VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER STRASSENFACHLEUTE (VSS)

Koordinationskommission I

V E R K E H R S L E N K U N G

I N

S T R A S S E N T U N N E L N

Forschungsauftrag Nr. 9/85, 1. Phase

Forschungsstelle:

J. R i c h t e r Ingenieurbüro
für Verkehrstechnik und Planung
Mutschellenstr. 21 8002 Zürich

Juni 1986

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
K u r z f a s s u n g	I
R é s u m é français	II
1. EINLEITUNG	1
1.1. Ausgangslage	1
1.2. Zielsetzung und Vorgehen	1
1.3. Gegenstand des vorliegenden Berichtes	2
2. UNTERSUCHUNGSOBJEKTE	3
2.1. Belchentunnel (N2)	3
2.2. Reussport- und Sonnenbergtunnel (N2)	8
2.3. Tunnel de Glion (N9)	13
2.4. Strecke Vennes - Chexbres (N9)	16
3. BETRIEBSZUSTAENDE	21
3.1. Möglichkeiten der Anlagen	21
3.2. Realisierung der Betriebszustände	23
3.3. Automatische Betriebszustände	24
4. EINSATZSTRATEGIEN	26
4.1. Unterhalt	26
4.2. Pannen	27
4.3. Unfälle	30
4.4. Brand	31
5. ERHEBUNGEN	33
5.1. Vorgehen	33
5.2. Gegenstand der Erhebungen	34
5.3. Auswertung	35
5.4. Resultate	36
5.5. Vergleich Erhebungsresultate - Einsatzstrategien	49
5.6. Erfahrungen mit der Erhebungsmethode	50
6. ZUSAMMENFASSENDE SCHLUSSFOLGERUNGEN	51
6.1. Untersuchte Anlagen und ihre Installationen	51
6.2. Häufigkeit der verkehrslenkenden Massnahmen	51
6.3. Art der verkehrslenkenden Massnahmen	53
6.4. Informationssystem	54
6.5. Begleitende Massnahmen	55
7. WEITERES VORGEHEN	56
BEILAGEN (gelbe Seiten)	57

K u r z f a s s u n g

Das schweizerische Nationalstrassennetz weist eine Vielzahl von Tunnelstrecken auf. Diese sind mit verkehrslenkenden Installationen ausgestattet. Ueber deren Verwendung und den dabei gemachten Erfahrungen bestehen jedoch nur wenig Unterlagen.

Mit dem Ziel, Grundlagen für die Bestimmung von Installationen für die Verkehrsregelung zu erarbeiten, wurden in der vorliegenden 1. Phase bei vier Tunnelstrecken während einem Jahr von den zuständigen Organen die Verwendung dieser Einrichtungen protokolliert.

Die Auswertung der Protokolle ergab vor allem in der Häufigkeit, aber auch in der Art der verkehrslenkenden Massnahmen, recht grosse Unterschiede. Verschieden sind dabei nicht nur die Geschehnisse auf der Strasse, sondern auch die jeweiligen Einsatzstrategien. Diese werden in erster Linie durch den Ausbaugrad der Anlagen bestimmt.

Der Unterhaltsdienst verursacht den häufigsten Einsatz von verkehrslenkenden Massnahmen. Deren Einsatzdauer ist sehr variabel, wobei längere Einsätze von über 4 Stunden dominieren. Am zweithäufigsten sind Pannen für verkehrslenkende Massnahmen verantwortlich. In diesen Fällen werden die Installationen meistens nur für kurze Zeit eingeschaltet (bis 30min.).

Das gewählte Vorgehen hat sich in der 1. Phase bewährt. Die Untersuchungen sollen in einer 2. Phase vertieft und auch auf die Verkehrslenkung offener Strecken ausgeweitet werden.

R é s u m é

Le reseau des Routes Nationales Suisses présente un grand nombre de tunnels. Ils sont équipés d'installations servant à la régulation du trafic. Toutefois, il n'existe pas de statistique représentative sur leur utilisation et les expériences ainsi faites.

Afin d'établir des critères sur l'équipement de tunnels routiers, les services compétents de 4 tronçons, ayant un ou plusieurs tunnels, ont établi durant une année au moyen de formulaires un compte-rendu sur l'utilisation de ces installations.

Le nombre d'interventions et le genre de mesures régulatives diffèrent sensiblement de tronçon à tronçon (de 1 fois à 10 fois par semaine). Non seulement les événements sur la route, mais aussi les différentes stratégies d'intervention, dépendentes avant tout des possibilités offertes par les équipements, en sont responsables.

C'est le service d'entretient qui est responsable de la majeure partie de ces interventions régulatives. La durée est variable, dépassant souvent les 4 heures. Les pannes de véhicules demandent également un grand nombre d'interventions; elles durent normalement moins de 30 minutes.

Le procédé de la 1ère phase s'est avéré efficace. Dans une 2ème phase, ces études seront approfondies et élargies en incluant les tronçont à ciel ouvert.

1. EINLEITUNG

1.1. Ausgangslage

Das schweizerische Nationalstrassennetz weist eine Vielzahl von Tunnelstrecken auf. Diese liegen nicht nur in den Alpen, sondern auch im Mittelland und in städtischen Agglomerationen. Sie sind mit Einrichtungen ausgestattet, welche der Ueberwachung und der Lenkung des Verkehrs dienen. Diese Installationen unterscheiden sich allerdings von Tunnel zu Tunnel recht stark.

Obwohl einige dieser Tunnels schon seit vielen Jahren in Betrieb sind, bestehen kaum statistisch relevante Unterlagen, aus denen hervorgeht, in welcher Weise diese Einrichtungen gebraucht werden und wie sie sich bewährt haben.

Zur Zeit sind verschiedene weitere Tunnels des Nationalstrassen- und des Hauptstrassennetzes in Bau oder in Planung, welche mit ferngesteuerten Verkehrslenkungseinrichtungen ausgestattet werden sollen.

Die Frage derartiger Massnahmen wird sich in Zukunft nicht nur auf Tunnelstrecken beschränken. Offene und stark belastete Autobahnabschnitte, insbesondere in städtischen Bereichen, werden vermehrt in ein Betriebskonzept integriert werden, das mit verkehrslenkenden Einrichtungen operiert.

1.2. Zielsetzung und Vorgehen

Es sollen Entscheidungsgrundlagen erarbeitet werden für die Bestimmung der Tunnelinstallationen, die für die Erfassung und Lenkung des Verkehrs vorzusehen sind. Zudem soll abgeklärt werden, inwiefern die für Tunnels gültigen Ergebnisse auch für offene Autobahnstrecken anwendbar sind.

Die Untersuchungen werden in zwei Phasen durchgeführt. In der vorliegenden 1. Phase sollen im Sinne einer Pilotstudie Erfahrungen über die Verwendung und den Nutzen bestehender Installationen bei einer beschränkten Anzahl von Objekten gesammelt, sowie die Erfassung der Daten und deren Auswertung getestet werden.

In der späteren 2. Phase sollen aufgrund der Erfahrungen in der 1. Phase weitere Tunnels in die Untersuchungen einbezogen werden. Die Auswertung aller Ergebnisse soll zu Empfehlungen über die Anwendungen dieser Einrichtungen führen.

Der Berichterstatter möchte es nicht versäumen, an dieser Stelle allen beteiligten Instanzen für ihre wertvolle Mitarbeit bestens zu danken.

1.3. Gegenstand des vorliegenden Berichts

Der vorliegende Bericht enthält die Resultate der 1. Phase und die Empfehlungen für das weitere Vorgehen in der 2. Phase.

In dieser 1. Phase wurden die folgenden Tunnelstrecken untersucht:

- Belchentunnel (N2), 3180 m

- Reussport- und Sonnenbergtunnel (N2), 600 und 1540 m

- Tunnel de Glion (N9), 1340 m

- Vennes - Chexbres (N9) mit 4 Tunneln, 200 m bis 730 m.

Es fanden Besprechungen mit den verantwortlichen Instanzen (i.a. Polizei und Unterhaltsdienst) statt, die über die Anlagen, die Einsatzstrategien und ihre Erfahrungen berichteten.

Um statistische Unterlagen zu erhalten, wurde gemeinsam mit diesen Instanzen beschlossen, eine Protokollierung aller Einsätze während einem Jahr durchzuführen. Zu diesem Zweck wurden Protokollblätter für den Kommandoraum und den Unterhaltsdienst, jeweils angepasst an die spezifischen Bedürfnisse der Anlage, erarbeitet.

Diese Erhebungen dauern bis Juni 1986. Im vorliegenden Bericht sind die Resultate bis Ende 1985 ausgewertet. Für eine vollständige Auswertung des ganzen Jahres stehen die Protokollblätter in der 2. Phase zur Verfügung.

2. UNTERSUCHUNGSOBJEKTE

2.1. Belchentunnel (N2)

2.1.1. Lage

Der 3.2 km lange Belchentunnel bildet den Juraübergang der Nationalstrasse N2 Basel - Chiasso. Er liegt zwischen Eptingen (BL) und Hägendorf (SO) und wurde 1970 eröffnet. Es handelt sich um einen typischen Ueberland-Autobahntunnel auf einer internationalen Strecke.

Der Tunnel besteht aus zwei richtungsgetrennten zweispurigen Röhren. Beide Zufahrtsstrecken weisen in der steigenden Fahrrichtung einen Zusatzstreifen auf, der kurz vor dem Tunnel aufgehoben wird.

2.1.2. Verkehr

Am Belchentunnel sind gewichtige saisonale Schwankungen vorhanden. Im Jahre 1984 wurden die folgenden charakteristischen Daten erhoben:

Bezugsgrösse	Fahrzeuge
Durchschnittlicher täglicher Verkehr DTV	31'187
Maximaler Tagesverkehr TV max (Samstag)	58'643
Maximaler Spitzenstundenverkehr SSV max (Samstag, 10 - 11 Uhr)	4'479
Höchstes Monatsmittel (August)	41'229
Tiefstes Monatsmittel (Januar)	23'575
Durchschnittlicher Anteil Schwerverkehr	12,8%

Tabelle 1: Verkehrsbelastung im Belchentunnel 1984

1984 passierten ca. 11,4 Mio Fahrzeuge den Belchentunnel, was im Tunnel eine jährliche Fahrleistung von ca. 36,2 Mio Fahrzeugkilometern ergibt.

Die Unfallbilanz des Belchentunnels ist günstig. In einer Unfalluntersuchung, laufend über 6 Jahre (1971 - 1976), wurde für den Belchentunnel (Teil BL) eine Unfallrate von 0,16 Unfällen/Mio Fahrzeugkilometer errechnet. Die Unfallrate der gesamten untersuchten Strecke (Hagnau - Belchen) betrug 0,26.

2.1.3. Bauliche Daten

Anzahl Röhren Anzahl Fahrstreifen pro Röhre Betrieb (Normalfall)	2 2 Richtungsverkehr
Länge minimaler Kurvenradius Steigung / Gefälle (N - S)	3180 m 1050 m +1,0% bis -0,5%
Fahrbahnbreite Bankett rechts Gehweg links Standstreifen Quergefälle lichte Höhe	2 x 3,875 m 0,5 m 1,0 m keine 1,5% 4,5 m
Belüftung Beleuchtung	Querbelüftung 2 Lichtbänder (Pakete von 3 Röhren) in Wandanordnung
befahrbare Querverbindungen begehbare Querverbindungen	3 4

Tabelle 2: Bauliche Daten des Belchentunnels

2.1.4. Betriebseinrichtungen

Das Informationssystem für die Verkehrsteilnehmer besteht im wesentlichen aus folgenden Teilen

- übliche feste Signalisation bei Tunneln
  - Tunnel (4.07) mit Distanztafel (5.01) resp. Streckenlänge (5.03)
  - Höchstgeschwindigkeit "100" und "80" (2.30)
  - Lichtsignale (1.27) mit Distanztafel (5.01)
  - Freie Fahrt (2.58)

- Signalisation des Halbanschlusses Eptingen
  - Wegweiser bei Anschlüssen (4.62)
  - Ausfahrtstafel (4.63)
  - Höchstgeschwindigkeit "80" und "60" (2.30)
  - kein Vortritt (3.02)
  - Autobahn (4.01)
  - Ende der Autobahn (4.02)

- Signalisation der Zusatzstreifen: Anzeige der Fahrstreifen (4.77) mit und ohne Distanztafel (5.01)

- von Hand drehbare und auswechselbare Signale
  - Anzeige der Fahrstreifen (4.77) mit und ohne Distanztafel (5.01)
  - Höchstgeschwindigkeit "60" (2.30)
  - Verengung rechts (1.08) und Verengung links (1.09)
  - Gegenverkehr (1.26)
  - Ueberholen verboten (2.44)
  - Fahrtrichtung rechts (2.32)
  - Linksabbiegen (2.38) mit Distanztafel (5.01)

- ferngesteuerte Lichtsignale
  - vor den Ueberfahrten ausserhalb des Tunnels (Ueberkopf-Signale)
  - bei den Tunnelportalen (seitlich)
  - im Tunnel beidseitig der Fahrbahnen, Vorder- und Rückseite, ca. alle 350 m (7 Querschnitte pro Richtung).

Die sicherheitstechnische Ausrüstung des Belchentunnels besteht aus

- 42 SOS-Kästen mit jeweils
  - SOS-Telefon
  - 3 Tasten (Panne / Unfall / Brand)
  - Feuerlöscher
- Branddetektoren
- CO-Detektoren
- Sichttrübungsmessgeräte
- Hydranten.

Im Belchentunnel sind keine Pannenbuchten vorhanden.

Die elektronische Verkehrsüberwachung erfolgt mittels

- Fernsehkameras (total 25 feste, 2 steuerbare)

- Schleifendetektoren (nur Fz-Menge).

2.1.5. Betriebsorganisation

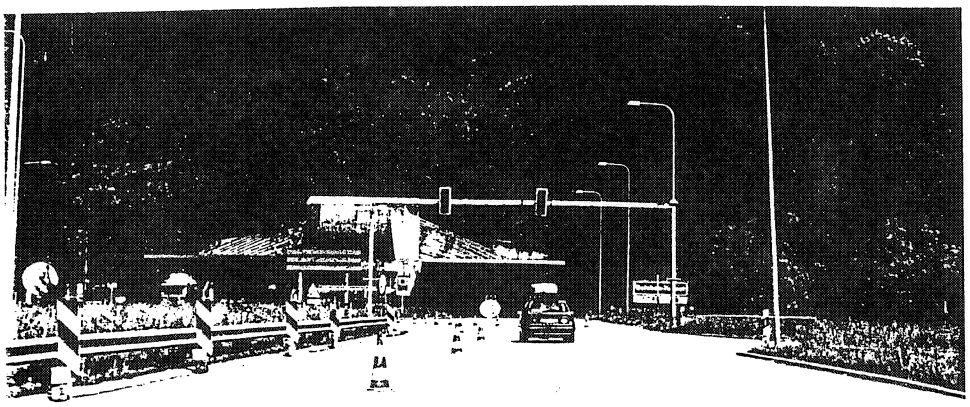
Die Kommandozentrale des Belchentunnels befindet sich im Werkhof N2 in Sissach (BL). Der Kanton Basel-Landschaft ist verantwortlich für Betrieb und Unterhalt des gesamten Tunnels. Die Kommandozentrale in Sissach betreibt alle Nationalstrassen des Kantons BL. Sie liegt ca. 10 km vom Tunnel entfernt.

Die Autobahnpolizei BL stellt das Personal der Kommandozentrale. Es handelt sich um Polizeibeamte, die auch andere Polizeifunktionen erfüllen. Es wird ein 24-Stunden-Betrieb durchgeführt.

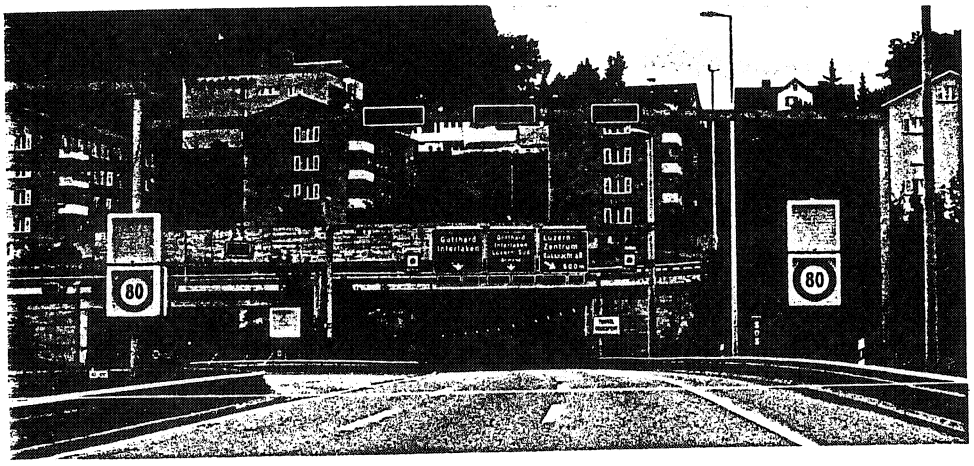
Die Ausrüstung der Kommandozentrale zur Verkehrsüberwachung besteht aus

- Verkehrsrechner
- Steuertafel (LSA, TV, Belüftung usw.)
- Rückmeldetafel
- 4 TV-Bildschirme
- Telefonzentrale (NS/SOS-Telefon, Funk, PTT-Telefon).

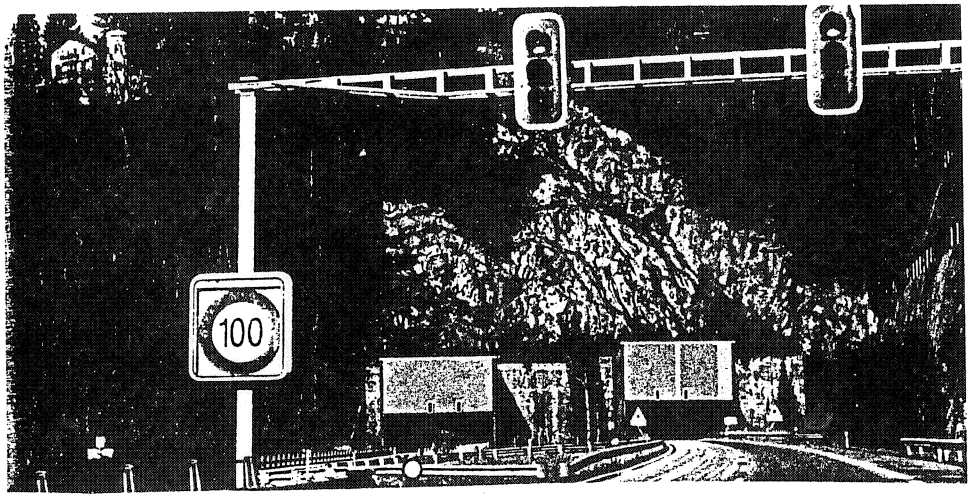
Im Tunnel ist ein zweiter Kommandoraum vorhanden, in dem sämtliche Funktionen verfügbar sind. Er ist jedoch nicht bemannt und nur selten in Betrieb.



