

# Elektronische Verkehrsleit- und Informationssysteme für Tirol

## Report

### Author(s):

Axhausen, Kay W.  Köll, Helmut; Bader, Michael; Maibach, W.

### Publication date:

1996-04

### Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000048546>

### Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

# ELEKTRONISCHE VERKEHRSLEIT- UND INFORMATIONSSYSTEME FÜR TIROL

## VORSTUDIE

im Auftrag des

Amtes der Tiroler Landesregierung  
Abteilung VIb4 - Gesamtverkehrsplanung

**KW Axhausen**

Ordentlicher Professor  
für Straßenwesen  
Innsbruck

**H Köll, M Bader**

Ingenieurbüro Köll  
Ampass

**W Maibach**

PTV Consult GmbH  
Stuttgart

April 1996

## INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS .....	i
ABBILDUNGEN .....	ii
TABELLEN .....	iii
ABKÜRZUNGEN .....	iii
ZUSAMMENFASSUNG .....	1
SCHLAGWÖRTER .....	1
ABSTRACT .....	2
KEYWORDS .....	2
1 EINLEITUNG .....	3
2 VERKEHRSNETZ .....	3
3 BESTEHENDE TELEMATIKINFRASTRUKTUR IN TIROL .....	21
4 BESTEHENDE TELEMATIKINFRASTRUKTUR IN DEN NACHBARLÄNDERN TIROLS .....	31
5 ERFAHRUNGEN MIT STRECKEN- UND NETZBEEINFLUSSUNGSANLAGEN IN DEUTSCHLAND .....	39
5.1 Begriffserläuterungen .....	39
5.2 Netzbeeinflussungsanlagen .....	39
5.3 Linienbeeinflussung .....	46
5.4 Knotenpunktbeeinflussung .....	52
5.5 Sonstige Maßnahmen .....	53
5.6 Wirkungen kollektiver Verkehrsbeeinflussungsanlagen .....	54
6 MÖGLICHKEITEN IN TIROL .....	57
6.1 Maßnahmen/Vorschläge für Tirol .....	57
6.2 Roppener- und Milser Tunnel .....	58
6.3 Nahbereich Innsbruck .....	60
6.4 Mautstelle Schönberg .....	65
6.5 Fernpaß .....	66
6.6 Baustellen .....	68
6.7 A12/A13 Kufstein-Brenner .....	70
6.8 Verkehrsmeldezentrale und RDS/TMC-Pilotversuch .....	72
7 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE WEITERE ARBEIT .....	75
8 DANKSAGUNG .....	77
9 LITERATUR .....	78

## Anhänge

APPENDIX A	ZÄHLSTELLEN UND GERÄTEVERZEICHNIS .....	80
APPENDIX B	SCHALTBILDER DER INFORMATIONSTAFELN AUF DER INNTALAUTOBAHN .....	81
APPENDIX C	VERKEHRSINFORMATIONSSYSTEM DER AUTOSTRADA DEL BRENNERO .....	83

## ABBILDUNGEN

Abbildung 1	Straßennetz in Tirol (1995) .....	7
Abbildung 2	Hochrangiges Straßennetz in Tirol (Stand 1996) .....	8
Abbildung 3	Verkehrsmengenkarte - hochrangiges Netz - Stand 1990 .....	9
Abbildung 4	Verkehrsentwicklung: Zählstelle 46 - Vomp .....	10
Abbildung 5	Verkehrsentwicklung: Zählstelle 44 - Matri .....	11
Abbildung 6	Verkehrsentwicklung: Zählstelle 81 - Arlbergtunnel .....	12
Abbildung 7	Jahresganglinie: Zählstelle Musau (B314, Richtung Reutte), 1994 .....	13
Abbildung 8	Entwicklung der Jahresganglinien: Gesamtquerschnitt Zählstelle Arlberg ...	14
Abbildung 9	Entwicklung der Jahresganglinien: Gesamtquerschnitt Zählstelle Vomp ...	15
Abbildung 10	Staugefährdete Streckenabschnitte in Tirol .....	16
Abbildung 11	Entwicklung der Unfallzahlen in Tirol (1987-1994) .....	17
Abbildung 12	Unfallsschwerpunkte in Tirol .....	18
Abbildung 13	Eisenbahnnetz in Tirol (Stand 1996) .....	19
Abbildung 14	Fahrverbote für Lkw (Stand April 1996) .....	20
Abbildung 15	Verkehrszählstellen (Stand 1996) .....	24
Abbildung 16	Autobahnmeistereien und Tunnelwarten (Stand 1996) .....	25
Abbildung 17	Glatteis-Frühwarnanlagen und Informationstafeln (Stand 1996) .....	26
Abbildung 18	Fluß der Meldungen für Verkehrsinformationen .....	27
Abbildung 19	Verkehrsübersicht des ÖAMTC für Tirol (9. April 1996) .....	28
Abbildung 20	Systematik des Straßennetzes für die grenzüberschreitenden Meldungen ...	29
Abbildung 21	Geplante und implementierte Telematiksysteme auf dem bundesdeutschen Autobahnnetz: Übersicht .....	34
Abbildung 22	Geplante und implementierte Telematiksysteme auf dem bundesdeutschen Autobahnnetz: Netzdetails .....	35
Abbildung 23	Geplante und implementierte Telematiksysteme auf dem bayerischen Autobahnnetz .....	36
Abbildung 24	Erste Ausbaustufe des VIZ Bayern, Planung Stand Herbst 1994 .....	37
Abbildung 25	Geplante Verknüpfungen im Rahmen des Projekts InfoTEN .....	38
Abbildung 26	Autobahnviereck A5/A6/A8/A81 .....	43
Abbildung 27	Straßennetz des Verkehrsleitsystems Flughafen Frankfurt/Main .....	45
Abbildung 28	Normal- und Umleitschaltung der Wegweiser am Flughafen Frankfurt ...	45
Abbildung 29	Prinzipskizze eines 2-spurigen Anzeigequerschnitts für Linienbeein- flussung .....	46
Abbildung 30	Beispiel für Verkehrsstärkeganglinien, die sich für Richtungswechsel- betrieb eignen .....	49
Abbildung 31	Verkehrsbeeinflussungsanlage BAB A5 .....	50
Abbildung 32	Lage der Streckenbeeinflussungsanlage BAB A8 .....	51
Abbildung 33	Blick aus Fahrerperspektive Richtungswechselanlage Schiersteiner- brücke .....	52

Abbildung 34	Beispiel für eine Knotenbeeinflussung .....	54
Abbildung 35	Veränderung der Unfallsituation vor und nach der VBA A8 bei Ulm .....	56
Abbildung 36	Kartenausschnitt Oberinntal und Umgebung .....	59
Abbildung 37	Kartenausschnitt der betrachteten Streckenabschnitte: Innsbruck .....	61
Abbildung 38	Prinzipskizze zum Leitsystem Roppener- und Milser Tunnel .....	62
Abbildung 39	Prinzipskizze zum Leitsystem Nahbereich Innsbruck .....	63
Abbildung 40	Beispiele für P+R-Hinweistafeln .....	64
Abbildung 41	Normal- und Alternativroute: Fernpaß .....	68
Abbildung 42	Schema einer mobilen Stauwarnanlage .....	69
Abbildung 43	Kartenausschnitt für die großräumige Alternative zur Brenneroute .....	72
Abbildung 44	Darstellung des Informationsflusses .....	75
Abbildung 45	Schaltbilder der Informationstafeln .....	81
Abbildung 45	Schaltbilder der Informationstafeln (Fortsetzung) .....	82
Abbildung 46	Pressemitteilung der Autostrada del Brennero s.p.a. ....	83
Abbildung 46	Pressemitteilung der Autostrada del Brennero s.p.a. (Fortsetzung) .....	84

## TABELLEN

Tabelle 1	JDTV an den wesentlichen Zählstellen des hochrangigen Straßennetzes in Tirol .....	5
Tabelle 2	Unfallentwicklung in Tirol (Verletzte und Getötete) .....	6
Tabelle 3	Auszutauschende Nachrichten .....	30
Tabelle 4	Veränderung der Unfallzahlen bei Linienbeeinflussungsanlagen .....	57

## ABKÜRZUNGEN

ABSA	Autobahnselbstanschlußanlage
ASG	Alpenstraßen AG, Innsbruck
BMI	Bundesministerium des Innern, Wien
BMÖWV	Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, Wien
BMV	Bundesministerium für Verkehr, Bonn
BMW	Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien
LGK	Landesgendarmeerikommando
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
ÖSAG	Österreichische Autobahnen und Schnellstraßen AG
RDS-TMC	<i>radio data system - traffic message channel</i>
TIRIS	<i>Tiroler Rauminformationssystem</i>
VIZ	Verkehrsinformationszentrale
VMS	Verkehrsmeldestelle

Bericht

## **Elektronische Verkehrsleit- und Informationssysteme für Tirol: Vorstudie**

KW Axhausen  
Ordentlicher Professor  
für Straßenwesen  
Innsbruck

H Köll, M Bader  
Ingenieurbüro Köll  
Ampass

W Maibach  
PTV Consult GmbH  
Stuttgart

April 1996

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Engpässe bzw. Unfallschwerpunkte befinden sich zur Zeit auf der A12 Inntalautobahn im Bereich Innsbruck, an lokal wechselnden Autobahnbaustellen sowie im Zuge der B314 am Fernpaß; Rückstaus gibt es in Spitzenverkehrszeiten regelmäßig an der Mautstelle Schönberg. Bei Rückstau können die Roppener- und Milser Tunnel eine Gefahrenstelle sein. Das Verkehrsinformationssystem bedarf der weiteren Beschleunigung und Verbesserung.

Zur Entschärfung der Unfallschwerpunkte werden mehrere kleinere Anlagen mit Stauwarnung empfohlen; zur Absicherung der Baustellen empfiehlt sich u.U. die Anschaffung einer mobilen, umsetzbaren Stauwarnanlage, die jeweils an den kritischsten Punkten eingesetzt werden kann.

Der Einsatz von Wechselwegweisungsanlagen verbietet sich aufgrund fehlender adäquater Alternativrouten. Lediglich großräumig, d.h. unter Einbeziehung des Straßennetzes der angrenzenden Länder (Vorarlberg, Bayern und Baden-Württemberg oder Schweiz und Italien) ergeben sich Alternativen, die jedoch hinsichtlich ihrer Kapazität teilweise auch sehr fraglich sind. Diese Lösungsmöglichkeiten erfordern für ihre Realisierung vorab Kontaktaufnahme mit den entsprechenden Ländern.

Eine Verlagerung des Brennerverkehrs auf die Schiene kommt nur in Rosenheim oder Kufstein in Betracht und ist somit nur großräumig wirksam. Die Kapazitäten auf der Schiene sind im Unterinntal jedoch auch ausgeschöpft; Verkehrsverlagerungen machen den Ausbau der Strecke erforderlich.

Es ist anzustreben, umfassende Informationen über Baustellen und die Prognosen des ÖAMTC hinsichtlich der Staulängen und Stauzeiten verschiedenen Ausgabemedien (Verkehrsfunk, Supernummer) bereitzustellen.

Zur schnellen Erfassung der aktuellen Verkehrssituation wird empfohlen, zumindest störanfällige Abschnitte des Autobahnnetzes mit Meßstellen auszurüsten, an denen die aktuelle Verkehrssituation und eventuelle Störfälle automatisch detektiert werden.

Zur Beschleunigung des Meldevorgangs wird empfohlen, eine Verkehrsmeldezentrale einzurichten und mit den Informationszulieferungsstellen (maßgebende Straßenmeistereien und Gendarmerieposten) sowie mit den Informationsausgabestellen (Rundfunkanstalten) zu vernetzen. Als Standort bietet sich die Verkehrsmeldestelle Zirl an. Dort werden die automatische Datenerfassung und die händisch eingegebenen Meldungen der Straßenmeistereien und der Gendarmerieposten verarbeitet und als Verkehrsmeldungen kodiert.

Tirol sollte sich an der RDS-TMC-Voruntersuchung im Rahmen des Projekts *Corvette* beteiligen.

Zur Abflachung von Verkehrsspitzenzeiten (Ferienverkehr) sollte durch politische Lobbyarbeit versucht werden, Ferienwohnungs- und Hotelzimmerwechsel zu flexibilisieren.

### **SCHLAGWÖRTER**

Tirol - Verkehrstelematik - Bestandsaufnahme - Möglichkeiten - Autobahnen

Report

**Electronic Traffic Control and Information Systems in Tirol: Initial Assessment**

KW Axhausen  
Ordentlicher Professor  
für Straßenwesen  
Innsbruck

H Köll, M Bader  
Ingenieurbüro Köll  
Ampass

W Maibach  
PTV Consult GmbH  
Stuttgart

April 1996

**ABSTRACT**

This report provides an overview of the road traffic situation in Northern Tirol. Based on the analysis of the accident and congestion situation only a small number of initiatives are recommended at this time. They include:

- a congestion warning and variable direction signing system for the Roppener und Milser tunnels in the Oberinntal
- a congestion warning system between the motorway exits Innsbruck-Ost and Innsbruck Mitte
- an improved traffic data collection and dissemination system

It is also recommended that the Landesregierung participates in the planned EU research project *CORVETTE* to prepare the ground for the introduction of the RDS-TMC.

**KEYWORDS**

Tirol - Transport Telematics - Initial Assessment - Motorways - Freeways

## 1 EINLEITUNG

Das Straßennetz und insbesondere das Autobahnnetz in Tirol musste in den letzten Jahren stetig wachsende Verkehrsmengen aufnehmen. Dieses Wachstum, das nur zu einem Teil dem Transitverkehr anzulasten ist, produziert in wachsendem Umfang Störungen und Belastungen für die Bewohner Tirols, aber auch für die Tiroler Industrie und den Tourismus. Da zusätzliche Kapazitäten aus vielfältigen Gründen nur sehr langsam und an speziellen Plätzen bereit gestellt werden können, besteht die Notwendigkeit, den möglichen Beitrag alternativer Ansätze zur Lösung der Verkehrsprobleme zu überprüfen. Die Verkehrstelematik ist einer der wesentlichen Alternativansätze, der durch eine Reihe von europäischen Forschungsprogrammen vorangetrieben worden ist (ERTICO, 1995). Die Verkehrstelematik versucht durch die konsequente Information der Verkehrsteilnehmer und die umfassendere Steuerung des Verkehrsablaufs die Verkehrssituation zu verbessern<sup>1</sup>.

Dieser Bericht, erstellt im Auftrag des Amtes der Tiroler Landesregierung, untersucht die Ausgangslage für verkehrstelematische Lösungen in Tirol und macht Vorschläge für mögliche erste Anwendungen von Telematiksystemen in Tirol.

Der Bericht gliedert sich, wie folgt. Der nächste Abschnitt stellt die verkehrliche Ausgangslage in Tirol dar, während der darauf folgende Abschnitt die infrastrukturellen Grundlagen diskutiert. Die vorhandenen Telematiksysteme und -planungen in den benachbarten Bundesländern und in Bayern und Südtirol sind das Thema des vierten Abschnitts, während die nächsten Abschnitte die möglichen ersten Anwendungen in Tirol vor dem Hintergrund der allgemeinen Erfahrungen, insbesondere der Erfahrungen in Deutschland, diskutieren. Der letzte Abschnitt gibt Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

## 2 VERKEHRSNETZ

Das überörtliche Straßennetz Tirols umfasst 182 km Autobahn, 1001 km Bundesstraße und 1270 km Landesstraßen (Stand 1.1.94). Durch die Topographie bedingt bietet das Netz kaum Alternativrouten (Siehe Abbildung 1 und Abbildung 2). Das Verkehrswachstum ist gänzlich ungebrochen; von 1985 bis 1994 hat der Verkehr an den wesentlichen Zählstellen im Autobahnnetz um 52,5% zugenommen.

---

<sup>1</sup> Die Steuerung der Verkehrsnachfrage durch Mauten ist nicht Teil der Verkehrstelematik, obwohl manche Überlappungen in der Technologie bestehen.

Schwerpunkt der Zunahme ist das Inntal in der Umgebung von Innsbruck. Hier wächst die Nachfrage schnell der Kapazitätsgrenze der Autobahn entgegen (Siehe Abbildung 3 für die Verkehrsmengenkarte 1990, dem letzten verfügbaren Stand). Die Belastungen sind sehr stark saisonal mit einer extrem ausgeprägten Spitze in den Sommermonaten (Abbildung 4 bis Abbildung 6), obwohl es auch zu stark ausgeprägten Tagesspitzen in der Wintersaison kommen kann (Siehe zum Beispiel Abbildung 7). Es besteht zudem eine Tendenz zur Verstärkung der Spitzenbelastungen bei gleichzeitig wachsender mittlerer Belastung (Siehe Abbildung 8 und Abbildung 9 für die Beispiele Zählstellen Arlberg und Vomp)

Diese Grundlast im Zusammenspiel mit den Lastspitzen, oft durch den Tourismus verursacht, führen zu zahlreichen Staus. Leider sind detaillierte Zahlen über die Anzahl und den Umfang der Staus nicht vorhanden. Es ist aber möglich die wichtigsten staugefährdeten Streckenabschnitte zu benennen (Siehe Abbildung 10). Die Punkte konzentrieren sich auf Engpässe, wie die Stadtdurchfahrt Landeck oder die Mautstelle Schönberg, aber auch auf hochbelastete Abschnitte wie die Umgebung von Innsbruck oder den Leermoser Tunnel.

Die Entwicklung der Unfälle mit Verletzten in Tirol zeigt eine leicht fallende Tendenz absolut und eine stärker fallende Tendenz pro gefahrenem Kilometer, die aber wegen fehlender Fahrleistungsstatistiken nicht berechnet werden kann (Siehe Abbildung 11 und Tabelle 2). Die momentan etwa 100 Verkehrstoten bleiben aber eine Herausforderung an die Verkehrspolitik und verlangen nach weiteren Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Die Unfallschwerpunkte zeigt Abbildung 12.

Das Eisenbahnnetz in Tirol (Abbildung 13) (ÖBB 580km, Privatbahnen 59km) konzentriert sich im Inn- und Wipptal. Die Strecke im Unterinntal zwischen Innsbruck und Kufstein ist heute schon an der Kapazitätsgrenze angelangt (300 Züge/Tag bei einer rechnerischen Kapazität von 270-280 Zügen/Tag bei guter Betriebsqualität<sup>2</sup>). Eine Erhöhung der Zugzahl erfordert den Ausbau der Unterinntalstrecke, der sich im Moment in Planung befindet. Der Beginn des Ausbaus ist auf Ende des Jahrzehnts terminiert.

Die Fahrverbote für Lastkraftwagen zeigt Abbildung 14.

Die bisher, bis auf relativ wenige Ausnahmen, ausreichende Kapazität des Straßennetzes wird in den nächsten Jahren unter weiteren Druck kommen. Dazu trägt nicht nur ein erwartetes weiteres Wachstum des Transitverkehrs bei, sondern gerade auch der Binnenverkehr innerhalb Tirols, da die

---

<sup>2</sup> Auskunft ÖBB-Direktion Innsbruck

Sättigungsgrenze der Motorisierung und die Grenze der Suburbanisierung noch nicht erreicht worden ist. Die Probleme im Umland Innsbruck zeigen dies.

Tabelle 1 JDTV an den wesentlichen Zählstellen des hochrangigen Straßennetzes in Tirol

Jahr	Kufstein Pkw/Lkw	Vomp Pkw/Lkw	Kematen Pkw/Lkw	Arlberg Pkw/Lkw	Matrei Pkw/Lkw	Felbertauern Pkw/Lkw
1970	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
1975	-/-	21091/-	-/-	-/-	11516/-	-/-
1980	-/-	26979/4423	23796/1987	3053/532	15170/2937	-/-
1985	17520/3306	27319/-	26341/-	3246/561	15032/3584	2827/128
1990	20067/3147	34769/5603	36951/3565	5051/886	17060/3084	3204/159
1994	26565/4337	42263/6971	44386/4163	5676/963	21161/4110	3265/164

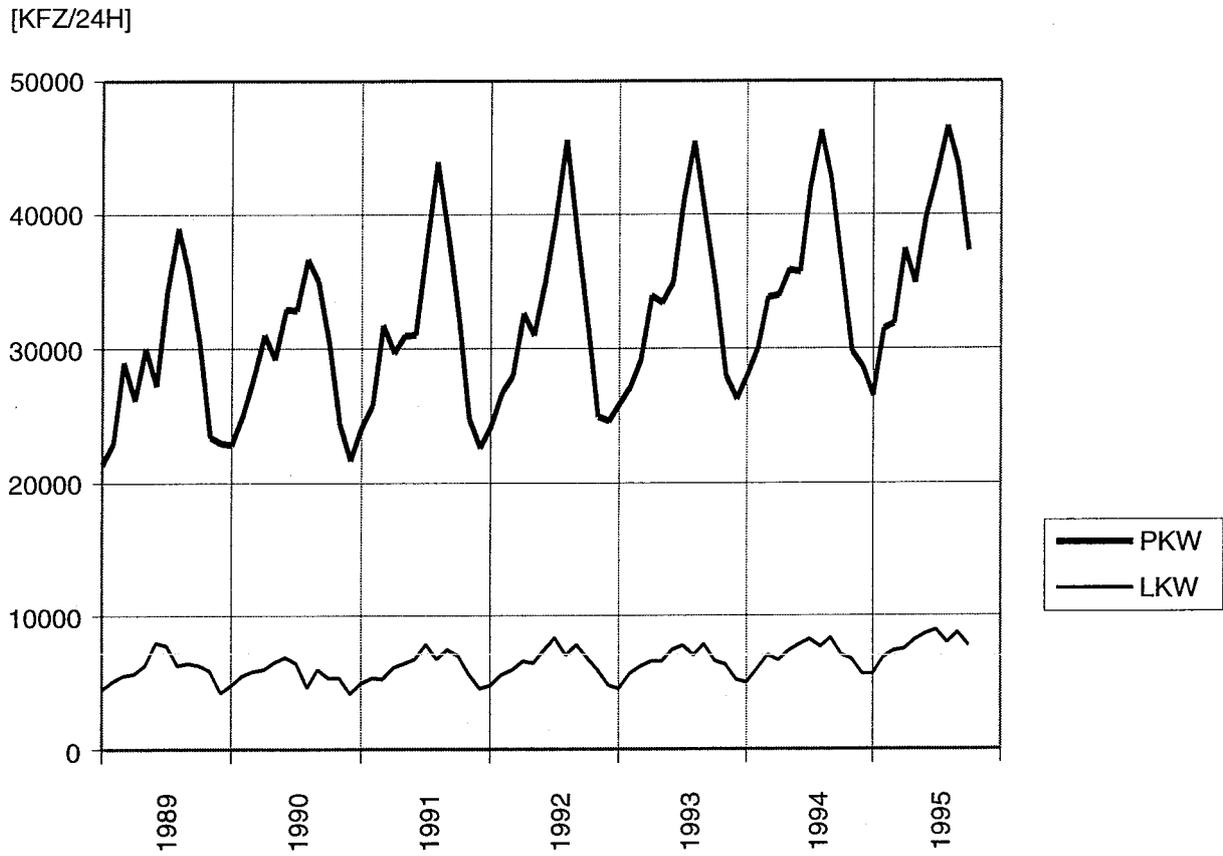
Quelle: Steierwald et al. (1971, 1976, 1981, 1986, 1991, 1995) Zählstellen 45, 46, 72, 81, 100, 105)

Tabelle 2 Unfallentwicklung in Tirol (Verletzte und Getötete)

Jahr	Auf Autobahnen und Schnellstraßen	Sonstige Bundesstraßen	Landes- straßen	Sonstige Straßen	Summe
Anzahl im Verkehr Getöteter in Tirol					
1990	16	54	7	13	90
1991	16	43	14	13	86
1992	16	34	11	9	70
1993	13	24	11	5	53
1994	19	56	5	10	90
Anzahl im Verkehr Verletzter in Tirol					
1990	324	1214	439	241	2218
1991	401	1253	519	281	2454
1992	372	1074	391	225	2062
1993	343	1007	363	243	1956
1994	366	1080	375	194	2015

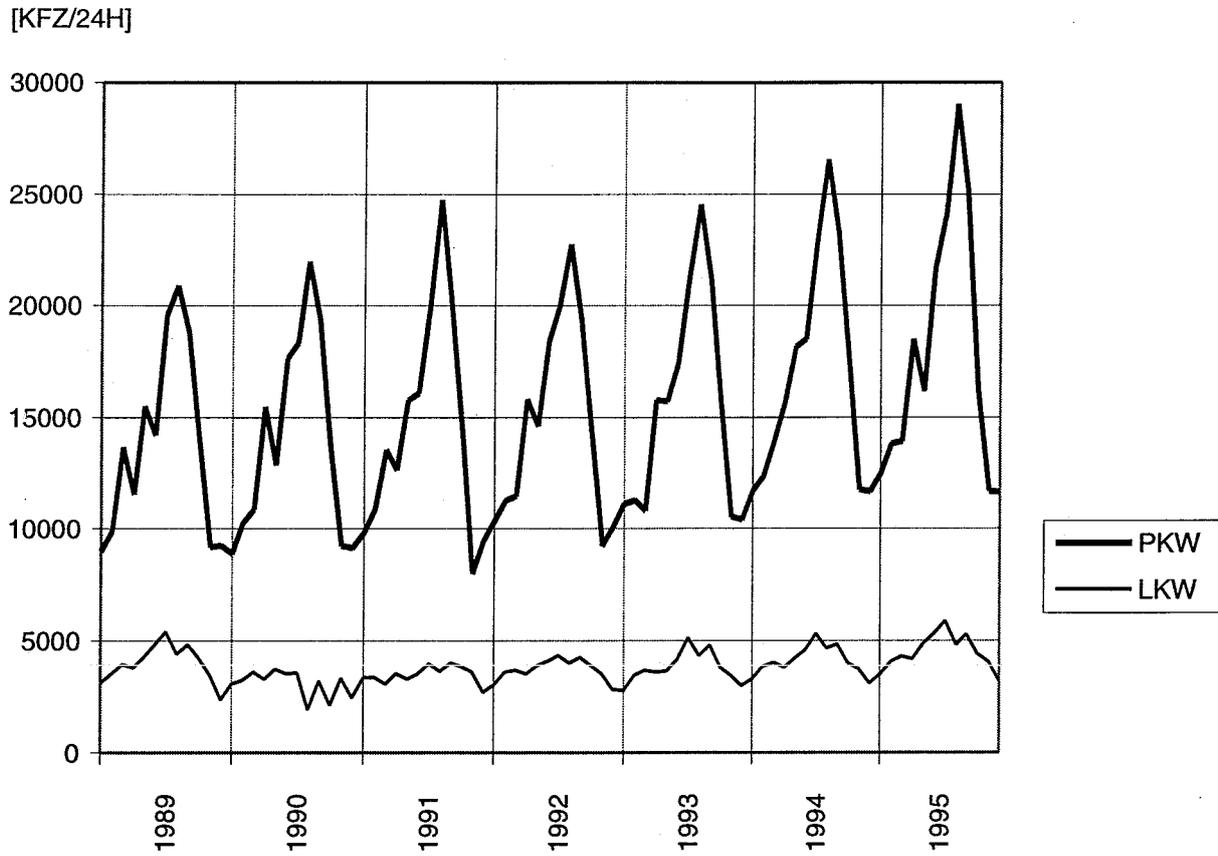
Quelle: Kuratorium für Verkehrssicherheit

