



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

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

# Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen

**Harmonisation of procedures and user interface in Tunnel-Process Control Systems**

**Harmonisation des processus et des interfaces utilisateurs dans les systèmes de supervision de tunnels**

**Amstein + Walthert Progress AG**

**Stephen Lingwood, Dipl. El. Ing. ETH**  
**Michael Moser, MSc. Geographie UZH**  
**Lars Mellert, MSc. Geographie UZH**  
**Dominique Morel, MSc. / NDS ETH**

**Forschungsauftrag VSS 2010/206\_OBF auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

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

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

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

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

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

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

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

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



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

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

# Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen

**Harmonisation of procedures and user interface in Tunnel-Process Control Systems**

**Harmonisation des processus et des interfaces utilisateurs dans les systèmes de supervision de tunnels**

**Amstein + Walthert Progress AG**

**Stephen Lingwood, Dipl. El. Ing. ETH**  
**Michael Moser, MSc. Geographie UZH**  
**Lars Mellert, MSc. Geographie UZH**  
**Dominique Morel, MSc. / NDS ETH**

**Forschungsauftrag VSS 2010/206\_OBF auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

## Impressum

### **Forschungsstelle und Projektteam**

#### **Projektleitung**

Stephen Lingwood, Amstein + Walthert Progress AG

#### **Mitglieder**

Michael Moser, Amstein + Walthert Progress AG

Lars Mellert, Amstein + Walthert Progress AG

Dominique Morel, Amstein + Walthert Progress AG

### **Federführende Fachkommission**

Fachkommission 2: Projektierung

### **Begleitkommission**

#### **Präsident**

Markus Schuler

#### **Mitglieder**

Cédric Joseph

Hans Meier

Jean-Michel Ritzenthaler

Stefan Wenger

### **Antragsteller**

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

### **Bezugsquelle**

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

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
	<b>Résumé</b> .....	<b>9</b>
	<b>Summary</b> .....	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>13</b>
1.1	NFA .....	13
1.1.1	Rahmenbedingungen .....	13
1.1.2	Auswirkungen .....	14
1.2	Problemstellung .....	15
1.3	Aktueller Wissensstand .....	17
1.4	Hypothesen .....	18
1.5	Zielsetzung .....	18
1.6	Abgrenzung .....	18
1.7	Aufbau der Forschungsarbeit .....	19
<b>2</b>	<b>Definitionen</b> .....	<b>21</b>
2.1	Tunnel-Prozessleitsystem .....	21
2.2	Unterscheidungskriterien .....	23
2.3	Wechselwirkungen der Unterscheidungskriterien .....	31
<b>3</b>	<b>Methodik</b> .....	<b>35</b>
3.1	Datenerhebung .....	35
3.2	Expertenwahl .....	36
3.3	Auswertung .....	36
<b>4</b>	<b>Resultate</b> .....	<b>39</b>
4.1	Analyse .....	39
4.2	Notwendigkeit einer Harmonisierung .....	48
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>51</b>
5.1	Trendprognose .....	51
5.2	Möglichkeiten der Harmonisierung .....	57
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>59</b>
6.1	Vorschlag für eine Harmonisierung .....	59
6.1.1	Bildaufbau .....	59
6.1.2	Prozessbeteiligte .....	60
6.1.3	Benutzersichten .....	61
6.1.4	Meldungsarten .....	62
6.1.5	Prioritätsstufen .....	62
6.2	Überprüfung der Hypothesen .....	63
6.3	Auswirkungen der Harmonisierung .....	63
6.4	Ausblick .....	64
	<b>Anhänge</b> .....	<b>67</b>
	<b>Abkürzungen</b> .....	<b>95</b>
	<b>Literatur</b> .....	<b>97</b>
	<b>Projektabschluss</b> .....	<b>100</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen</b> .....	<b>103</b>



## Zusammenfassung

Die unterschiedlichen Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen können mittels verschiedener Massnahmen harmonisiert werden. Zu diesem Schluss kommt die vorliegende Forschungsarbeit, in welcher mit Hilfe von Interviews die Unterschiede zwischen vier verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen herausgearbeitet und die Massnahmen zur Bereinigung dieser Differenzen in Workshops mit Benutzer- und Betreibervertretern eruiert wurden.

Die Ursachen für die Differenzen sind mit den historisch gewachsenen Anforderungen, dem stetigen technischen Wandel sowie der Vielfalt der Anbieter und der Abnehmer facettenreich. Ebenso vielfältig sind die Auswirkungen dieser Differenzen: Unterschiedliche Systembedienungen erschweren schnelles und intuitives Handeln im Ereignisfall, was sich negativ auf die Sicherheit im Tunnel auswirken kann. Aufgrund der Heterogenität von Tunnel-Prozessleitsystemen kann nur ein spezifischer Anbieter ein spezifisches System betreuen, was einen aufwändigen und kostenintensiven Unterhalt zur Folge hat. Das Fehlen einer nationalen Richtlinie, an welcher sich Auftraggeber und Lieferanten orientieren könnten, erschwert zudem die effiziente Realisierung von Tunnel-Prozessleitsystemen. Ziel der Harmonisierung ist es, diese negativen Auswirkungen der Heterogenität abzuschwächen.

Basierend auf dem erhobenen Verbesserungspotential wird eine Trendprognose durchgeführt, die mögliche Massnahmen zur Minimierung der in den Interviews ausgemachten Differenzen aufgezeigt. Aufgrund der Notwendigkeit und den mittelfristigen Realisierungschancen werden fünf Massnahmen zur Harmonisierung vorgeschlagen:

- **Normierung der Graphiken:** Die Vereinheitlichung der Symbole und der dahinterstehenden Funktionen sowie der verschiedenen Navigationsarten trägt wesentlich zu einer intuitiven und sicheren Arbeitsweise sowie zur Senkung der Realisierungs-Kosten bei.
- **Definition der Prozessbeteiligten:** Die klare Zuteilung der Aufgaben und der Verantwortlichkeiten ist ein wichtiger Bestandteil der Erhöhung der Sicherheit.
- **Einheitliche Benutzersicht:** Schaltrechte sollen zwingend an die Verantwortlichkeiten und Bedürfnisse des Benutzers angepasst werden, ohne aber die Arbeitsflexibilität zu beeinträchtigen.
- **Definition der Meldungsarten:** Basierend auf den Verantwortlichkeiten soll die Zuteilung der Betriebs- und Störungsmeldungen an die Prozessbeteiligten vereinheitlicht werden.
- **Vereinheitlichung der Prioritätsstufen:** Die Definitionen der Prioritätsstufen sollen von den Auswirkungen auf den Verkehr abgeleitet und mit einer Reaktionszeit versehen werden. Dies trägt massgeblich zur Erhöhung der Sicherheit bei.

Die vorliegende Forschungsarbeit zeigt auch auf, dass die Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen ein schwieriger und komplexer Prozess ist, da innerhalb der Tunnel-Prozessleitsysteme zahlreiche Wechselwirkungen bestehen. Es wird gefolgert, dass sich die Prioritätsstufen für eine Harmonisierung am besten eignen und dieses Thema vertieft untersucht werden sollte.

Es wird empfohlen, eine spezifische Methodik zur Harmonisierung der Prioritätsstufen zu erarbeiten. Eine solche Methodik muss in der Lage sein, alle wesentlichen Faktoren der Prioritätsstufen objektunabhängig zu erfassen und so eine Harmonisierung der bestehenden und neuen UeLS ermöglichen.





## Résumé

Les différents processus et interfaces utilisateurs des systèmes de supervision et de commande de tunnels peuvent être harmonisées au travers de diverses mesures. Ce présent travail de recherche arrive à cette conclusion à la suite de l'étude de quatre systèmes de supervision et de commande. Les différences, ainsi que les possibles mesures d'harmonisation sont ressorties à la suite d'interviews et de workshops avec des représentants des utilisateurs de ces systèmes.

Les causes des différences sont multiples: Elles ont pour origine l'évolution historique des exigences, celle des moyens techniques à disposition, ainsi que la diversité des fournisseurs et des utilisateurs. Les effets de ces différences sont tout aussi variées : Des systèmes de commande non harmonisés rendent difficiles une utilisation rapide et intuitive en cas d'événement, ce qui peut avoir un impact négatif sur la sécurité dans les tunnels. Du fait de l'hétérogénéité des systèmes de supervision et commande dans les tunnels, seul un fournisseur spécifique peut s'occuper d'un système spécifique, ce qui a des effets coûteux sur l'entretien du système. L'absence d'une directive nationale, sur laquelle les donneurs d'ordre et les mandataires pourraient se reposer, complique la réalisation efficace de ces systèmes. Le but de l'harmonisation est d'atténuer les conséquences de cette hétérogénéité.

Sur la base du potentiel d'amélioration formulé, une tendance a été esquissée, et les possibles mesures de réduction des différences détectées pendant les interviews ont été listées. En tenant compte de leur nécessité et de leur chance de mise en œuvre à moyen terme, cinq mesures d'harmonisation sont proposées:

- **Normalisation des graphiques:** L'unification des symboles et des fonctions inhérentes, ainsi que les divers moyens de navigation conduit à une utilisation de systèmes intuitive et sûre, et entraîne une baisse des coûts de réalisation.
- **Définition des intervenants:** La répartition claire des tâches et des responsabilités est une composante importante de l'augmentation de la sécurité.
- **Vues utilisateurs homogènes:** Les droits (particulièrement de commande) doivent être impérativement adaptés aux responsabilités et besoins des utilisateurs, sans pour autant limiter la flexibilité du travail.
- **Définition des types de messages:** Sur la base des responsabilités, la répartition entre les messages de type opérationnel et de dérangement vers les divers intervenants doit être homogénéisée.
- **Harmonisation des niveaux de priorité:** La définition des niveaux de priorité doit être dérivée de leur effet sur le trafic, et doit être assortie de temps de réaction. Cela participe à l'augmentation de la sécurité.

Le présent travail de recherche montre également que l'harmonisation des séquences de décision et pilotage et des interfaces utilisateurs est un processus complexe, car il existe de nombreuses interactions au sein des divers systèmes. Il est conclu que l'harmonisation des niveaux de priorité est le thème le plus adapté pour être plus profondément analysé.

Il est conseillé de développer une méthode spécifique en vue de l'harmonisation des niveaux de priorité. Cette méthode doit permettre de prendre en compte les facteurs essentiels des niveaux de priorité, indépendamment des objets analysés, et doit conduire à une harmonisation des systèmes de supervision existants aussi bien que nouveaux.



## Summary

There are several measures that allow harmonizing different operational processes and graphical user interfaces of tunnel control systems. This conclusion can be drawn from interviews and workshops with users and providers. Differences between four tunnel control systems were elaborated in order to propose methods to eliminate these differences accordingly.

The reasons for the differences are divers. Historic requirements, on-going technical changes and the variety of system providers lead to different effects: In case of emergency, varying kinds of system operations make fast and intuitive actions difficult, which might have negative impacts on tunnel safety. Due to the heterogeneity of tunnel control systems, only a specified provider is able to maintain a system. This results in a time-consuming and expensive maintenance. The absence of a national guideline that supports users and providers of tunnel control systems in their decisions hampers an efficient realisation of tunnel control systems. The aim of harmonizing operational processes and graphical user interfaces is to weaken the negative effects of their heterogeneity.

Based on the potential for improvement, a projection is made. It shows possible measures that help to reduce the differences elaborated in interviews. Due to the necessity as well as the chance of a medium-dated realisation, five measures are proposed:

- **Normalisation of graphics:** The standardization of symbols and their functions behind as well as possible ways to navigate, contribute substantially to a more intuitive and safer way of working. Additionally it may lead to a decrease of the implantation costs.
- **Definition of participants:** The clear allocation of tasks and responsibilities is a major part of increasing overall tunnel safety.
- **Standardized user views:** Rights to operate need to be adapted to the users requirements and responsibilities, without interfering operational flexibility.
- **Definition of types of messages:** Based on the responsibilities, the distribution of operation and failure messages to the corresponding participants should be harmonized.
- **Standardized priorities:** Definition of priorities should be deduced from their impact on the traffic and should be furnished with a reaction time. Both measures help to increase overall tunnel safety.

This study reveals that, due to interactions within tunnel control system, the harmonization of different operational processes and graphical user interfaces is a complex endeavour. It is concluded that the priorities of operation and failure messages are favoured to be harmonized and should be studied further.

It is therefore recommended to develop a method to harmonize the priorities of operation and failure messages. This method needs to be able to gather all essential factors that influence the priorities, in order to enable the harmonization of existing and new tunnel control systems.



# 1 Einleitung

Von den total 71'452 Kilometern Strassennetz (BFS, 2010) der Schweiz entfallen ca. 350 Kilometer auf die ca. 340 Tunnels (Swisstunnel, 2012). Alle diese nationalen und kantonalen Tunnels müssen überwacht werden, um im Ereignisfall (z.B. Unfall, Brand) eingreifen zu können. Dies geschieht von verschiedenen Leitzentralen<sup>1</sup> aus, die in der ganzen Schweiz verteilt sind. Diese verfügen über ein sogenanntes übergeordnetes Leitsystem (UeLS)<sup>2</sup>, wovon aus die gesamte Betriebs- und Sicherheitsausrüstung (BSA) - die für den sicheren Betrieb der offenen Strecken und der Tunnels nötig ist - überwacht und gesteuert wird (Fuchs, 2008).

In den Leitzentralen sind Operatoren (Verkehrspolizei sowie Unterhalts- und Betriebsdienst) an den Arbeitsplätzen und überwachen das Verkehrsgeschehen und den Betrieb der BSA. Im Bereich des Tunnels und dessen Vorzone geschieht dies mittels eines Tunnel-Prozessleitsystems. Zum Zweck der Verkehrsbeobachtung und -überwachung haben sie auf einigen Bildschirmen die Bilder der Verkehrskameras aufgeschaltet, während auf anderen Monitoren die BSA der Tunnels visualisiert sind. Diese Visualisierungen werden in Benutzeroberflächen, der visuellen Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, abgebildet (Schaffner et al., 2008). Im Falle eines Ereignisses senden die BSA Meldungen an das Tunnel-Prozessleitsystem. Diese Meldungen werden auf der Benutzeroberfläche angezeigt und lösen daran gekoppelte Bedienabläufe aus, die vom Operator ausgeführt werden. Je nach Ereignis kommen unterschiedliche Bedienabläufe zum Tragen.

Die zahlreichen Tunnels und die darin eingesetzten BSA sowie die verschiedenen UeLS sind in unterschiedlichen Zeiten und dadurch unter dem Einfluss von verschiedenen Technologien und Strategien entstanden. Dies hat zur Folge, dass die Abläufe und die Benutzeroberflächen unterschiedlich ausgeprägt sind und sich in wesentlichen Kriterien unterscheiden. Das Ziel dieser Forschungsarbeit besteht darin, die Unterschiede zwischen verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen zu erfassen und aufzuzeigen, wie diese Unterschiede mittels einer Harmonisierung minimiert werden können.

## 1.1 NFA

Zwischen 2004 und 2008 hat die Neuordnung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA) die Verantwortlichkeiten zwischen den beiden Staatsebenen grundlegend verändert (EFD, 2007). Mit der NFA wurde "eine Verbesserung der Effizienz, Effektivität und Anreizstruktur des föderalen Systems der Schweiz angestrebt. Um dieses Ziel zu erreichen sollen die Aufgaben, Kompetenzen und Finanzströme zwischen Bund und Kantonen so weit wie möglich und sinnvoll entflochten werden" (EFD, 2004). Die NFA verfolgte somit zwei Hauptziele: Finanzausgleich zwischen den Kantonen und Reorganisation der Aufgaben (EFD, 2007).

Diese Veränderungen betreffen auch im Strassenwesen und haben Auswirkungen auf die Organisationen, die ein Tunnel-Prozessleitsystem betreiben. Im Folgenden wird auf die Rahmenbedingungen (Kapitel 1.1.1), die durch die NFA definiert werden und die Auswirkungen (Kapitel 1.1.2), die diese Rahmenbedingungen haben, eingegangen.

### 1.1.1 Rahmenbedingungen

Vor der NFA waren der Bau, Betrieb und Unterhalt der Nationalstrassen eine Gemeinschaftsaufgabe von Bund und Kantonen (ASTRA, 2006a). Der Bund trug zwar rund 85 Prozent der Kosten (EFD, 2007), die Kantone waren jedoch die Eigentümer und Bauherren der Nationalstrassen (ASTRA, 2008a). Im Zuge der NFA wurden alle Nationalstrassen und die dazugehörige Infrastruktur dem Bund übergeben, wodurch auch der Ausbau, Unterhalt und Betrieb des bestehenden und künftigen Netzes vollständig in der Verant-

<sup>1</sup> Steht zusammenfassend für die Unterhaltsleitzentrale (ULZ) und die Verkehrsleitzentrale (VLZ).

<sup>2</sup> In anderen Publikationen wird auch von der Betriebsleitebene (BLE) oder dem Betriebsleitsystem (BLS) gesprochen. UeLS wird in dieser Arbeit als Synonym für diese Begriffe verwendet.

wortung des Bundes übergangen (EFD, 2007).

Diese Reorganisation brachte die Gründung von elf Gebietseinheiten (GE) mit sich, die die gesamte Schweiz abdecken (Abb. 1). Diese treten an die Stelle der bisher 26 verschiedenen Nationalstrassenkantone (ASTRA, 2008a). Die Gebietseinheiten sind für den betrieblichen Unterhalt (z.B. Winterdienst, Reinigung der Fahrbahn, Pflege und Unterhalt der elektromechanischen Installationen) zuständig (ASTRA, 2006d).

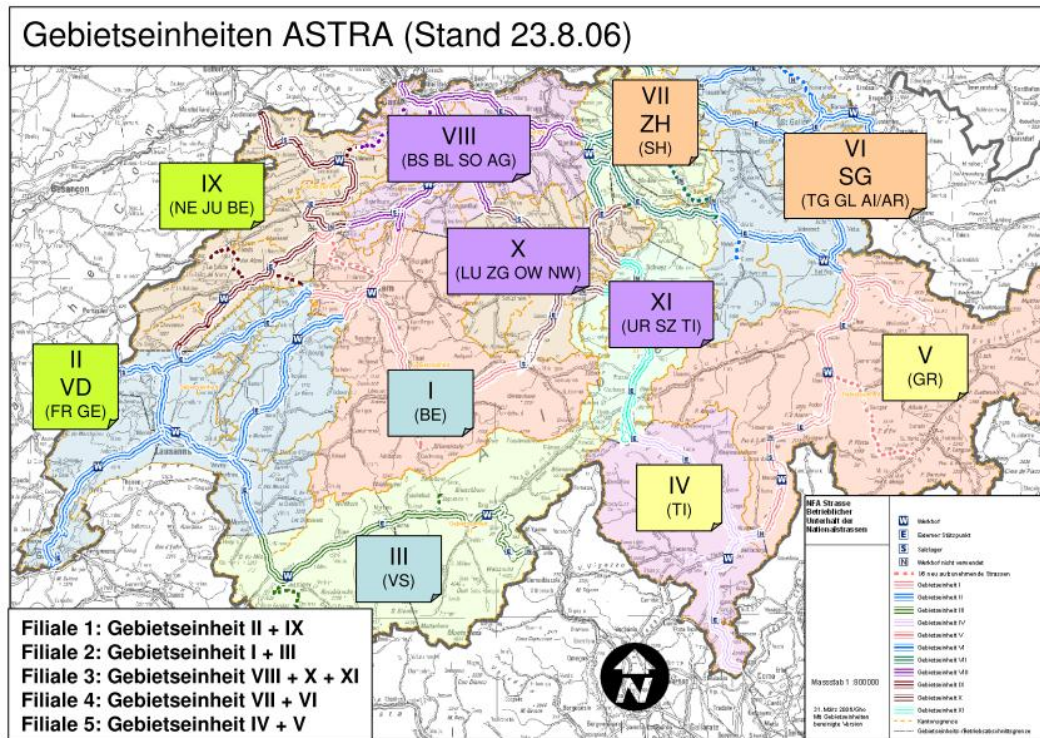


Abb. 1: Gebietseinheiten des ASTRA (ASTRA, 2006e)

Parallel zur Gründung der Gebietseinheiten hat das ASTRA fünf Filialen aufgebaut (Estavayer-le-Lac, Thun, Zofingen, Winterthur und Bellinzona). Im Rahmen ihrer Bauherrenfunktion sind sie für die Aufgaben Bau/Ausbau/Engpassbeseitigung und Unterhalt verantwortlich (ASTRA, 2006b). Die Filialen übernehmen einen Grossteil der Bauherrenfunktionen, welche bisher von den Kantonen selbst ausgeübt worden war. Dazu gehören die Projektsteuerung, die Planung der Vergabepakete, die Durchführung der Beschaffungsverfahren sowie die Abnahme der Bauwerke und die Überwachung der Garantieleistungen. Zusätzlich überwachen sie den Zustand der Autobahnen und haben die Aufsicht über die Leistungen der Trägerschaften in den Gebietseinheiten (Kanton Bern, 2007).

Des Weiteren wurde eine, für die ganze Schweiz zuständige Verkehrsmanagement-Zentrale (VMZ-CH) in Emmen gegründet. Diese zentrale Einrichtung übt im Grundsatz die vier Funktionen des Verkehrsmanagements (Verkehrslenkung, Verkehrsleitung, Verkehrssteuerung und Verkehrsinformation) für das Schweizer Nationalstrassennetz aus (ASTRA, 2008b).

Die neuen Eigentumsverhältnisse und organisatorischen Veränderungen wirken sich nachhaltig auf die Bewirtschaftung und Überwachung der Tunnel auf dem National- und Kantonsstrassennetz aus.

### 1.1.2 Auswirkungen

Die neue Organisationsform (Gebietseinheiten statt Kantone) für den betrieblichen Unterhaltsdienst hat zur Folge, dass das Anlagenmanagement ebenfalls erweitert werden muss. Dies lässt sich am Beispiel der Gebietseinheit VIII gut erklären.

Im Jahr 2007 haben sich die vier Kantone Baselstadt (BS)<sup>3</sup> Baselland (BL), Solothurn (SO) und Aargau (AG) entschieden, sich zu einer Trägerschaft zusammenzuschliessen. Damit sollte "ein einheitlicher, effizienter und qualitativ hochstehender Betrieb und Unterhalt des Nationalstrassenverkehrs in der vorgegebenen Gebietseinheit VIII im Sinne der kantonalen Interessen gewährleistet werden" (Kanton Solothurn, 2007). Dadurch entstand die Organisation Nationalstrassen Nordwestschweiz (NSNW). Sie arbeitet im Auftrag von Bund und Kantonen und sorgt für, dass die Nationalstrassen und ihre technischen Einrichtungen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten unterhalten und betrieben werden, ein sicherer und flüssiger Verkehr gewährleistet ist und die Verfügbarkeit der Strasse möglichst uneingeschränkt bleibt (NSNW, 2012). Zu diesem Zweck haben alle beteiligten Kantone ihr Personal und Ressourcen an die NSNW übergeben (Kanton Solothurn, 2007). Vor der Gründung dieser Trägerschaft hatte jeder Kanton eine eigene Verkehrsleitzentrale (VLZ), eine eigene Unterhaltsleitzentrale (ULZ) und ein eigenes Tunnel-Prozessleitsystem. Jede der Leitzentralen hatte Zugriff auf die Anlagen des eigenen Tunnel-Prozessleitsystems. Seit 2008 ist aber die NSNW die alleinige Unterhaltsorganisation für die Gebietseinheit VIII. Sie "überwacht und steuert die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen mit modernsten Automationseinrichtungen" (NSNW, 2012). Diese Überwachung findet allerdings nicht auf einem einzigen Tunnel-Prozessleitsystem, sondern auf den vier bisherigen Systemen statt, da nicht genügend Zeit blieb, ein Gebietseinheit-übergreifendes UeLS zu erstellen. Die neue Betriebsorganisation muss somit auf vier verschiedene Tunnel-Prozessleitsysteme zugreifen. Die Folge ist, dass kantonale Zentren nach wie vor nur Zugriff auf ihr kantonales Tunnel-Prozessleitsystem haben und nicht sehen, was in den anderen Teilen der Gebietseinheit vor sich geht. Längerfristig wird allerdings eine Zusammenlegung der verschiedenen UeLS angestrebt, welches die gesamte Gebietseinheit umfasst.

Vor der NFA konnten die Kantone den Verkehr und die BSA in den Tunnels im Kantonsgebiet von einer einzigen VLZ aus und mit demselben UeLS überwachen und steuern, unabhängig davon, ob das Objekt national oder kantonal war. Das Mengenverhältnis zwischen nationalen und kantonalen Objekten spielte keine Rolle. Die Kosten für den Unterhalt aller Objekte und deren Anlagen lagen beim Kanton. Seit der Einführung der NFA hat sich dies geändert. Für Objekte und deren Anlagen, die auf Wunsch der Kantone erstellt wurden und überwiegend kantonalen, regionalen oder lokalen Interessen dienen, müssen nun die Kantone die Unterhaltskosten tragen (MinVG Artikel 9 Abs. 3). Nach Ansicht des Bundes, können die Kantone auch nach der NFA ihre kantonalen Objekte zwar von VLZ des Bundes aus überwachen, müssen ihn aber für die Benutzung entschädigen. Je nach Verhältnis zwischen kantonalen und nationalen Objekten, lohnt sich dies für einen Kanton finanziell. Trifft dies nicht zu, entscheiden sich Kantone eine eigene VLZ und ein eigenes UeLS für kantonale Objekte zu betreiben.

## 1.2 Problemstellung

Neben den Auswirkungen der NFA sind auch die historisch gewachsenen Anforderungen, die Weiterentwicklung der technischen Möglichkeiten sowie die Vielfalt der Anwender (26 Kantone) und Leitsystemanbieter als Ursache der Differenzen bei Abläufen und Benutzeroberflächen zwischen einzelnen Tunnel-Prozessleitsystemen auszumachen.

Das Bestehen dieser Differenzen wirft verschiedene Fragen auf: Welches sind die Herausforderungen und Schwierigkeiten, denen sich die Gebietseinheiten (wie z.B. die GE VII) stellen müssen, wenn sie mehrere Tunnel-Prozessleitsysteme betreiben? Wo liegen die Unterschiede zwischen einzelnen Tunnel-Prozessleitsystemen? Wie wirken sich diese Unterschiede auf die Arbeit der Operatoren in den Leitzentralen aus? Welche Kriterien sind bei einem neuen Tunnel-Prozessleitsystem zu beachten?

Diese Fragen zeigen auf, dass eine grosse Systemvielfalt Auswirkungen auf verschiedene Bereiche des Tunnel-Prozessleitsystems hat (Abb. 2). Die beiden Bereiche Betrieb (Sicherheit und Kosten) und Planung (Realisierung) sind von diesen Auswirkungen we-

<sup>3</sup> Zu einem späteren Zeitpunkt hat sich der Kanton Baselstadt dazu entschlossen, nicht mehr als Trägerkanton aufzutreten (Kanton Solothurn, 2007). Dies hat aber keinen Einfluss auf die Aussage des Beispiels.

sentlich betroffen. Im Bereich des Betriebs erschweren unterschiedliche Systembedienungen schnelles und intuitives Handeln im Ereignisfall, was sich negativ auf die Sicherheit im Tunnel auswirken kann. Die Zweite Auswirkung in diesem Bereich betrifft die Kosten. Aufgrund der Heterogenität von Tunnel-Prozessleitsystemen kann nur ein spezifischer Anbieter ein spezifisches System betreuen. Ein aufwändiger und kostenintensiver Unterhalt ist die Folge. Im Bereich der Planung verunmöglicht die Systemvielfalt bis anhin die Erstellung einer einheitlichen, nationalen Richtlinie, an welcher sich Auftraggeber und Lieferanten orientieren können und erschwert so die Realisierung von Tunnel-Prozessleitsystemen.

Diese Forschungsarbeit geht auf diese drei Auswirkungen (Sicherheit, Kosten und Realisierung) ein, und zeigt auf, dass das dahinterliegende Problem der Systemvielfalt über die Harmonisierung von Abläufen und Benutzeroberflächen gelöst werden kann.

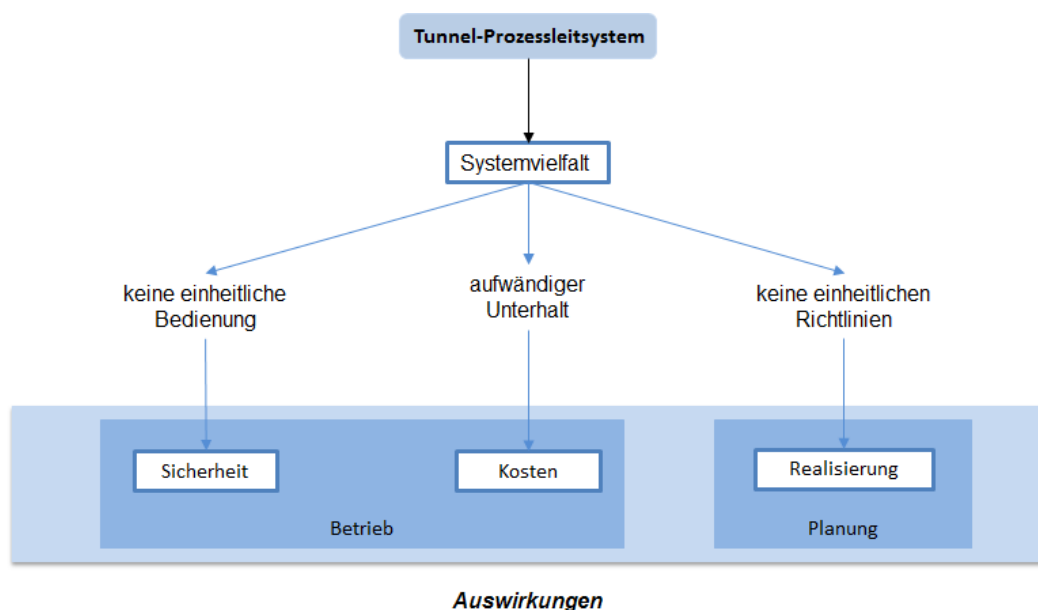


Abb. 2: Auswirkungen der Systemvielfalt

### Sicherheit

Die Mehrheit der Verkehrsleitzentralen überwachen mehrere Tunnels. Diese zentralen Einrichtungen bieten zwar eine zusammengefasste Darstellung der Situation an, jedoch müssen die Operatoren jede einzelne Anlage bedienen können. Da die Dichte der BSA in Tunnels im Vergleich zu offenen Strecken gross ist, kann dies gerade in Ereignisfällen zu oftmals kritischen Situationen führen, die durch das operative Personal bewältigt werden müssen. Dabei ist es von Bedeutung, dass die nötigen Massnahmen korrekt und der Situation entsprechend abgewickelt werden. Die Tunnelnutzer verlassen sich darauf, dass sie einen Tunnel sicher durchqueren können, die Anlagen zur Selbstrettung im Ereignisfall einwandfrei funktionieren und dass ihnen schnellstmöglich geholfen wird. Um die Sicherheit der Tunnelnutzer zu gewährleisten, gibt es Schulungen sowie betreute Einarbeitungszeiten für die Operatoren. Trotz dieser Vorbereitungen, kann die Heterogenität der Benutzeroberflächen und Bedienabläufe im Ereignisfall zu längeren Reaktionszeiten und einer erhöhten Fehlerquote im operationellen Bereich führen. Das hat ein erhöhtes Risiko für die Tunnelnutzer zur Folge.

Durch eine Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen wird ein einfacheres, intuitiveres und schnelleres Arbeiten ermöglicht. Dies hat zur Folge, dass die Schulungen und betreuten Einarbeitungszeiten verkürzt werden können, ohne die Sicherheit der Tunnelnutzer zu beeinflussen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass die Operatoren in ihrer Arbeit weniger fehleranfällig sind und die Sicherheit der Tunnelnutzer erhöht wird.



## Kosten

Wie in Kapitel 1.1.2 bereits beschrieben, hat die NFA die Zusammenlegung von kantonalen UeLS innerhalb einer Gebietseinheit verursacht. Am Beispiel der NSNW wurde gezeigt, dass die Unterhaltsorganisationen nun mit verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen arbeiten. Der unterschiedliche Aufbau verschiedener Systeme verursacht höhere Folgekosten als dies bei einem System der Fall wäre, da die Wartung, der technische Support und der Unterhalt von mehreren Systemen aufwändiger sind. Es sind spezifische Anbieter nötig, welche sich jeweils in den verschiedenen Bedienungen eines Systems auskennen und Fehler beheben können. Dies kann dazu führen, dass pro System nur ein Anbieter für Wartung zur Verfügung steht.

Durch eine Harmonisierung ist es zukünftig möglich, dass verschiedene Lieferanten mehrere Systeme betreuen können, da sich diese in ihrem grundlegenden Aufbau gleichen. Dies senkt den administrativen und technischen Aufwand und die entstehenden Kosten für die Betriebsorganisation.

## Realisierung

Die Betriebs- und Unterhaltsorganisationen setzen hohe, wenn auch unterschiedliche Anforderungen und enge Grenzen für die einzusetzenden BSA und deren Visualisierung auf der Benutzeroberfläche ihres Tunnel-Prozessleitsystems (Fuchs, 2008). Konzipiert ein Unternehmen eine BSA für ein Tunnel-Prozessleitsystem im Gebiet A kann es sein, dass der Lieferant ein komplett neues System (oder zusätzliche Schnittstellen) für eine identische BSA bauen muss, wenn diese in einem Tunnel-Prozessleitsystem im Gebiet B integriert werden soll. Da keine übergreifenden, akzeptierten Richtlinien oder Normen vorhanden sind, die die Realisierung von neuen Systemen regeln, ergibt sich ein erhöhter zeitlicher und finanzieller Aufwand für den Auftraggeber und die Lieferanten.

Die Harmonisierung macht es den Betriebs- und Unterhaltsorganisationen sowie den Lieferanten möglich, auf einheitliche und klar definierte Grundlagen zurückzugreifen. Die Realisierung wird somit vereinfacht.