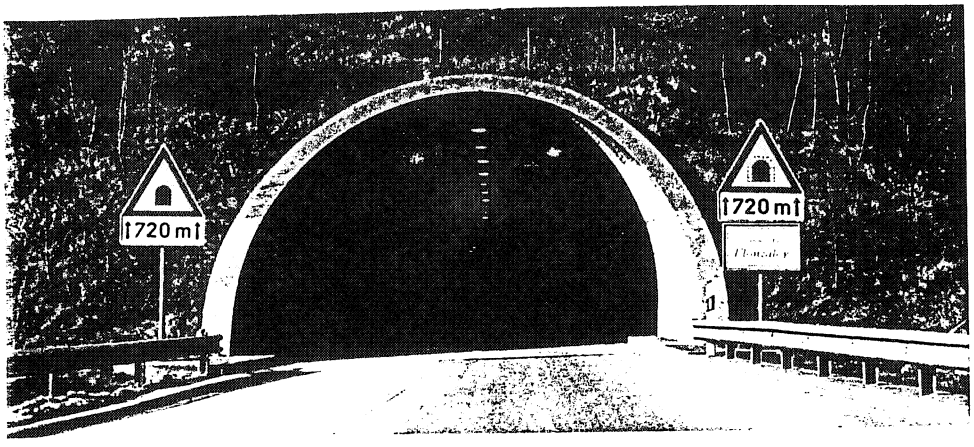
N2, Belchen
(Gegenverkehr!)



N2, Reussport



N9



N9, Flonzaley

Abbildung 1: Zufahrten der untersuchten Tunnels

Die Wartung der Anlage besorgt hauptsächlich der Unterhaltsdienst (UD), der sich ebenfalls auf dem Werkhof in Sissach befindet.

Der UD ist für das Stellen der Wechselsignale und der Zusatzsignalisation verantwortlich. Die Zusammenarbeit zwischen Polizei und UD ist sehr eng und wird durch die Zusammenfassung auf den gleichen Autobahnstützpunkt begünstigt.

2.2. Reussport- und Sonnenbergtunnel (N2)

2.2.1. Lage

Reussport- und Sonnenbergtunnel, 600 m und 1540 m lang, bilden den Grossteil der N2 im Raum der Stadt Luzern. Sie wurden 1974 resp. 1976 eröffnet. Zwischen den beiden Tunneln liegt der Halb-Anschluss "Luzern - Zentrum". Unmittelbar nach dem Südportal des Sonnenbergtunnels befindet sich der Anschluss "Luzern Süd".

Die Nationalstrasse N2 erfüllt in Luzern auch eine wichtige städtische Funktion. Die Ueberlagerung des internationalen N2-Verkehrs (siehe z.B. Belchentunnel) mit dem regionalen und städtischen Verkehr hat eine hohe Verkehrsintensität zur Folge.

2.2.2. Verkehr

Trotz dem bedeutenden Anteil städtischen Verkehrs sind auch hier die saisonalen Schwankungen gross. Im Jahre 1984 wurden die folgenden Verkehrsmengen erhoben:

Bezugsgrösse	Reussporttunnel	Sonnenbergtunnel
Durchschnittlicher täglicher Verkehr DTV	44'752	26'145
Maximaler Tagesverkehr TVmax (Samstag)	59'059	42'605
Maximaler Spitzenstundenverkehr SSVmax	5'025	3'302
Höchstes Monatsmittel (Juli)	51'323	33'229
Tiefstes Monatsmittel (Januar)	36'011	18'850
Anzahl Fahrzeuge pro Jahr	16,3 Mio	9,5 Mio

Tabelle 3: Verkehrsbelastungen im Reussport- und Sonnenbergtunnel, 1984

In den beiden Tunneln wurden 1984 folgende Fahrleistungen erbracht:

- Reussporttunnel : 9,8 Mio Fahrzeugkilometer (Fzkm)
- Sonnenbergtunnel : 14,7 Mio Fahrzeugkilometer (Fzkm).

Die Unfallbilanz ist hier weniger günstig als im Belchentunnel. 1984 wurden in beiden Tunneln zusammen 18 Unfälle registriert, was einer Unfallrate von 0,73 Unfällen/Mio Fzkm entspricht.

2.2.3. Bauliche Daten

Kenndaten	Reussporttunnel	Sonnenbergtunnel
Anzahl Röhren Anzahl Fahrstreifen pro Röhre Betrieb (Normalfall)	2 3 Richtungsverkehr	2 2 Richtungsverkehr
Länge Minimaler Kurvenradius Steigung / Gefälle (N - S)	600 m 850 m - 1,2%	1540 m 450 m - 5,0% bis + 2,5%
Fahrbahnbreite Bankett rechts Gehweg links Standstreifen Lichte Höhe	3 x 3,30 m 0,60 m 0,80 m keine 5,0 m	2 x 3,625 m 0,50 m 1,00 m keine 4,5 m
Belüftung Beleuchtung	Längslüftung 2 Lichtbänder (Pakete von 14 Röhren) in Wandanordnung	Querlüftung 2 Lichtbänder (Pakete von 3 Röhren) in Wandanordnung
Befahrbare Querverbindungen Begehbare Querverbindungen	keine 5	keine 4

Tabelle 4: Bauliche Daten des Reussport- und Sonnenbergtunnels

Der Sonnenbergtunnel dient im Notfall als Zivilschutzanlage.

2.2.4. Betriebseinrichtungen

Reussport- und Sonnenbergtunnel weisen die erste durchgehende Fahrstreifensignalisation in der Schweiz auf (Eröffnung 1977). Das Informationssystem für die Verkehrsteilnehmer besteht im wesentlichen aus folgenden Teilen:

- übliche feste Signalisation bei Tunneln
  - Tunnel (4.07) mit Distanztafel (5.01) resp. Streckenlänge (5.03)
  - Lichtsignale (1.27) mit Distanztafel (5.01)

- Signalisation der Anschlüsse Luzern - Zentrum und Luzern - Süd
  - Wegweiser bei Anschlüssen (4.62)
  - Ausfahrtstafel (4.63)
  - Höchstgeschwindigkeit "60" (2.30)
  - Kein Vortritt (3.02)
  - Autobahn (4.01)
  - Ende der Autobahn (4.02)

- ferngesteuerte Wechselsignale
  - Höchstgeschwindigkeit "80", "60" und "40" (2.30)
  - Gegenverkehr (1.26)
  - Abbiegen nach rechts verboten (2.42)
  - Abbiegen nach links verboten (2.43)
  - Hindernis rechts umfahren (2.34)
  - Hindernis links umfahren (2.35)
  - Allgemeines Fahrverbot in beiden Richtungen (2.01)
  - Wechselwegweiser

- ferngesteuerte Lichtsignale bei den Tunnelportalen (beidseitig)

- ferngesteuerte Fahrstreifensignalisaton (konventionelle Ampeln mit Masken) über den Fahrstreifen auf einem ca. 4 km langen, durchgehenden Abschnitt, alle 100 - 200 m, je etwa die Hälfte innerhalb und ausserhalb der Tunnels.

Die sicherheitstechnische Ausrüstung besteht aus

- SOS-Kästen (SOS-Taste, Telefon und Feuerlöscher)
- Notrufsäulen
- temperaturempfindlichen Branddetektoren für den Verkehrsraum
- rauchempfindlichen Branddetektoren für die Betriebsräume
- CO-Detektoren
- Sichttrübungsmessgeräten
- Hydranten.

In beiden Tunneln sind keine Pannenbuchten vorhanden.

Für die elektronische Verkehrsüberwachung stehen folgende Hilfsmittel zur Verfügung:

- 26 Fersehkameras (3 schwenkbare in den Vorzonen, 9 fixe im Reussporttunnel und 14 fixe im Sonnenbergtunnel)
- Schleifendetektoren (mittlere Geschwindigkeit, Verkehrsmenge/Stunde, Anzahl Fahrzeuge in Röhre).

2.2.5. Betriebsorganisation

Der Kommandoraum der Anlage liegt im Werkhof Sprengi in Emmenbrücke. Er ist gleichzeitig die Zentrale für alle Nationalstrassen im Kanton Luzern. Er liegt ca. 4 km vom Reussporttunnel und ca. 5 km vom Sonnenbergtunnel entfernt.

Die Kantonspolizei Luzern stellt das Personal des Kommandoraumes. Sie hat 5 Züge à 15 Mann, wobei jeweils 4 Beamte für den Zentralendienst ausgebildet sind. Die 5 Züge sind abwechslungsweise für den 24-Stunden-Betrieb im Kommandoraum verantwortlich.

Die verkehrliche Ausrüstung des Kommandoraumes besteht aus

- Steuertafel
- Rückmeldetafel
- 11 TV-Bildschirmen
- Telefonzentrale
- Blattschreiber
- Tonband-Aufnahmegerät.

Der Verkehrsrechner befindet sich im Betriebsgebäude Senti, wo ein zweiter Kommandoraum zur Verfügung steht. Sämtliche Hauptfunktionen sind von dort aus ebenfalls ansteuerbar. Diese Zentrale befindet sich zwischen den beiden Tunnels, ist jedoch selten in Betrieb. Die notwendigen Daten werden über ein Koaxialkabel zum Kommandoraum Sprengi übermittelt.

Die Wartung der Anlage besorgt hauptsächlich der Unterhaltsdienst des Kantons (Strasseninspektorat). Das kantonale Tiefbauamt unterhält die Fahrstreifen- und Lichtsignale sowie das Steuergerät (= Verkehrsrechner). Der Unterhaltsdienst der Stadt Luzern ist verantwortlich für den baulichen Unterhalt der beiden Tunnels (und des Lehnenviadukts). Auswärtige Firmen werden selten eingesetzt.

Falls notwendig, stellt der Unterhaltsdienst (UD) Zusatzsignale auf. Es besteht eine enge Zusammenarbeit zwischen Polizei und UD.

2.3. Tunnel de Glion (N9)

2.3.1. Lage

Der Tunnel de Glion ist 1340 m lang und liegt auf der N9 am relativ steil abfallenden Gelände oberhalb Montreux. Er wurde 1971 eröffnet.

Es sind zwei fast gleich lange Tunnelröhren vorhanden. Im unmittelbaren Tunnelbereich bestehen keine Anschlüsse, die Steigungsverhältnisse sind normal, die Autobahn weist hier allerdings teilweise gestaffelte Fahrbahnen und viele Kunstbauten auf.

Die N9 ist in diesem Abschnitt die wichtigste Strassenverbindung zwischen der welschen Schweiz und dem Wallis. Der Touristenverkehr bildet einen wesentlichen Anteil am Gesamtverkehr.

2.3.2. Verkehr

Die saisonalen Schwankungen sind geringer als im Belchentunnel und im Sonnenbergtunnel, aber grösser als im Reussporttunnel. Für 1984 wurden die nachstehenden Daten erhoben:

Bezugsgrösse	Fahrzeuge
Durchschnittlicher täglicher Verkehr DTV	21'642
Maximaler Tagesverkehr TVmax	35'894
Maximaler Spitzenstundenverkehr SSVmax	3'479
Höchstes Monatsmittel	26'138
Tiefstes Monatsmittel	17'290
Anzahl Fahrzeuge pro Jahr	7,9 Mio

Tabelle 5: Verkehrsbelastung im Tunnel de Glion

1984 benutzten 7,9 Mio Fahrzeuge den Tunnel de Glion. Ihre Fahrleistung betrug 10,6 Mio Fahrzeugkilometer.

2.3.3. Bauliche Daten

Kenndaten	Tunnel de Glion
Anzahl Röhren Anzahl Fahrstreifen pro Röhre Betrieb (Normalfall)	2 2 Richtungsverkehr
Länge Minimaler Kurverradius Steigung / Gefälle (N - S)	1333/1345 m 1000 m -2,6% bis -2,3%
Fahrbahnbreite Bankett links Gehweg rechts Standstreifen Lichte Höhe	2 x 3,875 m 0,50 m 1,00 m keine 4,50 m
Belüftung Beleuchtung	Halbquerlüftung Einzelleuchten in Mittelanordnung
Befahrbare Querverbindungen Begehbare Querverbindungen	keine 3

Tabelle 6: Bauliche Daten des Tunnel de Glion

2.3.4. Betriebseinrichtungen

Das Informationssystem für die Verkehrsteilnehmer ist sehr einfach und besteht im wesentlichen aus folgenden Teilen:

- übliche feste Signalisation bei Tunneln
  - Tunnel (4.07) mit Distanztafel (5.01) und gelbem Blinklicht resp. mit Streckenlänge (5.03)
  - Höchstgeschwindigkeit "100" und "80" (2.30)
  - Lichtsignale (1.27) mit und ohne Distanztafel (5.01), jeweils mit gelbem Blinklicht
  - Freie Fahrt (2.58)

- ferngesteuerte Lichtsignale
  - vor den Ueberfahrten (1,0 km bzw. 0,2 km vor den Portalen)
  - bei den Tunnelportalen (über Kopf)
  - im Tunnel beidseitig der Fahrbahnen, Vorder- und Rückseite, ca. alle 340 m (3 Querschnitte pro Richtung).

Spezielle Betriebszustände, z.B. Ueberleitungen in die andere Tunnelröhre, werden mit Hilfe einer Zusatzsignalisation durchgeführt. Diese wird fallweise an Ort gebracht und aufgestellt. Der Unterhaltsdienst ist für diese Arbeiten zuständig.

Die sicherheitstechnische Ausrüstung des Tunnel de Glion besteht aus:

- 16 SOS-Kästen mit Telefon und Feuerlöscher (ca. alle 170 m ein Kasten)
- Branddetektoren
- CO-Detektoren
- Sichttrübungsmessgeräten
- Hydranten.

Es sind keine Pannenbuchten vorhanden.

Die elektronische Verkehrsüberwachung besteht aus

- Schleifendetektoren (nur Zählen).

Eine Fernsehüberwachung ist nicht vorhanden.

2.3.5. Betriebsorganisation

Die Kommandozentrale befindet sich im Stützpunkt der Autobahnpolizei in Rennaz (VD), ca. 6 km vom Tunnel entfernt. Beim Südportal liegt ein fast identisch ausgestatteter Kommandoraum (Centre de Glion). Früher wurde er in Ausnahmesituationen benützt. Heute wird jedoch das Kommando ausschliesslich in Rennaz ausgeübt. Einzig im Brandfall muss die Ventilation im Centre de Glion von Hand auf die entsprechende Stufe gestellt werden. Alle übrigen Funktionen werden von Rennaz aus gesteuert.

Das Personal der Kommandozentrale besteht aus 4 zivilen Beamten der Kantonspolizei. Sie sind nicht ermächtigt, Polizeifunktionen auszuüben. Es wird ein 24-Stunden-Betrieb durchgeführt.

Die Ausrüstung der Kommandozentrale in Rennaz besteht aus

- Steuertafel
- Rückmeldetafel
- Telefonzentrale (NS/SOS-Telefon, Funk, PTT).

Der Verkehrsrechner befindet sich in der Tunnelzentrale (Centre de Glion).

Die Wartung der Anlage besorgt der kantonale Unterhaltsdienst, der im Werkhof Blécherette (Centre d'exploitation de la Blécherette) untergebracht ist. Er liegt in einer Entfernung von ca. 25 km vom Tunnel. Den Pikett-Dienst versehen Beamte, die in der Umgebung wohnen. Spezialisten werden nur für besondere Wartungsaufgaben beigezogen.

Der UD ist ebenfalls für die Zusatzsignalisation verantwortlich.

2.4. Strecke Vennes - Chexbres (N9)

2.4.1. Lage

Die Strecke Vennes - Chexbres befindet sich ebenfalls auf der N9 Lausanne - St-Maurice. Sie ist deshalb interessant, weil sich auf ihr 4 Tunnels in kurzen Abständen folgen:

- Belmont (340/390 m)
- Chaudron (200/220 m)
- Criblette (290/280 m)
- Flonzaley (720/730 m).

Die Strecke zwischen dem ersten und dem letzten Tunnel beträgt 7,8 km. Sie wurde 1974 eröffnet und befindet sich am Rande der städtischen Agglomeration von Lausanne.

Dieser Abschnitt befindet sich in Hanglage und weist nebst den 4 erwähnten Tunnels mehrere Brücken und streckenweise gestaffelte Fahrbahnen auf. Es sind nur wenige Ueberfahrten vorhanden.

2.4.2. Verkehr

Beim Anschluss Lutry, der zwischen den beiden Tunneln von Belmont und Chauderon liegt, wurden 1984 folgende Verkehrsmengen registriert:

Bezugsgrösse	Fahrzeuge
Durchschnittlicher täglicher Verkehr DTV	30'250
Maximaler Tagesverkehr TVmax	42'480
Maximaler Spitzenstundenverkehr SSVmax	3'726
Höchstes Monatsmittel	35'500
Tiefstes Monatsmittel	24'475
Anzahl Fahrzeuge pro Jahr	11,0 Mio

Tabelle 7: Verkehrsbelastungen auf der Strecke Vennes - Chexbres

1984 befuhren ca. 11 Mio Fahrzeuge die Strecke Vennes - Chexbres.

2.4.3. Bauliche Daten

Kenndaten	Belmont	Chauderon	Criblette	Flonzaley
Anzahl Röhren	2	2	2	2
Anzahl Fahrstreifen/Röhre	2	2	2	2
Betrieb (Normalfall)	← Richtungsverkehr →			
Länge	340/390 m	200/220 m	290/280 m	720/730 m
Minimaler Kurvenradius	900 m	--	1800 m	2500 m
Steigung/Gefälle (N-S, W-E)	-0,6% bis -2,0%	+0,6% bis +2,1%	-2,7% bis -3,2%	-1,7% bis -1,9%
Länge zwischen Tunnels	3370 m	830 m	2020 m	
Fahrbahnbreite	2 x 3,875 m	2 x 3,875 m	2 x 3,875 m	2 x 3,875 m
Bankett rechts und links	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m
Standstreifen	keine	keine	keine	keine
Lichte Höhe	4,50 m	4,50 m	4,50 m	4,50 m
Belüftung	keine	keine	keine	Längslüftung
Beleuchtung	← Einzelleuchten in Mittelanordnung →			
Befahrbare Querverbindungen	keine	keine	keine	keine
Begehbare Querverbindungen	keine	keine	keine	keine

Tabelle 8: Bauliche Daten der 4 Tunnels auf der Strecke Vennes - Chexbres

2.4.4. Betriebseinrichtungen

Das Informationssystem für die Verkehrsteilnehmer enthält, nebst den Signalen und Wegweisern für die Raststätte Villette - Jordillon und die Anschlüsse von Lutry und Chexbres, folgende Signale:

- übliche feste Signalisation bei Tunneln
  - Tunnel (4.07) mit Distanztafel (5.01) resp. mit Streckenlänge (5.03)
  - Höchstgeschwindigkeit "100" (2.30)
  - Lichtsignale (1.27) mit und ohne Distanztafel (5.01), jeweils mit gelbem Blinklicht
  - Freie Fahrt (2.58)
- 2 Wechselsignale für Geschwindigkeitsbeschränkung
- ferngesteuerte Lichtsignale
  - vor Ueberfahrten (total 9 Ueberfahrten)
  - bei den Tunnelportalen (jeweils über Kopf)
  - im Tunnel von Flonzaley 1 Querschnitt beidseitig, Vorder- und Rückseite (d.h. LSA im Abstand von ca. 360 m).

Auch auf diesem Abschnitt der N9 werden spezielle Betriebszustände mithilfe einer Zusatzsignalisation durchgeführt. Sie wird vom Unterhaltsdienst vom Werkhof Blécherette von Hand aufgestellt.

Die sicherheitstechnische Ausrüstung der vier Tunnels besteht aus

- 30 SOS-Kästen mit Telefon, Feuerlöscher und Ruftasten (ca. alle 150 m ein Kasten)
- Branddetektoren (im Tunnel von Flonzaley)
- CO-Detektoren
- Sichttrübungsmessgeräten
- Hydranten (im Tunnel von Flonzaley).

Es sind keine Pannenbuchten vorhanden.

Die elektronische Verkehrsüberwachung wird mit

- Schleifendetektoren

durchgeführt. Sie werden lediglich zur Bestimmung der Verkehrsmengen benützt, es finden keine Geschwindigkeits- und Röhrenbelegungsmessungen statt.

Beim Halbanschluss von Lutry ist eine ferngesteuerte Fernsehkamera installiert.

