
- Zu prüfende Bedingungen, unter deren Einhaltung der VMP ausgelöst werden kann
- Beteiligte Organisationen (für Rücksprachen bzw. zur Information)
- Informations-/Kommunikationsflüsse
- Auszulösende Massnahmen (Verkehrssteuerung, -leitung, -lenkung, -information)

### 5.6 Qualitätsanforderungen an die Daten

An die Daten werden folgende Qualitätsanforderungen gestellt:

- Die Daten müssen **inhaltlich korrekt bzw. genau** sein. Die Werte müssen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzwertes liegen. Die Genauigkeitsanforderungen sind für alle Daten festzulegen. Die Datenquelle und der Erfassungszeitpunkt müssen bekannt sein.
- Die Daten müssen **aktuell** sein. Das Erfassungsintervall und somit die Aktualisierung liegt je nach Datentyp zwischen 1 bis 15 Minuten.
- Die Daten müssen **plausibel** sein. Dazu müssen sie bei der Erfassung bzw. im Verlaufe des Verkehrsdaten-Managements einer Plausibilitätsprüfung unterworfen werden.
- Die Daten müssen **konsistent** sein. Daten zum gleichen Ereignis bzw. zum gleichen Raumbezug mit widersprüchlichem / unterschiedlichem Inhalt müssen verifiziert und abgeglichen werden (nur 1 „korrekter“ Inhalt).



## 5.7 Rechtliche Aspekte

In rechtlicher Hinsicht müssen hinsichtlich der Daten die folgenden Punkte geklärt sein:

- Datenhoheit: Es ist festzulegen wer die Datenhoheit besitzt und wie die Rechte und Pflichten für die Weiterverwendung der Daten durch Dritte sind.
- Zugriffsrechte: Es ist zu regeln, wer auf welche Daten zugreifen darf bzw. kann.
- Entschädigung: Die Entschädigungsfragen im Zusammenhang mit den Zugriffsrechten und der Weiterverwendung der Daten sind zu definieren.
- Datenschutz: Hinsichtlich Datenschutz dürfen in einem Datenverbund für Verkehrsmanagementzwecken keine sensiblen persönlichen Daten erfasst, abgelegt und weiterverwendet werden.

## 6 Systemarchitektur

### 6.1 Ausgangslage

Im Kapitel 3.6 ist aufgezeigt, mit welchen Systemen heute Verkehrsdaten erfasst werden. Ein Verkehrsdaten-Verbund soll und muss (aus wirtschaftlichen Gründen) auf diese bestehenden Systeme aufbauen. Es wurde auch festgestellt, dass die bestehenden Lösungen meist als Insellösung vorliegen. Die Daten werden zwar lokal erfasst, in der Regel aber nicht an übergeordnete Systeme weitergegeben. Ein effizient funktionierender Datenverbund muss also primär zum Ziel haben, die bestehenden Systeme zu vernetzen. Dabei muss eine Kommunikationsplattform aufgebaut werden, welche die Datenquellen miteinander vernetzt. Im Projekt VM-CH ist dies der Verkehrsdatenverbund VDV-CH.

### 6.2 Ebenen-Struktur der Leittechnik

Prozessleitsysteme müssen hierarchisch aufgebaut werden. Jede Ebene arbeitet für sich autonom. Bei einem Teilausfall übernehmen die untergeordneten Ebenen die Aufgaben der übergeordneten.

Klassisch unterscheidet man:

Bezeichnung	Beispiel
Bedienebene	Bedienstation, Web-Server
Prozessleitebene	Kopfrechner
Gruppenleitebene	Gruppenrechner, Abschnittsrechner
Einzelsteuerebene	Streckenstation
Feldebene	Signalgeber

Tab. 7 Ebenen-Strukturen der Leittechnik

Die Ebenen sind wie folgt charakterisiert:

- Bedienebene/Betriebsleitebene:** Die oberste Ebene ist die Bedienebene. Sie setzt sich zusammen aus Bedienrechner und Webserver/Kommunikationsserver. Hier erfolgt die Visualisierung und die Bedienung des Verkehrsleitsystems via Bedienstation des VLS. Bei Abfragen der Bedienstation werden die benötigten Daten von den entsprechenden Gruppenrechnern übermittelt und auf der Bedienstation dargestellt. Die Koordination dazu erfolgt über den Kopfrechner.  
 Die Visualisierung und Bedienung des Verkehrsbeeinflussungs-Systems erfolgt im Normalfall übergeordnet.
- Prozessleitebene:** Die Prozessleitebene wird durch den Kopfrechner des VLS gebildet. Der Kopfrechner übernimmt folgende Aufgaben:
  - Koordination Gruppenrechner
  - Verwaltung Betriebszustände
  - Archiv (Datenpunkte, BZs)
  - Help-Funktion des Systems
- Gruppenleitebene:** Die dritte Ebene, die Gruppenleitebene, ist die Ebene der Gruppenrechner. Ein Gruppenrechner übernimmt die Verwaltung eines Streckenabschnittes, welcher mehrere Streckenstationen beinhaltet.