## 1.3 Aktueller Wissensstand

Der aktuelle Wissensstand basiert auf den beiden Bereichen Forschung und Richtlinien. Die Forschung findet vornehmlich auf internationaler Ebene statt, während die Richtlinien lediglich auf nationaler oder regionaler Ebene Einfluss haben.

### Forschung

Das Konsortium für die Erhöhung der Sicherheit in Tunnels UPTUN (UPgrading of existing TUNnels) hat im Arbeitspaket 3 (WP3) 'Human Response' eine Analyse der Tätigkeiten der Operatoren veröffentlicht. Darin wird diskutiert, wie Operatoren Informationen gewinnen, Ereignisse verpassen, Entscheidungen treffen, gleichzeitige Ereignisse in einer kurzen Zeit behandeln und wie sie mit der Kommunikation zu den Notfall-Rettungsteams umgehen (UPTUN, 2003). In der World Road Association (PIARC) wird das Thema im Komitee C.4.1 'Improve tunnel operation and maintenance' abgedeckt. Dieses Komitee hat das Ziel, eine Studie über die Verantwortlichkeiten im Sicherheitsmanagement inklusive einer Aufgabenteilung zu erstellen. Es kann dann Empfehlungen darüber abgeben, wie das Sicherheitsmanagement organisiert werden soll (PIARC, 2008).

Bezüglich der Harmonisierung der Benutzeroberflächen mit Fokus auf den Abläufen und Bedienoberflächen wurde bis anhin wenig geforscht. Die Forschung konzentriert sich meist nur auf gewisse Teilaspekte von Tunnelprozessleitsystem und befasst sich nicht mit den Differenzen zwischen Systemen und wie diese abgebaut werden können.

### Richtlinien

In der Schweiz werden in der Norm SIA 197/2 (2004) die Überwachung, die Funktionalitäten und das Zusammenwirken der BSA-Anlagen definiert. Zudem ist die Anzahl der BSA sowie Funktion der Leitzentralen beschrieben. 2007 hat das ASTRA das 'Fachhandbuch Betrieb' überarbeitet und 2011 die Richtlinie 'Operative Sicherheit Betrieb' er-

lassen (ASTRA, 2011c). Darin sind jedoch keine spezifischen Ausführungen zu den Benutzeroberflächen und Bedienabläufen vorhanden. Gewisse Kantone haben bereits allgemeine technische Spezifikationen (ATS) über standardisierte Benutzeroberflächen erarbeitet. Das Amt für Betrieb Nationalstrassen (zuständig für den Nationalstrassenbetrieb in den Kantonen Uri, Tessin, Nidwalden und Schwyz) hat im 'BSA Handbuch – Technische Spezifikationen Nr.7' (2010) das Konzept für sein Leitsystem festgehalten. Dieses Dokument formuliert die Voraussetzungen für die Planung und Realisierung der BSA. Darin sind unter anderem das Führungskonzept, die Meldeklassen, sowie der Navigationsbereich genau definiert (Amt für Betrieb Nationalstrassen, 2010).

Durch das Erstellen von Richtlinien im Bereich Systemintegration der BSA sind die Visualisierungen der BSA in einzelnen Leitzentralen homogen und die Bedienabläufe vereinheitlicht. Jedoch gelten diese Richtlinien nicht für andere Leitzentralen und lassen somit kantonale Unterschiede zu. Eine nationale, einheitliche Bedienung der Systeme auf dem Nationalstrassennetz ist bis anhin nicht sichergestellt.

## 1.4 Hypothesen

Das Fehlen einer nationalen Richtlinie zu Abläufen und Benutzeroberflächen muss nicht zwingend bedeuten, dass die Zentralen sich darin unterscheiden. Es muss also als untersucht werden, ob dies der Fall ist. Die erste Hypothese lautet somit:

***Die Benutzeroberflächen und die daran gekoppelten Abläufe von bestehenden Tunnel-Prozessleitsystemen unterscheiden sich in wesentlichen Kriterien und sind kaum harmonisiert.***

Wird diese Hypothese bestätigt, kann als nächstes untersucht werden, wo die Unterschiede bestehen und ob und wie diese harmonisiert werden können. Die zweite Hypothese lautet:

***Eine zweckmässige Harmonisierung von Tunnel-Prozessleitsystemen wird erreicht, indem die wesentlichen Kriterien der Benutzeroberflächen und die daran gekoppelten Abläufe eindeutig definiert werden.***

## 1.5 Zielsetzung

Diese Forschungsarbeit zeigt die Differenzen zwischen verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen und Möglichkeiten zur Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen auf.

Folgende Auswirkungen werden von der vorgeschlagenen Harmonisierung erwartet:

- Die Operatoren reagieren effizienter. Durch standardisierte Benutzeroberflächen und Abläufe werden die Reaktionszeiten im Ereignisfall verbessert, wodurch sich die Sicherheit erhöht.
- Die Bauherrschaft verfügt über eine praxistaugliche, validierte Realisierungsgrundlage für die Benutzeroberflächen und Abläufe in Tunnel-Prozessleitsystemen. Die Anforderungen an diese sind nachvollziehbar. Dadurch senken sich die Realisierungskosten.
- Die Betreiber können einen effizienteren Unterhalt und Support leisten, da die Bedienungen der Anlagen ähnlich oder sogar gleich sind. Der Betrieb wird verbessert.
- Für die Systemlieferanten wird die technische Umsetzung von Systemen vereinfacht, da er eine bereits erstellte Systemkomponente wiederverwenden kann.

## 1.6 Abgrenzung

Die Forschungsarbeit konzentriert sich auf die Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen im Zeitabschnitt zwischen dem Absetzen einer Meldung durch die BSA und deren Weitergabe durch den Operator an Dritte (Abb. 3).

Der betrachtete Zeitabschnitt dieser Forschungsarbeit ist ein Teil einer Prozesskette, die durch ein Ereignis in einem Tunnel ausgelöst wird (Abb. 3). Als erstes wird das Ereignis detektiert. In gewissen Fällen, wird dadurch ein Reflex ausgelöst. Unabhängig davon werden durch die Detektion systemtechnische Abläufe ausgelöst, die eine Meldung an das UeLS schicken, die dann auf der Benutzeroberfläche angezeigt wird. Auf Basis der Meldung reagiert der Operator und löst weitere Prozesse aus. Die Behebung des Auslöseereignisses markiert das Ende der Prozesskette.

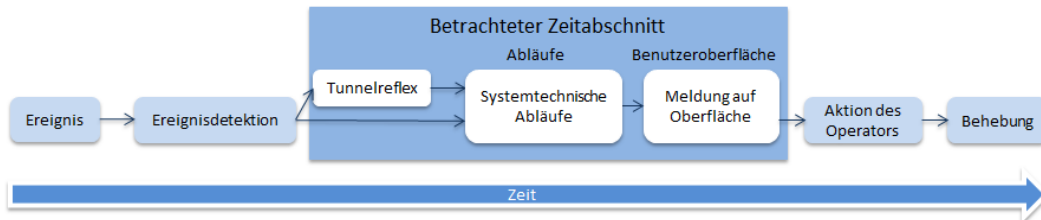


Abb. 3: Fokus der Forschungsarbeit

Diese Forschungsarbeit befasst sich ausschliesslich mit den Tunnelreflexen, den systemtechnischen Abläufen und den Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen. Die offenen Strecken werden in dieser Forschungsarbeit nicht betrachtet. Aspekte des Verkehrsmanagements werden nur im Bereich des Tunnels untersucht (z.B. die Sofortspernung), da diese teilweise in direktem Zusammenhang mit Reflexen oder Abläufen stehen. Der Auslöser eines Ereignisses, dessen Detektion oder dessen Behebung, werden in dieser Forschungsarbeit nicht besprochen, da dies in keinem direkten Zusammenhang mit den Abläufen und den Benutzeroberflächen des Tunnel-Prozessleitsystems steht. Fragen zum Layout der Benutzeroberfläche (z.B. Anzahl der Pixel oder Farbwahl) und zur technischen Umsetzung der hier gemachten Harmonisierungsvorschläge sind ebenfalls nicht Teil dieser Forschungsarbeit.

## 1.7 Aufbau der Forschungsarbeit

Die Forschungsarbeit ist in fünf Teile gegliedert. Im Anschluss an die Einleitung werden in Kapitel 2 die wesentlichen Begriffe definiert. Das dritte Kapitel erläutert die Methodik der Datenerhebung und der Diskussion mit den Experten. Kapitel 4 hält die Resultate der Analyse fest, die als Basis für die anschliessende Trendprognose dienen. In Kapitel 5 wird die Trendprognose diskutiert und bewertet. Im abschliessenden sechsten Kapitel werden die Schlussfolgerungen aus der Diskussion in Kapitel 5 gezogen und ein Ausblick auf weiterführende Themenbereiche geworfen.

In Kapitel 2 werden die Begriffe definiert und so eine Basis für die Analyse und die Trendprognose geschaffen. Als erstes wird das Tunnel-Prozessleitsystem betrachtet (Kapitel 2.1). Anschliessend werden in Kapitel 2.2 die Unterscheidungsmerkmale beschrieben, mit Hilfe derer Differenzen zwischen Tunnel-Prozessleitsystemen erfasst werden können.

Kapitel 3 widmet sich den Methoden der Datenerhebung (Kapitel 3.1), Expertenwahl (Kapitel 3.2) und Auswertung (Kapitel 3.3). Die Daten werden mit einem Experteninterview erhoben, dessen Fragen sich auf die Unterscheidungskriterien beziehen. Anschliessend wird die Wahl der Experten erörtert und die einzelnen Experten vorgestellt. Als Letztes wird die Auswertung, die im Rahmen einer Expertendiskussion stattfindet, beschrieben.

In Kapitel 4 werden die Resultate festgehalten. Die Analyse (Kapitel 4.1) dient dabei der Ermittlung der Ist-Situation. Damit die Benutzeroberflächen und die Bedienabläufe der verschiedenen Tunnel-Prozessleitsysteme vereinheitlicht werden können, müssen in einem ersten Schritt die Benutzeroberflächen und Abläufe in exemplarischen Leitzentralen anhand vordefinierter Unterscheidungsmerkmale (Kapitel 2) miteinander verglichen werden. Dadurch können Differenzen eruiert werden deren Notwendigkeit für eine Harmonisierung in Kapitel 4.2 erläutert wird.

Anschliessend wird in Kapitel 5 mittels einer Trendprognose die Soll-Situation bestimmt. Aufgrund der zuvor ausgemachten Unterschiede zwischen den Tunnel-Prozessleitsystemen der Leitzentralen werden Lösungsvorschläge zur Harmonisierung erarbeitet. Dabei soll insbesondere darauf geachtet werden, dass

- wenn immer möglich, bereits bestehende Lösungen auf andere Zentralen ausgeweitet werden.
- neue Ansätze sich möglichst mit bestehenden Ansätzen vereinbaren lassen und somit keine grundsätzlichen Systemänderungen erfordern.

In Kapitel 5.2 werden die vorgeschlagenen Harmonisierungen, basierend auf der Gruppendiskussion mit den Experten überprüft. Die Realisierungschancen einer Harmonisierung (Kapitel 5.1) dienen dabei als Bewertungskriterium der gemachten Trendprognose.

In Kapitel 6 wird auf der Kombination aus Notwendigkeit und Realisierungschancen wird dann ein Vorschlag für die Harmonisierung (Kapitel 6.1) erarbeitet und diskutiert. Anschliessend werden die in Kapitel 1.4 aufgestellten Hypothesen überprüft (Kapitel 6.2). Danach wird kontrolliert, ob die in Kapitel 1.5 gesetzten Ziele mit den vorgeschlagenen Harmonisierungen auch erreicht werden können (Kapitel 6.3). Kapitel 6.4 bietet abschliessend einen Ausblick auf weiterführende und vertiefende Themenbereiche.

## 2 Definitionen

In diesem Kapitel werden die Begriffe, welche in dieser Forschungsarbeit verwendet werden, definiert, um eine Basis für die Analyse sowie die Trendprognose zu haben. Damit werden Unklarheiten bezüglich des Begriffsverständnisses von Grund auf verhindert. Alle Definitionen wurden in einem Experten-Workshop diskutiert und verifiziert.

Als erstes wird der eigentliche Untersuchungsgegenstand - das Tunnel-Prozessleitsystem - betrachtet (Kapitel 2.1). In einem zweiten Schritt (Kapitel 2.2) werden die Unterscheidungsmerkmale beschrieben, die es erlauben, Differenzen zwischen verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen zu erfassen.

### 2.1 Tunnel-Prozessleitsystem

Die verschiedenen Steuer- und Überwachungssysteme der verwendeten BSA eines Tunnels inklusive Vorzone werden in dieser Forschungsarbeit unter dem Begriff Tunnel-Prozessleitsystem zusammengefasst. In Kombination mit dem Prozessleitsystem der offenen Strecke, bildet das Tunnel-Prozessleitsystem das UeLS (Abb. 4).

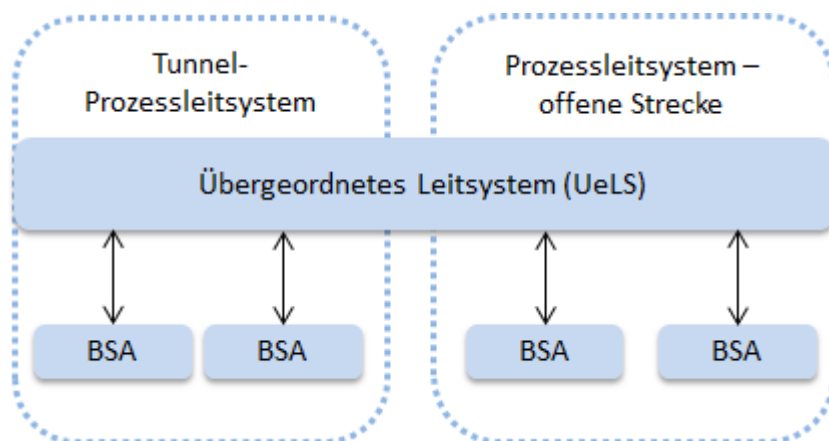


Abb. 4: Systemhierarchie

Ein Tunnel-Prozessleitsystem ist im Grunde ein Prozessleitsystem, welches für die Steuerung und Kontrolle von technischen Automatisierungsprozessen eingesetzt wird. Prozessleitsysteme werden oftmals in grösseren Produktionsanlagen in der Industrie (z.B. Ölraffinerien oder Atomreaktoren) verwendet. Dabei dient die "anlagenferne Automatisierungstechnik der Ankopplung der unternehmensweiten IT und stellt Funktionen wie Optimierung und Produktionsplanung zur Verfügung" (Hauff, 2006).

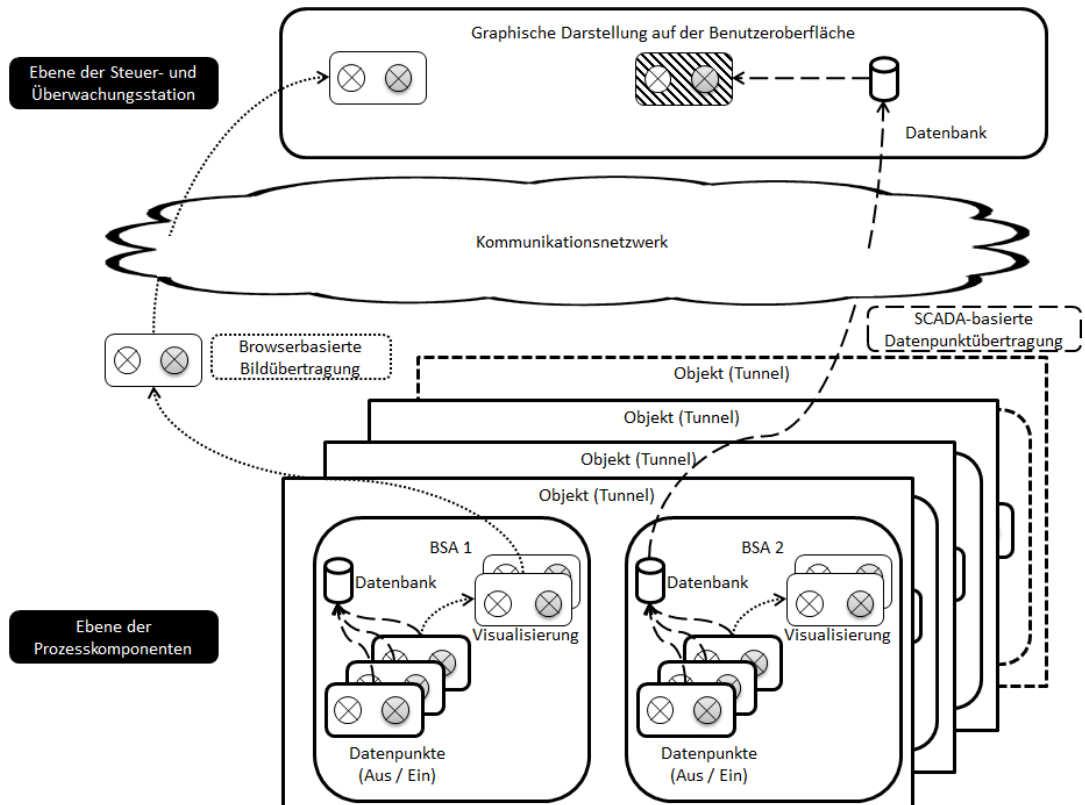


Abb. 5: Schematische Darstellung eines Tunnel-Prozessleitsystems

Ein Prozessleitsystem besteht grundsätzlich aus zwei Ebenen (Abb. 5), die über Datenströme miteinander verknüpft sind (Rittmeyer, 2012):

- Ebene der Steuer- und Überwachungsstation. Im Fall des Tunnel-Prozessleitsystems ist dies das Kontrollterminal des Operators. Auf diesem laufen alle Informationen aus den Tunnels zusammen und werden auf der Benutzeroberfläche visualisiert.
- Ebene der Prozesskomponenten. Im Falle des Tunnel-Prozessleitsystems bilden die Objekte (Tunnels) mit ihren BSA die Ebene der Prozesskomponenten. Die BSA besteht aus Anlagen, Teilanlagen und Aggregaten (Abb. 6).

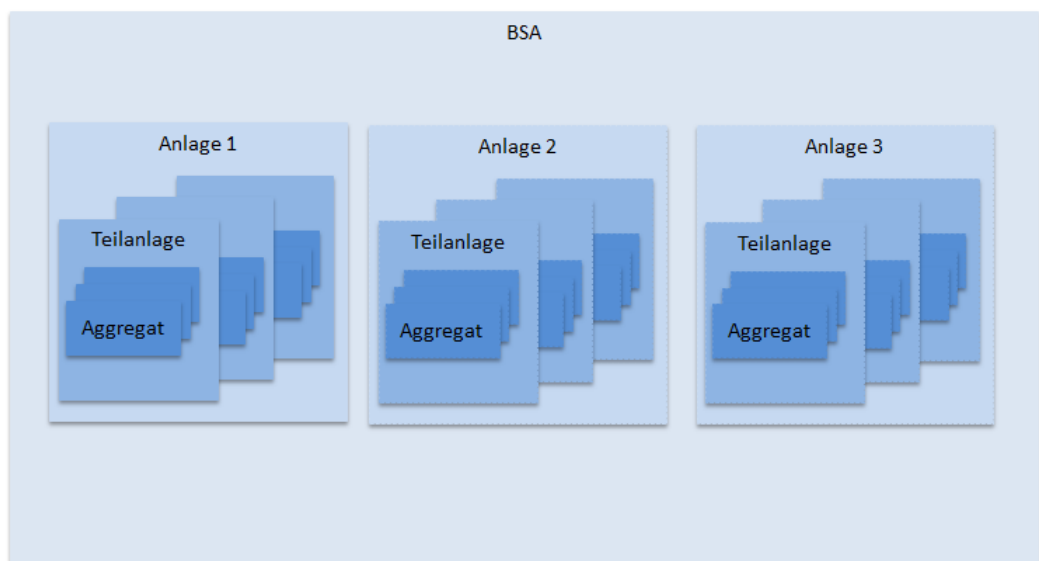


Abb. 6: Bestandteile einer BSA

In allen Hierarchiestufen (Anlagen, Teilanlagen und Aggregaten) innerhalb der Ebene der

Prozesskomponenten existieren Datenpunkte, die den Betriebszustand (Ein / Aus) beschreiben. Diese Datenpunkte und deren Visualisierung werden in einer BSA-internen Datenbank gesammelt. Es kann sich dabei um mehrere tausend Datenpunkte pro BSA handeln. Die gesammelten Datenpunkte werden nun an die Datenbank in der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation geschickt (Datenpunktmeldung) und dort auf der Benutzeroberfläche erneut visualisiert. Auf der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation existiert zudem eine Datenbank, welche für die Protokollierung und statistische Auswertungen verwendet wird (Sulzbacher, 2012). Ein solches System wird als Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) bezeichnet. Bei diesem System müssen die beiden Datenbanken ständig verbunden sein, da ein permanenter Datenabgleich nötig ist. Durch den Technologiewandel der letzten Jahre ist es inzwischen möglich geworden, dass ein Operator des Tunnel-Prozessleitsystems via Webbrowser direkt auf die einzelnen Bilder auf der Ebene der Prozesskomponenten zugreifen und sie auf der Benutzeroberfläche visualisieren kann. Hierbei werden nicht Datenpunkte, sondern Bilder übertragen.

## 2.2 Unterscheidungskriterien

Um verschiedene Tunnel-Prozessleitsysteme miteinander vergleichen zu können, müssen Unterscheidungskriterien definiert werden. Im folgenden Kapitel werden neun Unterscheidungskriterien erläutert und ihre Relevanz für die Harmonisierung erklärt. Es handelt sich dabei um folgende Kriterien:

- Bildaufbau
- Prozessbeteiligte
- Benutzersicht
- Bedienort
- Meldungsart
- Übertragungsart
- Prioritätsstufe
- Transaktionsablauf
- Reflexmatrix

Diese Unterscheidungskriterien werden in dieser Forschungsarbeit separat und unabhängig voneinander untersucht. Dies entspricht jedoch nicht in vollem Masse der Realität, da in einem Tunnel-Prozessleitsystem zwischen den Unterscheidungskriterien Wechselwirkungen bestehen. Diese werden am Schluss dieses Kapitels beschrieben.

### Bildaufbau

Die Benutzeroberfläche<sup>4</sup> ist das wichtigste Arbeitsinstrument des Operators. Über dieses kann er die einzelnen BSA überwachen und steuern. Unter anderem empfängt er Meldungen und setzt Befehle ab oder kontrolliert einen Anlagezustand. Auf der Benutzeroberfläche werden alle Visualisierungen angezeigt. Die Art und Weise der Anzeige muss eindeutig sein, um Verwechslungen auszuschliessen.

Für die Visualisierungen der BSA auf der Ebene der UeLS gibt es für einzelne Zentralen klare Vorschriften bezüglich des Bildaufbaus (Abb. 7). Der Styleguide des ASTRA (ASTRA, 2011a) für die Gebietseinheit VIII definiert den Bildaufbau einer BSA exemplarisch<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Die Begriffe Human Machine Interface (HMI) oder Mensch-Maschine-Interface (MMI) sind Synonyme.

<sup>5</sup> Der hier vorgestellte Bildaufbau kann vom Aufbau in anderen UeLS abweichen. Die Unterschiede zwischen einzelnen UeLS werden später behandelt.

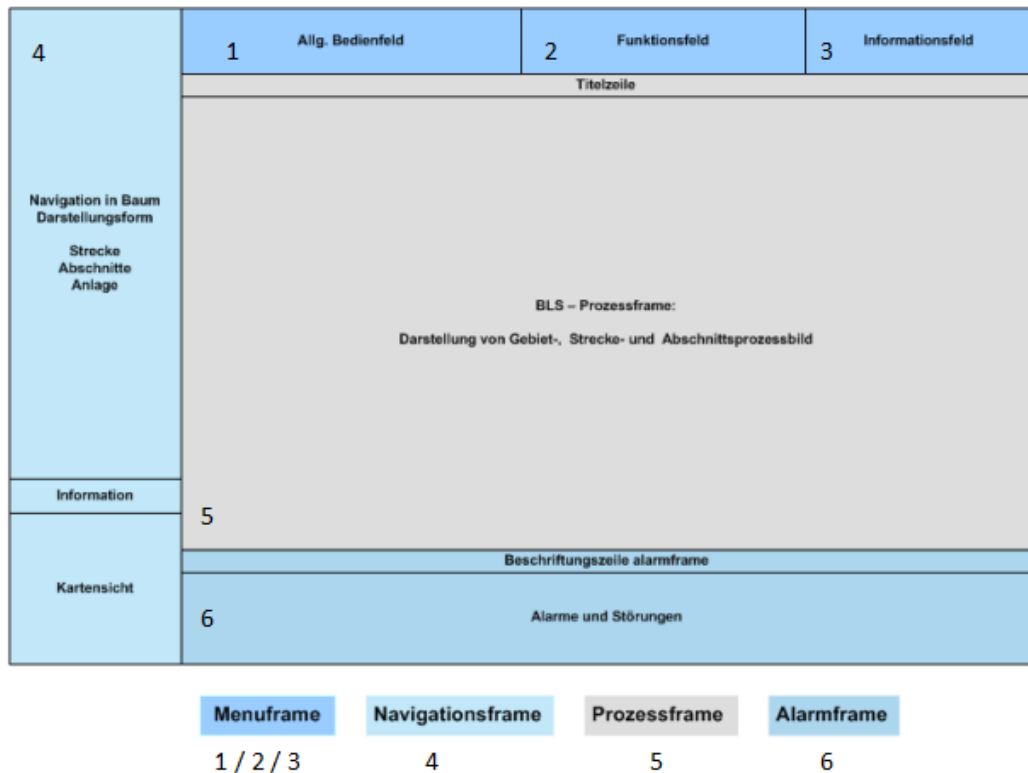


Abb. 7: Exemplarischer Bildaufbau UeLS (ASTRA, 2011a)

Dabei ist die Benutzeroberfläche in vier Frames unterteilt: Den Menüframe (1 / 2 / 3), den Navigationsframe (4) den Prozessframe (5) und den Alarmframe (6) (Abb. 7).

Der Menüframe ist unabhängig von der ausgewählten BSA immer gleich. In diesem Frame befinden sich übergeordnete Bedien-, Auswahl- und Informationsfunktionen. Sie sollen dem Operator dabei helfen, einfacher und schneller zu navigieren. Das ASTRA (2011a) unterteilt den Menüframe in die folgenden Felder:

- Allg. Bedienfeld: Allgemeine Bedienknöpfe (1)
- Funktionsfeld: Feld zur Auswahl von BSA spezifischen Funktionen (2)
- Informationsfeld: Anzeige von übergeordneten Informationen (3)

Das Navigationsframe besteht aus dem Navigationsbaum und einer Miniaturansicht der Karte und hilft dem Operator bei der Navigation auf den verschiedenen Ebenen des UeLS. Dieses Frame zeigt dem Operator während seiner Navigationsschritte dynamisch die aktuelle Bedienposition und führt ihn zu folgenden Prozessframes:

- Streckenübersicht: Navigation zu den Strecken.
- Abschnittsübersicht: Navigation zu den Abschnitten.
- Anlagenübersicht: Navigation zu den Anlagen. Für die Operatoren der Verkehrspolizei werden Streckenbilder mit gemischten Informationen aus verschiedenen Anlagen auf dem BSA- Rechner der Verkehrsregelungen zur Verfügung gestellt.
- Kartenausschnitt: Miniaturansicht der Karte (ASTRA, 2011a).

Im Prozessframe kann der Operator mittels Übersichtsbild alle Objekte und Fahrstrassen der Gebietseinheit darstellen. Es vermittelt ihm einen Überblick über den Zustand aller in der Übersicht vorhandenen Objekte. Der Operator kann im Prozessframe auch alle aktuellen Prozessdaten des Anlagenbildes darstellen. Jedes Bild besitzt einen Bildtitel. Unterhalb des Titelbereichs befindet sich die Anlagenansicht. Sie dient der Darstellung der



Anlagen- und Streckenbilder mit Detailinformationen und der Schaltung aller Betriebszustände der aufgeschalteten BSA (ASTRA, 2011a).

Der Alarmframe ist der Teil der Benutzeroberfläche, in dem alle aktuell anstehenden Alarmer, Warnungen und Informationen, je nach Typ (siehe 'Meldungsarten') und Priorisierung visualisiert werden. Es ist zu beachten, dass der Menüframe und der Alarmframe statisch sind und sich somit nicht verändern wenn der Prozessframe geändert wird (ASTRA, 2011a).

### Prozessbeteiligte

In die Prozesse des Tunnel-Prozessleitsystems sind verschiedene Beteiligte involviert. Jedem Prozessbeteiligten sind andere Aufgaben zugeteilt. Die Aufgabenteilung wird später einen zentralen Einfluss auf die Benutzersicht haben. Bevor die Benutzersicht definiert werden kann, muss klar sein, was unter einem Prozessbeteiligten verstanden wird und welche Organisationen als solche gesehen werden.

Als Prozessbeteiligte gelten alle Organisationen, welche an Prozessen im Tunnel-Prozessleitsystem beteiligt sind und Zugriff auf dieses benötigen.

In dieser Forschungsarbeit wird in einem ersten Schritt von mindestens vier Organisationen ausgegangen, welche nachfolgend beschrieben werden<sup>6</sup>:

- Verkehrspolizei
- Unterhalts- und Betriebsdienst
- Verkehrsmanager
- Systemlieferant

Die Korps der **Verkehrspolizeien** sind die Hauptnutzer eines Tunnel-Prozessleitsystems und übernehmen im Verbund die Verantwortung für die Entgegennahme von Betriebsmeldungen (siehe 'Meldungsarten') des Tunnel-Prozessleitsystems und koordinieren die Erstintervention im Ereignisfall. Die Erstintervention kann zum Beispiel das Aufbieten der Feuerwehr, Sanität und weiterer Notfalldienste umfassen. Die Verkehrspolizei ist für die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer in den Tunnels zuständig. Sie muss jederzeit auf alle sicherheitsrelevanten Anlagen des Tunnel-Prozessleitsystems zugreifen und diese bedienen können. Dies macht sie im Normalfall von einer VLZ aus, in manchen Fällen aber auch vor Ort. Grundsätzlich übernimmt die Verkehrspolizei keine Aufgaben im Bereich Unterhalt und Betrieb. Eine Ausnahme bilden dabei die Zeiten, in denen die Unterhaltsleitzentrale nicht besetzt ist. Während dieser Zeit bearbeitet die Verkehrspolizei die Meldungen die den Betrieb und Unterhalt betreffen und bietet, wenn nötig, den Pikettendienst der Unterhaltsorganisation auf. Normalerweise entspricht das Einsatzgebiet der Polizei dem ihr zugeordneten geographischen Perimeter. Erstreckt das Einsatzgebiet eines UeLS über mehrere Kantone, so können mehrere Polizeikorps gleichzeitig damit arbeiten.

Der **Unterhalts- und Betriebsdienst** übernimmt die Verantwortung für einen reibungslosen und ökonomischen Betrieb, die langfristige Erhaltung der Gebrauchstauglichkeit und des Wertes, der effizienten Abwicklung der Dienste Dritter (z.B. Wartungsunternehmen) sowie der Verwaltung der Nationalstrassen. Er ist somit nicht nur Nutzer des Systems, sondern hat auch die Aufgabe, dieses zu überwachen und seine Funktionstüchtigkeit sicherzustellen. Der Aktionsraum des Unterhalts- und Betriebsdienstes ist die Gebietseinheit. Innerhalb dieser Einheit sind dem Unterhalts- und Betriebsdienst nur Aufgaben im Zusammenhang mit dem Verkehr auf den Nationalstrassen zugeteilt. Sie umfassen die technische Bewirtschaftung der BSA aller Inventarobjekte. Im Falle einer Störungsmeldung koordinieren die Mitarbeiter die Behebung. Kleinere Reparaturen führen die Mitarbeiter selber durch. Wenn nötig, bieten sie das jeweilige Wartungsunternehmen für das Inventarobjekt auf. Es besteht die Möglichkeit einer Rücksprache mit der Verkehrspolizei, falls bei einem technischen Defekt die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer nicht mehr gewährleistet ist. Der Unterhalts- und Betriebsdienst verwendet als Nutzer das Tunnel-

<sup>6</sup> In anderen Arbeiten können für dieselben Organisationen auch andere Begriffe verwendet werden.

Prozessleitsystem aus einer ULZ oder vor Ort. Die ULZ ist normalerweise geographisch von anderen Zentralen getrennt. Es gibt aber Fälle, in denen dies nicht der Fall und die ULZ in eine VLZ integriert ist. Es wird davon ausgegangen, dass der Unterhalts- und Betriebsdienst keine Aufgaben im Bereich des Verkehrsmanagements oder der Verkehrspolizei wahrnehmen darf.

Der **Verkehrsmanager** (regional oder national) leitet, lenkt und steuert den Verkehr und informiert die Verkehrsteilnehmer in dem ihm zugeteilten Aktionsraum aus einer Verkehrsmanagementzentrale (VMZ). Diese Aufgaben erledigt er mit Hilfe von Verkehrsdozierungsanlagen, dynamischer Signalisation (z.B. Temporeduktion, Überholverbot), dynamischer Wegweisung (z.B. Wechselwegweiser) und dynamischer Information (z.B. Wechseltextanzeige, Verkehrsinformation) auf der offenen Strecke, wie auch im Tunnel (ASTRA, 2008b). Diese Aufgaben werden heute meist durch die Verkehrspolizei wahrgenommen. Sie greift operativ in den Verkehrsfluss in dem ihr zugeteilten Verkehrsraum ein. Durch die Nutzung der verschiedenen Verkehrsbeobachtungs- und beeinflussungsanlagen nehmen sie präventiv, detektiv und korrigierend auf das Verkehrsgeschehen Einfluss (ASTRA, 2008b).