2.4.5. Betriebsorganisation

Die Kommandozentrale der Strecke Vennes - Chexbres befindet sich im Werkhof Blécherette (Centre d'exploitation de la Blécherette). Dieser Stützpunkt betreibt die Autobahnteilstücke

- N1 Morges - Oulens
- N9 Villars-St-Croix - Chexbres
- N9a Ecublens - La Croix-sur-Lutry

und koordiniert die Arbeiten aller waadtländischen Autobahnstützpunkte. Der Stützpunkt liegt ca. 6 km vom nächstgelegenen Tunnel (Belmont) entfernt.

Die Kantonspolizei des Kantons Waadt stellt das Personal der Kommandozentrale. Es handelt sich auch hier, wie in Rennaz, um zivile Beamte der Kantonspolizei. Der 24-Stunden-Betrieb wird durch 5 Beamte gesichert.

Die Ausrüstung der Kommandozentrale besteht aus

- Verkehrsrechner
- Steuertafel
- Rückmeldetafel
- Telefonzentrale
- Fernsehmonitoren (für Anschlüsse, nicht für die vier hier untersuchten Tunnels)
- Blattschreiber
- Tonband-Aufnahmegerät

Die Wartung der Anlage wird vom Unterhaltsdienst, der ebenfalls im Werkhof Blécherette untergebracht ist, durchgeführt. Für gewisse Wartungsaufgaben werden Spezialisten beigezogen (z.B. Wartung der Branddetektoren).

Auch hier ist der UD für eine allfällige Zusatzsignalisation bei bestimmten Betriebszuständen verantwortlich.

3. Betriebszustände

3.1 Möglichkeiten der Anlagen

Die vier besprochenen Anlagen sind recht unterschiedlich in ihrer Konzeption und dem technischen Stand. Dennoch erlauben grundsätzlich alle die Realisierung der gleichen Haupt-Betriebszuständen (BZ), allerdings mit recht verschiedenem Aufwand und ungleicher Qualität in der Art der Signalisation. Die in der nachstehenden Tabelle dargestellten Unterschiede sind in erster Linie auf die strassenseitigen Gegebenheiten zurückzuführen.

Betriebszustände	Belchen-tunnel	Reussport Sonnenberg	Tunnel de Glion	Vennes-Chexbres
Gelb blinken	ja	ja	ja	ja
Normalstreifen gesperrt	ja	ja	ja	ja
1. Ueberholstreifen gesperrt	ja	ja	ja	ja
2. Ueberholstreifen gesperrt	----	ja	----	----
Totalsperre	ja	ja	ja	ja
Gegenverkehr in einer Röhre	ja	ja	ja	ja
Autobahn-Einfahrt gesperrt	nein	ja	----	nein
Autobahn-Ausfahrt gesperrt	nein	ja	----	nein

Tabelle 9: Hauptbetriebszustände

Die obige Aufzählung ist für den Belchentunnel abschliessend. Die drei andern Strecken besitzen eine Vielzahl von Kombinationen, Uebergängen und Nebenbetriebszuständen. In Luzern sind weit über 100 Betriebszustände vorhanden. Die Zahl der Betriebszustände erhöht sich bei der Strecke Vennes - Chexbres vor allem wegen den Kombinationen zwischen den vier verschiedenen Tunnels (total ca. 50 BZ). Für den Tunnel de Glion sind total 33 Betriebszustände vorhanden. Diese grosse Zahl ist hier vor allem auf die sektorweise Behandlung (Lüftungsabschnitte!) zurückzuführen.

3.2. Realisierung der Betriebszustände

3.2.1. Fernsteuerung

Die Betriebszustände
- gelb blinken
- Totalsperre

können bei allen vier Objekten ferngesteuert realisiert werden. Nur in Luzern kommen praktisch sämtliche Betriebszustände ohne manuell gedrehte oder aufgestellte Zusatzsignalisation aus. Die gesamte Anlage ist dank der Fahrstreifen- und Wechselsignalisation fernsteuerbar.

Bei den andern Anlagen sind nur die Lichtsignal-Ampeln fernsteuerbar (Ausnahme: zwei Wechselsignale "Höchstgeschwindigkeit" auf der Strecke Vennes - Chexbres). Sie benötigen deshalb oft den Einsatz des Unterhaltsdienstes, um an Ort vorhandene "Wechselsignale" von Hand zu drehen oder abzudecken und die benötigte Zusatzsignalisation und allfällige Absperrungen auf- und später wieder abzubauen.

3.2.2. Zusatzsignalisation und Absperrungen

In Luzern werden nebst der ferngesteuerten Signalisation nur bei länger dauernden Betriebszuständen Absperrungen aufgebaut und Leitkegel gesetzt. In gewissen Fällen wird bei Unterhaltsarbeiten, welche die Sperrung eines Streifens bedingen, ein Fahrzeug zur zusätzlichen Sicherung vor die Unterhaltsequipe gestellt.

Die Vorzonen des Belchentunnels sind mit von Hand drehbaren Signalen ausgestattet. Mit ihnen lassen sich jedoch nur wenige Betriebszustände ohne zusätzliche Signale realisieren. Die Realisierung eines Betriebszustandes bedingt beim Belchentunnel praktisch in jedem Fall (Ausnahmen: "gelb blinken" und "Totalsperre" ohne Gegenverkehr) das Ausrücken des UD zwecks Stellen von Signalen. Bei länger dauernden BZ werden zusätzlich Absperrungen aufgebaut. Unterhaltsequipen, die einen Fahrstreifen begehen müssen, werden prinzipiell durch ein aufgestelltes Fahrzeug des UD gesichert.

Der Tunnel de Glion und die Strecke Vennes - Chexbres besitzen weder inner- noch ausserhalb der Tunnels drehbare oder wechselbare Signale (Ausnahme: zwei ferngesteuerte Wechselsignale für Geschwindigkeitsbeschränkung auf der Strecke Vennes - Chexbres). Für Betriebszustände, wie Sperren eines Fahrstreifens, Ueberleiten in Nachbarröhre usw., ist deshalb eine Zusatzsignalisation mit den entsprechenden Absperrungen notwendig. Diese Massnahmen werden durch den Unterhaltsdienst ausgeführt. Auch hier wird, falls notwendig, die Equipe durch ein aufgestelltes Fahrzeug gesichert.

3.3. Automatische Betriebszustände

Automatische Betriebszustände sind solche, die ohne Eingreifen eines Beamten realisiert werden. Sie werden entweder aufgrund von Messdaten, die durch verschiedene Detektoren erfasst werden (z.B. Branddetektoren) oder durch bestimmte Manipulationen an den SOS-Kästen ausgelöst.

Diese automatischen Betriebszustände werden je nach Anlage recht unterschiedlich gehandhabt. Die Unterschiede sind einerseits auf das Ueberwachungskonzept (mit / ohne TV) und anderseits auf die Länge der Tunnels zurückzuführen. Die verschiedenen Strategien sind in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.

Betätigung von	Belchentunnel	Reussporttunnel Sonnenbergtunnel	Tunnel de Glion	Vennes-Chexbres (im betr. Tunnel)
Oeffnung SOS-Kasten	"gelb blinken" bis zum Kasten	kein autom. BZ	kein autom. BZ	kein autom. BZ
SOS-Telefon	kein neuer BZ! ("gelb blinken")	"gelb blinken"	"gelb blinken"	"gelb blinken"
SOS-Taste		"gelb blinken"	nur Spezialtasten vorh.	nur Spezialtasten vorh.
Taste "Panne"		nur Sammeltaste vorhanden	"gelb blinken"	links "grün"/rechts "rot"
Taste "Unfall"			"gelb blinken"	links "rot"/rechts "gelb bli"
Taste "Brand"			"gelb blinken"	links "rot"/rechts "gelb bli"
Feuerlöscherentnahme		"gelb blinken"	"gelb blinken"	links "rot"/rechts "gelb bli"
Branddetektor	kein autom. BZ	"rot" in Vorzone + Tunnelportal	"rot" bis zum Brand-detektor	Portal "rot"/Tunnel "gelb bli"*

* Branddetektoren sind auf dieser Strecke nur im Tunnel du Flonzaley vorhanden

Tabelle 10: Automatische Betriebszustände

Lange Tunnels (Belchen, Sonnenberg, Glion), wo u.U. eine lange Strecke bis zur Störung zurückzulegen ist, werden nur mit "gelb blinken" und mit "rot" bei den Tunnelportalen, z.T. auch "rot" bis zum Brandherd, automatisch gesteuert. Bei den kurzen Tunneln der Strecke Vennes - Chexbres wird von Beginn weg versucht, automatisch den adäquaten Betriebszustand einzuführen. Dies ist ebenfalls auf das Fehlen von TV-Ueberwachung zurückzuführen.

In Tunneln mit vollständiger TV-Ueberwachung ist die Einführung anderer automatischer Betriebszustände (BZ) als "gelb blinken" und "Sofortsperrung" kaum notwendig. Das Fernsehen ermöglicht i.a. relativ schnell den adäquaten BZ zu wählen.

4. EINSATZSTRATEGIEN

4.1. Unterhalt

Beim Einsatz der Signalisationsanlagen zugunsten des Unterhaltsdienstes läuft das Vorgehen auf allen vier untersuchten Strekken ähnlich ab:

- der Unterhaltsdienst meldet seine Bedürfnisse der Polizei
- die Polizei schaltet die für den entsprechenden Betriebszustand notwendigen Signale ab Kommandoraum
- falls erforderlich, stellt der Unterhaltsdienst die Zusatzsignalisation auf
- wenn möglich wird die Realisierung des BZ mit Fernsehen überprüft.

Der Ausbaugrad der Anlage übt auf die Häufigkeit der Einsätze einen wesentlichen Einfluss aus. In Luzern, wo die Fahrstreifen- und Wechselsignalisation die Realisierung von Betriebszuständen in einfacher Weise erlaubt, wird die Anlage öfter für den Unterhaltsdienst eingesetzt.

Der Anlagestandard trägt aber auch zur Erhöhung der Sicherheit bei. So ist es z.B. dem Unterhaltsdienst in Luzern verboten, ohne Fahrstreifensignalisation für einen Einsatz in die zwei Nischen bei der Zivilschutzanlage des Sonnenbergtunnels einzufahren. Demgegenüber darf der UD des Belchentunnels ohne Einschalten der Anlage in die verschiedenen Querschläge einfahren. Auch wenn seit Bestehen des Belchentunnels bei keinem derartigen Manöver ein Unfall passiert ist, stellt dies trotzdem - im Vergleich zu Luzern - ein erhöhtes Risiko dar.

Der Abbau des Betriebszustandes wird jeweils vom UD eingeleitet. Sobald er die allfälligen Absperrungen abgebaut, die Signale gedreht, die Leitkegel eingesammelt hat usw., teilt er dem Kommandoraum das o.k. für die Ausschaltung der Anlage mit. Wenn TV zur Verfügung steht, kontrolliert der Polizeibeamte die Richtigkeit der Angaben. In gewissen Fällen ist beim Auf- und Abbau eine Polizeistreife zugegen.

Die Rückführung in den Normalzustand ist, gleich wie der Aufbau des Betriebszustandes, in Luzern wesentlich einfacher und kürzer als bei den andern drei Strecken. Diese Einfachheit ist mit ein Grund, weshalb in Luzern die Anlage öfter eingesetzt wird und zwar vor allem auch in kurzen Einsätzen. Gerade diese kurzen Einsätze sind wichtig für die Sicherheit der Beamten und für den Verkehr.

4.2. Pannen

Auch die Behandlung des Ereignisses "Panne" ist selbstverständlich von den zur Verfügung stehenden Mitteln abhängig. Trotzdem ist das Vorgehen in allen vier Fällen sehr ähnlich. Sie unterscheiden sich eigentlich vor allem in den folgenden vier Aspekten:

- Art der automatisch eingeschalteten Betriebszustände bei der Meldung über einen SOS-Kasten
- Häufigkeit der Entsendung einer Polizeistreife
- Verwendung von TV
- Zeitbedarf bis der erforderliche Betriebszustand eingeschaltet ist und die Pannenhilfe geleistet werden kann.

4.2.1. Belchentunnel

Im Belchentunnel erfolgt die Pannenmeldung meist über einen der 42 SOS-Kästen:

- SOS-Telefon
- Taste "Panne".

Mit dem Oeffnen der Türe des SOS-Kastens wird automatisch der Betriebszustand "gelb blinken" in der betreffenden Röhre bis zum SOS-Kasten eingeschaltet. Die Lichtsignale zwischen dem geöffneten SOS-Kasten und dem Ausgang des Tunnels bleiben dunkel.

Das Oeffnen des SOS-Kastens wird im Kommandoraum angezeigt und die Telefonverbindung wird sofort hergestellt. Der Beamte schaltet gleichzeitig das Fernsehen ein und versucht, mit dem Automobilisten telefonisch Kontakt aufzunehmen. Es besteht keine andere Möglichkeit, den Anruf zu quittieren.

Falls der Automobilist klare Angaben machen kann, wird falls nötig die Pannenhilfe aufgeboten. In jedem Fall wird eine Patrouille zum Pannenort entsandt.

Die Patrouille hat den Auftrag abzuklären, ob zusätzliche Pannenhilfe nötig ist, einfache Pannenhilfe (Rad wechseln, Benzinhilfe) selbst zu leisten, das Pannenfahrzeug zu sichern und, falls nötig und machbar, das Pannenfahrzeug sofort aus dem Tunnel herauszuschleppen.

Der automatisch eingeschaltete Betriebszustand "gelb blinken" bleibt meist während der ganzen Störung erhalten. Nur selten wird eine Spur gesperrt oder ein anderer BZ aufgeschaltet.

Die Rückführung in den Normalzustand wird nie vom Kommandoraum aus entschieden. Die Streife meldet die Räumung der Stelle und gibt das o.k. zum Ausschalten der Anlage.

Bevor die Anlage ausgeschaltet werden kann, muss die Türe des SOS-Kastens geschlossen werden. Ein Sperrmechanismus verhindert das Ausschalten der Anlage bei offener Türe. Meist lassen die Automobilisten diese Kastentüre offen, sodass eine Patrouille vorbeigehen muss. Ein Grund mehr, um auszurücken.

4.2.2. Reussport- und Sonnenbergtunnel

Die Pannenmeldung erfolgt meist auch hier über einen SOS-Kasten:

- SOS-Telefon

- SOS-Taste (gleiche Taste für alle Ereignisse).

Beide bewirken in der betreffenden Röhre automatisch "gelb blinken".

Falls die Pannenmeldung per SOS-Telefon eintrifft (Gespräch wird automatisch auf Band aufgenommen), versucht der Beamte mit dem Automobilisten die Lage zu klären. Das Fernsehen wird immer eingeschaltet. Die Polizeistreife wird in diesem Fall nur dann eingesetzt, wenn der Pannenhilfsdienst nicht sofort aufbrechen kann. Falls sich eine Streife zufälligerweise in der Nähe befinden sollte, wird sie jedoch aufgeboten. In solchen Fällen erledigt sie selbst kleinere Pannenhilfen (Radwechsel, Benzinhilfe usw.). Das Bestreben ist immer, besonders bei hohen Verkehrsbelastungen, die Pannenfahrzeuge möglichst schnell aus der betreffenden Röhre zu holen.

Wenn nur die SOS-Taste betätigt wird und ein Gespräch mit dem Automobilisten unmöglich ist, wird die Meldung von der Zentrale aus mit "Wir kommen" (Leuchtschild) quittiert. Zur Abklärung der Lage wird sofort das Fernsehen eingeschaltet und eine Polizeistreife alarmiert. Falls die TV-Bilder eindeutig und die zu treffenden Massnahmen offensichtlich sind, wird der Beamte im Kommandoraum das Notwendige sofort unternehmen. Sollte das Fernsehen keine schlüssigen Bilder liefern, dann unternimmt die Zentrale nichts, bis die Patrouille genauere Angaben funken kann (z.B. Alarmierung Pannenhilfe).

Sobald der Beamte im Kommandoraum Klarheit über die Behinderung des Verkehrs hat, schaltet er vom automatischen Betriebszustand "gelb blinken" auf die Sperrung des entsprechenden Streifens um (meistens BZ "links grün" / "rechts rot").

Die Erledigung der Panne wird stets per TV überwacht. Der eingeschaltete Betriebszustand bleibt so lange erhalten, bis die Räumung der Stelle im Fernsehen beobachtet werden kann. Falls die Polizei an Ort ist, funkt sie die Erledigung der Panne zum Kommandoraum. Der Pannenhilfsdienst meldet nur in Spezialfällen die Räumung über das Nationalstrassentelefon.

4.2.3. Tunnel de Glion

Für die Pannenmeldung stehen die SOS-Kästen zur Verfügung:

- SOS-Telefon
- Taste "panne".

Das Abheben des Telefonhörers und das Betätigen der Pannen-Taste bewirken "gelb blinken" in der betreffenden Röhre.

Die Zentrale quittiert die Pannentaste mit "on vient". Falls das SOS-Telefon zur Pannenmeldung verwendet wird (Gespräche werden in Rennaz nicht auf Band aufgezeichnet), versucht der Beamte die Lage zu konkretisieren. Eine Polizeistreife wird immer ausgesandt. In der Regel unternimmt die Zentrale nichts, bis diese Streife genauere Angaben macht. Falls nötig, wird eine Garage alarmiert. Es sind verschiedene Vertragsgaragen vorhanden, die je nach Pannenort ausrücken.

Der automatisch eingeschaltete Betriebszustand ("gelb blinken") wird nur gemäss Anweisung der Streife verändert. Meistens wird dann "links grün" und "rechts rot" eingeschaltet.

Die Aufhebung des Betriebszustandes wird nur auf Anweisung der Streife durchgeführt.

4.2.4. Strecke Vennes - Chexbres

Das Vorgehen ist grundsätzlich das gleiche wie für den Tunnel de Glion. Der einzige wesentliche Unterschied betrifft den infolge Betätigung der Pannen-Taste automatisch eingeschalteten Betriebszustand: in der Annahme, ein Pannenfahrzeug befinde sich in der Regel auf der rechten Spur, wird der Betriebszustand "links grün" und "rechts rot" automatisch geschaltet. Eine Signalisation, welche den Verkehrsteilnehmern vor Erreichen des Tunnelportals anzeigt, dass ein Fahrstreifen gesperrt ist (und welcher), ist nicht vorhanden. Durch das plötzliche Erscheinen der roten Ampel über einer Fahrspur wird zweifellos ein Gefahrenherd gebildet.

Auch hier wird in den meisten Fällen eine Polizeistreife entsandt. Ohne nähere Kenntnis der Sachlage unternimmt der Kommandoraum keine weiteren Schritte. In der Regel entscheidet die Patrouille an Ort über das weitere Vorgehen.

4.3. Unfälle

Das Vorgehen bei Unfällen entspricht generell gesehen ungefähr demjenigen bei Pannen. Die Polizei rückt allerdings auf allen vier Strecken immer und sofort aus.

In Luzern und Sissach, wo Fernsehüberwachung möglich ist, besitzen die Verantwortlichen ein in solchen Fälle wichtiges und schnelles Informationsmedium. Besonders wenn keine oder nur eine ungenügende telefonische Verständigung möglich ist, verfügen sie über einen Zeitvorsprung für die Alarmierung von Ambulanz, Feuer- und Oelwehr usw., was besonders bei Verletzten entscheidend sein kann. Ohne Fernsehen ist man allein auf die meldende Person angewiesen. Allerdings verschafft meist erst die ausgerückte Polizeistreife letzte Klarheit über die zu treffenden Massnahmen.

Im Belchentunnel wird auch bei Unfällen selten ein anderer BZ als "gelb blinken" eingeschaltet. Demgegenüber wird in Luzern meistens der betroffene Streifen, manchmal sogar die ganze Röhre gesperrt.

