Voraussetzungen für Strassenknoten in Tunneln und Galerien

Balzari & Schudel AG, Ingenieure und Planer, Bern

Forschungsauftrag 18/87 im Auftrag
der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)

Mai 1990

Voraussetzungen für Strassenknoten in Tunneln und Galerien

VSS-Forschungsauftrag Nr. 18/87

Schlussbericht

Bern, im März 1990

Ln/HB 89.352.1

Der vorliegende Bericht entstand in enger Zusammenarbeit mit der begleitenden Subkommission, der folgende Mitglieder angehörten:

M. Schaad, Bundesamt für Strassenbau, Bern
G. Brugnoli, Brugnoli e Gottardi, Lugano
F. Kobi, Kreisoberingenieur II, Bern
J. Krähenbühl, Genf
H. Riedel, Tiefbauamt des Kantons Basel-Landschaft, Liestal

Ferner erhielten wir wertvolle Hinweise und Anregungen von:

F. Hürlimann, Verkehrspsychologe, Zürich
P. Spacek, IVT ETH, Zürich

Bei den Erhebungen und der Ausarbeitung des Berichtes wirkten F. Brönnimann, dipl. Ing. ETH, U. Haftka, Dipl. Ing. ETH, das Zeichnerteam und als Sekretärin Frau B. Hautle entscheidend mit.

Allen Verwaltungen, die Unterlagen zur Verfügung stellten und allen, die bei der
Bearbeitung mithalfen, möchte ich hier herzlich danken.

R. Lanz

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

ZUSAMMENFASSUNG

1. EINLEITUNG

2. LITERATURANALYSE

3. UMFRAGE IN DER SCHWEIZ

4. UMFRAGE IM AUSLAND

5. BEISPIELE VON UNTERIRDISCHEN EINFAHRTEN IM BAU ODER IN PLANUNG

6. BEISPIELE VON UNTERIRDISCHEN EINFAHRTEN, IN BETRIEB

7. BEISPIELE UNTERIRDISCHEN FAHRSTREIFEN-ABBAUS

8. BEISPIELE UNTERIRDISCHER PLANGLEICHER KNOTENPUNKTE

9. UNFALLUNTERSUCHUNGEN

10. THEORETISCHE UEBERLEGUNGEN

11. VORLÄUFIGE HYPOTHESEN FÜR UNTERIRDISCHE EINFAHRTEN UND KNOTEN

VERZEICHNIS DER ANHÄNGE

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

LITERATURVERZEICHNIS

BEGRIFFE

ANHÄNGE

ZUSAMMENFASSUNG

Aus Gründen des Städtebaus und des Umweltschutzes wird immer mehr die Forderung nach unterirdischen Knoten erhoben.
Der Betrieb solcher Lösungen zieht jedoch einige Probleme nach sich. Das Ziel des Forschungsauftrages bestand darin, Empfehlungen und Bedingungen für den Betrieb solcher Lösungen auszuarbeiten.

Die Forschungsarbeit umfasste:
- Literaturstudium
- Umfrage in der Schweiz und im Ausland
- Untersuchung einiger Beispiele
- Unfallanalysen auf Nationalstrassen mit unterirdischen Teilstrecken
- theoretische Erwägungen
- Synthese und Schlussfolgerung.

Die wichtigsten Resultate sind:

Anschlüsse mit Fahrstreifenaddition und Ausfahrten stellen keine Probleme.
Einfahrten ohne Fahrstreifenaddition können bei Autobahnen und Autostrassen in Betracht kommen, wenn die einschlägigen Normen und weitere Bedingungen berücksichtigt werden; und zwar bezüglich
- Lage der physischen Nase in Bezug auf die Tunnelportale
- Geometrie (Länge des Beschleunigungsstreifens, Pannenstreifen, Linienführung, Sicht)
- Geschwindigkeitsbeschränkung
- Leistungsfähigkeitsreserve
- Anordnung und Stärke der Beleuchtung

Die Bedingungen sind, bis weitere Erkenntnisse und Erfahrungen vorliegen, recht restriktiv. Sie können jedoch aufgrund besonderer Untersuchungen gelockert werden.

In bestimmten Fällen kann nur mit einem unterirdischen Anschluss das Stadtnetz wirksam entlastet werden. Die Verkehrsumlagerung kann dann zu einem Rückgang der Unfälle führen, was die Anordnung eines unterirdischen Knotens rechtfertigen kann, auch wenn dies mit einer gewissen lokalen Sicherheitseinbusse verbunden ist.

Unterirdische Knotenpunkte à niveau sind nur möglich bei Lichtsignalregelung oder als Kleinkreisel, wobei auch hier besondere Bedingungen unter anderem in Bezug auf die Lage, das Geschwindigkeitsniveau, die Beleuchtung, die Sichtverhältnisse und die Steuerung zu berücksichtigen sind.

RESUME

Surtout les raisons d'urbanisme et de la protection d'environnement conduisent de plus en plus à la demande d'intersections souterraines. Le but du mandat était d'élaborer les recommandations et les conditions à respecter pour la gestion de telles solutions.

Le travail de recherche contient:

- l'étude de la bibliographie
- l'enquête en Suisse et à l'étranger sur des oeuvres existants et planifiés
- l'étude approfondie d'exemples choisis
- l'analyse d'accidents de sections de routes nationales avec des parties souterraines
- des considérations théorethiques
- la synthèse et les conclusions

Les résultats principaux sont les suivants:
Les bifucations et les jonctions souterraines ne posent pas de problèmes, ces-dernières cependant seulement si le nombre de voies aval correspont au total des voies amont (addition des voies de l'entrée).

Des jonctions sans addition de la voie d'entrée peuvent être prises en concidération en cas d'autoroutes sous la condition de respecter les normes (géometrie, visibilité, signalisation, etc.) et des conditions ultérieures qui concernent:

- l'emplacement de la jonction par rapport aux portaux du tunnel
- les éléments géometriques (longuer de la voie d'accéleration, bande d'arrêt, tracé, visibilité).
- la limitation de la vitesse
- la réserve de capacité
- le niveau et la disposition de l'éclairage.

Les conditions sont par manque d'expérience assez réstrictives; elle peuvent être modifiées selon les résultats d'études spéciales et de nouvelles connaissances.
Dans certains cas, une jonction souterraine est la seule possibilité de décharger le réseau urbain. Cette décharge conduit à une diminution des accidents sur ce réseau, ce qui peut rectifier cette solution, même si elle était plus dangereuse qu'une jonction à la surface.

Les carrefours à niveau souterraines sont à exclure sauf les carrefour règlés à feux et les minigiratoires. Pour ces deux catégories des conditions spéciales sond à respecter, qui concernent de divers éléments comme la vitesse, la visibilité, le système de réglage, l'éclairage, les éléments géometriques.