Der **Systemlieferant** ist für den einwandfreien Betrieb seines gelieferten Systems oder seiner Anlage zuständig. Dies umfasst sowohl Wartungsarbeiten am funktionierenden System, als auch das Beheben einer Fehlfunktion. Bei Letzterem wird er, wenn nötig, durch den Unterhalts- und Betriebsdienst aufgebeten. Die genauen Aufgaben und Konditionen werden in individuellen Wartungsverträgen (service level agreements) zwischen dem Systemlieferanten und der Gebietseinheit festgehalten. Der Systemlieferant kann seine Arbeit sowohl von fern (über Remote-Zugriff) als auch vor Ort ausführen. Da der Systemlieferant direkt in das System eingreift oder sich vor Ort im Tunnel befindet, wirkt sich dies auf den operativen Betrieb des UeLS aus. Um allfällige Massnahmen (z.B. die Sperrung einer Spur im Tunnel) ergreifen zu können, müssen alle Prozessteilnehmer stets über Wartungsarbeiten informiert sein.

### Benutzersicht

Jeder der oben genannten Prozessbeteiligten hat spezifische Aufgaben innerhalb des Tunnel-Prozessleitsystems zu erfüllen. Um dies möglichst effizient zu tun, muss der Informationsfluss zwischen der Ebene der Prozesskomponenten und der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation pro Benutzer gefiltert werden. Neben dem Aspekt des effizienten Arbeitens spielt auch der Aspekt der Verantwortlichkeit eine wichtige Rolle. Prozessbeteiligter, welche keine Verantwortung für einen Prozess tragen, sollten auch keine prozessrelevanten Entscheidungen treffen dürfen. Um dies zu gewährleisten, stellen verschiedene Benutzersichten die beste Lösung dar.

Die Benutzersicht ist von der Art der Nutzung und der Verantwortlichkeiten eines Prozessbeteiligten abhängig. Je nach Profil des Prozessbeteiligten müssen auf einer Sicht nicht alle Prozesse angezeigt werden. Ebenso spezifisch sind die Befehlsrechte, welche eine Sicht beinhaltet.

In dieser Forschungsarbeit wird von vier verschiedenen Benutzersichten<sup>7</sup> ausgegangen:

- Interventionssicht
- Unterhaltssicht
- Verkehrsmanagementsicht
- Systemlieferantensicht

Die **Interventionssicht** ist für den Zugang der Verkehrspolizei und dient ihrem Aufgabenbereich. In dieser Sicht werden Meldungen angezeigt, welche den sicheren Betrieb der Strasse beeinflussen oder eine polizeiliche Intervention auslösen. Dies betrifft alle Prioritätsstufen von Betriebsmeldungen und alle Alarme. Störungsmeldungen müssen hier nicht angezeigt werden, da diese nicht in den Aufgabenbereich der Verkehrspolizei

<sup>7</sup> In den Zeiten, während denen weder der Unterhalt noch Verkehrsmanager Dienst haben, übernimmt die Verkehrspolizei die Sicht dieser Prozessbeteiligten.

gehören. Hat der Schaden an einem technischen System das Potential, die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer negativ zu beeinflussen, wird die ausgelöste Störungsmeldung in dieser Sicht angezeigt.

Die **Unterhaltssicht** wird vom Unterhalts- und Betriebsdienst verwendet. Auf dieser Sicht werden Meldungen angezeigt, welche mit der technischen Funktionalität der BSA zusammenhängen (Störungsmeldungen). Dies betrifft alle Prioritätsstufen von Störungsmeldungen und alle Alarme. Aus informativen Gründen werden auch Meldungen aus anderen Sichten angezeigt.

Die **Verkehrsmanagementsicht** ist für den Verkehrsmanager gedacht. In dieser Sicht werden alle Alarme und alle anderen Meldungen angezeigt, welchen einen Einfluss auf den Verkehr haben. Er hat auf alle Systeme Zugriff, die er für das Leiten, Lenken und Steuern des Verkehrs und Informieren der Verkehrsteilnehmer benötigt.

Die **Systemlieferantsicht** muss individuell nach den Bedürfnissen und Aufgaben des Systemlieferanten gestaltet werden können. Ein Systemlieferant muss auf die in seinem Verantwortungsbereich liegende, Systemumgebung und die angrenzenden Schnittstellen Zugriff haben.

Wenn Meldungen einen Prozess auslösen, ist es wichtig, dass die Verantwortlichkeiten klar geregelt sind. Damit wird einerseits verhindert, dass sich niemand für eine Meldung verantwortlich fühlt und andererseits wird festgehalten, wer Befehle auslösen kann. Aus diesem Grund werden die Prozessteilnehmer in zwei Gruppen unterteilt. Der **Prozesseigner** ist für die schnelle und korrekte Abwicklung des Prozesses verantwortlich. Nur er hat die Befugnis Befehle zu erteilen, Meldungen zu quittieren und weitere Prozesse auszulösen. Jeder Prozess verfügt über einen eindeutig bestimmbar Prozesssignaler. Es besteht die Möglichkeit, die Führung im Laufe eines Prozesses abzugeben. Bei den **Informationsempfängern** handelt es sich um alle anderen Prozessteilnehmer, welche durch den Prozesseigner oder das System mit Informationen versorgt werden. Sie haben keine Berechtigung, andere Informationsempfänger selbst mit Informationen zu versorgen, Befehle auszulösen oder Meldungen zu quittieren. Mit dieser Unterteilung wird sichergestellt, dass nur derjenige Prozessbeteiligte Befehle auslösen kann, der dazu auch befugt ist. Dies ist insbesondere bei kritischen Ereignissen wichtig.

## Bedienort

Wie in den meisten Prozessleitsystemen kann auch beim Tunnel-Prozessleitsystem von verschiedenen Bedienorten auf das System zugegriffen werden. Unter Bedienort wird der Ort verstanden, von dem aus der Prozess gesteuert wird. Mögliche Bedienorte sind:

- Verkehrsleitzentrale
- Unterhaltsleitzentrale
- Verkehrsmanagementzentrale
- Vor Ort im Tunnel
- Remote-Zugriff (z.B. aus dem Werk des Systemlieferanten)

Diese verschiedenen Möglichkeiten stellt das System insbesondere vor das Problem der Prioritäten von Befehlen und Quittierungen.

Sind die verschiedenen Zugriffsmöglichkeiten räumlich nicht getrennt, können Befehle abgesprochen werden, wodurch überlappende oder gar widersprüchliche Befehle an ein System vermieden werden können. Bei räumlich getrennten Stationen (z.B. Zentrale und vor Ort) ist dies nicht möglich. Es müssen also Regeln festgesetzt sein, welcher Bedienort vom System prioritär behandelt wird. Diese Regeln sind in einer Befehlshierarchie festgehalten. Zum Beispiel wird in vielen Fällen ein manueller Zugriff vor Ort - also direkt an einem System - dem Zugriff aus einer Zentrale vorgezogen, weil davon ausgegangen wird, dass der Bediener vor Ort den besten Überblick über die Situation hat und somit am besten weiss, was geschaltet werden muss oder nicht geschaltet werden darf. In einem solchen Fall spielt auch der Prozesseigner eine wichtige Rolle. Ist es möglich, dass der Prozesseigner mit dem Bedienort gekoppelt wird und so beispielsweise die Person, die

vor Ort schalten will immer auch Prozesseigener ist? Gibt es für die Zentrale eine Möglichkeit Befehle verhindern, wenn sie einen Fehler entdeckt?

### Meldungsart

Zwischen der Ebene der Prozesskomponenten und der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation findet ein ständiger Informationsaustausch statt. Dieser Informationsfluss besteht aus Meldungen. Es gibt einerseits Bottom-up Meldungen, welche von der Ebene der Prozesskomponenten an die Ebene der Steuer- und Überwachungsstation geschickt werden ( $\uparrow$ ). Andererseits gibt es Top-down Meldungen, welche von der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation an die Ebene der Prozesskomponenten geschickt werden ( $\downarrow$ ).

Diese Forschungsarbeit unterscheidet drei Meldungsarten (Abb. 8):

- Betriebsmeldungen
- Störungsmeldungen
- Befehle

Dabei sind die ersten beiden Meldungsarten Bottom-up während die letzte eine Top-down Meldungsart ist.

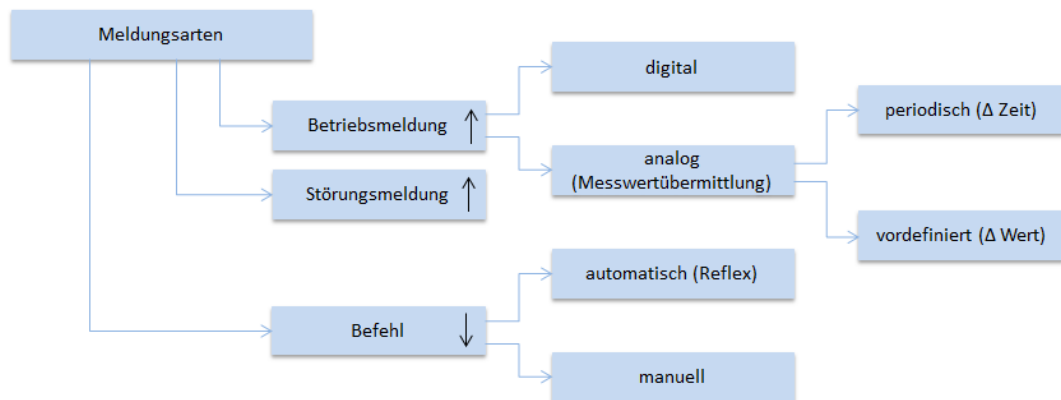


Abb. 8: Meldungsarten

Damit die Bottom-up Meldungen an die zuständige Stelle gelangen, werden sie auf Grund ihres Auslösers klassifiziert (Betriebs- oder Störungsmeldung). Dies hilft bei der Filterung der Meldungen für die Benutzersicht. Es ist somit bereits auf Grund der Meldungsart klar, welcher Prozessbeteiligte für die Bearbeitung zuständig ist.

**Betriebsmeldungen** beeinflussen den operativen Betrieb oder werden durch ihn ausgelöst. Sie werden in verschiedene Prioritätsstufen (siehe 'Prioritätsstufen') eingeteilt. Die Zuständigkeit liegt meist bei der Verkehrspolizei. Betriebsmeldungen werden einerseits digital und andererseits analog übertragen. Digitale Betriebsmeldungen sind von Computersystemen binomial erfasste Zustände (Ein/Aus). Dagegen werden analoge Betriebsmeldungen, sogenannte Messwertübermittlungen (z.B. CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft) auf einer kontinuierlichen Werteskala angezeigt. Bei Messwertübermittlungen gibt es zwei verschiedene Arten: Einige Werte müssen ständig überwacht werden und werden somit periodisch in einem gewissen Zeitabschnitt ( $\Delta$  Zeit) übermittelt. Bei anderen spielt die Veränderung oder die Überschreitung eines Grenzwertes eine Rolle ( $\Delta$  Wert). Erst wenn  $\Delta$  Wert überschritten wird, setzt die Anlage eine Meldung ab.

Im Gegensatz zu den Betriebsmeldungen, ist bei **Störungsmeldungen** in der Regel der Unterhalts- und Betriebsdienst zuständig. Störungsmeldungen betreffen Teilausfälle oder Ausfälle technischer Systeme. Sie werden in verschiedene Prioritätsstufen eingeteilt.

Senden eine oder mehrere Anlagen Meldungen vom gleichen Typ, kann dies zu einer

unübersichtlichen Menge von Meldungen führen. Da aber alle Meldungen vom selben Typ sind, werden sie zu Sammelmeldungen zusammengefasst, damit der Operator die Übersicht leichter bewahren kann. Jede einzelne Meldung innerhalb der Sammelmeldung ist mit einer Prioritätsstufe versehen, wobei die Sammelmeldung die höchste Prioritätsstufe aller beinhalteten Meldungen annimmt. Somit wird sichergestellt, dass Meldungen mit einer hohen Prioritätsstufe nicht in der Sammelmeldung untergehen. Aufgrund der Komplexität der Systeme sind die meisten Meldungen Sammelmeldungen.

Um auf Ereignisse und Meldungen reagieren zu können, müssen die Operatoren (manuell) oder die Reflexmatrix (automatisch) **Befehle** an die BSA erteilen können. Sie besitzen keine Prioritätsstufen, sondern werden direkt ausgeführt. Gerade bei der Absetzung von manuellen Befehlen gilt es sicherzustellen, dass nur der Prozesseigner einen Befehl erteilen kann, da dieser auch die Verantwortung für den Prozess trägt. Bei der Absetzung von automatischen Befehlen durch die Reflexmatrix kommt die Kategorie des Prozesseigners nicht zum Tragen.

### Übertragungsart

Um die Meldungen von einer Ebene auf die andere zu übermitteln, gibt es zwei Arten der Übertragung: Via SCADA oder via Browser (Abb. 5). Bei einem SCADA-System werden die Betriebszustände der BSA mittels einer Datenpunktübermittlung von einer Ebene auf die andere gebracht und visualisiert. Neben den Visualisierungen auf der Benutzeroberfläche werden auch alle Zustandsdaten und Meldungen in Datenbanken gespeichert, damit ein Prozess zurückverfolgt werden kann. Die Tunnel-Prozessleitsysteme bieten allerdings auch die Möglichkeit des Browser-basierten Zugriffs. Hier kann ein Operator von seinem Terminal via Browser direkt auf ein Bild einer BSA zugreifen. Dies hat den Vorteil, dass eine Falschdarstellung eines Zustandes verunmöglicht wird (z.B. wenn die Datenbanken nicht korrekt abgeglichen werden). Ein Nachteil besteht darin, dass sich der Browser nicht selbst aktivieren kann. Eine Veränderung im System wird nur dann angezeigt, wenn genau dieses System im Browser geöffnet ist. Damit aber beispielsweise der Prozess der Alarmierung trotzdem funktioniert, wird der Operator daran gehindert, einen Browser zu schliessen, wenn er der einzige Operator ist, der diese Anlage geöffnet hat. Eine andere Lösung besteht darin, dass die Datenströme dieser beiden Systeme immer parallel laufen.

### Prioritätsstufe

Bereits im Normalzustand sendet das Tunnel-Prozessleitsystem viele Meldungen auf die Benutzeroberfläche. Im Falle eines Ereignisses spricht man aufgrund der grossen Menge der Meldungen von einem Meldeschauer. Um mit dieser Anzahl von Meldungen effizient umzugehen, müssen Meldungen priorisiert werden. So kann auf die Dringlichkeit, mit welcher eine Meldung weiterverarbeitet werden muss, hingewiesen werden. Die Prioritätsstufen basieren grundsätzlich auf dem Grad der Auswirkung auf den Verkehr oder auf ein Objekt. Je stärker die Auswirkungen, desto höher die Priorität und desto schneller muss gehandelt werden. In dieser Forschungsarbeit wird grundsätzlich von drei Prioritätsstufen ausgegangen.

**Prioritätsstufe 1 (Alarm)** umfasst alle Bottom-up Meldungen, deren Ursache mit einem grossen Sicherheitsrisiko für die Tunnelnutzer sowie direkten Auswirkungen auf den Verkehrsverlauf verbunden ist. Eine sofortige Intervention ist nötig.

**Prioritätsstufe 2 (Warnung)** umfasst alle Bottom-up Meldungen, deren Ursache zu Sicherheitsrisiken für die Tunnelnutzer sowie zu Auswirkungen auf den Verkehrsverlauf führen kann. Eine sofortige Intervention ist in der Regel nötig.

**Prioritätsstufe 3 (Information)** umfasst alle Bottom-up Meldungen, deren Ursache ohne Sicherheitsrisiken für die Tunnelnutzer ist sowie keine Auswirkungen auf den Verkehrsverlauf haben. Die Ereignisse oder Zustandsänderungen werden aus informativen Gründen übertragen.

Jede Bottom-up Meldung ist mit einer Prioritätsstufe versehen. Dies erleichtert es dem Operator, wichtige von weniger wichtigen Meldungen ohne grösseren Aufwand zu unter-

scheiden und abzuarbeiten. Insbesondere in Ereignisfällen ist die Priorisierung von Bedeutung, denn sie stellt eine wichtige Entscheidungshilfe für weitere Prozesse dar, die ausgelöst werden müssen. Zudem wird sichergestellt, dass sicherheitsrelevante Bottom-up Meldungen nicht untergehen.

Neben der Priorisierung ist auch die Karenzeit und die Reaktionszeit für den Operator wichtig, denn sie zeigen ihm an, wie lange er Zeit hat, einen automatischen Befehl zu verhindern, respektive wie schnell er eine Meldung bearbeiten muss. Diese beiden Merkmale beeinflussen den Bedienablauf, indem sie ihm einen zeitlichen Rahmen setzen. Die **Karenzeit** kann im Allgemeinen als Wartezeit oder Sperrfrist bezeichnet werden. In diesem Fall wird damit die Zeit zwischen der Meldung des Ereignisses und dem automatischen Absetzen eines Befehls an eine dritte Stelle oder ein System bezeichnet. "Die technische Detektion von Ereignissen im Tunnelraum hängt von ungenauen Schwellwerten ab und ist somit auf Fehler anfällig. Die Ereignisse werden durch die Verkehrspolizei in der Einsatzleitzentrale verifiziert" (Kanton Luzern, 2008). Die Verifizierung muss innerhalb der Karenzeit geschehen. Damit soll dem Personal die Möglichkeit gegeben werden, eine Meldung auf ihre Richtigkeit zu überprüfen und das Absetzen allenfalls (z.B. bei einem Fehlalarm) zu verhindern. Je nach Priorität einer Bottom-up Meldung ist die Karenzeit verschieden. Die **Reaktionszeit** ist im Allgemeinen die Zeitspanne zwischen Aktion und Reaktion. Im Falle einer Stör- oder Betriebsmeldung kann die Zeitspanne bis zur Reaktion des Operators variieren. Diese Varianz hängt grundsätzlich von der Priorität der Meldung ab. Dabei gilt: Je höher die Priorität - desto kürzer die Reaktionszeit. Insbesondere bei Meldungen mit niedriger Priorität besteht die Gefahr, dass sie im Laufe der Zeit untergehen und unbeachtet bleiben. Die angegebene Reaktionszeit soll genau diesen Fall verhindern. Die Reaktionszeit gibt dem Operator die Möglichkeit, seinen Bedienablauf einfach und effizienter zu planen und die Meldung rechtzeitig, wenn nötig an Dritte weiterzugeben, oder selber zu bearbeiten.

### Transaktionsablauf

Das Empfangen und Absetzen von Meldungen muss einem bestimmten Ablauf folgen. Somit wird sichergestellt, dass Meldungen empfangen oder erledigt und Befehle korrekt abgesetzt und ausgeführt werden.

Die Transaktionsabläufe beschreiben das Vorgehen, welches beim Empfangen und Absetzen von Meldungen befolgt werden muss.

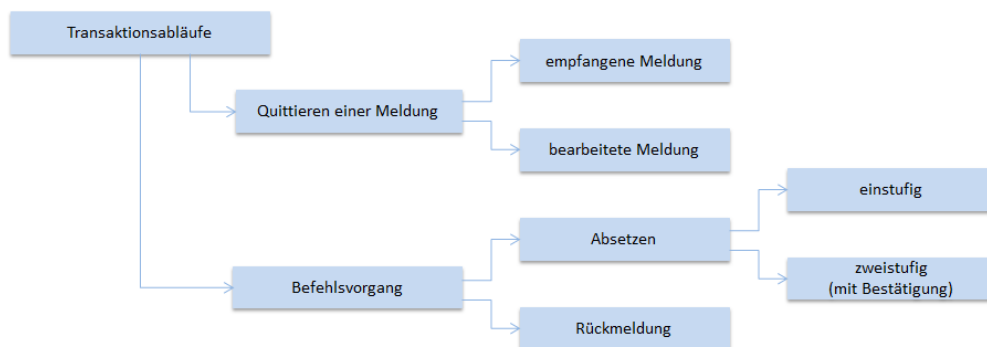


Abb. 9: Transaktionsabläufe

Bei den Betriebs- oder Störungsmeldungen wird zwischen zwei Arten von Transaktionsabläufen unterschieden: Dem Ablauf des Quittierens von empfangenen Meldungen und dem Ablauf des Quittierens von bearbeiteten Meldungen. Die **Quittierung von empfangenen Meldungen** dient dazu, dem Tunnel-Prozessleitsystem mitzuteilen, dass eine Meldung empfangen worden ist. Mit diesem Prozess wird sichergestellt, dass eintreffende Meldungen vom Operator registriert werden. Mit dem **Quittieren von bearbeiteten Meldungen** kann der BSA mitgeteilt werden, dass eine Meldung bearbeitet wurde. Als Folge stellt die BSA den Originalzustand wieder her.

Bei den Transaktionsabläufen von Befehlen wird zwischen der **Absetzung** durch den

Operator und der Rückmeldung durch das System unterschieden. Das Absetzen eines Befehls kann ein- oder zweistufig sein. Befehle ohne Einfluss auf den operativen Betrieb werden direkt ausgeführt und sind somit einstufig. Spezielle Befehle, welche einen wesentlichen Einfluss auf den operativen Betrieb des Tunnels haben, müssen zweistufig sein und damit vor der Ausführung bestätigt werden. Damit der Operator weiss, ob sein Befehl erfolgreich von der Anlage umgesetzt wurde, muss die erfolgreiche Ausführung von Befehlen immer mit einer **Rückmeldung** bestätigt werden. Wenn ein Befehl nicht umgesetzt wird, muss auch dies rückgemeldet werden. Erfolgreiche Befehlsausführungen werden mittels Betriebsmeldungen rückgemeldet. Erfolgreiche Befehlsausführungen werden mittels Störungsmeldungen rückgemeldet.

### Reflexmatrix

Der Grundgedanke bei einer Festlegung von Tunnelreflexen besteht darin, dass wichtige Aktionen wie zum Beispiel das Einschalten der Lüftung im Brandfall, automatisch und ohne Freigabe oder Bestätigung ausgeführt werden. Die Reflexmatrix (Anhang I) definiert die Prozesse, die die BSA-Anlagen bei Ereignissen und aufgrund von Zustandsänderungen ausführen müssen. Für jeden Tunnel wird eine eigene Reflexmatrix erstellt (ASTRA, 2009).

Reflexe laufen vermehrt über ein Netzwerk, womit ein Reflex vom Funktionieren des Netzwerks abhängig wird. Bis anhin waren die Matrizen direkt in den BSA verankert und konnten so auch ohne Netzwerk funktionieren. Damit die wichtigsten Reflexe nicht von der Funktionsfähigkeit des Netzwerks abhängig sind, wurden zwei verschiedene Reflexklassen definiert. In der Reflexklasse 1 befinden sich wichtige Reflexe, welche direkt zwischen den BSA ablaufen. Die weniger wichtigen Reflexe der Klasse 2 können via ein Netzwerk ablaufen. Somit ist die Sicherheit im Falle eines Ereignisses auch bei einem Ausfall des Netzwerks gewährleistet.

## 2.3 Wechselwirkungen der Unterscheidungskriterien

Im vorhergehenden Kapitel wurden die Unterscheidungsmerkmale separat und unabhängig voneinander untersucht. Dies entspricht jedoch nicht in vollem Masse der Realität, da in einem Tunnel-Prozessleitsystem Wechselwirkungen zwischen den Unterscheidungskriterien bestehen (Abb. 10).

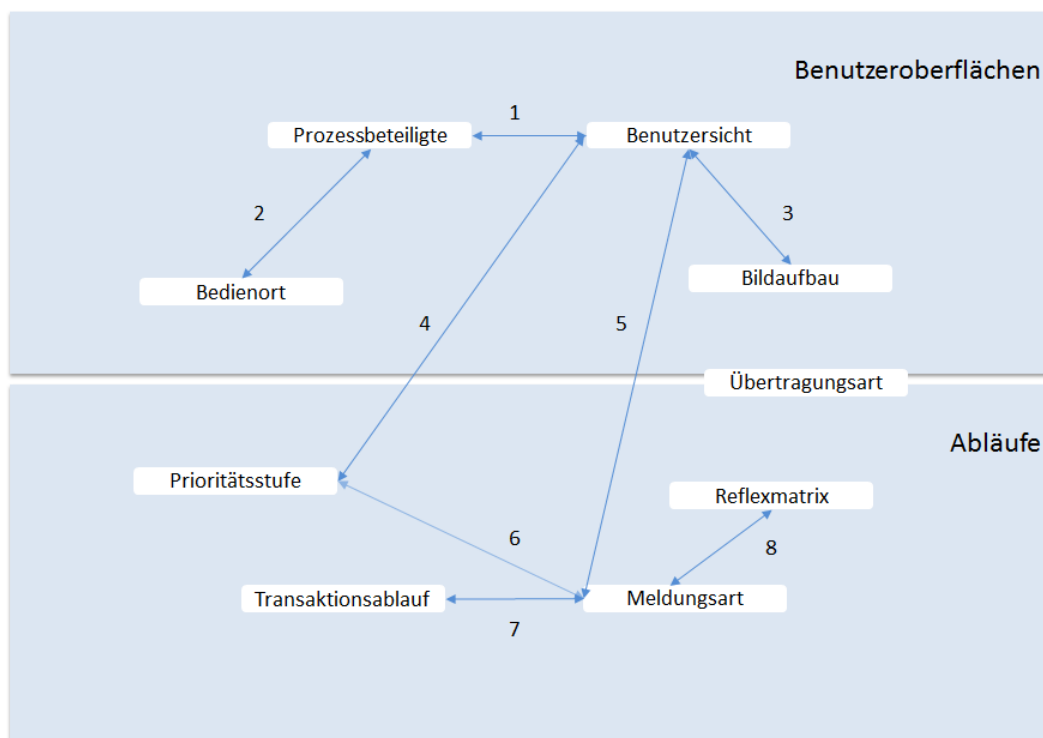


Abb. 10: Wechselwirkungen zwischen den Unterscheidungskriterien

Zwischen dem Unterscheidungskriterium Prozessbeteiligte jenem der Benutzersichten besteht eine starke Wechselwirkung (1). In dieser Forschungsarbeit wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass jeder Prozessbeteiligte eine für ihn bestimmte Benutzersicht hat. Diese Annahme basiert darauf, dass jeder Prozessbeteiligte unterschiedliche Aufgaben und Kompetenzen hat und somit auch andere Funktionen in der Bediensicht braucht. Veränderungen bei den Prozessbeteiligten, sei es in deren Anzahl oder deren Aufgabengebiete, wirken sich somit direkt auf die Benutzersicht aus. Wenn beispielsweise einem Prozessbeteiligten eine neue Aufgabe übertragen wird, so müssen die entsprechenden Rechte und Funktionen auch in der Benutzersicht dieses Prozessbeteiligten implementiert werden.

Die gegenseitige Beeinflussung der des Bedienorts und der Prozessbeteiligten verläuft über die Befehlshierarchie (2). Wenn eine BSA von zwei verschiedenen Bedienorten aus bedient wird, muss für die BSA klar sein, welcher Befehl zu befolgen ist. Um diesen Fall zu regeln, besteht zwischen den Bedienorten eine Befehlshierarchie. Wichtig ist, dass diese Befehlshierarchie nicht mit der Kategorie des Prozesseigners in Widerspruch steht.

Die Benutzersicht wirkt sich nicht nur auf die Prozessbeteiligten, sondern auch auf den Bildaufbau (3), die Prioritätsstufen (4) und die Meldungsart (5) aus. Obwohl auf Grund der verschiedenen Prozessbeteiligten auch verschiedene Benutzersichten existieren, sollte der Bildaufbau in allen Sichten gleich oder sehr ähnlich sein, damit die Bedienung möglichst einheitlich bleibt. Somit ist es möglich, dass im Notfall ein Rollenwechsel, beispielsweise zwischen Verkehrspolizei und dem Unterhalt- und Betriebsdienst, vorgenommen werden kann und sich der Operator auf einer eigentlich unbekanntem Benutzersicht schnell zurechtfindet. Die Wechselwirkung zwischen Prioritätsstufen und Bediensicht funktioniert über einen Filter, wobei je nach Benutzersicht nicht alle Prioritätsstufen angezeigt werden. Dadurch sollen die Operatoren vor für sie unwichtigen Meldungen geschützt werden. Zwischen der Bediensicht und der Meldungsart besteht ein ähnlicher Mechanismus. Weil nicht jede Benutzersicht alle Meldungen zur Verfügung haben muss, werden die Meldungsarten gefiltert und nur in den Benutzersichten dargestellt, die die Information auch benötigen. So bekommt die Verkehrspolizei grundsätzlich Betriebsmeldungen und der Unterhalts- und Betriebsdienst Störungsmeldungen zugestellt. Je nach Prioritätsstufe einer solchen Meldung kann auch die Verkehrspolizei über eine Störungsmeldung informiert werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn eine Störungsmeldung das Potential hat, den sicheren Betrieb oder die sichere Evakuierung im Ereignisfall zu gefährden. Umgekehrt ist es auch möglich, dass der Betriebs- und Unterhaltsdienst über Betriebsmeldungen in Kenntnis gesetzt wird.

Das Unterscheidungskriterium Meldungsart verfügt über Wechselwirkungen mit den Prioritätsstufen (6), dem Transaktionsablauf (7) und der Reflexmatrix (8) verbunden. Die Prioritätsstufe dient dazu, die Dringlichkeit einer Meldung darzustellen und so aufzuzeigen, wie schnell auf eine Meldung reagiert werden muss (Reaktionszeit). Aus diesem Grund wird jede Meldung mit einer Prioritätsstufe versehen (Befehle hingegen besitzen keine Prioritätsstufe). Grundsätzlich hängt die Prioritätsstufe einer Meldung vom Grad der Auswirkung auf den Verkehr oder auf ein Objekt ab. Darunter werden aber nicht nur die Auswirkungen auf den Verkehr an sich, sondern auch die potentiellen Auswirkungen in einem Ereignisfall verstanden. So beeinflusst ein blockierter Notausgang den Verkehr an sich nicht, wird aber im Ereignisfall und einer Evakuierung zu einem Sicherheitsrisiko. Die Wechselwirkung zwischen Meldungsart und Transaktionsablauf besteht einerseits darin, dass eingehende und bearbeitete Meldung quittiert werden müssen und andererseits, dass das Absetzen von Befehlen mehrstufig sein kann und die korrekte Ausführung rückgemeldet wird. Die Quittierung ist für ein UeLS vor allem bei eingehenden Meldungen wichtig. Auf diesem Weg wird dem UeLS mitgeteilt, dass eine Meldung gesehen worden ist und ein allfälliger Alarm abgeschaltet werden kann. Ein anderer wichtiger Aspekt ist beim Absetzen von Befehlen auszumachen. Wenn Befehle Auswirkungen auf den Verkehr haben (wie zum Beispiel das Sperren eines Tunnels), dann sollen solche Befehle bestätigt werden müssen. So kann verhindert werden, dass ein Tunnel aus Versehen gesperrt wird. Solche Transaktionsabläufe müssen für jede Meldung oder Befehl einzeln definiert werden. Die Wechselwirkung zwischen der Meldungsart und der Reflexmatrix besteht darin, dass das Auslösen eines automatischen Reflexes (z.B. das Einschalten der Lüftung als Folge einer Branddetektion) immer mittels einer Betriebsmeldung an das UeLS ge-



meldet wird. Bei Anlagen, die eine hohe Fehleranfälligkeit besitzen, hat der Operator die Möglichkeit, das Auslösen eines Reflexes innerhalb der Karenzzeit (meist ca. 60 Sekunden) zu verhindern.

Das Unterscheidungskriterium Übertragungsart besitzt keine Wechselwirkungen mit anderen Kriterien. Es beschreibt im Grunde die Funktionsweise des Kommunikationsnetzwerks aus Abb. 5.

Alle Unterscheidungskriterien des Tunnel-Prozessleitsystems können in eine der beiden Ebenen (Bedien- und Beobachtungsstation und Prozesssteuerung) oder dem verbindenden Element des Informationsaustausches aus Abb. 5 eingeteilt werden (Abb. 11)

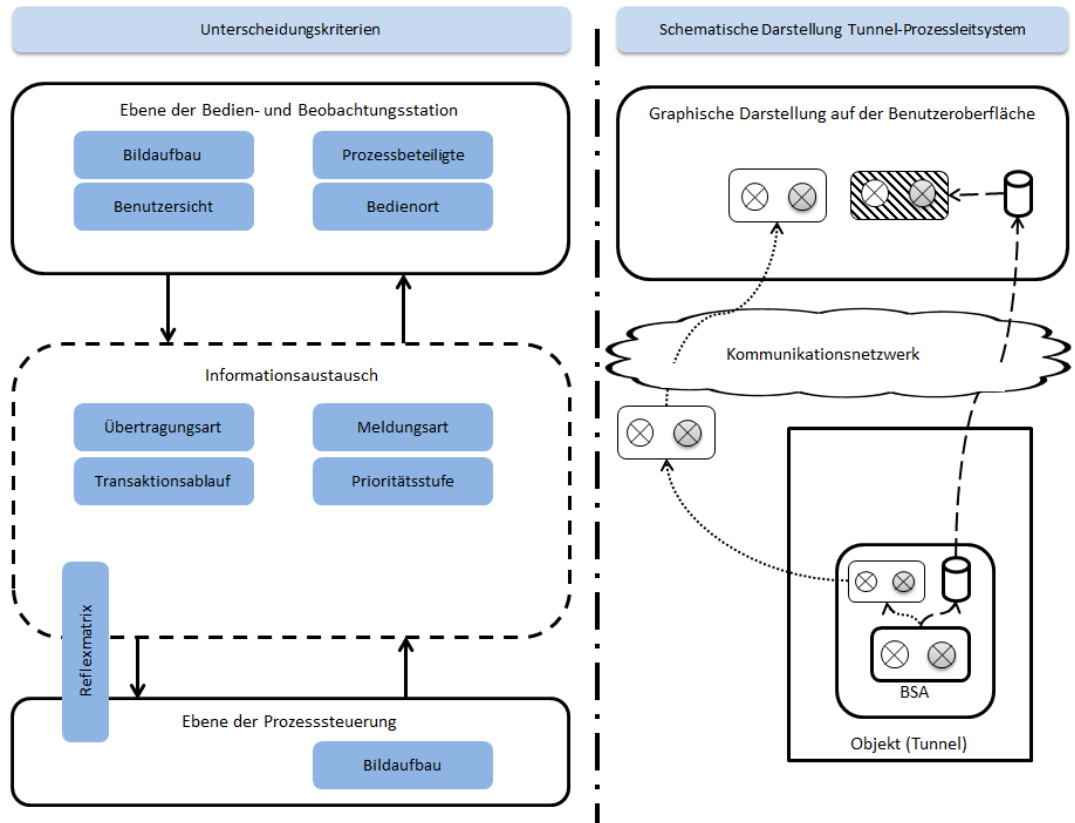


Abb. 11: Einteilung der Unterscheidungsmerkmale in das Schema des Tunnel-Prozessleitsystems



## 3 Methodik

In diesem Kapitel wird die Methodik der Datenerhebung und der Diskussion betrachtet. Kapitel 3.1 befasst sich mit der Methode der Datenerhebung, welche als Grundlage für die Analyse des Ist-Zustandes verwendet wird. In Kapitel 3.2 stehen die Experten und deren Auswahl im Zentrum. Als letzter Schritt wird in Kapitel 3.3 die Methode der Datenverarbeitung und der Diskussion beschrieben.