Auf der N9, und zwar bei allen 5 Tunneln, teilt die Polizeistreife dem jeweiligen Kommandoraum (Blécherette oder Rennaz) den adäquaten Betriebszustand mit. Auch dort wird also versucht, die Unfallstrecke mittels LSA zu sichern.

Die Rückführung in den Normalzustand wird immer durch die Polizei an Ort entschieden. Das Fernsehen dient ausschliesslich der Beobachtung.

4.4. Brand

Die Meldung eines Brandes, sei es ein Tunnel- oder ein Fahrzeugbrand, kann in allen vier Anlagen über die SOS-Kästen erfolgen. Sie enthalten zu diesem Zweck

- SOS-Telefon
- SOS-Taste oder Taste "Brand" ("incendie")
- Alarmautomatik bei Feuerlöscherentnahme.

Zudem haben alle vier Strecken auf Hitze reagierende Branddetektoren installiert, die in der Zentrale einen Alarm auslösen können. In Luzern lösen sie zudem einen Alarm beim Feuerwehrpikett der Stadtpolizei aus. Das Pikett rückt allerdings erst auf Verlangen des verantwortlichen Beamten im Kommandoraum aus. Auch bei den übrigen Strecken bietet die Kommandozentrale die Feuerwehr auf (kein direkter Alarm und kein automatisches Ausrücken).

Die im Brandfall automatisch ausgelösten Betriebszustände sind in Tabelle 10, Abschnitt 3.3. zusammengestellt. Die Alarmierung mittels Branddetektoren löst sehr unterschiedliche BZ aus. An sich ist das Vorgehen aber bei allen vier Anlagen sehr ähnlich.

Sobald der Kommandoraum alarmiert ist, sei es durch den automatischen Brandalarm oder durch einen Verkehrsteilnehmer, wird - sofern vorhanden - das Fernsehen eingeschaltet und eine Polizei-Patrouille aufgeboten. Falls ein Automobilist die Brandmeldung durchgegeben hat, wird mit ihm die Sachlage erörtert.

Erste Priorität bei Brandalarm ist immer die genaue Abklärung des Ereignisses. Meistens kann ein Fahrzeugbrand mit den an Ort vorhandenen Mitteln problemlos gelöscht werden. Zudem haben die Erfahrungen überall gezeigt, dass es sich gerade bei den automatisch ausgelösten Brandalarmen oft um Fehlalarme handelt. Die Feuerwehr wird jedenfalls erst dann aufgeboten, wenn die Notwendigkeit eines solchen Aufgebots klar ersichtlich ist.

Beim Belchentunnel geht die Vorsicht vor übereiltem Handeln sogar so weit, dass bei Ansprechen des Branddetektors keine Sofortsperrung erfolgt (bei den drei andern Anlagen erfolgt automatische Sofortsperrung). Sobald ein Brand wirklich festgestellt wird, wird in der betreffenden Röhre "gelb blinken" und falls nötig am Tunnelportal "rot" eingeschaltet. Mit diesem gestaffelten Vorgehen wurden bisher noch keine negativen Erfahrungen gemacht.

Kleinere Brände werden mit den Feuerlöschern, die auf allen vier Strecken in den SOS-Kästen untergebracht sind, gelöscht. Reichen diese nicht aus, so wird jeweils die Feuerwehr alarmiert. Auf dem Werkhof in Sissach (Belchentunnel) steht Löschmaterial für mittlere Brände zur Verfügung, sodass in diesen Fällen die Feuerwehr nicht alarmiert werden muss.

Die Rückführung in den Normalzustand wird auch bei Brand immer von der Polizei-Patrouille vor Ort bestimmt. Das Fernsehen dient nur zur Beobachtung ab Kommandoraum.

5. ERHEBUNGEN

5.1. Vorgehen

Seit Sommer 1985 werden an den Untersuchungsobjekten statistische Erhebungen der Einsätze durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden für die Kommandoräume und Unterhaltsdienste der vier Anlagen Protokollblätter erarbeitet. Anhand dieser Formulare konnten die betreffenden Dienste die Häufigkeit und die Natur von besonderen Ereignissen in den Tunneln erfassen und damit auch den Einsatz der Tunnelinstallationen beschreiben.

Die verwendeten Protokollblätter sind im Anhang 1 zusammengestellt. In Sissach (Belchentunnel) wurden sie ab dem 15. Mai 1985 verwendet. Die drei anderen Anlagen wurden ab dem 1. Juli 1985 entsprechend beobachtet.

Die ausgefüllten Protokollblätter wurden in regelmässigen Abständen der Forschungsstelle (Ingenieurbüro J. Richter) zugestellt.

5.2. Gegenstand der Erhebungen

Die Polizeibeamten der Kommandoräume hatten die Aufgabe, alle Ereignisse zu protokollieren, die eine verkehrslenkende Massnahme zur Folge haben. Der Unterhaltsdienst protokollierte dementsprechend jede Unterhaltsarbeit, die eine verkehrslenkende Massnahme erforderte.

In Sissach wurden sämtliche Unterhaltsarbeiten am Tunnel und an den Tunnelinstallationen notiert, also auch solche, die ohne verkehrslenkende Massnahme auskamen. Bei den drei andern Anlagen konnte dieses ausgeweitete Vorgehen aus verschiedenen Gründen nicht gewählt werden.

Im wesentlichen wurden bei inkraft treten einer verkehrslenkenden Massnahme in den Kommandoräumen die folgenden Merkmale erhoben:

- Datum
- Beschrieb des Ereignisses (Panne usw.)
- Lokalisierung des Ereignisses (km, Röhre)
- Informationsweg und Ueberprüfung der Information (Meldung von Polizeistreife, SOS-Telefon usw.)
- Art der ergriffenen Massnahmen
  - Verkehrslenkende Massnahmen (gelb blinken, Normalstreifen gesperrt usw.)
  - Begleitende Massnahmen (Alarmierung anderer Stellen, Zusatzsignalisation usw.)
  - Unterhalt
- Entscheidungskriterien für Rückführung in den Normalzustand
- Zeitlicher Ablauf von Ereignis und Massnahmen

Die Unterhaltsdienste haben für ihre Belange ergänzende Protokolle ausgefüllt. Sie enthalten die folgenden Merkmale:

- Datum
- Beschrieb der Unterhaltsarbeit (Beleuchtung, Wandreinigung usw.)
- Lokalisierung der Unterhaltsarbeit (km, Röhre)
- Planmässige Routinearbeit oder Notfall
- Art der verkehrslenkenden Massnahmen (in Sissach noch zusätzlich deren Notwendigkeit)
- Zeitlichen Ablauf.

5.3. Auswertung

Die vorliegenden Resultate beziehen sich auf die Erhebungsperiode von 15. Mai 1985, resp. 1. Juli 1985, bis Ende 1985. Die Erhebungen werden in Sissach bis Mitte Mai 1986 und bei den drei andern Anlagen bis Ende Juni 1986 weitergeführt. Diese Protokolle werden für die 2. Phase zur Verfügung stehen.

Der Schwerpunkt der Auswertungen liegt bei den Protokollblättern der Kommandoräume. Vorläufig wurden die Formulare des Unterhaltsdienstes, der einen wesentlichen Teil der verkehrslenkenden Massnahmen verursacht, vor allem als Kontrollgrösse verwendet.

Die Auswertungen wurden von Hand durchgeführt und beschränken sich auf das Wesentliche.

Als Bezugskriterium wurden die Ereignisse gewählt, d.h. sämtliche Resultate sind in Funktion der eingetretenen Ereignisse dargestellt und nicht etwa in Funktion der verkehrslenkenden Massnahmen.

In Luzern und auf der Strecke Vennes - Chexbres sind 2 resp. 4 Tunnels vorhanden. Deshalb kann u.U. ein einziges Ereignis verkehrslenkende Massnahmen in mehr als nur einem Tunnel zur Folge haben. Diese Massnahmen können zusätzlich noch unterschiedlich sein, z.B. "gelb blinken" im Reussporttunnel und "Normalstreifen gesperrt" im Sonnenbergtunnel. Diese Fälle sind relativ selten. Um nicht unnötigerweise die Auswertungen zu erschweren, wurden die verkehrslenkenden Massnahmen tunnelweise ausgewertet. Die hier dargestellten zusammengefassten Resultate enthalten für Luzern und die Strecke Vennes - Chexbres jeweils die Aufsummierung der verkehrslenkenden Massnahmen aller Tunnels. Die Summe der verkehrslenkenden Massnahmen ist deshalb grösser als diejenige der Ereignisse.

Die vorgedruckten Protokollblätter wurden aus verschiedenen Gründen manchmal unvollständig ausgefüllt. Einige Fälle konnten im nachhinein ergänzt werden. Dies gelang jedoch nicht immer. Deshalb stimmen gewisse Teil- und Gesamtsummen nicht überein. Die Qualität der Ergebnisse wird allerdings dadurch nicht beeinträchtigt.

Alle Ereignisse, die sich ausserhalb des Tunnels ereigneten, in den Tunnels aber verkehrslenkende Massnahmen nach sich zogen, wurden in einer einzigen Kategorie zusammengefasst (= "Ereignisse ausserhalb Tunnels"). Auch Pannen und Unfälle ausserhalb der Tunnels erscheinen in der obigen Kategorie und nicht etwa bei den Kategorien "Pannen" und "Unfälle". Die letzteren werden nur durch Pannen und Unfälle belegt, die sich auch tatsächlich in den Tunneln ereigneten.

5.4. Resultate

5.4.1. Häufigkeit von Ereignissen

Je nach den von den zuständigen Organen etablierten Einsatzstrategien werden die Anlagen mehr oder weniger häufig verwendet. Dabei kann festgestellt werden, dass die gewählte Strategie nicht zuletzt von den Möglichkeiten und dem Komfort abhängen, welche die verschiedenen Anlagen bieten.

Die Ereignisse, welche verkehrslenkende Massnahmen nach sich ziehen, wurden in Ereigniskategorien eingeteilt. In Anhang 2 sind die Resultate im Detail zusammengestellt. In Luzern und auf den beiden Strecken der N9 (Glion und Vennes - Chexbres) ist der Unterhaltsdienst (UD) der Hauptverursacher von verkehrslenkenden Massnahmen: ein Drittel bis die Hälfte aller Ereignisse betreffen den Unterhaltsdienst.

Beim Belchentunnel, wo der Unterhaltsdienst ohne besondere Massnahme in die Querschläge einfahren und einen Grossteil der Unterhaltsarbeiten ohne Störung des Verkehrs durchführen kann, werden für den UD selten verkehrslenkende Massnahmen ergriffen. Sie werden dort vor allem dann eingeführt, wenn grössere Arbeiten auszuführen sind, die den Verkehr stören (Markierung, Reinigung usw.).

Pannen sind, insgesamt gesehen, der zweithäufigste Verursacher von verkehrslenkenden Massnahmen, beim Belchentunnel der häufigste. Erwartungsgemäss sind wenig Unfälle zu verzeichnen. Ueberraschend ist, wie oft, vor allem in Luzern, Gegenstände oder Tiere auf der Fahrbahn einen Polizeieinsatz und verkehrslenkende Massnahmen erfordern.

Auf der Strecke Vennes - Chexbres wurden 14 Sondertransporte registriert, die von einer Polizeistreife begleitet und mit "gelb blinken" gesichert wurden. In Glion wurden zwei, in Luzern nur einer und im Belchentunnel gar keine Sondertransporte mit verkehrslenkenden Massnahmen gesichert.

In Luzern, wo zwei Tunnels bestehen, und auf der Strecke Vennes - Chexbres, wo deren vier sind, gibt es entsprechend viele Ereignisse ausserhalb der Tunnels, die auf die ganze Strecke Auswirkungen zeitigen und verkehrslenkende Massnahmen erfordern. Die relativ häufigen Fahrzeugstaus, die beim Belchentunnel auftraten, sind auf eine Baustelle auf der Südrampe, also ebenfalls ausserhalb des Tunnels, zurückzuführen.

Auf der folgenden Abbildung 2 ist die relative Häufigkeit der wichtigsten Ereigniskategorien dargestellt. Die absoluten Werte sind im Anhang 2 enthalten. Festgehalten sei hier lediglich, dass während der 6-monatigen Erhebungsperiode die Anlagen in Luzern 268 Mal eingesetzt wurden, d.h. etwa 10 Mal pro Woche. Während der gleichen Zeitspanne betrug die Anzahl der Einsätze bei den übrigen Strecken: Belchen 44, Glion 26 und Vennen - Chexbres 84.

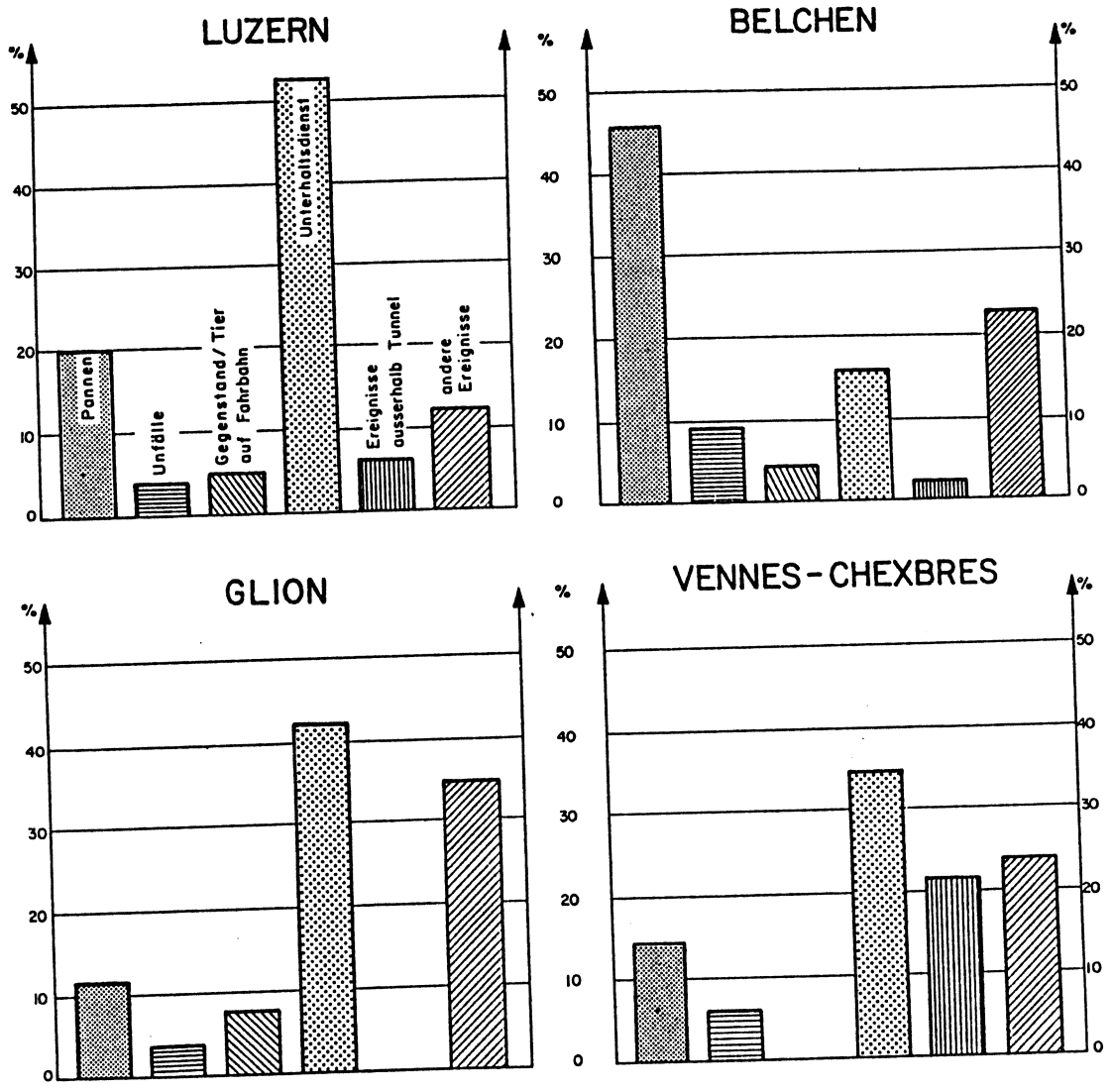


Abbildung 2: Relative Häufigkeit der wichtigsten Ereigniskategorien

5.4.2. Ereignisraten

Setzt man die Häufigkeit von Ereignissen ins Verhältnis zu den Verkehrsleistungen, dann erhält man Ereignisraten, ähnlich den allgemein üblichen Unfallraten. Im Anhang 3 sind die Ergebnisse der Erhebungen aufgeführt. Die nachstehende Abbildung 3 fasst die wesentlichen Resultate zusammen.

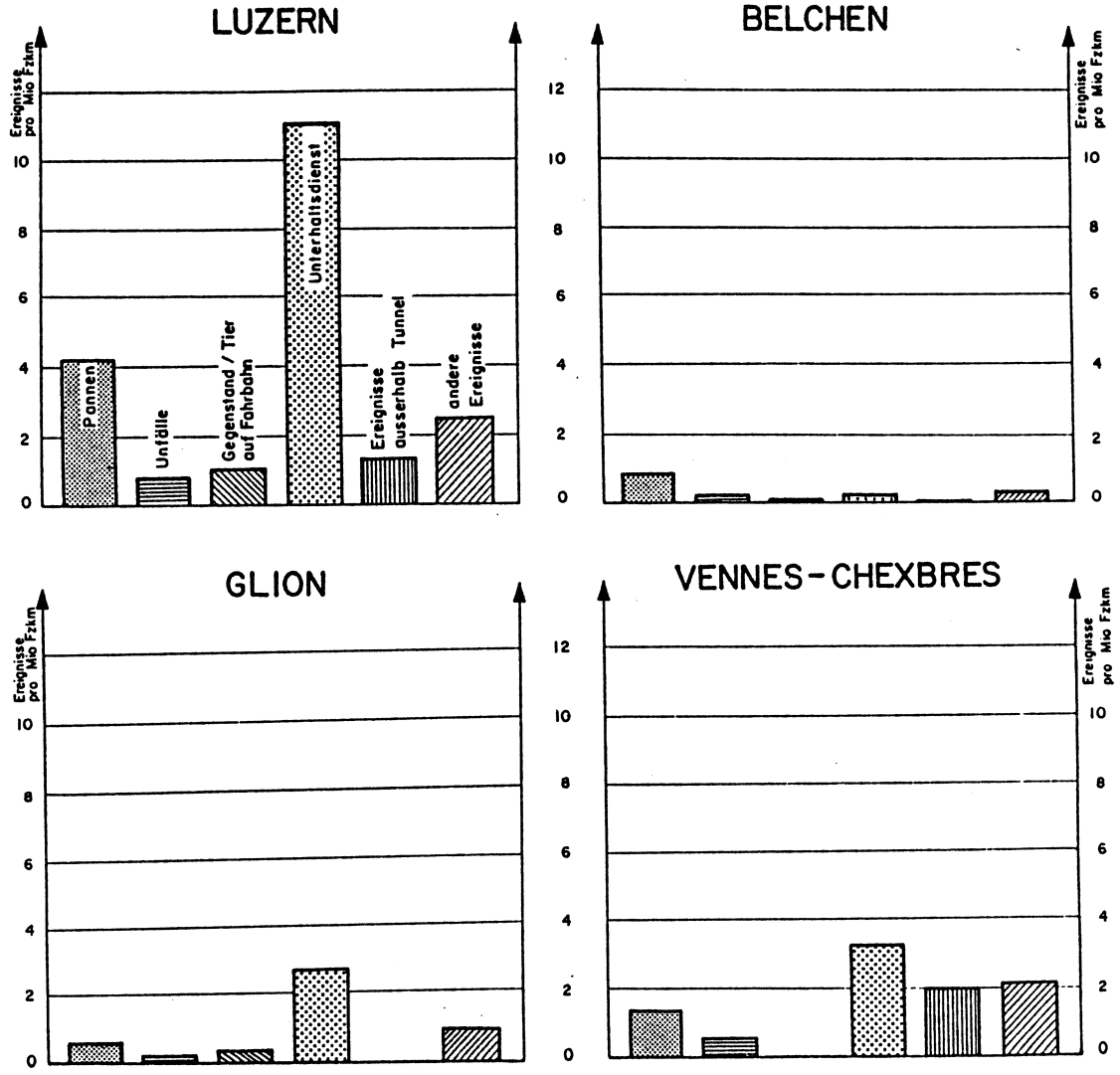


Abbildung 3: Ereignisraten

Die Ereignisraten zeigen deutlich, dass in Luzern die Verkehrslenkungsanlage sehr oft benützt wird. Das Gegenstück bildet der Belchentunnel. Dort wird die Anlage eher selten eingesetzt (über zehnmal weniger als in Luzern). Die beiden untersuchten Waadtländer Strecken liegen dazwischen.