1. EINLEITUNG

1.1 Auftrag/Zweck

Strassenknoten im Bereich von Tunneln und Galerien erlauben Linienführungen und Anschlusskonzepte, welche sowohl den Forderungen nach unterirdischer Strassenführung wie auch nach genügender Anschlussdichte Rechnung tragen. Sie wurden jedoch bisher in der Schweiz nur in Einzelfällen realisiert. Das Forschungsvorhaben soll zeigen, ob und unter welchen Voraussetzungen Strassenknoten im Bereich von Tunneln und Galerien zugelassen werden können, welche Vorkehrungen zu treffen sind, damit die Verkehrssicherheit gewährleistet ist, und welche zusätzlichen Abklärungen zur Beantwortung dieser Fragen allenfalls noch erforderlich sind. Im Hinblick auf die immer grössere Bedeutung erlangenden Forderungen nach umweltschonendem Strassenbau ist die Fragestellung von grosser Aktualität. Sie bezieht sich

- auf Anschlüsse mit fliessendem Verkehrsablauf. Dabei handelt es sich um Einfahrten in oder Ausfahrten aus Hochleistungsstrassen mit/ohne Richtungstrennung mit Beschleunigungs-/Verzögerungsstreifen oder mit Fahrstreifenaddition/Fahrstreifensubtraktion.
- auf Kreuzungen oder Einmündungen mit unterbrochenem Verkehrsablauf lauf, 3-oder mehrarmig, mit oder ohne Lichtsignalregelung oder als Kreisel ausgebildet.
- auf den Bereich von Tunneln und Galerien. Darunter wird sowohl die unterirdische Strecke verstanden als auch der Bereich ausserhalb der Portale, in welchem die benachbarte unterirdische Strecke die Verkehrsabwicklung beeinflussen kann.

Die besondere Problematik von Anschlüssen und Kreuzungen im Bereich von Tunneln und Galerien liegt darin, dass wegen der besonderen Umgebungsverhältnisse das Fahrverhalten (Geschwindigkeit, Zeitlücken, Spurverhalten) anders, die Unfallhäufigkeit höher und die Unfallfolgen gravierender sein könnten als bei Anschlüssen und Kreuzungen auf der oberirdischen Strecke. Zudem ist die Zugänglichkeit für den Unterhalt sowie die Hilfeleistung nach Unfällen erschwert.

Der emotionale Aspekt der Tunnel (Tunnelangst, Bunkerschock, Klaustrophobie) wird hier nicht angesprochen und es werden deshalb auch keine Massnahmen dagegen diskutiert. Berücksichtigt wurden nur die technischen, wahrnehmungs- und sinnesphysiologischen Faktoren.

Ziel der Untersuchungen ist es, für den Praktiker in Form von Hinweisen und Empfehlungen ein Hilfsmittel zu schaffen, welches für verschiedene Konstellationen die Beurteilung der Machbarkeit von Strassenknoten im Bereich von Tunneln und Galerien erlaubt. Aufgrund von Erfahrungen und weiteren Untersuchungen können diese später in Richtlinien und Normen übergeführt werden.

1.2. Eingrenzungen

In einer Umfrage bei den zuständigen Ämtern der Kantone und einer Anzahl Schweizer Städte wurde eine erstaunlich grosse Zahl von Beispielen für Knoten in Portalnähe und Ein- bzw. Ausfahrten aus Richtungsfahrbahnen in Portalnähe und im unterirdischen Bereich erfasst. Dabei wurden mit einer Ausnahme die Erfahrungen ausschliesslich positiv beurteilt. Die Ausnahme betrifft eine geometrisch sehr enge Linksausfahrt. Einfahrten mit Fahrstreifenaddition und Ausfahrten gelten heute auch im Bereich von Tunneln und Galerien als unproblematisch, sofern die Minimalanforderungen in Bezug auf Geometrie und Sicht analog offener Strecke erfüllt sind.
Diese Erkenntnis führte zur Einschränkung der Bearbeitung auf folgende Typen

- Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen
- Knoten à niveau.

Zusätzlich wird der Fahrstreifenabbau bei mehrstreifiger Fahrbahn behandelt.

1.3. Vorgehen

Für diese Forschungsarbeit wurde folgendes Vorgehen gewählt:

- Literaturanalyse
  Die Suche in der Literatur bezog sich auf Aussagen zur Fragestellung an sich, Untersuchungen mit möglichem Aussagegehalt in Bezug auf die Verkehrssicherheit von Knoten im Bereich von Tunneln und Galerien, Fragen der Beleuchtung und Wahrnehmung, Untersuchungen zur Gestaltung und Leistungsfähigkeit von Einfahrten sowie Beispiele ausgeführter oder geplanter Anlagen im Ausland.

- Umfrage in der Schweiz
  Bei dieser Umfrage ging es darum, sich bei den für Strassenbau und Verkehrsplanung zuständigen Stellen der Kantone und grösserer Schweizer Städte einen Ueberblick über Anschlüsse und Knoten im Bereich von Tunneln und Galerien zu verschaffen. Dabei sollte das gesamte Strassennetz inkl. National-, Kantons- und Gemeindestrassen berücksichtigt werden.

- Umfrage im Ausland
  Die zuständigen Ministerien ausgewählter westeuropäischer Nachbarstaaten (A, B, D, F, GB, I, NL) wurden angeschrieben und um Mithilfe bei der Suche nach Beispielen in ihrem Strassennetz und nach eigenen Forschungsaufträgen gebeten. Zusätzlich wurden jene Stadtverwaltungen direkt angeschrieben, die aufgrund der ausgewerteten Literatur und anderer Hinweise interessante Bauwerke aufweisen.

- Darstellung ausgewählter Beispiele aus der Schweiz und dem Ausland

- Unfalluntersuchungen an inländischen Strecken
  An ausgewählten Strassenstrecken mit unterirdischen Abschnitten wurden die Unfälle generell untersucht.

- Theoretische Ueberlegungen
  In diesem Arbeitsschritt wird theoretisch darzustellen versucht, wie sich die besonderen Verhältnisse von Tunneln auf den Verkehrsablauf auswirken könnten.

- Synthese und Schlussfolgerungen

Der Aspekt Unfall kann mangels bisher durchgeführter einschlägiger Forschungsarbeiten nur unzulänglich behandelt werden. Insbesondere ist nicht geklärt und kann auch den Unfallprotokollen - sofern überhaupt erhältlich - kaum entnommen werden, weshalb es zum Fehlverhalten als Unfall-Ursache kommt. Zudem sind die Unfallzahlen in den meisten Fällen zu klein, um gesicherte statistische Aussagen machen zu können.

Eigene Felduntersuchungen wurden nicht durchgeführt.

2. LITERATURANALYSE

2.1 Vorbemerkung

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse aus der untersuchten Literatur zusammengefasst wiedergegeben. Die Wiedergabe kann naturgemäss nicht genauer sein als die Angaben in der Quelle; wo dort keine Quantifizierung erfolgt, fehlt sie auch hier.

2.2 Literatur zur Frage unterirdischer Anschlüsse

Bei der Ausarbeitung des Forschungsgesuchs war aufgrund der DIRR lediglich die Mitteilung Nr. 13 des Lehrstuhls und Instituts für Strassenwesen, Erd- und Tunnelbau der RWTH Aachen: "Zulässigkeit und Einsatzkriterien von Ein- und Ausfahrten in Tunneln" [1], bekannt.

Die Untersuchung kommt anhand von Verkehrs- und Unfalluntersuchungen an vorhandenen Anlagen und der Literaturauswertung zum Schluss, dass

- Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen als ungefährlich angesehen werden können, wenn diese ausreichend lang sind, um Zeit für die Einschätzung der Gesamtsituation und Beobachtung des Verkehrs auf der Hauptfahrbahn sowie den Raum für den Beschleunigungsvorgang zu lassen.