Die Gruppenrechner enthalten zusätzlich das Regelwerk mit den Algorithmen für den automatischen Betrieb sowie die optimale Unterstützung des Bedieners aufgrund der verkehrstechnischen Vorgaben. Die Koordination aller Gruppenrechner erfolgt über den Kopfrechner.

- **Einzelleitebene:** Die vierte Ebene, die Einzelleitebene, wird durch die Streckenstationen gebildet. Die Streckenstationen setzen sich funktional zusammen aus Kommunikationsmodul, Steuermodul und den Ein-/Ausgabekarten. Die Streckenstationen tauschen ihre Informationen mit den entsprechenden Gruppenrechnern aus und sind dafür zuständig, dass alle Betriebszustände der Gruppenrechner an die Verkehrssignale weitergegeben sowie die Prozess- und Verkehrsdaten erfasst werden.

### 6.3 Kommunikationsnetzwerk

Für die multimodale Verkehrsdatenverarbeitung müssen autonome Prozessleitsysteme miteinander vernetzt werden. Dies ermöglicht den Verkehrsdatenaustausch zwischen den Systemen. Die Vernetzung erfolgt auf Stufe von den beteiligten Verkehrsleitzentralen.

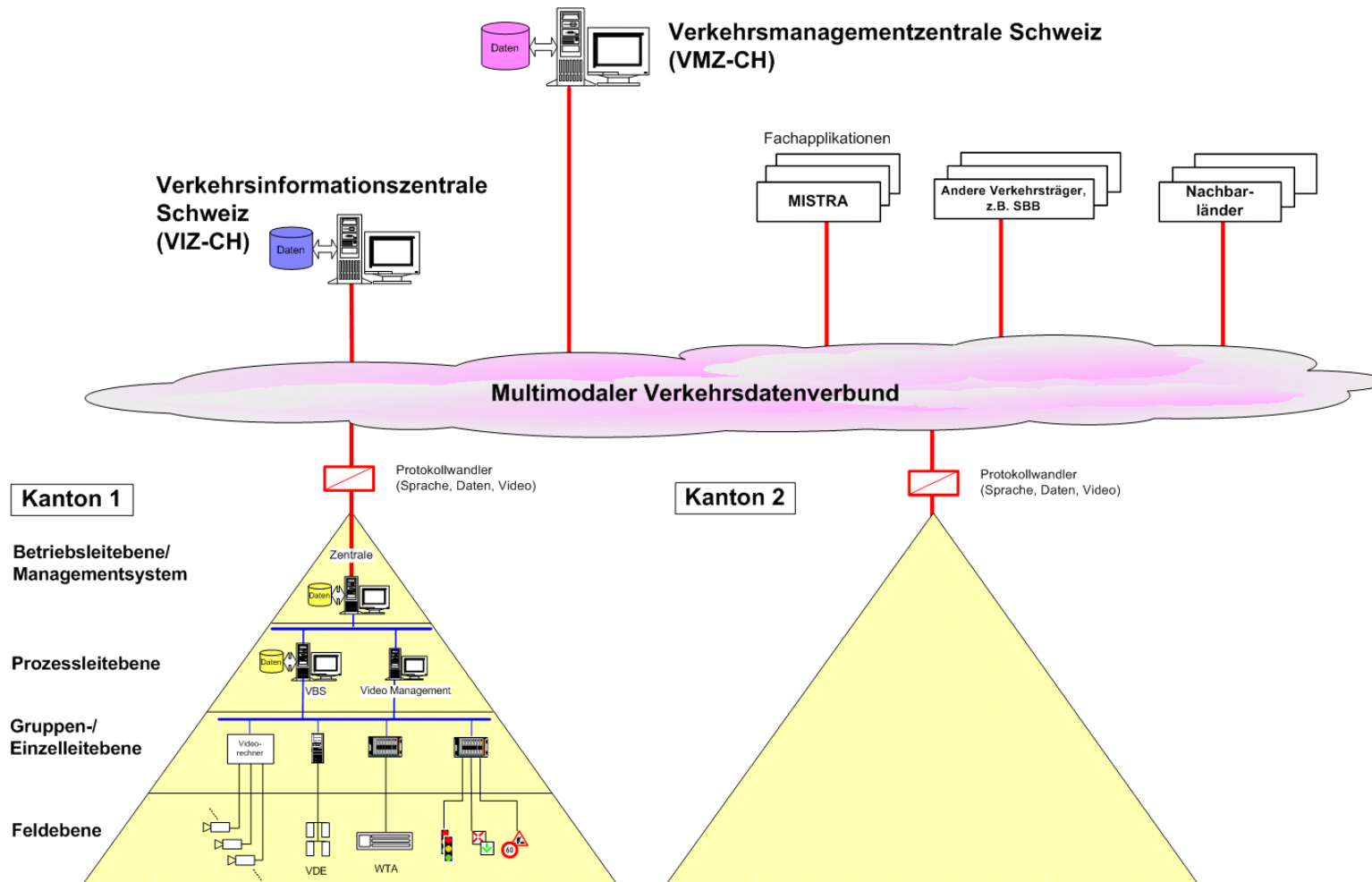


Abbildung 3: Multimodaler Verkehrsdatenverbund VDV-CH

Die Abbildung 3 Multimodaler Verkehrsdatenverbund zeigt diese Vernetzung. Einerseits werden die kantonalen Zentralen vernetzt, andererseits auch die Verkehrsmanagementzentrale Schweiz (VMZ-CH) und die Verkehrsinformationszentrale Schweiz (VIZ-CH). Die Aufgaben der VIZ-CH werden heute durch die Via Suisse übernommen. Die Aufgaben von VMZ-CH und VIZ-CH werden neu definiert im nationalen Projekt VM-CH (siehe Kapitel 3.4). Weiter hat der Datenverbund Schnittstellen MISTRA und zum ÖV.

Die Vernetzung erfolgt über ein übergeordnetes Netzwerk. Das Netzwerk ermöglicht logische Punkt-Punkt-Verbindungen zwischen den beteiligten Partnern. Das Netzwerk selbst ist für die Datenhaltung nicht zuständig. Die Speicherung der Daten und die Verarbeitung der Daten erfolgt in den einzelnen Prozessleitsystemen. Die beteiligten Systeme müssen also sicherstellen, dass die Daten den Qualitätsanforderungen genügen und plausibel sind.

Diese Architektur muss auf den bereits stehenden Infrastrukturen aufbauen. Da diese nicht kompatibel sind, muss das Netzwerk auch Protokollwandler zur Verfügung stellen.