Die Zahl der Pannen und der Unfälle ist in Luzern nicht nur absolut gesehen (siehe vorheriger Abschnitt 5.4.1.) sondern auch im Vergleich zu den Verkehrsleistungen grösser als an den drei andern Orten. Diese Tatsache dürfte in erster Linie auf die Besonderheiten der Strassen- und Tunnelanlage und des Verkehrs zurückzuführen sein. Die besseren Detektionsmöglichkeiten in Luzern dürften sich auf die Zahl der eruierten Pannen nur wenig und auf die Zahl der eruierten Unfälle überhaupt nicht ausgewirkt haben.

5.4.3. Detektion der Ereignisse

Die Auswertung dieses Aspektes zeigte, dass die Ereignisse üblicherweise durch die direkt Betroffenen dem Kommandoraum mitgeteilt werden. Pannen und Unfälle werden über die SOS-Kästen oder das Nationalstrassentelefon gemeldet. Bei Unterhaltsarbeiten informiert der UD die Polizei über ihre Bedürfnisse an verkehrslenkenden Massnahmen. Die Zusammenarbeit ist meist sehr eng und routiniert genug, um keine Probleme aufkommen zu lassen.

Nur selten werden Ereignisse im Kommandoraum ab Bildschirm entdeckt. Konkret traf dies bloss viermal in der Kommandozentale Sissach (Belchentunnel) zu, die allerdings über einen möglichen Stau vorgewarnt wurde und deshalb die TV-Kameras eingeschaltet hatte (üblicherweise bleiben sie, auch an den andern Orten, ausgeschaltet).

Patrouillierende Polizeistreifen entdecken immer wieder Ereignisse, die verkehrslenkende Massnahmen erfordern. Insgesamt liegen diese Anteile bei 15 - 30%.

In der Abbildung 4 ist illustriert, in welcher Weise die Kommandozentrale über das Eintreten der Ereignisse informiert wurde. Detaillierte Resultate sind im Anhang 4 aufgeführt.

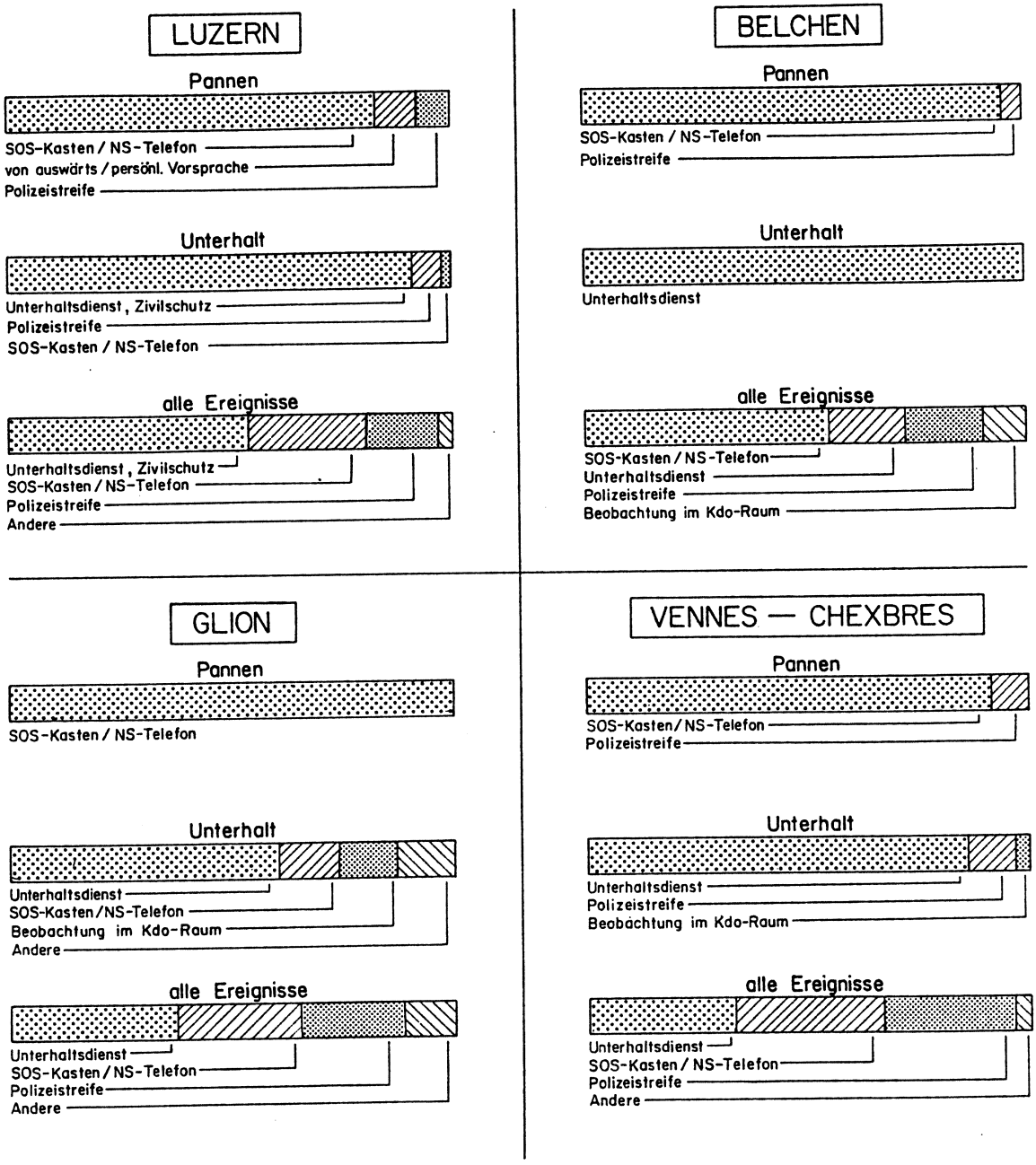


Abbildung 4: Detektion der Ereignisse

5.4.4. Ueberprüfung der Meldungen

In den Kommandoräumen von Luzern (Sprengi) und Sissach können der Reussport- und Sonnenbergtunnel resp. der Belchentunnel mit TV überwacht werden. Von dieser Möglichkeit wird bei unvorhergesehenen Störfällen auch ausgiebig Gebrauch gemacht. In Luzern werden sogar in der Hälfte der Verkehrslenkungsfälle, die durch den Unterhaltsdienst verursacht werden, die TV-Monitoren beim Aufbau der verkehrlenkenden Massnahmen eingeschaltet.

Diese TV-Ueberwachung führt allerdings nicht unbedingt dazu, dass die Polizeistreifen bei unvorhergesehenen Störfällen (meistens Pannen) weniger oft ausrücken, um eine Meldung zu überprüfen und an Ort und Stelle über das weitere Vorgehen zu entscheiden. Die Erhebungen haben gezeigt (siehe Anhang 5 und Abbildung 5), dass auch mit TV-Ueberwachung oft ausgerückt wird, meistens aber auch zur Hilfeleistung. Bei fehlender TV-Ueberwachung werden die von Verkehrsteilnehmern eingehenden Meldungen weniger überprüft und es wird offensichtlich mehr auf die Richtigkeit der Mitteilungen gebaut. Ob dadurch kritische Situationen entstanden sind, konnte nicht festgestellt werden.

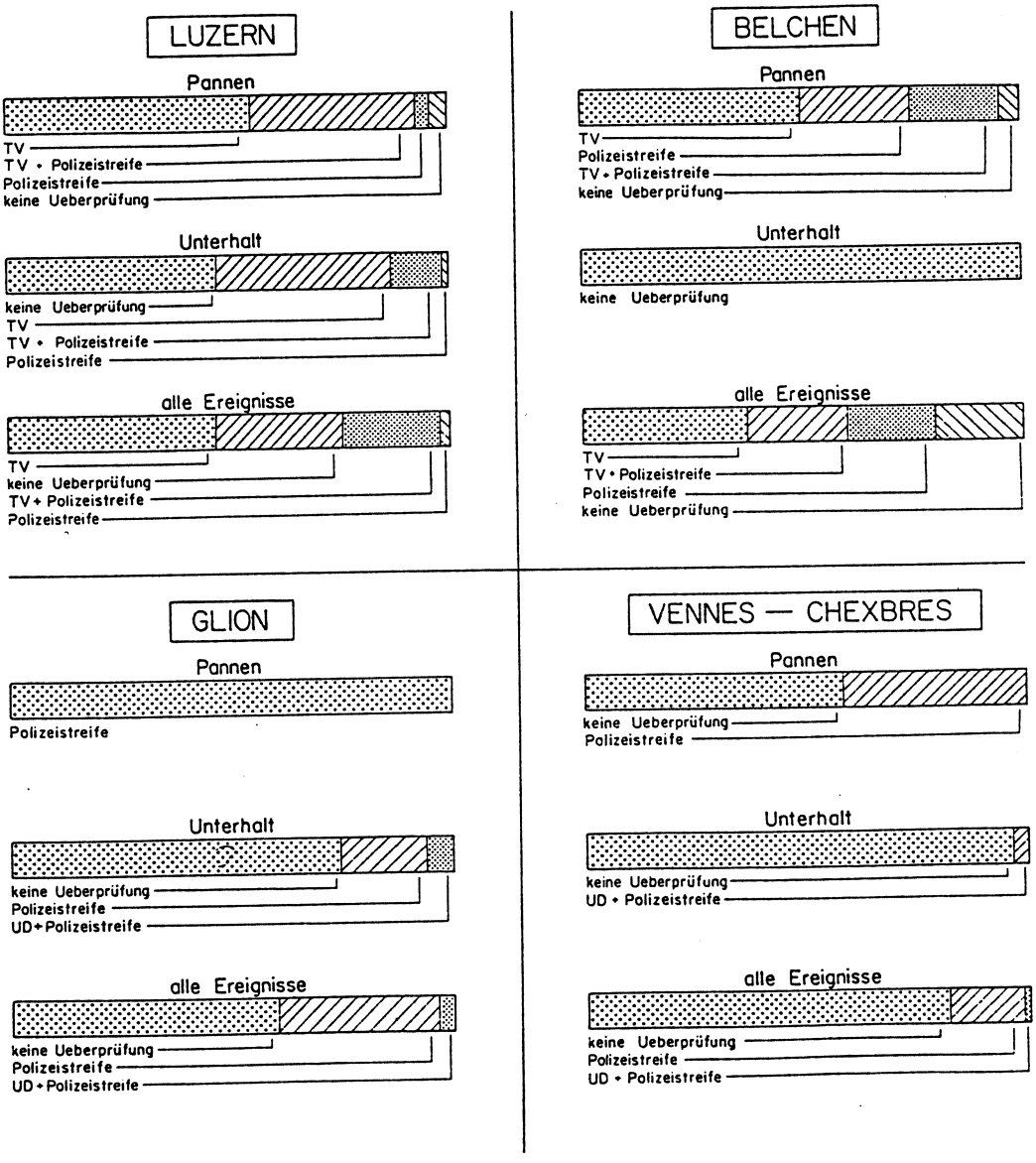


Abbildung 5: Ueberprüfung der Meldungen

5.4.5. Verkehrslenkende Massnahmen

Die eingesetzten verkehrslenkenden Massnahmen zeigen bei den vier Anlagen zwei unterschiedliche Strategien auf. Während im Belchentunnel und auf der Strecke Vennes - Chexbres vor allem "gelb blinken" eingesetzt wird (ca. 70% aller Einschaltungen), ist dies in Glion und vor allem in Luzern seltener der Fall. In Luzern, wo das Informationssystem sehr gut ausgebaut ist, wird "gelb blinken" alleine kaum verwendet. Meistens wird dort nicht nur gewarnt, sondern sehr schnell der adäquate Betriebszustand eingeschaltet. Nur 3% der Einschaltungen waren in Luzern "gelb blinken".

Auf der Strecke Vennes - Chexbres wird bei Bekanntwerden einer Panne der Normalstreifen gesperrt, es sei denn die Informationen verlangen zweifelsfrei einen andern Betriebszustand. Die Zulässigkeit dieser Strategie wird durch Luzern bestätigt: bei 91% aller Pannen wurde dort der Normalstreifen gesperrt und nur in 3 Fällen der Ueberholstreifen. Im Belchentunnel bleibt das meist automatisch eingeschaltete "gelb blinken" (Automatik beim Oeffnen der SOS-Kästen) in der Regel erhalten. Nur bei 3 von 18 Pannen wurde im Belchen der Normalstreifen gesperrt.

Gegenverkehr in einer Röhre (bei gleichzeitiger Sperrung der andern Röhre) wurde insgesamt 26 mal eingeführt. In 25 Fällen waren Arbeiten des Unterhaltsdienstes Verursacher der Massnahme. Ansonsten bewirkt der Unterhaltsdienst vor allem die Sperrung des Normal- oder Ueberholstreifens (Ausnahme: Vennes - Chexbres mit "gelb blinken").

Die Zusammenfassung der Auswertung dieses Kriteriums befindet sich in Anhang 6. Die nachstehende Abbildung 6 zeigt die hauptsächlichsten Resultate.

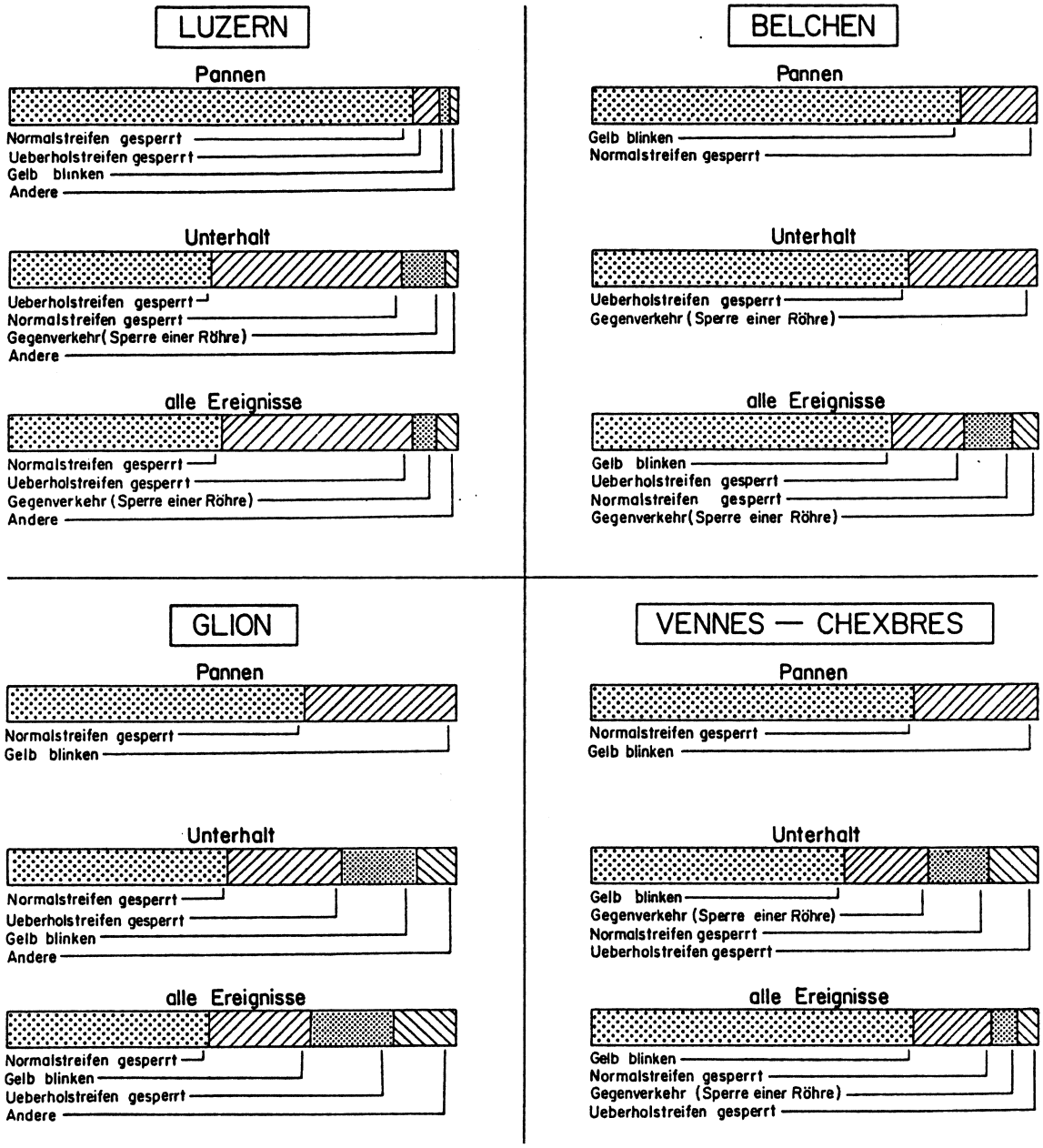


Abbildung 6: Verkehrslenkende Massnahmen

5.4.6. Einsatzdauer von verkehrslenkenden Massnahmen

Von allen verkehrslenkenden Massnahmen dauerten mehr als die Hälfte weniger als 30 Minuten, und mehr als zwei Drittel wurden für weniger als 1 Stunde eingesetzt. Die kurzen Einsätze dominieren also eindeutig.

Dies zeigt sich bei unvorhergesehenen Einsätzen noch ausgesprochener. So dauern die verkehrslenkenden Massnahmen z.B. bei Pannen meistens weniger als 15 Minuten, selten mehr als 1/2 Stunde.

Lange Einsätze über 4 Stunden werden fast ausschliesslich durch Arbeiten des Unterhaltsdienstes verursacht. Nur einzelne Einsätze dauern länger als 24 Stunden.

In Luzern werden zugunsten des Unterhaltsdienstes und der Polizei (v.a. Pannenhilfe und Wegschaffung von Gegenständen) häufig kurze Einschaltungen vorgenommen. Gerade diese kurzen Einsätze, die mit der Anlage in Luzern auf einfache Art realisierbar sind, erhöhen entscheidend die Sicherheit des Verkehrs, des Unterhaltsdienstes und der Polizei.