Ferner wird vorgeschlagen, dass folgende Anforderungen erfüllt werden sollten:

- ausreichende Sichtverhältnisse
- gute optische Führung
- kleine Einfahrtswinkel
- grosszügige Trassierungselemente
- Durchrutschweg von ca. 100 m Länge im Anschluss an Beschleunigungsstreifen
- Leuchtdichte mind. 10 cd/m^2 über den gesamten Einfädelungsbereich inkl. je 50 m Vorlauf und Nachlauf.
- Erkennbarkeit des Verlaufs der Fahrstreifen am Verlauf der Beleuchtung.
- Belastung der Einfahrt weniger als 1'000 Fz/h und der Hauptfahrbahn weniger als 1'700 Fz/h.

In [2] kommen Leins et al mit ähnlicher Methodik wie [1] zum Schluss, dass sich eine Einfahrt in einem Tunnel unter Berücksichtigung folgender Punkte verkehrssicher gestalten lässt:

- Länge Einfahrtsröhre so, dass die Adaption in dieser Röhre erfolgt.
- Trennung der Einfädelspur von der Hauptfahrbahn auf 50 m Länge durch eine ununterbrochene Markierung und durch Nägel mit "Fähnchen", so dass ein frühzeitiger Wechsel auf die Hauptfahrbahn vermieden wird. Auf dieser Strecke kann der einfahrende Verkehr den durchfahrenden beobachten.
- Anschliessende Einfahröffnung von 200 m Länge.
- Anschliessender Sicherheitsraum zum gefahrlosen Abbremsen des Fahrzeuges.
- Beleuchtungsanordnung zur beidseitigen optischen Führung.

In [3] stellt Kösling aufgrund ähnlicher Methodik wie in [1] gute Sichtverhältnisse, gute optische Fahrbahnrandführung und ausreichend lange Einfädelungsspur (um 250 m) als unbedingt zu gewährleistende Merkmale für einen möglichst sicheren Verkehrsablauf dar und schlägt für unterirdische Anschlüsse vor:

- An die Spurführung angepasster Leuchtenverlauf
- Permanente Ueberwachung durch Video, sodass bei Störungen rasch eingegriffen werden kann.
- Anordnung einer Durchrutschstrecke von 50 m Länge nach dem Ende des Beschleunigungsstreifens.
- Hinweise auf die Einfahrt durch Beschilderung "Einfahrt xxx m", Quermarkierungen, Änderung der Beleuchtungsfarbe und der Wandfarbe.

In [4] werden Verzweigungen und Anschlüsse in Tunnels grundsätzlich aus Sichtgründen verboten, wobei in städtischen Verhältnissen Anschlüsse mit Fahrstreifenaddition sowie Verzweigungen zugelassen werden, sofern bei letzteren im Tunnel nur wenige Fahrstreifenwechsel nötig sind. Bei Anschlüssen ohne Fahrstreifenaddition wird die Untersuchung geeigneter Lichtsignalanlagen vorgeschlagen. Es wird darauf hingewiesen, dass mit schwierigem Betrieb und zusätzlichen Interventionen gerechnet werden muss, wenn diese Bedingungen nicht erfüllt werden können, womit das grundsätzliche Verbot relativiert wird.

Für Ein- und Ausfahrten ausserhalb des Tunnels wird generell eine Minimaldistanz von 300 m zwischen dem letzten Einfahrts- bzw. letzten Ausfahrtspunkt empfohlen.

2.3 Untersuchungen zur Verkehrssicherheit

Lentz zieht in [5] anhand der Literaturauswertung und der Untersuchung der Unfallsituation in innerstädtischen Strassentunneln und oberirdischen Vergleichsstrecken folgende Schlussfolgerungen:

- Sämtliche Unfallhäufungen lassen sich auf Trassierungsmängel oder betriebsbedingte Störungen des Verkehrsablaufs zurückführen. Im einzelnen sind dies Bereiche mit Minimalradien, die Spurwechselbereiche und die Knotenpunktzufahrten.
- Inwieweit der von anderen Autoren beobachtete höhere Anteil kleiner Zeitlücken auf Tunnelstrecken für die Verkehrssicherheit relevant ist, kann abschliessend nicht geklärt werden.
- Ein Unterschied zwischen den Strecken mit und ohne vorgelagertem Tunnel ist bei den Untersuchungsstrecken in der Regel nicht zu beobachten.
- Die Unfallsituation in innerstädtischen Strassentunneln ist vergleichbar mit ähnlichen oberirdischen Verkehrsanlagen.
- Dem Problem der kleinen Zeitlücken sollte besondere Beachtung geschenkt werden. Als Empfehlung wären folgende Massnahmen vorzuschlagen:
  a) optische Hilfen zur besseren Abschätzung von Neigungen und Fahrzeugabständen,
  b) permanente Ueberwachung von Geschwindigkeit und Zeitlücken mit optischer Warnung der Fahrer bei Unterschreiten des Sicherheitsabstandes,
  c) verkehrsabhängige Geschwindigkeitsbeschränkungen und Information über die Betriebsverhältnisse am nachfolgenden Knoten.

Thoma stellt in [6] fest:

- Die Unfallraten liegen in Tunneln auf dem gesamten Autobahnnetz (inkl. Gegenverkehr-Tunnels) im Mittel rund 20 % tiefer, die Unfallschwere und Verunfalltenrate um rund 10 % tiefer als bei offenen Strecken. Die Einzelwerte weisen jedoch grosse Streuungen auf.

- Rund die Hälfte der Tunnels weist höhere Unfallraten auf als die anschliessenden offenen Strecken. Welche Einflüsse in welchem Ausmass dafür verantwortlich sind, wurde noch nicht abgeklärt.

Hanreich et al stellen anhand einer Literaturauswertung und von Verkehrsmessungen und Unfallanalysen in zahlreichen österreichischen Tunneln in [7] folgendes dar:

- Die Einfahrtszone weist einen hohen Anteil an den Unfallereignissen, insbesondere im Bereich der ersten 100 m auf. 28,3 % aller Unfälle in Tunnels ereigneten sich in den 100 m-Zonen; bei den Auffahrunfällen sind es 31,4 %. Verglichen mit dem Anteil dieser Zone an den Fahrleistungen ist diese Zone hinsichtlich ihrer Unfallbeteiligung etwa doppelt so stark repräsentiert.
- Die Auffahrunfälle und der Unfalltyp "Abkommen in Tunnels mit Richtungsverkehr" zeigen Häufungen im Einfahrtsbereich.
- Zusammenhänge zwischen den gemessenen Leuchtdichtwerten und den ermittelten Unfallrelativziffern konnten im Bereiche der in Oesterreich in der Praxis herrschenden Leuchtdichtewerte nicht abgesichert werden.
- Bei normalen Tunnelbedingungen ist eine Absenkung der Leuchtdichtewerte im Durchfahrtsbereich bei Punktbeleuchtung auf 1 bis 1,5 cd/m^2 ohne Sicherheitseinbusse möglich.
- Die günstige Unfallsituation in Tunnels wird zurückgeführt auf: Geschwindigkeitsbeschränkungen, Überholverbot, Kreuzungsfreiheit, Verbot für Fussgänger, Radfahrer, Mopeds, Halteverbot, homogenes Umfeld und Freiheit von Witterungseinflüssen.
- Ein sekundärer Sicherheitsgewinn von Tunnels wird durch Verlagerung des Verkehrs aus Kerngebieten mit hoher Kreuzungsdichte abgeleitet.