Die Protokollwandler (Gateways) erlauben den Übergang der Protokolle in eine normierte Umgebung. Die Aufgabe entspricht also derjenigen eines Übersetzers. In erster Linie müssen zwischen den Beteiligten Daten ausgetauscht werden. Für die umfassende Verkehrslagebeurteilung sind jedoch Sprach- und Bildinformation auch wichtig. Das Netz muss also in der Lage sein, auch diese Dienste zu übertragen.

Eine weitere Aufgabe des Multimodalen Verkehrsdatenverbundes ist die Vermittlung der verschiedenen Dienste. Dazu müssen die Adressen der angeschlossenen Teilnehmer bekannt sein. Das Netz ist dafür zuständig, dass bei Anforderung eines Dienstes oder einer Information durch einen Teilnehmer sichergestellt wird, dass die Verbindung zum Partner sicher und zuverlässig hergestellt wird.

Die Vernetzung von verschiedenen Partnern mit einem Kommunikationsnetz ist auch mit Risiken verbunden. (z.B. Viren, Unbefugter Zugriff auch Daten etc.). Diese Risiken müssen eliminiert werden.

Das Netz muss also sicherstellen, dass ein zuverlässiger und sicherer Betrieb gewährleistet wird. Dazu müssen Sicherheitsmechanismen eingebaut werden. Das Netz muss sicherstellen, dass die Kommunikation zwischen den beteiligten Partnern zuverlässig funktioniert.

## 6.4 Protokolle/Schnittstellen

Eine wichtige Grundlage in der Kommunikationstechnik sind Protokolle. Diese erlauben die Kommunikation zwischen den Teilnehmern. Wichtig ist dabei, dass diese nach selben Regeln kommunizieren, d.h. sie müssen die selbe Sprache sprechen. Das OSI-Referenzmodell dient als Grundlage für das Design von Netzwerkprotokollen. Das OSI-Modell basiert auf dem 7 Ebenen-Modell. Dabei werden die Aufgaben der Kommunikation in 7 Schichten aufgeteilt. Jede Schicht übernimmt dabei eine Funktion bei der Datenübertragung. Die 7 Schichten sind: Anwendung, Darstellung, Sitzung, Transport, Vermittlung, Sicherung und physikalische Schicht. Das weit verbreitete TCP/IP-Protokoll über Ethernet unterstützt die Schichten 1-4. Weitere Standards definieren die Anwendungen, z.B. http. Dieses Protokoll deckt die Schichten 5 bis 7 ab. Das Internet basiert auf dem TCP/IP-Protokoll.