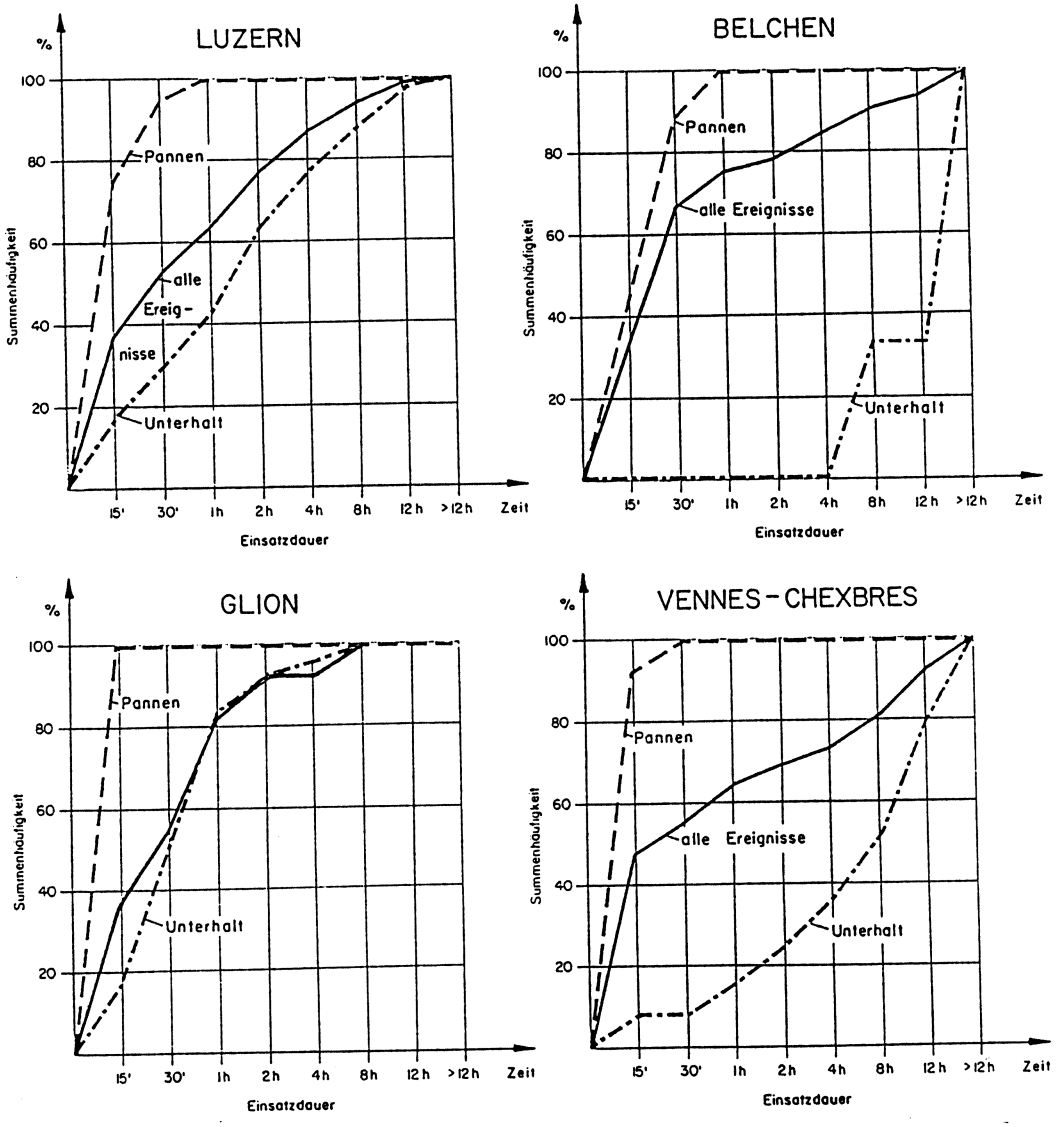


Abbildung 7: Einsatzdauer von verkehrslenkenden Massnahmen

Die Resultate sind im Detail in Anhang 7 zusammengestellt.

5.4.7. Feststellung der Normalisierung

Die Normalisierung einer Situation wird meist an Ort und Stelle festgestellt. In drei von vier Fällen melden die Polizeistreifen, der Unterhaltsdienst oder andere Beteiligte der Kommandozentrale die Normalisierung, ohne dass die Meldung mit TV überprüft wird.

In den andern Fällen erfolgt eine Meldung sowohl von aussen (z.B. Patrouille) als auch eine TV-Beobachtung im Kommandoraum. Nur selten wird über die Rückführung in den Normalzustand alleine aufgrund des TV-Bildes entschieden.

Dieses Vorgehen wird besonders dann gewählt, wenn ein Betriebszustand aufgelöst wird, der infolge Unterhaltsarbeiten eingeführt wurde. Bei Pannen hingegen werden die Bildschirme auch bei der Beendigung der verkehrslenkenden Massnahmen eingeschaltet. Polizeistreifen sind aber auch in Luzern und beim Belchentunnel - beide Tunnels mit TV ausgestattet - meistens dabei.

Diese Ergebnisse sind im Anhang 8 und in der folgenden Abbildung 8 dargestellt.

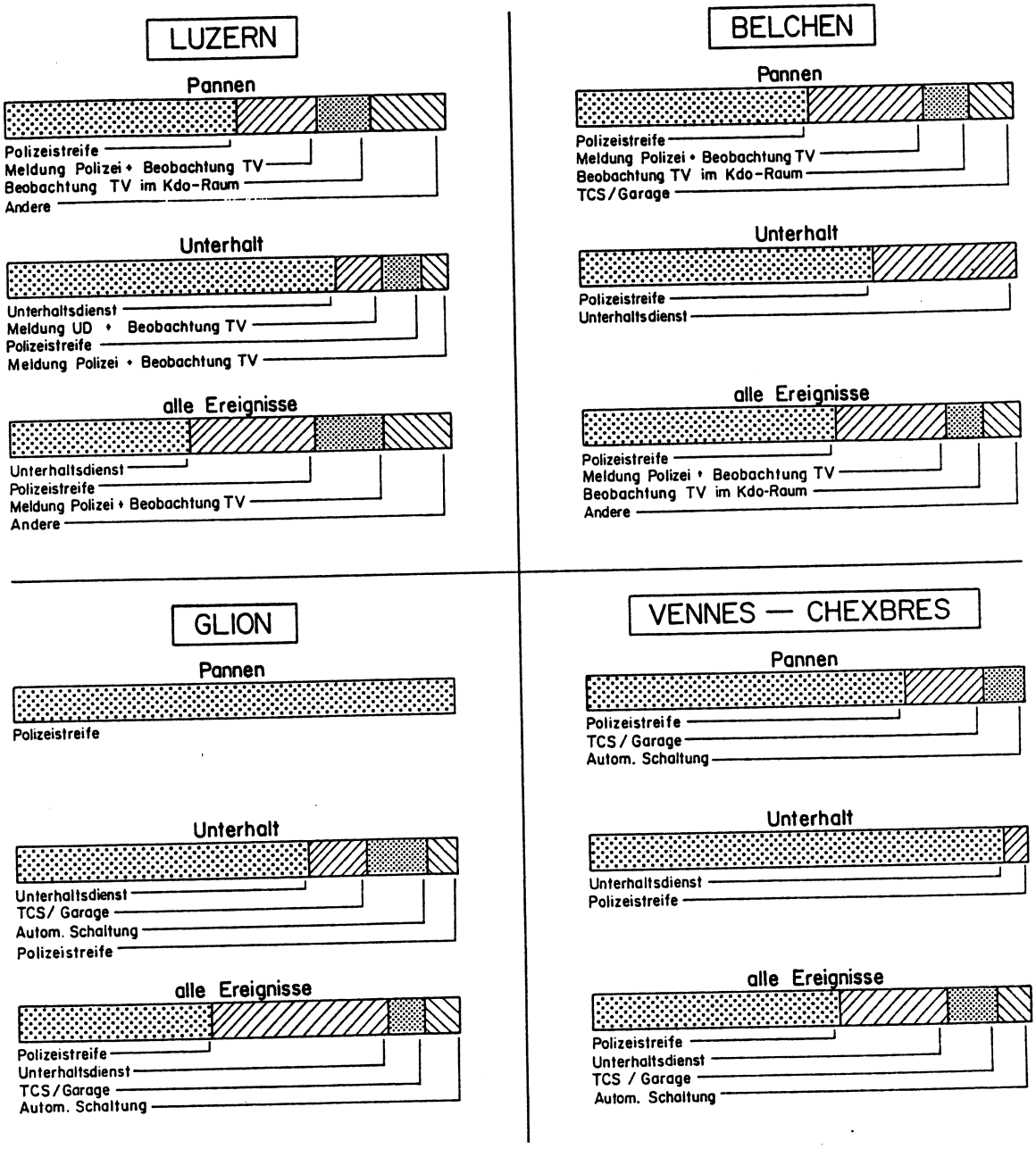


Abbildung 8: Feststellung der Normalisierung

5.4.8. Begleitende Massnahmen

Als begleitend wurden diejenigen Massnahmen bezeichnet, die flankierend bei verkehrslenkenden Massnahmen ergriffen wurden. Sie bestehen meistens darin, dass der Kommandoraum weitere Stellen aufbietet (z.B. Polizeistreife, Feuerwehr, Ambulanz usw.). Eine Zusatzsignalisation wird relativ selten aufgestellt (siehe Anhang 9).

In der Hälfte aller Fälle werden überhaupt keine begleitenden Massnahmen ergriffen. Bei Arbeiten des Unterhaltsdienstes werden bloss in einem von vier Fällen begleitende Vorkehrungen getroffen.

Bei Pannen wird meistens eine Polizeistreife alarmiert. 75% aller Pannenfälle wurden auf diese Art betreut. Auf der Strecke Vennes - Chexbres griffen Polizeipatrouillen am wenigsten ein. Offensichtlich konnten sich dort 40% der Automobilisten selbst helfen.

Der TCS oder Vertragsgaragen werden bei insgesamt 25% der Pannen aufgeboten. Oft leisten die Polizeistreifen die notwendige Pannenhilfe selbst.

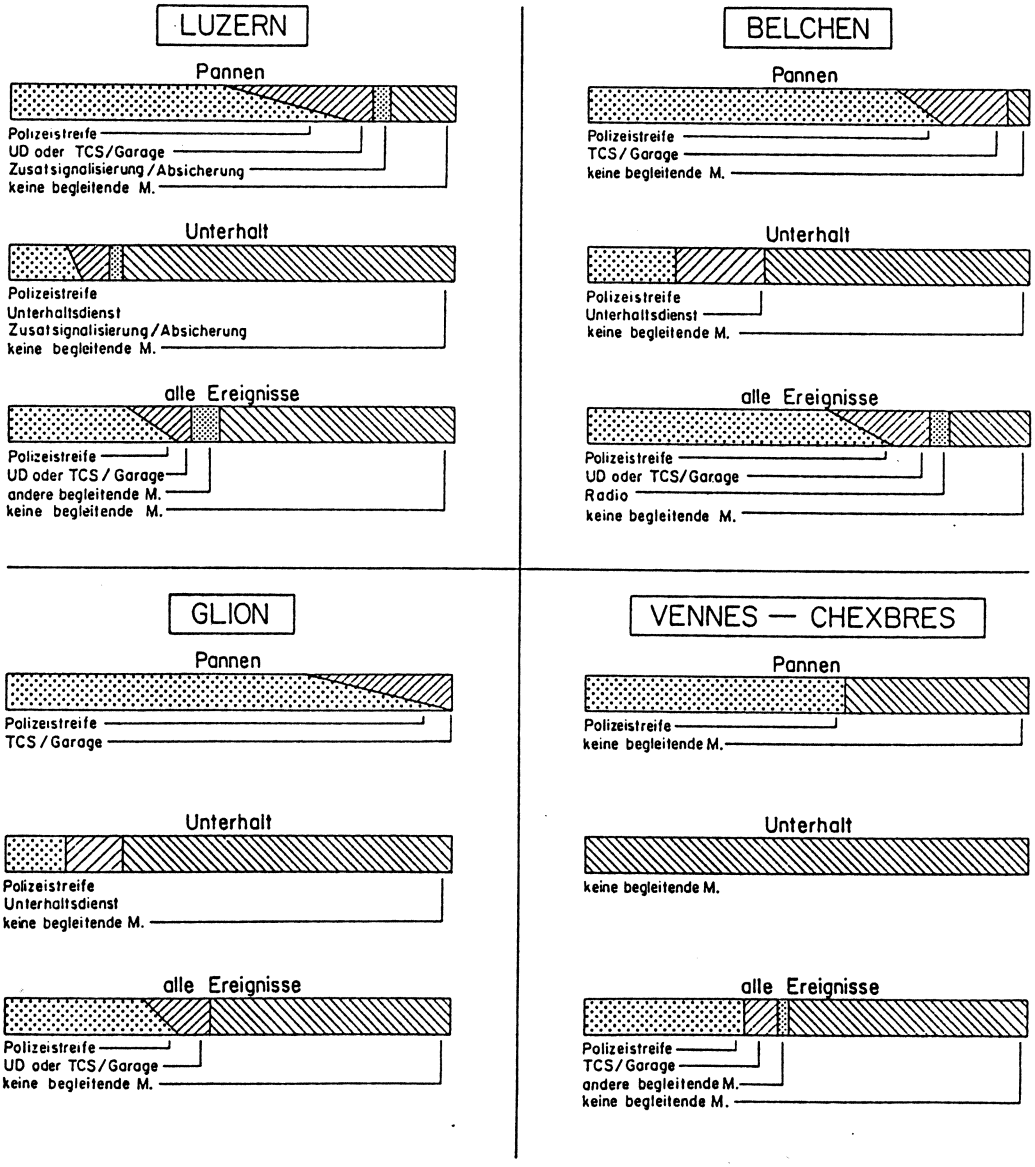


Abbildung 9: Begleitende Massnahmen

5.5. Vergleich Erhebungsresultate - Erhebungsstrategien

Die Erhebungen haben gezeigt, dass in der Praxis bei Störfällen die verkehrslenkenden Massnahmen, allfällige Hilfeleistungen usw. im wesentlichen tatsächlich gemäss den Einsatzstrategien ergriffen werden. Die Praxis verlangt und erlaubt jedoch manchmal Abweichungen vom üblichen Vorgehen. So wird z.B bei Pannen nicht in jedem Fall eine Polizeistreife entsandt, obwohl dies der Einsatzstrategie von Sissach (Belchentunnel), Rennaz (tunnel de Glion) und La Blécherette (Strecke Vennes - Chexbres) entspricht. Und in Luzern, wo wegen dem guten Informationssystem eine restriktivere Alarmierungspolitik ausgeübt wird, werden Polizeistreifen fast ebenso oft wie auf den andern Strecken an den Pannenort entsandt (sogar noch mehr als auf der Strecke Vennes - Chexbres), allerdings auch zur gleichzeitigen Hilfeleistung.

Bei der Erarbeitung der Einsatzstrategien und bei der Diskussion über den Nutzen von Verkehrslenkungs-Einrichtungen spielen Unfälle und Brände eine grosse Rolle. Glücklicherweise treten sie jedoch nur sehr selten auf. Von insgesamt 422 protokollierten Ereignissen entfielen nur 20 auf zumeist harmlose Unfälle. In der gleichen Periode musste nur ein einziger Fahrzeugbrand, der mit den an Ort vorhandenen Mitteln leicht gelöscht werden konnte, registriert werden.

Die üblichen Verkehrslenkungseinsätze werden verursacht durch Pannen und Arbeiten des Unterhaltsdienstes, wobei die letzteren beim Belchentunnel eher in den Hintergrund treten. Gewisse Ereignisse, die jedoch bei Diskussionen über die Verkehrslenkung in Strassentunneln kaum erwähnt werden, sind Polizeieinsätze (Vignetten- und Geschwindigkeitskontrollen, Fahndungen), Gegenstände und Tiere auf der Fahrbahn (werden meist durch Polizeistreifen weggeschafft), Sondertransporte und Ereignisse in der Nähe, aber ausserhalb der Tunnels.

5.6. Erfahrungen mit der Erhebungsmethode

Die gewählte Erhebungsmethode hat sich trotz der straffen Gestaltung der Protokollblätter als anspruchsvoll erwiesen. Die zusätzliche Arbeit wurde durch die Beamten sehr gewissenhaft ausgeführt, doch mussten die Protokolle insbesondere auf ihre Vollständigkeit hin überprüft werden. Vor allem bei länger dauernden Betriebszuständen, die z.B. über 2 Schichten liefen, fehlte manchmal die Protokollierung der Rückführung in den Normalzustand. Es traten aber auch unsystematische Fehler, v.a. Auslassungen auf. Eine Kontrolle vor Ort durch eine verantwortliche Person war notwendig.

Die Protokollblätter enthalten genügend Raum, um besondere Bemerkungen einzutragen. Davon wurde jedoch nur selten Gebrauch gemacht.

Protokollblätter mit anzukreuzenden Antworten sind einfach, haben aber den Nachteil, sich an bestimmten Normabläufen und an Normantworten zu orientieren. Spezialfälle, die vielleicht sogar die interessantesten sind, können anhand der vorgegebenen Antworten nur unvollständig protokolliert werden. Dazu hätte allerdings die Rubrik "Bemerkungen" gedient.

Trotz dieser Vorbehalte hat das gewählte Vorgehen für die 1. Phase befriedigende Resultate ergeben. Mit den Protokollblättern konnte eine übereinstimmende Protokollierung an vier verschiedenen Orten durch 50 verschiedene Beamten erreicht werden.

6. ZUSAMMENFASSENDE SCHLUSSFOLGERUNGEN

6.1. Untersuchte Anlagen und ihre Installationen

In der vorliegenden 1. Phase des Forschungsauftrages wurden vier Anlagen untersucht. Die Lage der untersuchten Autobahntunnels, deren Gegebenheiten sowie die Verkehrsbelastungen sind recht unterschiedlich:

- Luzern: 2 Tunnels auf einer internationalen Strecke mit städtischer Funktion, Halbanschluss zwischen den beiden Tunneln
- Belchentunnel: Ueberland-Tunnel auf einer internationalen Strecke mit interregionaler Funktion
- Glion: Ueberland-Tunnel auf einer interregionalen Strecke
- Vennes - Chexbres: 4 Ueberland-Tunnels auf einer interregionalen Strecke am Rande einer städtischen Agglomeration.

Die verkehrslenkenden Installationen wurden unter Berücksichtigung dieser verkehrlichen Situation und den damaligen technischen Möglichkeiten konzipiert. Die untersuchten Anlagen entsprechen bezüglich verkehrslenkenden Installationen drei verschiedenen Typen:

- Luzern: "vollständige" Anlage
- Belchentunnel: einfache Anlage mit TV-Ueberwachung
- Glion / Vennes - Chexbres: einfache Anlagen ohne TV.

6.2. Häufigkeit der verkehrslenkenden Massnahmen

Die Verwendungshäufigkeit der Verkehrslenkungsinstallationen ist in erster Linie von der Einsatzstrategie und der Ereignishäufigkeit abhängig. Während die Häufigkeit von Ereignissen, die den normalen Verkehrsablauf stören können, eigentlich nur im Zusammenhang mit der verkehrlichen und baulichen Situation steht, ist die Einsatzstrategie zudem noch abhängig von den Möglichkeiten, welche die Installationen bieten.

Eine Einsatzstrategie, die wegen den vielen Möglichkeiten relativ extensiv konzipiert ist, sowie die konfliktreiche verkehrliche und bauliche Lage sind verantwortlich dafür, dass in Luzern bedeutend mehr verkehrslenkende Eingriffe zu verzeichnen sind als an den drei andern Orten. Dabei ist in Luzern nicht nur die absolute Anzahl der Eingriffe grösser, sondern auch die relative Häufigkeit der Ereignisse in Beziehung zu den Verkehrsleistungen. Diese Ereignisrate ist in Luzern zehnmal höher als beim Belchentunnel, viermal höher als in Glion und zweimal höher als auf der Strecke Vennes - Chexbres.

Hauptverantwortlich für diesen häufigen Einsatz von Verkehrslenkungsmassnahmen ist der Unterhaltsdienst (50%). Nur in Glion ist das Verhältnis der UD-bedingten Eingriffe ungefähr gleich, bei den andern zwei Anlagen ist der UD bloss in jedem 3. oder 4. Fall für die verkehrslenkende Massnahme verantwortlich.