In [8] stellen Graf und Ghielmetti anhand der Untersuchungen der schweizerischen Nationalstrassentunnels, einer Literaturanalyse sowie Anfragen bei verschiedenen ausländischen Stellen folgendes fest:

- Im Streubereich der in schweizerischen Tunneln auftretenden Leuchtdichteniveaux lässt sich kein Zusammenhang zwischen Unfallgeschehen und Beleuchtungswerten feststellen. Daraus darf jedoch nicht gefolgert werden, dass bei wesentlich tieferen oder höheren Beleuchtungsniveaux keine Veränderung des Unfallgeschehens eintreten würde.
- Es kann kein minimales Leuchtdichtenniveau definiert werden, unterunterhalb welchem eine eindeutige Vergrösserung des Unfallrisikos zu beobachten wäre.
- Die Unfallrate in der Einfahr-/Uebergangszone weist einen um ein Vielfaches höheren Wert auf als jene der Mittelzone.
- Der Vergleich von Unfallraten auf offener und geschlossener Strecke (Tunnel) erbringt den Beweis, dass Tunnel im allgemeinen weniger unfallgefährdete Strassenzüge sind und deshalb gesamthaft nicht als Unfallschwerpunkte betrachtet werden können. Abweichungen von dieser Regel sind möglich, dürfen aber eindeutig ungünstiger Linienführung oder schlechten Belagsverhältnissen zugeschrieben werden.
- Bei Tunneln mit Richtungsverkehr fällt der hohe Anteil an Auffahrkollisionen auf. Eine Untersuchung der Zeitlücken in einem Tunnel des schweizerischen Nationalstrassennetzes erbrachte einen grösseren Anteil kleiner Zeitlücken als auf der offenen Strecke. Diese Erscheinung scheint sich gerade in Tunneln mit fehlendem Pannenstreifen und kurzen Sichtweiten (bei engen Radien) negativ auf das Unfallgeschehen auszuwirken.

In [9] zieht Knoflacher u.a. folgende Schlussfolgerungen:

- Bei Dunkelheit wird die grösste Unfallschwere erreicht, was auf die wegen der geringen Belastung höheren Geschwindigkeiten zurückgeführt wird.
- Hinsichtlich der Dunkelheit weicht der Anteil der Verkehrsunfälle im Knotenbereich nicht von dem auf der freien Strecke ab.
- Gesicherte Aussagen über den Einfluss der künstlichen Beleuchtung auf Unfallrisiko und Unfallschwere sind aufgrund des Datenmaterials nicht möglich.
- Das Unfallrisiko im Bereich der Knotenpunkte entsteht in erster Linie durch zusätzliche seitliche Kollisionsmöglichkeiten und Auffahrunfälle infolge der Geschwindigkeitsunterschiede.

2.4 Gestaltung und Leistungsfähigkeit von Einfahrten

In [9] stellt Knoflacher fest, dass günstige Verflechtungsstreckenlängen zwischen 250 und 350 m liegen und die ideale Länge des Beschleunigungsstreifens nach französischem Vorbild 300 m mit einer Verziehungsstrecke von 75 m wäre.

In [10] weist Trapp darauf hin, dass sämtliche von ihm untersuchten Einfahrten mit einer Einfädelungsspur von weniger als 250 m Länge signifikant unfallträchtig sind.

Die Leistungsfähigkeit von Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen gibt Trapp in [11] für verschiedene Verkehrsqualitäten und Belastungen der Hauptfahrbahn an. Danach ergeben sich bei einem Geschwindigkeitsniveau von 60/90 km/h (Einfahrt/Hauptfahrbahn) für eine zweistreifige Hauptfahrbahn folgende Werte (Fz/h):

Belastung Hauptfahrbahn:	1'100	1'400	1'700	2'000	2'200
Leistungsfähigkeit Einfahrt :	1'300	1'200	1'000	800	550

Retzko et al schlagen in [12] bei Stadtautobahnen in Abhängigkeit der Geschwindigkeit folgende Längen für die Einfahrtöffnungen vor (inkl. Verziehungsstrecke von 25-50 m Länge):

Entwurfsgeschwindigkeit (km/h)	50	60	70	80	100
Länge (m)	125	150	175	200	250

Ferner gehen sie davon aus, dass eine einfache Einfahrt mit Beschleunigungsstreifen genügt, sofern die Rampenbelastung und die Belastung auf der Hauptfahrbahn nach der Einfahrt kleiner sind als die jeweiligen zulässigen Belastungen.

Nach [13] sind die Angaben des Highway Capacity Manual 1985 über die Leistungsfähigkeit und die Verkehrsqualität in Ein- und Ausfahrten nicht ohne weiteres auf deutsche Verhältnisse übertragbar. Dies lässt es angezeigt erscheinen, das Berechnungsverfahren auch in der Schweiz nicht ohne weitere Prüfung zu übernehmen.

2.5 Wahrnehmung

In [14] stellt Cohen fest, dass die Geschwindigkeit im Strassenverkehr wahrscheinlich ungenau wahrgenommen wird, weil die Aufgabe besonders schwierig ist. Bei langsamer Fahrt und kurzen Sichtdistanzen wird die Geschwindigkeit eher überschätzt, bei hoher Geschwindigkeit erheblich unterschätzt. Zudem wird mit zunehmender Geschwindigkeit der Abstand stark unterschätzt.
Ferner weist er auf die Adaption an Geschwindigkeiten hin, welche zu ihrer Unterschätzung führt und nur durch lange Halte oder mehrminütige langsame Fahrweise gebrochen werden kann.
In der Nacht entspricht die Sehschärfe ca. 10-20 % der visuellen Leistungsfähigkeit am Tage. Das Auge akkomodiert sich bei schwachen Lichtintensitäten auf zu nahe Distanzen.
Jede Veränderung der Leuchtdichte führt dazu, dass die Kontrastschwelle des eben wahrnehmbaren Objektes steigt. Jede Abweichung setzt das Sehvermögen mindestens zeitweise herab. Je höher die homogene Beleuchtungsintensität ist, umso vollständiger kann die Wahrnehmung ablaufen.

3. UMFRAGE SCHWEIZ

3.1 Einleitung

Ab Juli 1988 wurden die für Strassenbau und Verkehrsplanung zuständigen Ämter aller Kantone und ausgewählter Städte angeschrieben und um Meldung und Dokumentation mit Projektbeschrieb und Plänen aller geplanten, projektierten und in Betrieb stehenden Knoten im Bereich von Tunneln und Galerien gebeten. Zur Erleichterung der Beantwortung und Vereinfachung der Auswertung war den Briefen ein vorbereiteter Fragebogen, ein Raster der möglichen Knotentypen und ein Beispiel beigelegt. Die versandten Unterlagen sind aus dem Anhang ersichtlich.
In die Umfrage wurden folgende Städte einbezogen:

Aarau, Baden, Brugg, Basel, Bern, Biel, Frauenfeld, Fribourg, Genf, Glarus, La Chaux-de-Fonds, Lausanne, Liestal, Luzern, St. Gallen, Schwyz, Thun, Winterthur, Schaffhausen, Yverdon, Zürich.

Sämtliche angefragten Kantone und Städte beantworteten die Umfrage. Dabei wurde jedoch aufgrund eigener Kenntnisse festgestellt, dass nicht alle entsprechenden Bauwerke Eingang fanden. Die Ergebnisse wurden deshalb, soweit möglich, mit eigenen Unterlagen ergänzt.