Abbildung 4 Verkehrsentwicklung: Zählstelle 46 - Vomp



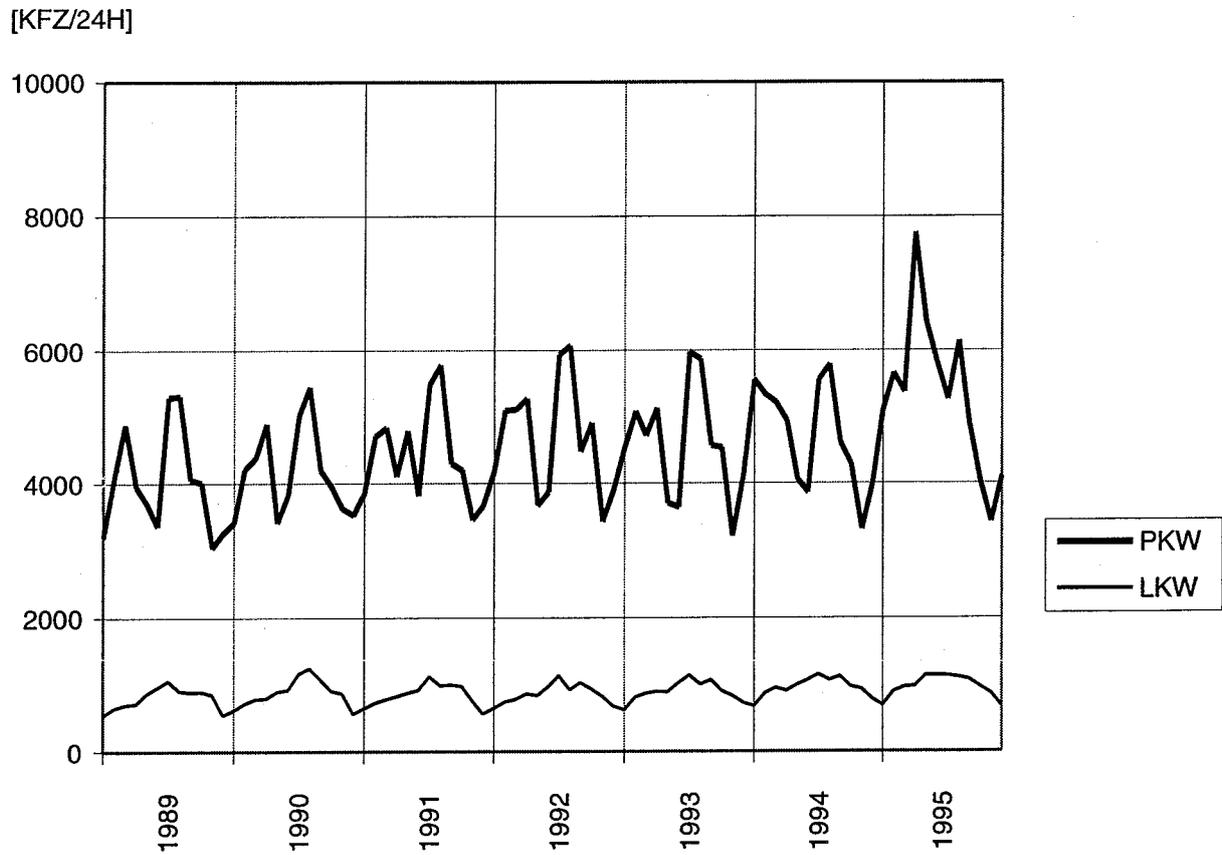
Quelle: eigene Darstellung, Daten von Büro Steierwald, Wien

Abbildung 5 Verkehrsentwicklung: Zählstelle 44 - Matri



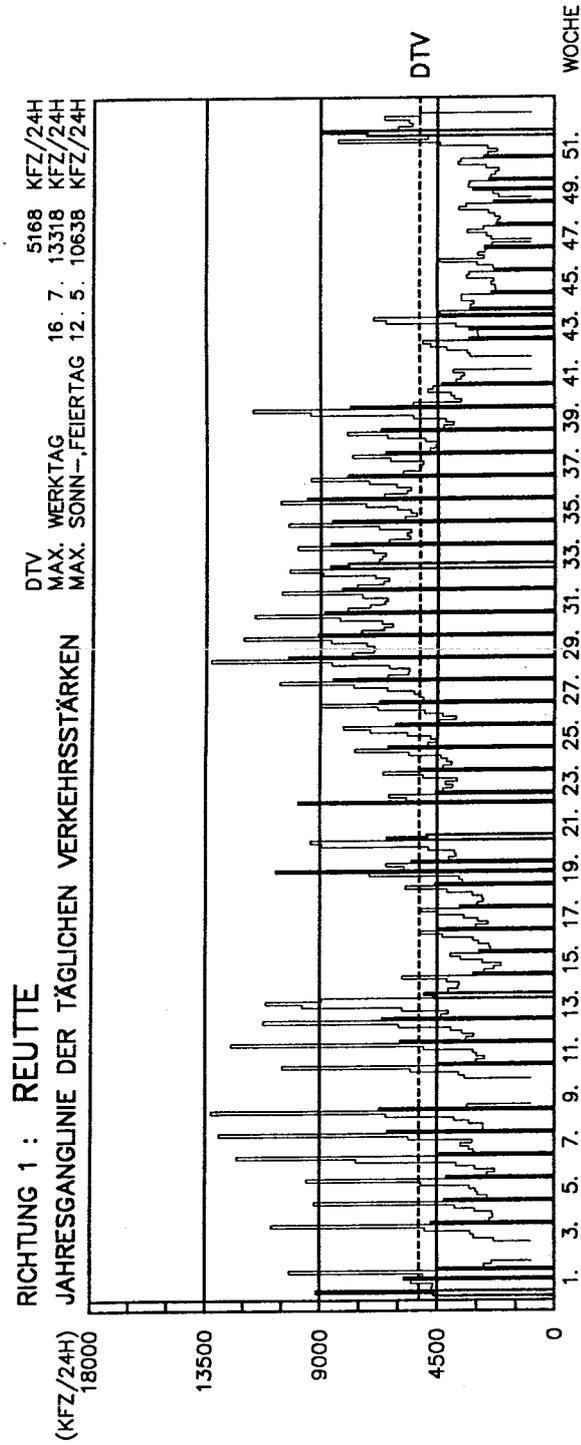
Quelle: eigene Darstellung, Daten von Büro Steierwald, Wien

Abbildung 6 Verkehrsentwicklung: Zählstelle 81 - Arlbergtunnel



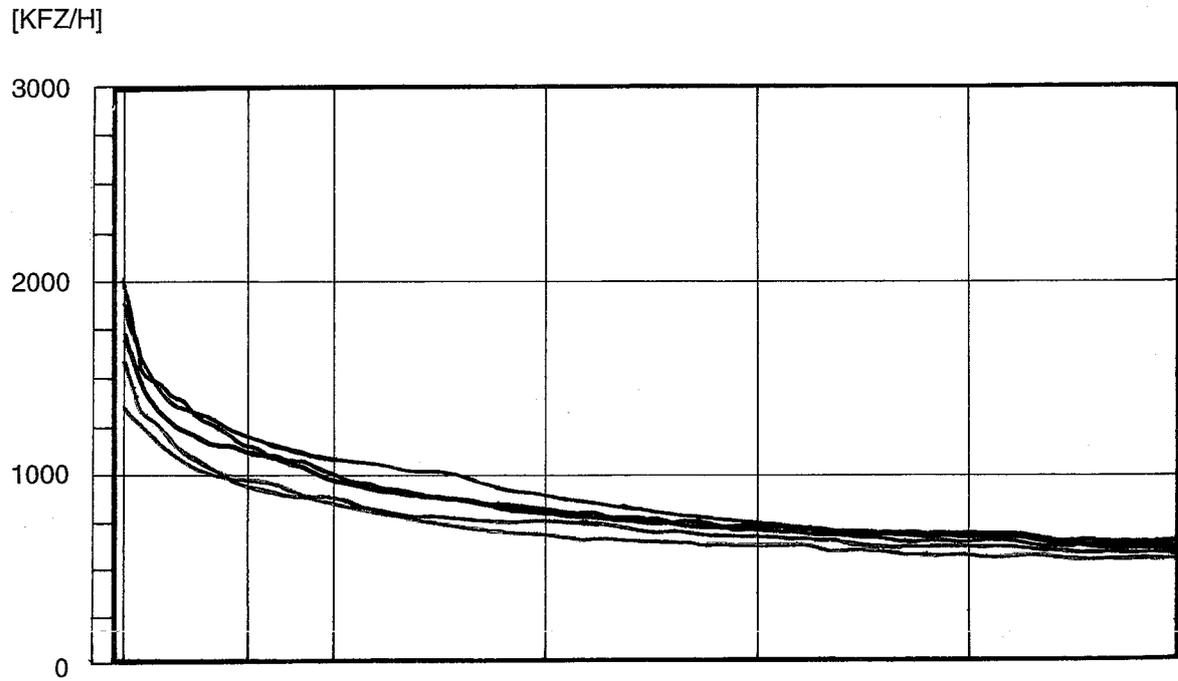
Quelle: eigene Darstellung, Daten von Büro Steierwald, Wien

Abbildung 7 Jahresganglinie: Zählstelle Musau (B314, Richtung Reutte), 1994



Quelle: Steierwald *et al.* (1995) Zählstelle 43

Abbildung 8 Entwicklung der Jahresganglinien: Gesamtquerschnitt Zählstelle Arlberg

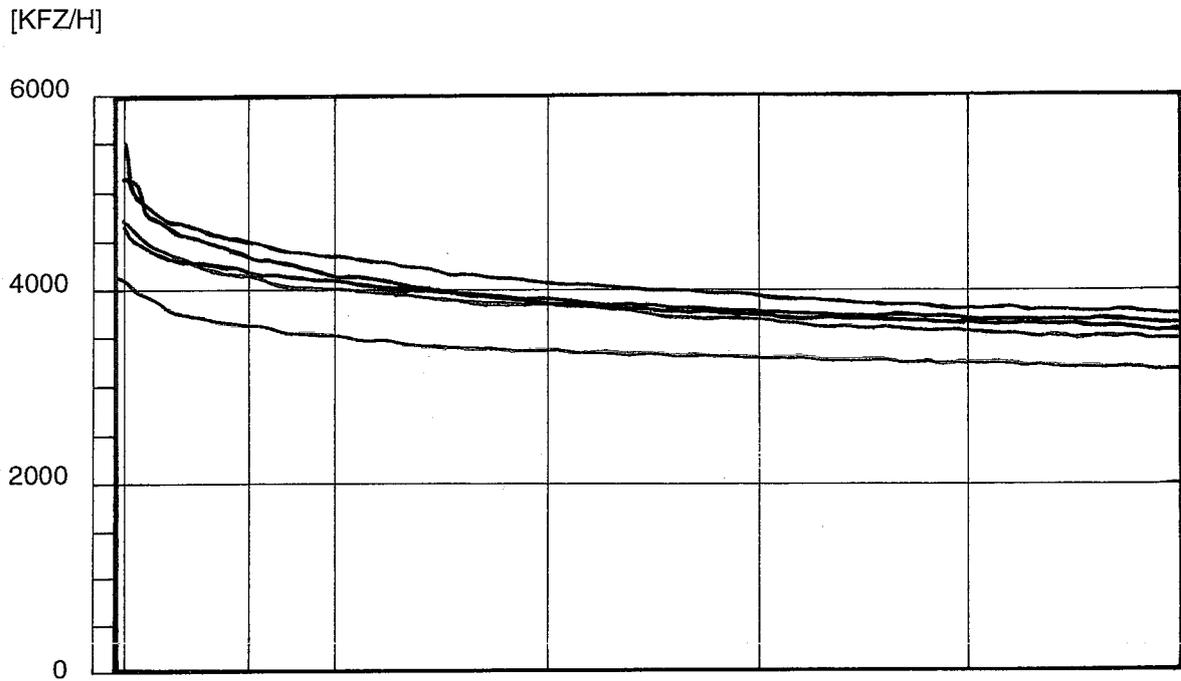


Legende:

1994	—————
1993	—————
1992	—————
1991	—————
1990	—————

Quelle: eigene Darstellung nach Steierwald *et al.* (1991, 1992, 1993, 1994, 1995)

Abbildung 9 Entwicklung der Jahresganglinien: Gesamtquerschnitt Zählstelle Vomp

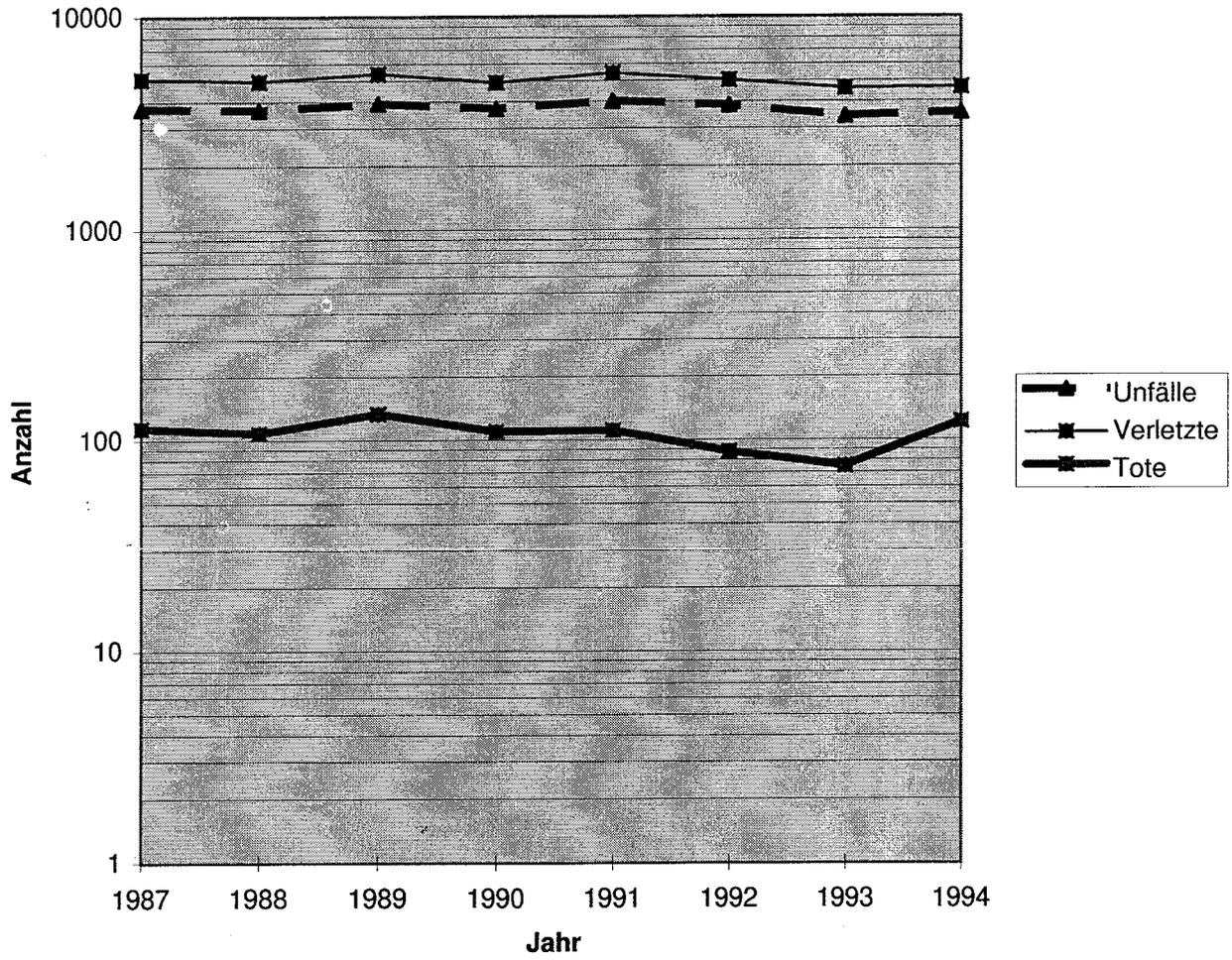


Legende:

1994	—————
1993	—————
1992	—————
1991	—————
1990	—————

Quelle: eigene Darstellung nach Steierwald *et al.* (1991, 1992, 1993, 1994, 1995)

Abbildung 11 Entwicklung der Unfallzahlen in Tirol (1987-1994)



Quelle: IVT (1996), Tabelle 1.6.2, S. 26

### 3 BESTEHENDE TELEMATIKINFRASTRUKTUR IN TIROL

Die in Tirol bestehende Infrastruktur zur Verkehrsinformation und Verkehrssteuerung entspricht im großen Ganzen den bisherigen Notwendigkeiten, der bisher in Österreich verwendeten Technik und den bisher als angemessen empfundenen Budgets.

Das Zählstellennetz des Landes setzt sich zusammen aus den Dauerzählstellen des Bundes und den Zählstellen der verschiedenen Tunnelsteuerungen (Siehe Abbildung 15, siehe auch Anhang A). Das Netz ist dicht, aber die hier gemessenen Daten stehen für die aktuelle Information der Verkehrsteilnehmer nicht zur Verfügung. Die Auswertung der Messungen an den Dauerzählstellen erfolgt mit einer Verspätung und hat deshalb nur dokumentarischen Wert. Die Tunnelmeßstellen werden zusammen mit verschiedenen Umweltdaten natürlich für die Steuerung des Verkehrs in den Tunnels verwendet. Diese Steuerung ist aber rein lokal. Diese Daten werden nicht automatisch überörtlich zur Verfügung gestellt. Die statistische Auswertung erfolgt ebenfalls im Monatsrhythmus. Die Bereitstellung von Echtzeitdaten erfordert die Entwicklung von Methoden zur automatischen Fehlererkennung und -korrektur. Die Standorte der Tunnelwarten und Autobahnmeistereien zeigt Abbildung 16.

Die Steuerung der Tunnel erfolgt durch die Tunnelwarte, wobei die Informationen der Zählstellen teilweise durch Videokameras und Umweltmessungen ergänzt werden. In den Tunnels der Bundesstraßenverwaltung werden die Tunnel automatisch gesperrt, wenn eine bestimmte Dichte überschritten wird, während die Steuerungen der Tunnel der ASG eine händische Intervention erfordern, obwohl die Kriterien identisch sind.

Zur Optimierung des Winterdienstes betreiben das Land Tirol und die Alpenstraßen AG zwei unabhängige Netze von Glatteis-Frühwarnanlagen (Siehe Abbildung 17). Die Informationen stehen den Straßenmeistern zur Einsatzplanung zur Verfügung. Eine automatische Information der Öffentlichkeit erfolgt wegen des Interpretationsbedarfs der Messungen nicht.

Die Meßeinrichtungen, die Autobahnmeistereien, die Tunnelwarten und die Baudirektion sind über das ABSA-Kabel (Autobahnselfstanschußanlage) miteinander verbunden. Dieses Kabel wird gemeinsam mit der ÖBB genutzt, die auch für die technische Betreuung zuständig ist.

Die aktuelle Information der Verkehrsteilnehmer erfolgt lokal durch Informationstafeln und regional/national durch den Rundfunk (ORF Tirol und Ö3).

Die Informationstafeln (Siehe Abbildung 17) werden von der ASG betrieben. Die jeweiligen lokalen Zentralen in Plon (Brenner, Paschbergbrücke, Westast) und St. Jakob (Richtung Tirol: Dalaaser Tunnel, Ost- und Westportal Langener Tunnel, Einfahrt Arlbergtunnel; Richtung Vorarlberg: Parkplatz Kronburg, Tankstelle Flirsch, Gondebachgalerie, vor bergmännischer Strecke im Tunnel und vier Anzeigen im Tunnel) können mit diesen Tafeln den Fahrern Informationen über Baustellen, Staus etc. geben. Die Schaltung erfolgt händisch und wird nicht informationstechnisch unterstützt (Siehe auch Anhang B).

Eine Überwachung der freien Strecke mit Hilfe von Kameras erfolgt mit der Ausnahme des Vorfelds der Mautstelle Schönberg am Brenner nicht.

Die Verkehrsnachrichten von ORF-Tirol und Ö3 beruhen auf einer Reihe von Quellen, die teilweise über Zwischeninstanzen gefiltert und kontrolliert werden. Abbildung 18 zeigt den Informationsfluß. Die Straßenmeistereien und Gendarmerieposten sind die erste Ebene der Informationssammlung. Sie sammeln sowohl Nachrichten über aktuelle Behinderungen, die sie von den Streifen und Streckendiensten erhalten, als auch die Meldungen über längerfristige Behinderungen, wie Baustellen, Lawinen, Schneekettenpflicht. Sie übermitteln diese Nachrichten an die Verkehrsmeldestelle des Landesgendarmeriekommandos in Zirl. Die Gendarmerieposten sind in der Regel gehalten mindestens einmal am Tag zu berichten, obwohl diese Häufigkeit für einige ausgewählte Posten, wie zum Beispiel in den Bezirkshauptstädten, auf mehrmals täglich beginnend um 6:00 erhöht wird. Die Straßenmeisterei in St. Jakob übermittelt ihre Meldungen nicht nur nach Zirl, sondern auch an die VMS in Vorarlberg.

Die VMS Tirol in Zirl hat zudem an den Wochenenden Zugriff auf einen Polizeihubschrauber, um die kritischen Bereiche abzufliegen, dabei haben Notfälle Priorität vor der Verkehrsüberwachung.

Die VMS Tirol leitet die Meldungen weiter an ÖAMTC und ORF zur Verbreitung über den Verkehrsfunk. Falls Strecken von grenzüberschreitender Bedeutung betroffen sind, werden auch die relevanten Stellen in Bayern und Südtirol informiert.

ÖAMTC, ARBÖ und ORF erhalten zudem noch Nachrichten direkt von Autofahrern unterwegs. Im Fall des ÖAMTC werden diese Nachrichten in der Regel erst der Gendarmerie zur Überprüfung übermittelt bevor sie weitergegeben werden. Im Falle des ORF scheint das nicht immer der Fall zu sein, so daß hier manchmal Falschmeldungen gesendet werden.

Die VMS Tirol erstellt eine Wochenendvorschau, die den betroffenen Stellen im In- und Ausland zur Verfügung gestellt wird. Der ÖAMTC stellt den Zeitungen ebenfalls eine Verkehrsübersicht zur

Verfügung (Siehe Abbildung 19), die über bekannte und erwartete Störungen und Behinderungen informiert (Baustellen, Großereignisse etc.)

Der Nachrichtenaustausch erfolgt per Telefon und per Fax. Bei der Erstellung und Übermittlung entstehen teilweise substantielle Verzögerungen, insbesondere in der VMS Zirl, in der nur zwei Beamte zur Verfügung stehen. Planungen für eine Beschleunigung der Übermittlung mit Hilfe von EMail/EDI-Systemen bestehen nicht. Ebenso wenig gibt es Planungen sich mit der Verkehrssteuerungszentrale der Autostrada del Brennero kurzzuschließen (s.u.).

Der Nachrichtenaustausch im grenzüberschreitenden Verkehr wird geregelt von der "Arbeitsgruppe Grenzüberschreitende Verkehrswarmmeldungen der Länder Schweiz, Österreich, Italien und Deutschland", in der auch Vertreter des Landes Tirol Mitglied sind. Diese Arbeitsgruppe hat ein Merkblatt erarbeitet in dem festgelegt ist, welche Arten von Meldungen auf welchen Streckenabschnitten an welche VMS weitergeleitet werden müssen (Siehe Abbildung 20 und Tabelle 3). Die Nachrichtenübermittlung erfolgt über die jeweiligen Dienststellen der Gendarmerie.

Der Informationsaustausch in dieser Gruppe hat die Vorarlberger Landesregierung dazu angeregt, auf einen RDS-TMC-Feldversuch (*radio-data-system traffic message channel*) in Vorarlberg zu drängen, um von den Feldversuchen in Baden-Württemberg zu profitieren. Der Stand dieses Ansuchens an das BMöWV ist momentan unklar. Es ist aber klar, daß diese Arbeitsgruppe auf eine Beschleunigung der Nachrichtenerfassung und -übermittlung drängt. RDS-TMC und die vorgelagerten Technologien, wie die automatische Störfallerkennung, stehen hier im Mittelpunkt. Ein wichtiger Nutzen eines RDS-TMC-Systems wäre die verbesserte, in diesem Fall sogar automatisierte, Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Beteiligten, Polizei, Verwaltungen, Autobahngesellschaften und Autofahrerclubs, die im Moment in Tirol unter den mangelnden Ressourcen leidet.

Das Ministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr bereitet im Moment eine EU-gefördertes Projekt vor (*CORVETTE*), dessen österreichischer Teil die Voruntersuchungen für die Einführung von RDS-TMC umfassen soll. Die Untersuchungsräume in Österreich sind noch nicht festgelegt.