Für die Verkehrstelematik wichtige Standards sind:

- **TCP/IP-Protokoll-Familie**  
Ist heute weit verbreitet und bildet den wichtigsten Standard, wenn es um Datenübertragung geht. In den meisten Netzwerken (wie Ethernet, WLAN) wird TCP/IP angewandt.
- **Web-Services**  
Eine immer grössere Verbreitung für allgemeine Zwecke der Datenkommunikation finden die so genannten Web-Services. Hiermit sind grundsätzlich alle Kommunikationsprotokolle und Datenformate (wie HTML, FTP, XML, SOAP) gemeint, wie sie im Rahmen von Web-Anwendungen verwendet werden.  
Im Rahmen von Verkehrsmanagementsystemen wurde die Web-Technologie bereits in mehreren Kantonen eingesetzt (z.B. Kanton ZH, Kanton GL, Kantone TI/NW/UR)
- **TLS (= Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen)**  
Dies ist eine deutsche Norm, herausgegeben von der Bundesanstalt für Strassenwesen (Bast). Sie definiert die Datenkommunikation in verkehrstechnischen Anlagen und basiert auf einer strengen Hierarchie zwischen Zentrale, Unterzentrale, und Steuerung vor Ort (Streckenstationen). In der Schweiz findet die TLS in angepasster Form teilweise Anwendung in verschiedenen Projekten (z.B. VBS 01 AG/SO/BE, VLS N2/N3 BS/BL).
- **TPEG (= Transport Protokoll Experts Group)**  
TPEG ist ein Standard zum Aussenden von sprachunabhängigen und multimodalen Verkehrs- und Reiseinformationen. Er wird von einer Experten-Gruppe der europäischen Rundfunkunion UER/EBU entwickelt. Die TPEG-Technologie baut auf Erfahrungen auf, welche bisher mit RDS-TMC gewonnen wurden. TPEG befindet sich noch in der Test- und Optimierungsphase und steht noch nicht im flächendeckenden Alltagsbetrieb.

In der Schweiz von grosser Bedeutung ist ebenfalls Alert-C. Damit werden die Verkehrsmeldungen erzeugt.

Mit dem europäischen Standard RDS-TMC können Verkehrsmeldungen so strukturiert und erstellt werden, dass sie in digitaler Form auf dem im RDS-System vorgesehenen Verkehrskanal parallel zum Radioprogramm in die RDS-TMC Empfangsgeräte gesendet werden können (Autoradio, Navigationsgeräte, PTA usw.). Bestandteil von RDS-TMC sind ein Meldungskatalog (Event List) und ein Ortsbezugssystem (Location Code), welche jedes Land zu erstellen und zu pflegen hat. RDS-TMC ist in vielen europäischen Ländern und auch in der Schweiz flächendeckend in Betrieb. Die Schweiz hat dazu einen Datensatz TMC Location Code Schweiz erstellt, welcher vom ASTRA vertrieben und gepflegt wird (regelmässige Updates).

Da europaweit praktikable Austauschformate für Daten und Informationen fehlen, wird der Standard Alert C heute in vielen Ländern auch als Datenaustauschformat verwendet. So auch in der Schweiz, wo die Viasuisse und die kantonalen Polizeizentralen mit dem Tool GEWI TIC Verkehrsinformationen erfassen und austauschen.

Wie bereits erwähnt, hat das TCP/IP-Protokoll eine zentrale Bedeutung im Internet und somit in den gesamten Kommunikationen, da auch lokale und private Netz auf dieser Technik aufbauen. Neben der reinen Datenübertragung wird das IP-Protokoll neu auch zunehmend für die Sprach- und Videokommunikation verwendet. Diese Verfahren heissen Voice over IP (VoIP) und Video over IP. Nach anfänglichen Startschwierigkeiten verbreitet sich das VoIP-Protokoll sehr rasch im Bereich der Sprachkommunikation aus und in absehbarer Zukunft wird es die klassische Telefonie wohl zu einem grossen Teil verdrängen.

Der VDV-CH wird auf der TCP/IP-Technologie basieren. Die Formate der Dateninhalte werden im Projekt MISTRA definiert und werden in VM-CH übernommen.