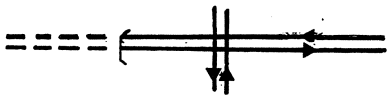
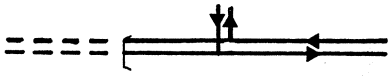
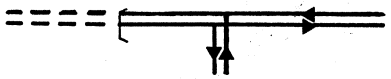
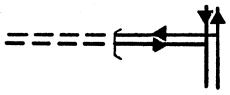
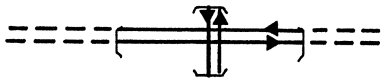
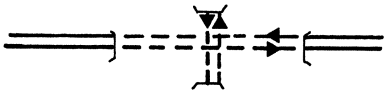
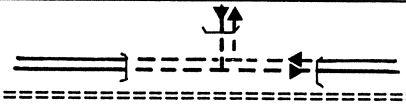
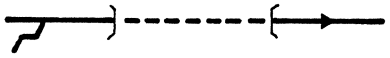
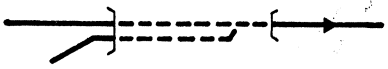
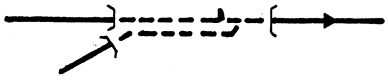
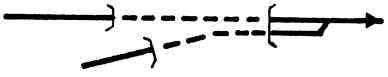
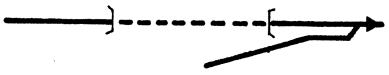
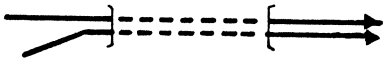
Im gesamten liegen Daten von 201 Anlagen vor, die sich wie folgt verteilen:

	in Betrieb	projektiert oder in Bau	geplant
à niveau	19	6	14
kreuzungsfrei	76	54	32

Die Erfahrungen mit vorhandenen Angaben lauten mit einer Ausnahme positiv.

3.2 Ueberblick

Zusammenstellung der Antworten nach Rastertyp

Rastertyp Nr.		Anzahl Knoten in Betrieb	neg. Erfahrung	projektiert/ im Bau	in Planung
Knoten à niveau					
1		7		1	5
2		3		2	2
3		3		2	1
4		3			2
5					
6					
7		3		1	4
Anschlüsse					
11		14		12	7
12					1
13		1		2	2
14		1			
15		10		8	4
16		7		3	3

Rastertyp Nr.		Anzahl Knoten in Betrieb	neg. Erfahrung	projektiert/ im Bau	in Planung
17		4		1	
18					
19				2	
21		8		4	4
22		5		2	2
23		6	1	10	5
24					
25		9		6	
26		7		2	3
27		2		1	
28					
29		1		1	
31		1			1
Total		95	1	60	46

Das vollständige Verzeichnis aller Beispiele ist im Anhang enthalten.

3.3 Knoten à niveau

Die meisten erfassten Knoten befinden sich im innerstädtischen Bereich und sind mit Lichtsignalanlagen geregelt, und der Tunnel hat eher den Charakter einer - langen - Unterführung. Diese Knotenpunkte werden durchwegs positiv beurteilt.

Vollständig überdeckte Knoten befinden sich in der Durchfahrt Bahnhofparking Bern sowie am Südportal des Milchbucktunnels in Zürich. Auf diese Knotenpunkte wird noch besonders eingegangen.

3.4 Ein- und Ausfahrten an Richtungsfahrbahnen

Auffallend ist die grosse Zahl von Einfahrten unmittelbar vor oder nach einem Tunnel. Bei der Analyse der Unterlagen sticht dabei hervor, dass sehr oft vor allem der Beschleunigungsstreifen nur ein Bruchteil der in den Normen verlangten Länge aufweist und alles getan wurde, die Einfahrt ausserhalb des Tunnels anzuordnen. Dies führte dann dazu, dass zugleich mit dem Beschleunigungsstreifen auch der Pannenstreifen aufhört und somit ein Notbremsraum fehlt. Teilweise wird dieser Bereich noch durch Brücken gequert, sodass wechselnde Lichtverhältnisse herrschen. Es stellt sich die Frage, ob solche Anlagen tatsächlich verkehrssicherer sind als teilweise oder vollständig unterirdische, korrekt ausgebaute Einfahrten mit homogenen Beleuchtungsverhältnissen.

Die einzige vollständig unterirdische Einfahrt betrifft den Gotthardhardstrassentunnel, in welchem in Göschenen in Richtung Süd ca. 400 m nach dem Portal die Einfahrt aus dem sogenannten Parkstollen einmündet. Da der Parkstollen jedoch bis heute nicht seinem geplanten Zweck (Parkierung, Cafeteria, Tankstelle) zugeführt werden konnte, fehlen Betriebserfahrungen.

Das einzige Beispiel für einen unterirdischen Abbau des Ueberholstreifens in einer Richtungsfahrbahn betrifft ebenfalls die unterirdische Einfahrt des Gotthardstrassentunnels. Auf dieses Beispiel wird später ebenfalls noch speziell eingegangen.

Beim aufgeführten Beispiel mit teilweise unterirdischer Anlage des Beschleunigungsstreifens liegt nur deren Anfang im Tunnel, während sich der grösste Teil von 450 m Länge nach dem Tunnelportal befindet. Es kann angenommen werden, dass sich deshalb keine wesentlichen Unterschiede zu einem vollständig offenen Bauwerk ergeben.

Die negativen Erfahrungen bei unterirdischen Ausfahrten betreffen eine Linksausfahrt mit anschliessender stark gekrümmter Linkskurve. Diese negative Beurteilung darf deshalb nicht auf unterirdische Ausfahrten allgemein übertragen werden.

4. UMFRAGE IM AUSLAND

4.1 Durchführung

Aufgrund der Literaturanalyse sowie eines Rundschreibens an die zuständigen Ministerien verschiedener westeuropäischer Staaten (A,B,D,F,GB, I,NL) sowie an Forschungsstellen wurden Bauwerke ausgewählt, die für die Forschungsarbeit von Interesse hätten sein können. Die zuständigen Verwaltungen wurden daraufhin angeschrieben und gebeten, wichtige Informationen über diese Bauwerke wie z.B. Plangrundlagen, Ausrüstung, Belastungen und Unfälle zur Verfügung zu stellen.

Während einerseits z.T. trotz mehrmaliger Nachfrage die zur Verfügung gestellten Unterlagen eher dürftig sind, konnten andererseits auch recht weitgehende Informationen beschafft werden.

4.2 Resultate

Der Ueberblick über die eingegangenen Unterlagen zeigt, dass sehr viele Anlagen, welche zunächst für die Fragestellung interessant schienen, keine weiteren Erkenntnisse brachten. Es handelt sich dabei vorwiegend um unterirdische Verflechtungsstrecken mit Addition und Subtraktion von Fahrstreifen.

Entgegen den Erwartungen ist in den Antworten nur ein einziges Beispiel eines unterirdischen plangleichen Knotens enthalten. Es betrifft eine mit einer Bedarfslichtsignalanlage geregelte Einfahrt aus einem Anlieferungsbereich in eine Erschliessungs-/Sammelstrasse im Einbahnverkehr. Auf dieses Beispiel wird nicht weiter eingegangen.