Abbildung 18 Fluß der Meldungen für Verkehrsinformationen

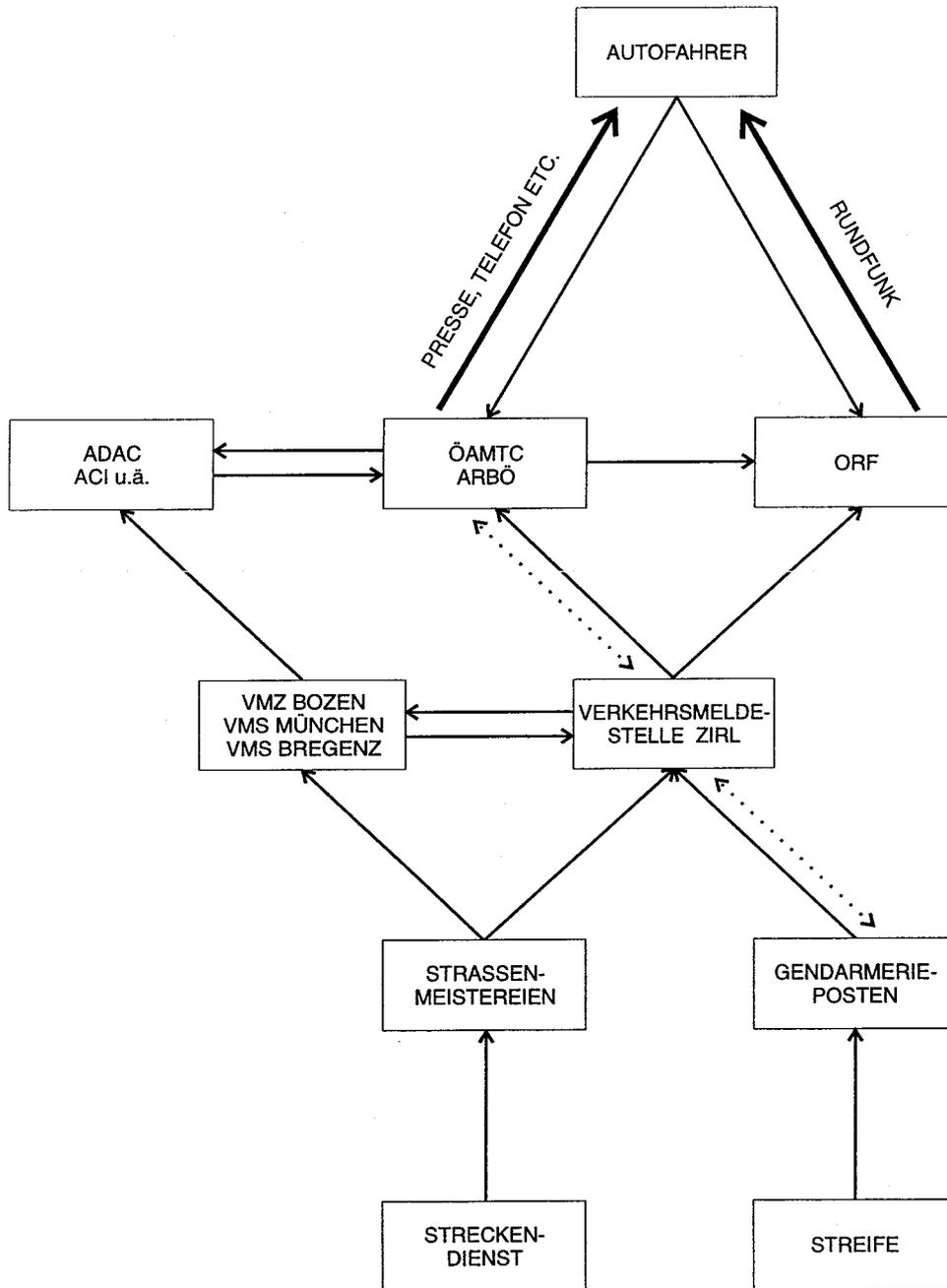
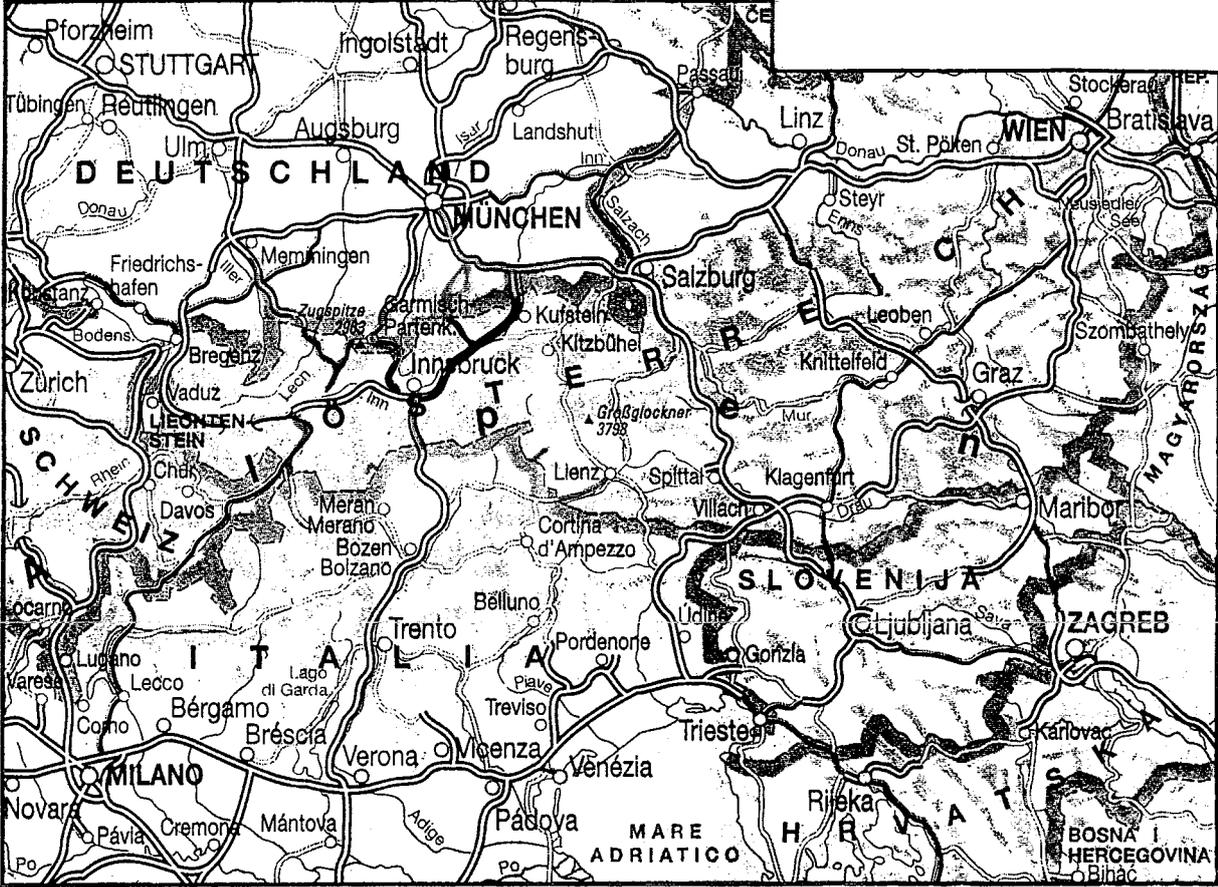


Abbildung 19 Verkehrsübersicht des ÖAMTC für Tirol (9. April 1996)



Quelle: Tiroler Tageszeitung (9. 4. 1996)

Abbildung 20 Systematik des Straßennetzes für die grenzüberschreitenden Meldungen



- Meldungen
- \_\_\_\_\_ nach Nordtirol
  - ==== nach Südtirol
  - ===== nach Bayern

Quelle: ARGE Grenzüberschreitender Verkehr (1996)

Tabelle 3 Auszutauschende Nachrichten

Von	Nach BY	BW	Vgb	T	Sbg	OÖ	K	CH	Süd- tirol	Fr	Lom- bardei
BV	-	*	DI,A	DI,A	DI,A	DI	DI	DI,A	DI	-	DI
BW	*	-	DI,A	DI	-	-	-	DI,A	-	-	-
Vgb	DI,A	DI,A	-	*	*	*	*	DI,A	DI	-	-
T	DI,A	-	*	-	*	*	*	DI	DI,A	-	DI
Sbg	DI,A	-	*	*	-	*	*	-	-	DI	-
OÖ	DI	-	*	*	*	-	*	-	-	-	-
K	DI	-	*	*	*	*	-	-	DI,A	DI	-
CH	DI,A	DI,A	DI,A	*	-	-	-	-	A	-	DI
Südtirol	DI	-	-	DI,A	-	-	-	-	-	*	DI
Friaul	-	-	-	-	-	-	DI	-	*	-	*
Lombardei	-	-	-	-	-	-	-	DI	*	-	-

\* Status unbekannt

Nachrichtentyp:

DI Autobahnnetz

A Lokale Netzteile, meist in unmittelbarer Grenznähe

Ländern/Regionen:

BY Bayern;

Vgb Vorarlberg;

Sbg Salzburg;

K Kärnten;

Südtirol inklusive Trentino;

BW Baden-Württemberg;

T Tirol;

OÖ Oberösterreich;

CH Schweiz;

Fr Friuli-Venezia Giulia

#### 4 BESTEHENDE TELEMATIKINFRASTRUKTUR IN DEN NACHBARLÄNDERN TIROLS

Die Telematikinfrastruktur Tirols ist im Ganzen vergleichbar mit denen der benachbarten österreichischen Bundesländer Vorarlberg und Salzburg, aber lange nicht soweit ausgebaut, wie in Bayern und in Südtirol. Diese Differenz erklärt sich, sowohl aus einer fehlenden Initiative des Bundes, als auch aus einem noch fehlenden Anwendungsbedarf. Der Bund ist sich des technologischen Rückstandes sehr wohl bewußt, war aber bisher durch andere Fragestellungen, wie zum Beispiel die Einführung einer netzweiten Autobahnmaut in Anspruch genommen. Im Moment versucht der Bund zum einen seine Aktivitäten und Planungen zwischen den beteiligten Ministerien, Bundesministerium für öffentlichen Wirtschaft und Verkehr, Bundesministerium des Inneren, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheit, zu koordinieren, und zum anderen als Leitinitiative die Einführung von RDS-TMC (*radio data system - traffic message channel*) durch Projekte<sup>3</sup> voranzutreiben.

Die wichtigsten Einrichtungen im Land Salzburg sind die mobile Stauwarnanlage<sup>4</sup> an der Salzachbrücke (Steinhäusl) und die Spurenanzeige am Grenzübergang Walsberg. Die Stauwarnanlage soll nach Ende der Bauarbeiten an der Salzach an der Westautobahn (A1) im Bereich mehrerer Tunnel aufgestellt werden. Die Spurenanzeige dient dem Vorsortieren der Verkehrsströme auf die verschiedenen Spuren des Grenzübergangs. Frühere Planungen für ein Gesamtkonzept sind vom Land Salzburg nicht weiterverfolgt worden.

Die ÖSAG hat im Moment keine Pläne, das Blockabfertigungssystem am Tauerntunnel (Siehe auch Steierwald und Füsseis, 1989) durch weitere Telematik- oder Informationssysteme zu ergänzen.

Im Vorlauf zum Arlbergtunnel betreibt das Land Vorarlberg drei Wechselverkehrsschilder zur Information der Autofahrer in Richtung Arlberg (Standorte: Hörbranz, Rankweil und Walgau). Die Schilder ergänzen die Wechselverkehrsschilder, die die ASG am Arlberg betreibt (Dalaaser Tunnel und Innerbranz) (s.o.). Die Vorarlberger Landesregierung denkt über ein System zum Staumanagement am Pfändertunnel nach, ist aber noch zu keiner Entscheidung gekommen.

Bayern und Südtirol, hier die Autobahnbetreibergesellschaft, haben ihre Informations- und Steuersysteme in den letzten Jahren stark ausgebaut. Sie profitieren dabei von den verschiedenen EU-Forschungsprojekten, an denen sich die Bayerische Staatsregierung und die verschiedenen italienischen

---

<sup>3</sup> unter anderem zum Thema "Voraussetzung für die Einführung von RDS-TMC" (Auftragnehmer: Prof. Stickler und Prof. Riedl, TU Graz; Auftraggeber: BMöWV, Abteilung I (Dr. Kovacic))

<sup>4</sup> Hersteller: Kapsch

Autobahngesellschaften schon seit Jahren beteiligen, da die Kapazitätsprobleme in beiden Ländern schon deutlich spürbarer sind.

Die Autostrada del Brennero betreibt ein umfassendes Informationssystem zur Unterstützung der Steuerung und Kontrolle der A22 zwischen Brenner und Modena. In der Verkehrsleitzentrale in Trient können vier Mitarbeiter auf eine Reihe von Systemen (Siehe Anhang, Seite 85) zurückgreifen:

- 20 Videokameras, die an den kritischen Querschnitten und Knotenpunkten installiert sind.
- Für die kritischen Autobahnabschnitte Echtzeitmessungen der Verkehrsmengen und Geschwindigkeiten, die auf einer Reihe von *Unix-workstations* kontinuierlich dargestellt werden
- Echtzeitmessungen der Luftqualität und des Verkehrsablaufes in den Tunnelstrecken
- Wetterstationen und Nebelwarnanlagen
- Eiswarnanlagen zur Information der Straßendienste

Zur Information stehen eine Reihe von Wechselverkehrsschildern zur Verfügung. Darüberhinaus kann über Teletext der aktuelle Verkehrszustand im RAI-TV dargestellt werden. Die Informationen werden auch der Verkehrsmeldezentrale der Provinz Südtirol in Bozen und dem ORF in Innsbruck zur Verfügung gestellt.

Die Autostrada del Brennero plant im Moment das Netz der Wechselverkehrsschilder so zu verdichten, daß sie an allen Autobahnzufahrten zur Verfügung stehen. Es ist auch daran gedacht, die Leitstelle der Polizei in die Zentrale zu integrieren, aber hier verhindern noch Personalfragen die Implementierung.

Das System arbeitet im Moment noch weitgehend händisch, insbesondere die Auswahl der Steuerungsmaßnahmen und der Nachrichten auf den Wechselverkehrsschildern. An eine Implementierung von automatischen Steuerungsverfahren ist im Moment nicht gedacht.

Die häufige Überlastung des Autobahnnetzes im Raum Nürnberg und im Raum München hat die bayerische Staatsregierung schon früh veranlasst, Telematiksysteme als Beitrag zur Lösung der Steuerungsprobleme einzusetzen. Die Planungen und Systeme dort sind Teil eines größeren bundesweiten Programms (Siehe Abbildung 21 und Abbildung 22 für den Stand 1993).

Die Implementierung der verschiedenen Verkehrstelematikprojekte in Bayern hat durch die allgemeinen *on-line* und Hochtechnologieaktivitäten der Bayerischen Staatsregierung noch höhere Priorität erhalten (Siehe zum Beispiel Themenarbeitskreis Verkehrsmanagement, 1994). Abbildung 23 zeigt den momentanen Stand der Planungen im Netz. Die Systeme im Stadtgebiet München, die im Rahmen des

EU-Projekts *Munich COMFORT* installiert und getestet wurden, wie zum Beispiel das P+R System Fröttmanning, RDS-TMC, verkehrsabhängige Steuerung im Stadtstraßennetz, elektronische Fahrplanauskunft etc., werden auf der Karte nicht gezeigt (Munich COMFORT, 1995).

Diese Systeme sollen ergänzt werden durch eine zentrale Verkehrsinformationszentrale in München, in der die Informationen zusammenfließen sollen von:

- den Flughäfen
- den Eisenbahnen
- den Nahverkehrsunternehmen
- den Autobahnen

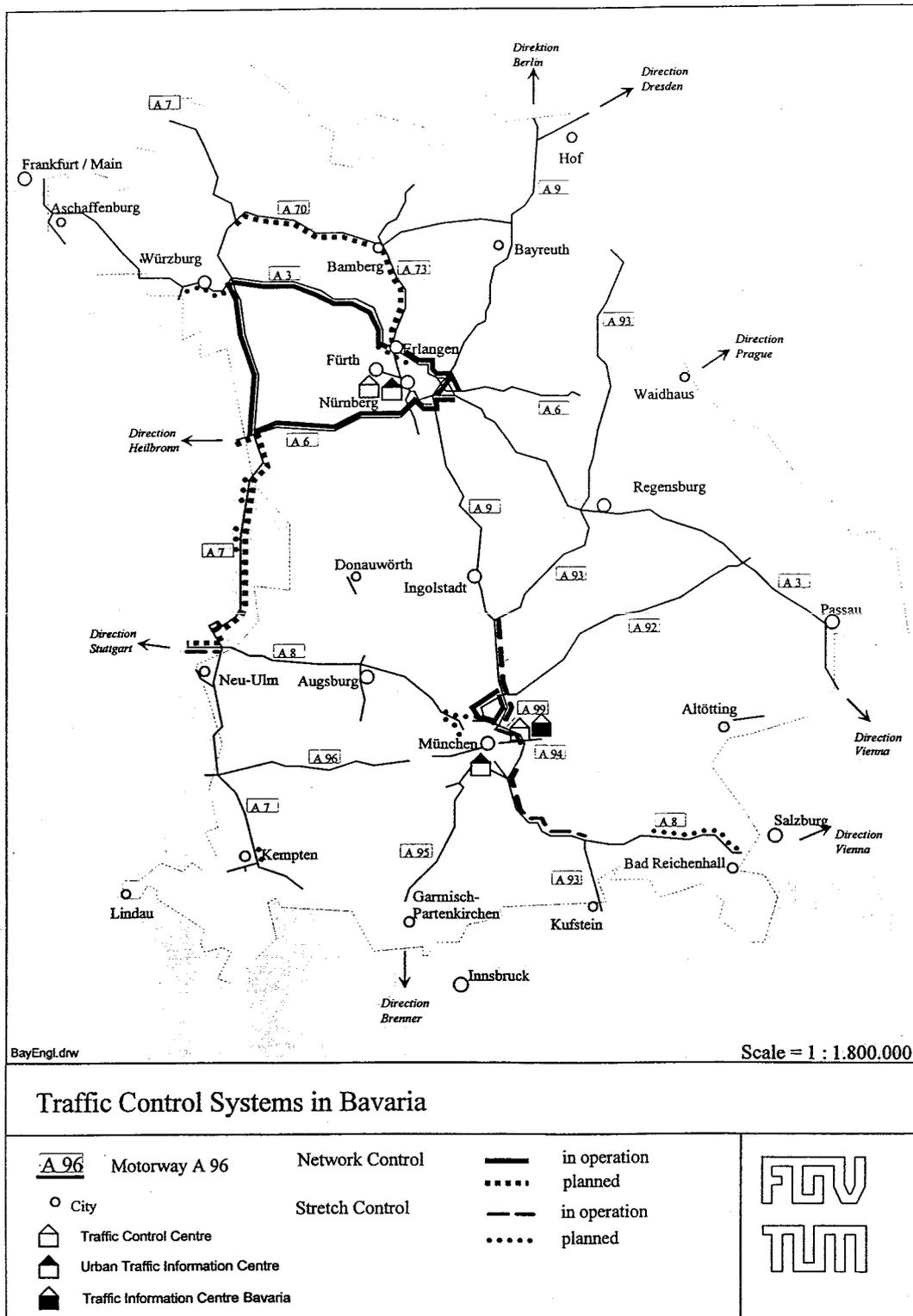
und von dort den Verkehrsteilnehmern zur Verfügung gestellt werden über RDS-TMC, Infosäulen, Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweisung, Elektronischer Fahrplanauskunft etc. (Siehe Abbildung 24). Darüberhinaus sollen im Rahmen des EU-Projekts InfoTEN die Informationszentralen in Bayern, Baden-Württemberg, Ostfrankreich (Metz) und in Norditalien (Verona) miteinander verknüpft werden<sup>5</sup> (Siehe Abbildung 25).

Die Implementierung dieser verschiedenen Systeme ist für die nächsten Jahre vorgesehen, teilweise finanziert aus Privatisierungserlösen der letzten Jahre.

---

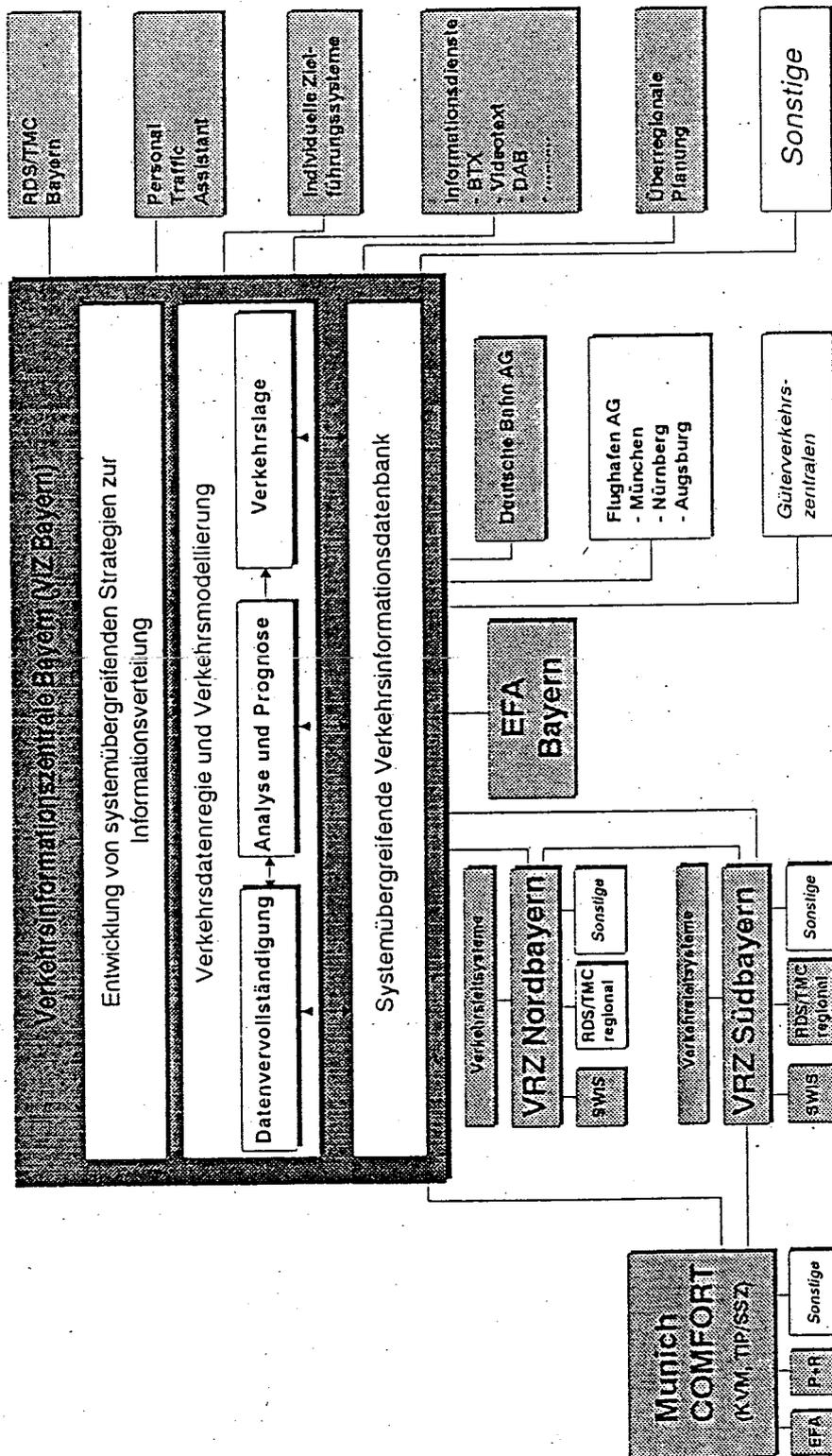
<sup>5</sup> Die österreichische Beteiligung in InfoTEN beschränkt sich zu diesem Zeitpunkt auf die Sammlung von Informationen und die Projektentwicklung.

Abbildung 23 Geplante und implementierte Telematiksysteme auf dem bayerischen Autobahnnetz



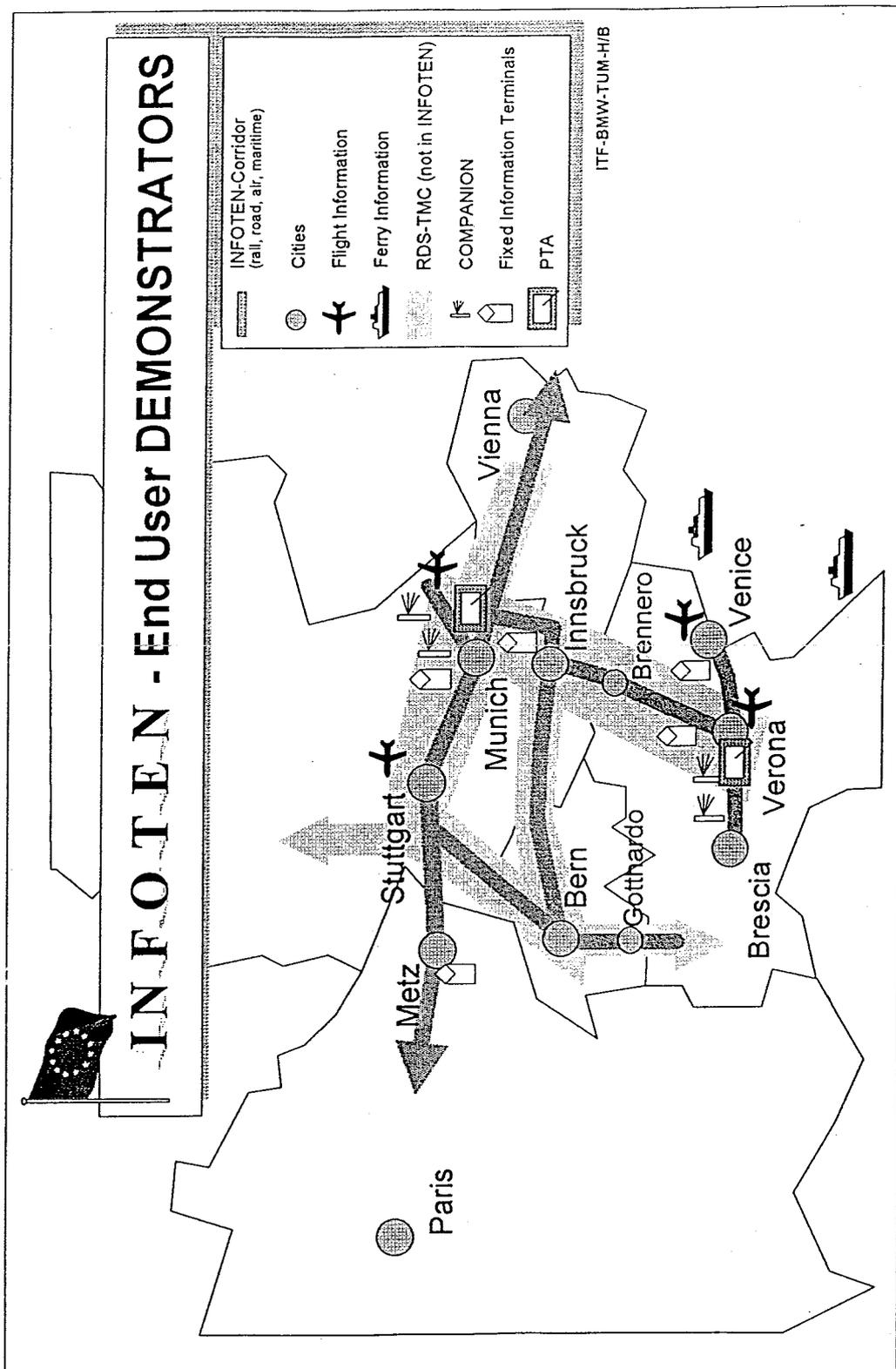
Quelle: Schuiz (1996), Abbildung 38c; Stand 1996

Abbildung 24 Erste Ausbaustufe des VIZ Bayern, Planung Stand Herbst 1994



Quelle: Themenarbeitskreis Verkehrsmanagement (1994), Abbildung 11

Abbildung 25 Geplante Verknüpfungen im Rahmen des Projekts InfoTEN



Quelle: Schulz (1996) Abbildung 3

## 5      **ERFAHRUNGEN MIT STRECKEN- UND NETZBEEINFLUSSUNGSANLAGEN IN DEUTSCHLAND**

### 5.1     **Begriffserläuterungen**

Zur Entschärfung von Schwachstellen und Unfallschwerpunkten sowie zur Verflüssigung des Verkehrsablaufs werden heute zunehmend *integrierte, dynamische, kollektive* Verkehrsleitsysteme eingesetzt.