## 6.5 Datenhaltung

Die Datenhaltung ist Sache der Prozessleitsysteme. Diese speichern die Daten in normierten Formaten und stellen diese den Teilnehmern zur Verfügung. Die Datenhaltung ist somit nicht Aufgabe des multimodalen Datenverbundes.

Damit ist die Systemstruktur gegeben. Der VDV-CH vernetzt eine Vielzahl von lokalen Datenbanken miteinander. Die Systemstruktur ist verteilt und entspricht dem dezentralen Ansatz des Internets. Die einzelnen Teilsysteme sind zuständig dafür, dass die Daten plausibel sind und die geforderte Qualität einhalten.

## 6.6 Datenverarbeitung

Die Datenverarbeitung ist ebenfalls Sache der einzelnen Prozessleitsysteme. Es gilt die analoge Aussage wie oben.

## 6.7 Rahmenbedingungen VM-CH

Die vorliegende Arbeit wurde geprägt durch sich rasch verändernde Rahmenbedingungen. Mit der Annahme der NFA haben sich die Aufgabenverteilungen und Kompetenzen von Bund und Kantonen grundlegend geändert. Eine weitere Konsequenz war, dass dem VM-CH eine grosse Bedeutung zukam. Im Rahmen des VM-CH wurde der multimodale Verkehrsdatenverbund definiert. Das Projekt ist momentan in der Konzeptphase. Die Ergebnisse haben jedoch einen direkten Einfluss auf diese Arbeit, da wesentliche Aufgaben der Verkehrsdatenverarbeitung durch den VDV-CH wahrgenommen werden. Das Projekt wird aus diesem Grund nachfolgend kurz zusammengefasst.

## 6.8 Konzept VDV-CH

Die zu erfüllenden **Hauptaufgaben von VM-CH** können grundsätzlich in 2 Bereiche unterteilt werden:

- **Strategische Aufgaben und Führungsprozesse:** Hierzu gehören u.a. die Anpassungen und Weiterentwicklung der Vorgaben und Regeln für den Betrieb, das Abschliessen und Überprüfen von Verträgen und Leistungsvereinbarungen, die Erstellung und Nachführung der VMP, die Planung der Grossbaustellen (UPLANS) und , das übergeordnete Controlling des operativen Betriebes usw.

Diese Aufgaben werden auf dem Nationalstrassennetz durch das ASTRA und auf dem Kantonsstrassennetz durch die kantonalen Tiefbauämter wahrgenommen.

- **Operativer Betrieb:** Der operative Betrieb umfasst das laufende Aufbereiten, Darstellen und Beurteilen der Verkehrslage, der Wetter-/Umweltsituation und des Strassenzustandes, die Ereigniserkennung und das Ereignismanagement (Interventionen durch die Ereignisdienste), das Baustellenmanagement, das Prüfen und Auslösen von Massnahmen (Lenken, Steuern, Informieren) und den technischen Support betreffend VM-Infrastruktur.

Die Hauptakteure im operativen Betrieb von VM-CH sind:



2008

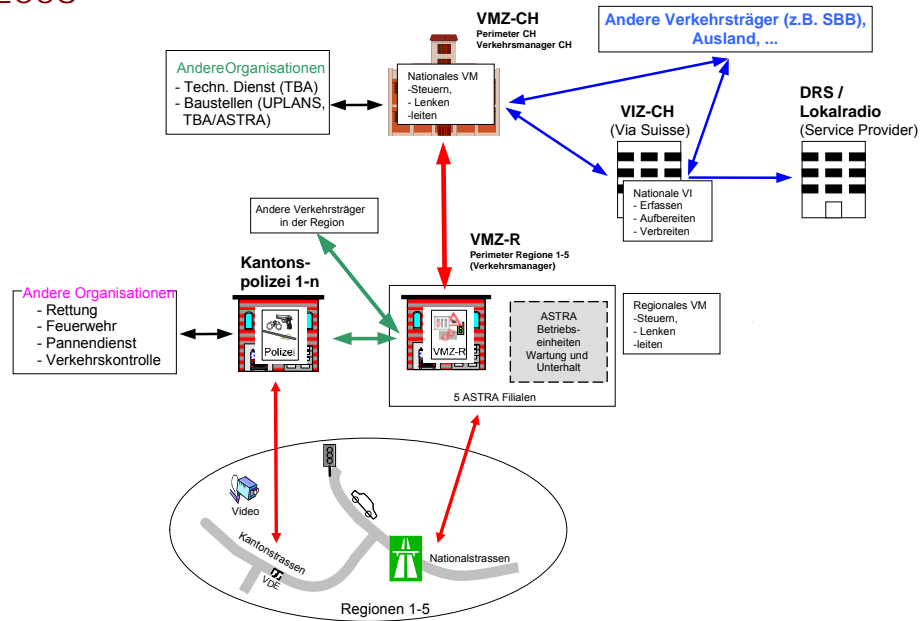


Abbildung 4: Übersicht VM-CH 2008

Der **VDV** dient in erster Linie dem operativen Betrieb und hat im Rahmen VM-CH (2008) folgende **Kernaufgaben**:

1. Vernetzung der nationalen Verkehrsmanagementzentrale VMZ-CH mit den heute bestehenden kantonalen Verkehrsmanagementzentralen, sowie der nationalen Verkehrsinformationszentrale VIZ-CH
2. Videobildübertragungen in die VMZ-CH, und die VIMZ-CH für ausgewählte Kamera-Standorte an - aus verkehrstechnischer Sicht - neuralgischen Stellen auf dem Nationalstrassennetz
3. Abbildung der aktuellen Verkehrslage auf der Basis einer Online-Datenerfassung
4. Online-Datenerfassung mit Zugriff für die VMZ-CH und die VIZ-CH
5. Eingabe und Austausch von Ereignissen, Baustellen und Verkehrsinformationen über das bereits heute im Einsatz stehende vernetzte Tool GEWI TIC

Die wichtigsten Datenflüsse unter den Akteuren im operativen Betrieb sind aus folgender Abbildung ersichtlich:

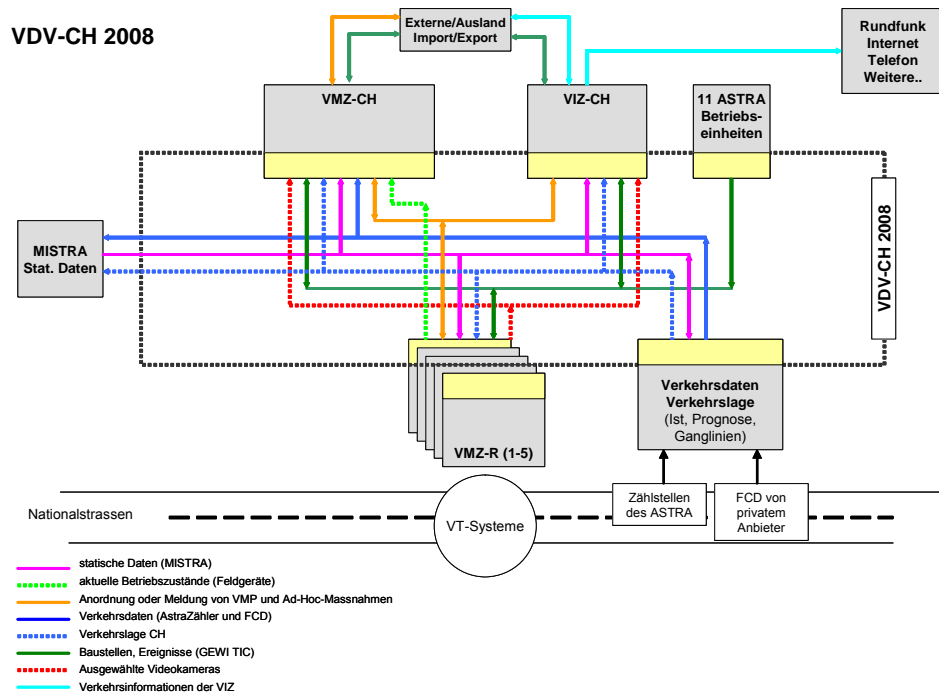


Abbildung 5: Datenpflege VDV

Für den VDV-CH wurde dazu ein erster **Datenkatalog** entworfen. Dieser umfasst statische Daten (MISTRA-Daten, Aktualität > 1 Woche) und dynamische Daten (Aktualität < 1 Woche). Zu den statischen Daten gehören alle Daten der Ortsreferenzierung (Anschlüsse, Objekte, Streckenabschnitte usw.) sowie deren Attribute im Normalbetrieb (z.B. signalisierte Höchstgeschwindigkeit, Anzahl Fahrstreifen usw.), die Wunschlinienmatrix des Bundesamtes für Raumentwicklung (Grundlage zur Abbildung der Verkehrslage und der Verkehrsprognose), sowie alle genehmigten Verkehrsmanagementpläne und möglichen Betriebszustände. Die dynamischen Daten umfassen die zum Betrachtungszeitpunkt aktuell geschalteten Betriebszustände auf einer Strecke, bei einem Objekt oder einem Anschluss, alle zum Betrachtungszeitpunkt aktivierten VMP, alle zum Betrachtungszeitpunkt gültigen Verkehrsdaten sowie alle Inputdaten, welche zur Beurteilung der Verkehrslage, für das Ereignis- und Verkehrsmanagement und für die Verkehrsinformation erforderlich sind (Verkehrsdaten, Verkehrslage, Ereignisse wie Unfälle, Witterungseinflüsse, Strassenzustand, Baustellen usw.).