Diese grossen Unterschiede liegen nicht in einer erhöhten Reparaturanfälligkeit der Luzerner Anlage begründet, sondern sind in erster Linie auf die unterschiedlichen Strategien zurückzuführen. Während in Luzern praktisch bei jeder Störung des Verkehrsablaufs eine verkehrslenkende Massnahme getroffen wird und die Anlage deshalb auch oft nur für kurze Zeit eingeschaltet bleibt, verfährt man beim Belchentunnel anders. Das Personal des Unterhaltsdienstes wird dort bei kurzen Einsätzen oft nur durch ein vorangestelltes Fahrzeug mit gelbem Warnlicht gesichert. Auch das Einfahren in die Querschläge geschieht meistens nur unter dem Schutz des fahrzeugeigenen gelben Warnlichts. In beiden Fällen wird in Luzern hingegen die Fahrstreifensignalisation eingeschaltet. Gemäss den Aussagen der Anwender sind gerade diese kurzen Einsätze der Verkehrsregelungseinrichtungen sehr wertvoll, weil sie ohne grossen Aufwand die Sicherheit der Beamten und des Verkehrs wesentlich erhöhen.

Bei allen vier Anlagen wurden keine Unfälle registriert, die auf ein mangelndes Sicherungssystem des UD zurückzuführen waren.

Die vorliegende 1. Phase konnte nicht abklären, inwiefern die bauliche Gestaltung und die Servicefreundlichkeit (z.B. Zugang zu Betriebsräumen von ausserhalb der Nationalstrasse) die Anzahl der Einsätze, verursacht durch den UD, beeinflusst hat. Dieser Problemkreis könnte in der 2. Phase näher studiert werden.

6.3. Art der verkehrslenkenden Massnahmen

In Luzern wird versucht, auf die jeweilige Störung des Verkehrsablaufs präzis zu reagieren. Die jeweils gestörte Spur oder Röhre wird dort mit ferngesteuerten Fahrstreifensignalen gesperrt. Das blosse Warnen mit "gelb blinken" wird infolgedessen wenig verwendet (ca. 3% aller Fälle). Der Grund dafür liegt vor allem darin, dass dank der Fahrstreifensignalisation in den Vorzonen der Tunnels die Verkehrsteilnehmer auf die sie erwartende Massnahme aufmerksam gemacht werden durch die Anzeige, welcher Fahrstreifen zu benützen (grüner Pfeil) und welcher zu räumen ist (blinkender schräger gelber Pfeil).

Bei den drei andern Anlagen wird im Gegensatz zu Luzern der Betriebszustand "gelb blinken" oft eingeschaltet. Im Belchentunnel und auf der Strecke Vennes - Chexbres ist dieser vielfach automatisch eingeschaltete Betriebszustand sogar am häufigsten (68% resp. 73%). Diese Massnahme macht den Verkehrsteilnehmer wohl auf eine Anomalie aufmerksam, gibt ihm aber keine konkreten Anweisungen.

Die Sperrung einer Röhre bei gleichzeitigem Gegenverkehr in der andern ist relativ selten erforderlich. In Glion wurde dieser BZ nie eingeschaltet (in der Erhebungsperiode). In Luzern, beim Belchentunnel und auf der Strecke Vennes - Chexbres waren zwischen 5% und 6% der Fälle Betriebszustände mit Gegenverkehr.

Interessant ist festzustellen, dass die Einsatzstrategie für die Strecke Vennes - Chexbres, wonach bei Pannen der Normalstreifen zu sperren ist, durch die Resultate von Luzern bestätigt wird. Dort wird ja jeweils genau abgeklärt und mit TV überprüft, welche Spur zu sperren ist (falls überhaupt). Das Resultat dieses Vorgehens ist, dass bei 90% der Pannen der Normalstreifen gesperrt werden musste.

In Luzern wird in den übrigen Fällen der Ueberholstreifen etwas häufiger gesperrt als der Normalstreifen (Fälle mit Gegenverkehr nicht mitgezählt). Der Unterschied ist jedoch nicht relevant.

6.4. Informationssystem

Der Unterhaltsdienst ist überall der häufigste Verursacher von Verkehrslenkungsmassnahmen. In diesen Fällen, die meistens vorhersehbar sind und genügend Zeit für Eingriffe lassen, fliesst die notwendige Information problemlos zwischen den betroffenen Diensten.

Verkehrslenkende Massnahmen werden aber fast ebenso oft bei unvorhergesehenen Störungen ergriffen (Pannen, Unfälle, auf der Fahrbahn liegende Gegenstände usw). Diese Fälle werden im Kommandoraum über das installierte Informationssystem (z.B. SOS-Kästen) bekannt. Eine zusätzliche Informationsquelle sind die patrouillierenden Polizeistreifen.

In Luzern ist die Zahl der Einschaltungen auch infolge unvorhergesehener Ereignisse massiv grösser als bei den drei andern Anlagen. Die grössere Unfallrate ist sicher auf die besonderen verkehrlichen und baulichen Voraussetzungen zurückzuführen. Da Unfälle auf Autobahnen (fast) immer bekannt werden, hat das Informationssystem die Zahl der Einschaltungen kaum beeinflusst, wohl aber die Zeitspanne, innerhalb welcher das Ereignis erfasst wurde. Bei den andern Ursachen könnte allerdings die Ueberwachungsintensität und das Informationssystem zusammen mit der jeweiligen Einsatzstrategie einen wesentlichen Einfluss auf Zahl und Art der verkehrslenkenden Eingriffe ausüben.

Aus den Besprechungen und den Erhebungen ist hervorgegangen, dass das Fernsehen bei der Entdeckung von Störungen des Verkehrsablaufs, von wenigen Ausnahmen abgesehen, keine wesentliche Rolle spielt. Das Fernsehen bleibt üblicherweise ausgeschaltet und wird in erster Linie zur Ueberprüfung von Meldungen von der Strecke von Privaten und aber auch von Beamten der Polizei oder des Unterhaltsdienstes eingesetzt.

Kaum in Erscheinung treten die durch Schleifendetektoren erhobenen Messwerte über Verkehrsbelastungen und Tunnelbelegung. Oft besteht bei den diensttuenden Beamten ein gewisses Misstrauen gegenüber diesen Werten. Dabei ist allerdings festzuhalten, dass keiner der untersuchten Tunnels Detektoren zur eigentlichen Verkehrsstörungserfassung, z.B. Stau, aufweist.

Nicht ganz problemlos sind die Branddetektoren. In keiner der untersuchten Anlagen besteht eine automatische Aufbietung der Feuerwehr. Infolge der überwiegenden Anzahl von Fehlmeldungen wird die Sachlage überall zuerst überprüft.

Ein wichtiges Glied in der Informationskette bilden die Polizeistreifen. In einem von 6 bis in einem von 3 Fällen sind sie sogar der erste Informant. Ihre Bedeutung liegt aber eindeutig bei der Ueberprüfung der Meldungen bei der ersten Hilfestellung bei Pannen und Unfällen sowie bei der direkten Erledigung verschiedenster Aufgaben. Gemäss Erhebungen werden die Polizeistreifen auch dort, wo Fernsehen installiert ist, ebenso oft aufgeboten. Das Fernsehen führt nicht unbedingt zu einem kleineren Aufwand, sondern in erster Linie zu einer besseren Information und damit zu angepassterer Behandlung der aufgetretenen Schwierigkeiten.

6.5. Begleitende Massnahmen

Die Erhebungen konnten die begleitenden Massnahmen wahrscheinlich nicht vollständig erfassen. Sie sind zwar nicht so häufig (nur in der Hälfte aller Fälle) und bestehen meist in der Aufbietung anderer Stellen (Polizeistreife, Unterhaltsdienst, Garagen usw.). Trotzdem kann vermutet werden, dass bezüglich Zusatzsignalisation, Absicherung durch Polizeifahrzeuge, Warnung des Verkehrs usw. weit mehr unternommen wird,als es die Erhebungen aufzeigten. Dies dürfte insbesondere bei den drei Anlagen der Fall sein, wo nicht, wie in Luzern, eine vollständige Fahrstreifensignalisation vorhanden ist, welche den Verkehrsteilnehmern rechtzeitig das geforderte Verhalten signalisiert (z.B. das Räumen einer Fahrspur dank der schrägen gelben Pfeile). Dieser Punkt sollte in der 2. Phase detaillierter untersucht werden, dürfte er doch einigen Einfluss haben auf den Personalaufwand, die Sicherheit und auch auf die Leistungsfähigkeit.

7. WEITERES VORGEHEN

Die 1. Phase war vor allem eine Bestandesaufnahme über die Verkehrslenkungseinrichtungen und deren Verwendung. Dabei ist es deutlich zum Vorschein getreten, wie wichtig die Einsatzstrategien für die Häufigkeit und Art der Anwendung von verkehrslenkenden Massnahmen ist. Allerdings zeigte es sich auch, dass die Einsatzstrategien vom vorhandenen Steuerungsinstrumentarium beeinflusst werden.

Bereits im Forschungsgesuch vom Dezember 1984 wurde diesem Punkt die entsprechende Bedeutung gegeben: "Die Auswertung aller Ergebnisse soll zu Empfehlungen über die Anwendung dieser Einrichtungen führen" (= Einsatzstrategien). Um diesem Forschungsziel näher zu kommen, müssen die bestehenden Einsatzstrategien insbesondere mit dem Geschehen in Autobahntunneln besser in Korrelation gesetzt werden können. Deshalb müssen nicht nur diejenigen Ereignisse erfasst werden, die verkehrslenkende Massnahmen nach sich zogen, sondern auch diejenigen, die bei einer andern Einsatzstrategie, bzw. einem anderen vorhandenen Instrumentarium, eine derartige Massnahme bewirkt hätten.

Das Hauptziel der Arbeiten, nämlich welche Einrichtungen unter welchen Voraussetzungen vorzusehen sind, wird in der 2. Phase zu erarbeiten sein. Die Pilotuntersuchungen der 1. Phase können darüber noch keine Auskunft geben.

Ein wesentliches Problem, das in dieser 1. Phase nicht angeschnitten wurde, ist die Auswirkung des Einsatzes der verkehrslenkenden Einrichtungen auf die Leistungsfähigkeit. Dieser Aspekt wird vor allem auch bei Fahrstreifensignalisationen ausserhalb von Tunnels zu untersuchen sein.

Sofern möglich, sollten in einer 2. Phase auch gewisse Kosten/Nutzen-Vergleiche angestellt werden. Diese sollten nebst Aufwendungen für Investitionen und Unterhalt auch die allfällige Einsparung von Personal und Steigerung der Leistungsfähigkeit berücksichtigen.

Die begleitenden Massnahmen müssen in der 2. Phase ebenfalls detaillierter untersucht werden. Dabei stehen weniger die Probleme der Aufbietung anderer Stellen, wie z.B. Garage, Sanität, Feuerwehr usw., im Vordergrund, sondern vielmehr die Ueberwachungs- und Sicherungsaufgaben der Beamten der Polizei und des Unterhaltsdienstes sowie die Aufwendungen für allfällige Zusatzsignalisationen.

Die für die 1. Phase gewählten Untersuchungsobjekte haben sich generell gesehen bewährt und können für die 2. Phase beibehalten werden. Dabei zeigte sich, dass die Strecke Vennes - Chexbres, die vor allem wegen der vermuteten gegenseitigen Beeinflussung der vier Tunnels gewählt wurde, nicht ganz die erwarteten Zusammenhänge gezeigt hat. Man könnte sich auf dieser Strecke auf einen einzigen Tunnel beschränken (am ehesten den "Tunnel du Flonzaley"). Andererseits wäre es interessant, in Anbetracht der Besonderheit dieser Strecke (Tunnels, gestaffelte Fahrbahnen, wenig Ueberfahrten) auch die zwischen den Tunnels liegenden Abschnitte in umfassender Weise in die Untersuchungen einzubeziehen.

Für die 2. Phase sollte nebst 2 - 3 weiteren Tunneln (vor allem in städtischen Regionen) zusätzlich eine offene Autobahnstrekke, die mit Verkehrslenkungseinrichtungen bestückt ist, eingeführt werden, z.B. das Teilstück "Hagnau" der N2 oder das Limmattalkreuz (N1/N20).

* *

*

BEILAGEN

	Seite
1 Erhebungsformulare	58
2 Ereignisse	64
3 Ereignisraten	65
4 Detektion der Ereignisse	66
5 Ueberprüfung von Meldungen	67
6 Verkehrslenkende Massnahmen	68
7 Einsatzdauer von verkehrslenkenden Massnahmen	69
8 Beobachtung der Normalisierung	70
9 Begleitende Massnahmen	71

1a1

J. R i c h t e r Ingenieurbüro
Mutschellenstr. 21, 8002 Zürich
Tel. 01/202'58'44 (Eichelberger)

Verkehrslenkung in Strassentunneln
REUSSPORT- UND SONNENBERGTUNNEL LU
PROTOKOLLBLATT KOMMANDORAUM SPRENGI

NAME DES BEAMTEN	DATUM	UD-NR	POL-NR

1. E R E I G N I S

BESCHREIBUNG DES EREIGNISSES

ORT: km .....

- ☐ Lochhof
- ☐ Reussporttunnel
- ☐ Senti
- ☐ Luzern-Zentrum
- ☐ Sonnenbergtunnel
- ☐ Grosshof
- ☐ Romeo, West
- ☐ Lora, Ost
- ☐ Normalstreifen
- ☐ 1. Ueberholstreifen
- ☐ 2. Ueberholstreifen
- ☐ .....

EREIGNIS:

- ☐ Panne
- ☐ Unfall
- ☐ Polizeieinsatz
- ☐ .....
- ☐ Zivilschutz
- ☐ UD-Mathis
- ☐ UD-Wipfli
- ☐ UD-Dittli
- ☐ UD-TV
- ☐ UD-Stadt

.....

EREIGNIS IM KDO-RAUM BEKANNT UM ..... Uhr | EREIGNIS EINGETRETEN VOR ..... Minuten

WIE WURDE DAS EREIGNIS IM KOMMANDORAUM BEKANNT?

Meldung an Kommandoraum von

- ☐ Polizeistreife
- ☐ EZ - Luzern
- ☐ andere Dienststelle
- ☐ .....
- ☐ Unterhaltsdienst
- ☐ SOS/NS-Telefon
- ☐ Feuerlöscherentn.
- ☐ privat

Beobachtung im Kommandoraum von

- ☐ TV
- ☐ Rückmeldetafel
- ☐ Blattschreiber
- ☐ .....
- ☐ Brandalarm
- ☐ CO - Gehalt
- ☐ Sichttrübung
- ☐ Verkehrszählung

WURDE DIE MELDUNG ODER BEOBACHTUNG UEBERPRUEFT?

- ☐ ja
- ☐ mit TV (von Kdo-Raum aus)
- ☐ .....
- ☐ von Polizeistreife an Ort
- ☐ von Unterhaltsdienst an Ort
- ☐ nein

WURDEN MASSNAHMEN ERGRIFFEN?

- ☐ ja
  - ☐ Verkehrslenkende Massnahmen → 2.
  - ☐ Begleitende Massnahmen → 3.
  - ☐ Unterhalt → Formular UD
- ☐ nein

  HATTE DIES NEGATIVE AUSWIRKUNGEN?
  - ☐ ja
  - ☐ nein

  WELCHE? .....

2. V E R K E H R S L E N K E N D E M A S S N A H M E N

ZUSTAND VOR ERGREIFEN DER VERKEHRSLENKENDEN MASSNAHMEN (=AUSGANGSZUSTAND)

☐ Normalzustand | ☐ ..... → siehe Protokollblatt Nr. .....

BESCHREIBUNG DER MASSNAHMEN (ev. nur BZ-Nr. angeben: .....)

	Reussporttunnel Lora	Reussporttunnel Romeo	Sonnenbergtunnel Lora	Sonnenbergtunnel Romeo
Gelb blinken	☐	☐	☐	☐
Totalsperre	☐	☐	☐	☐
Ueberleitung Romeo → Lora	☐		☐	
Ueberleitung Lora → Romeo	☐		☐	
Normalstreifen gesperrt	☐	☐	☐	☐
1. Ueberholstreifen gesperrt ...	☐	☐	☐	☐
2. Ueberholstreifen gesperrt ...	☐	☐		
....	☐	☐	☐	☐
....	☐	☐	☐	☐

1a2

MASSNAHME IN BETRIEB VON DATUM ..... ZEIT ..... BIS DATUM ..... ZEIT .....

SPEZIELLE BEOBACHTUNGEN WAEHREND DIE VERKEHRSLENKENDEN MASSNAHMEN IN BETRIEB WAREN

.....

.....

.....

DURCH WELCHEN BETRIEBSZUSTAND WURDEN DIE VORLIEGENDEN VERKEHRSLENKENDEN MASSNAHMEN ERSETZT?

Rückführung in

☐ Normalzustand ☐ Ausgangszustand

Uebergang in

☐ neuer Betriebszustand

AUFGRUND VON WAS WURDE UEBER DIE RUECKFUEHRUNG ENTSCHIEDEN?

Meldung der Normalisierung an Kdo-Raum von

- ☐ Polizeistreife
- ☐ EZ - Luzern
- ☐ andere Dienststelle
- ☐ Unterhaltsdienst
- ☐ .....

Beobachtung der Normalisierung ab Kdo-Raum

- ☐ TV
- ☐ Rückmeldetafel
- ☐ Blattschreiber
- ☐ CO - Gehalt
- ☐ Sichttrübung
- ☐ Verkehrszählung
- ☐ .....

SPEZIELLE BEOBACHTUNGEN WAEHREND DER RUECKFUEHRUNG IN DEN NORMALZUSTAND RESP. AUSGANGSZUSTAND

.....

.....

.....

siehe neues Protokollblatt Nr. .....

3. BEGLEITENDE MASSNAHMEN

BESCHREIBUNG DER MASSNAHMEN

Alarmierung anderer Stellen

- ☐ Polizeistreife
- ☐ EZ - Luzern
- ☐ Unterhaltsdienst
- ☐ Arzt, Krankentransport
- ☐ Feuerwehr
- ☐ Oelwehr
- ☐ Garage
- ☐ TCS
- ☐ .....

FUER WAS? .....

.....

.....

ANDERE BEGLEITENDE MASSNAHMEN? WENN JA, WELCHE? .....

.....

.....

ALARMIERUNG/EINLEITUNG DER MASSNAHMEN AM DATUM ..... ZEIT .....

MASSNAHMEN AUSGEFUEHRT/BEENDET AM DATUM ..... ZEIT .....

SPEZIELLE BEOBACHTUNGEN WAEHREND DIE BEGLEITENDEN MASSNAHMEN IN AUSFUEHRUNG WAREN

.....

.....

.....

4. BEMERKUNGEN

.....

.....

.....

1b

J. R i c h t e r Ingenieurbüro
Mutschellenstr. 21, 8002 Zürich
Tel. 01/202'58'44 (Eichelberger)

Verkehrslenkung in Strassentunneln
REUSSPORT- UND SONNENBERGTUNNEL LU
PROTOKOLLBLATT UNTERHALTSDIENST

NAME DES BEAMTEN	DATUM	UD-NR	POL-NR

BESCHREIBUNG DER UNTERHALTSARBEIT

ORT: km .....

- ☐ Lochhof
- ☐ Reussporttunnel
- ☐ Senti
- ☐ Luzern-Zentrum
- ☐ Sonnenbergtunnel
- ☐ Grosshof
- ☐ Romeo, West
- ☐ Lora, Ost
- ☐ Normalstreifen
- ☐ 1. Ueberholstreifen
- ☐ 2. Ueberholstreifen
- ☐ .....