*Integriert* heißt, das Verkehrsleitsystem umfaßt alle für die sichere Lenkung des Verkehrs relevanten Verkehrs-, Straßen- und Witterungszustände und steuert den Verkehr auf bestimmten Streckenabschnitten des Straßennetzes durch

- Anpassung der zul. Höchstgeschwindigkeit
- rechtzeitige Warnung vor Gefahrenstellen (Stau, Nebel, Unfall, Baustelle usw.)
- Umleitung von Teilen des Verkehrs über weniger belastete Streckenabschnitte des Straßennetzes.

Die Steuerung wird *dynamisch*, d.h. in Abhängigkeit von den jeweils aktuellen Verkehrs-, Fahrbahn- und Witterungszuständen getroffen. Dazu ist es erforderlich, diese Kenngrößen laufend an einer Vielzahl von Verkehrs- und Umfeldmeßstellen zu erheben und auszuwerten.

*Kollektiv* heißt das System, weil es sich an alle Verkehrsteilnehmer wendet. Dies geschieht mit Hilfe von Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweisern, dynamischen Informationstafeln, Verkehrsfunk usw.

Im Folgenden werden die verschiedenen Systemtypen

- Netzbeeinflussung
- Linienbeeinflussung
- Knotenbeeinflussung

näher erläutert.

### 5.2     **Netzbeeinflussungsanlagen**

Netzbeeinflussungsanlagen haben den Zweck, die Verteilung des Verkehrs im Straßennetz zu beeinflussen bzw. zu verändern. Dabei ist grundsätzlich zwischen einem Wechselwegweisungssystem und einem straßenseitigen Informationssystem zu unterscheiden.

Die Wechselwegweisung erfordert zu einer üblichen Route (Normalroute) eine adäquate andere Route (Alternativroute), über die der Verkehr umgeleitet werden kann. Somit hängt der Einsatz einer

Wechselwegweisungsanlage stark von der gegebenen Netzstruktur ab. Existieren zu einer Normalroute keine adäquaten Alternativrouten, sollte eher ein straßenseitiges Informationssystem eingesetzt werden, bei dem es dem Verkehrsteilnehmer selbst freigestellt ist, sich seine Alternativroute zu wählen.

#### *Wechselwegweisung*

Für die Wechselwegweisung werden an bestimmten Entscheidungspunkten im Netz, an denen verschiedene Routenführungen möglich sind, Wechselwegweiser errichtet. Liegt auf der Normalroute eine unerwartete Verkehrsstörung (z.B. ein Unfall) vor, die so stark ist, daß die Alternativroute attraktiv erscheint, werden Teile des Verkehrs über die Alternativroute geleitet, indem auf den Wechselwegweisern entsprechende Umleitungsempfehlungen angezeigt werden (reaktive Maßnahme).

Eine Umleitungsempfehlung kann auch als präventive Maßnahme zur Vermeidung von Verkehrsüberlastungen auf der Normalroute geschaltet werden. Damit wird erreicht, daß der Verkehr möglichst optimal auf Normal- und Alternativroute verteilt wird.

Eine Umleitung von der Normalroute auf die Alternativroute setzt jedoch voraus, daß die Alternativroute den Mehrverkehr verkraftet. Im anderen Fall führt eine Umleitung zu massivem Vertrauensverlust der Verkehrsteilnehmer in das Wechselwegweisungssystem und damit auch zu einer dauerhaft verminderten Akzeptanz. Aus diesem Grund ist eine Überprüfung der Alternativroute auf ihre Kapazitätsreserven dringend erforderlich, bevor eine Umleitung stattfindet.

In Abhängigkeit vom angestrebten Automatisierungsgrad eines Wechselwegweisungssystems ergeben sich mehr oder weniger hohe Anforderungen an die Datenerfassung und -aufbereitung. Ein weitgehend automatisches System muß in der Lage sein, den aktuellen und in naher Zukunft zu erwartenden Verkehrsablauf auf Normal- und Alternativroute anhand von Meßdaten zu analysieren und Verkehrsstörungen zu detektieren. Außerdem müssen die Auswirkungen der für eine bestimmte Situation in Frage kommenden Umleitungsmaßnahmen simuliert, bewertet und miteinander verglichen werden. Hierzu sind zahlreiche, an die Zentrale angeschlossene Meßstellen und aufwendige Entscheidungsalgorithmen erforderlich.

Die Umleitungsempfehlung wird mittels Wechselwegweisern an die Verkehrsteilnehmer übermittelt. Die Wechselwegweiser, auf denen die angegebenen Ziele automatisch verändert werden können, können entweder zusätzlich zur stationären Wegweisung aufgestellt (man spricht dann von einem additiven System) oder anstelle der stationären Wegweiser aufgestellt werden (substitutives System).

Im additiven System sollten sich die zusätzlichen Wegweiser im äußeren Erscheinungsbild (z.B. durch die Farbe) deutlich von der stationären Wegweisung abheben, um den besonderen Charakter dieser Zeichen hervorzuheben. Aus informationstechnischer Sicht bietet dieses Anzeigesystem folgende Vorteile:

- Der ortsfremde Verkehrsteilnehmer kann deutlich erkennen, welches die Normalroute ist, und daß eine Umleitung über eine Alternativroute erfolgt.
- Der ortskundige Verkehrsteilnehmer registriert die normale Beschilderung kaum mehr und kann eher über zusätzliche, nur im Umleitungsfall aktive Wechselwegweiser aufmerksam gemacht werden.
- Dem Verkehrsteilnehmer kann die Umleitungsursache mitgeteilt werden (z.B. Art, Ort und Ausmaß einer Störung); dies kann unter Umständen die Höhe des umleitbaren Verkehrsanteils sowie die Akzeptanz der Umleitungsempfehlung beeinflussen.

Beim substitutiven System werden im Falle einer Umleitung lediglich einzelne Ziele auf den Wegweisern verändert. Ansonsten ändert sich am äußeren Erscheinungsbild der Wegweisung nichts (mit Ausnahme von eventuell zugeschalteten Blinklichtern).

Der Vorteil des substitutiven Systems liegt im wesentlichen darin, daß lediglich die vorhandene, statische Wegweisung durch Wechselwegweiser ersetzt, jedoch keine zusätzlichen Schilder aufgestellt werden müssen. Dies ist besonders dann von Interesse, wenn durch die normale Beschilderung bereits eine so große Informationsfülle vorhanden ist, daß zusätzliche Informationen den Kraftfahrer überbeanspruchen und eher verunsichern als unterstützen würden.

Unabhängig vom Informationssystem (additive oder substitutive Wechselwegweisung) muß im Zuge der Umleitungsrouten für die weitere Führung der umgeleiteten Verkehrsteilnehmer gesorgt werden. Dies kann bei der additiven Wechselwegweisung z.B. durch ein Umleitungssymbol geschehen, das an jedem Knoten der Umleitungsstrecke angebracht wird und den ortsfremden Verkehrsteilnehmer führt, bis er wieder die Normalroute erreicht und die Führung von der normalen Wegweisung übernommen wird. Bei der substitutiven Wechselwegweisung ist es erforderlich, die Wegweisung der Umleitungsrouten hinsichtlich der Zielführung zu überprüfen und dort gegebenenfalls Ziele, zu denen umgeleitet werden kann, zu ergänzen. Hauptzielgruppe dieser Art von Wechselwegweisung mit Führung des umgeleiteten Verkehrs ist der ortsfremde Verkehrsteilnehmer (d.h. hauptsächlich der Transitverkehr).

Der Einsatz von Netzbeeinflussungsanlagen setzt ein relativ engmaschiges Straßennetz voraus, d.h. es müssen für Streckenabschnitte, auf denen häufig Störungen zu erwarten sind, adäquate Alternativrouten

zur Verfügung stehen. Wird eine weitgehende Automatisierung der Wechselwegweisung angestrebt, sollte sich die Maßnahme auf das Autobahnnetz beschränken.

#### *Straßenseitiges Verkehrsinformationssystem*

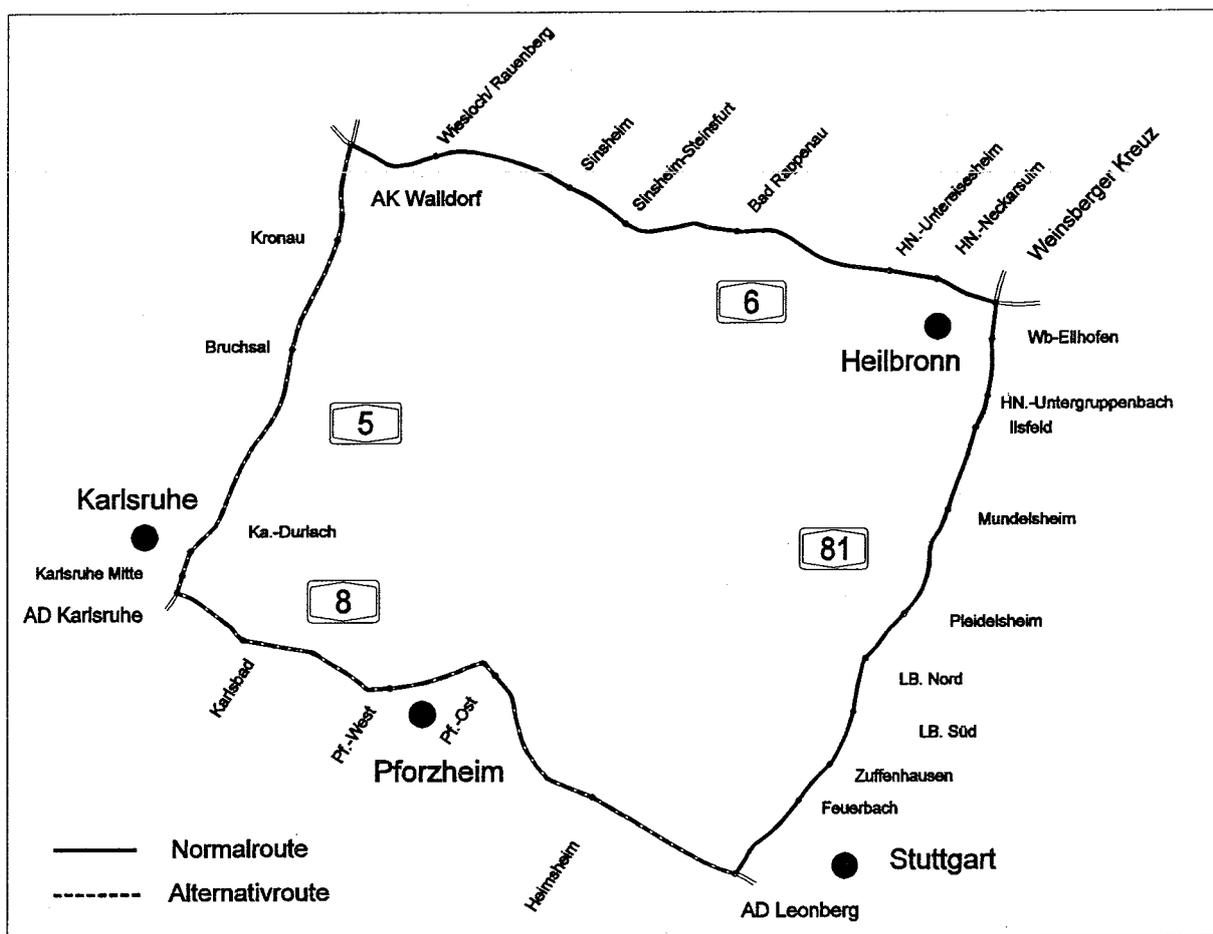
Eine einfache Version der Netzbeeinflussung ist der Einsatz von dynamischen Informationstafeln. Im Gegensatz zu den Umleitungsempfehlungen durch Wechselwegweiser werden hier lediglich Informationen über die Situation auf den vorausliegenden Streckenabschnitten bzw. im umliegenden Straßennetz gegeben. Die Verkehrsteilnehmer sollen dann aufgrund der übermittelten Information selbst eine Entscheidung über ihre weitere Fahrtroute treffen. Der Vorteil dieser mehr informativen Leitstrategie ist, daß auf eine aufwendige Überwachung des Verkehrsablaufs auf den Alternativrouten weitgehend verzichtet werden kann. Außerdem ist auch keine zusätzliche Beschilderung von Umleitungsrouten erforderlich. Die Informationstafeln werden zusätzlich zur stationären Wegweisung aufgestellt.

Ihr Einsatzbereich ist vor allem an Stellen zu sehen, an denen der Autobahnverkehr infolge stromabwärtiger Störungen im Verkehrsablauf auf das Sekundärnetz verlagert werden soll. Da im Sekundärstraßennetz keine umfassende Überwachung der Alternativrouten stattfindet, kommt in diesem Fall keine Wechselwegweisung in Frage.

*Beispiele für Netzbeeinflussung***Wechselwegweisung Leonberg/Walldorf**

Im Autobahnviereck A5/A6/A8/A81 zwischen dem Ballungsraum Rhein/Neckar mit den Städten Mannheim/Ludwigshafen und dem Ballungsraum Stuttgart bietet sich die Netzstruktur dazu an, eine Wechselwegweisung zu betreiben (vgl. Abbildung 26). Entscheidungspunkte sind die Autobahnknoten AD Leonberg im Südosten und AK Walldorf im Nordwesten des Autobahnvierecks. Der Durchgangsverkehr in Fahrtrichtung Mannheim wird am AD Leonberg in der Regel über Heilbronn geführt (Normalroute); die Gegenrichtung, der Durchgangsverkehr nach Stuttgart, wird ebenso normalerweise über Heilbronn geführt. Die Alternativroute über Karlsruhe ist sogar geringfügig kürzer (12,5%), ist aber deutlich weniger großzügig trassiert und weist einige Steigungsstrecken auf.

Abbildung 26 Autobahnviereck A5/A6/A8/A81



Die Steuerung der hier installierten additiven Wechselwegweisung basiert auf den aktuellen Meßwerten einer Vielzahl von Verkehrsdatenerfassungsstellen im Autobahnviereck. Jedem Streckenabschnitt

zwischen zwei benachbarten Anschlußstellen ist eine Meßstelle zugeordnet, die die aktuelle Verkehrssituation in diesem Streckenabschnitt erfaßt. Auf diese Weise läßt sich die aktuelle Reisezeit auf beiden Routen ermitteln und gegenüberstellen. Sobald durch Störungen die Reisezeit auf den Normalrouten einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, wird überprüft, inwieweit eine Umleitung des Durchgangsverkehrs zu einer besseren Verkehrssituation führt. Hierbei muß von Erfahrungswerten über die Akzeptanz der Umleitung ausgegangen werden. Ist durch die Umleitung eine Verbesserung der Verkehrssituation zu erwarten, werden die Wechselwegweiser in den Zulaufstrecken zu den Autobahnknoten geschaltet.

### **Regionales Verkehrsleitsystem Flughafen Frankfurt/Main**

Die Bundesautobahn A3 ist im Bereich des Flughafens Frankfurt/Main hochbelastet. Auf einem ca. 8 km langen Steckenabschnitt wird die Bundesstraße B43 als Flughafenverteiler parallel zur BAB A3 geführt (vgl. Abbildung 27). Aufgrund dieser Netzkonstellation bot es sich an, dort eine Wechselwegweisungsanlage zu installieren, durch die eine Verlagerung des überregionalen Durchgangsverkehrs sowie des Flughafenquell- und -zielverkehrs innerhalb dieser Netzmasche möglich wird.

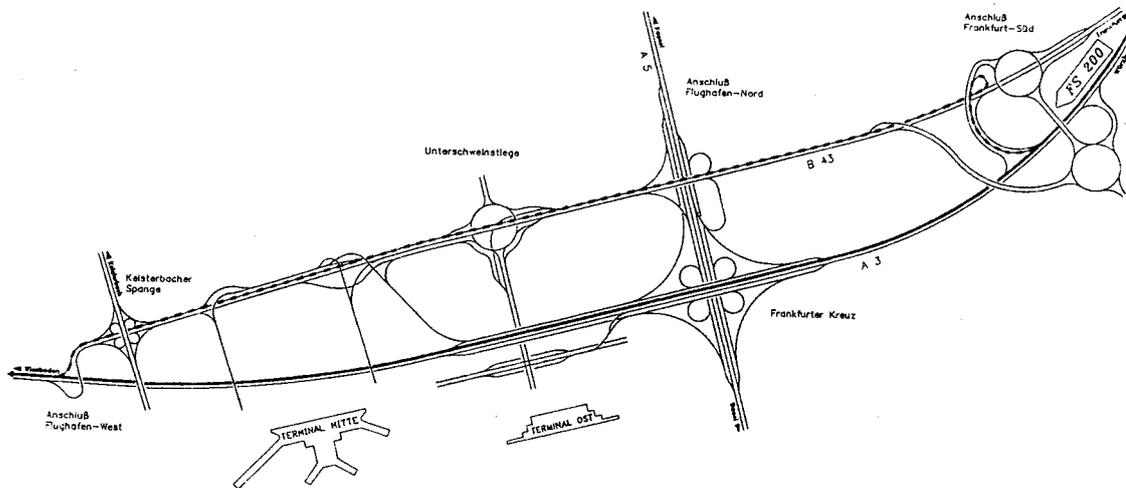
In den beiden beiliegenden Bildern ist exemplarisch die Normal- und Alternativroute für die Zielgruppe Wiesbaden/Köln an der substitutiven Wechselwegweiserkette auf der BAB A3, Fahrtrichtung Wiesbaden, im Zulauf zur Anschlußstelle Frankfurt-Süd dargestellt.

Das Wechselwegweisungssystem besteht aus folgenden Komponenten:

- 103 Meßquerschnitte zur Erfassung des Verkehrsablaufs
- 17 Anzeigequerschnitte mit Wechselwegweisern
- 53 Streckenstationen
- 4 Unterzentralen als Datenkonzentratoren
- 1 Unterzentrale in der Verkehrsrechnerzentrale Rüsselsheim.

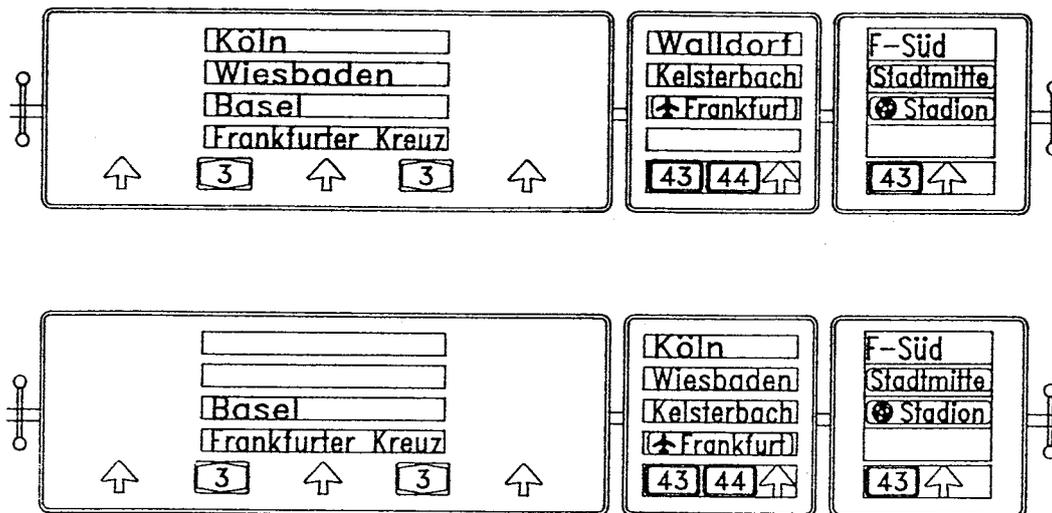
Das System läuft im open-loop-Betrieb, d.h. es ermittelt automatisch Schaltvorschläge, die jedoch vor ihrer tatsächlichen Umsetzung durch den Operator in der Zentrale bestätigt werden müssen.

Abbildung 27 Straßennetz des Verkehrsleitsystems Flughafen Frankfurt/Main



Quelle: Steierwald Schönharting und Partner (1991) Anlage 13

Abbildung 28 Normal- und Umleitschaltung der Wegweiser am Flughafen Frankfurt

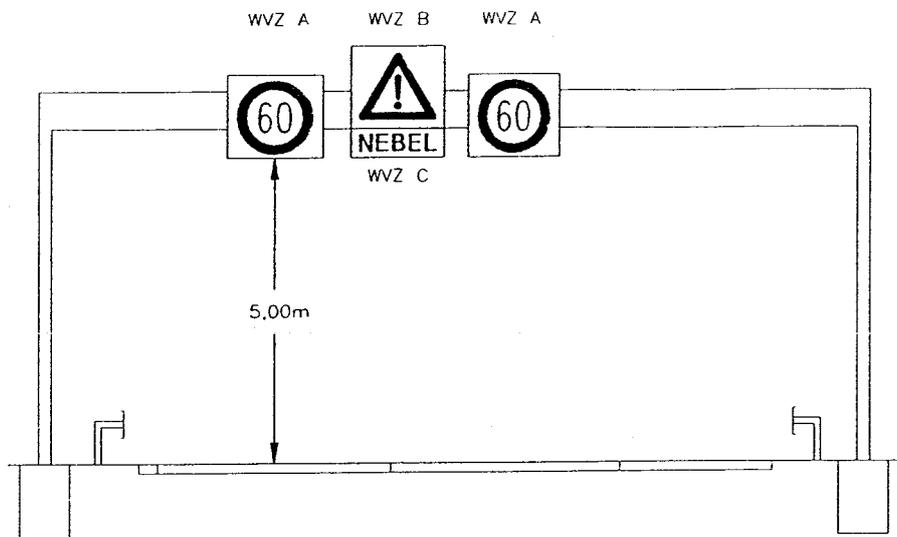


Quelle: Steierwald Schönharting und Partner (1991) aus Anlage 2

### 5.3 Linienbeeinflussung

Im Gegensatz zur Netzbeeinflussung, bei der Verkehrsströme auf andere Streckenabschnitte verlagert werden, wirkt die Linien- oder Streckenbeeinflussung entlang eines Streckenabschnitts. Hierzu sind im Zuge des Abschnitts in regelmäßigen Abständen Anzeigequerschnitte anzuordnen, an denen mit Hilfe von Wechselverkehrszeichen der Verkehrsteilnehmer angesprochen werden kann (vgl. Abbildung 29)

Abbildung 29 Prinzipskizze eines 2-spurigen Anzeigequerschnitts für Linienbeeinflussung



#### ZEICHENINHALTE

WVZ A		WVZ B		WVZ C
				7,5t
				500m
				1000m
				1500m
				2000m
				UNFALL
				NEBEL
				NÄSSE

In der Regel werden die fahrstreifenbezogene Wechselverkehrszeichen überkopf in Fahrstreifenmitte angebracht. Die querschnittsbezogenen Zeichen können sowohl zwischen den fahrstreifenbezogenen Zeichen, als auch seitlich angebracht werden. Sie enthalten in der Regel die Begründung für die Geschwindigkeitsbeschränkung oder die Warnhinweise. Bei 2-streifigen Querschnitten ist auch eine komplette seitliche Anbringung der Wechselverkehrszeichen denkbar.

#### *Geschwindigkeitsbeeinflussung, Stauwarnung*

Unter Geschwindigkeitsbeeinflussung versteht man die verkehrsabhängige Anordnung von zulässigen Höchstgeschwindigkeiten (oder von Geschwindigkeitsempfehlungen) entlang eines Streckenzuges zum Zwecke einer Harmonisierung des Verkehrsablaufs. So werden z.B. bei hohen Verkehrsdichten Höchstgeschwindigkeiten um ca. 80 km/h angeordnet, um den Verkehrsablauf zu stabilisieren, die Streuung der Einzelgeschwindigkeiten zu minimieren und damit die Leistungsfähigkeit des Streckenabschnitts zu erhöhen. Das Einsatzgebiet der Geschwindigkeitsbeeinflussung sind hochbelastete Straßen mit häufig dichtem bis zähflüssigem Verkehr. Durch Geschwindigkeitsbeeinflussung ist eine Steigerung der Leistungsfähigkeit eines Streckenabschnitts bis zu einer Größenordnung von ca. 5% möglich, wie die Erfahrung zeigt.

Bei der Stauwarnung wird der Verkehrsteilnehmer mit Hilfe eines Geschwindigkeitstrichters (z.B. 100 km/h, 80 km/h und 60 km/h als zulässige Höchstgeschwindigkeit an aufeinanderfolgenden Anzeigequerschnitten) abgebremst und erhält zusätzlich in Form des Schriftzuges "STAU" oder in Form eines Piktogramms den Grund für die Geschwindigkeitsreduktion mitgeteilt. Die Stauwarnung kann bei Bedarf auch durch andere Warnhinweise (z.B. Unfall oder Baustelle) ersetzt werden.

Ziel der Stauwarnung ist es, das Stauende abzusichern und Auffahrunfälle zu vermeiden. Einsatzmöglichkeiten sind vor allem stromaufwärts von Engpässen zu suchen, an denen es häufig zu Stauungen kommt.

Es bietet sich an, kombinierte Geschwindigkeitsbeeinflussungs- und Stauwarnanlagen zu installieren, da beide Maßnahmen auf die gleiche Gerätetechnik aufbauen. Grundsätzlich bestehen derartige Wechselverkehrszeichensysteme aus folgenden Anlagenkomponenten:

- Verkehrsdatenerfassung
- Datenaufbereitung und Prozeßabwicklung
- Wechselverkehrszeichen
- Datenübertragung und Energieversorgung.

Die Abstände der Meß- und Anzeigequerschnitte sollten bei Geschwindigkeitsbeeinflussungsanlagen nicht über 2 km liegen, für die sinnvolle Durchführung einer Stauwarnung sollten die Abstände an staugefährdeten Stellen auf ca. 1 km verkürzt werden.

#### *Warnung vor witterungsbedingten Gefahren*

Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit können an unfallgefährdeten Stellen mit erhöhtem witterungsbedingten Gefahrenpotential, wie z.B. Nebel, Nässe (Aquaplaninggefahr) oder Eisglätte spezielle Wechselverkehrszeichenanlagen mit entsprechenden Warnhinweisen installiert werden. Die Warnung vor witterungsbedingten Gefahren kann auch in Wechselverkehrszeichensysteme zur Geschwindigkeitsbeeinflussung und Stauwarnung (siehe oben) integriert werden.

Die Erfassung der witterungsbedingten Gefahren erfolgt mittels spezieller Sensoren, die an Stellen installiert werden sollten, an denen die jeweiligen witterungsbedingten Gefahren am ehesten auftreten.

Die Kraftfahrer werden mittels Schriftzug oder entsprechenden Piktogrammen auf die Gefahren hingewiesen. Dies kann unter Umständen durch den Einsatz einer Geschwindigkeitsbeeinflussung unterstützt werden (z.B. bei starkem Regen 80 km/h mit Hinweis "NÄSSE").