### 3.1 Datenerhebung

Die Daten für die Analyse und der Trendprognose in den verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen wird mit Hilfe eines Fragebogens erhoben. Die Fragen basieren auf den die Eigenschaften und Ausprägungen der Unterscheidungskriterien (Anhang II).

Der Fragebogen trägt dazu bei, Differenzen zwischen Tunnel-Prozessleitsystemen auf Basis von neun vordefinierten Unterscheidungskriterien zu identifizieren. Dementsprechend ist der Fragebogen in neun Themenblöcke unterteilt. Um Unklarheiten zu vermeiden, wird zu Beginn jedes Themenblocks das entsprechende Kriterium erklärt. Zusätzlich werden Fragen mit Graphiken oder Auswahlmöglichkeiten bei den Antworten ergänzt. Die Antworten der Interviewteilnehmer helfen dabei zu erkennen, wo sich die Abläufe und Benutzeroberflächen der untersuchten Tunnel-Prozessleitsysteme unterscheiden. Im Anschluss an die spezifischen Fragen zum Unterscheidungskriterium befinden sich drei allgemeine Fragen. Die erste Frage gibt dem Interviewpartner die Möglichkeit, Verbesserungsvorschläge beim jeweiligen Unterscheidungskriterium anzubringen. Die zweite Frage betrifft die Notwendigkeit einer Harmonisierung des betreffenden Kriteriums. In der dritten Frage muss der Interviewte die Realisierungschancen einer Harmonisierung abschätzen.

Mit der Frage nach Verbesserung wird darauf abgezielt, den Themenblock allenfalls zu erweitern und neue Erkenntnisse zu gewinnen. Die Antworten zur Notwendigkeit und Realisierungschancen einer Harmonisierung dienen dazu, die Trendprognose zu bewerten und sinnvolle Empfehlungen abzugeben. Es ist wichtig, dass die in der Forschungsarbeit gemachten Vorschläge realistisch und umsetzbar sind. Dabei werden die Interviewpartner gebeten, die Notwendigkeit sowie die Realisierungschancen auf einer Skala von 1-5 einzustufen. 1 steht dabei für eine sehr geringe, 2 für eine geringe, 3 für eine mittlere, 4 für eine hohe und 5 für eine sehr hohe Realisierungschance einer Harmonisierung.

Am Ende des Fragebogens kann der Interviewpartner noch einmal Verbesserungsvorschläge anbringen. In diesem Fall müssen diese nicht in Zusammenhang mit einem Themenblock oder der Harmonisierung stehen. Es handelt sich dabei eher um allgemeine Anmerkungen zum Untersuchungsgegenstand. Hätte die Auswertung dieser Frage ergeben, dass ein wesentliches Kriterium innerhalb des Harmonisierungsprozesses fehlte, wäre dieses ebenfalls berücksichtigt worden.

Der Fragebogen orientiert sich an der Form des Leitfadenterviews. Diese Interviewform kommt der Forderung nach Offenheit qualitativer Forschung entgegen. Es ist ein halbstrukturiertes Interview. Der Leitfaden ist das flexibel zu handhabende Fragengerüst des Interviews, wobei die Antworten offen erfolgen. Der Vorteil dieser Interviewart ist, dass das Interview an interessanten Stellen vertieft werden kann und trotzdem vergleichbare Resultate ermöglichen. Die hier verwendete Variante des Leitfadenterviews ist eine Mischung zwischen Themenblöcken, welche als offener Rahmen zur Gesprächsanregung dienen und fertig formulierten Fragen in festgelegter Reihenfolge. Die Themenblöcke entsprechen dabei den Unterscheidungskriterien. Innerhalb eines Themenkomplexes gibt es Fragen, welche keine vorgegeben Antwortkategorien besitzen. Es gibt aber auch Fragen, die mit Ja oder Nein beantwortet werden müssen, wobei stets eine Begründung der Antwort erforderlich war.

Die Interviews werden mit je einem Vertreter aus dem Tiefbauamt des Kantons Zürich, dem Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, dem Departement für Verkehr, Bau und Umwelt des Kantons Wallis und dem Amt für Betrieb Nationalstrassen mit Hauptsitz im Kanton Uri durchgeführt.

### 3.2 Expertenwahl

Da sich wichtige Teile dieser Forschungsarbeit (Ausarbeiten der Unterscheidungskriterien und Diskussion der Resultate) auf Expertenwissen stützten, kam der Wahl dieser Experten eine wichtige Rolle zu.

Die Auswahl der Experten kann auf Grund von verschiedenen Expertenbegriffen vorgenommen werden: dem voluntaristischen, dem konstruktivistischen und dem wissenssoziologischen Expertenbegriff (Bogner & Littig, 2002). In dieser Forschungsarbeit erfolgt die Auswahl der Experten über die wissenssoziologische Definition. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Experte über ein Sonderwissen verfügt, das komplex integrierte Wissensbestände umfasst, das auf die Ausübung seines Berufs bezogen ist (Bogner & Littig, 2002). Bei der Wahl der Experten ist ebenso darauf zu achten, dass sie das zu untersuchende Feld möglichst breit abdecken. Bezogen auf diese Forschungsarbeit bedeutet dies, dass die Experten in möglichst verschiedenen Organisationsformen arbeiten.

- Das Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau ist durch den Leiter Elektrotechnik Verkehrsmanagement vertreten. Der Kanton Aargau zeichnet sich dadurch aus, dass er ein eigenes, nur für die Kantonsstrassen und -tunnels zuständiges UeLS aufbaut.
- Das Amt für Betrieb Nationalstrassen wird vom Leiter der Leittechnik der Gebietseinheit XI repräsentiert. In dieser Organisation werden nur nationale Objekte mit dem UeLS überwacht.
- Das Departement für Verkehr, Bau und Umwelt des Kantons Wallis ist mit dem verantwortlichen Elektromechaniker beteiligt. Das Departement ist dadurch gekennzeichnet, dass nationale und kantonale Objekte mit einem einzigen UeLS überwacht werden.
- Das Tiefbauamt des Kantons Zürich ist durch einen Senior Consultant des Tiefbauamts Kanton Zürich repräsentiert. Der Kanton Zürich sowie die Städte Winterthur und Zürich sind Teile der Trägerschaft der Organisation Regionale Leitzentrale Verkehrsraum Zürich (RL-VRZ). Diese Organisation nimmt im Auftrag des Bundes alle Aufgaben des regionalen Verkehrsmanagements und der Objektüberwachung wahr.

Neben den Organisationen, die ein Tunnel-Prozessleitsystem benutzen, soll mittels eines Leitsystemanbieters von Tunnel-Prozessleitsystemen eine zusätzliche Meinung eingeholt werden. Diese Funktion wird durch den Direktor des 'System Integration Departement' eines Leitsystemanbieters wahrgenommen.

### 3.3 Auswertung

In dieser Forschungsarbeit werden die Resultate der Datenerhebung (Analyse und Trendprognose) mit Experten diskutiert. Dadurch wird eine breitere Akzeptanz der vorgeschlagenen Harmonisierungen erwartet. Die Diskussion soll als Experteninterview in Form einer Gruppendiskussion durchgeführt werden. Die Methode besteht aus den beiden Teilen Experteninterview und Gruppendiskussion.

Beim **Experteninterview** steht nicht die Person, sondern die Eigenschaft als Experte für ein bestimmtes Handlungsfeld im Mittelpunkt. Das Experteninterview gehört zu den wenig strukturierten Befragungen. In der Regel werden solche Befragungen als Leitfadenterviews geführt, da es die Konzentration mehr auf den Status des Sachverständigen in einer bestimmten Funktion legt. Es existieren drei alternative Interviewformen: Das explorative Interview, das systematische Experteninterview und das theoriegenerierende Experteninterview (Flick, 2007). In dieser Forschungsarbeit das systematische Experteninterview verwendet, da Kontextinformationen aus der Praxis zu einem besseren Ver-

ständnis der Resultate führen.

Die **Gruppendiskussion** gehört zu den wenig strukturierten Befragungen. Dabei werden verschiedene Dimensionen und Sichtweisen angesprochen, weil die Teilnehmer einander Stimuli verleihen. Die Gruppendynamik steht hier im Zentrum. Ziel ist nicht, die Informationsgewinnung von einer Person, sondern dass die Diskussion über ein Thema zur Datenquelle wird. Dabei wird unterschieden zwischen natürlichen (auch im Alltag bestehenden) und künstlichen (nur für Forschungszwecke nach bestimmten Kriterien zusammengestellten) Gruppen, sowie auch homogenen und heterogenen Gruppen hinsichtlich des Forschungsthemas (Flick, 2007). Die Expertengruppe in dieser Forschungsarbeit ist eine künstlich, heterogene Gruppe.

Eine Schwachstelle dieser Methode ist, dass es verschiedene Zielsetzungen ihrer Anwendungen und sich widersprechende Verständnisweisen davon gibt, was eine geeignete Gruppe ist. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass die Dynamik der Gruppe klare Formulierungen und klare Zuordnung von Aussagen und somit die Nachvollziehbarkeit der Methode erschwert (Flick, 2007). In der Form, wie diese Forschungsarbeit die Methode verwendet, spielt dies aber keine Rolle, da das Resultat der Diskussion ein Konsens aller Experten ist und der Weg zu diesem Konsens im Hintergrund steht. Die Grenze dieser Methode liegt in der Vergleichbarkeit von mehreren Gruppen. Auf Grund der unterschiedlichen Dynamik von Gruppen ist diese niedrig (Flick, 2007). Das ist für diese Forschungsarbeit nicht von Bedeutung, da nur eine Gruppe von Experten konsultiert wird.

In dieser Forschungsarbeit wurden die beiden Methoden aus zwei Gründen in **Kombination** verwendet. Erstens ist das Experteninterview an sich lediglich eine Komplementärmethode und kann somit nur als Ergänzung zu einer anderen Methode verwendet werden. Zweitens steht durch den Einbezug von mehreren Experten mehr Wissen und Erfahrung als Grundlage zur Verfügung. Durch die Diskussion konnte eine zusätzliche Steigerung der Informationsgewinnung erwartet werden.



## 4 Resultate

In diesem Kapitel werden die Resultate des Fragebogens präsentiert. Kapitel 4.1 widmet sich den Unterschieden zwischen den untersuchten UeLS und den entsprechenden Abschnitten in Kapitel 2.2. Anschliessend (Kapitel 4.2) wird die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen pro Unterscheidungskriterium aufgezeigt.

### 4.1 Analyse

In Kapitel 2.2 wurden neun Unterscheidungskriterien definiert, damit die verschiedenen Tunnel-Prozessleitsysteme miteinander verglichen werden können. Dieser Vergleich steht im Zentrum dieses Kapitels.

#### Bildaufbau

Um die Unterschiede im Bildaufbau zwischen den einzelnen UeLS herauszuarbeiten, wurde dem Interviewpartner das vom ASTRA für die GE VIII eingeführte Schema (Abb. 7), nachfolgend als Ausgangsbild bezeichnet, vorgelegt und nach den Unterschieden zum Bildaufbau seines UeLS gefragt.

Der Bildaufbau im UeLS Aargau ist weitgehend mit dem Ausgangsbild vergleichbar (Abb. 12)

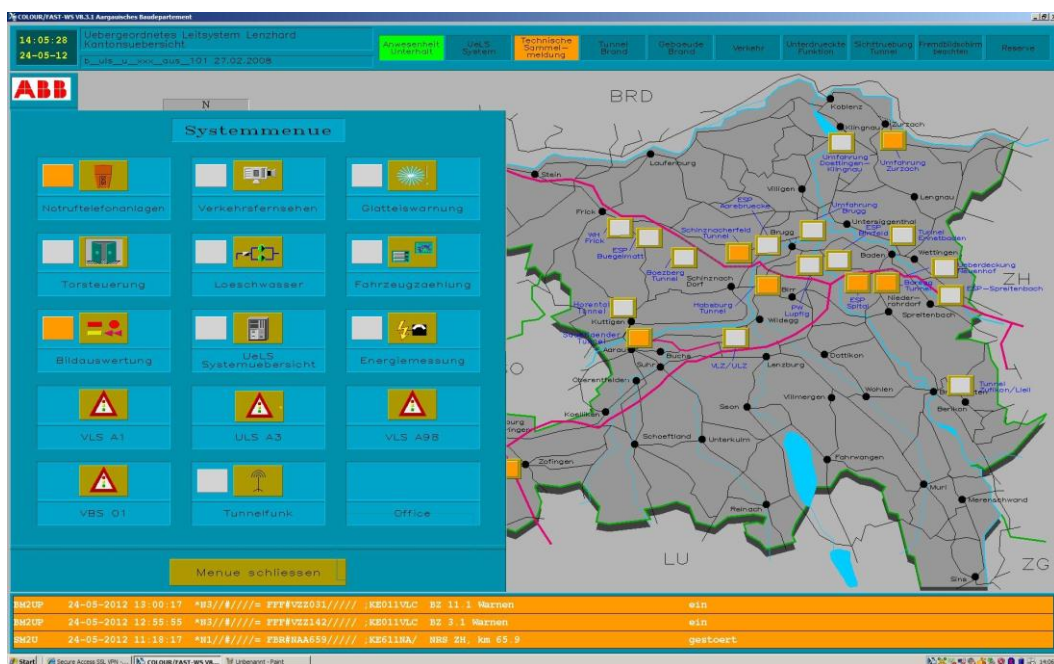


Abb. 12: Bildaufbau Aargau (eigene Darstellung)

Am oberen rechten Bildrand sind Funktionsknöpfe angebracht, mit denen der Operator direkt auf wichtige Funktionen des UeLS zugreifen kann (z.B. Tunnelbrand oder Verkehr). Am linken oberen Bildrand befinden sich die allgemeinen Informationen zur Ebene, in der sich der Operator bewegt, sowie Zeit und Datum. Auf der linken Seite des Bildes ist die thematische Navigation (Systemmenü) untergebracht, mit der der Operator verschiedene Themenbereiche des UeLS direkt ansteuern kann. Der Alarmframe ist am unteren Rand des Bildes zu finden. In der Mitte des Bildes kann der Operator entweder eine Übersicht des gesamten Gebiets oder eines einzelnen Objekts darstellen. Dabei navigiert er nicht thematisch, sondern geographisch.

In einigen Bereichen des Bildaufbaus sind aber Unterschiede zu Abb. 7 festzustellen. Am oberen Rand des Bildes existiert kein allgemeines Bedienfeld. Dieses ist zusammen mit

der thematischen Navigation am linken Bildrand angebracht. Das Funktionsfeld für BSA spezifische Funktionen befindet sich ebenfalls am linken Rand des Bildes. Zudem ist die thematische Navigation nicht wie vorgeschlagen als Baum gegliedert, sondern funktioniert über eine ebenartige Struktur. Vom Systemmenü aus kann der Operator sich in eine Ebene tiefer (z.B. in die Ebene der Notrufanlagen) bewegen. Eine Vorschau wie dies bei einer baumartigen Darstellung der Fall ist, existiert nicht. Ein letzter Unterschied ist im Navigationsframe auszumachen. In diesem Frame gibt es keine Karte, welche bei der Darstellung eines Objekts die geographische Übersicht ermöglicht.

Der schematische Bildaufbau des UeLS Uri (Abb. 13) gleicht nur in wenigen Bereichen dem Ausgangsbild.

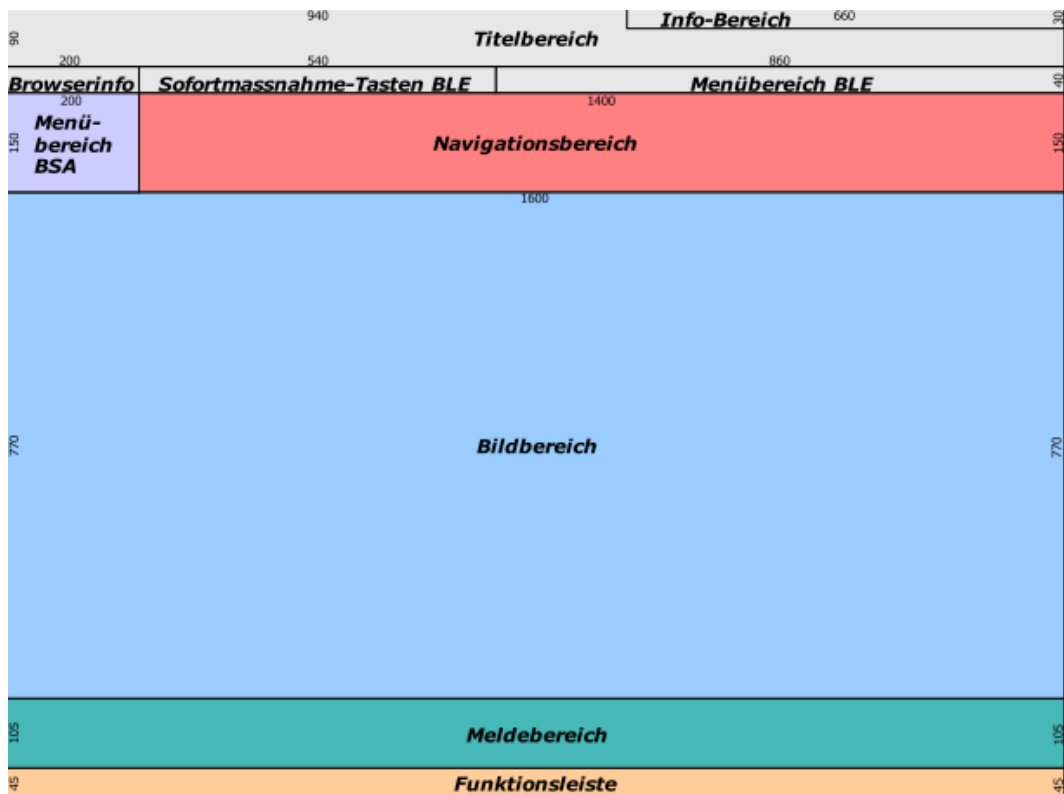


Abb. 13: Bildaufbau Uri (Amt für Betrieb Nationalstrassen, 2010b)

Im Titelbereich werden allgemeine Informationen zur Ebene und den Objekten dargestellt. Er ist somit mit dem allgemeinen Informationsfeld vergleichbar. Der Menübereich BSA vereint das Funktions- und das Bedienfeld. Im Bildbereich in der Mitte kann der Operator entweder eine Übersicht des gesamten Gebietes oder eines einzelnen Objekts darstellen und so geographisch navigieren. Der Meldebereich am unteren Rand des Bildes entspricht dem Alarmframe

Zwischen dem Bild des UeLS Uri und dem Ausgangsbild können einige Unterschiede festgestellt werden. So befindet sich der gesamte Navigationsbereich nicht auf der linken Seite des Bildes, sondern oberhalb des Titelbereichs. Dies führt dazu, dass der Bildaufbau horizontal feiner gegliedert ist. Auch der Info-Bereich, indem Informationen zum Benutzer, seiner Bedienberechtigung (basierend auf der Benutzergruppe<sup>8</sup>) und das Datum sowie die Uhrzeit dargestellt werden, befindet sich nicht am linken Bildrand, sondern in der oberen rechten Ecke. Ein weiterer Unterschied besteht im Fehlen einer Kartensicht. Unterschiedlich ist auch die Funktionsleiste am unteren Bildrand. Mit ihrer Hilfe kann in der Bild-History der BSA navigiert, die Meldebehandlung durchgeführt oder die Meldeliste gefiltert werden (siehe Amt für Betrieb Nationalstrassen, 2010b). Eine solche Funktionsleiste fehlt im Ausgangsbild.

<sup>8</sup> Dieser Begriff wird im UeLS Uri als Synonym für die Prozessbeteiligten verwendet.



Der Bildaufbau im UeLS Wallis (Abb. 14) entspricht in vielen Punkten dem Ausgangsbild.

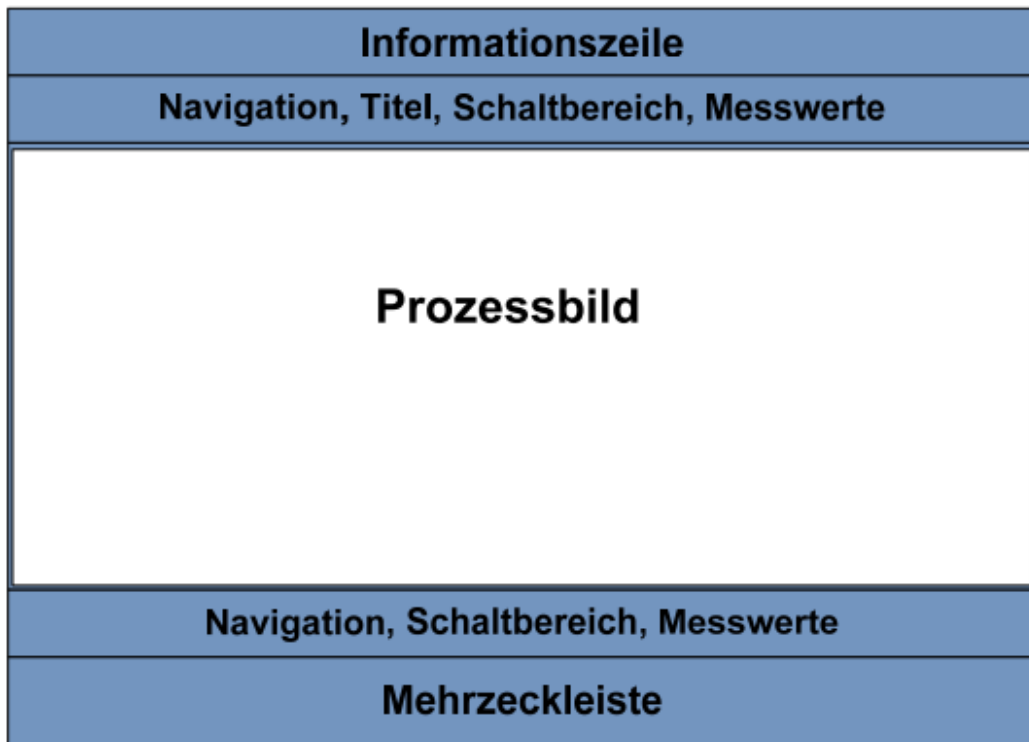


Abb. 14: Bildaufbau Wallis (Amt für Nationalstrassenbau, 2011b)

Die Informationszeile am oberen Rand des Bildes entspricht im Grunde dem Informationsfeld im Menüframe des Ausgangsbilds. Darin werden Informationen zur Ebene, in der sich der Operator befindet, sowie Zeit und Datum dargestellt (siehe Amt für Nationalstrassenbau, 2011a). Das allgemeine Bedienfeld und das Funktionsfeld befinden sich im darunterliegenden Frame. Im Prozessbild kann einerseits die geographische Übersicht oder ein Objekt dargestellt werden und ermöglicht somit die geographische Navigation. In der Mehrzeckleiste am unteren Bildrand werden die Alarme und Warnungen der BSA aufgelistet.

In anderen Bereichen gibt es klar erkennbare Unterschiede. Der auffälligste Unterschied besteht darin, dass die thematische Navigation, nicht am linken Bildrand sondern ober- und unterhalb des Prozessbildes eingebettet ist. Dies führt wie im UeLS Uri zu einer feineren horizontalen Gliederung. Zudem fehlt auch hier die Miniaturkarte für die geographische Übersicht.

Der Bildaufbau in Zürich (Abb. 15) entspricht sehr genau dem Ausgangsbild.

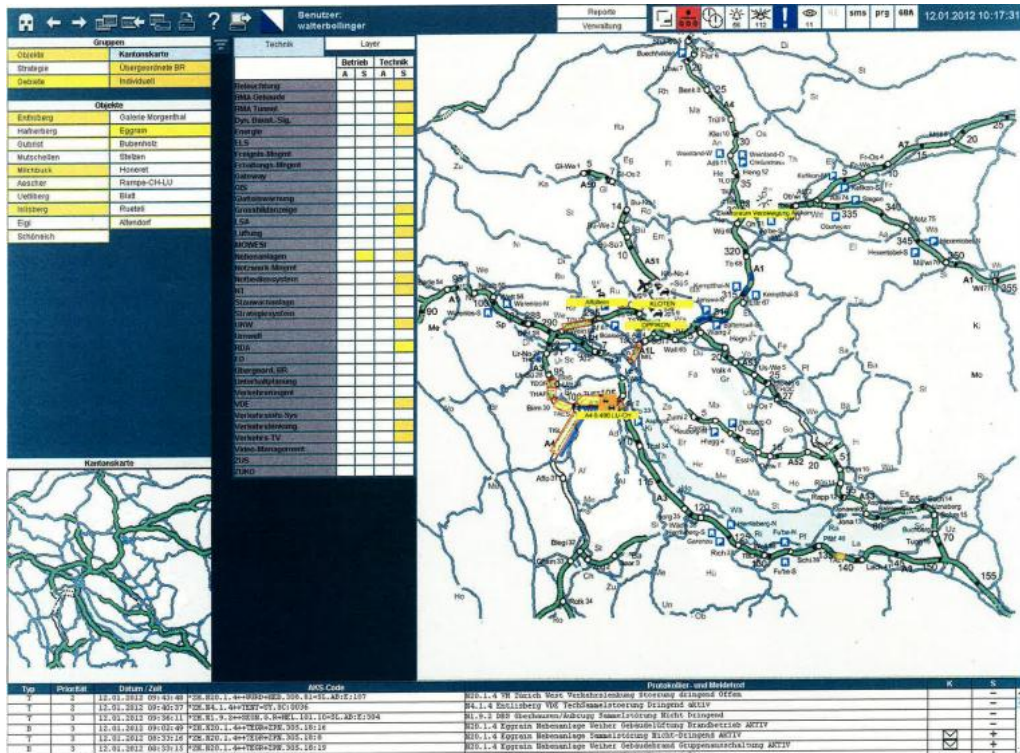


Abb. 15: Bildaufbau Zürich (eigene Darstellung)

Am oberen Bildrand befindet sich der komplette Menüframe mit allen dazugehörigen Feldern. Die Navigation ist am linken Bildrand angesiedelt und enthält neben dem Navigationsbaum auch eine Miniaturkarte. Am unteren Bildrand befindet sich die Alarmliste. In der Bildmitte kann der Operator die geographische Übersicht oder ein Objekt und die dazugehörigen Anlagen und Teilanlagen darstellen.

### Prozessbeteiligte

Auf Grund der unterschiedlichen Organisationsformen, weichen die untersuchten UeLS teilweise von den in Kapitel 2.2 beschriebenen Prozessbeteiligten und ihren Aufgaben ab.

Die Verkehrspolizei existiert in allen untersuchten UeLS und übernimmt grundsätzlich die in Kapitel 2.2 beschriebenen Funktionen. Der gleiche Fall gilt für den Unterhalts- und Betriebsdienst. Auch dieser Prozessbeteiligte existiert in allen UeLS und entspricht jeweils dem Beschrieb. Eine leichte Abweichung der Aufgaben ist in Zürich festzustellen. Hier übernimmt das Betriebsmanagement der GE VII (früher Elektrodienst) die Überwachung sowie den Unterhalt und die Wartung des UeLS (siehe Baudirektion Kanton Zürich, 2004). Im Gegensatz zur Verkehrspolizei und dem Unterhalt- und Betriebsdienst ist der Verkehrsmanager in keinem UeLS als eigenständige Funktion vorgesehen. Die ihm zugeschriebenen Aufgaben sind jeweils in den Aufgabenbereich der Verkehrspolizei integriert. Auch der Systemlieferant ist in keinem der UeLS als fester Prozessbeteiligter vorgesehen. Im UeLS Wallis und Zürich kann er allerdings mittels eines begrenzten Zugriffs auf dem UeLS arbeiten, wobei in Zürich der Systemlieferant nur für die Software-Updates des Systems verantwortlich ist. Die Überwachung und den Unterhalt des UeLS übernimmt das interne Betriebsmanagement.

In zwei UeLS sind allerdings Unterschiede zwischen den Aufgaben in der Theorie und der Umsetzung in der Praxis festzustellen. Im UeLS Uri sind die Aufgaben in hohem Grad miteinander verflochten. Obwohl die Aufgabenbereiche in der Theorie klar geregelt sind,

strebt man in der Praxis eine möglichst hohe Flexibilität an. Die Verkehrspolizei muss jederzeit Aufgaben des Unterhalts- und Betriebsdienstes übernehmen können und umgekehrt (siehe Amt für Betrieb Nationalstrassen, 2012). Im UeLS Wallis werden grundsätzlich alle Meldungsarten an die Verkehrspolizei geschickt. Bei grösseren Störungen soll diese den Unterhalt- und Betriebsdienst aufbieten. In der Praxis funktioniert dies aber nicht immer wie in der Theorie vorgesehen. Insbesondere im Ereignisfall wird den technischen Meldungen eine geringere Priorität zugemessen. Dies hat zur Folge, dass der Unterhalt- und Betriebsdienst nicht wie vorgesehen informiert wird, dieser die Alarme erst am nächsten Morgen sieht und erst dann reagieren kann. In den anderen untersuchten UeLS entsprechen die theoretischen Aufgaben auch der Praxis.

### Benutzersicht

Auf Grund der engen Verknüpfung mit den Prozessbeteiligten, weichen auch die Benutzersichten der untersuchten UeLS vom Beschrieb ab. Weitere Differenzen können auch bei der Umsetzung der Führungsverantwortung festgestellt werden.

Im UeLS Aargau gibt es im Grunde zwei unterschiedliche Benutzersichten für die beiden Hauptnutzer des Systems: Die Interventionssicht für die Verkehrspolizei und die Unterhaltssicht für den Unterhalt- und Betriebsdienst. Die Differenzen zwischen diesen beiden Sichten sind aber klein. Die Interventionssicht ermöglicht auf Grund der Verkehrsmanagementaufgaben einen Zugriff auf die Verkehrskameras. Ansonsten gibt es weder in den Darstellungen noch bei den Schaltrechten Unterschiede zwischen diesen beiden Benutzersichten. Eine Ausnahme bildet das Schalten von nationalen Objekten: Dies kann nur von der VLZ aus gemacht werden und ist somit ortsgebunden. Kantonale Objekte hingegen können von allen Prozessbeteiligten und unabhängig vom Ort geschaltet werden. Im UeLS Uri gibt es nur auf der Übersichtsebene des UeLS zwei verschiedene Benutzersichten: eine Verkehrssicht und eine Betriebssicht (siehe Amt für Betrieb Nationalstrassen, 2010a). In der Verkehrssicht sieht der Operator alle Anlagen, mit denen man den Verkehr beeinflussen kann oder die von den Verkehrsteilnehmern benutzt werden können (z.B. Notruftelefon, Ausgänge). In der Unterhaltssicht sind die technischen BSA abgebildet (z.B. Lüftung, Licht). Sobald der Operator ein Objekt oder ein Anlage auswählt, gibt es jedoch keine Unterschiede zwischen diesen beiden Benutzersichten mehr. Operatoren, welche in der VLZ sitzen, können somit unabhängig von ihrer Benutzersicht alles schalten. Im UeLS Wallis existiert nur eine gemeinsame Benutzersicht für die Verkehrspolizei sowie den Unterhalts- und Betriebsdienst. In einem solchen Fall gibt es natürlich auch keine unterschiedlichen Schaltrechte. Im UeLS Zürich gibt es mehrere verschiedene Benutzersichten, die über die Benutzergruppe direkt mit den Schaltrechten und einem Meldungsfilter verknüpft sind.

In allen untersuchten UeLS ist die Sicht des Verkehrsmanagers in die Sicht der Verkehrspolizei integriert und hat somit keine eigenen Darstellungen oder Schaltrechte. Im UeLS Aargau wird in Zukunft möglicherweise für die Verkehrsmanager in der VMZ-CH in Emmen eine Informationssicht eingerichtet, mit der aber keine Schaltungen vorgenommen werden können. In keinem der untersuchten UeLS ist für den Systemlieferanten eine separate Benutzersicht vorgesehen, denn dieser muss bei Arbeiten am UeLS grundsätzlich nur den Teil des UeLS sehen, für den er verantwortlich ist.