Eine der ausgewählten Anlagen mit Einfahrt mit unterirdischen Beschleunigungsstreifen liegt in Frankreich, eine weitere mit zusätzlichem unterirdischen Abbau des Ueberholstreifens in Graz (Plabutschtunnel). Weitere Beispiele mit unterirdischen Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen in Richtungs- oder Gegenverkehrsfahrbahn wurden ausschliesslich in Deutschland festgestellt und sind z.T. in Betrieb oder in Bau. Auf diese wird in der Darstellung der Beispiele soweit eingegangen, als es die zur Verfügung stehenden Daten erlauben. Infolge der uneinheitlichen Unterlagen sind auch die Angaben bei den Beispielen inhomogen.

5. BEISPIELE VON UNTERIRDISCHEN EINFAHRTEN IM BAU ODER IN PLANUNG

5.1 Stuttgart, Bundesstrasse 14, Entlastung Heslach

Zur Entlastung des durch Durchgangsverkehr stark belasteten Ortsteils Stuttgart-Heslach wurde im Zuge der B14 eine unterirdische Umfahrung von 2,3 km Länge geplant, welche seit April 1986 im Bau ist und 1991 dem Verkehr übergeben werden soll. Vorläufig wird eine einzige Tunnelröhre erstellt; für später sind eine zweite Röhre und die Fortsetzung am Südheimer Platz geplant.

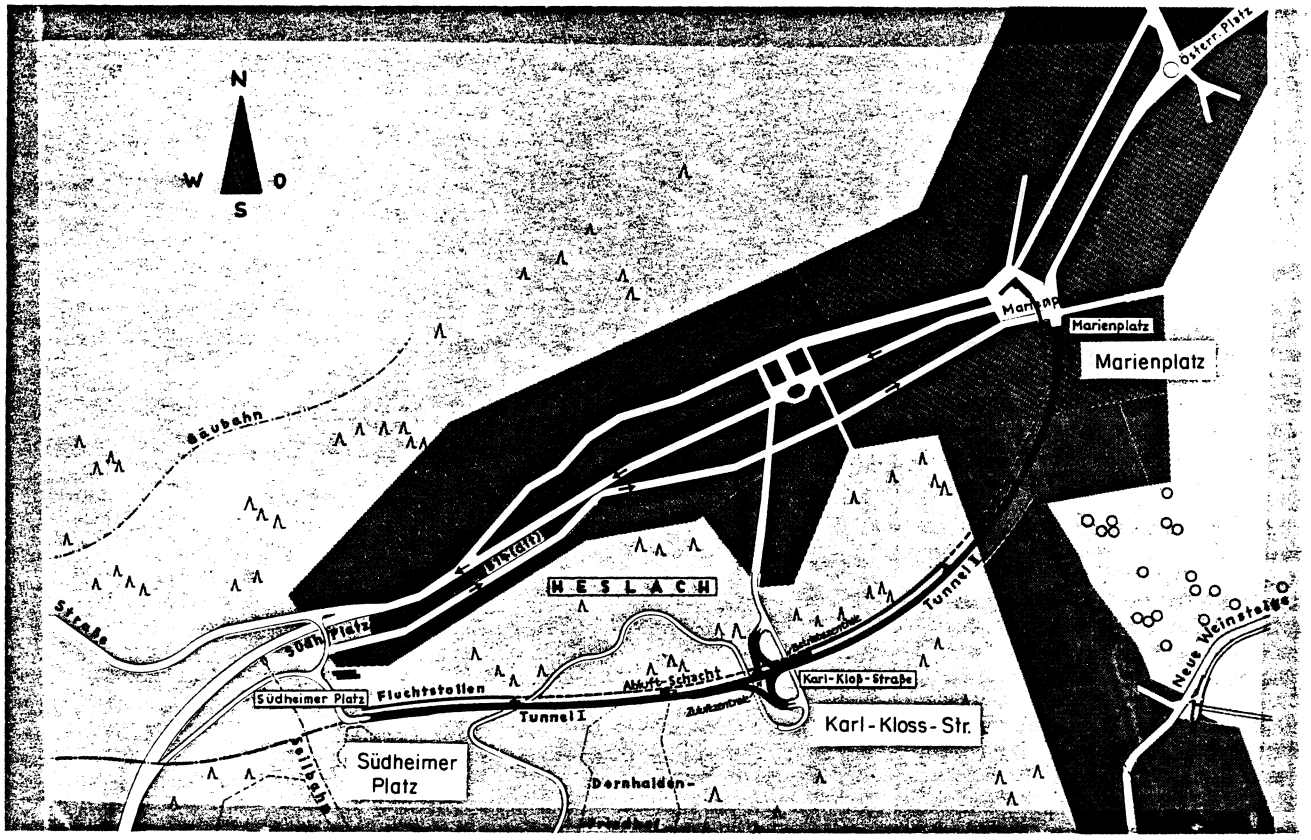


Abb. 1: Umfahrung Heslach Stuttgart, Situationsplan

Die Umfahrung schliesst beidseits mit lichtsignalgeregelten Knoten an das vorhandene Netz an, wobei die Stauräume und die Verengungsstrecken zum Teil unterirdisch angelegt sind. Ungefähr in Tunnelmitte befindet sich die Anschlussstelle Karl-Kloss-Strasse, welche in einer Richtung eine Ein- und Ausfahrt mit Verzögerungs- bzw. Beschleunigungsstreifen aufweist, während in der anderen Richtung sowohl Einfahrt als auch Ausfahrt direkt erfolgen. Die Knotenpunkte der Ein-/Ausfahrten mit dem Stadtnetz sind lichtsignalgeregelt.