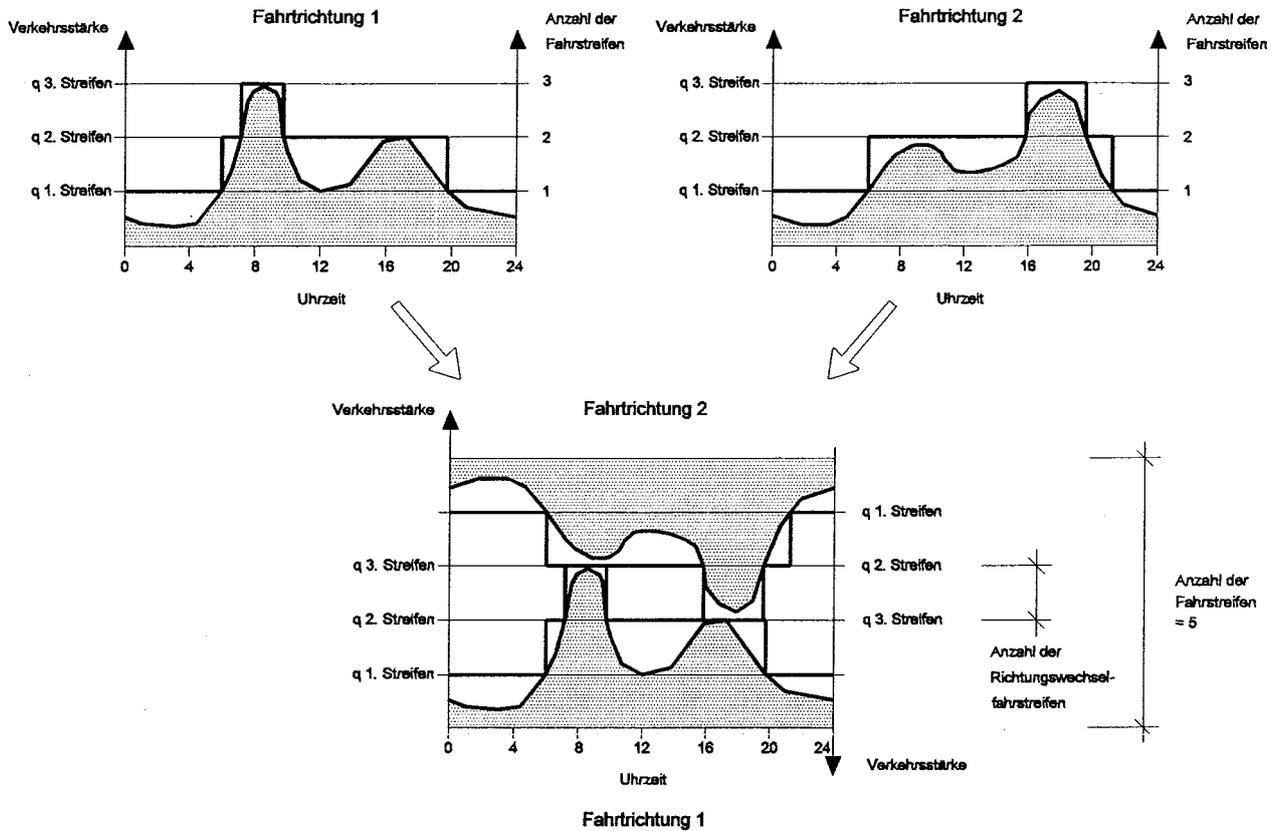
Wie zahlreiche Untersuchungen zeigen, sind durch die Einrichtung von Linienbeeinflussungsanlagen auf den entsprechenden Streckenabschnitten Rückgänge der Unfallzahlen von bis zu 30% zu beobachten. Hierin ist vor allem der Nutzen der Streckenbeeinflussung zu sehen.

#### *Richtungswechselbetrieb*

Auf Streckenabschnitten mit einem deutlichen Richtungsüberhang der Verkehrsstärken in den Spitzenstunden bietet sich der Betrieb von Richtungswechselanlagen an (siehe Abbildung 30).

Hierbei werden für die beiden Fahrtrichtungen je nach Verkehrsnachfrage eine unterschiedliche Anzahl von Fahrstreifen für den Verkehr freigegeben. Als Grundausstattung sind im Zuge des Streckenabschnitts Anzeigequerschnitte mit Fahrstreifensignalen aufzustellen, an denen die jeweiligen, für eine Fahrtrichtung freigegebenen Fahrstreifen angezeigt werden.

Abbildung 30 Beispiel für Verkehrsstärkeganglinien, die sich für Richtungswechselbetrieb eignen



Quelle: Heusch-Boesefeld (1992) aus Bild 5.3 und Bild 5.4

### Beispiele für Linienbeeinflussung

#### Linienbeeinflussung A5 bei Frankfurt

Auf dem hochbelasteten Streckenabschnitt der A5 zwischen Bad Homburger Kreuz und Westkreuz Frankfurt wurde im Juni 1989 eine Linienbeeinflussungsanlage von ca. 11,7 km Länge in Fahrtrichtung Süden und 13,1 km in Fahrtrichtung Norden in Betrieb genommen (siehe Abbildung 31). Die Anlage umfaßt insgesamt 43 Anzeigequerschnitte mit faseroptischen Wechselverkehrszeichen. Die Steuerung erfolgt vollautomatisch auf der Basis von aktuellen Verkehrs- und Umfelddaten. Die Anlage hat die Funktionen

- Geschwindigkeitsbeeinflussung
- Stauwarnung
- Nebelwarnung.

Darüberhinaus sind händische Programmschaltungen für

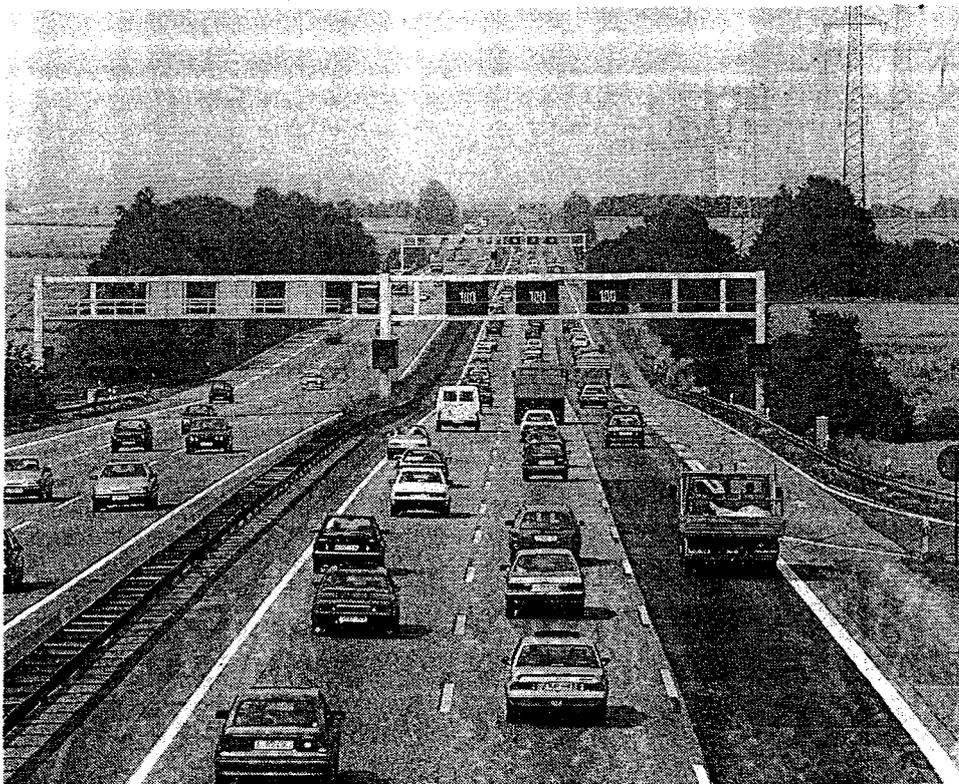
- Arbeitsstellensicherung

- Unfallstellensicherung

vorgesehen. Nach Inbetriebnahme wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- Der Verkehr auf dem Streckenabschnitt läuft flüssiger, homogener und sicherer.
- Der Rückgang der Unfallzahlen liegt in einer Größenordnung von 15 bis 20% (vgl. Kapitel 5.6).
- Die Akzeptanz der angeordneten Höchstgeschwindigkeiten ist relativ gut.
- Zu den Schaltzeiten ist eine geringfügige Leistungssteigerung zu erkennen.

Abbildung 31 Verkehrsbeeinflussungsanlage BAB A5



Quelle: Kehrein (1990) 40

### **Nebelwarnsystem und Streckenbeeinflussung auf der A8 bei Ulm**

Auf der A8 Stuttgart-München treten im Bereich der Albhochfläche häufig Sichtbehinderungen durch Nebel auf. Damit verbunden waren häufig Auffahrunfälle und Massenkarambolagen. Zur Erhöhung der Sicherheit wurde deshalb auf einem ca. 44 km langen Streckenabschnitt in beiden Fahrrichtungen eine Linienbeeinflussungsanlage errichtet (siehe Abbildung 31), die im wesentlichen folgende Funktionen hat:

- verkehrsabhängige Geschwindigkeitsbeeinflussung
- Stauwarnung
- Warnung vor witterungsbedingten Gefahren (insbesondere Nebel).

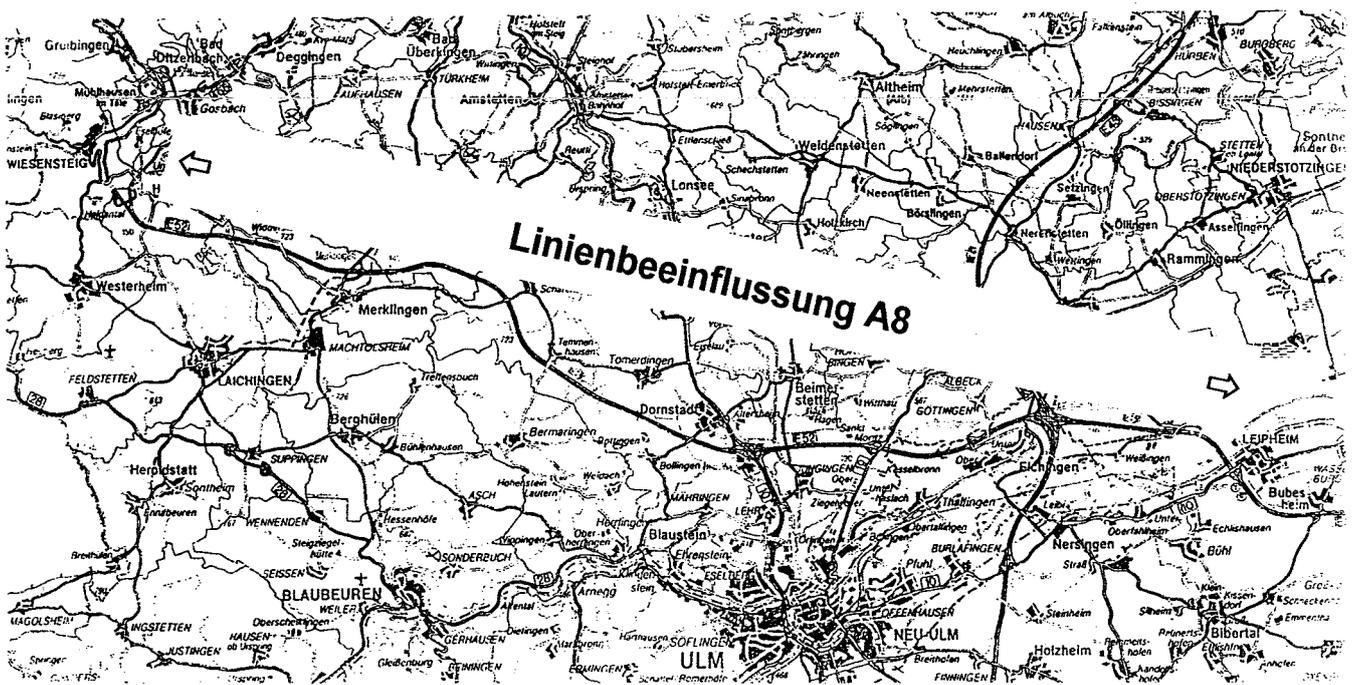
Darüberhinaus sind händische Programmschaltungen für

- Arbeitsstellensicherung
- Unfallstellensicherung

vorgesehen. Die Anlage umfaßt im wesentlichen:

- 45 Meßquerschnitte zur Erfassung des Verkehrsablaufs
- 20 Meßsysteme zur Detektion von Sichtbehinderungen durch Nebel
- 12 Wetterstationen zur Detektion des Fahrbahnzustands
- 43 Verkehrszeichenbrücken mit 132 faseroptischen Wechselverkehrszeichen
- 1 Unterzentrale zur Prozeßsteuerung und Überwachung des Gesamtsystems.

Abbildung 32 Lage der Streckenbeeinflussungsanlage BAB A8

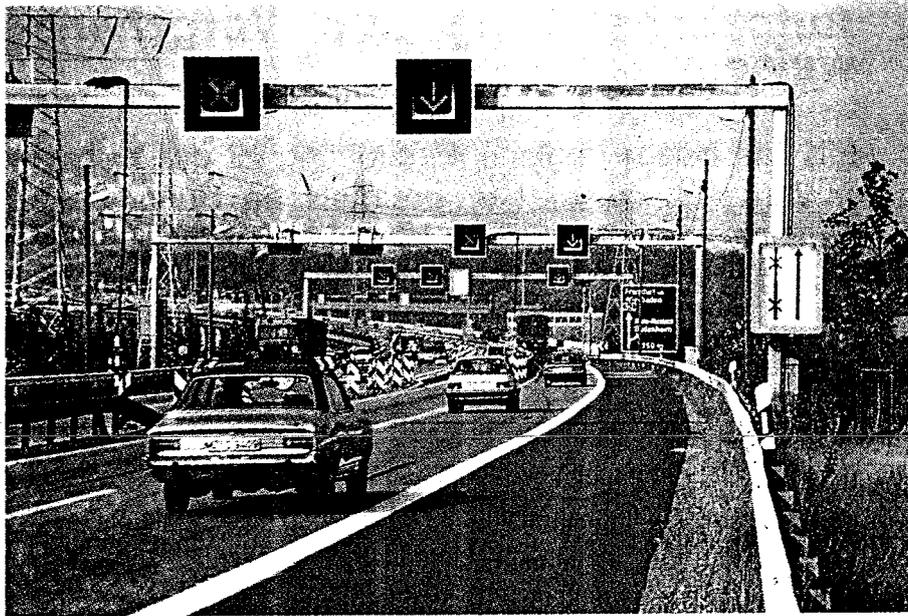


### Schiersteiner Brücke

In den Jahren 1984/85 wurde auf der Schiersteiner Brücke bei Mainz (BAB A643) für die Dauer der Reperaturarbeiten des Fahrbahnbelags eine Richtungswechselanlage in Betrieb genommen (Siehe Abbildung 32). Die in vier Bauphasen unterteilten Arbeiten sahen eine schrittweise Erneuerung der Fahrbahndecke immer jeweils eines Fahrstreifens vor. Durch die wechselnde Zuteilung des mittleren

der drei verbleibenden Fahrstreifen in der Morgen- und in der Abendspitzenstunde wurde erreicht, daß der Verkehr während der Bauzeit weitgehend staufrei abgewickelt werden konnte. Die dort über eine Zeitdauer von knapp 2 Jahren installierte Anlage hat sich gelohnt, wobei es sich bei den wesentlichen Nutzen (ca. 90%) um monetarisierte Zeitkosten der Kraftfahrer handelt.

Abbildung 33 Blick aus Fahrerperspektive Richtungswechselanlage Schiersteinerbrücke



Quelle: Leutzbach und Maier (1987) 2

#### 5.4 Knotenpunktbeeinflussung

Die Verflechtung von Verkehrsströmen an den Knotenpunkten ist oftmals Ausgangspunkt von Verkehrsstörungen. Zur Erleichterung der Verflechtungsvorgänge an Autobahnknoten können prinzipiell zwei Beeinflussungsmaßnahmen in Betracht gezogen werden:

- Einfahrhilfe durch fahrstreifenbezogenen Geschwindigkeitsbeschränkungen: es werden unmittelbar vor der Verflechtung auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn unterschiedliche Höchstgeschwindigkeiten zugelassen (in der Regel auf dem rechten Fahrstreifen 20 km/h niedriger); auf diese Weise soll erreicht werden, daß der Verkehr auf der Hauptfahrbahn bevorzugt den linken und - sofern 3 Fahrstreifen vorhanden sind - mittleren Fahrstreifen benutzt, so daß auf dem rechten Fahrstreifen Lücken für den einfahrenden Verkehr entstehen.
- Einfahrhilfe durch variable Fahrstreifenzuteilung: bei dieser Variante der Knotenpunktbeeinflussung werden auf der Hauptfahrbahn und auf der Einfahrrampe jeweils kurz

vor der Verflechtung und rund 200 bis 300m stromaufwärts Fahrstreifensignale (evt. in Kombination mit Spurführungstafeln) angeordnet, mit deren Hilfe variable Fahrstreifenzuteilungen im Verflechtungsbereich realisiert werden können (siehe Bild xx). Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz sind ungleichmäßige Auslastungen von Hauptfahrbahn und Einfahrrampe mit wechselnden Belastungsverhältnissen beider Verkehrsströme.

Als weitere Maßnahme zur Steuerung des Verkehrs an Anschlußstellen besteht die Möglichkeit der

- Rampensteuerung (ramp metering) zum Zwecke der Zuflußdosierung: diese Variante der Zuflußsteuerung an Anschlußstellen wird vorwiegend in den USA eingesetzt, findet jedoch zunehmend auch in Europa Anwendung. Ziel der Rampensteuerung ist eine Entzerrung der Fahrzeugpulks an den Einfahrten in die Autobahn. Hierzu wird auf der Einfahrrampe eine Lichtsignalanlage installiert, die bei Bedarf (d.h. bei drohenden Überlastungen auf der Autobahn) so geschaltet wird, daß ein kontinuierlicher Wechsel zwischen sehr kurzen Freigabezeiten und sehr kurzen Rotphasen stattfindet. Zu beachten ist, daß der Erfolg der Maßnahme in starkem Maße von der Befolgung der für europäische Autofahrer ungewöhnlichen Lichtsignalsteuerung abhängt.

#### **Beispiel für Knotenpunktbeeinflussung**

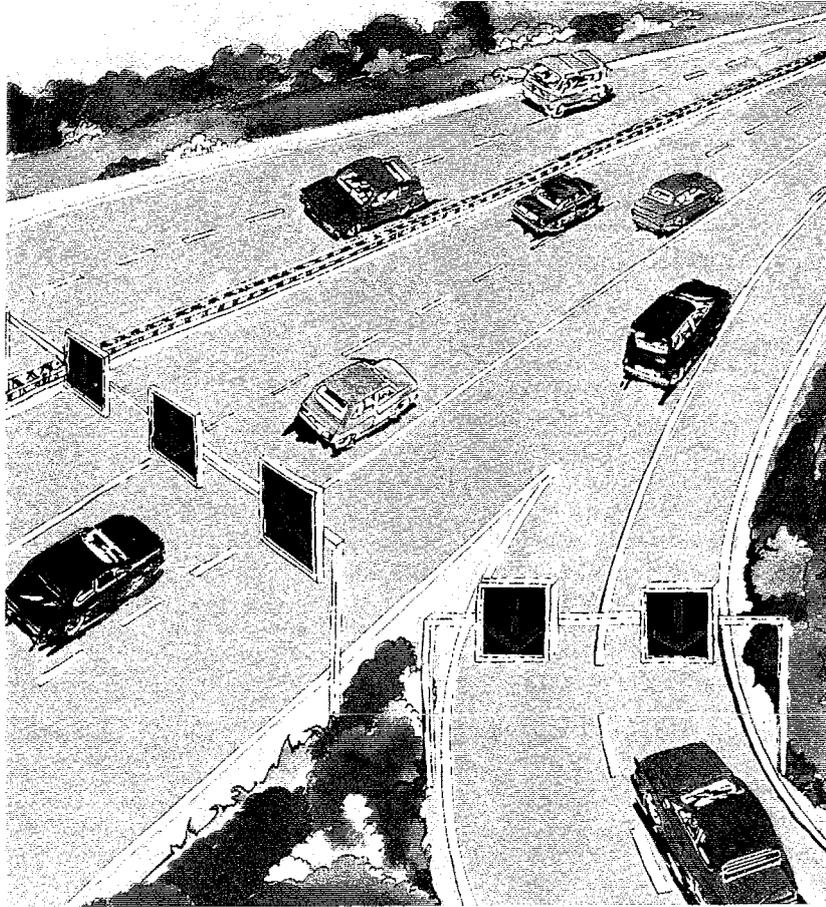
Knotenpunktbeeinflussungsanlagen in den Autobahnkreuzen Leverkusen und Köln-Ost ermöglichen es, einzelnen Verkehrsströmen - gemäß den Schwankungen im Tagesverlauf - verkehrsabhängig Fahrstreifen zuzuteilen (Siehe Abbildung 34).

#### **5.5 Sonstige Maßnahmen**

Ein Verkehrsleit- und -informationssystem kann aus einer Vielzahl von Teilsystemen bestehen, die alle weitgehend eigenständig arbeiten. Die Teilsysteme werden in der Regel von Unterzentralen gesteuert, die in unmittelbarer Nähe der Teilsysteme vor Ort errichtet werden. In bestimmten Fällen ist auch eine Integration der Unterzentralen in die übergeordnete Leitzentrale zweckmäßig.

Grundsätzlich ist zu empfehlen, die über das Datenerfassungs- und Datenaufbereitungssystem gewonnenen Erkenntnisse und die daraus abgeleiteten Steuerungsmaßnahmen - insbesondere wenn es sich um großräumige, d.h. Netzbeeinflussungsmaßnahmen handelt - den Verkehrsteilnehmern auch über den Verkehrsfunk mitzuteilen. Dadurch besteht die Möglichkeit, auch diejenigen Verkehrsteilnehmer anzusprechen, die sich entweder noch außerhalb des Beeinflussungsgebiets befinden oder ihre Fahrt noch nicht angetreten haben und aufgrund der Meldung evtl. ihre Fahrtroute oder den Zeitpunkt ihres Fahrtantritts ändern. Eine Verbesserung des Verkehrsfunks könnte erreicht werden, indem die aktuellen Verkehrsdaten automatisch ausgewertet und fertige standardisierte Meldungen über den Rundfunk ausgestrahlt werden. In einer späteren Stufe ist die Einführung eines digitalen Verkehrsfunksystems (RDS = radio data system) vorstellbar.

Abbildung 34 Beispiel für eine Knotenbeeinflussung



Quelle: Landschaftsverband Rheinland (1995)

## 5.6 Wirkungen kollektiver Verkehrsbeeinflussungsanlagen

### *Wirkungen von Netzbeeinflussungsanlagen*

Über die Wirkung von Wechselwegweisungsanlagen liegen leider nur wenige empirisch gesicherte Ergebnisse vor. Ein Grund dafür ist sicherlich die aufwendige Methodik, die erforderlich ist, um die Auswirkungen der Steuerung auf die

- Fahrzeiten
- Staulängen
- Stauzeiten

zu erfassen. Die bisher durchgeführten Wirkungsanalysen beschränken sich in der Regel auf die Abschätzung der verlagerbaren Verkehrsanteile. So ergab sich z.B. bei der additiven Wechselwegweisungsanlage Nürnberg/Würzburg, daß eine Umleitungsempfehlung mit dem Hinweis "STAUGEFAHR" zu einer Verlagerung des Verkehrs von der Normalroute auf die Alternativroute in der Größenordnung von 5 bis 15% führt; Dieser Anteil erhöht sich um ca. 5%, wenn die Umleitung mit einem Stau auf der Normalroute begründet wird.

Ein wichtiger Einflußfaktor für die Befolgung einer Umleitungsempfehlung ist der Mehrweg auf der Umleitungsrouten. So zeigte sich bei der Wechselwegweisungsanlage Dernbach/Koblenz, daß die Akzeptanz einer Umleitungsempfehlung mit zunehmendem Umwegfaktor abnimmt (von ca. 35% bei einem Umwegfaktor von 1,05 bis zu ca. 12% bei einem Umwegfaktor von 1,4).

#### *Wirkungen von Linienbeeinflussungsanlagen*

Linienbeeinflussungsanlagen zielen im wesentlichen auf die Erhöhung der Verkehrssicherheit. Die positive Wirkung von Linienbeeinflussungsanlagen wurde bereits mehrfach nachgewiesen.

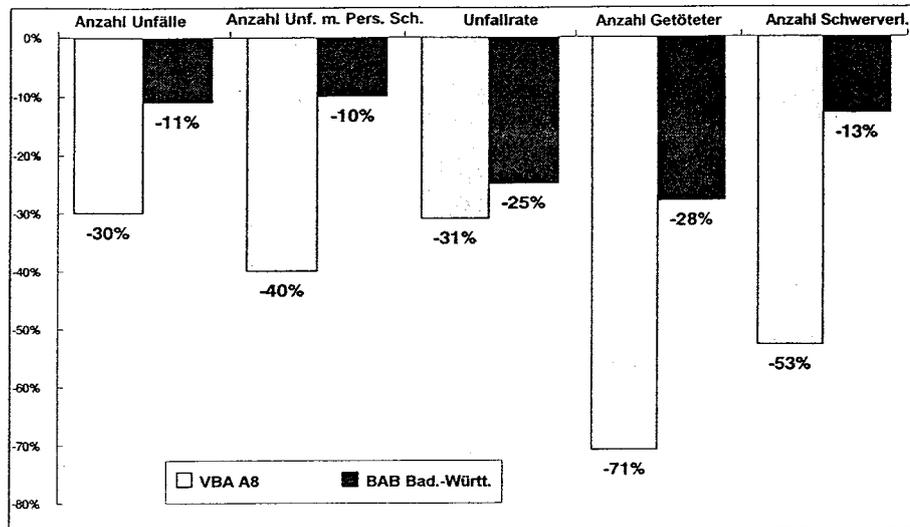
Für die beiden oben aufgeführten Anlagen VBA A5 Frankfurt und VBA A8 Ulm wurden die Veränderungen der Unfallkenngrößen vor und nach Inbetriebnahme der Anlage ermittelt und mit der Entwicklung der Unfallsituation im gesamten Autobahnnetz des jeweiligen Landes verglichen. Grundlage bildeten die Unfallzahlen eines Jahreszeitraums.

Es zeigte sich, daß die Zahl der Unfälle und die Unfallfolgen im Bereich der VBA A5 im Gegensatz zu der Unfallentwicklung in Hessen deutlich abgenommen haben. Insbesondere die staubedingten Unfälle im Längsverkehr (ca. 50% aller Unfälle) haben überproportional (-38%) abgenommen. Dies ist vor allem auf die harmonisierende Wirkung der Geschwindigkeitsbeeinflussung zurückzuführen. Geschwindigkeitsmessungen bestätigen, daß die verkehrsabhängige Geschwindigkeitsbeschränkungen zu einer deutlichen Verringerung der Standardabweichung geführt haben, während beim Geschwindigkeitsniveau eher ein geringer Anstieg zu beobachten war.

Auch die Ergebnisse an der VBA A8 zeigen einen überproportional starken Rückgang der Unfallzahlen gegenüber dem Landesdurchschnitt (siehe Abbildung 35).