Die Zuteilung der Führungsverantwortung (Prozesseigner und Informationsempfänger) ist sehr unterschiedlich geregelt. Im UeLS Aargau geschieht die Zuteilung der Führungsverantwortung auf der Datenpunktebene. Auf dieser Ebene wird die Führungsverantwortung einer der beiden Prozessbeteiligten (Verkehrspolizei sowie Unterhalt- und Betriebsdienst) zugeordnet. Auf dem UeLS gibt es keine verfeinerte Führungs- oder Schaltverantwortung. Die Absprache, welcher Operator die Führung übernimmt, erfolgt direkt in der Zentrale. Im UeLS Uri kann nur ein Operator, der für eine Anlage verantwortlich ist, auch eine Meldung quittieren. Basierend auf der Zuteilung der Datenpunkte ist die Führungsverantwortung somit fix auf die Prozessbeteiligten in der VLZ verteilt. Allerdings sind keine Schaltrechte mit der Führungsverantwortung verknüpft, wodurch ein Operator auch einen Befehl auslösen kann, ohne die Führungsverantwortung zu haben. Im UeLS im Wallis ist dies nicht möglich. Bei diesem UeLS wird die vorgesehene Unterteilung umgesetzt. Ein Operator kann eine Anlage nur schalten, wenn er die Führungsverantwortung innehat.

Damit die Flexibilität erhalten bleibt, kann die Führungsverantwortung jederzeit abgegeben werden. Auch im UeLS Zürich hat sich diese Praktik durchgesetzt. Nur wer die Führung hat, kann auch Anlagen schalten.

Der Leitsystemanbieter sieht eine Möglichkeit der Verbesserung bei geographisch eingegrenzten Zugriffsrechten. Es gilt dabei der Grundsatz, dass mit dem Quittieren einer Meldung auch die Führungsverantwortung für diese übernommen wird. Weil die Prozessbeteiligten Alarme, die sie nicht betreffen auch nicht sehen, braucht es die beschriebene Unterscheidung zwischen Prozesseigner und Informationsempfänger nicht.

### **Bedienort**

Im Grundsatz sind die beschriebenen Bedienorte in allen untersuchten UeLS vorhanden. Ebenfalls ist in allen UeLS die VMZ in die VLZ eingegliedert. Dies hat damit zu tun, dass die Verkehrsmanagementaufgaben durch die Verkehrspolizei wahrgenommen werden. Mehrheitlich wird auch die Meinung vertreten, dass die Bedienorte auf Grund der fortschreitenden Technologisierung und des Einzugs der Browser-basierten Bildübertragung eine immer kleinere Rolle spielen werde. Dies lässt sich auch daran erkennen, dass bereits heute die Mehrheit der UeLS keine Befehlshierarchie zwischen den Bedienorten mehr kennt. Eine Ausnahme bildet dabei aber immer die Lokalsteuerung. Wird die Lokalsteuerung vor Ort aktiviert, wird die Anlage vom UeLS abgekoppelt und kann von der Zentrale aus nicht mehr gesteuert werden. Dieser Modus dient der Sicherheit der Arbeiter, welche eine Anlage in einem Tunnel warten.

Das UeLS Aargau kennt keine Befehlshierarchie zwischen den verschiedenen Bedienorten. Natürlich gibt es in ihrem UeLS nach wie vor die Möglichkeit, die Bedienung vor Ort abzukoppeln (Wartungsmodus). Im UeLS Uri sind alle drei Zentralen (VLZ, ULZ, VMZ) am selben Standort untergebracht, wodurch die Befehlshierarchie nicht nur durch Technik sondern auch durch die geographische Zusammenlegung der verschiedenen Zentralen keine Rolle mehr spielt. Der Zustand der Anlage ist dann zwar durch das UeLS noch einsehbar, kann dann aber nicht mehr beeinflusst werden. Bei nationalen Objekten hingegen spielt der Bedienort eine Rolle, denn diese können nur von der VLZ aus gesteuert werden. Eine Besonderheit des UeLS Uri ist die Unterscheidung zwischen Betriebsart (Normalbetrieb, Testbetrieb), Bedienart (BLE, BSA, Lokal, Revision und ungültig) und Steuerungsart (Automatik, Programm, Manuell) (siehe Amt für Betrieb Nationalstrassen, 2010b). Auf diese Unterscheidung wird nicht weiter eingegangen, da sie eine UeLS-spezifische Besonderheit darstellt und nicht für eine Harmonisierung geeignet ist. Gleich wie im UeLS Uri ist auch im UeLS Wallis die ULZ und die VMZ in die VLZ eingegliedert, wodurch das UeLS nur die drei Bedienorte VLZ, vor Ort und Remote-Zugriff beinhaltet. Eine Befehlshierarchie zwischen diesen Bedienorten existiert nicht. Ähnlich wie in den UeLS Aargau und Uri unterscheidet man auch im UeLS Wallis zwischen den Betriebsarten Fern, Lokal und Wartung (siehe Amt für Nationalstrassenbau, 2011b). Das UeLS in Zürich ist das einzige System, welches eine Befehlshierarchie zwischen den Bedienorten kennt. Die Befehlshierarchie zwischen den Bedienorten sieht folgendermassen aus: 1. ULZ, 2. VLZ, 3. Remote, vor Ort. Aus diesem Grund beurteilt Zürich auch die Bedeutung der Bedienorte nicht als abnehmend, sondern als wichtig und gleichbleibend.

### **Meldungsart**

Die Meldungsarten der untersuchten UeLS entsprechen mehrheitlich dem skizzierten Schema der Meldungsarten (Abb. 8). In den Interviews konnten aber auch bei diesem Unterscheidungskriterium verschiedene Differenzen festgestellt werden.

Im UeLS Aargau kann jede der Anlagen sowohl Betriebs- als auch Störungsmeldungen absetzen. Jeder Meldung wird einer dieser beiden Meldungsarten zugeordnet und mit einem zuständigen Prozessteilnehmer sowie einer Prioritätsstufe versehen. Das UeLS Uri ist wie das UeLS Aargau genau nach dem Schema organisiert. Ein Unterschied besteht lediglich in der Nomenklatur: Die Betriebsmeldung wird als Verkehrsmeldung und die Störungsmeldung als Betriebsmeldung bezeichnet (siehe Amt für Betrieb Nationalstrassen, 2010). Auch im UeLS Wallis kann keine Abweichung zum aufgezeigten Schema festgestellt werden (siehe Amt für Betrieb Nationalstrassen 2010b). Beim UeLS Zürich gibt es ebenfalls Betriebs- und Störungsmeldungen.

Beim Absetzen von Befehlen können keine Unterschiede festgestellt werden. Im Grundsatz entsprechen alle UeLS dem Schema. Keines der UeLS versteht Befehle mit einer Prioritätsstufe und alle Systeme beinhalten manuelle und automatische Befehle (Reflexe). Das UeLS Zürich hat mit den halbautomatischen Befehlen eine zusätzliche Kategorie bei den Befehlen eingeführt. Diese wird für das Schalten von Verkehrsmanagementplänen benutzt.

Die Zuteilung der Meldungen an die Prozessteilnehmer erfolgt in allen UeLS auf unterschiedliche Weise. Im UeLS Aargau werden für jeden Datenpunkt, der an das UeLS übertragen wird, eine Prioritätsstufe und ein zuständiger Prozessteilnehmer bestimmt. Dies ist jeweils die Polizei, der Unterhalts- und Betriebsdienst oder die Kombination der beiden. Im UeLS Uri geschieht die Zuteilung der Meldung auf ähnliche Weise. Die Meldungen werden mit einer Prioritätsstufe und Führungsverantwortung verknüpft und so einer der beiden Gruppen zugeteilt (verkehrliche Meldungen gingen an die Verkehrspolizei, betriebliche Meldungen an den Unterhalts- und Betriebsdienst). Auch hier geschieht diese Zuteilung auf dem Niveau der Anlagen (siehe Amt für Betrieb Nationalstrassen 2010b). Das UeLS Wallis bildet in diesem Punkt eine Ausnahme. Obwohl die Unterscheidung zwischen Betriebs- und Störungsmeldung existiert, werden alle Meldungen an die Verkehrspolizei geschickt, welche diese dann, wenn für nötig angesehen, an den Unterhalts- und Betriebsdienst weiterleiten. Im UeLS Zürich wird die Zuteilung direkt auf dem Datenpunkt definiert. Beide Meldungsarten können in Alarm, Störfall, Warnung und Informationen unterteilt werden.

### Übertragungsart

Die untersuchten UeLS verwenden die verschiedensten Technologien für ihre Systemumgebungen. Die verwendeten Technologien orientieren grundsätzlich an den Bedürfnissen der Organisation und dem Angebot der Lieferanten. Dabei unterscheiden sie sich nicht nur in Bezug auf das verwendete SCADA-Produkt, sondern auch in Bezug auf den Einsatz von Browsern (Abb. 16).

	SCADA-Produkt	Browser
Aargau	Fast/Tools	Unix-System
Uri	WINCC / PVSS	Internet Explorer
Wallis	Eigenentwicklung	Nicht vorhanden
Zürich	Eigenentwicklung	Internet Explorer

Abb. 16: Technologien der Systemumgebungen

Die Tatsache, dass nicht in allen UeLS Browser eingesetzt werden, ist ein massgeblicher Unterschied zwischen den untersuchten UeLS. Das UeLS Aargau und Wallis besitzen keine Möglichkeit via Browser auf die BSA zuzugreifen. Das UeLS Uri und Zürich arbeiten mit dem Standard Explorer von Windows.

### Prioritätsstufen

Bei den Prioritätsstufen unterscheidet sich nur das UeLS Zürich von der vorgesehenen Anzahl der Prioritätsstufen (Abb.17). Im Unterschied zu allen anderen UeLS verwendet Zürich vier anstatt drei Prioritätsstufen (Alarm, Störfall, Warnung und Informationen). Die UeLS im Aargau, Uri, Wallis und Zürich haben die Prioritätsstufen so definiert, dass die Häufigkeit der Prioritätsstufen 1 sehr niedrig ist und die Zahl der Meldungen dann kontinuierlich ansteigt. Demzufolge ist die Häufigkeit der untersten Prioritätsstufe (3 oder 4) am höchsten.

Der Leitsystemanbieter geht einen anderen Weg und hat die häufigsten Meldungen mit Prioritätsstufe 2. Mit dieser Lösung wird sichergestellt, dass den Meldungen eine höhere Beachtung geschenkt wird und sie so schneller abgearbeitet werden. Denn bei allen

UeLS kann eine Tendenz festgestellt werden, dass Meldungen mit der Prioritätsstufe 3 nur wenig beachtet und dadurch länger nicht bearbeitet werden. Zusätzlich beinhaltet die Lösung des Leitsystemanbieters ebenfalls eine vierte Stufe, welche allerdings nicht in der Alarmliste dargestellt wird, sondern nur statistischen Zwecken dient.

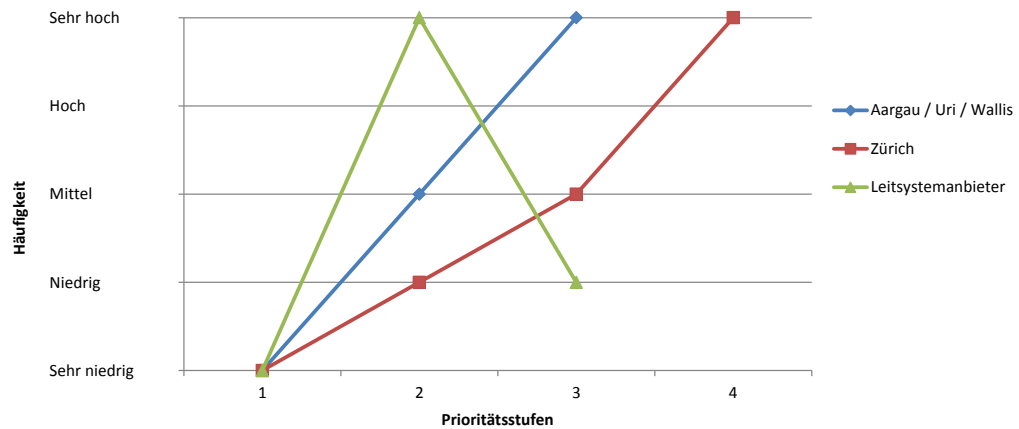


Abb. 17: Häufigkeitsverteilung der Prioritätsstufen

Bei der Definition der Prioritätsstufen weichen die untersuchten UeLS teilweise von der vorgeschlagenen Definition ab. Im UeLS Aargau gibt es drei Prioritätsstufen, die für Betriebsmeldungen und Störungsmeldungen unterschiedlich definiert sind und jeweils genau festlegen, welcher Prozessteilnehmer informiert wird und wie lange die Reaktionszeit (Abb. 18) ist (siehe ASTRA, 2011b). Je nachdem, welche Anlage betroffen ist, wird neben der Verkehrspolizei aber auch der Unterhalts- und Betriebsdienst informiert. Die Prioritätsstufe 2 gibt es für beide Meldungsarten. In Abhängigkeit der betroffenen Anlage werden die Verkehrspolizei, der Unterhalts- und Betriebsdienst oder beide Prozessteilnehmer benachrichtigt. Die dritte Prioritätsstufe wird lediglich für die Protokollierung von automatischen Schaltungen und der Rückkehr eines Datenpunktes zum Normalzustand verwendet. Meldungen dieser Prioritätsstufe werden nur bei Interesse an die Prozessteilnehmer geschickt. Im UeLS Uri entsprechen die definierten Prioritätsstufen dem Beschrieb in dieser Forschungsarbeit. Die Definitionen der drei Prioritätsstufen im UeLS Wallis entsprechen im Grundsatz ebenfalls den Definitionen in dieser Forschungsarbeit (siehe Amt für Nationalstrassenbau, 2011b). Der Leitsystemanbieter geht hier einen anderen Weg. Im Normalfall ist die Prioritätsstufe 1 für Betriebsmeldungen vorgesehen, während die Prioritätsstufe 2 hauptsächlich für Störungsmeldungen verwendet wird. Die dritte Prioritätsstufe kann nach Wünschen des Kunden definiert werden. Alle Definitionen sind auf der Ebene der Anlagen verankert und können jederzeit abgeändert werden. Im UeLS werden die ersten drei Prioritätsstufen angezeigt. Für statistische Zwecke gibt es zusätzlich eine vierte Stufe, die aber nicht in der Alarmliste angezeigt wird.

Die zusätzliche Definition von klaren Reaktionszeiten (Abb. 18) soll verhindern, dass eine Meldung über einen längeren Zeitraum nicht bearbeitet wird. Das UeLS in Zürich weicht auch hier vom Schema ab. Zürich stuft jede Anlage als A, B oder C ein und definiert darüber die Prioritätsstufe einer Meldung. Sendet eine Anlage der Stufe A eine Meldung, so wird sie mit einer Prioritätsstufe 1 versehen. Mit dieser Lösung muss nicht jeder einzelne Datenpunkt definiert werden. Die zusätzliche vierte Prioritätsstufe (neben Alarm, Störfall und Warnung) betrifft Informationen, welche für statistische Zwecke verwendet werden (siehe Baudirektion Kanton Zürich, 2004).



	Meldungsart	Prioritätsstufe 1	Prioritätsstufe 2	Prioritätsstufe 3
Aargau	Betriebsmeldung	1 h	1 d	-
	Störungsmeldung	1 h	1 d	-
Uri	Betriebsmeldung	-	-	-
	Störungsmeldung	-	-	-
Wallis	Betriebsmeldung	30 min	2-3 h	3-4 d
	Störungsmeldung	30 min	2-3 h	3-4 d
Zürich	Betriebsmeldung	-	-	-
	Störungsmeldung			

Abb. 18: Reaktionszeiten pro Prioritätsstufe

### Transaktionsablauf

Im Grundsatz existieren bei allen untersuchten UeLS Transaktionsabläufe. Allerdings weichen diese teilweise stark vom vorgeschlagenen Schema (Abb. 9) ab. Im UeLS Aargau wird nur der Empfang einer Meldung quittiert. Eine Quittierung der bearbeiteten Meldung kennt das UeLS nicht. Ist die Meldung bearbeitet und erledigt, wird das nicht quittiert. Die Rückmeldung von ausgeführten Befehlen ist technisch zwar möglich, wird aber nur selten angewendet, da die Änderung des Ist-Zustands im UeLS vom Operator eingesehen werden kann (siehe ASTRA, 2011a / Departement Bau, Verkehr und Umwelt Abteilung Tiefbau, 1994).

Im UeLS Uri ist nur das Quittieren von empfangenen Meldungen bekannt. Alle anderen Arten von Quittierungsvorgängen gibt es nicht. Das UeLS teilt Meldungen in vier unterschiedliche Kategorien ein. Eine Meldung kommt im UeLS an und wird dann entweder quittiert oder bleibt unquittiert. Wenn die Meldung nicht quittiert wird, so blinkt sie in der Alarmliste, bis sie von einem Operator quittiert wird. Wenn eine quittierte Meldung als erledigt angesehen wird, so verschwindet die Meldung automatisch aus der Alarmliste. Verschwindet eine Meldung unquittiert (z.B. das kurzzeitige Überschreiten eines Schwellwertes) so blinkt die Meldung in der Alarmliste weiterhin, allerdings in einer anderen Farbe. Das Überwachen von Befehlen kennt das UeLS Uri nicht.

Die Transaktionsabläufe im UeLS Wallis entsprechen dem beschriebenen Schema (Abb. 9). Zusätzlich kann bei neueren Anlagen in diesem UeLS die Ausführung von Befehlen mittels einer Sanduhr überwacht werden. Dies ist vor allem bei Ausführungen wichtig, die mehrere Minuten dauern (z.B. das Öffnen von Brandklappen).

Wie alle anderen UeLS kennt auch das UeLS Zürich Transaktionsabläufe (siehe Baudirektion Kanton Zürich, 2006). Diese entsprechen sehr genau dem Schema in dieser Forschungsarbeit. Als einziges UeLS kennt Zürich ein Ticketing-System (siehe Baudirektion Kanton Zürich, 2006). Dieses soll dabei helfen, die Meldungen mit geringerer Priorität als 1 aufzunehmen und unter den Operatoren aufzuteilen. So hat man die Möglichkeit den Bearbeitungsprozess zu protokollieren und einfacher übergeben zu können. Allerdings werden die Meldungen nicht automatisch aus der Alarmliste in das Ticketing-System übernommen, sondern müssen manuell umgeteilt werden.

### Reflexmatrix

Während die Einbindung der Reflexe der Klasse 1 zwingend direkt zwischen den BSA ablaufen muss, können Reflexe der Klasse 2 auch über das UeLS und somit ein Netzwerk ablaufen. Die untersuchten UeLS binden ihre Reflexe unterschiedlich ein (Abb. 19).

	Art der Einbindung
Aargau	Via UeLS
Uri	Zwischen den BSA
Wallis	Zwischen den BSA
Zürich	Via UeLS

Abb. 19: Einbindung der Reflexe Klasse 2

Die Einbindung der Reflexe der Klasse 2 geschieht bei allen untersuchten UeLS entweder via das UeLS (Aargau, Zürich) oder über zwischen den Kopfrechnern der BSA (Uri, Wallis).

## 4.2 Notwendigkeit einer Harmonisierung

Bei jedem Unterscheidungskriterium wurde der Interviewpartner abschliessend danach gefragt, wie er die Notwendigkeit einer Harmonisierung einschätzt (Abb. 20). Die Beurteilung der Notwendigkeit dient zwei verschiedenen Zielen. Erstens soll damit eine Vorauswahl für die Trendprognose getroffen werden. Eine allgemein tiefe Bewertung der Notwendigkeit bei einem Kriterium würde eine Trendprognose auf Grund des fehlenden Bedürfnisses einer Harmonisierung überflüssig machen. Zweitens sollen damit Unterschiede in der Notwendigkeit festgestellt werden, die später im Vorschlag für eine Harmonisierung (Kapitel 6.1) berücksichtigt werden.

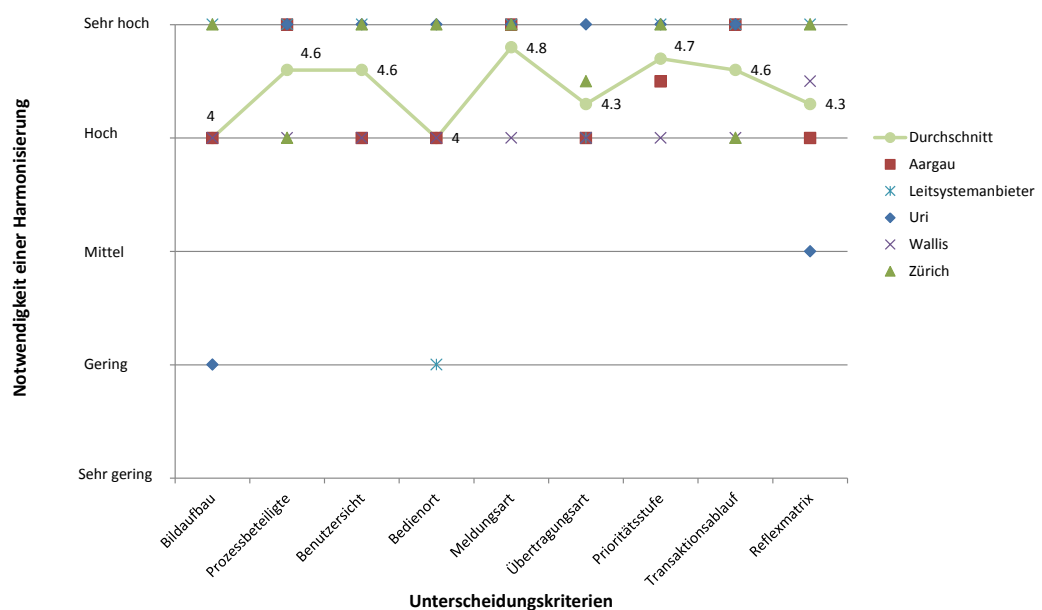


Abb. 20: Notwendigkeit einer Harmonisierung

Die Notwendigkeit einer Harmonisierung liegt im Durchschnitt bei allen Unterscheidungskriterien zwischen hoch und sehr hoch. Bei keinem Unterscheidungskriterium sahen die Interviewpartner im Durchschnitt eine mittlere oder geringe Notwendigkeit für eine Harmonisierung. Diese Bewertung ist eine Bestätigung der im Workshop ausgewählten Kriterien und ein Indiz dafür, dass alle Kriterien für eine Harmonisierung geeignet sind und in der Trendprognose beachtet werden müssen.

Bei der näheren Betrachtung der einzelnen Kriterien fallen jedoch zwei Ausreisser auf: Die Beurteilung des Kriteriums Bildaufbau durch das Amt für Betrieb Nationalstrassen (Kanton Uri) und die Beurteilung des Bedienorts durch den Leitsystemanbieter. Die Not-



wendigkeit einer Harmonisierung des Bildaufbaus liegt im Durchschnitt bei hoch. Uri begründet seine Antwort damit, dass als erstes der Bildaufbau innerhalb eines UeLS vereinheitlicht werden müsse bevor einen Abgleich aller UeLS in Frage käme. Der Durchschnitt der Einschätzung der Notwendigkeit einer Harmonisierung des Bedienortes liegt bei hoch. Der Leitsystemanbieter sieht bei diesem Unterscheidungskriterium nur eine geringe Notwendigkeit für eine Harmonisierung. Er vertritt die Ansicht, dass der Bedienort mit der zunehmenden Technologisierung an Bedeutung verlieren werde und somit nicht harmonisiert werden muss. Auch wenn die anderen Interviewpartner diese Einschätzung nicht teilen, sollte diese Abweichung in der Trendprognose beachtet werden.

Trotz einer allgemein hohen bis sehr hohen Beurteilung der Notwendigkeit einer Harmonisierung, sind zwischen den einzelnen Kriterien Unterschiede zu erkennen. Besonders notwendig ist eine Harmonisierung bei den Kriterien Meldungsart, Prioritätsstufe, Prozessbeteiligte, Benutzersicht und Transaktionsablauf (sortiert nach absteigendem Durchschnitt). Daraus kann nicht geschlossen werden, dass die anderen Kriterien nicht harmonisiert werden müssen. Die Unterschiede in der Notwendigkeit einer Harmonisierung sind lediglich ein Indiz für erhöhten Handlungsbedarf bei einigen Kriterien, der beim Vorschlag für die Harmonisierung (Kapitel 6.1) miteinbezogen werden muss



## 5 Diskussion

Auf Grund der Antworten zum Verbesserungspotential und der Diskussionen im Workshop, wird in hier die Trendprognose vorgenommen. Dabei wird pro Unterscheidungskriterium aufgezeigt, welche Harmonisierungslösungen in Frage kommen und was diese Lösungen beinhalten. Anschliessend an die Trendprognose werden Unterscheidungskriterien auf ihre Realisierungschancen hin geprüft und anschliessend mit ihrer Harmonisierungsnotwendigkeit in Zusammenhang gebracht. Aus der Kombination dieser beiden Werte werden dann die Unterscheidungskriterien mit der höchsten Notwendigkeit und den besten Realisierungschancen abgeleitet (Kapitel 5.2).

### 5.1 Trendprognose

In den Kapiteln 4.1 und 4.2 wurde aufgezeigt, dass bei allen Unterscheidungskriterien Differenzen zwischen den untersuchten UeLS bestehen und, dass bei allen Kriterien eine hohe bis sehr hohe Notwendigkeit für eine Harmonisierung gesehen wird. Aus diesem Grund wird bei allen Kriterien eine Trendprognose durchgeführt, die auf den Antworten zum Verbesserungspotential des Fragebogens und der Diskussionen im Workshop basiert. Bei jedem Unterscheidungskriterium wird aufgezeigt, welche Massnahmen im Rahmen einer Harmonisierung ergriffen werden sollen und welche Auswirkungen zu erwarten sind.

#### Bildaufbau

In den vorangehenden Kapiteln (4.1 und 4.2) wurde deutlich gemacht, dass zwischen den untersuchten Systemen Differenzen im Bildaufbau bestehen und dass die Interviewpartner im Durchschnitt eine hohe Notwendigkeit für eine Harmonisierung sehen. Eine Harmonisierung des Bildaufbaus soll sich aber nicht auf die graphische Aufteilung der vorhandenen Fläche beziehen. Im Workshop mit den Interviewpartnern haben sich drei Punkte hervorgetan, bei denen eine Harmonisierung sinnvoll erscheint:

- Erstellen einer Normierung der verwendeten Graphiken
- Verringern der Abhängigkeit von den Lieferanten
- Einführung verschiedener Navigationsarten

Die **Normierung der Graphiken** ist ein zentraler Punkt bei einer Harmonisierung des Bildaufbaus. Das Fehlen einer nationalen Norm für die graphischen Darstellungen stellt den Kunden wie auch den Lieferanten vor aufwändige Prozesse. Auf Grund der Etappenbauweise der Infrastruktur und der langen Lebensdauer von Tunnelobjekten und deren BSA, sind die verschiedensten Software-Technologien für die BSA-Graphiken verwendet worden. Die grösste Hürde für die Eingliederung dieser Bilder in ein UeLS sind die unterschiedlichen Graphiken. Je nach Eigenschaften und Ausprägung der Graphiken ist eine Integration nur schwer möglich oder sogar unmöglich. Dies führt dazu, dass viele Graphiken im UeLS neu erstellt werden müssen. Der Kunde und der Lieferant müssen in enger und aufwändiger Zusammenarbeit diese Graphiken erstellen und integrieren. Oft gehen dabei die Vorstellungen weit auseinander. Eine nationale Norm kann diese Differenzen abschwächen. Der Kunde braucht dem Lieferanten weniger Vorschriften zu machen, wie die Graphiken auszusehen haben. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, ein System einheitlich zu gestalten. Der Lieferant seinerseits kann sich an die Norm halten und hat somit die Möglichkeit, eine einmal erstellte Graphik an die Gegebenheiten eines neuen Objekts anzupassen und sie so mehrmals zu verwenden.

Durch eine Normierung der Graphiken wird gleichzeitig die **Abhängigkeit von den Lieferanten verringert**. Bis anhin konnte der Lieferant meist nur sein System betreuen, da oft nur er die Besonderheiten und Spezifikationen kannte. Der Kunde hat im Grunde keine andere Wahl als sich bei Updates oder Erweiterungen an ihn zu wenden. Ein Wechsel des Lieferanten ist oft auch mit dem Verlust des Know-Hows verbunden und ein Wiederaufbau dieses Know-Hows ist meist sehr kostenintensiv. Eine Normierung verringert diese Abhängigkeit, da ein anderer Lieferant dieselbe Grundlage für ein System besitzt und

dieses somit auch betreuen kann.

Ein dritter Bereich, indem eine Harmonisierung angestrebt wird, ist die Navigation im UeLS. Es soll gewährleistet sein, dass die **Navigation auf verschiedene Arten** möglich ist. Das bedeutet, dass ein Operator geographisch, thematisch oder über die Alarme ein Objekt oder eine Anlage ansteuern kann. In einigen untersuchten Systemen ist dies nicht der Fall. So sind zum Beispiel einige Themengebiete in der geographischen Navigation nicht verfügbar sondern nur über die thematische Navigation zu finden. Dies kann zu aufwändigeren Navigationswegen führen. Gerade in einem Ereignisfall sind solche Hürden hinderlich und können zu weiteren kritischen Situationen führen.

### Prozessbeteiligte

In der Analyse (Kapitel 4.1) und der Notwendigkeit einer Harmonisierung (Kapitel 4.2) wurde aufgezeigt, dass je nach UeLS unterschiedliche Prozessbeteiligte mitwirken und dass eine hohe bis sehr hohe Notwendigkeit für eine Harmonisierung besteht. Im Workshop mit den Interviewpartnern haben sich vier Punkte herauskristallisiert, bei denen eine Harmonisierung als sinnvoll erachtet wird:

- Erarbeiten einer Definition der Prozessbeteiligten und deren Aufgaben
- Erstellung einer Aufgabendokumentation
- Einführung des Verkehrsmanagers
- Vereinheitlichung der Regelungen mit dem ASTRA

Die **Definition der Prozessbeteiligten und deren Aufgaben** spielt eine zentrale Rolle bei einer Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen. Der Hauptgrund liegt darin, dass viele Prozesse (und dadurch auch andere Kriterien) direkt oder indirekt von der Definition der Prozessbeteiligten abhängig sind. Nur wenn die Prozessbeteiligten und deren Aufgabenbereiche klar definiert sind, können auch die anderen Kriterien (z.B. die Meldungsarten oder die Prioritätsstufen) harmonisiert werden. Bei einer Definition der Aufgaben soll darauf geachtet werden, dass Rollenwechsel trotzdem möglich bleiben und das Zusammenspiel der Prozessbeteiligten nicht beeinträchtigt wird. Dies betrifft vor allem die Verkehrspolizei, den Unterhalts- und Betriebsdienst und zukünftig auch den Verkehrsmanager. Denn auch nach einer Harmonisierung wird der Unterhalts- und Betriebsdienst im Grundsatz nur zu Bürozeiten anwesend sein. Die Verkehrspolizei muss also trotz einer klaren Aufgabentrennung in der Nacht dessen Rolle übernehmen können. Eine klare Definition wird auch die Unterschiede bei der Integration des Systemlieferanten in das UeLS beseitigen.

Als Ergänzung zur Definition der Prozessbeteiligten und deren Aufgaben, sehen die Workshop-Teilnehmer eine harmonisierte **Aufgabendokumentation** als Hilfsmittel für Rollenwechsel. In einem solchen Dokument sollen die wichtigsten Aufgaben der Prozessbeteiligten in einer möglichst einfachen Art beschrieben werden. Auch wenn es nicht möglich sein wird alle Eventualitäten abzubilden, so kann eine verständliche Aufgabendokumentation bei Rollenwechseln helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen. Dies kann beispielsweise dazu beitragen, dass die Verkehrspolizei in der Nachtschicht die Auswirkungen von Störungsmeldungen, die sonst der Unterhalts- und Betriebsdienst bearbeitet, besser abschätzen und angemessen reagieren kann.

Ein anderer wichtiger Bereich für eine Harmonisierung wird in der **Einführung des Verkehrsmanagers** gesehen. Die Entstehung von neuen, regionalen UeLS bietet eine Gelegenheit, die Aufgaben des Verkehrsmanagement aus dem Zuständigkeitsbereich der Verkehrspolizei zu nehmen und als Aufgabe für einen eigenständigen Prozessteilnehmer (unabhängig von der Verkehrspolizei) zu definieren. Dies hätte auch den Vorteil, dass die Koordination mit der VMZ-CH in Emmen erleichtert würde. Es wäre auch ein weiterer Schritt in der Entflechtung der Aufgaben und würde so zu einer klareren Definition der Prozessbeteiligten beitragen.

Im Hinblick auf eine klare Definition der Prozessbeteiligten und deren Aufgaben sowie der Einführung des Verkehrsmanagers auf regionaler Stufe müssen auch die **Regelungen mit dem ASTRA** vereinheitlicht werden. Es soll darauf geachtet werden, dass bei

einer Harmonisierung der Prozessbeteiligten mit den Ideen und Vorstellungen des ASTRA abgestimmt werden. Es wäre kontraproduktiv, wenn es zwischen den verschiedenen UeLS keine Unterschiede mehr gibt, aber dafür neue Unterschiede zum ASTRA geschaffen werden. Dem Bereich des Verkehrsmanagers ist dabei besondere Aufmerksamkeit zu schenken, weil diese Funktion sowohl auf nationaler als auch auf regionaler Ebene existieren kann. Dabei geht es in erster Linie um die Verteilung der Verantwortlichkeiten und der Koordination zwischen einem regionalen Verkehrsmanager und der VMZ-CH in Emmen.

### Benutzersicht

Die Analyse (Kapitel 4.1) hat aufgezeigt, dass sich die Benutzersichten zwischen den untersuchten UeLS unterscheiden. Die Notwendigkeit einer Harmonisierung (Kapitel 4.2) wird von den Interviewpartnern im Durchschnitt als hoch bis sehr hoch eingeschätzt. Während des Workshops hat sich gezeigt, dass sich bei folgenden fünf Punkten eine Harmonisierung vollzogen werden soll:

- Bediensichten und Schaltrechte über die Rollen der Prozessbeteiligten definieren
- Unterscheidung zwischen Führungsrecht und Schaltrecht
- Geographische Eingrenzung der Schaltrechte
- Einführung einer Informationssicht (Leserecht)
- Einführung eines Schulungsmodus

Ein Bereich bei einer Harmonisierung sollte beinhalten, dass künftig die **Bediensichten und Schaltrechte über die Rollen der Prozessbeteiligten definiert werden**. Damit kann von Grund auf verhindert werden, dass ein Prozessbeteiligter eine Anlage schalten kann, zu der er keinen Zugriff hat. Die Verknüpfung zwischen den Prozessbeteiligten, ihren Aufgaben, den dazu benötigten Bediensichten und Rechten könnte so optimal herausgearbeitet werden. Ein weiterer Vorteil einer solchen Definition liegt darin, dass sie unabhängig vom UeLS vorgenommen werden kann und so für eine nationale Harmonisierung geeignet ist.