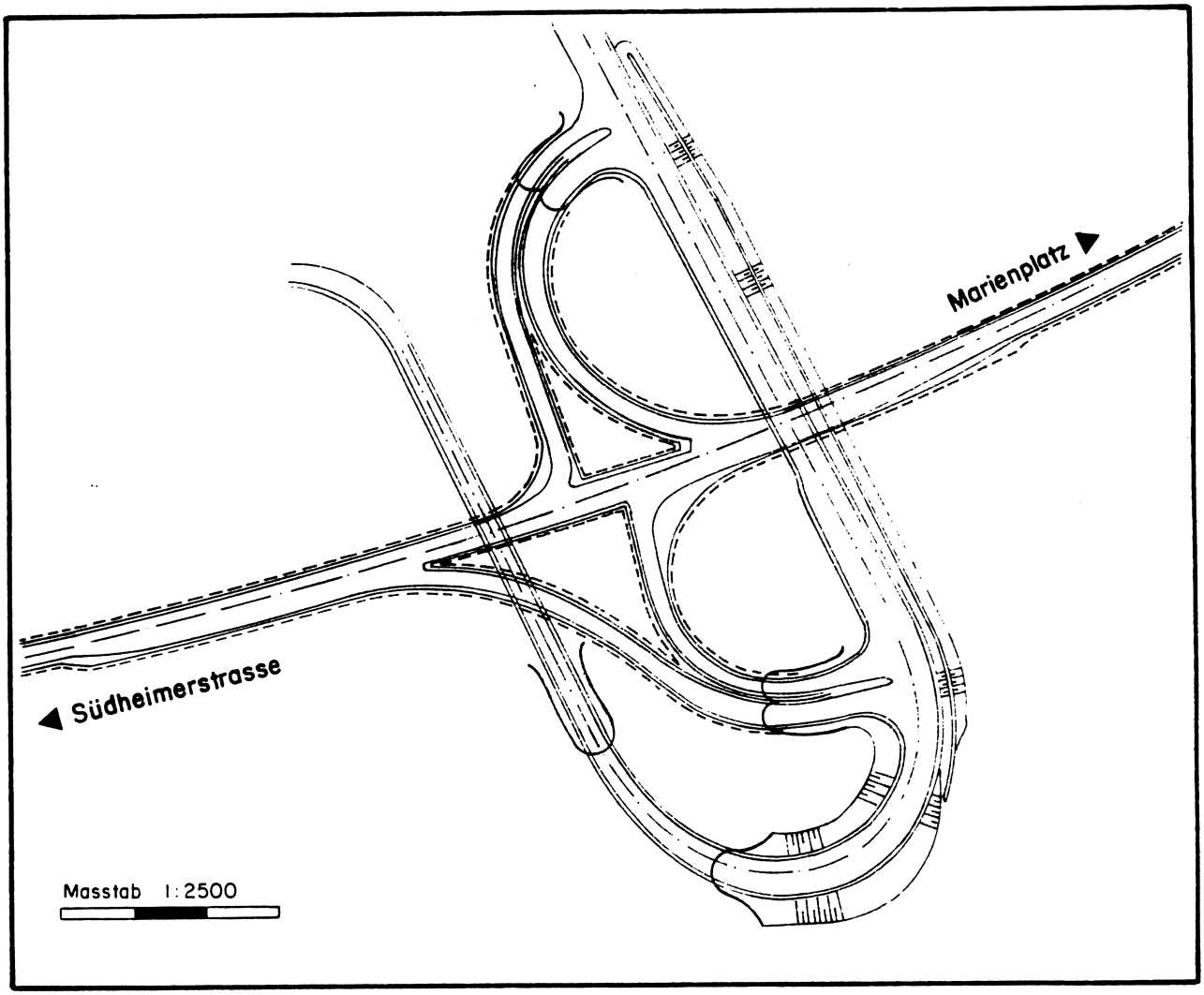


Abb. 2: Umfahrung Heslach, Situation Karl-Kloss-Strasse

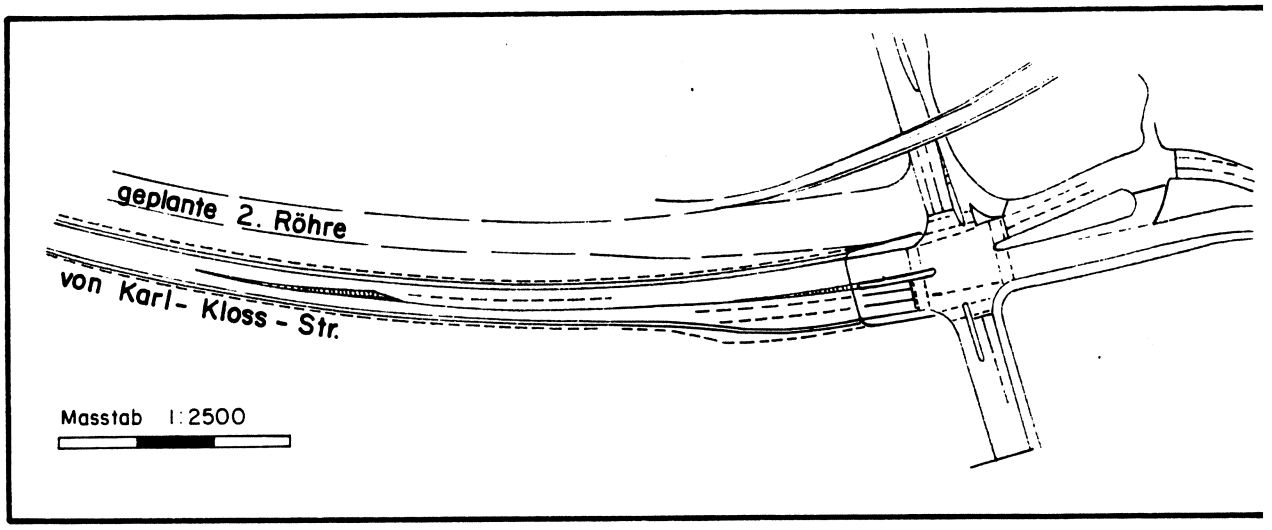


Abb. 3: Umfahrung Heslach, Situation Marienplatz

Für den Tunnel wurden die folgenden Belastungen prognostiziert:
(erste Zahl in Fahrtrichtung vor, zweite Zahl nach dem Anschluss)

	Morgenspitze Fz/h	Abendspitze Fz/h	Tagesverkehr Fz/16 h
von Südheimer Platz in Richtung Stadtmitte	1'700/1'400	1'570/1'280	23'000/20'000
von Stadtmitte in Richtung Südheimer Platz	1'140/1'260	1'850/1'760	19 500/21'000

Die prognostizierte Verkehrsmenge in der Abendspitze entspricht der Verkehrsnachfrage, die voraussichtlich nicht in vollem Umfang vom Tunnel aufgenommen werden kann. Die Ueberlaufmenge wird über die zurückgebaute Ortsdurchfahrt geleitet.

Zur Verkehrsüberwachung werden Induktionsschleifen und Kameras installiert.

Bei Überlastungen bzw. Verkehrsstörungen im Tunnelbereich kann der Zulauf über die vorgeschalteten Signalanlagen gedrosselt bzw. gesperrt werden. Der Verkehr wird dann durch das vorgesehene Wechselwegweisungssystem über die zurückgebaute Ortsdurchfahrt umgeleitet. Die dafür konzipierte Umleitungsprogramme werden abgestimmt auf die Leistungsfähigkeit der Ortsdurchfahrt.

Im Bereich des unterirdischen Knotenpunktes Karl-Kloss-Strasse sind zur Vermeidung von Stauungen des bergwärts gerichteten Verkehrs besondere Signalsteuerungsmassnahmen vorgesehen. Dabei wird versucht, über eine differenzierte Verkehrserfassung Lücken im Hauptstrom zu erfassen und für den Zulauf der Nebenrichtungen (Tunnelrampe) zu nutzen.

Bei Sperrung einzelner Tunnelabschnitte wird der Verkehr über Dauerlichtzeichen in Matrixbauweise und Wechselwegweiser aus dem Tunnel geleitet. Im Bereich der Einfahrten bzw. Verflechtungsbereiche im Tunnel wird zur Verkehrslenkung eine bauliche Mitteltrennung realisiert. Die Verkehrsführung wird durch Markierung, Spurlenktafeln und die Beleuchtung verdeutlicht.

5.2 Baden-Baden, Michaelstunnel

Der ca. 2,5 km lange Michaelstunnel unterfährt das Zentrum von Baden-Baden und verbindet die östlichen Vororte und Stadtteile mit den westlichen. Ca. 400 m vom westlichen Tunnelportal entfernt bei der Russischen Kirche ist im Tunnel ein kreuzungsfreier Anschluss angeordnet, welcher die Verbindung zur Stadtmitte für beide Fahrtrichtungen herstellt. Der Tunnel soll im Dezember 1989 in Betrieb genommen werden.