Für die **Vernetzung der VMZ-CH** mit den beteiligten Partnern, wurde eine Lösung gewählt, die einfach und rasch umzusetzen ist. Es muss ein Service Provider bestimmt werden, welcher ein virtuelles Netzwerk (VPN) zur Verfügung stellt. Mit diesem Ansatz können verschiedene Standorte effizient vernetzt werden. Als Basis dient das weit verbreitete Internetprotokoll (TCP/IP). Die Vernetzung ist jedoch so ausgelegt, dass ein Zugriff nur durch berechtigte Teilnehmer erfolgen kann.

**Videobilder** liefern eine gute Unterstützung bei der Verifizierung des Verkehrszustandes. Heute sind bereits sehr viele Kameras entlang den Autobahnen installiert. Es gilt nun, die relevanten Kamerabilder in die VMZ (und auch VIZ) zu übertragen. Als technische Lösung wird empfohlen, dies mit der Streaming Technologie umzusetzen. Das Verfahren ist vergleichbar mit der Web-Cam-Technologie. Die dafür nötige Bandbreite kann gut über das VPN

bereitgestellt werden. Die Technologie ist etabliert und das Realisierungsrisiko klein. Die Bildqualität ist jedoch nicht gleich gut wie bei den klassischen Verkehrsfernsehanlagen (V-TV), jedoch reicht die Qualität sicher aus, um die Verkehrssituation präzise beurteilen zu können.

Wichtige Bestandteil des Verkehrsmanagements ist die laufende Abbildung der aktuellen **Verkehrslage Schweiz** (Verkehrslage auf dem Nationalstrassennetz). Aus dem Februar 2005 liegt ein Konzept Onlinedatenerfassung CH vor. Als Bestvariante wird die Ausrüstung von ca. 150 Zählstellen auf dem Schweizer Strassennetz empfohlen, welche im 3-Minuten-Intervall laufend die aktuellen Verkehrsgrössen  $q$ ,  $k$ ,  $v$  liefern. Diese Daten sollen mittels Verkehrsmodell flächendeckend aufs ganze Nationalstrassennetz umgelegt werden. Damit wird die aktuelle Verkehrslage alle 3-Minuten neu abgebildet und die momentane Verkehrsqualität auf den einzelnen Strassenabschnitten ersichtlich. Ergänzend dazu soll die Erfassung von Reisezeiten sowie die frühzeitige Erkennung von Ereignissen mittels Floating Car Data (FCD) erfolgen.

Im weiteren sind die VMZ-CH ans bestehende System **GEWI TIC** anzuschliessen, welches bereits die heutige Verkehrsinformationszentrale Viasuisse mit den kantonalen Zentralen verbindet. Das Tool GEWI TIC soll die Eingabe und den Austausch von **Ereignissen**, Witterungseinflüssen, Strassenzuständen usw., Eingabe und Austausch von **Verkehrsinformationen** sowie die Eingabe und **Austausch** von Baustellen ermöglichen.

Das Managementinformationssystem Strassen **MISTRA** stellt die in VM-CH erforderlichen statischen Daten (Aktualität > 1 Woche) zur Verfügung.

## 7 Technische Umsetzung

Der VDV-CH mit seinen angeschlossenen Systemen und Partnern ist klar die Basis für die verkehrsträgerübergreifende Datenverarbeitung in der Schweiz.

Der VDV-CH wird in der ersten Ausbaustufe im Jahr 2008 in Betrieb gehen. Der Vollausbau erfolgt bis ins Jahr 2012. Auch danach ist mit weiteren Anpassungen und Verfeinerungen zu rechnen. Die Basistechnologien sind jedoch bis dahin bestimmt. Der VDV-CH muss ergänzt werden, damit er die multimodalen Aufgaben umfassend erfüllen kann. Zwei wesentliche Elemente sind dabei anzubinden.