Eine Harmonisierung soll auch die Einführung der **Unterscheidung zwischen Führungsrecht und Schaltrecht** beinhalten. Eine solche Unterscheidung hat den Vorteil, dass das Zusammenspiel der Prozessbeteiligten trotz klarer Regeln der Zuständigkeiten nicht beeinträchtigt wird. Dabei hat der verantwortliche Operator im Normalfall sowohl das Führungs- als auch das Schaltrecht inne. Muss ein anderer Operator dringend eine Anlage schalten, so muss er dem verantwortlichen Operator nicht das Führungsrecht abnehmen, sondern nur das Schaltrecht. Wenn der Operator mit dem Führungsrecht auch das Schaltrecht wieder benötigt, so kann er sich dieses jederzeit zurückholen. Auf diese Weise wird die Flexibilität innerhalb einer Zentrale gewährleistet.

Mit einer Harmonisierung soll auch die Möglichkeit geschaffen werden, **Schaltrechte geographisch einzugrenzen**. Wenn sich ein UeLS über mehrere Kantone erstreckt und verschiedene kantonale Polizeikörper damit arbeiten, reicht eine Definition der Schaltrechte über die Rolle (z.B. Verkehrspolizei) nicht mehr aus. Besteht aber die Möglichkeit einer geographischen Eingrenzung der Schaltrechte, so muss die Rollendefinition nicht angepasst werden. Die Benutzersichten werden von einer solchen Massnahme aber nicht beeinträchtigt.

Eine Harmonisierung der Benutzersichten sollte auch die **Einführung einer Informationssicht (Leserecht)** beinhalten. Eine Informationssicht bringt zwei Vorteile mit sich. Einerseits erlaubt diese, dass bei einem überkantonalen UeLS die verschiedenen Polizeikörper die gesamte Verkehrssituation beobachten können. Andererseits kann eine solche Informationssicht als Verknüpfung zur VMZ-CH in Emmen dienen. Um den Verkehr in der Schweiz zu koordinieren, muss diese Zentrale über die Verkehrslage informiert sein. Dazu braucht sie die Informationen aus den verschiedenen VLZ. Mit einer Informationssicht haben sie diese Information schnell und ohne Umwege und sind immer auf dem aktuellsten Stand.

Der letzte Punkt der Harmonisierung der Benutzersichten betrifft die **Einführung eines Schulungsmodus auf Ebene des UeLS**. Ein solcher Modus kann dabei helfen, kritische Situationen auf dem UeLS zu simulieren und die Abläufe hinter dem UeLS besser zu verstehen.

### Bedienort

Die in Kapitel 4.1 aufgezeigten Differenzen machen deutlich, dass zwischen den Workshop Teilnehmern unterschiedliche Ansichten zum Bedienort haben und eine Notwendigkeit (Kapitel 4.2) für eine Harmonisierung besteht. Im Workshop wurden zwei Punkte hervorgehoben, bei denen eine Harmonisierung als sinnvoll erachtet wird:

- Befehlshierarchie zwischen den Bedienorten definieren
- Festlegen einer Strategie durch das ASTRA

Eine Harmonisierung soll die **Befehlshierarchie zwischen den Bedienorten klar definieren**. Bei einer Harmonisierung gibt es zwei verschiedene Aspekte zu beachten. Einerseits gilt es zu klären, wie die Befehlshierarchie der Bedienorte mit der Führungsverantwortung in einem Prozess vereinbart werden kann. Andererseits soll die Harmonisierung zeigen, wie mit der zunehmenden Technologisierung in Zukunft umgegangen werden soll. Wenn Browser-basierte Systeme und somit Remote-Zugriffe weiter zunehmen, muss klar geregelt sein, wie mit Befehlen von solchen Stationen umgegangen wird. Eine Möglichkeit besteht darin, dass die Befehle über eine Remote-Verbindung durch die Zentrale bestätigt werden müssen. Ein anderer Lösungsansatz sieht vor, dass die Führung grundsätzlich nur noch an den Prozessbeteiligten und nicht mehr an einen geographischen Bedienort gebunden wird. Um dies für alle UeLS festzulegen, scheint eine übergeordnete **Strategie des ASTRAS** der geeignetste Ansatz. Eine Harmonisierung der Bedienorte müsste mit dem ASTRA abgestimmt werden, um die Schaffung von neuen Unterschieden zu vermeiden.

### Meldungsart

Das Kapitel 4.1 hat die Differenzen zwischen den untersuchten Systemen aufgezeigt und die Interviewpartner haben dem Kriterium eine sehr hohe Notwendigkeit für eine Harmonisierung zugeschrieben (Kapitel 4.2). Im Workshop mit den Interviewpartnern zeichneten sich zwei Punkte ab, bei denen eine Harmonisierung sinnvoll erscheint:

- Einheitliche Definition der Meldungsarten
- Zuteilung der Meldungen an die verantwortlichen Prozessbeteiligten

Die **einheitliche Definition der Meldungsarten** ist ein zentraler Punkt bei der Harmonisierung. Dabei soll als erstes die Nomenklatur vereinheitlicht werden. Bis anhin sind die Meldungsarten noch unterschiedlich benannt. Nur wenn die Nomenklatur in allen UeLS gleich ist, kann anschliessend eine einheitliche Definition vorgenommen werden. Bei einer solchen Definition muss klar sein, welche Meldungen als Betriebsmeldungen und welche als Störungsmeldungen bezeichnet werden. Eine Harmonisierung der Definitionen würde insbesondere bei der Aufnahme von neuen Objekten eine Vereinfachung der Einteilung herbeiführen.

Ein zweiter Punkt der Harmonisierung betrifft die **Zuteilung der Meldungen an die verantwortlichen Prozessbeteiligten**. Diese Zuteilung basiert einerseits auf der Meldungsart, aber auch auf der Prioritätsstufe der Meldung. Es ist somit möglich, dass sich je nach Definitionen der Prozessbeteiligten und der Prioritätsstufen die Zuteilung der Meldungen von UeLS zu UeLS unterscheidet. Ziel einer Harmonisierung soll es sein, die Kriterien für eine Zuteilung klar zu definieren und so Unterschiede zu eliminieren. Es muss dabei geklärt werden, welche Meldungen für welche Prozessbeteiligten relevant sind und wer die Führungsverantwortung bei Meldungen hat, die an mehrere Prozessbeteiligte gehen. Bei einer Harmonisierung soll auch darauf geachtet werden, dass die Zuteilung einer Meldung an einen Prozessbeteiligten nicht alle anderen automatisch ausschliesst.

## Übertragungsart

In der Analyse (Kapitel 4.1) konnte aufgezeigt werden, dass in den untersuchten Systemen unterschiedliche Übertragungsarten verwendet werden. Im Durchschnitt haben die Interviewpartner der Harmonisierung eine hohe Notwendigkeit zugeschrieben (Kapitel 4.2). In der Diskussion im Workshop wurden drei Punkte für eine Harmonisierung vorgeschlagen:

- Einführung einer Browserschnittstelle
- Unabhängigkeit von Versionen erhöhen

Der technologische Trend bei Tunnel-Prozessleitsystemen geht in Richtung der Browserbasierten Systeme. Wie die Analyse gezeigt hat, besitzen aber noch nicht alle Anlagen eine solche Schnittstelle. Aus diesem Grund sollte bei einer Harmonisierung der Übertragungsarten die **Einführung einer Browserschnittstelle** miteinbezogen werden. Weiter hat die Analyse auch gezeigt, dass sich die bestehenden Schnittstellen und die verwendeten Technologien voneinander unterscheiden. Neben der standardisierten Einführung, sollten also auch die bestehenden Browserschnittstellen in die Harmonisierung miteinbezogen werden.

Des Weiteren soll bei einer Harmonisierung der Übertragungsarten darauf geachtet werden, dass die **Unabhängigkeit von Versionen** erhöht wird. Oft sind Browser stark an die verwendeten Betriebssysteme gebunden und verursachen so eine einseitige Abhängigkeit zwischen der Organisation, die ein UeLS betreibt und dem Lieferanten eines Betriebssystems. Oftmals funktionieren die neueren Softwareprodukte nur auf der neusten Version eines Browsers oder eines Betriebssystems. Somit ist der Betreiber eines UeLS gezwungen, sein Betriebssystem regelmässig auf dem neusten Stand der Technik zu bringen. Ansonsten würden unter Umständen plötzlich einige Softwarepakete nicht mehr funktionieren. Es kann aber auch vorkommen, dass gerade wegen eines Updates des Betriebssystems ältere Versionen von anderen Programmen nicht mehr unterstützt werden und ebenfalls ein Update brauchen. Eine mögliche Folge ist, dass für das reibungslose Funktionieren des UeLS alle Softwareprodukte permanent auf dem neusten Stand gehalten werden müssen.

## Prioritätsstufe

In der Analyse (Kapitel 4.1) wurde klar, dass zwischen den untersuchten Systemen bezüglich der unterschiedlichen Anzahl von Prioritätsstufen sowie deren Definition klare Differenzen bestehen. In Kapitel 4.2 wurde die Notwendigkeit, diese Differenzen mittels einer Harmonisierung zu minimieren, von den Interviewpartnern zwischen hoch und sehr hoch eingestuft. Im Laufe des Workshops haben sich drei Punkte herauskristallisiert, bei denen eine Harmonisierung als sinnvoll erachtet wurde:

- Erarbeiten einer Definition der Prioritätsstufen
- Definition von Reaktionszeiten pro Prioritätsstufe
- Anzahl und Verteilung der Häufigkeit von Prioritätsstufen

Die **Definition der Prioritätsstufen** ist für Harmonisierung dieses Unterscheidungskriteriums zentral. Es muss sichergestellt werden, dass unter einer bestimmten Prioritätsstufe in allen UeLS das Gleiche verstanden wird. Auch wenn sich die einzelnen Tunnelobjekte voneinander in Bauweise, Länge und Lage unterscheiden, so ist eine einheitliche Definition die Voraussetzung für die Harmonisierung der Reaktionszeiten und der Anzahl der Prioritätsstufen. Eine Harmonisierung soll auch dabei helfen, eine Methodik zu entwickeln, wie die verschiedenen Datenpunkte einer Prioritätsstufe zugeordnet werden können.

Um den Definitionen zu einer allgemeinen Gültigkeit zu verhelfen, werden aktuelle Begriffe wie 'sofortige Intervention' oder 'schnelles Handeln' verwendet. Dies führt allerdings auch dazu, dass ein klarer Zeitrahmen fehlt und die Begriffe unterschiedlich interpretiert werden können. Bei einer Harmonisierung sollen klare **Reaktionszeiten** pro Prioritätsstufe definiert werden. Dabei soll es sich aber nicht mehr um verallgemeinernde Aussagen

handeln, sondern um die Vorgabe eines klaren Zeitrahmens, während dem eine Meldung verarbeitet werden muss. Innerhalb des Zeitrahmens können die Reaktionszeiten später dem Objekt und dessen Gegebenheiten angepasst werden.

Die Vereinheitlichung der **Anzahl der Prioritätsstufen und deren Häufigkeitsverteilung** bilden den Abschluss der Harmonisierung dieses Unterscheidungskriteriums. Eine unterschiedliche Anzahl der Prioritätsstufen oder eine unterschiedliche Häufigkeit ist mit einer einheitlichen Definition der Prioritätsstufen kaum mehr zu vereinbaren. Basierend auf der Definition der Prioritätsstufen muss konsequenterweise auch die Anzahl und die Häufigkeitsverteilung der Prioritätsstufen angepasst werden.

### Transaktionsablauf

In Kapitel 4.1 konnte veranschaulicht werden, dass bei den Transaktionsabläufen Unterschiede zwischen den untersuchten UeLS bestehen. Die Interviewpartner haben der Harmonisierung dieses Kriteriums eine hohe bis sehr hohe Notwendigkeit zugeschrieben (Kapitel 4.2). Im Workshop wurden drei Punkte diskutiert, die bei einer Harmonisierung in Betracht gezogen werden sollen:

- Einführung des Quittierens einer bearbeitenden Meldung
- Einführung eines Ticketing-Systems
- Einführung einer dynamischen Anzeige des Zustands der Befehlsausführung

Der Transaktionsablauf des **Quittierens einer bearbeiteten Meldung** fehlt bei in allen untersuchten Systemen. Eine Ausnahme bildet das UeLS Wallis. Die Harmonisierung dieses Transaktionsablaufs führt zu einer übersichtlicheren Arbeitsweise der Operatoren. Mit Hilfe eines solchen Transaktionsablaufs würden Meldungen nicht mehr einfach aus dem UeLS verschwinden, sondern würden aktiv daraus entfernt. Die Harmonisierung dieses Transaktionsablaufs macht vor allem in Kombination mit einem Ticketing-System Sinn.

Die Einführung eines **Ticketing-Systems** bildet sogleich den nächsten Bestandteil einer Harmonisierung dieses Kriteriums. Ein Ticketing-System soll insbesondere dabei helfen, das koordinierte Arbeiten an einer Meldung schriftlich zu dokumentieren. Es stellt in diesem Sinne die Brücke zwischen dem Quittieren einer empfangenen Meldung und dem Quittieren einer bearbeiteten Meldung dar. Ein Ticketing macht vor allem bei mehreren, räumlich getrennten Zentralen und getrennten Organisationen Sinn, weil die Koordination erschwert ist. Bei kleineren Systemen, in denen die verschiedenen Prozessbeteiligten im selben Raum sind, ist der Aufbau eines separat geführten Ticketing-System ökonomisch nicht sinnvoll. Um den Status der Arbeit trotzdem festhalten zu können, stellt ein Kommentarfeld bei den Meldungen einen sinnvollen Ersatz dar.

Die **dynamische Anzeige des Zustands der Befehlsausführung** soll der bei einer Harmonisierung miteinbezogen werden. Dies betrifft alle Befehle, die einen längeren Zeitraum (z.B. einige Minuten) benötigen, um ausgeführt zu werden. Neben der Bestätigung des ausgeführten Befehls soll auch die Umsetzung dieses Befehls dynamisch angezeigt werden (beispielsweise mit einer Sanduhr). So weiss der Operator zu jedem Zeitpunkt, ob die Anlage seinen Befehl tatsächlich ausführt und in welchem Zustand sich der Prozess befindet.

### Reflexmatrix

Die Analyse (Kapitel 4.1) hat gezeigt, dass bei der Einbindung der Reflexmatrix zwischen den untersuchten Systemen Unterschiede vorhanden sind. In Kapitel 4.2 wurde die Notwendigkeit einer Harmonisierung durch Interviewpartner als hoch eingeschätzt.

Im Workshop wurde ein Aspekt diskutiert, bei dem eine Harmonisierung als sinnvoll erachtet wird:

- Normierung durch das ASTRA



Die Einbindung der Reflexe der Klasse 2 findet auf zwei unterschiedlichen Ebenen statt. Entweder zwischen den Knotenrechnern der BSA oder über die Abschnittrechner des UeLS. Für eine Harmonisierung bietet sich eine **Normierung durch das ASTRA** an, weil es in diesem Bereich starke Differenzen zwischen einzelnen Objekten gibt und eine Harmonisierung im Grunde nur durch eine höhere Instanz durchgesetzt werden kann.

## 5.2 Möglichkeiten der Harmonisierung

In der Umfrage wurden die interviewten Personen bei jedem der Unterscheidungskriterien auch zu den mittelfristigen Realisierungschancen einer Harmonisierung befragt. Mit der Beurteilung der Realisierungschance eines Unterscheidungskriteriums wird ein weiterer wichtiger Aspekt der Harmonisierung angesprochen.

Die Harmonisierung eines Kriteriums ist aus Sicht der UeLS-Betreiber am sinnvollsten, wenn die Harmonisierung innert nützlicher Frist umgesetzt werden kann. In Abb. 21 sind die Antworten der Interviewpartner zu den mittelfristigen Realisierungschancen dargestellt.

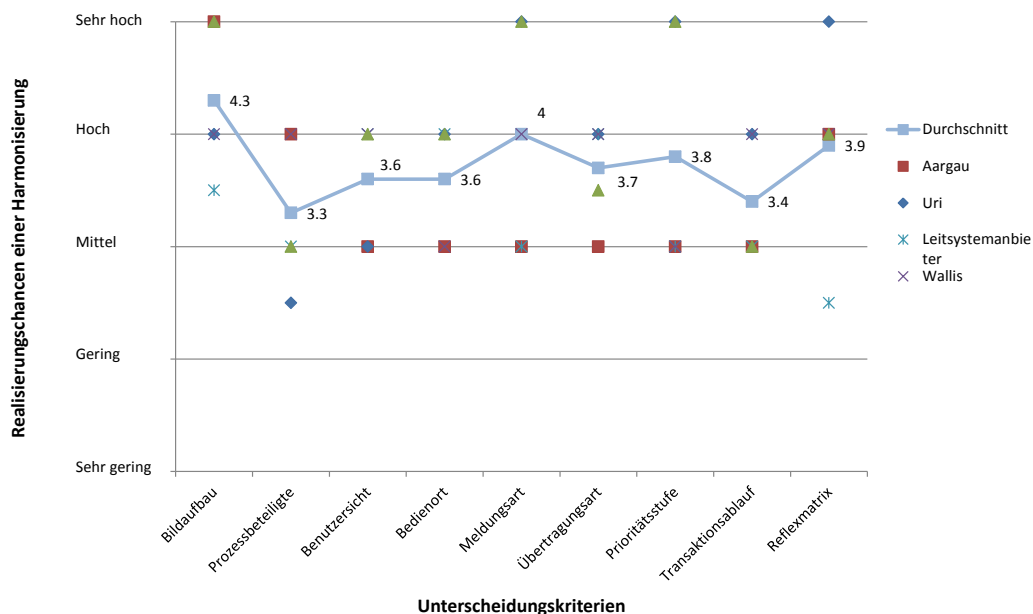


Abb. 21: Realisierungschancen einer Harmonisierung

Es fällt auf, dass der Durchschnitt der Antworten im Vergleich mit der Notwendigkeit tiefer liegt. Dies ist wenig überraschend, da bei der Umsetzung eines Vorhabens Faktoren hinzukommen, deren Einfluss nur schwer einzuschätzen und zu kontrollieren ist, wodurch die Antwort eher zurückhaltender ausfällt. Ein weiterer Unterschied liegt in der Verteilung der Antworten. Während bei der Notwendigkeit einer Harmonisierung weitgehend homogen geantwortet wurde, sind die Antworten hier etwas heterogener verteilt. Auch dies kann mit den unbekanntenen Einflüssen bei einer Umsetzung erklärt werden.

Durch die etwas grössere Heterogenität der Antworten gibt es bei der Beurteilung der Realisierungschancen klare Unterschiede. Mittlere bis hohe Realisierungschancen für eine Harmonisierung sind bei den Kriterien Bildaufbau, Meldungsart, Reflexmatrix, Prioritätsstufe und Übertragungsart ausgemacht worden (sortiert nach absteigendem Durchschnitt). Die unterschiedliche Beurteilung der Realisierungschancen muss bei einem Harmonisierungsvorschlag berücksichtigt werden.

Eine Harmonisierung von verschiedenen Systemen ist im Normalfall mit einem hohen

Aufwand und hohen Kosten verbunden. Es macht wenig Sinn, ein Kriterium zu harmonisieren, das zwar als notwendig zu harmonisieren erachtet wird, aber keine mittelfristige Realisierungschance besitzt. Umgekehrt macht es keinen Sinn, ein Kriterium wegen seiner Realisierungschance zu harmonisieren, ohne dass eine Notwendigkeit dazu besteht. Um diese beiden Fälle auszuschließen, wird der Durchschnitt der Harmonisierungsnotwendigkeit mit dem Durchschnitt der Realisierungschancen kombiniert betrachtet (Abb. 22).

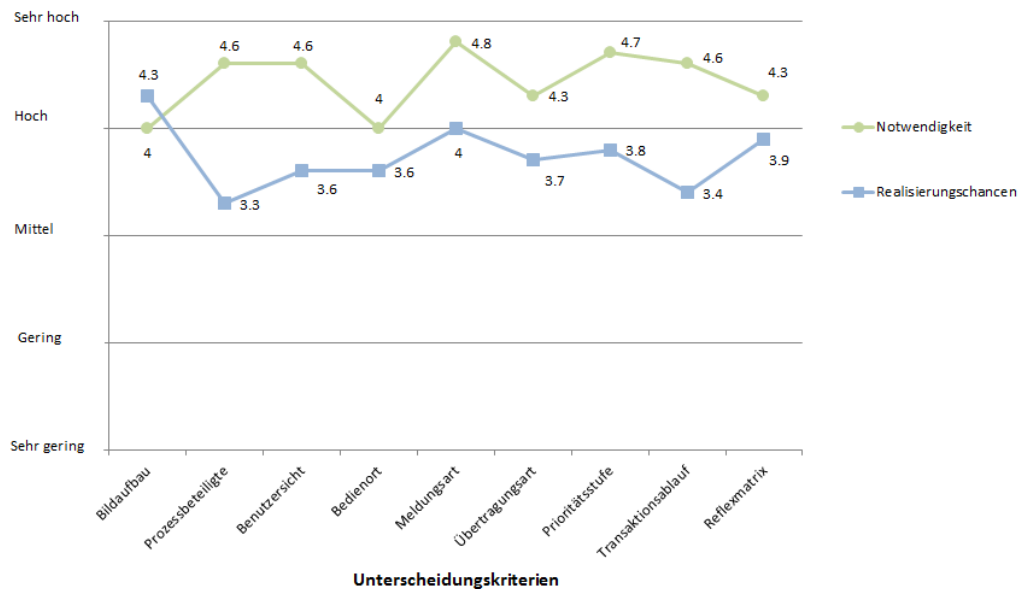


Abb. 22: Vergleich der Durchschnittswerte der Notwendigkeit und den Realisierungschancen

Aus der Kombination der beiden Durchschnittswerte können nun die Kriterien für eine Harmonisierung ausgewählt werden. Dabei gilt, dass:

- der Durchschnittswert der Notwendigkeit möglichst hoch sein soll und
- der Durchschnittswert der Realisierungschancen möglichst hoch sein soll.

Durch die Anwendung dieser Regeln kann festgestellt werden, dass bei den Unterscheidungskriterien Bildaufbau, Benutzersicht, Meldungsart und Prioritätsstufe eine Harmonisierung sowohl notwendig als auch mittelfristig realisierbar ist.

Es ist nicht möglich, die Benutzersicht, die Meldungsarten oder die Prioritätsstufen zu harmonisieren, ohne die Prozessbeteiligten miteinzubeziehen. Denn insbesondere die Benutzersichten, aber auch die Prioritätsstufen und die Meldungsarten sind eng mit den Prozessbeteiligten verknüpft und zu einem gewissen Grad von deren Definition abhängig. Auf Grund dieser Abhängigkeit kann das Unterscheidungskriterium Prozessbeteiligte bei einer Harmonisierung nicht ausgeschlossen werden.

## 6 Schlussfolgerungen

Die vorangehende Diskussion hat gezeigt, dass Unterschiede zwischen den untersuchten UeLS vorhanden sind und, dass die Definition wesentlicher Bereiche der Benutzeroberflächen und der daran gekoppelten Abläufe einen sinnvollen Ansatz für eine Harmonisierung darstellen.

Mit Hinblick auf eine Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen, werden im Kapitel 6.1 ein Vorschlag für eine Harmonisierung ausgearbeitet sowie die gegenseitigen Abhängigkeiten und positiven Einflüsse auf die Sicherheit, die Kosten und die Realisierung (Kapitel 1.2) analysiert und diskutiert. In Kapitel 6.2 und 6.3 werden die zu Anfangs aufgestellten Hypothesen überprüft sowie die Auswirkungen der Harmonisierungen beschrieben. Abschliessend wird in Kapitel 6.4 ein Ausblick auf noch offene Probleme und weiterführende Fragestellungen gewagt.

### 6.1 Vorschlag für eine Harmonisierung

Basierend auf der Notwendigkeit und der Realisierungschancen einer Harmonisierung sowie der Abhängigkeit aller Vorschläge von den Prozessbeteiligten, werden fünf Unterscheidungskriterien für eine Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen vorgeschlagen:

- Bildaufbau
- Prozessbeteiligte
- Benutzersicht
- Meldungsart
- Prioritätsstufe

Die im Workshop besprochenen Punkte werden auf ihre Auswirkungen in die Bereiche Sicherheit, Kosten und Realisierung hin untersucht.

#### 6.1.1 Bildaufbau

Die Harmonisierung des Bildaufbaus hat vor allem auf die Sicherheit und auf die Realisierung einen positiven Einfluss. Aber auch die Kosten für den Betrieb können dadurch reduziert werden.

Die Normierung der Graphiken erleichtert den Operatoren die Arbeit auf dem UeLS. Durch die Harmonisierung der Graphiken vereinheitlichen sich auch die Symbole und die Funktionen, die hinter einem Symbol stehen. So wird zum Beispiel für die Brandmeldeanlage bereits auf der Stufe der BSA-Graphik immer dasselbe Symbol verwendet und ist bei jeder BSA-Graphik immer am selben Platz. Damit auch die Einheitlichkeit der Symbole gewährleistet ist, soll neben der Normierung der Graphiken auch eine Symbolbibliothek erarbeitet werden. Der Operator muss ein Symbol somit nicht mehr in der Graphik suchen, sondern erkennt es intuitiv. Mögliche Verwechslungen sind somit von Beginn weg praktisch ausgeschlossen. Auch die verschiedenen Funktionsmöglichkeiten, die an ein Symbol geknüpft sind, sind immer gleich und unabhängig vom Objekt, in dem sich die Anlage befindet. Durch diese Vereinheitlichung wird es dem Operator ermöglicht, Automatismen zu entwickeln, wodurch seine Arbeitsweise effizienter und der Betrieb sicherer wird.

Im Rahmen der Harmonisierungen des Bildaufbaus soll auch darauf geachtet werden, dass die verschiedenen Arten des Navigierens (geographisch / thematisch / Alarme) miteinbezogen werden. Dabei soll ermöglicht werden, dass alle Objekte, Anlagen und Teilanlagen einerseits geographisch über die Benutzeroberfläche im Prozessframe und andererseits thematisch über den Navigationsbaum angesteuert werden können. Es soll auch möglich sein, über die Alarmliste direkt auf die Quelle des Alarms zuzugreifen und ihn im Prozessframe darzustellen. Auf diese Weise werden die Navigationswege opti-

miert und vereinfacht, was einen positiven Einfluss auf die Erhöhung der Sicherheit im Ereignisfall hat.

Die Harmonisierung des Bildaufbaus erleichtert die Zusammenarbeit zwischen Lieferanten und Kunden. Bis anhin lagen die Schwierigkeiten vor allem darin, die Anforderungen an das UeLS, die graphischen Wünsche des Kunden und die Vorstellungen und Möglichkeiten des Lieferanten zusammenzubringen. Der Lieferant eines UeLS sollte dabei die Wünsche des Kunden so gut als möglich umsetzen. Dies bedingt aber auch, dass er diese Wünsche an seine Zulieferer weitergab und sich diese daran hielten. Die Einheitlichkeit des Bildaufbaus hing somit von sehr vielen verschiedenen Faktoren ab und war nur schwierig einzuhalten. Die Lieferanten auf allen Stufen (UeLS, BSA, Anlagen) mussten sich bei jedem neuen UeLS wieder neuen Wünschen anpassen und die Graphiken neu bauen. Durch eine Normierung der Graphiken werden diese Abstimmungsprobleme zwischen Kunde, Lieferant und Zulieferer vermindert und erleichtern die Realisierung eines neuen UeLS.

Die angestrebte Einheitlichkeit des Bildaufbaus verringert auch die Abhängigkeit des Kunden vom Lieferanten. Die Normierung der Graphiken und die Symbolbibliothek bilden für den Lieferanten eine Art Baukasten, an den sich jeder zu halten hat. Speziallösungen, die in grundlegender Weise von diesem Baukasten abweichen sind nicht mehr möglich. Da jeder Lieferant sich gleichermassen an den Normen orientiert, ist eine Lösung nicht mehr zwingend an das Know-How des Lieferanten gebunden. Möchte ein Kunde den Lieferanten wechseln, sind die finanziellen Hürden für den Wiederaufbau des Know-Hows kleiner und die Kosten können im Vergleich zu heute gesenkt werden.

### 6.1.2 Prozessbeteiligte

Die Harmonisierung der Prozessbeteiligten wirkt sich positiv auf die Sicherheit und auf die Realisierung aus. Die Definition der Prozessbeteiligten und ihren Aufgaben steht im Zentrum der Harmonisierungen.

Der positive Einfluss auf die Sicherheit wird über die klare Zuteilung der Aufgaben und der Verantwortung erreicht. Wenn alle Prozessbeteiligten ihre Aufgaben kennen, werden überlappende Abläufe und unklare Kompetenzen eliminiert. Ein Teil dieser Definition ist die Dokumentation der Aufgaben. Eine solche Dokumentation soll alle Alarme und Warnungen auflisten, die sich direkt auf die Sicherheit des Verkehrs oder die sichere Evakuierung im Ereignisfall auswirken und die zu tätigen Abläufe des verantwortlichen Prozessbeteiligten beschreiben. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass einerseits die Abläufe objektunabhängig sind und andererseits dass andere Prozessteilnehmer explizit einen Prozess übernehmen können, der eigentlich nicht in ihren Aufgabenbereich fällt. Letzteres trägt vor allem zur Sicherstellung der Flexibilität bei. Denn obwohl die Aufgaben in Theorie klar getrennt sind, ist es in der Praxis üblich, dass die Polizei und der Betriebs- und Unterhaltsdienst zusammenarbeiten und sich gegenseitig unterstützen. Solche Kooperationen sollen auch in Zukunft möglich sein. Die Aufgabendokumentation soll als Hilfe dienen, die Auswirkungen von Alarmen und Warnungen besser abschätzen zu können und die korrekten Massnahmen treffen zu können. Dies betrifft insbesondere die Alarme und Warnungen der Störungsmeldungen, welche in Abwesenheit des Betriebs- und Unterhaltsdienstes auftreten.

Die Definition der Prozessteilnehmer soll auch jene des Verkehrsmanagers umfassen, denn die Einführung dieses Prozessteilnehmers stellt ein weiterer Schritt in der Entflechtung der Aufgabenbereiche dar. Bis anhin befindet sich das Verkehrsmanagement im Aufgabenbereich der Verkehrspolizei. Durch den steigenden Stellenwert von effizientem Verkehrsmanagement und der Koordination mit den Verkehrsmanagern des VM-CH, nimmt dieser Aufgabenbereich immer mehr Ressourcen in Anspruch. Die Schaffung eines eigens dafür zuständigen Prozessteilnehmers ist in einem solchen Fall durchaus sinnvoll. Bei der Harmonisierung der Prozessbeteiligten muss darauf geachtet werden, dass die Definitionen der Aufgaben mit den Vorstellungen und Ideen des ASTRA abgestimmt werden. Dies betrifft insbesondere die Schaffung eines regionalen Verkehrsmanagers. Da diese Funktion auf nationaler Ebene bereits existiert und mit verschiedenen Kompetenzen ausgestattet wurde, ist es wichtig, dass so wenig überlappende Kompe-

tenzen wie möglich entstehen. Diese Harmonisierungsmassnahme wirkt sich positiv auf den Bereich Sicherheit aus. Durch die Entlastung der Verkehrspolizei können diese im Ereignisfall ihren Fokus darauf legen und können die Aufgaben des Verkehrsmanagements dem Verkehrsmanager überlassen.

Die Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen hängt grundsätzlich von der Definition der Prozessbeteiligten ab. Aus diesem Grund kann eine umfangreiche Harmonisierung nicht ohne den Einbezug der Prozessbeteiligten vollzogen werden.

### 6.1.3 Benutzersichten

Basierend auf der Zuteilung der Definition der Aufgaben und der Kompetenzen, können anschliessend die Benutzersichten harmonisiert werden. In dieser Forschungsarbeit wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass jedem Prozessbeteiligten eine eigene Benutzersicht zukommt. Nur wenn sich die Benutzersicht direkt an den Aufgaben und Kompetenzen des Prozessbeteiligten orientiert, kann in Zukunft verhindert werden, dass neue Prozessbeteiligte oder Benutzersichten unabhängig voneinander entstehen. Die Einführung eines Verkehrsmanagers führt somit zur Einführung einer Verkehrsmanagementsicht. Folglich sollte eine solche Definition auf einer möglichst übergreifenden Ebene vollzogen werden. Der Gedanke liegt nahe, dass das ASTRA die Federführung in der Umsetzung einer solchen Lösung übernimmt. Die Erarbeitung einer allgemein gültigen Definition der Prozessbeteiligten und der dazugehörigen Benutzersichten besitzt eine Vorreiterrolle und wird sich auf alle folgenden Harmonisierungen auswirken.

Die Bediensichten und Schaltrechte sind konsequenterweise an den Bedürfnissen des Benutzers ausgerichtet. Im Rahmen einer Harmonisierung sollen diese Schaltrechte direkt mit der Definition des Prozessbeteiligten verbunden werden. Auf diese Weise sind die Schaltrechte direkt mit den Aufgaben und Kompetenzen eines Prozessbeteiligten verknüpft und können nicht unabhängig voneinander verändert werden. Eine solche Massnahme schliesst die Zuteilung der Meldungsarten mit ein. Im Rahmen der Erarbeitung einer Aufgabendokumentation wird pro Meldung ein Prozesseigner bestimmt, wodurch sich eine weitere Diskussion dieser Problematik erübrigt.