Besonders zu erwähnen ist die Tatsache, daß sich seit Inbetriebnahme der Anlage vor 2,5 Jahren kein nebelbedingter Massenunfall mehr ereignet hat. Dies ist ein voller Erfolg, da dies ein Hauptanliegen bei der Installation der Anlage war.

Abbildung 35 Veränderung der Unfallsituation vor und nach der VBA A8 bei Ulm



Quelle: Balz (1995) 306

Die zuvor dargestellten Beispiele stellen keine besonderen "Außreiser" dar, sondern liegen durchaus im Rahmen der Ergebnisse anderer Untersuchungen, wie die Übersicht in Tabelle 4 zeigt, in der alle verfügbaren Unfallanalysen zur Streckenbeeinflussung zusammengefaßt sind.

Alle Untersuchungen konnten nachweisen, daß sich die Unfallsituation durch den Einsatz von Wechselverkehrszeichenanlagen deutlich verbessert hat - in allen Fällen überproportional zur Unfallentwicklung im jeweiligen Landesdurchschnitt. Im Mittel konnte eine Reduktion der Unfallzahlen um ca. 30% beobachtet werden.

Tabelle 4 Veränderung der Unfallzahlen bei Linienbeeinflussungsanlagen

Unfallkenngröße	relative Veränderungen im Vorher-Nachher-Vergleich		
	Minimum	Maximum	Gewichtetes Mittel
Gesamtunfallzahl	- 19%	- 43%	- 27%
Zahl der schweren Unfälle	- 9%	- 40%	- 28%
Zahl der Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6)	- 33%	- 43%	- 36%
Anzahl Toter und Schwerverletzter	- 22%	- 38%	- 30%
Unfallrate	- 22%	- 38%	- 30%

Quelle: nach Balz (1995) 307

## 6 MÖGLICHKEITEN IN TIROL

### 6.1 Maßnahmen/Vorschläge für Tirol

In der Analyse haben sich bisher 6 Schwachstellen herauskristallisiert. Zur Entschärfung dieser Schwachstellen bzw. Unfallschwerpunkte werden im Folgenden verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen, die in den Kapiteln 6.2 bis 6.7 näher dargestellt und diskutiert werden. Wichtige Zielsetzungen der Tiroler Landesregierung wie

- Verlagerung des Verkehrs ins Sekundärnetz nur in den allernotwendigsten Fällen
- Ausbau der B314 (Fernpaß) zwischen Reutte und Telfs durch großzügigere Trassierung, jedoch nur als 2-streifige Bundesstraße wurden dabei berücksichtigt.

Als zusätzliche Maßnahmen werden

- die Einrichtung einer Verkehrsmeldezentrale sowie
- die Durchführung eines RDS/TMC-Feldversuchs

vorgeschlagen. Diese Maßnahmen werden in Kapitel 7.8 beschrieben.

lfd. Nr.	Engpaß bzw. Unfallschwerpunkt	mögliche Maßnahme
1	Roppener Tunnel und Milser Tunnel im Zuge der A12 bei Imst	Stauwarnung und Ausleitung des Verkehrs auf die B171
2	Streckenabschnitt der A12 zwischen AS Zirl und AS Innsbruck-Ost	Linienbeeinflussung mit Stauwarnung und Geschwindigkeitsbeeinflussung, Knotenpunktbeeinflussung und Hinweise auf P+R
3	Mautstelle Schönberg auf der A13	Stauwarnung
4	Fernpaß (B314)	großräumige Netzbeeinflussung
5	Baustellen auf den Autobahnen	Mobile Stauwarnanlage
6	Störungen auf der A12/A13 Kufstein-Brenner	großräumige Netzbeeinflussung

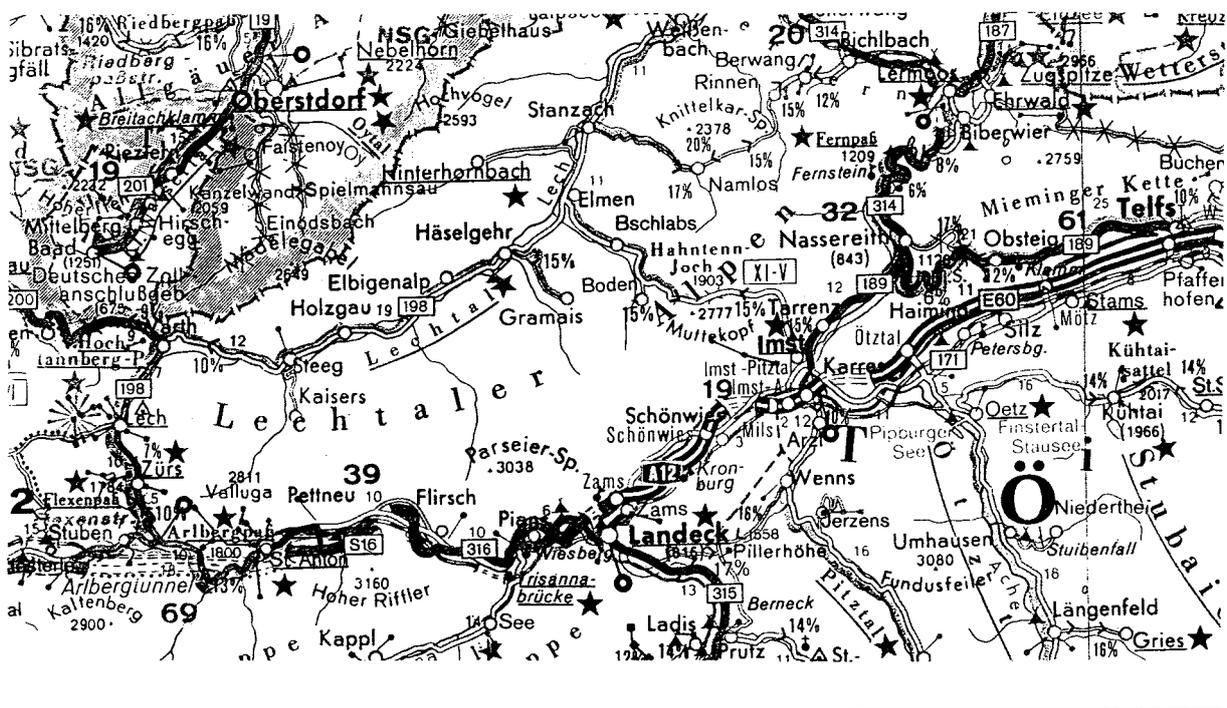
## 6.2 Roppener- und Milser Tunnel

Bei Störungen und Unfällen in den Tunnels oder in der Nähe der Tunnel ergeben sich recht schnell Stauungen mit den entsprechenden Folgeerscheinungen wie Auffahrunfälle auf das Stauende. Dies ist insbesondere durch die schlechte Sicht vor Kurven und durch die westlich des Milser Tunnels gelegenen Galerie bedingt.

Da bei Verkehrsdichten von mehr als 60 Fz/km der Tunnel automatisch aus Lüftungsgründen geschlossen wird (vgl. Kapitel 3), entstehen häufig Stausituationen, die zu Auffahrunfällen führen. Hier empfiehlt es sich, an jeder Tunnelzufahrt zwei oder drei Anzeigequerschnitte mit Wechselverkehrszeichen anzuordnen, an denen im aktuellen Fall vor dem Stau gewarnt wird. Zur Positionierung der Anzeigequerschnitte ist die Kenntnis der üblichen Stauausdehnung notwendig.

Die Schaltung der Stauwarnung sollte automatisch erfolgen, sobald die Lichtsignalanlage am Tunnelportal auf Rot schaltet. Außerdem ist eine automatische Erfassung der Staulängen durch Induktionsschleifen im Vorfeld der Tunneleinfahrten erforderlich.

Abbildung 36 Kartenausschnitt Oberinntal und Umgebung



In besonders krassen Fällen bietet sich eine Ausleitung des Verkehrs an den AS Schönwies (von Westen) und Ötztal (von Osten) an (siehe Abbildung 38). Über die B171 kann der Verkehr problemlos umgeleitet werden, da dieser Streckenabschnitt der B171 nicht durch Ortschaften führt und somit niemand unmittelbar belästigt wird. Im Zuge der Umleitungsroute gibt es lediglich einen maßgebenden Knoten der B171 mit der B189 bei Imst, an dem der umgeleitete Verkehr entsprechend geführt werden muß.

Die Umleitung soll händisch geschaltet werden. Sie kann vom Operator in der Tunnelwarte Imst geschaltet werden, die rund um die Uhr besetzt ist.

Das Gesamtsystem - bestehend aus Stauwarnung und Ausleitung - ist in einer Prinzipskizze umseitig dargestellt. Folgende Ausrüstung ist für diesen Ausbau notwendig:

- 8 Meßquerschnitte zur Stauerfassung
- 16 Wechselverkehrszeichen (je 4 an 4 Tunneleinfahrten) mit Rohrpfosten
- 2 Wechselwegweiser mit Aufstellvorrichtung für die Ausleitung
- Verkabelung und Verknüpfung mit der Tunnelwarte
- Hard- und Softwareerweiterung in der Tunnelwarte.

Die Kosten für ein solches System setzen sich zusammen aus

- Investitionskosten und
- laufenden Kosten (Wartungs- und Energiekosten, evt. Personalkosten).

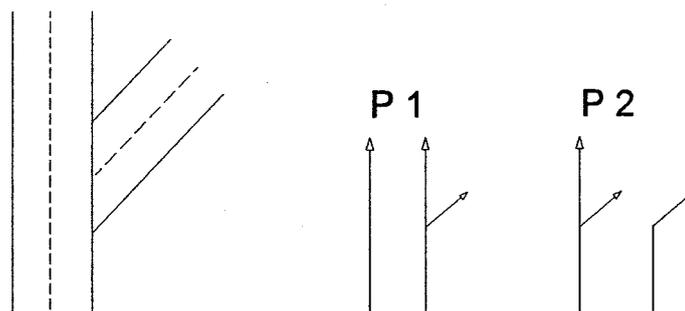
Als Investitionskosten ist je nach Erfordernissen durch die Situation vor Ort mit 3,0 bis 5,0 Mio. ÖS zu rechnen (Basis sind die aktuellen Preise auf dem deutschen Markt). Wenn man mit einer Lebensdauer von 10 Jahren und einem Zinssatz von 3% p.a. rechnet, ergeben sich somit jährliche Investitionskosten zwischen 350 und 580 Tausend ÖS. Die jährlichen Kosten für Betrieb, Wartung und Unterhalt liegen bei einem System in dieser Größenordnung bei ca. 250 Tausend ÖS.

### 6.3 Nahbereich Innsbruck

Der Streckenabschnitt der A12 zwischen Anschlußstelle Zirl und Anschlußstelle Innsbruck-Ost ist der stärkstbelastete Streckenabschnitt auf den Tiroler Autobahnen. Besondere Unfallschwerpunkte stellen die Anschlußstelle Innsbruck-Ost und die Verzweigungsstrecke im Inntaldreieck in Fahrtrichtung Westen dar (siehe Abbildung 37).

Bei der Anschlußstelle Innsbruck-Ost gibt es auf den Ausfahrrampen Rückstau aufgrund von Verflechtungsproblemen im untergeordneten Netz, der sich u.U. bis auf die Hauptfahrbahn der A12 zurückstaut. Dies gilt für beide Ausfahrrampen der Anschlußstelle. Hier besteht die Möglichkeit, die Rückstaulänge zu detektieren und rechtzeitig - bevor der Rückstau die Hauptfahrbahn erreicht - auf der Hauptfahrbahn der A12 davor zu warnen. Auch hier sollten wieder mindestens 2 Anzeigequerschnitte pro Fahrtrichtung vorgesehen werden.

Im Zuge der Verzweigung A12/A13 ergibt sich aufgrund der baulichen Situation ein weiterer Unfallschwerpunkt. Die sauberste Lösung wäre ein Umbau. Mit Hilfe der Verkehrsleittechnik kann hier nur eine Übergangslösung geschaffen werden. Evtl. empfiehlt sich ein statisches Tempolimit von 80 km/h im unmittelbaren Bereich der Verzweigung. Je nach Verkehrsbelastung kann evtl. eine Knotenbeeinflussung folgender Art erfolgen:



Zu Zeiten, in denen der Verkehrsstrom zum Brenner stärker ist, wäre das Schaltprogramm P1 zu schalten, ansonsten das Schaltprogramm P2. Im Schaltfall P2 ist jedoch eine Aufhebung des -zur Zeit statisch angeordneten - Lkw-Überholverbots erforderlich. Voraussetzung für die Planung eines solchen Systems ist eine ausführliche Analyse der Verkehrssituation im Inntaldreieck.

Darüberhinaus ist der Bau einer weiteren Anschlußstelle mit der Bezeichnung Innsbruck-Mitte an die A12 innerhalb des Inntal-Dreiecks im Gespräch. Über diese Anschlußstelle soll eine große P+R-Anlage angefahren werden, von der aus Verkehrsteilnehmer mit Ziel Innsbruck auf die Straßenbahn umsteigen können. Hierfür würde es sich anbieten, Hinweistafeln auf der Autobahn aufzustellen, mit deren Hilfe auf die Verkehrsmittelwahl Einfluß genommen werden kann. Solche Tafeln - wie sie z.B. im STORM-Projekt oder im Projekt MUNICH-COMFORT im Einsatz sind - enthalten Angaben über die Anzahl der freien Plätze der P+R-Anlage und Hinweise zu den Abfahrtszeiten der öffentlichen Verkehrsmittel (siehe Abbildung 40).

Abbildung 37 Kartenausschnitt der betrachteten Streckenabschnitte: Innsbruck

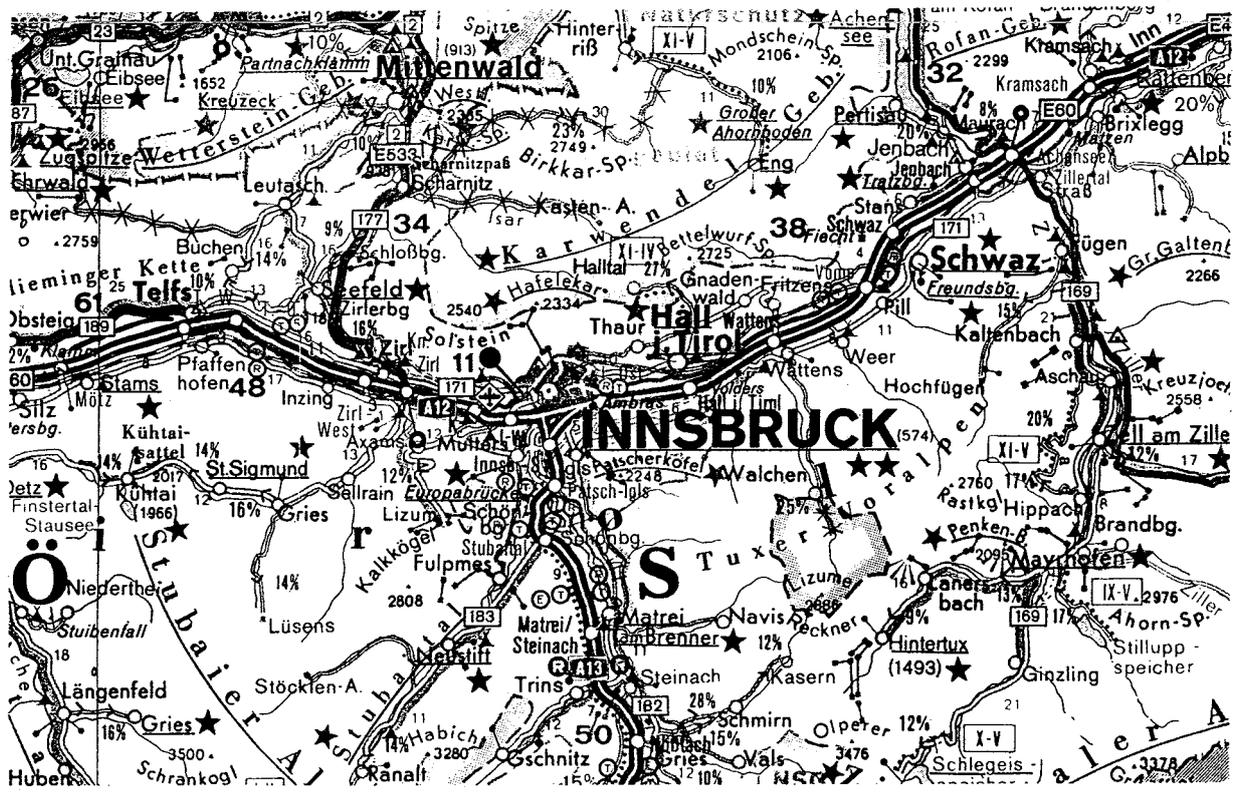


Abbildung 38 Prinzipskizze zum Leitsystem Roppener- und Milser Tunnel

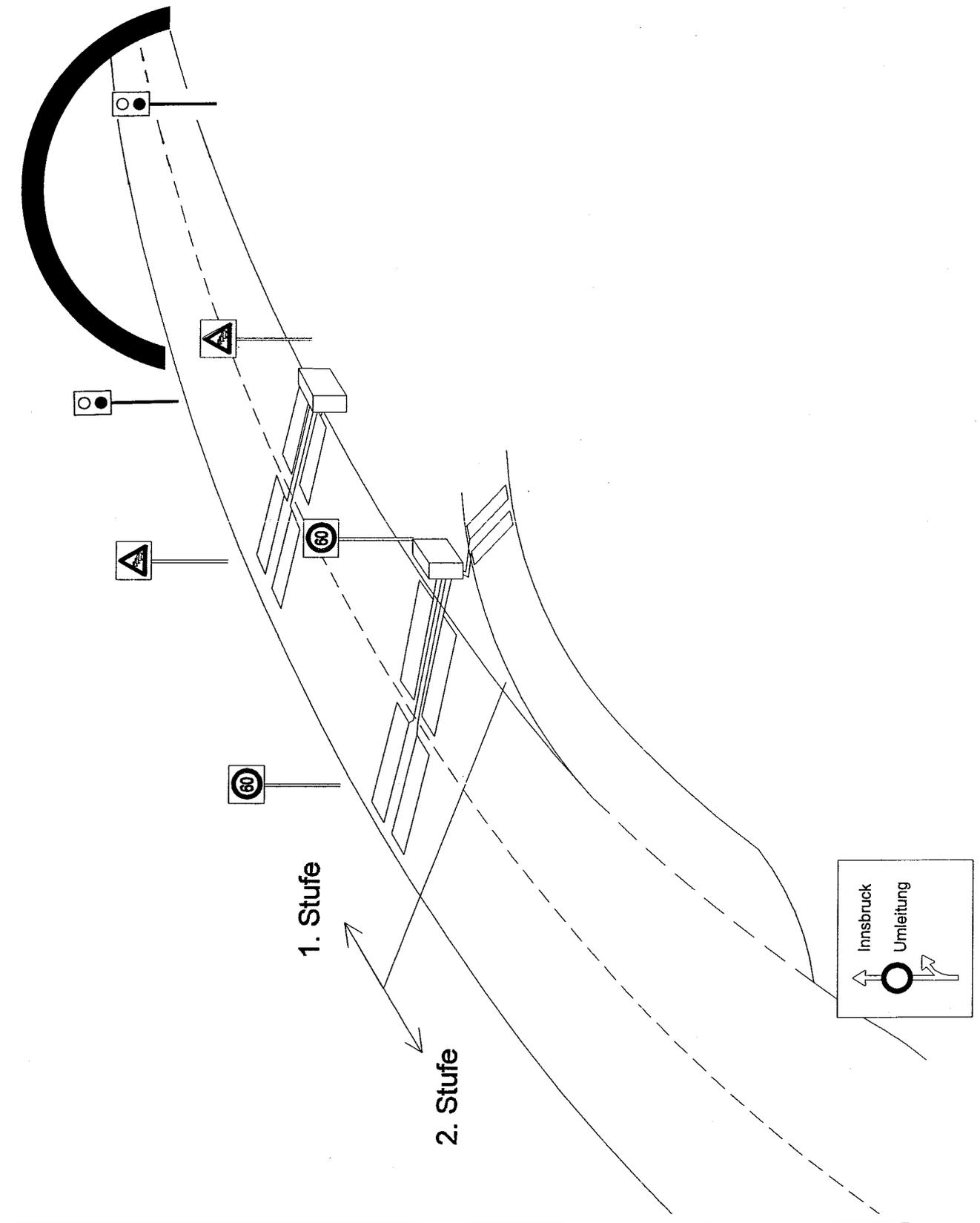
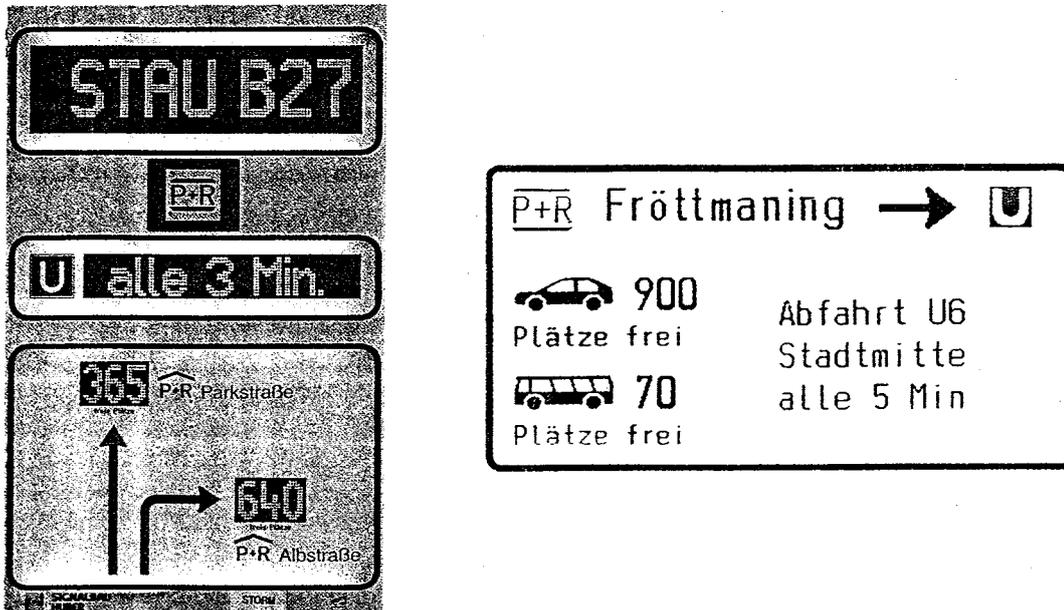




Abbildung 40 Beispiele für P+R-Hinweistafeln



Aufgrund der örtlichen Nähe beider Problemstellen bietet es sich an, die Stauwarnung und die Knotenpunktsbeeinflussung räumlich zu integrieren, d. h. sowohl im Erscheinungsbild, als auch von der Steuerung, als eine Anlage zu behandeln. Da in Zukunft auf dem hoch belasteten Streckenabschnitt die Realisierung einer Linienbeeinflussungsanlage mit vielerlei Funktionen gewünscht sein kann, ist bei Planung des Leitsystems darauf zu achten, daß es erweiterbar ist.

Das Leitsystem arbeitet vollautomatisch auf der Basis von aktuellen Verkehrsdaten. Die Steuerzentrale kann in einem Container vor Ort oder in der Autobahnmeisterei Vomp untergebracht werden. Die umseitige Prinzipskizze zeigt einen Überblick über das Gesamtsystem bestehend aus Stauwarnung, Knotenbeeinflussung und P+R-Hinweisen. Zur Ausrüstung sind folgende Komponenten vorgesehen:

- ca. 10 Meßquerschnitte zur Verkehrsdatenerfassung
- 7 Verkehrszeichenbrücken mit 21 Wechselverkehrszeichen
- 2 Wechselverkehrszeichen auf einem Rohrpfeiler
- 2 Wechselwegweiser mit Aufstellvorrichtung für die P+R-Hinweise
- Verkabelung und Verknüpfung mit einer Steuerzentrale, Schnittstelle zur P+R-Anlage
- Hard- und Software für eine Steuerzentrale.

Die Investitionskosten werden in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen im jetzigen Planungsstand grob mit 8,0 bis 15,0 Mio. ÖS veranschlagt. Wenn man mit einer Lebensdauer von 10 Jahren und einem Zinssatz von 3% p.a. rechnet, ergeben sich somit jährliche Investitionskosten

zwischen 0,93 und 1,75 Mio. ÖS. Für die jährlichen Kosten für Betrieb, Wartung und Unterhalt sind bei einem System mit den o.g. Komponenten mit ca. 1 Mio. ÖS zu rechnen.

#### 6.4 Mautstelle Schönberg

An der Brennerautobahn befindet sich etwa 10 km südlich von Innsbruck die Mautstelle Schönberg (siehe Abbildung 37). An der Mautstelle Schönberg ergeben sich zu Verkehrsspitzenzeiten regelmäßig Stauungen in beiden Fahrrichtungen. Durch die Einführung von automatischen Gebührenerfassungssystemen (1. Stufe: Identifizierung durch Video; 2. Stufe: Identifizierung eines elektronischen Nummernschildes bzw. einer *on-board-unit*) sollen die Abfertigungszeiten des täglichen Pendlerverkehrs deutlich verkürzt werden und somit eine Reduzierung der Verkehrsstaus erreicht werden.

Trotzdem wird es nicht vermeidbar sein, daß sich zu Spitzenzeiten auch in Zukunft Staus an der Mautstelle bilden. Es bietet sich an, an den Stauenden Stauwarnung zu betreiben und mehrere Anzeigequerschnitte mit Wechselverkehrszeichen im Stauvorfeld anzuordnen, die im aktuellen Staufall die Kraftfahrer vor dem Stauende warnen.

Die Schaltung der Stauwarnung sollte automatisch erfolgen, sobald sich vor der Mautstelle ein Stau bildet, der über den dort angeordneten, statischen Geschwindigkeitstrichter hinausreicht. Hierzu ist es notwendig, den Stau im Vorfeld der Mautstelle automatisch zu erfassen. Dies kann mit Hilfe von Induktionsschleifen erfolgen, die in regelmäßigen Abständen (ca. 1km) zwischen der Mautstelle und der Stelle anzubringen sind, bis zu der sich stromaufwärts der maximal zu erwartende Stau fortpflanzen wird. Prinzipiell sieht die Ausstattung dieses Systems ähnlich aus wie die Stauwarnung vor dem Roppener- und Milser Tunnel. Eventuell können die vorhandenen Kameras, mit denen das Vorfeld der Mautstelle überwacht wird, zur Verkehrsdatenerfassung eingesetzt werden. Entsprechende Bildauswerteverfahren sind bereits auf dem Markt.

Das System arbeitet vollautomatisch und besteht aus den folgenden Komponenten:

- ca. 6 bis 8 Meßquerschnitte zur Stauerfassung
- 12 Wechselverkehrszeichen (je 3 x 2 pro Fahrrichtung) mit Rohrpfosten
- Verkabelung und Verknüpfung mit einer Steuerzentrale
- Hard- und Software für eine Steuerzentrale.