AUSFUEHRUNGSDATUM: von ..... bis ..... (Datum, Zeit)

OBJEKT:

- ☐ Fahrstreifensignale
- ☐ Lichtsignale
- ☐ Wechselsignale
- ☐ Steuergerät
- ☐ Beleuchtung
- ☐ Ventilation
- ☐ Fernwirkanlage
- ☐ CO - Messer
- ☐ Sichttrübungsmesser
- ☐ NS - Telefon
- ☐ Alarm - Kasten
- ☐ .....
- ☐ Grundwasserpumpe
- ☐ Oelabscheider
- ☐ Wandreinigung
- ☐ Fahrbahnreinigung
- ☐ Schneeräumung
- ☐ Markierung

TAETIGKEIT: .....

.....

.....

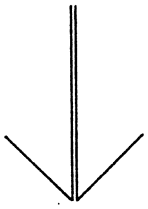
HANDELT ES SICH UM EINE PLANMAESSIGE ROUTINEARBEIT?

☐ ja

☐ nein
KENNTNISNAHME VON DER STOERUNG AM ..... (Datum, Zeit)
WIE WURDE DIE STOERUNG ENTDECKT?
☐ Eigene Beobachtung/Kontrolle
Meldung von
☐ Polizei (Kdo-Raum)
☐ Polizeistreife
☐ andere Dienststelle
☐ .....

WURDEN VERKEHRSLENKENDE UND/ODER BEGLEITENDE MASSNAHMEN ERGRIFFEN?

☐ ja
- ☐ Verkehrslenkende Massnahmen
- ☐ Begleitende Massnahmen
- ☐ .....



Formular Kommandoraum

☐ nein
WESHALB NICHT? .....

.....

.....

.....

WURDEN NEGATIVE AUSWIRKUNGEN FESTGESTELLT?

.....

.....

.....

SPEZIELLE BEMERKUNGEN

.....

.....

.....

.....

.....

1c1

J. R i c h t e r Ingénieurs Conseils
Mutschellenstr. 21, 8002 Z u r i c h
Tél. 01/202'58'44 (M. D.Eichelberger)

Régulation dans les tunnels routiers
N9, VILLARS-ST-CROIX - CHEXBRES
SALLE DE COMMANDE DE LA BLECHERETTE

NOM	DATE	

1. INCIDENT

DESCRIPTION DE L'INCIDENT

LIEU: km .....
- ☐ tunnels de Belmont
- ☐ tunnels du Chauderon
- ☐ tunnels de la Criblette
- ☐ tunnels du Flonzaley
- ☐ chaussée lac
- ☐ chaussée amont
- ☐ voie droite
- ☐ voie gauche

INCIDENT:
- ☐ panne
- ☐ accident
- ☐ mission de la police
- ☐ entretien
- ☐ contrôle des équipements
- ☐ .....

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

HEURE, A LAQUELLE L'INCIDENT EST REMARQUE A LA SALLE DE COMMANDE: ..... h, min.
TEMPS ECOULE DEPUIS QUE L'INCIDENT S'EST PRODUIT: ..... minutes

MOYEN DE DETECTION DE L'INCIDENT

Information en provenance de
- ☐ patrouille gend.
- ☐ poste de police
- ☐ s. d'entretien
- ☐ borne téléphon.
- ☐ armoire SOS
- ☐ .....

Observation depuis la salle de commande
- ☐ TV
- ☐ alarme d'incendie
- ☐ débit
- ☐ taux de CO
- ☐ opacité
- ☐ .....

CONTROLE DE L'INFORMATION RESP. DE L'OBSERVATION

- ☐ oui
- ☐ avec TV
- ☐ .....
- ☐ par patrouille sur place
- ☐ par service d'entretien sur place
- ☐ non

Y A-T-IL EU INTERVENTION?

- ☐ oui
  - ☐ intervention régulative → 2.
  - ☐ intervention complémentaire → 3.
  - ☐ entretien → formulaire service d'entretien
- ☐ non

  Y A-T-IL EU CONSEQUENCES NEGATIVES?
  - ☐ oui
  - ☐ non

  LESQUELLES: .....
  .....
  .....

2. INTERVENTIONS REGULATIVES

ETAT DE LA SIGNALISATION AVANT L'INTERVENTION (=REGIME DE DEPART)

- ☐ régime normal
- ☐ ..... → voir rapport du .....

DESCRIPTION DE L'INTERVENTION

	Belmont amont	Belmont lac	Chauderon amont	Chauderon lac	Criblette amont	Criblette lac	Flonzaley amont	Flonzaley lac
jaune clignotant	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
arrêt à l'entrée/feux rouges	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
circulation à double sens ..	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
voie droite fermée	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
voie gauche fermée	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
....	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
....	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

DUREE DE L'INTERVENTION: de ..... à ..... (jour, heure)

1c2

REPERCUSSIONS ENTRE TUNNELS?

☐ oui
LESQUELLES? .....
.....
.....

☐ non

AUTRES OBSERVATIONS DURANT LES INTERVENTIONS REGULATIVES

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

QUEL REGIME DE CIRCULATION A SUIVI?

Retour à
☐ état normal ☐ régime de départ

Réalisation de
☐ nouvelles interventions

QUELLES INFORMATIONS SONT A LA BASE DE LA DECISION DE RETOUR

Annonce de la normalisation en provenance de
☐ patrouille gendarmerie
☐ service d'entretien
☐ borne téléphonique
☐ .....

Observation de la normalisation depuis la salle de commande
☐ TV
☐ débit
☐ taux de CO
☐ opacité
☐ .....

OBSERVATIONS DURANT LA REALISATION DE L'ETAT NORMAL RESP. DU REGIME DE DEPART

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

date du nouveau rapport: .....

3. INTERVENTIONS COMPLEMENTAIRES

DESCRIPTION DES INTERVENTIONS COMPLEMENTAIRES

Alerter d'autres services
☐ patrouille gendarmerie
☐ service d'entretien
☐ .....
☐ médecin
☐ ambulance
☐ pompiers
☐ garage
☐ TCS

EN QUELLE FONCTION? .....
.....
.....

AUTRES INTERVENTIONS COMPLEMENTAIRES? SI OUI, LESQUELLES? .....
.....
.....

HEURE, A LAQUELLE LES AUTRES SERVICES ONT ETE ALERTES : .....
HEURE, A LAQUELLE LES INTERVENTIONS COMPLEMENTAIRES ONT ETE TERMINEES: .....

OBSERVATIONS DURANT L'EXECUTION DES INTERVENTIONS COMPLEMENTAIRES

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

1d

J. R i c h t e r Ingénieurs Conseils
Mutschellenstr. 21, 8002 Z u r i c h
Tél. 01/202'58'44 (M. D.Eichelberger)

Régulation dans les tunnels routiers
N9, VILLARS-ST-CROIX - VILLENEUVE
FORMULAIRE DU SERVICE D'ENTRETIEN

NOM	DATE	

DESCRIPTION DU TRAVAIL D'ENTRETIEN

LIEU: km .....

- ☐ tunnels de Belmont
- ☐ tunnels du Chauderon
- ☐ tunnels de la Criblette
- ☐ tunnels du Flonzaley
- ☐ tunnels de Glion
- ☐ chaussée lac
- ☐ chaussée amont
- ☐ voie droite
- ☐ voie gauche
- ☐ .....

DATE DE L'EXECUTION: de ..... à ..... (jour, heure)

OBJET:

- ☐ signaux lumineux
- ☐ signaux variables
- ☐ commande
- ☐ éclairage
- ☐ ventilation
- ☐ système de télétransmission
- ☐ contrôle de CO
- ☐ contrôle de l'opacité
- ☐ borne téléphonique
- ☐ armoire SOS
- ☐ nettoyage des tunnels
- ☐ nettoyage de la chaussée
- ☐ marquage
- ☐ service hivernal
- ☐ .....

DESCRIPTION: .....

.....

.....

S'AGIT-IL D'UN ENTRETIEN DE ROUTINE?

☐ oui

☐ non

CONNAISSANCE DE LA PANNE LE ..... (jour, heure)

COMMENT LA PANNE A-T-ELLE ETE DETECTEE?

☐ propre contrôle du service d'entretien

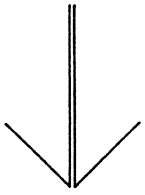
Information de la part de

- ☐ gendarmerie salle de commande
- ☐ patrouille de la gendarmerie
- ☐ autre service
- ☐ .....

Y A-T-IL EU INTERVENTION REGULATIVE OU COMPLEMENTAIRE?

☐ oui

- ☐ intervention régulative
- ☐ intervention complémentaire
- ☐ .....



formulaire salle de commande

☐ non

POURQUOI PAS? .....

.....

.....

.....

Y A-T-IL EU CONSEQUENCES NEGATIVES?

.....

.....

.....

OBSERVATIONS SPECIALES

.....

.....

.....

.....

2

E R E I G N I S S E

Ereignisse	Luzern	Belchen	Glion	Vennes-Chexbres
Pannen	54 20,1%	20 45,5%	3 11,5%	12 14,3%
Unfälle	10 3,7%	4 9,1%	1 3,8%	5 6,0%
Gegenstand oder Tier auf Fahrbahn	13 4,9%	2 4,5%	2 7,7%	- -
Sondertransport	1 0,4%	- -	2 7,7%	14 16,7%
Polizeieinsatz	12 4,5%	1 2,3%	3 11,5%	1 1,2%
UD und Kontrolle der Anlagen	141 52,6%	7 15,9%	11 42,3%	29 34,5%
Anlagedefekt	1 0,4%	3 6,8%	4 15,4%	- -
Fahrzeugstau	2 0,7%	6 13,6%	- -	1 1,2%
Zivilschutz	6 2,2%	- -	- -	- -
Militär	4 1,5%	- -	- -	- -
Ereignisse ausserh. Tunnel	17 6,3%	1 2,3%	- -	18 21,4%
Andere Ereignisse	7 2,6%	- -	- -	4 4,8%
T O T A L	268 100%	44 100%	26 100%	84 100%

3

E R E I G N I S R A T E N (E P R O M I O F Z K M)

Kenndaten		Luzern	Belchen	Glion	Vennes-Chexbres
Fzkm/Jahr, Mio		24,5	36,2	10,6	17,4
Anteil Erhebungsperiode		52,3%	65,7%	51,8%	51,8%
Fzkm/Periode, Mio		12,8	23,8	5,5	9,0
Pannen	Anzahl	54	20	3	12
	pro Mio Fzkm	4,22	0,84	0,55	1,33
Unfälle	Anzahl	10	4	1	5
	pro Mio Fzkm	0,78	0,17	0,18	0,56
Gegenstand/Tier auf Fahrbahn	Anzahl	13	2	2	-
	pro Mio Fzkm	1,02	0,08	0,36	-
Polizeieinsatz	Anzahl	12	1	3	1
	pro Mio Fzkm	0,94	0,04	0,55	0,11
Unterhaltsdienst Kontrolle, Defekte	Anzahl	142	10	15	29
	pro Mio Fzkm	11,09	0,42	2,73	3,22
Ereignisse ausserh. Tunnel	Anzahl	17	1	-	18
	pro Mio Fzkm	1,33	0,04	-	2,00
andere	Anzahl	20	6	2	19
	pro Mio Fzkm	1,56	0,25	0,36	2,11
T O T A L	Anzahl	268	44	26	84
	pro Mio Fzkm	20,94	1,85	4,73	9,33

Meldung / Beobachtung	PANNEN				UNTERHALT				ALLE			
	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres
Polizeistreife	4	1	-	1	9	-	1	3	43	7	6	25
Polizeidienststelle	7,7%	5,0%	-	8,3%	6,4%	-	6,7%	10,3%	16,5%	17,5%	23,1%	29,8%
UD, UD-Firma	-	-	-	-	129	7	9	25	139	7	10	28
Zivilschutz	-	-	-	-	91,5%	100%	60,0%	86,2%	53,3%	17,5%	38,5%	33,3%
SOS-Kasten	43	19	3	11	3	-	2	-	69	22	7	28
NS-Telefon	82,7%	95,0%	100%	91,7%	2,1%	-	13,3%	-	26,4%	55,0%	26,9%	33,3%
Privat von auswärts	5	-	-	-	-	-	1	-	8	-	1	2
Persönl. Vorsprache	9,6%	-	-	-	-	-	6,7%	-	3,1%	-	3,8%	2,4%
TV-Beobachtung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
im Kdo-Raum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0%	-	-
and. Beobachtung	-	-	-	-	-	-	2	1	2	-	2	1
im Kdo-Raum	-	-	-	-	-	-	13,3%	3,4%	0,8%	-	7,7%	1,2%

5

UEBERPRUEFUNG VON MELDUNGEN UND BEOBACHTUNGEN

Ueberprüfung von Meldung/Beobachtung	PANNEN				UNTERHALT				ALLE			
	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres
TV	29 55,8%	10 50,0%	- -	- -	56 39,7%	- -	- -	- -	122 46,9%	15 37,5%	- -	- -
Polizeistreife	2 3,8%	5 25,0%	3 100%	5 41,7%	2 1,4%	- -	3 18,8%	- -	6 2,3%	8 20,0%	9 36,0%	13 16,7%
UD + Polizeistreife	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1 6,2%	1 3,8%	- -	- -	1 4,0%	1 1,3%
TV + Polizeistreife	19 36,5%	4 20,0%	- -	- -	16 11,3%	- -	- -	- -	57 21,9%	9 22,5%	- -	- -
keine Ueberprüfung	2 3,8%	1 5,0%	1 -	7 58,3%	67 47,5%	7 100%	12 75,0%	25 96,2%	75 28,8%	8 20,0%	15 60,0%	64 82,0%

6

VERKEHRSLENKENDE MASSNAHMEN IN ABHAENGIGKEIT DER EREIGNISSE

Verkehrslenkende Massnahmen	PANNEN				UNTERHALT				ALLE			
	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres
gelb blinken	1 1,9%	15 83,3%	1 33,3%	3 27,3%	1 0,6%	-	2 61,7%	21 56,8%	10 3,2%	25 67,6%	5 22,7%	101 72,7%
Normalstreifen gesperrt	49 90,7%	3 16,7%	2 66,7%	8 72,7%	71 42,0%	- -	6 50,0%	5 13,5%	150 48,1%	4 10,8%	10 45,5%	24 17,3%
Ueberholstreifen gesperrt	3 5,6%	- -	- -	- -	78 46,2%	5 71,4%	3 25,0%	4 10,8%	132 42,3%	6 16,2%	4 18,2%	6 4,3%
Gegenverkehr (Sperre einer Röhre)	- -	- -	- -	- -	16 9,5%	2 28,6%	- -	7 18,9%	16 5,1%	2 5,4%	- -	8 5,8%
Sperre einer Röhre (ohne Gegenverkehr)	- -	- -	- -	- -	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
andere	1 1,9%	- -	- -	- -	3 1,8%	- -	1 8,3%	- -	4 1,3%	- -	3 13,6%	- -

7

EINSATZDAUER VON VERKEHRSLENKENDEN MASSNAHMEN

DAUER	PANNEN				UNTERHALT				ALLE			
	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres
bis 15 Min.	38 74,5%	8 44,4%	3 100,0%	11 91,7%	24 17,0%	- -	2 16,7%	2 8.0%	97 37,2%	11 33,3%	8 36,4%	37 47,4%
16 bis 30 Min.	10 19,6%	8 44,4%	- -	1 8,3%	17 12,1%	- -	4 33,3%	- -	41 15,7%	11 33,3%	4 18,2%	6 7,7%
31 bis 60 Min.	3 5,9%	2 11,2%	- -	- -	19 13,5	- -	4 33,3%	2 8,0%	27 10,3%	3 9,1%	6 27,3%	7 9,0%
1 bis 2 Std.	- -	- -	- -	- -	30 21,3%	- -	1 8,3%	2 8,0%	36 13,8%	1 3,0%	2 9,1%	4 5,1%
2 bis 4 Std.	- -	- -	- -	- -	18 12,8%	- -	- -	3 12,0%	27 10,3%	2 6,1%	1 4,5%	3 3,8%
4 bis 8 Std.	- -	- -	- -	- -	16 11,3%	1 33,3%	1 8,3%	4 16,0%	16 6,1%	2 6,1%	1 4,5%	6 7,7%
8 bis 12 Std.	- -	- -	- -	- -	14 9,9%	- -	- -	7 28,0%	14 5,4%	1 3,0%	- -	9 11,5%
über 12 Std.	- -	- -	- -	- -	3 2,1%	2 66,7%	- -	5 20,0%	3 1,1%	2 6,1%	- -	6 7,7%

Detektion der Normalisierung	PANNEN				UNTERHALT				ALLE			
	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres
Polizeistreife	29	10	3	8	12	2	1	1	72	20	11	40
andere Dienstst.	52,7%	52,6%	100%	72,7%	9,0%	66,7%	6,7%	5,9%	28,2%	57,1%	44,0%	57,1%
Unterhaltsdienst	1	-	-	-	100	1	10	16	104	1	10	17
UD-Firma	1,8%	-	-	-	74,6%	33,3%	66,7%	94,1%	40,8%	2,9%	40,0%	24,3%
Andere (TCS,	3	2	-	2	-	-	2	-	7	2	2	8
Garage, Privat)	5,5%	10,5%	-	18,2%	-	-	13,3%	-	2,7%	5,7%	8,0%	11,4%
Beobachtung TV	7	2	-	-	-	-	-	-	9	3	-	-
im Kdo-Raum	12,7%	10,5%	-	-	-	-	-	-	3,5%	8,6%	-	-
Autom. Schaltung	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	2	5
Alarmquittierung	-	-	-	9,1%	-	-	13,3%	-	-	-	8,0%	7,2%
Meldung Polizei	10	5	-	-	8	-	-	-	40	9	-	-
Beobachtung TV	18,2%	26,3%	-	-	6,0%	-	-	-	15,7%	25,7%	-	-
Meldung UD	1	-	-	-	14	-	-	-	18	-	-	-
Beobachtung TV (+Blattschreiber)	1,8%	-	-	-	10,4%	-	-	-	7,1%	-	-	-
Meldung andere	4	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Beobachtung TV	7,3%	-	-	-	-	-	-	-	2,0%	-	-	-

9

BEGLEITENDE MASSNAHMEN UND AUFBIETUNG ANDERER STELLEN

Begleitende M. / Aufbietung von ...	PANNEN				UNTERHALT				ALLE			
	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres	Luzern	Belchen	Glion	Vennes Chexbres
Polizeistreife	41	16	3	7	23	2	2	-	101	30	10	28
andere Dienstst.	75,9%	80,0%	100%	58,3%	16,2%	20,0%	13,3%	-	37,7%	68,2%	38,5%	35,4%
Unterhaltsdienst	1	-	-	-	14	2	2	-	18	2	3	-
UD-Firma	1,9%	-	-	-	9,9%	20,0%	13,3%	-	6,7%	4,5%	11,5%	-
Arzt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ambulanz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3%
Feuerwehr	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1
Oelwehr	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5%	-	-	1,3%
TCS	17	5	1	-	-	-	-	-	20	8	1	6
Garage	31,5%	25,0%	33,3%	-	-	-	-	-	7,5%	18,2%	3,8%	7,6%
Zusatzsignalisierg.	2	-	-	-	4	-	-	-	12	-	-	-
Absicherung	3,7%	-	-	-	2,8%	-	-	-	4,5%	-	-	-
Radio	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4%	4,5%	-	-
KEINE	8	1	-	5	106	6	11	29	142	8	14	43
begleitende M.	14,8%	5,0%	-	41,7%	74,6%	60,0%	73,3%	100%	53,0%	18,2%	53,8%	54,4%
100 % =	54	20	3	12	142	10	15	29	268	44	26	79