Die strikte Einhaltung der geforderten Definitionen führt einerseits zu einer klaren Aufgabentrennung, aber andererseits auch zu einer eingeschränkten Flexibilität. Um die gewünschte Flexibilität zu gewährleisten, soll die Harmonisierung eine Unterscheidung zwischen Führungsrecht und Schaltrecht beinhalten. Der Prozesseigner ist grundsätzlich mit dem Führungs- als auch mit dem Schaltrecht ausgestattet. Neben der bereits vorhandenen Möglichkeit, die Führung komplett abzugeben, ist der Prozesseigner nun auch in der Lage, lediglich das Schaltrecht an einen Informationsempfänger abzutreten und bei Bedarf wieder zurückzuholen. Eine solche Ausweitung wirkt sich positiv auf die Sicherheit aus, weil der Prozesseigner jederzeit das Führungsrecht besitzt und es nicht für kleine Schaltungen an einen anderen Prozessteilnehmer abgeben muss. Er hat somit jederzeit die Kontrolle über den Prozess, für den er verantwortlich ist.

Eine weitere Harmonisierungsmassnahme betrifft die geographische Eingrenzung von Rechten und Kompetenzen der Prozessteilnehmer. Die Einführung einer solchen Eingrenzung betrifft in erster Linie die kantonsübergreifenden UeLS. Weil an ihnen verschiedene Polizeikorps arbeiten, soll auf diese Weise sichergestellt werden, dass ein Operator nur in seinem Zuständigkeitsbereich tätig sein kann. Eine solche Eingrenzung bringt den Vorteil einer unveränderten Rollendefinition mit sich, denn die Aufgaben und Kompetenzen eines Prozessteilnehmers orientieren sich trotzdem noch an der Definition. Aus Gründen des Verkehrsmanagements und der Koordination in Ereignisfällen macht es aber Sinn, dass andere Polizeikorps über die Aktivitäten in anderen Kantonen informiert sind und gegebenenfalls auf Ereignisse in anderen Kantonen reagieren können. Aus diesem Grund soll die Harmonisierung die Einführung einer Informationssicht (Leserecht) beinhalten. Eine solche Sicht auch für UeLS Sinn, die nur einen Kanton betreuen. Sie sind dann in der Lage Anrainerkantone mit Informationen zu versorgen.

Die Einführung eines Schulungsmodus soll neuen Operatoren ermöglichen, verschiedene kritische Situationen in einer sicheren Umgebung zu bewältigen. Die Operatoren können

auf diese Weise einerseits Erfahrung im Krisenmanagement sammeln und andererseits die Auswirkungen ihrer Handlungen besser abschätzen, weil sie ein UeLS besser kennen. Mit dem Einsatz eines Schulungsmodus wird nicht nur die Sicherheit im Ereignisfall erhöht, sondern auch die Qualität aller Massnahmen verbessert.

Alle vorgeschlagenen Harmonisierungsmassnahmen wirken sich positiv auf die Realisierung eines neuen UeLS aus, weil die Rahmenbedingungen für den Lieferanten und den Kunden klarer definiert sind und so zur Minimierung der Abstimmungsprobleme beitragen.

#### 6.1.4 Meldungsarten

Die Harmonisierung der Meldungsarten wirkt sich einerseits positiv auf die Realisierung eines UeLS und andererseits auf die Sicherheit des UeLS-Betriebs aus<sup>9</sup>. In einem ersten Schritt soll dabei definiert werden, was als Betriebsmeldung und was Störungsmeldung gilt. Es wird nach wie vor davon ausgegangen, dass Betriebsmeldungen grundsätzlich für die Verkehrspolizei und Störungsmeldungen für die Unterhalts- und Betriebsdienst gedacht sind. Die Einführung eines Verkehrsmanagers führt aber dazu, dass diese Einteilung für einige Betriebsmeldungen nicht mehr zutrifft. Bei einer Harmonisierung muss sich somit auch die Frage gestellt werden, welche Betriebs- und Störungsmeldungen für den Verkehrsmanager relevant sind und bei welchen Meldungen er der Prozesseigner sein soll, oder ob für ihn eine neue Meldungsart erstellt werden soll (z.B. Verkehrsmeldung). Die Definition der Meldungsarten bildet die Grundlage für die anschliessende Zuteilung der Meldungen an die Prozessbeteiligten. Die Definition schliesst aus, dass es neben den definierten Meldungsarten noch weitere existieren, welche die Zuteilung erschweren würden (z.B. Informationsmeldungen).

In einem zweiten Schritt kann basierend auf dieser Definition festgelegt werden, welche Meldungen an welchen Prozessbeteiligten geschickt werden. Es muss aber möglich bleiben, Meldungen auch an mehrere Prozessteilnehmer zu schicken, wobei darauf geachtet werden muss, welcher der Empfänger der Prozesseigner ist. Bei der Wahl des Prozesseigners ist wichtig, dass diese mit der Definition der Prozessbeteiligten übereinstimmt. So wird gewährleistet, dass für jede Meldung auch durch den verantwortlichen Prozessteilnehmer bearbeitet werden kann.

Wie bereits bei vorherigen Kriterien gesehen, geben die Definitionen auch hier die Rahmenbedingungen für Kunde und Lieferanten vor und erleichtern dadurch einerseits die Realisierung eines neuen, aber andererseits auch die Erweiterung eines bestehenden UeLS.

Die Harmonisierung der Meldungsarten ist im Grunde ohne eine Harmonisierung der Prozessbeteiligten möglich. Die harmonisierte Definition und die einheitliche Zuteilung der Meldungsarten an die bestehenden Prozessbeteiligten bringt eine Vereinfachung der Realisierung mit sich und wurde in den Interviews sowohl als notwendig als auch als realisierbar beurteilt. Allerdings würde sich eine spätere Definition der Prozessbeteiligten auf die Meldungsarten auswirken und je nach Definition eine erneute Anpassung erfordern.

#### 6.1.5 Prioritätsstufen

Die Harmonisierung der Prioritätsstufen wirkt sich vor allem auf die Sicherheit, aber auch auf die Realisierung positiv aus. Die Definition der Prioritätsstufen muss zusammen mit der Reaktionszeit betrachtet werden, da die diese direkt von der Höhe der Priorität abhängig ist. Die Anzahl und die Häufigkeitsverteilung der Prioritätsstufen hängen konsequenterweise ebenfalls von der Definition ab.

Wie in Kapitel 2.2 bereits beschrieben wurde, wird jede Betriebs- und Störungsmeldung mit einer Prioritätsstufe versehen. Die Definition einer Prioritätsstufe muss dabei direkt von den Auswirkungen auf den Verkehr abgeleitet werden. Hier kommt bereits die Frage der Anzahl und der Häufigkeit auf. Je nach Definition kommen mehr oder weniger Mel-

<sup>9</sup> Die Meldungsart Befehl wird hier nicht weiter beschrieben, da diese bereits vereinheitlicht ist.

dungen mit einer Prioritätsstufe zu einem Operator. Im Grunde sollen so wenige Meldungen wie möglich mit einer Prioritätsstufe 1 (Alarm) gekennzeichnet werden, die diese immer mit einer sofortigen Aktion seitens des Operators verbunden ist. Zu viele Meldungen in dieser Stufe können den Operator überfordern und zwingen ihn im Ereignisfall möglicherweise dazu, eine weitere Priorisierung der Alarme vornehmen zu müssen, wodurch das Risiko einer Fehlentscheidung steigt. Aus diesem Grund sollen Meldungen, die nicht sehr dringend bearbeitet werden müssen, mit einer tieferen Priorität versehen werden. Eine tiefere Priorität kann aber auch dazu führen, dass Meldungen über einen längeren Zeitraum nicht bearbeitet werden, da sie als weniger wichtig angesehen werden. Dies betrifft vor allem Meldungen mit der niedrigsten Prioritätsstufe. Um dies zu verhindern, soll die Harmonisierung eine Definition der Reaktionszeiten für jede Prioritätsstufe beinhalten. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass je höher die Priorität einer Meldung ist, desto kürzer fällt die Reaktionszeit aus. Bei der Reaktionszeit soll es sich aber nicht um eine feste Zeit, sondern um einen Zeitrahmen handeln, innerhalb dessen die Reaktionszeit den Eigenschaften des Objekts angepasst werden kann.

Eine Harmonisierung der Prioritätsstufen und der Reaktionszeiten wirkt sich in erster Linie positiv auf die Sicherheit aus. Es wird verhindert, dass ein Operator im Ereignisfall mit zu vielen Meldungen überlastet wird und dass Meldungen mit niedriger Priorität über einen längeren Zeitraum nicht bearbeitet werden.

Wie auch die Meldungsarten können die Prioritätsstufen ohne eine vorgängige Harmonisierung der Prozessbeteiligten vereinheitlicht werden. Eine nachträgliche Definition der Prozessbeteiligten hätte hier nur geringfügige Änderungen zur Folge, da die Priorität einer Meldung nicht direkt von den Prozessbeteiligten abhängig ist, sondern von der Auswirkung der Meldung auf den Verkehr. Es müsste lediglich überprüft werden, wo ein neuer Prozessbeteiligter hinzugefügt werden muss und welche Prioritätsstufe eine Meldung für ihn hat.

## 6.2 Überprüfung der Hypothesen

In Kapitel 1.4 wurden zwei verschiedene Hypothesen aufgestellt, die mittels einer Analyse des Ist-Zustandes und einer Trendprognose auf ihre Richtigkeit untersucht wurden. Die erste Hypothese lautete:

***Die Benutzeroberflächen und die daran gekoppelten Abläufe von bestehenden Tunnel-Prozessleitsystemen unterscheiden sich in wesentlichen Kriterien und sind kaum harmonisiert.***

In der Analyse (Kapitel 4.1) wurden aufgezeigt, dass bei allen Unterscheidungskriterien Differenzen zwischen den untersuchten UeLS vorhanden sind. Diese Hypothese ist somit verifiziert.

Basierend auf diesem Resultat konnte die zweite Hypothese in einer Trendprognose untersucht werden. Die Hypothese lautete:

***Eine zweckmässige Harmonisierung von Tunnel-Prozessleitsystemen wird erreicht, indem die wesentlichen Kriterien der Benutzeroberflächen und die daran gekoppelten Abläufe eindeutig definiert werden.***

In den Kapiteln 6.1 konnte aufgezeigt werden, dass eine eindeutige Definition von Kriterien zu einer Harmonisierung der untersuchten Tunnel-Prozessleitsysteme beiträgt und positive Auswirkungen auf die Bereiche Sicherheit, Kosten und Realisierung hat. Somit gilt diese Hypothese ebenfalls als bestätigt.

## 6.3 Auswirkungen der Harmonisierung

Mit Hilfe der vorgeschlagenen Harmonisierungen können die in Kapitel 1.5 formulierten Ziele grössten Teil erreicht werden.

*Die Operatoren reagieren effizienter. Durch standardisierte Benutzeroberflächen und Abläufe werden die Reaktionszeiten im Ereignisfall verbessert, wodurch sich die Sicherheit erhöht.*

Dieses Ziel wird durch die Vereinheitlichung der Benutzersichten und des Bildaufbaus erreicht. Insbesondere die Einführung eines Schulungsmodus verspricht eine Erhöhung der Effizienz und der Sicherheit. Auch die Vereinheitlichung der Prioritätsstufen hilft, in Ereignisfällen effizienter zu reagieren und trägt somit massgeblich zur Zielerreichung bei.

*Die Bauherrschaft verfügt über eine praxistaugliche, validierte Realisierungsgrundlage für die Benutzeroberflächen und Abläufe in Tunnel-Prozessleitsystemen. Die Anforderungen an diese sind nachvollziehbar. Dadurch senken sich die Realisierungskosten.*

Durch die Einführung einheitlicher Definitionen wird dieses Ziel erreicht. Auf Grund der beschriebenen Abhängigkeit anderer Kriterien, steht hier vor allem die Definition der Prozessbeteiligten im Vordergrund. Aber auch die Definition der Meldungsarten oder der Prioritätsstufen trägt zur Erreichung dieses Ziels bei.

*Die Betreiber können einen effizienteren Unterhalt und Support leisten, da die Bedienungen der Anlagen ähnlich oder sogar gleich sind. Der Betrieb wird verbessert.*

Die Harmonisierung des Bildaufbaus und der Definitionen der Prozessbeteiligten, der Meldungsarten und der Prioritätsstufen helfen, dieses Ziel zu erreichen. Insbesondere die Vereinheitlichung der Zuteilung der Meldungen stellt ein wichtiger Schritt für die Erreichung dieses Ziels dar.

*Für die Systemlieferanten wird die technische Umsetzung von Systemen vereinfacht, da er eine bereits erstellte Systemkomponente wiederverwenden kann.*

Die Vereinheitlichung des Bildaufbaus und insbesondere die Normierung der Graphiken und der Symbolbibliothek ermöglichen dem Systemlieferanten die Erstellung einer Basiskomponente, welche er für ein neues System nur minimal anpassen muss.

## 6.4 Ausblick

Klare und einheitliche Definitionen der wesentlichen Bereiche des Tunnel-Prozessleitsystems stellen einen interessanten Ansatz für eine Harmonisierung dar, der sich vor allem auf die Sicherheit und die Realisierung positiv auswirkt.

Für alle weiteren Schritte muss grundsätzlich überlegt werden, ob eine Harmonisierung der bestehenden UeLS umsetzbar ist. Unter diesem Aspekt sind Harmonisierungen auf organisatorischer Ebene kritisch zu begutachten. Eine Harmonisierung der Definition der Prozessbeteiligten und deren Aufgaben hat zwar grosse Auswirkungen auf alle anderen Unterscheidungskriterien, ist aber stark mit der jeweiligen Organisation verbunden. Organisatorische Strukturen unterliegen einem stetigen Wandel und sind teilweise politischer Natur, was eine Harmonisierung erschwert oder gar verunmöglicht.

Ähnlich kritisch ist die Harmonisierung des Bildaufbaus zu betrachten. Der Bildaufbau, insbesondere die verwendeten Graphiken sind zwar nicht an die organisatorischen Strukturen gebunden, unterliegen aber den laufenden Fortschritten der Technologie. Aus diesem Blickwinkel muss die Frage gestellt werden, ob eine Harmonisierung überhaupt sinnvoll ist oder nach ihrer Umsetzung bereits als veraltet gilt.

Auch bei den Meldungsarten ist eine Harmonisierung nur bedingt möglich, wenn die Prozessbeteiligten nicht harmonisiert sind. So könnten gleiche Meldungen in verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen im Grunde den gleichen Prozessteilnehmern zugeteilt werden. Wenn sich aber deren Aufgaben unterscheiden, so unterscheidet sich auch die Zuteilung. Eine Harmonisierung kann somit nur zwischen Systemen vollzogen werden, deren Definition von Prozessbeteiligten bereits gleich ist.



Bei der Harmonisierung der Prioritätsstufen ist keine solche Abhängigkeit oder Einschränkung zu erwarten. Meldungen nach Wichtigkeit zu filtern unterliegt keinen wesentlichen Veränderungen. Eine harmonisierte Definition der Prioritätsstufen kann somit über einen längeren Zeitraum bestehen, auch wenn sich andere Komponenten eines Tunnel-Prozessleitsystems verändern. Eine Harmonisierung ist demnach erstrebenswert und möglich. Als ein erster Schritt empfiehlt sich hier die Entwicklung einer Methodik, die auf alle bestehenden und neuen UeLS angewendet werden kann. Eine solche Methodik muss es erlauben, die Eigenschaften der anderen Komponenten zu erfassen und in die Harmonisierung miteinfließen zu lassen. Des Weiteren müssen die verwendeten Definitionen unabhängig von den Eigenschaften und des Objekts sein, damit sie auf alle Objekte angewendet werden kann.



## Anhänge

I	<b>Reflexmatrix</b> .....	<b>69</b>
II	<b>Fragebogen</b> .....	<b>70</b>



# I Reflexmatrix

Dies ist ein Beispiel einer Reflexmatrix (Kanton Luzern, 2008).

Aktionen	Ereignis Kategorie 1												Ereignis Kategorie 2												
	IMA	ED	IT	ELZ	IMA	ED	IT	ELZ	IMA	ED	IT	ELZ	IMA	ED	IT	ELZ	IMA	ED	IT	ELZ	IMA	ED	IT	ELZ	
Verketteterstele VTY (Kamera und Membran)	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...	Aufklärung + ...
Gelb blinken bzw. Warnen (K1)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Geschwindigkeitreduktion (K1)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Stauwarnung (K1)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Linke Spur und Gegenfahrichtung gesperrt (K1)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Stromausfall (K1)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Sofortsperrung bzw. Brand (K2)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Tunneltüröffnung (K2)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Raumluftungs- und Klimaanlage Zeitfallen	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Überbrückung in parallelem Sicherheitsstollen	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Beleuchtung in parallelem Sicherheitsstollen	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Blitzlichter bei den Notausgängen	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Empfangsleuchte ED (Befehlserstellung VTY)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Durchfahrbeleuchtung	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Brandrisikobeleuchtung	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Optische Leitliniebeleuchtung	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Aktions- und Gegenaktionsbeleuchtung	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Tunnelrück- und Gegenfahrichtung	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ereignisse	Das Aufgebot der Ereignisliste erfolgt gemäß Einsatzplanung Nationalratsschlusssatzung A3 "Tunnelverkehrsmanagement der Schweizerischen Bundespolizei" (Einsatzplanung) Innovationen Modulo Tunnel Aufgabenteilbereich (Einsatzplanung)																								

## II Fragebogen



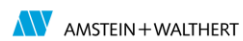
AMSTEIN + WALTHERT PROGRESS AG

### **Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen - Fragebogen zur Datenerhebung**

Fragebogen

Version 4 / 14. Mai 2012

**Amstein + Walthert Progress AG, Andreasstrasse 11, 8050 Zürich**  
Telefon +41 44 305 91 11, Fax +41 44 305 92 14, [www.amstein-walthert.ch](http://www.amstein-walthert.ch)



## Impressum

### Auftraggeber

**Auftragnehmer** Amstein + Walthert Progress AG  
Andreasstrasse 11  
8050 Zürich

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

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

**Verfasser** Michael Moser

**Versionen** Version 4: 14.5.2012

**Freigegeben** 14.5.2012 Visum

**Bezeichnung** LN/710206/Fragebogen\_V4.docx



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Absicht .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Interviewpartner .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Fragen .....</b>	<b>7</b>
4.1	Kriterium 1: Bildaufbau .....	7
4.2	Kriterium 2: Prozessbeteiligte .....	9
4.3	Kriterium 3: Benutzersicht .....	11
4.4	Kriterium 4: Bedienort .....	14
4.5	Kriterium 5: Meldungsart .....	16
4.6	Kriterium 6: Übertragungsart .....	18
4.7	Kriterium 7: Prioritätsstufe .....	19
4.8	Kriterium 8: Transaktionsablauf .....	21
4.9	Kriterium 9: Reflexmatrix .....	23
<b>5</b>	<b>Anmerkungen .....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Einverständniserklärung .....</b>	<b>25</b>





## 1 Absicht

Dieser Fragebogen dient der Datenerhebung im Rahmen der VSS Forschungsarbeit 2010/206: 'Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen'.

Die folgenden Fragen tragen dazu bei, Differenzen zwischen Tunnel-Prozessleitsystemen auf Basis von neun vordefinierten Unterscheidungskriterien zu identifizieren. Jedes dieser Kriterien, sowie dessen Ausprägungen und Besonderheiten, werden in Kapitel 2 der Forschungsarbeit beschrieben. Dem Aufbau der Arbeit entsprechend ist der Fragebogen in neun Themenblöcke unterteilt. Um Unklarheiten zu vermeiden, wird zu Beginn jedes Themenblocks das entsprechende Kriterium erklärt. Zusätzlich werden komplizierte Fragen mit Grafiken oder Auswahlmöglichkeiten bei den Antworten ergänzt.

Die Antworten der Interviewteilnehmer sollen dabei helfen zu erkennen, wo sich die Bedienabläufe und Benutzeroberflächen der untersuchten Tunnel-Prozessleitsysteme unterscheiden. Im Anschluss an die spezifischen Fragen zum Unterscheidungskriterium befinden sich zwei allgemeine Fragen zu Verbesserungsvorschlägen und Chancen der Harmonisierung des Unterscheidungskriteriums. Mit der Frage nach Verbesserung wird darauf abgezielt, den Themenblock allenfalls zu erweitern und neue Erkenntnisse zu gewinnen. Die Antwort zu den Realisierungschancen soll später helfen, die Trendprognose zu bewerten und sinnvolle Empfehlungen abzugeben. Es ist wichtig, dass die in der Forschungsarbeit gemachten Vorschläge realistisch und umsetzbar sind. Damit dies der Fall ist, kann der Interviewpartner am Ende jedes Themenblocks die Chancen einer Harmonisierung auf einer Skala vom 1-5 beurteilen.

Am Ende des Fragebogens kann der Interviewpartner noch einmal Verbesserungsvorschläge anbringen. In diesem Fall müssen diese nicht in Zusammenhang mit einem Themenblock oder der Harmonisierung stehen. Es handelt sich dabei eher um allgemeine Anmerkungen zum Untersuchungsgegenstand. Sollte die Auswertung dieser Frage ergeben, dass ein wesentliches Kriterium innerhalb des Harmonisierungsprozesses fehlt, wird dieses ebenfalls berücksichtigt.



## 2 Methodik

Die Form dieses Fragebogens basiert auf der Technik des Leitfadeninterviews.

In diesem Fall dient das Leitfadeninterview der Sammlung von Informationen über die Unterschiede zwischen vier verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen. Die nachfolgenden Fragen basieren auf den Unterscheidungsmerkmalen, die in Kapitel 2 der Forschungsarbeit, zu welcher dieser Fragebogen gehört, erarbeitet wurden.

Die Interviewform 'Leitfadeninterview' kommt der Forderung nach Offenheit qualitativer Forschung entgegen. Es ist ein halbstrukturiertes Interview. Der Leitfaden ist das flexibel zu handhabende Fragengerüst des Interviews, wobei die Antworten offen erfolgen. Der Vorteil dieser Interviewart ist, dass das Interview an interessanten Stellen vertieft werden kann und trotzdem vergleichbare Resultate ermöglicht.

Die hier verwendete Variante des Leitfadeninterviews ist eine Mischung zwischen Themenblöcken, welche als offener Rahmen zur Gesprächsanregung dienen und fertig formulierten Fragen in festgelegter Reihenfolge. Die Themenblöcke entsprechen dabei den Unterscheidungskriterien. Innerhalb eines Themenkomplexes gibt es klar formulierte Fragen, welche keine vorgegeben Antwortkategorien besitzen. Es gibt Fragen, die mit Ja oder Nein beantwortet werden müssen, wobei stets eine Begründung der Antwort erforderlich ist.

Aufgrund der Komplexität eines Tunnel-Prozessleitsystems, wird nicht auf alle technischen und organisatorischen Spezifikationen eingegangen. Erscheint einem Interviewpartner ein Thema besonders wichtig oder wird ein Themenbereich vermisst, so können dieser nachträglich noch in den Fragenkatalog aufgenommen werden. Es ist auch möglich, spezifische Fragen oder ganze Themenblöcke miteinander zu verbinden, damit die Zusammenhänge besser erkennbar werden.



### 3 Interviewpartner

Name:

.....

Funktion:

.....

Organisation:

.....

Räumliche Abgrenzung der Zuständigkeit des Tunnel-Prozessleitsystems:

.....

Anzahl und Art (kantonal oder national) der Objekte, die das Tunnel-Prozessleitsystem überwacht:

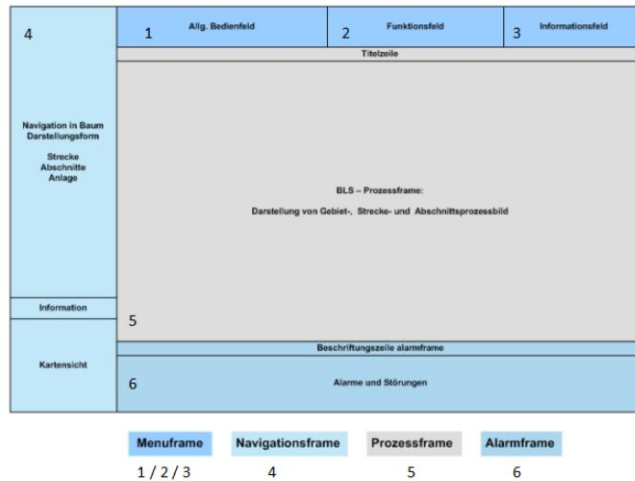
.....

## 4 Fragen

### 4.1 Kriterium 1: Bildaufbau

Die Benutzeroberfläche ist das wichtigste Arbeitsinstrument des Operators. Über dieses kann er die einzelnen BSA überwachen und steuern. Unter anderem empfängt er Meldungen und setzt Befehle ab oder kontrolliert einen Anlagezustand. Auf der Benutzeroberfläche werden alle Visualisierungen angezeigt. Die Art und Weise der Anzeige muss einzigartig sein, um Verwechslungen auszuschliessen

4.1.A: Entspricht Ihr Bildaufbau der Benutzeroberfläche grundsätzlich dem untenstehenden Schema?



Quelle: ASTRA (2011): Styleguide. MMI / Bildschirmaufbau BSA. GE VIII. Bundesamt für Strassen. Bern.

**Legende**

- *Menüframe*
  - *Allg. Bedienfeld: Allgemeine Bedienknöpfe*
  - *Funktionsfeld: Feld zur Auswahl von BSA spezifischen Funktionen*
  - *Informationsfeld: Anzeige von übergeordneten Informationen*
- *Navigationsframe: Zeigt dem Operator während seiner Navigationsschritte dynamisch die aktuelle Bedienposition und führt ihn zu folgenden Prozessframes:*
  - *Übersicht: Navigation zu den Strecken, Abschnitten und Anlagen.*
  - *Kartenausschnitt: Miniaturansicht der Karte*
- *Prozessframe: Darin sind alle aktuellen Prozessdaten der Tunnelanlage dargestellt.*
- *Alarmframe: Er ist der Teil der Benutzeroberfläche, in dem alle aktuell anstehenden Alarmer, Warnungen und Informationen visualisiert werden.*

Ja

Nein



4.1.B: Wenn nein, wo liegen die Unterschiede?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.1.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei Ihrer Benutzeroberfläche ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.1.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung des Bildaufbaus ein?



4.1.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung des Bildaufbaus ein?





#### 4.2 Kriterium 2: Prozessbeteiligte

Als Prozessbeteiligte gelten alle Organisationen, welche an Prozessen im Tunnel-Prozessleitsystem beteiligt sind und Zugriff auf dieses benötigen. Jedem Prozessbeteiligten sind andere Aufgaben zugeteilt. Auf Grund der verschiedenen Aufgaben wird in der Forschungsarbeit von mindestens vier Organisationen ausgegangen:

- **Verkehrspolizei** (Hauptnutzer eines Tunnel-Prozessleitsystems und verantwortlich für die Entgegennahme von Betriebsmeldungen und Koordination der Erstintervention im Ereignisfall)
- **Unterhalts- und Betriebsdienst** (*verantwortlich für einen reibungslosen und ökonomischen Betrieb, die langfristige Erhaltung der Gebrauchstauglichkeit und des Wertes, der effizienten Abwicklung der Dienste Dritter sowie der Verwaltung der Nationalstrassen*)
- **Verkehrsmanager** (*leitet, lenkt und steuert den Verkehr und informiert die Verkehrsteilnehmer in dem ihm zugeteilten Aktionsraum. Diese Aufgaben werden heute meist durch die Verkehrspolizei wahrgenommen*)
- **Systemlieferant** (*verantwortlich für den einwandfreien Betrieb seines gelieferten Systems oder Anlage. Dies umfasst sowohl Wartungsarbeiten am funktionierenden System, als auch das Beheben einer Fehlfunktion*)

4.2.A: Welche Organisationen sind an den Prozessen in Ihrem Tunnel-Prozessleitsystem beteiligt?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Was sind ihre Aufgaben...

4.2.B: ...in der Theorie?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.2.C: ... in der Praxis?

.....  
.....  
.....  
.....



.....

4.2.D: Welches sind die Gründe für die oben genannten Unterschiede?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.2.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei den Prozessbeteiligten?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.2.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Prozessbeteiligten ein?



4.2.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung der Prozessbeteiligten ein?





### 4.3 Kriterium 3: Benutzersicht

Damit der Prozessbeteiligte seine spezifischen Aufgaben innerhalb des Tunnel-Prozessleitsystems möglichst effizient erfüllen kann, muss der Informationsfluss zwischen der Ebene der Prozesskomponenten und der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation pro Benutzer gefiltert werden. Verschiedene Benutzersichten sind dafür die am besten geeignete Lösung. Die Benutzersicht ist von der Art der Nutzung und den Verantwortlichkeiten eines Prozessbeteiligten abhängig. Je nach Profil des Prozessbeteiligten müssen auf einer Sicht nicht alle Prozesse angezeigt werden. Ebenso spezifisch sind die Befehlsrechte, welche eine Sicht beinhaltet.

In der Forschungsarbeit wird von mindestens vier verschiedenen Benutzersichten ausgegangen:

- **Interventionssicht** (Diese Sicht ist für die Verkehrspolizei. Es werden Meldungen angezeigt, welche den sicheren Betrieb der Strasse beeinflussen oder eine polizeiliche Intervention auslösen. Dies betrifft alle Prioritätsstufen von Betriebsmeldungen und alle Alarmer)
- **Betriebs- und Unterhaltssicht** (Diese Sicht wird vom Unterhalts- und Betriebsdienst verwendet. Auf dieser Sicht werden Meldungen angezeigt, welche mit der technischen Funktionalität der BSA zusammenhängen)
- **Verkehrsmanagementsicht** (In dieser Sicht werden alle Alarmer und alle anderen Meldungen angezeigt, welchen einen Einfluss auf den Verkehr haben)
- **Systemlieferantensicht** (Sie muss individuell nach den Bedürfnissen und Aufgaben des Unternehmers gestaltet werden können. Ein Unternehmer muss auf die in seinem Verantwortungsbereich liegende, Systemumgebung und die angrenzenden Schnittstellen Zugriff haben)

4.3.A: Gibt es in Ihrem Tunnel-Prozessleitsystem unterschiedliche Benutzersichten?

Ja

Nein

4.3.B: Wenn Ja, welche sind diese und inwiefern unterscheiden sich diese voneinander?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.3.C: Wenn Nein, warum nicht?

.....  
.....  
.....





.....  
.....

4.3.D: Gibt es die Kategorie des Prozesseigners und der Informationsempfänger ?

*Der Prozesseigner ist für die schnelle und korrekte Abwicklung des Prozesses verantwortlich. Nur er hat die Befugnis Befehle zu erteilen, Meldungen zu quittieren und weitere Prozesse auszulösen.*

*Die Gruppe der Informationsempfänger umfasst alle Prozessteilnehmer, welche durch den Prozesseigner oder das System mit Informationen versorgt werden. Sie haben keine Berechtigung, andere Informationsempfänger selbst mit Informationen zu versorgen, Befehle auszulösen oder Meldungen zu quittieren.*

Ja

Nein

4.3.E: Wenn Ja, wie wird dies in der Benutzersicht erkennbar gemacht? Welches sind die Unterschiede zwischen Prozesseigner und Informationsempfängern?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.3.F: Wenn Nein, warum nicht?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.3.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei den Benutzersichten?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



4.3.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Benutzersichten ein?

Gering Hoch

1 2 3 4 5

4.3.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung der Benutzersichten ein?

Gering Hoch

1 2 3 4 5



#### 4.4 Kriterium 4: Bedienort

Wie in den meisten Prozessleitsystemen kann auch beim Tunnel-Prozessleitsystem von verschiedenen Bedienorten auf das System zugegriffen werden. Unter Bedienort wird der Ort verstanden, wovon der Prozess gesteuert wird. Mögliche Bedienorte sind:

- Verkehrsleitzentrale
- Unterhaltsleitzentrale
- Verkehrsmanagementzentrale
- Vor Ort im Tunnel
- Remote-Zugriff des Piquetdienstes des Unterhaltsdienst
- Remote-Zugriff des Piquetdienstes des Unternehmers

4.4.A: Wie viele Bedienorte hat Ihr System?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.4.B: Wie ist die Befehlshierarchie zwischen den Bedienorten definiert (Führung)?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.4.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei den Bedienorten?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



4.4.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Bedienorte ein?

Gering Hoch

1 2 3 4 5

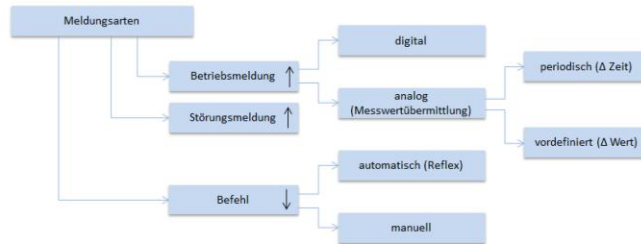
4.4.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung der Bedienorte ein?

Gering Hoch

1 2 3 4 5

#### 4.5 Kriterium 5: Meldungsart

Zwischen der Ebene der Prozesskomponenten und der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation findet ein ständiger Informationsaustausch statt. Dieser Informationsfluss besteht aus Meldungen. Es gibt einerseits Bottom-up Meldungen, welche von der Ebene der Prozesskomponenten an die Ebene der Steuer- und Überwachungsstation geschickt werden (↑). Andererseits gibt es Top-down Meldungen, welche von der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation an die Ebene der Prozesskomponenten geschickt werden (↓).