Für dieses System ist mit Investitionskosten zwischen 3,0 und 4,0 Mio. ÖS zu rechnen. Bei einer Lebensdauer von 10 Jahren und einem Zinssatz von 3% p.a. ergeben sich jährliche Investitionskosten zwischen 350 und 470 Tausend ÖS. Als jährliche Kosten für Betrieb, Wartung und Unterhalt sind ca. 250 Tausend ÖS anzusetzen.

## 6.5 Fernpaß

Die B314 zwischen Reutte und Telfs über den Fernpaß stellt ein klassisches Beispiel für einen Engpaß im Straßennetz dar. Von deutscher Seite wird der Verkehr auf der BAB A7 heute bis kurz vor die Grenze, demnächst - nach Fertigstellung der Umgehung Füssen - direkt bis zur Grenze herangeführt (siehe Abbildung 41)

Die Bundesstraße auf österreichischer Seite verkräftet - zumindest in den Hauptreisezeiten - bei weitem nicht die Verkehrsmengen, die diesen Engpaß passieren wollen. Die B314 wurde in der Vergangenheit bereits ausgebaut: eine Ortsumgehung Reutte wurde geschaffen und durch den Lermooser Tunnel wurde die Ortsdurchfahrt Lermoos entlastet. Darüberhinaus ist ein weiterer Ausbau mit großzügigerer Trassierung geplant. Da von österreichischer Seite kein autobahnähnlicher Ausbau dieses Streckenabschnitts geplant ist, wird dieser Abschnitt - insbesondere der Fernpaß selbst zwischen Lermooser Tunnel und Nassereith - ein Engpaß bleiben.

Gemäß dem Stauabfertigungssystem vor dem Tauerntunnel ist auch für den Fernpaß eine Korridorabfertigung für den Verkehr angedacht. Hier sehen die Gutachter folgende Schwierigkeit:

Die Strecke ist sehr lang und hat viele Zu- und Abflüsse, sodaß die Kontinuität des Verkehrs nicht über den gesamten Streckenabschnitt gewahrt bleibt. Außerdem ist die Notwendigkeit den Verkehrsablauf aufrecht zu erhalten bei weitem nicht so dringend wie in einem Tunnel (Lüftungsproblem). Es scheint deshalb fraglich, ob durch solche Blockabfertigungen eine Verbesserung des Verkehrsablaufs erreicht werden kann, oder ob die negativen Effekte überwiegen. Dies müßte in einer gesonderten Untersuchung detailliert geprüft werden.

Abgesehen von einer solchen Lösung mit Korridorabfertigung, besteht die Möglichkeit einer großräumigen Umleitung des Durchgangsverkehrs zwischen Memmingen (Deutschland) und Innsbruck bzw. Landeck. Als Alternativroute kommt die Strecke Memmingen-Bregenz-Feldkirch-Landeck in Frage. Eine Gegenüberstellung der beiden Routen im heutigen Zustand bringt folgendes Ergebnis:

	Normalroute		Alternativroute	
	Länge in km	Fahrzeit in h	Länge in km	Fahrzeit in h
Autobahn	48	0,53	132	1,50
Bundesstraße (zügig befahrbar)	20	0,33	78	1,30
Bundesstraße (nicht zügig befahrbar)	42	1,40	-	-
Summe	110	2,26	210	2,80

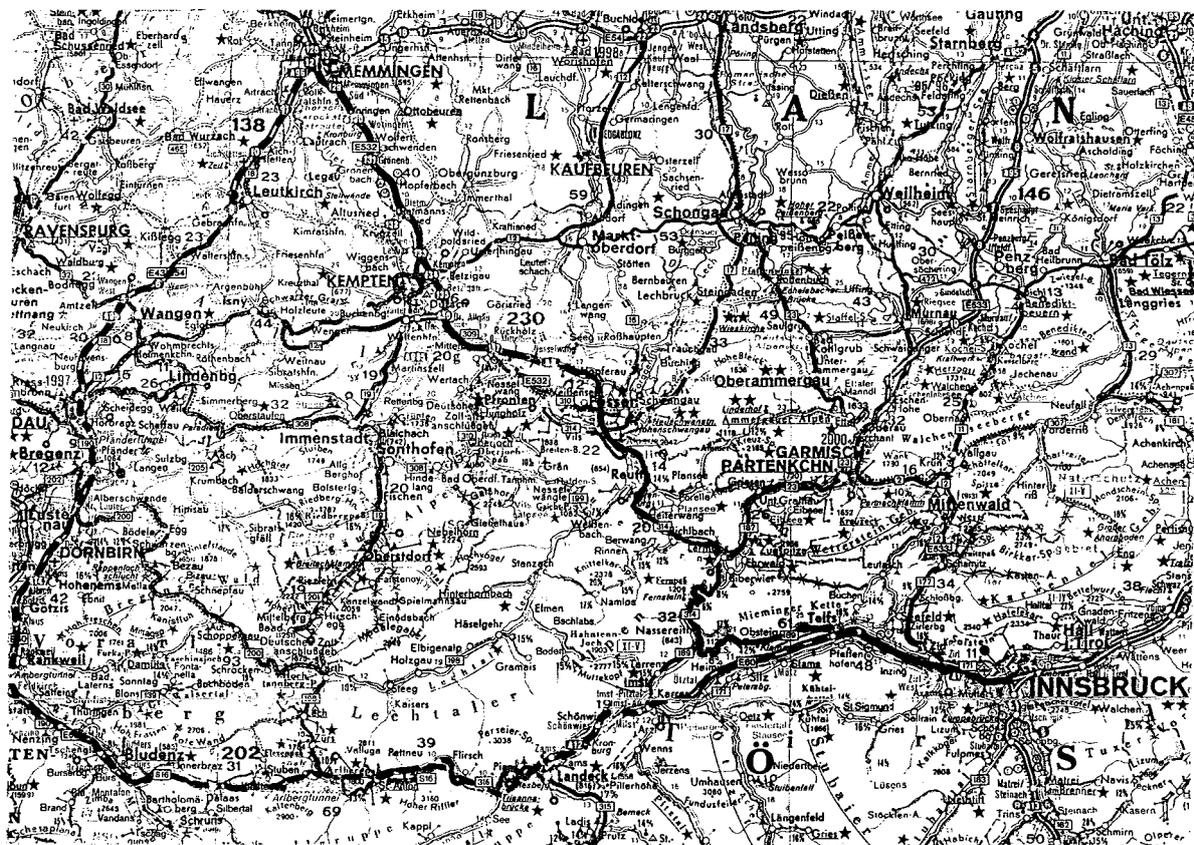
Nach der in einigen Jahren zu erwartenden Fertigstellung der Umfahrung Füssen und Schließung der Autobahnücke A96 bei Leutkirch ändert sich diese Gegenüberstellung wie folgt:

	Normalroute		Alternativroute	
	Länge in km	Fahrzeit in h	Länge in km	Fahrzeit in h
Autobahn	58	0,65	152	1,70
Bundesstraße (zügig befahrbar)	20	0,35	58	0,97
Bundesstraße (nicht zügig befahrbar)	32	1,07	-	-
Summe	110	2,07	210	2,67

In beiden Fällen ist der Weg über die Alternativroute etwa 100 km länger und man benötigt für die Fahrzeit etwa eine gute halbe Stunde mehr, ist jedoch zügiger befahrbar, sodaß eine solche Maßnahme durchaus erwägenswert ist. So ist es vorstellbar, daß ein Teil des Verkehrs über Bregenz umgeleitet werden kann und diese Umleitung auch akzeptieren wird, wenn die Stauungen auf dem Streckenabschnitt über den Fernpaß entsprechend große Dimensionen annehmen. Für die Realisierung dieser Netzbeeinflussung ist jedoch die Kooperation der zuständigen Behörden in den Nachbarländern Vorarlberg, Bayern und Baden-Württemberg erforderlich, da bei Umleitung der Verkehr über die dortigen Straßen geführt wird.

Für diese Maßnahme kann im jetzigen Stadium noch keine Kostenschätzung abgegeben werden.

Abbildung 41 Normal- und Alternativroute: Fernpaß



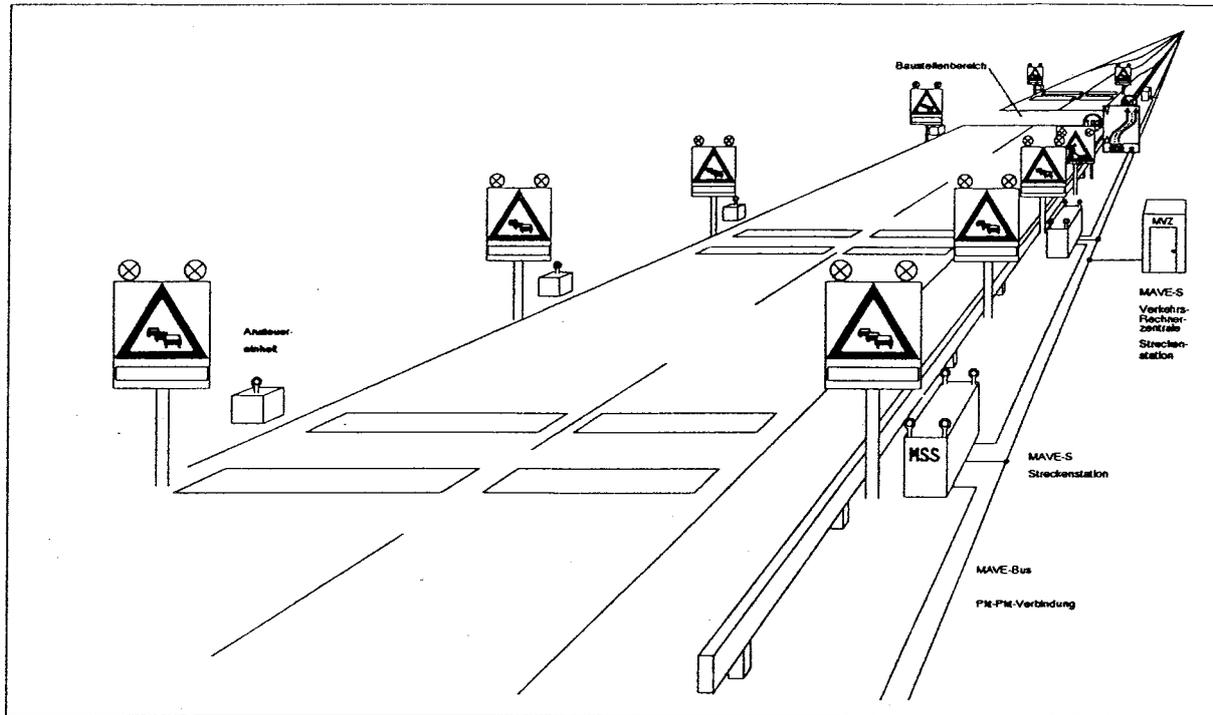
Normalroute: —————  
 Alternativroute: - - - - -

### 6.6 Baustellen

Aufgrund der Topographie sind die Tiroler Autobahnen mit einer Vielzahl von Brückenbauwerken ausgestattet, an denen häufig Reparaturarbeiten anfallen. Deshalb sind oft Baustellen einzurichten. Diese stellen häufig Ursache für Stauungen und damit Unfallschwerpunkte dar.

Um diese zu entschärfen, ist der Einsatz von mobilen Stauwarnanlagen sinnvoll. Solche Anlagen arbeiten und reagieren wie die in Kapitel 6.2 bis 6.4 vorgestellten Stauwarnanlagen: auf der Basis der aktuell erhobenen Verkehrsdaten im stromabwärtigen Streckenabschnitt wird mit Hilfe von Wechselverkehrszeichen an einem Querschnitt die Geschwindigkeit u.U. gedrosselt bzw. vor Stau gewarnt (siehe Abbildung 42).

Abbildung 42 Schema einer mobilen Stauwarnanlage



Quelle: AVE

Der Unterschied zu den oben beschriebenen Einrichtungen besteht in der Umsetzbarkeit der mobilen Anlagen. Bei diesen Anlagen werden die erforderlichen Kabel zwischen den einzelnen Komponenten nicht in Erde verlegt, da es sich nur um eine provisorische Maßnahme handelt, sondern in den Schutzplanken angebracht. Somit entfallen die Tiefbauarbeiten weitgehend. Auch bei den anderen Komponenten wie Anzeigevorrichtungen und Steuerzentrale vor Ort wird darauf geachtet, daß sie mit möglichst wenig Aufwand wieder abgebaut, umgesetzt und woanders wieder aufgebaut werden können.

Solche Anlagen waren bisher in den Ländern Baden-Württemberg und Bayern - teilweise erfolgreich - im Einsatz:

Einsatzzeitraum	BAB	Ort	Besonderheiten	Komponenten
-1995	A81	Engelbergtunnel bei Stuttgart		6 bis 8 AQ
1988-1994	A5	AS Rastatt	Datenerfassung mit Radar, Datenübertragung per Funk	7 AQ
1992	A9	AS Rudolphstein	Datenübertragung zum Mittelstreifen per Funk	?
1993-1994	A6	AS Langwasser	- " -	4 MQ, 7 AQ

Vorher-/Nachher-Untersuchungen bei den Anlagen auf der A5 (AS Rastatt) und auf der A6 (AS Langwasser) haben einen Unfallrückgang um ca. ein Drittel ergeben. An den o.g. Einsatzstellen wurden - wenn nicht anders aufgeführt - Induktionsschleifen zur Meßdatenerfassung verwendet. Die eingefrästen Schleifen sind jedoch nicht umsetzbar. Sofern Schilderbrücken für die Anzeigequerschnitte eingesetzt werden, ist der Einsatz von Radartechnik möglich. Außerdem wurde inzwischen von verschiedenen Herstellern ein Videobildauswerteverfahren zur Verkehrsdatenerfassung entwickelt, das sich für diese Zwecke anbietet.

Ein solches System würde aus folgenden Komponenten bestehen:

- 4 Meßquerschnitte zur Stauerfassung
- 7 Anzeigequerschnitte (beidseitig) mit Wechselverkehrszeichen auf Rohrpfosten
- Verkabelung und Verknüpfung mit einer Steuerzentrale
- Hard- und Software der Steuerzentrale und Unterbringung in einem Container.

Die Kosten für den Einsatz eines solchen Systems setzen sich zusammen aus

- Investitionskosten und
- laufenden Kosten (Wartungs- und Energiekosten)
- Umsetzungskosten (Abbau, Zwischenlagerung und Wiederaufbau).

Als erstmalige Investitionskosten ist für eine umsetzbare Stauwarnanlage bestehend aus den o.g. Komponenten mit 4,0 bis 5,0 Mio. ÖS zu rechnen. Davon sind - je nach Art der Verkehrsdatenerfassung und Datenübertragung - zwischen 70 und 80% umsetzbar, d.h. nach Beendigung der Baustelle wiederverwendbar; der Rest muß innerhalb der Bauzeit abgeschrieben werden. Die wiederverwendeten Teile können in der Regel auf 3 oder 4 verschiedenen Baustellen eingesetzt werden; dann sind sie meist verbraucht. Die Kosten für Betrieb, Wartung und Unterhalt sind mit ca. 250 Tausend ÖS pro Jahr anzusetzen. Beim Umsetzen der Anlage fallen Ersatzbeschaffungen in der Größenordnung von ca. 1,0 Mio. ÖS und Kosten für das Umsetzen von ca. 0,5 Mio. ÖS an.

## **6.7 A12/A13 Kufstein-Brenner**

Um Stauungen im Streckenabschnitt A12/A13 zwischen Kufstein und Brenner zu vermeiden, besteht die Möglichkeit, den Verkehr großräumig umzuleiten. Adäquate Umleitungsrouten bestehen nur außerhalb Tirols; deshalb ist für eine solche Netzbeeinflussung die Kooperation der umliegenden, jeweils betroffenen Nachbarländer erforderlich. Zum Brenner werden großräumig 2 grundsätzliche Alternativmöglichkeiten gesehen:

- Zwischen München und Verona bzw. Bologna kommt als Alternativroute die Strecke über Salzburg-Villach-Venedig in Frage:

	über Brenner	über Tauern
Rosenheim-Verona	362 km	615 km
Rosenheim-Venedig	468 km	506 km
Rosenheim-Bologna	494 km	647 km

Das Ergebnis eines Entfernungsvergleichs und die Tatsache, daß am Tauerntunnel noch weniger Leistungsreserven vorhanden sind als am Brenner, führen zu folgendem Schluß:

Aufgrund der Netzstruktur kommt lediglich die Verlagerung des Zielverkehrs östlich von Padua in Frage, in den anderen Fällen ist der Umweg über die Tauern zu beträchtlich, um wenigstens eine geringe Akzeptanz der Umleitung durch die Verkehrsteilnehmer zu erwarten. Entsprechendes gilt für die umgekehrte Fahrtrichtung.

Zwischen Karlsruhe und Bologna kommt als Alternative die Strecke Basel-Luzern-St. Gotthard-Mailand in Frage:

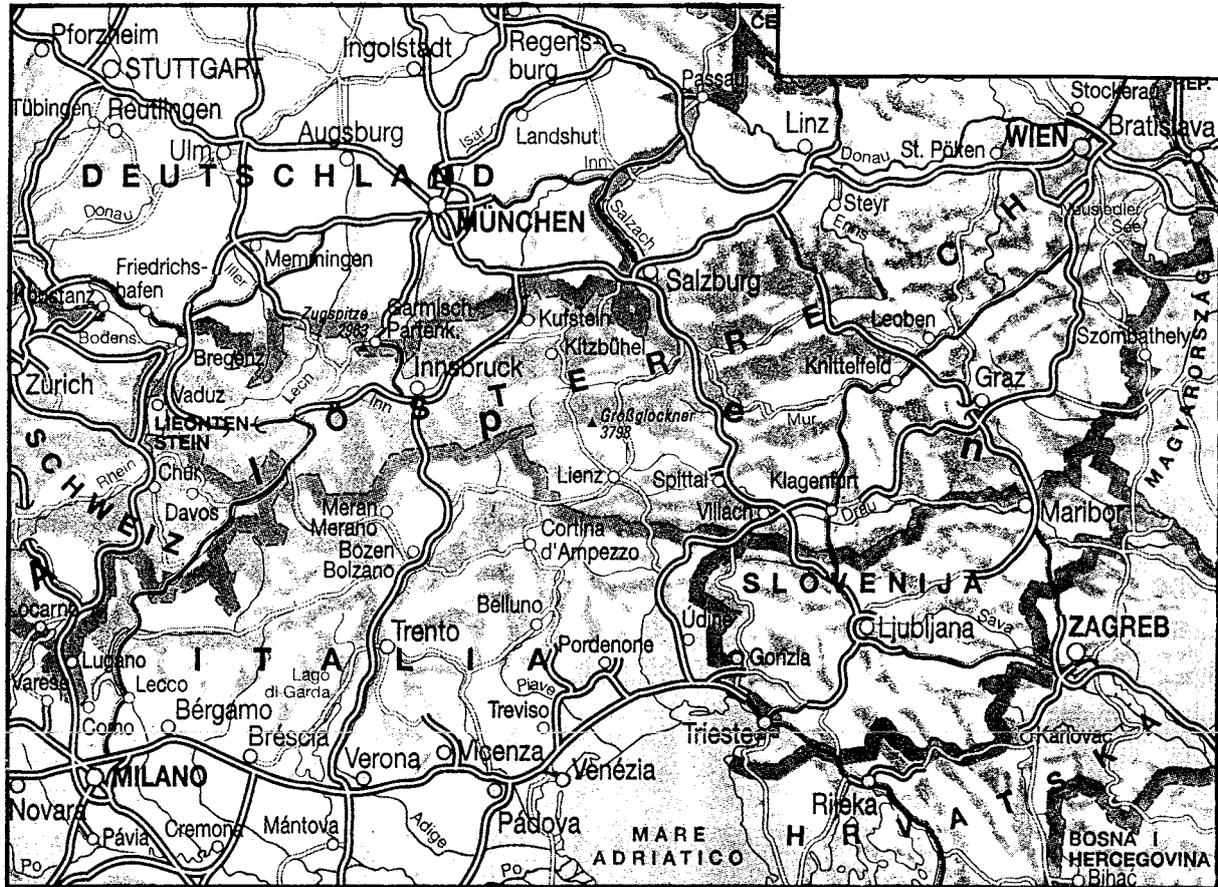
	über Brenner	über St. Gotthard
Karlsruhe-Verona	709 km	686 km
Karlsruhe-Bologna	841 km	779 km

Wie der Entfernungsvergleich zeigt, ist die Gotthardroute für die Verkehrsbeziehungen zwischen dem Bereich nordwestlich von Karlsruhe und Norditalien mit Ausnahme des Trentino entfernungsmaßig immer günstiger. Hindernis - allerdings eher für den Güterverkehr - ist die Tatsache, daß die Schweiz kein EU-Land ist.

Für den Verkehr aus dem Stuttgarter Raum hat die Gotthardroute (Stuttgart-Winterthur-Zürich-St. Gotthard-Mailand) den Nachteil, daß in der Schweiz einige Streckenabschnitte im Autobahnnetz fehlen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß zwar großräumige Umleitungsmöglichkeiten existieren, eine Überprüfung, ob diese den umzuleitenden Mehrverkehr verkraften und somit eine Umleitung überhaupt sinnvoll ist, jedoch aufgrund der Vielzahl der beteiligten Institutionen in absehbarer Zeit nicht lösbar erscheint. Aus diesem Grund ist es zwar sinnvoll, Informationen über eventuelle Störungen am Brenner bekannt zu geben, unmittelbare Umleitungsempfehlungen wird man jedoch nicht aussprechen können.

Abbildung 43 Kartenausschnitt für die großräumige Alternative zur Brennerroute



## 6.8 Verkehrsmeldezentrale und RDS/TMC-Pilotversuch

Um den Meldevorgang von aktuellen Verkehrsstörungen (vgl. Abbildung 18 in Kapitel 3) zu beschleunigen und somit die Verkehrsteilnehmer frühzeitig und schnellstmöglich über die aktuelle Verkehrssituation zu informieren, bietet es sich an, einzelne Schritte dieses Vorgangs zu automatisieren und eine Vernetzung der an dem Vorgang beteiligten Institutionen vorzunehmen.

Die heute während des Meldevorgangs entstehende Zeitverzögerung zwischen einem Störfall und der Rundfunkmeldung setzt sich aus dreierlei Zeitverlusten zusammen:

- der erste Zeitverzug entsteht, bis die Meldung einer Störung durch Gendarmerie, Straßenmeisterei oder Verkehrsteilnehmer in der Verkehrsmeldezentrale eingeht

- der zweite Zeitverzug entsteht in der Verkehrsmeldezentrale, die Zeit benötigt, bis sie die Meldung an den Rundfunk übermittelt
- der dritte Zeitverzug entsteht in der Rundfunkanstalt, bis diese die Meldungen sendet.

Der erste Schritt ließe sich beschleunigen, indem Meßschleifen zu einer automatischen Erfassung der aktuellen Verkehrssituation - je nach Störanfälligkeit des Streckenabschnitts im Abstand von ca. 2 bis 5 km - auf den Tiroler Autobahnen installiert würden. Anzustreben ist eine möglichst flächendeckende Erfassung. Dieses Meßstellennetz kann Schritt für Schritt aufgebaut werden.

Diese Verkehrsdaten sollten vor Ort aggregiert und im Abstand von wenigen Minuten in die Verkehrsmeldezentrale übertragen werden, wo sie auf Plausibilität überprüft und weiter aufbereitet werden. Diese Aufbereitung besteht unter anderem

- in dem Vergleich der Daten mit historischen Ganglinien der gleichen Meßstellen und der Interpretation der Differenzen sowie
- in dem Einarbeiten von händisch eingegebenen Meldungen durch die Straßenmeistereien und die Gendarmerieposten.

Für die Aufbereitung ist entsprechende Hard- und Software in der Verkehrsmeldezentrale erforderlich. Außerdem ist es sinnvoll, die maßgebenden Straßenmeistereien sowie die Gendarmerieposten in einem Netzwerk mit der Verkehrsmeldezentrale zu verknüpfen, damit die Meldungen, die von diesen Institutionen eingegeben werden, unmittelbar im Rechner der Verkehrsmeldezentrale auflaufen und dort sofort weiterverarbeitet werden können.

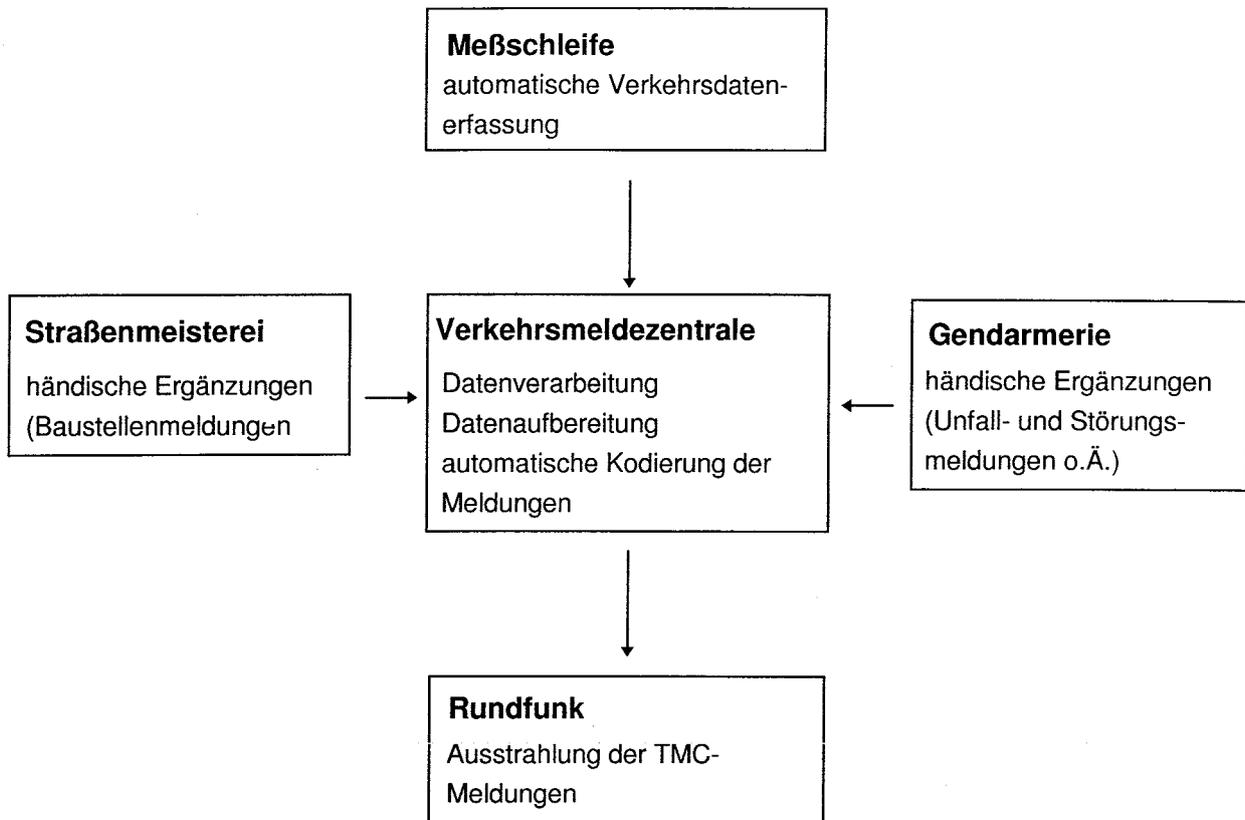
In der Verkehrsmeldezentrale könnten auch die Verkehrsstörungen zu kodierten Verkehrsmeldungen verarbeitet werden. Die Weiterleitung der Meldungen von der Verkehrsmeldezentrale über den Rundfunk zum Verkehrsteilnehmer könnte vollständig automatisiert werden, indem der ÖAMTC, ARBÖ und ORF auch in dieses Netzwerk einbezogen werden, und die Meldungen der Verkehrsmeldezentrale unmittelbar nach ihrer Entstehung erhalten. Auf diese Weise würde der zweite Schritt beschleunigt werden.