1. Anbindung öffentlicher Verkehr: Es zeichnet sich ab, dass diese Schnittstelle innerhalb des CUS-Projektes der SBB definiert wird. Die CUS Schnittstelle basiert auf den Normen des Verbandes Deutschen Verkehrsbetriebe (VDV). Es wird daher vorgeschlagen, diese Schnittstelle zu übernehmen, da diese auch kompatibel ist zu anderen Verkehrsträgern des ÖV (z.B. regionale Bus- und Bahnbetriebe).
2. Anbindung regionaler Verkehr: Der VDV-CH hat primär die Strassen von nationaler Bedeutung als Input für Verkehrsdaten. Für eine umfassende verkehrsträgerübergreifende Verkehrsdatenverarbeitung muss jedoch auch der Regionalverkehr eingebunden werden. Es wird vorgeschlagen, dass Schnittstellen zu den regionalen Verkehrsmanagementsystemen (z.B. IVM-ZH) realisiert werden, welche auf den technischen Standards des VDV-CH basieren. Die Standards des VDV-CH (und auch MISTRA) basieren auf weit verbreiteten Technologien. Dies erlaubt eine wirtschaftliche Umsetzung.

### 7.1 Normierung

Das weitere Vorgehen ist stark abhängig von der Umsetzung des VDV-CH. Die Autoren des vorliegenden Berichtes empfehlen die Standardisierung und Normierung erst anzugehen, wenn die Konkretisierung des VDV-CH weiter fortgeschritten ist. Erst nach Überprüfung der technischen Machbarkeit sind die erarbeiteten Standards mit einer VSS-Norm definitiv festzulegen. Eine parallele Bearbeitung scheint zum heutigen Zeitpunkt nicht sinnvoll.

### 7.2 Organisatorische Massnahmen

Die Projekte Nationaler Multimodaler Verkehrsdatenverbund (VDV-CH) und CUS laufen zur Zeit weitgehend getrennt voneinander ab. Für einen erfolgreichen Umsetzung eines verkehrsträgerübergreifenden Datenverbundes ist eine Zusammenarbeit auf Stufe ASTRA (und eventuell Kantone) und SBB rasch zu initiieren. Nur dadurch kann sichergestellt werden, dass die Umsetzung nötiger Schnittstellen rechtzeitig eingeplant wird.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Verkehrstelematik, IST-CH 2012, Leitbild für die Schweiz im Jahre 2012
- [2] SN 671 831 Strassenverkehrstelematik, Grundlagennorm: Überblick über die Grundlagen und die Normung auf dem Gebiet der Verkehrstelematik in der Schweiz
- [3] SN 671 832a "Strassenverkehrstelematik Begriffssystematik" und SN 604 781 "Verkehrsmanagement Begriffssystematik". Definition der wichtigsten Begriffe in der Verkehrstelematik (zur Zeit in Überarbeitung)
- [4] SN 671 921 Verkehrstelematik; Standardisierte Verkehrsinformation. Struktur des Meldekatalogs, sowie Angaben zum Meldungsmanagement für die Verkehrsinformation Schweiz
- [5] Normentwurf SN 640 954 Automatische Verkehrszustandserfassung (Monitoring) im Strassenverkehr mit digitaler Bildverarbeitung (Architektur und Anforderungen) und Definition der qualitativen und technischen Anforderungen an automatische Bildanalysesysteme (Video-Monitoring)
- [6] Die SN 640 017a (Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit): Definition der sechs Stufen der Verkehrsqualität von A (freier Verkehr) bis F (Stau) in allgemeiner Form
- [7] Normentwurf SN 671 951 Strassenverkehrstelematik: Die Norm definiert die Architektur der Verkehrstelematik für die Schweiz und ist derzeit noch in Bearbeitung
- [8] Die Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS, eine Richtlinie der Bundesanstalt für Strassenwesen, Deutschland): Festlegung der Inhalte, Formate, Kommunikation, Architektur und Datenqualität für die Datenerfassung und Signalanzeigen von Verkehrsleitsystemen und Verkehrserfassungssystemen. Die TLS wird heute in der Schweiz sehr häufig für Anlagen dieser Art angewendet.
- [9] Alert C / Radio Data System Traffic Message Channel (RDS TMC): Normierung codierter Verkehrsmeldungen über die Radiosender mittels RDS auf einem speziellen Verkehrskanal (TMC). Enthält einen umfassenden Meldungskatalog und eine Struktur für den Ortsbezug (TMC Location Code)
- [10] Datex: Standard für den Austausch von Verkehrsinformationen und Verkehrsdaten zwischen Zentralen, insbesondere auch international (Norm wird zur Zeit überarbeitet)
- [11] TPEG: Datenprotokoll für die Übertragung bzw. Verbreitung von Daten (u.a. auch Verkehrsinformation) über DAB (digitales Radio)
- [12] Richtlinien und Vorschriften für den Strassenbau (RVS), österreichische Forschungsgesellschaft Strasse und Verkehr