Diese Forschungsarbeit unterscheidet drei Meldungsarten:

- **Betriebsmeldungen** (*beeinflussen den operativen Betrieb / werden durch ihn ausgelöst*)
- **Störungsmeldungen** (*betreffen Störungen von technischen Systemen*)
- **Befehle** (*des Operators an eine BSA*)

4.5.A: Wie viele Arten von Meldungen kennt Ihr Tunnel-Prozessleitsystem?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.5.B: Wie werden die Meldungen den Prozessteilnehmern zugeteilt?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4.5.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei den Meldungsarten?

.....

.....

.....

.....

.....

4.5.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Meldungsarten ein?



4.5.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung der Meldungsarten ein?





#### 4.6 Kriterium 6: Übertragungsart

In der Leitsystemumgebung gibt es zwei Arten, wie Meldungen von der Ebene der Steuer- und Überwachungsstation auf die Ebene der Prozesskomponenten und umgekehrt übermittelt werden können. Die Übertragung kann via SCADA oder via Browser geschehen. Die beiden Arten basieren auf unterschiedlichen Technologien.

4.6.A: Auf welcher Technologie basiert Ihre Leitsystemumgebung? (Bsp. SCADA: PVSS, WINCC und Bsp. Browser: Java, ActiveX)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.6.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei den Übertragungsarten?

.....

.....

.....

.....

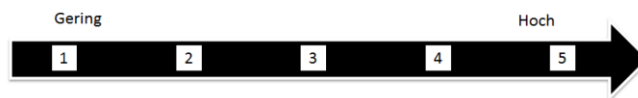
.....

.....

4.6.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Übertragungsarten ein??



4.6.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung der Übertragungsarten ein?





**4.7 Kriterium 7: Prioritätsstufe**

Bereits im Normalzustand sendet das Tunnel-Prozessleitsystem viele Meldungen auf die Benutzeroberfläche. Im Falle eines Ereignisses spricht man aufgrund der grossen Menge der Meldungen von einem Meldeschauer. Um mit dieser Anzahl von Meldungen effizient umzugehen, müssen Meldungen priorisiert werden. So kann auf die Dringlichkeit, mit welcher eine Meldung weiterverarbeitet werden muss, hingewiesen werden. Die Prioritätsstufen basieren grundsätzlich auf dem Grad der Auswirkung auf den Verkehr oder auf ein Objekt. Je stärker die Auswirkungen, desto höher die Priorität und desto schneller muss gehandelt werden. In der Forschungsarbeit wird grundsätzlich von drei Prioritätsstufen ausgegangen.

- *Prioritätsstufe 1 (Alarm) umfasst alle Bottom-up Meldungen, deren Ursache mit einem grossen Sicherheitsrisiko für die Tunnelnutzer sowie direkten Auswirkungen auf den Verkehrsverlauf verbunden ist. Eine sofortige Intervention ist nötig.*
- *Prioritätsstufe 2 (Warnung) umfasst alle Bottom-up Meldungen, deren Ursache zu Sicherheitsrisiken für die Tunnelnutzer sowie zu Auswirkungen auf den Verkehrsverlauf führen kann. Eine sofortige Intervention ist in der Regel nötig.*
- *Prioritätsstufe 3 (Information) umfasst alle Bottom-up Meldungen, deren Ursache ohne Sicherheitsrisiken für die Tunnelnutzer ist sowie keine Auswirkungen auf den Verkehrsverlauf hat. Die Ereignisse oder Zustandsänderungen werden aus informativen Gründen übertragen.*

4.7.A: Wie viele Prioritätsstufen kennt Ihr Tunnel-Prozessleitsystem?

1      2      3      4      mehr: ...

4.7.B: Wie sind diese Prioritätsstufen definiert?

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

4.7.C: Wie oft die kommen die verschiedenen Prioritätsstufen in der Praxis zur Anwendung?

4.7.C.A: *Prioritätsstufe 1*

Sehr selten      Sehr oft

1      2      3      4      5





4.7.C.B: *Prioritätsstufe 2*



4.7.C.C: *Prioritätsstufe 3*



4.7.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei den Prioritätsstufen?

.....

.....

.....

.....

.....

4.7.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Prioritätsstufen ein?



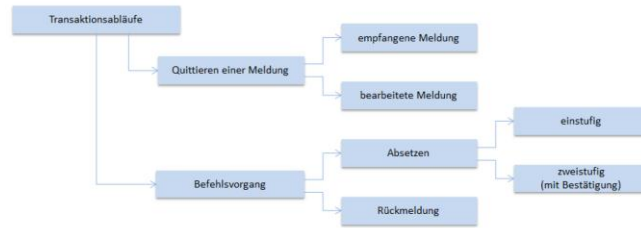
4.7.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung der Prioritätsstufen ein?



**4.8 Kriterium 8: Transaktionsablauf**

Das Empfangen und Absetzen von Meldungen muss einem bestimmten Ablauf folgen. Somit wird sichergestellt, dass Meldungen empfangen oder erledigt und Befehle korrekt abgesetzt und ausgeführt werden.

Die Transaktionsabläufe beschreiben das Vorgehen, welches beim Empfangen und Absetzen von Meldungen befolgt werden muss.



4.8.A: Kennt das System Transaktionsabläufe?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.8.B: Welche Arten gibt es? (Quittieren von Meldungen? Befehlsvorgänge?)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.8.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei den Transaktionsabläufen?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4.8.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Transaktionsabläufe ein?

Gering Hoch

1 2 3 4 5

4.8.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung der Transaktionsabläufe ein?

Gering Hoch

1 2 3 4 5



#### 4.9 Kriterium 9: Reflexmatrix

Die Reflexmatrix definiert die Prozesse, die die BSA-Anlagen bei Ereignissen und aufgrund von Zustandsänderungen ausführen müssen.

4.9.A: Wie sind die Reflexe der Klasse 2 in Ihr Tunnel-Prozessleitsystem eingebunden? (zwischen den BSA oder über das UeLS?)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.9.X: Sehen Sie ein Verbesserungspotential bei der Einbindung der Reflexmatrix?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.9.Y: Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Harmonisierung der Reflexmatrix ein?



4.9.Z: Wie schätzen Sie die mittelfristige Realisierungschance einer Harmonisierung der Reflexmatrix ein?





## 5 Anmerkungen

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Herzlichen Dank für Ihre Zeit und Ihren wertvollen Forschungsbeitrag.**



## 6 Einverständniserklärung

Ich erkläre mich hiermit einverstanden, dass die mit diesem Fragebogen erhobenen Daten in der VSS Forschungsarbeit 2010/206: 'Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen' verwendet werden.

Ort, Datum

Unterschrift

.....

.....

## Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
ASTRA	Bundesamt für Strassen. Dieses Bundesamt liegt im Verantwortungsbereich des eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) und wirkt für eine nachhaltige und sichere Mobilität auf der Strasse. Im Mittelpunkt steht das Ziel der Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Nationalstrassen und Hauptstrassennetzes ( <a href="http://www.astra.admin.ch">www.astra.admin.ch</a> ).
ATS	Allgemeine Technische Spezifikationen. ATS dienen im Normalfall der Festlegung der integralen Zusammenhänge verschiedener Anlagen eines Strassentunnels und besitzen den Charakter von Richtlinien.
Benutzer- oberfläche	Ist die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine und dient der Verkehrsüberwachung und -lenkung. Auf der Benutzeroberfläche werden die Betriebszustände der BSA visualisiert.
BFS	Bundesamt für Statistik. Dieses Bundesamt produziert und veröffentlicht wichtige statistische Informationen zum Zustand und zur Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaft, Gesellschaft, Raum und Umwelt. Wir ergänzen diese durch übergreifende Analysen, entwickeln Indikatoren-systeme zur Erfassung komplexer Sachverhalte, erarbeiten Szenarien künftiger Entwicklungen und sichern den historischen Datenbestand ( <a href="http://www.bfs.admin.ch">www.bfs.admin.ch</a> ).
BLS	Betriebsleitsystem. Siehe UeLS.
BLE	Betriebsleitebene. Siehe UeLS.
BLZ	Betriebsleitzentrale. Siehe ULZ.
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstung. Diese elektromechanischen Anlagen dienen der Steuerung und Überwachung des Betriebs und dem Schutz der Verkehrsteilnehmer auf National- und Kantonstrassen im Ereignisfall. Sie werden sowohl in Tunnels als auch auf offener Strecke eingesetzt (ASTRA, 2009).
DATEC	Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni.
DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication.
EFD	Eidgenössisches Finanzdepartement. Die Kernaufgaben des EFD betreffen ganz direkt die Leistungsfähigkeit des Sozialstaates und des Wirtschaftsstandortes. Im Wesentlichen übt das EFD drei Funktionen aus: Politikgestaltung, Dienstleistungen und Vollzug ( <a href="http://www.efd.admin.ch">www.efd.admin.ch</a> ).
ELZ	Einsatzleitzentrale. Siehe ULZ.
GE	Gebietseinheit. Eine Gebietseinheit ist eine organisatorische Einheit, welche als Folge der NFA entstanden ist. Diese treten an die Stelle der bisher 24 verschiedenen Nationalstrassenkantone (ASTRA, 2008a). Die Gebietseinheiten sind für den betrieblichen Unterhalt (z.B. Winterdienst, Reinigung der Fahrbahn, Pflege und Unterhalt der elektromechanischen Installationen) zuständig (ASTRA, 2006c).
HMI	Human Machine Interface. Siehe Benutzeroberfläche.
IT	Informationstechnologie. Technologie der Gewinnung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen ( <a href="http://www.duden.de">www.duden.de</a> ).
KNZ	Kantonale Notrufzentrale. Siehe VLZ.
MinVG	Bundesgesetz über die Verwendung der zweckgebundenen Mineralölsteuer und der Nationalstrassenabgabe.
MMI	Mensch-Maschine-Interface. Siehe Benutzeroberfläche.
NFA	Neuordnung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen. Ziel der NFA ist eine Verbesserung der Effizienz, Effektivität und Anreizstruktur des föderalen Systems der Schweiz. Um dies zu erreichen werden die Aufgaben, Kompetenzen und Finanzströme zwischen Bund und Kantonen so weit wie möglich und sinnvoll entflochten ( <a href="http://www.efd.admin.ch">www.efd.admin.ch</a> ).
NSNW	Nationalstrassen Nordwest. Mit der Neugestaltung des Finanzausgleiches und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA) wurde der Bund mit Stichtag 1. Januar 2008 Eigentümer der Nationalstrassen. Für die Sicherstellung des Unterhaltes werden Kantone oder spezielle Trägerschaften beauftragt. Die Kantone AG, BL und SO haben dafür die Firma NSNW AG gegründet. Das Personal und die Infrastruktur der ehemaligen Autobahnwerkhöfe wurden in dieses Unternehmen integriert. Die beteiligten Kantone sind Eigentümerinnen der NSNW. Auftraggeberin ist das Bundesamt für Strassen ASTRA ( <a href="http://www.nsnw.ch">www.nsnw.ch</a> ).
PIARC	World Road Association. Die PIARC ist ein 1909 gegründetes Netzwerk, das es sich zur Aufgabe gemacht hat, die globale Diskussion über Strassen und Strassentransport zu fördern und Wissen in diesem Bereich bereitzustellen ( <a href="http://www.piarc.org">www.piarc.org</a> ).
RLZ	Regionale Leitzentrale. Siehe VLZ.

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
RL - VRZ	Regionale Leitzentrale Verkehrsraum Zürich. Sie ist eine zentrale Stelle, die bei Bedarf jederzeit und sofort über umfassende Informationen zur Verkehrslage und Verfügbarkeit des gesamten Strassennetzes des Verkehrsraums Zürich verfügt ( <a href="http://www.afv.zh.ch">http://www.afv.zh.ch</a> )
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition. Siehe UeLS.
SIA	Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein. Der SIA ist der massgebende Berufsverband für qualifizierte Fachleute der Bereiche Bau, Technik und Umwelt ( <a href="http://www.sia.ch">www.sia.ch</a> ).
ULZ	Unterhaltsleitzentrale. Diese Zentrale wird durch eine Organisation genutzt, die für die Überwachung der Funktionstüchtigkeit der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungsanlagen innerhalb einer Gebietseinheit zuständig ist. Zur Unterstützung von Interventionen ist die Organisation befugt die BSA zu steuern (ASTRA, 2011d).
UeLS	Übergeordnetes Leitsystem. Das UeLS ist eine den BSA übergeordnete Ebene, welche die Überwachung und Steuerung aller BSA vereinfacht. Es ersetzt diese jedoch nicht. Das heisst, dass die BSA auch dann funktionieren, wenn das UeLS ausser Betrieb ist.
UPTUN	UPgrading of existing TUNenls. UPTUN ist ein Projekt der Europäischen Union zur Erarbeitung von kosteneffizienten und innovativen Methoden zur Erhöhung der Sicherheit in europäischen Tunnels. Das Projekt lief von 2002 bis 2006 ( <a href="http://www.uptun.net">www.uptun.net</a> ).
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation. Aufgabe des UVEK ist es, eine nachhaltige Entwicklung und eine gute Grundversorgung mit öffentlichen Dienstleistungen zu gewährleisten - im Interesse der Gesellschaft, der Umwelt und der Wirtschaft. Die Schweiz im Zentrum Europas ist auf moderne Verkehrswege und effiziente Kommunikations- und Stromnetze angewiesen ( <a href="http://www.uvek.admin.ch">www.uvek.admin.ch</a> )
VLZ	Verkehrsleitzentrale. Diese Zentrale wird durch die Polizei genutzt. Die Polizei ist für die Verkehrssicherheit auf dem ihr zugeteilten Nationalstrassennetz zuständig. Im Ereignisfall ist sie für die Koordination der Interventionsdienste (Ambulanz, Feuerwehr, etc) zuständig (ASTRA, 2011d).
VMZ	Verkehrsmanagementzentrale. Nimmt das Verkehrsmanagement eines definierten Gebietes wahr.
VM	Verkehrsmanagement. "Unter VM sind alle Massnahmen zusammengefasst, die den herrschenden Verkehr möglichst gleichmässig, ruhig, störungsfrei, emissionsarm und sicher fliessen lassen" (ASTRA, 2006b).
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute. Der VSS ist ein Zusammenschluss von Fachleuten, Firmen und Institutionen des privaten und des öffentlichen Sektors, die sich mit der Planung, der Projektierung, dem Bau, dem Betrieb, dem Unterhalt, der Nutzung und dem Rückbau von Verkehrsanlagen befassen ( <a href="http://www.vss.ch">www.vss.ch</a> ).



## Literatur

- 
- Amt für Betrieb Nationalstrassen (2010a): Betriebskonzept. Technische Spezifikationen Nr.4 für BSA. Baudirektion Amt für Betrieb Nationalstrassen. Flüelen.
- 
- Amt für Betrieb Nationalstrassen (2010b): BSA Handbuch. Technische Spezifikationen Nr.7 für BSA. Baudirektion Amt für Betrieb Nationalstrassen. Flüelen.
- 
- Amt für Nationalstrassenbau (2011a): ATS 6. Visualisierung, Prozessbilder, Integration der EM-Anlagen. Pflichtenheft für Planung und Ausführung. Brig-Glis.
- 
- Amt für Nationalstrassenbau (2011b): ATS 12. Steuerungskonzept. Pflichtenheft für Planung und Ausführung. Brig-Glis.
- 
- Amt für Betrieb Nationalstrassen (2012): RPH BLE Upgrade SCADA System. Realisierungspflichtigenheft. Baudirektion Amt für Betrieb Nationalstrassen. Flüelen.
- 
- ASTRA (2006a): Faktenblatt 1 - Allgemeines. Bundesamt für Strassen. Bern.  
<http://www.astra.admin.ch/org/00135/00153/00155/index.html?lang=de>  
 (Zugriff: 12.4.2012)
- 
- ASTRA (2006b): Faktenblatt 2 - Standorte. Bundesamt für Strassen. Bern.  
<http://www.astra.admin.ch/org/00135/00153/00155/index.html?lang=de>  
 (Zugriff: 12.4.2012)
- 
- ASTRA (2006c): Faktenblatt 3 - Verkehrsmanagement Schweiz (VM-CH). Bundesamt für Strassen. Bern.  
<http://www.astra.admin.ch/org/00135/00153/00155/index.html?lang=de>  
 (Zugriff: 12.4.2012)
- 
- ASTRA (2006d): Faktenblatt 4 - Betrieblicher Unterhalt der Nationalstrassen. Bundesamt für Strassen. Bern.  
<http://www.astra.admin.ch/org/00135/00153/00155/index.html?lang=de>  
 (Zugriff: 12.4.2012)
- 
- ASTRA (2006e): Gebietseinheiten. Bundesamt für Strassen. Bern.  
<http://www.astra.admin.ch/org/00135/00153/00155/00327/index.html>  
 (13.4.2012)
- 
- ASTRA (2008a): Nationalstrassen in Bundesbesitz. ). Bundesamt für Strassen. Bern.  
<http://www.astra.admin.ch/org/00135/00153/00155/index.html?lang=de>  
 (Zugriff; 13.5.2012)
- 
- ASTRA, (2008b): Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH). Bundesamt für Strassen. Bern.  
<http://www.astra.admin.ch/themen/nationalstrassen/00946/index.html?lang=de>  
 (Zugriff: 12.4.2012)
- 
- ASTRA (2009): Fachhandbuch BSA, V0.99, Technisches Merkblatt Bauteile, Kommunikation und Leittechnik. Bundesamt für Strassen. Bern.
- 
- ASTRA (2011a): Styleguide. MMI / Bildschirmaufbau BLS. GE VIII. Bundesamt für Strassen. Bern.
- 
- ASTRA (2011b): Styleguide. MMI / Bildschirmaufbau BSA. GE VIII. Bundesamt für Strassen. Bern
- 
- ASTRA (2011c): Richtlinie Operative Sicherheit. Vorgaben für die Tunnel und die offene Strecke. ASTRA 16050. Bundesamt für Strassen. Bern.
- 
- ASTRA, (2011d): Glossar d/f/i : Operative Sicherheit Betrieb. Ausgabe 2011 V1.02 Bundesamt für Strassen. Bern.  
<http://www.astra.admin.ch/dienstleistungen/00129/00183/04011/index.html>  
 (Zugriff: 15.6.2012)
- 
- Baudirektion Kanton Zürich (2004): UeLS Zürich. RPH UeLS - Funktionale Beschreibung. Zürich.
- 
- Baudirektion Kanton Zürich (2006): UeLS Zürich. RPH UeLS - Use-Cases. Zürich.
- 
- BFS (2010): Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeuge – Daten, Indikatoren  
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/03/blank/key/infrastruktur.html>  
 (Zugriff: 9.3.2012)
- 
- Departement Bau, Verkehr und Umwelt Abteilung Tiefbau (1994): ATS -E35. Aarau.
- 
- EFD (2004): NFA Faktenblatt 2. NFA im Überblick. Eidgenössisches Finanzdepartement des Bundes. Bern  
[http://www.efv.admin.ch/d/downloads/finanzpolitik\\_grundlagen/finanzausgleich/faktenblaetter/](http://www.efv.admin.ch/d/downloads/finanzpolitik_grundlagen/finanzausgleich/faktenblaetter/)

---

02-NFA\_Faktenblatt\_2\_berblick\_d.pdf  
(Zugriff: 12.4.12)

---

EFD (2007): Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen – NFA. Eidgenössisches Finanzdepartement des Bundes. Bern  
[http://www.efv.admin.ch/d/downloads/publikationen/broschueren/NFA-Broschuere\\_d.pdf](http://www.efv.admin.ch/d/downloads/publikationen/broschueren/NFA-Broschuere_d.pdf)  
(Zugriff: 12.4.2012)

---

Flick, U. (2007): Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. Rowohlt Taschenbuch Verlag. Hamburg.

---

Fuchs, T. (2008): Westumfahrung Zürich: "Stau dir das mal an". Beispiel eines Webbasieren Leitsystems. Bulletin SEV / AES 15/2008.  
[http://www.iub-ag.ch/fileadmin/media/pdf/publikationen/2008\\_IUB\\_bulletinsev.pdf](http://www.iub-ag.ch/fileadmin/media/pdf/publikationen/2008_IUB_bulletinsev.pdf)  
(Zugriff: 2.5.2012)

---

Hauff, T. (2006) Prozessleitsysteme: Lebenszyklus und Qualität. In: ATP, Vol. 48, Nr. 2, 2006.

---

Kanton Luzern (2008): Allgemeine technische Spezifikationen. ATS-14 Tunnelreflexe. Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement des Kantons Luzern. Luzern.  
[http://www.vif.lu.ch/090028\\_\\_ats14\\_tunnelreflexe\\_v20.pdf](http://www.vif.lu.ch/090028__ats14_tunnelreflexe_v20.pdf)  
(Zugriff: 3.5.2012)

---

Kanton Solothurn (2007): Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA) - Umsetzung im Kanton Solothurn: Teilbereich Nationalstrassen - Gemeinsame Trägerschaft in der Nordwestschweiz für den betrieblichen und projektfreien baulichen Unterhalt. Bau- und Justizdepartement des Kantons Solothurn. Solothurn.  
[http://www.so.ch/fileadmin/internet/regierungsrat/vla/pdf/2007/begleitbrief\\_finanzausgleich.pdf](http://www.so.ch/fileadmin/internet/regierungsrat/vla/pdf/2007/begleitbrief_finanzausgleich.pdf)  
(Zugriff: 3.5.2012)

---

NSNW (2012): Unsere Aufgabe.  
[http://www.nsnw.ch/nsnw/unternehmen/ueber\\_uns.php?navanchor=2110007](http://www.nsnw.ch/nsnw/unternehmen/ueber_uns.php?navanchor=2110007)  
(Zugriff: 8.3.2012)

---

PIARC (2008): Improve tunnel operation and maintenance. Technical Committee 4.1 - Management of Road Assets. PIARC Strategic Plan 2008-2011. Paris.

---

Rittmeyer (2012): Prozessleitsystem RITOP.  
[http://www.rittmeyer.com/site/index.cfm?id\\_art=3812&id\\_site=87&vsprache=DE](http://www.rittmeyer.com/site/index.cfm?id_art=3812&id_site=87&vsprache=DE)  
(Zugriff: 9.3.12)

---

Schaffner, M. / Lingwood, S. (2008): IT-Sicherheit für Verkehrstelematiksysteme.

---

SIA, (2004): Schweizer Norm 197/2. Projektierung Tunnel. Strassentunnel. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein. Zürich.

---

Sulzbacher (2012): Prozessvisualisierung.  
<http://www.sulzbacher.net/fachbegriffe/prozessvisualisierung.html>  
(Zugriff: 9.3.12)

---

Swisstunnel (2012): Tunnelbau Schweiz - Übersichtsgraphiken.  
<http://www.swisstunnel.ch/UEbersichtsgraphiken.69.0.html>  
(Zugriff: 8.3.2012).

---

UPTUN (2003): Human Behaviour in Tunnel Accidents and Incidents: End-users, Operators and Response Teams. Work Package 3, Human response. Task 3-1, Review of State-of-the-Art and Interrelation with Other Projects.

---



# Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 3.9.2012

#### Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS 2010 / 206  
 Projekttitel: Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen  
 Enddatum: 6.9.2012

#### Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Die unterschiedlichen Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen können mittels verschiedener Massnahmen harmonisiert werden. Zu diesem Schluss kommt die vorliegende Forschungsarbeit, in welcher mit Hilfe von Interviews die Unterschiede zwischen vier verschiedenen Tunnel-Prozessleitsystemen herausgearbeitet und die Massnahmen zur Bereinigung dieser Differenzen in Workshops mit Benutzer- und Betreibervertretern eruiert wurden.

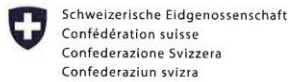
Die Ursachen für die Differenzen sind mit den historisch gewachsenen Anforderungen, dem stetigen technischen Wandel sowie der Vielfalt der Anbieter und der Abnehmer facettenreich. Ebenso vielfältig sind die Auswirkungen dieser Differenzen: Unterschiedliche Systembedienungen erschweren schnelles und intuitives Handeln im Ereignisfall, was sich negativ auf die Sicherheit im Tunnel auswirken kann. Aufgrund der Heterogenität von Tunnel-Prozessleitsystemen kann nur ein spezifischer Anbieter ein spezifisches System betreiben, was einen aufwändigen und kostenintensiven Unterhalt zur Folge hat. Das Fehlen einer nationalen Richtlinie, an welcher sich Auftraggeber und Lieferanten orientieren könnten, erschwert zudem die effiziente Realisierung von Tunnel-Prozessleitsystemen. Ziel der Harmonisierung ist es, diese negativen Auswirkungen der Heterogenität abzuschwächen.

Basierend auf dem erhobenen Verbesserungspotential wird eine Trendprognose durchgeführt, die möglichen Massnahmen zur Minimierung der in den Interviews ausgemachten Differenzen aufgezeigt. Auf Grund der Notwendigkeit und der mittelfristigen Realisierungschancen werden fünf Massnahmen zur Harmonisierung vorgeschlagen:

- Normierung der Graphiken: Die Vereinheitlichung der Symbole und der dahinterstehenden Funktionen sowie der verschiedenen Navigationsarten trägt wesentlich zu einer intuitiven und sicheren Arbeitsweise sowie zur Senkung der Realisierungs-Kosten bei.
- Definition der Prozessbeteiligten: Die klare Zuteilung der Aufgaben und der Verantwortlichkeiten ist ein wichtiger Bestandteil der Erhöhung der Sicherheit.
- Einheitliche Benutzersicht: Schaltrechte sollen zwingend an die Verantwortlichkeiten und Bedürfnisse des Benutzers angepasst werden, ohne aber die Arbeitsflexibilität zu beeinträchtigen.
- Definition der Meldungsarten: Basierend auf den Verantwortlichkeiten soll die Zuteilung der Betriebs- und Störungsmeldungen an die Prozessbeteiligten vereinheitlicht werden.
- Vereinheitlichung der Prioritätsstufen: Die Definitionen der Prioritätsstufen sollen von den Auswirkungen auf den Verkehr abgeleitet und mit einer Reaktionszeit versehen werden. Dies trägt massgeblich zur Erhöhung der Sicherheit bei.

Die vorliegende Forschungsarbeit zeigt auch auf, dass die Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen ein schwieriger und komplexer Prozess ist, da innerhalb der Tunnel-Prozessleitsysteme zahlreiche Wechselwirkungen bestehen. Es wird gefolgert, dass sich die Prioritätsstufen für eine Harmonisierung am besten eignen und dieses Thema vertieft untersucht werden sollte.

Es wird empfohlen, eine spezifische Methodik zur Harmonisierung der Prioritätsstufen zu erarbeiten. Eine solche Methodik muss in der Lage sein, alle wesentlichen Faktoren der Prioritätsstufen objektunabhängig zu erfassen und so eine Harmonisierung der bestehenden und neuen UeLS ermöglichen.



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

Zielerreichung:

Die Arbeit hatte zum Ziel, einen validierten Kriterienkatalog der wichtigsten Bedienabläufe sowie praxistaugliche Lösungsvorschläge zur Harmonisierung der Benutzeroberflächen für Tunnel-Prozessleitsysteme zu erarbeiten. Diese Ziele wurden grundsätzlich erreicht. Die Forschungsarbeit zeigt, dass:

- ein Tunnel-Prozessleitsystem mit Hilfe eines generalisierten Kriterienkatalogs untersucht werden kann.
- zwischen den untersuchten Tunnel-Prozessleitsystemen Differenzen bei den Abläufen und Benutzeroberflächen bestehen.
- die Differenzen mehrheitlich auf eine unterschiedliche Definition der untersuchten Kriterien zurückzuführen sind.
- eine einheitliche Definition der Abläufe und der Benutzeroberflächen zu einer Harmonisierung führt.

Folgerungen und Empfehlungen:

Die Forschungsarbeit zeigt auf, dass die Abläufe und Benutzeroberflächen harmonisiert werden können und schlägt fünf verschiedene Massnahmen vor (Normierung der Graphiken, Definition der Prozessbeteiligten, Einheitliche Benutzersicht, Definition der Meldungsarten und Vereinheitlichung der Prioritätsstufen).

Es wird klargemacht, dass die Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen ein komplexer Prozess ist, weil innerhalb der Tunnel-Prozessleitsysteme verschiedene Wechselwirkungen bestehen, die berücksichtigt werden müssen. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Harmonisierung der Prioritätsstufen vertieft zu untersuchen.

Zu diesem Zweck soll eine spezifische Methodik zur Harmonisierung der Prioritätsstufen entwickelt werden, welche in der Lage ist, alle wesentlichen Faktoren der Prioritätsstufen objektunabhängig zu erfassen. Auf diese Weise wird eine Harmonisierung der bestehenden und neuen UeLS ermöglicht.

Publikationen:

Moser, M., Mellert, L. D., Lingwood, S., Morel, D. (2012): Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen VSS 2010/206 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute, Bundesamt für Strassen, Bern.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Lingwood

Vorname: Stephen

Amt, Firma, Institut: Amstein + Walther Progress AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

##### Beurteilung:

Im Rahmen von zwei Workshops mit der Begleitkommission wurde jeweils der akute Stand des Forschungsprojektes präsentiert. Während den nachfolgenden Diskussionen hatten die Mitglieder der Begleitkommission die Möglichkeit, Anmerkungen sowie allfälligen Anpassungsbedarf einzubringen.

Die erfolgreiche Durchführung der Interviews, die Auswertungen sowie die anschliessende Trendprognose wurden von der Begleitkommission positiv beurteilt.

##### Umsetzung:

Das Forschungsteam hat mit ihrer Arbeit die gesteckten Ziele erreicht und sinnvolle Massnahmen für eine Harmonisierung vorgeschlagen. Mit den Interviews und Workshops hat es sichergestellt, dass die Massnahmen möglichst nahe an der Realität sind und mit den Bedürfnissen der Tunnel-Prozessleitsystembetreiber einhergehen.

Der Schlussbericht führt den Leser sinnvoll und logisch in die relevanten Aspekte eines Tunnel-Prozessleitsystems ein und zeigt auf, welche Wechselwirkungen zwischen diesen bestehen. Die Auswertung der Interviews und Workshops geschieht auf eine verständliche Art und Weise. Insgesamt entspricht der Bericht den Erwartungen der Begleitkommission.

##### weitergehender Forschungsbedarf:

Das Forschungsteam hat aufgezeigt, dass die Harmonisierung der Prioritätstufen den vielversprechendsten Ansatz darstellt. Es empfiehlt sich, als nächsten Schritt die Entwicklung einer Methodik anzugehen, die die Faktoren der Prioritätsstufen objektunabhängig erfassen kann und so eine Harmonisierung ermöglicht. Diese Methodik kann anschliessend auf die bestehenden und neuen UeLS angewendet werden.

##### Einfluss auf Normenwerk:

Die Forschungsarbeit hat keinen direkten Einfluss auf das Normenwerk. Es wird jedoch empfohlen, sich mit der Möglichkeit einer nationalen Norm vertieft auseinanderzusetzen.

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

Name: Schuler

Vorname: Markus

Amt, Firma, Institut: Baudirektion Uri Amt für Betrieb Nationalstrassen

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



## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

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

1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit <i>Modèles d'impact d'équipements de véhicules pour améliorer la sécurité routière</i> <i>Modelling of the impact of in-vehicle equipment for the enhancement of traffic safety</i>	2009
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground <i>Entscheidungsgrundlagen und Hilfsmittel für die Planung von TBM-Vortrieben in druckhaftem Gebirge</i> <i>Critères de décision et outils pour la planification de l'avancement au tunnelier dans des conditions de roches poussantes</i>	2011
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr <i>Basic technologies for detecting intermodal traveling passengers</i> <i>Les technologies de base pour l'enregistrement automatique des usagers de moyens de transports</i>	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr <i>L'agressivité au volant</i> <i>Aggressive Driving</i>	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS" <i>Projet initial pour le paquet de recherche "Augmentation de l'utilité pour les usagers du système d'information de la route"</i> <i>Initial project for the research package "Increasing benefits for the users of the road and transport information system"</i>	2011
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen <i>Application areas of various means of transportation in agglomerations</i> <i>Domaine d'application de différent moyen de transport dans les agglomérations</i>	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren <i>Investigations of the ice-wall grow and frost heave in artificial ground freezing</i> <i>Recherches sur la formation corps gelés et du soulèvement au gel pendant la procédure de congélation</i>	2010
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges <i>Qualitätsprüfung und Überwachung elektrisch isolierter Spannglieder in Brücken</i> <i>Contrôle de la qualité et surveillance des câbles de précontrainte isolés électriquement dans les ponts</i>	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene <i>Sécurité en cas de tracés rail-route parallèles ou rapprochés</i> <i>Safety measures to manage risk of roads meeting or running close to railways</i>	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen <i>On-site runoff experiments on roads</i> <i>Essai d'écoulements pour l'évacuation des eaux des autoroutes</i>	2011



1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik <i>IT-Security pour la télématique des transports</i> <i>IT-Security for Transport and Telematics</i>	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen) <i>Passage pour piétons (les bases)</i> <i>Pedestrian crossing (basics)</i>	2011
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung <i>Quantification of the leakages into exhaust ducts in road tunnels with concentrated exhaust systems</i> <i>Quantification des fuites des canaux d'extraction dans des tunnels routiers à extraction concentrée de fumée</i>	2010
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels <i>Entwicklung einer besten Praxis-Methode zur Risikomodellierung für Strassentunnelanlagen</i> <i>Développement d'une méthode de meilleures pratiques pour l'analyse des risques dans les tunnels routiers</i>	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhand D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis <i>Essai de résistance aux sulfates selon la norme SIA 262/1, Annexe D: Applicabilité et importance pour la pratique</i> <i>Testing sulfate resistance of concrete according to SIA 262/1, appendix D: applicability and relevance for use in practice</i>	2011
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen <i>Coopération dans les gares et arrêts</i> <i>Coopération at railway stations and stops</i>	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs Activity oriented analysis of induced travel demand Analyse orientée aux activités du trafic induit	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung Approches innovantes de la gestion du stationnement Innovative approaches to parking management	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer? Driver Inattention and Distraction as Cause of Accident: How do Drivers Behave in Cars? L'inattention et la distraction: comment se comportent les gens au volant?	2012