Die dritte Zeitverzögerung erfolgt durch fest vorgegebene Sendezeiten der Rundfunkanstalten. Um diese zu umgehen und um die Hörer nicht mit einer Vielzahl von Meldungen zu überfluten, wurde der TMC (traffic message channel) im RDS (radio data system) entwickelt. Auf diesem Verkehrsmeldungskanal werden die digital kodierte Verkehrsfunkmeldungen permanent - aber unhörbar und parallel zum Rundfunkprogramm - übertragen. Dadurch sind die Meldungen stets aktuell und zuverlässig. Ein Endgerät im Fahrzeug wandelt die codierten Meldungen in eine Sprachausgabe um. Der Autofahrer muß hierfür vor Antritt der Fahrt die Bereiche selektieren, die er durchfahren will, und erhält so nur die für ihn relevanten Meldungen, die außerdem über die Dauer ihrer Gültigkeit im Gerät gespeichert bleiben, sodaß sie jederzeit abrufbar sind.

Zur Zeit findet ein Pilotversuch statt, an dem u.a. die Länder Baden-Württemberg und Bayern beteiligt sind. Die Landesregierung in Vorarlberg drängt ebenfalls auf einen Feldversuch (siehe oben). Für das Land Tirol würde es sich empfehlen, sich diesem Versuch anzuschließen.

Die Kosten für eine solche Verkehrsmeldezentrale sowie die Kosten für die Teilnahme an einem solchen RDS/TMC-Feldversuch lassen sich in diesem Planungsstadium noch nicht quantifizieren; der Hauptkostenfaktor ist in den Personalkosten zu sehen. Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Planungsphase wegen der Vielzahl der beteiligten Stellen langwierig sein kann. Eine stufenweise Einführung ist deshalb notwendig (Stufe 1: automatischer Datenaustausch; Stufe 2: gemeinsame (virtuelle) Zentrale der Gendarmerie, der Verkehrsclubs und des Landes).

Abbildung 44 Darstellung des Informationsflusses



## 7 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE WEITERE ARBEIT

Die Situation in Tirol ist noch nicht so ernst, daß im Moment an umfassende Lösungen gedacht werden muß. Es ist aber notwendig, an einzelnen Stellen mit dem Aufbau von verkehrstelematischen Systemen zu beginnen, deren Architektur ein langfristiges Zusammenwachsen ermöglicht.

Zusammenfassend läßt sich folgendes festhalten:

- Engpässe bzw. Unfallschwerpunkte befinden sich zur Zeit auf der A12 im Bereich Innsbruck, an lokal wechselnden Autobahnbaustellen sowie im Zuge der B314 am Fernpaß; bei Stau entwickeln sich Gefahrenstellen am Roppener- und Milser Tunnel bei Imst; Rückstaus gibt es in Spitzenverkehrszeiten regelmäßig an der Mautstelle Schönberg.

- Zur Entschärfung der Unfallschwerpunkte werden mehrere kleinere Anlagen mit Stauwarnung empfohlen; zur Absicherung der Baustellen empfiehlt sich u.U. die Anschaffung einer mobilen, umsetzbaren Stauwarnanlage, die jeweils an den kritischsten Punkten eingesetzt werden kann.
- Der Einsatz von Wechselwegweisungsanlagen verbietet sich aufgrund fehlender adäquater Alternativrouten. Lediglich großräumig, d.h. unter Einbeziehung des Straßennetzes der angrenzenden Länder (Vorarlberg, Bayern und Baden-Württemberg oder Schweiz und Italien) ergeben sich Alternativen, die jedoch hinsichtlich ihrer Kapazität teilweise auch sehr fraglich sind. Diese Lösungsmöglichkeiten erfordern für ihre Realisierung vorab Kontaktaufnahme mit den entsprechenden Ländern.
- Eine Verlagerung des Brennerverkehrs auf die Schiene kommt nur in Rosenheim oder Kufstein in Betracht und ist somit nur großräumig wirksam. Die Kapazitäten auf der Schiene sind im Unterinntal jedoch auch ausgeschöpft; Verkehrsverlagerungen machen den Ausbau der Strecke erforderlich.
- Es ist anzustreben, umfassende Informationen über Baustellen und die Prognosen des ÖAMTC hinsichtlich der Staulängen und Stauzeiten verschiedenen Ausgabemedien (Verkehrsfunk, Supernummer) bereitzustellen.
- Zur schnellen Erfassung der aktuellen Verkehrssituation wird empfohlen, zumindest störanfällige Abschnitte des Autobahnnetzes mit Meßstellen auszurüsten, an denen die aktuelle Verkehrssituation und eventuelle Störfälle automatisch detektiert werden.
- Zur Beschleunigung des Meldevorgangs wird empfohlen, eine Verkehrsmeldezentrale einzurichten und mit den Informationszulieferungsstellen (maßgebende Straßenmeistereien und Gendarmerieposten) sowie mit den Informationsausgabestellen (Rundfunkanstalten) zu vernetzen. Als Standort bietet sich die Verkehrsmeldestelle Zirl an. Dort werden die automatische Datenerfassung und die händisch eingegebenen Meldungen der Straßenmeistereien und der Gendarmerieposten verarbeitet und als Verkehrsmeldungen kodiert.
- Tirol sollte sich an der RDS/TMC-Voruntersuchung im Rahmen des Projekts *Corvette* beteiligen.
- Zur Abflachung von Verkehrsspitzenzeiten (Ferienverkehr) sollte durch politische Lobbyarbeit versucht werden, Ferienwohnungs- und Hotelzimmerwechsel zu flexibilisieren.

Eine genaue Priorisierung ist ohne detaillierte Untersuchungen zu Kosten und Nutzen nicht möglich. Es erscheint den Gutachtern aber, daß die Verbesserung der Informationsbereitstellung, gerade für den

Verkehr zwischen Deutschland und Italien, Priorität haben sollte, gefolgt von den Maßnahmen zur Verbesserung der verschiedenen Unfallschwerpunkte.

## 8 DANKSAGUNG

Die Autoren möchten sich bei den folgenden Kollegen für Ihre Gesprächsbereitschaft und Ihre Bereitschaft, uns Unterlagen zur Verfügung zu stellen, bedanken (in alphabetischer Reihenfolge):

- Dr.-techn. Estermann, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien
- Ing. Griesser, Alpenstraßen AG, Autobahnmeisterei Plon
- HR Dipl.-Ing. Hartlieb, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Ing. Huter, Kuratorium für Verkehrssicherheit, Innsbruck
- ADir Klein, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Dr.-Ing. Krause, Bundesministerium für Verkehr, Bonn
- Dipl.-Vw. Lambrecht, Wirtschaftskammer Tirol, Innsbruck
- Hr. Meier, ARBÖ, Innsbruck
- OR Dipl.-Ing. Milborn, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Mag. Niedermoser, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- MR Dr.-techn. Novakowski, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien
- HR Dr.-techn. Ott, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Dipl.-Vw. Ploner, ÖAMTC, Innsbruck
- OLt Rainer, Landesgendarmierkommando Tirol, Innsbruck/Zirl
- SR Dipl.-Ing. Rebernik, Stadtmagistrat Innsbruck
- Dipl.-Ing. Rhomberg, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Dipl.-Ing. Schmutzhart, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Dr.-techn. Schock, ÖSAG, Salzburg
- Dipl.-Ing. Schuchter, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Dr.-techn. Schumacher, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Dipl.-Ing. Suchentrunk, Amt der Tiroler Landesregierung, Imst
- HR Dipl.-Ing. Stinglhammer, Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg
- Dipl.-Ing. Tauber, Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz
- MR Dipl.-Ing. Tschochner, Oberste Bayerische Baubehörde, München
- Generaldirektor Unterholzner, Alpenstraßen AG, Innsbruck
- Generaldirektor Willeit, Autostrada del Brennero, Trient
- Dipl.-Ing. Wieser, Alpenstraßen AG, Innsbruck
- Dr.-techn. Zimmerer, Stadtmagistrat, Innsbruck

## 9 LITERATUR

- Autobahnamt Frankfurt (1990) Verkehrsbeeinflussungsanlage A5, Bad Homburg - Frankfurt - Verkehrstechnische Untersuchung, Autobahnamt Frankfurt, Frankfurt.
- Autobahndirektion Nordbayern (1993) Auswertungen zum Unfallgeschehen im Bereich der Linienbeeinflussungsanlage A3 Erlangen, Autobahndirektion Nordbayern, Nürnberg.
- Autobahndirektion Südbayern (1992) Verkehrsleitsystem München-Nord A9/A92/A99, Autobahndirektion Südbayern, München.
- AVE (ohne Jahr): Innovatives Verkehrsmanagement MAVE-S, Firmenprospekt, Aachen.
- Balz, W. (1994) Nebelwarnsystem A8, Hohenstadt-Riedheim - Wirkungsanalyse, PTV Consult, Stuttgart.
- Balz, W. (1995): Wirkungen kollektiver Verkehrsbeeinflussungsanlagen, *Straßenverkehrstechnik*, 39 (7) 301-309.
- Heusch-Boesefeld (1992) Tidal Flow Systems, Endbericht an die Europäische Commission, Consortium V1020, Hamburg.
- Deutsche Aerospace (ohne Jahr) Regionales Verkehrsleitsystem Flughafen Frankfurt/Main, Deutsche Aerospace, München.
- Deutsche Aerospace (ohne Jahr): Verkehrsleitsysteme auf den Bundesautobahnen in Nordbayern, Deutsche Aerospace, München.
- ERTICO (1995) TELTEN, Bericht an die Europäische Kommission, DG XIII, Brüssel.
- Kehrein, G. (1990) Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen, Vortrag bei einem Kolloquium der Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 25.01.1990, Bonn.
- Institut für Verkehr und Tourismus (IVT) (1996) Tiroler Verkehr in Zahlen 1995, Institut für Verkehr und Tourismus, Innsbruck.
- Kayser, H.J. und S. Krause (1986) Verkehrslenkungssystem Dernbacher Dreieck und Autobahnkreuz Koblenz - Überprüfung und Bewertung, *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, 491, Bundesministerium für Verkehr, Bonn.
- Landesamt für Strassenwesen Baden-Württemberg (1992) Nebelwarnsystem und Streckenbeeinflussung auf der A8 Hohenstadt-Riedheim, Landesamt für Straßenwesen, Stuttgart.
- Landschaftsverband Rheinland und Rheinisches Autobahnamt (1995) Verkehrsbeeinflussungsanlage A3; LVR-Pressestelle Köln, Mai 1995.
- Leutzbach, W. und PTV Consult (1992) Rationalisierung der Entwürfe und der Ausschreibung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Endbericht Forschungsvorhaben FE 03.298R91I an des Bundesministerium für Verkehr, Karlsruhe und Stuttgart.
- Leutzbach, W. und W. Maier (1987) Untersuchung des verkehrswirtschaftlichen Nutzens einer Baustelle mit Richtungswechselbetrieb (Schiersteiner Brücke); *Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik*, 495, Bundesministerium für Verkehr, Bonn.
- Munich COMFORT (1995) Munich COMFORT: Kooperatives Verkehrsmanagement für München und die Region, Oberste Baubehörde, Bayerisches Innenministerium, München.
- PTV Consult und E. Lust (1993) Pilotprojekt A2/A21, Konzept zur Verkehrsbeeinflussung und Verkehrsüberwachung, PTV Consult und Ingenieurbüro Lust, Wien, Stuttgart.
- Schulz, H.-J. (1996) Minutes of the 1. InfoTEN Consortium Meeting, Heusch-Boesefeldt, München.
- Steierwald, G. *et al.* (1971) Automatische Straßenverkehrszählung Jahresauswertung 1970, Ministerium für Bauten und Technik, Wien.

- Steierwald, G. *et al.* (1976) Automatische Straßenverkehrszählung Jahresauswertung 1975, Ministerium für Bauten und Technik, Wien.
- Steierwald, G. *et al.* (1981) Automatische Straßenverkehrszählung Jahresauswertung 1980, Ministerium für Bauten und Technik, Wien.
- Steierwald, G. *et al.* (1986) Automatische Straßenverkehrszählung Jahresauswertung 1985, Ministerium für Bauten und Technik, Wien.
- Steierwald, G. *et al.* (1991) Automatische Straßenverkehrszählung Jahresauswertung 1990, Ministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien.
- Steierwald, G. *et al.* (1995) Automatische Straßenverkehrszählung Jahresauswertung 1994, Ministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien.
- Steierwald, G. und W. Füsseis (1989) Erweiterung der Blockabfertigung am Tauerntunnel, Gutachten für die Tauern Autobahn AG, Wien.
- Steierwald Schönharting und Partner (1991): Verkehrsleitsystem Flughafen Frankfurt/Main (Regionales Leitsystem), Steierwald Schönharting und Partner, Stuttgart.
- Themenarbeitskreis Verkehrsmanagement (1994) Pilotprojekt "Bayernweites Verkehrsmanagement BAYERNINFO", Teilbericht im Rahmen von *Bayern Online: Konzept für ein Datenhochgeschwindigkeitsnetz und neue Kommunikationstechnologien in Bayern*, Bayerische Staatskanzlei, München.
- Tschochner, G. (1992) Die "intelligente Straße" - Erste Erfahrungen, *Bau intern*, (11) 254.
- Zackor, H. und W. Balz (1984) Verkehrstechnische Funktionen des Leitsystems, *Straßenverkehrstechnik*, **28** (1) 5-9.
- Zackor, H., W. Balz und T. Pischner (1985) Quantifizierung der Wirkungskomponenten von Verkehrsbeeinflussungssystemen, *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, **434**, Bundesministerium für Verkehr, Bonn.

## APPENDIX A ZÄHLSTELLEN UND GERÄTEVERZEICHNIS

ZÄHLSTELLE NUMMER	NAME	LAGE	GERÄT ART	GERÄT TYP	ZÄHLART
36	STRENGEN	B314 km 5,20	WABCO	ZÄHLER	K
38	SCHARNITZ	B177 km 17,92	WABCO	ZÄHLER	K
42	ACHENKIRCH	B181 km 25,30	WABCO	ZÄHLER	K
43	MUSAU	B314 km 59,70	ave	L/MT10-M	MGK
44	IMST	B171 km 135,20	WABCO	LVC	L
45	MATREI	A13 km 15,47	PAT	AVC-100	MGK
46	VOMP	A12 km 53,10	INGENTRA	DMOS-C88AM	LGK
48	LIENZ	B100 km 105,80	WABCO	ZÄHLER	K
105	FELBERTAUERN T.	B108 km 14,00	MAUT	TUNNEL	L
123	SÖLDEN	B186 km 33,40	WABCO	ZÄHLER	K
126	IMST	A12 km 132,50	INGENTRA	DMOS-C88AM	LGK
127	GUNDHABING	B170 km 27,10	INGENTRA	DMOS-C88AM	LGK
156	PERJEN T.	S16 km 1,80	SIEMENS	TUNNEL	L
159	BRENNERSEE	A13 km 32,40	PAT	AVC-100	MGK
160	BRENNERSEE	B182 km 34,60	PAT	AVC-100	MGK
162	BRETTFALL T.	B169 km 2,00	PAT	AVC-100	MGK

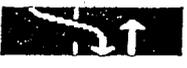
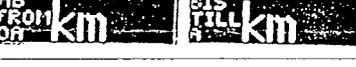
K ... NUR KFZ - ZÄHLUNG  
 L ... ZUSÄTZLICH LKW-ZÄHLUNG (LÄNGENUNTERSCHIEDUNG)  
 LGK ... ZUSÄTZLICH LKW-ZÄHLUNG UND GESCHWINDIGKEITSKLASSIERUNG  
 MGK ... ZUSÄTZLICH MEHRFACHFAHRZEUGARTEN- (MUSTER-) ERKENNUNG UND  
 GESCHWINDIGKEITSKLASSIERUNG

## APPENDIX B SCHALTBILDER DER INFORMATIONSTAFELN AUF DER INNTALAUTOBAHN

Abbildung 45 Schaltbilder der Informationstafeln

Nr.	Kurz Bezeichnung	Lang Bezeichnung	GF-Überschrift	GF-Zeichen	LED-Matrix
1	LEER		Brenner Autobahn A13 E45	leer	leer
2	GEF-GST	Allg. Gefahrenzeichen, Geisterfahrer	wie oben		 "Geisterfahrer"
3	SL-EIS	Schleuder- gefahr, Glatteis	wie oben		"Glatteis"
4	ST-UNF	Stau, Unfall	wie oben		"Unfall" 
5	ST-MT	Stau vor der Mautstelle	wie oben		"Vor der Mautstelle"
6	SW-EUBR	Seitenwind Europa- brücke	wie oben		"Europabrücke"
7	SL-REG	Schleuder- gefahr Regen	wie oben		
8	KE-L-A	Kettenpflicht LKW ab km	wie oben		 "LKW"
9	KE-L-B	Kettenpflicht LKW bis km	wie oben		 "LKW"
10	GV-A-B	Gegen- verkehr ab km - bis km	wie oben		
11	GEF-UNF	Allg. Gefahren- zeichen Unfall bei km	wie oben		 "Unfall"
12	ENG-UNF	Engstelle Unfall bei km	wie oben		 "Unfall"
13	BAU-GV	Baustelle Gegen- verkehr	wie oben		
14	BAU-B	Baustelle bei km	wie oben		 "BAU ST km"

Abbildung 45 Schaltbilder der Informationstafeln (Fortsetzung)

Nr.	Kurz Bezeichnung	Lang Bezeichnung	GF-Überschrift	GF-Zeichen	LED-Matrix
15	BAU-FWL	Fahrbahnwechsel links	wie oben		
16	BAU-FWR	Baustelle Fahrbahnwechsel rechts	wie oben		
17	BAU	Baustelle	wie oben		leer
18	BAU-A-B	Baustelle ab km - bis km	wie oben		
19	GEF-SCH	Allg. Gefahrenzeichen Schneefall	wie oben		
20	GEF-NEB	Allg. Gefahrenzeichen Nebel	wie oben		"Nebel"
21	KE-SCH	Kettenpflicht Schneefall	wie oben		
22	KE-N-S	Kettenpflicht Nebel Schneefall	wie oben		"Nebel"
23	GEF-N-S	Allg. Gefahrenzeichen Nebel Schneefall	wie oben		"Nebel"
24	FV-U-B	Fahrverbot Unfall bei km	wie oben		

## APPENDIX C VERKEHRSINFORMATIONSSYSTEM DER AUTOSTRADA DEL BRENNERO

Abbildung 46 Pressemitteilung der Autostrada del Brennero s.p.a.

autostrada del brennero s.p.a.



**Information technology and safety:** The Brennero Tollway's new operations centre enables every possible danger to be kept under control. And because of its difficult traffic conditions, layout and weather, the Brennero-Modena tollway is not an easy road.

## GREATER SAFETY WITH A NETWORK

The Brennero Tollway (A22) is the most important connecting road for motor vehicle transportation services running between Italy and the heart of Europe. In fact, this tollway is the Italian section of the Modena-Verona-Brennero-Innsbruck-Munich international highway system. Lorry traffic along this artery is always very heavy, and car traffic reaches extremely high seasonal peaks. Total traffic flow on the tollway numbered 32 million vehicles in 1990, and reached 41 million in 1993 - an upward trend that speaks for itself.

The 313 kilometres of tollway between Brennero and Modena represents the best route possible between these two locations. Beginning from an altitude of 1,375 meters at the Austria-Italy frontier (which makes this tollway the world's highest), you descend to Bolzano through the narrow Isarco river valley, while passing over boldly constructed road structures (101 bridges and viaducts with a total length of 33 kilometres). You then enter the Adige river valley, travel past Verona, and finally reach the Po river plain. The 29 tunnels on this tollway, which are mostly located between Brennero and Bolzano, have a total length of 12 kilometres. The tollway has 21 exits and 22 service areas (with fuel, bars and markets, 8 restaurants, 4 currency exchange offices and 5 tourist information centres, as well as other services).

To optimise the real-time supervision of the tollway and its weather conditions, as well as to facilitate the organisation and intervention of emergency services and traveller assistance, the Company has created a new Operations Centre at its Trento office. Because of its advanced information technology and the new ideas that have been included, the centre is a virtual landmark in its field.

The architecture of the road supervision system at the Tollway Operations Centre (TOC) has been designed with the specific goal of integrating the supervision and control of all the video, audio and data processing sub-systems operating on the tollway. The result is a truly innovative multimedia system that renders obsolete the way these services were formerly organised; that is, when the TOC was in charge of a group of specialised systems without being able to exchange information and data between them. Now, all data from the field is gathered and analysed by supervisory computers (network servers) and is available to the operator on his workstation.

The design and execution of the project were assigned to Italtel Telesis, an Italtel engineering and contracting company (in the IRI-Stet group) which develops

information technology programs for controlling traffic in urban and rural environments.

## THE ARCHITECTURE OF THE TOC

The computers installed at the TOC are connected into a network. A client-server architecture is used; that is, the servers make their resources (programs, data, printers) available in the form of network services that can be requested by other computer branch points (operator workstations and crisis centres), which are known as clients.

The same client can even be served by a number of servers at the same time. All computers, servers and clients are connected together by a high-performance network based on 64-bit RISC/UNIX technology.

The following are the main branch points in the network:

- Two network servers which provide computer services to all LAN branch points;
- Two supervisors that are dedicated to the surveillance and control of traffic, and which generally act as the interface with the peripheral systems in the field;
- Four operator stations which display important information (such as alarm or diagnostic messages) from the interfaced systems that constitute the routine activity of the Operations Centre;
- A crisis centre that performs supervisory functions under normal conditions, but which assumes decision making and coordinating functions during emergency situations;
- A workstation which is dedicated to the supervision and control of the network itself.

In order to increase the level of system availability, the network server and the supervisors are provided with total redundancy; that is, while the master computer is active, a second stand-by computer is ready to go on-line if the master computer malfunctions. Furthermore, planners adopted internationally recognised industrial standards when the system was designed.

**Operator stations:** The operator stations which are used to supervise and control the entire tollway are high-performance multimedia workstations based on 64-bit RISC/UNIX technology. Each operator can utilise two (19" and 28") high-resolution monitors, with keyboard and mouse. The first monitor is dedicated to providing the man-to-machine interface. The second monitor displays graphic illustrations of the sections of

## Abbildung 46      Pressemitteilung der Autostrada del Brennero s.p.a. (Fortsetzung)

tollway which are of interest at the moment, with real-time updating of information on traffic and weather conditions.

In particular, this remarkably sophisticated equipment can provide high-quality colour graphics, and the operator can also call upon a special terminal for the radio communications system. Finally, there is a multi-line telephone console, including an automatic unit for dialling numbers which are mouse-selected from lists that can be updated as required.

All information from the peripheral sub-systems connected to the TOC (such as alarm messages, calls from SOS columns, diagnostic messages, data on traffic and weather conditions, etc.) is available on the workstations. Both the network servers and the workstations are based on RISC technology and use the UNIX operative system.

The entire system was specially designed for high performance in terms of rapid processing speed and system response times, as well as for exceptional reliability and ease of operation; indeed, designers recognised that it must be possible for the system to be understood and operated by personnel who do not necessarily have a thorough knowledge of computer systems.

**The network and integrated peripheral systems:** The network computers in the TOC (operator workstations and servers) are physically connected to the tele-communications room which contains computers that act as the "front end" for the peripheral systems located along the tollway. Connection is made through a set of cables based on fibre optics technology, which is the optimum choice in this field of application. Data transfer between the branch points in the network is performed according to the communications standards in the ISO/OSI model. The FDDI network protocol is used, which is an LAN standard providing a transmission speed of 100 Mbit/sec.

The principal systems that are unified and managed by the new Operations Centre are:

**SOS system:** This system handles three types of calls from the SOS columns on the tollway: mechanical service, first aid, and emergency fire assistance. Furthermore, the operator in the TOC can speak directly with travellers calling from the SOS column.

**Multivideo monitoring system:** This is a closed-circuit television system that enables the tollway to be kept under constant surveillance. The operator can use the mouse and/or keyboard at his workstation to select and check TV cameras located along the tollway. He can also relay the video signal displayed on the monitors in the TOC to other points in the network, and record the signal on videotape recorders.

**Traffic/Data Monitoring System** (analysis of video information; microwave, inductive and capacitive

sensors): This system enables information on traffic flow to be gathered by analysing the video image from the TV cameras located along the tollway, and by reading sensors installed in the pavement.

**Fog Safety System:** This system enables data on visibility to be collected from sections of tollway which are most susceptible to fog hazards (Verona-Mantova-Campogalliano). Commands can also be sent to the visibility monitoring stations along the tollway (for example, to activate fog emergency signalling), and the operation of these stations can be monitored from the TOC.

**Weather Monitoring System:** This system provides information on weather conditions (air and ground temperature, relative humidity, atmospheric pressure, wind speed and direction, icing, etc.).

**Traveller Information System:** The purpose of this system is to provide the traveller with prompt information during his trip. This information helps the traveller choose the best route or warns him to adopt a particular style of driving, and is communicated on message panels which display wording and/or pictorial symbols.

**Tunnel Safety System:** This system monitors environmental conditions (carbon monoxide and dioxide levels, presence of smoke) in tunnels, and provides remote control of ventilation systems.

**Inter-company Telematic Tollway Network (ITTN):** This network, which can be accessed from the operator's workstation, is used to exchange data between different tollways (archive transfer, control of remote terminals, electronic mail regarding tollway operation).

**Teletext:** Using his workstation, the operator can directly send important information on traffic conditions to the Teletext service run by RAI-TV (Italian State Television), as well as to the Inforadio service.

**Remote Signalling And Control Systems:** These systems receive remote signals (alarms composed of digital inputs) that enable the TOC to monitor the operation of the peripheral units located along the tollway. Control signals (activation signals composed of digital outputs) can also be sent to the field.

#### FUTURE DEVELOPMENT

The Operations Centre features an open type of hardware and software architecture which is based on industrial standards and protocols that have been specifically developed to provide communication between the TOC and the field (whether the field is composed of a remote peripheral unit, or a front end processor which controls a complex network of peripheral units). Due to this open quality, the architecture will provide easy interfacing and integration with future systems acquired by the Brennero Tollway Company.