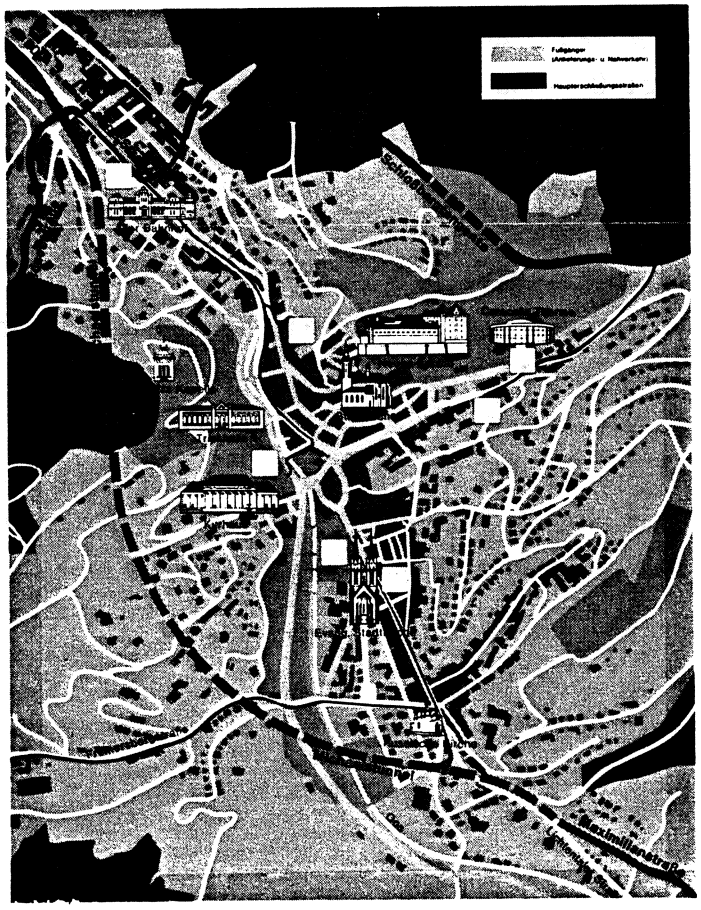


Abb. 4:
Michaelstunnel
Baden-Baden
Übersichtsplan

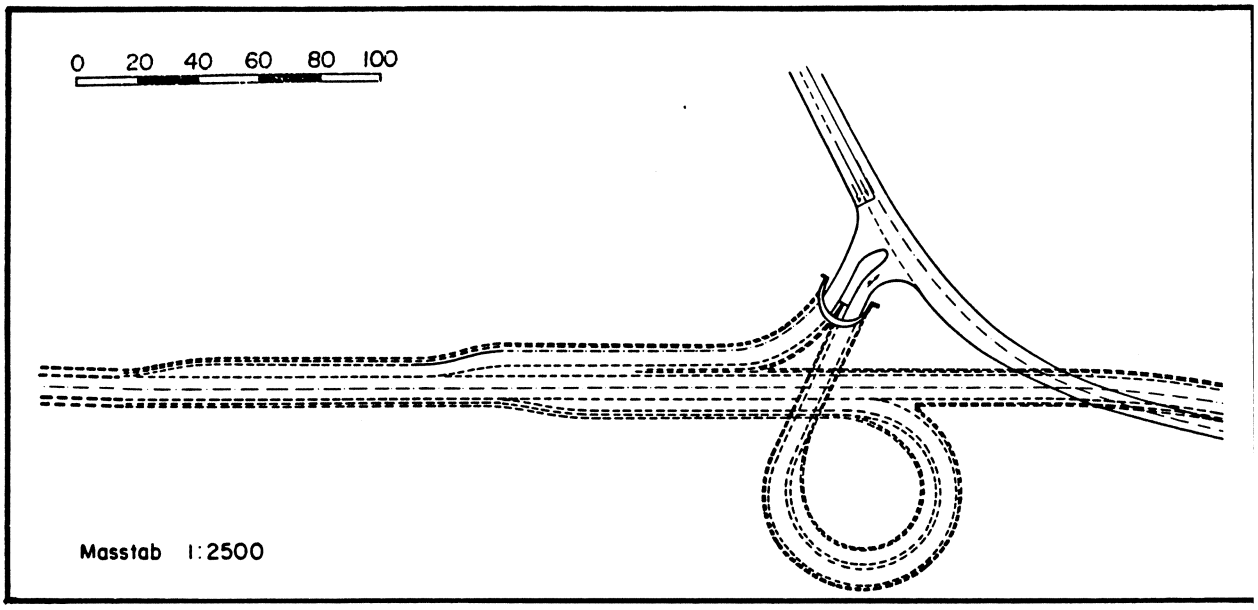


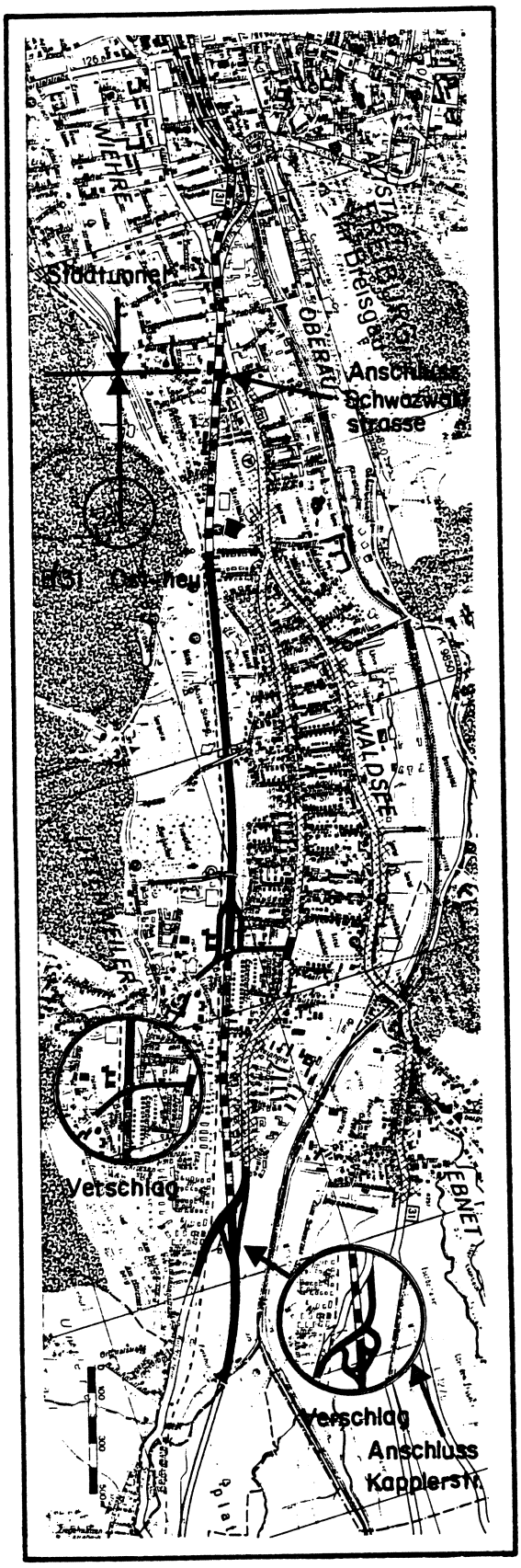
Abb. 5: Michaelstunnel Baden-Baden, Situation Anschluss Russische Kirche

5.3 Freiburg im Breisgau, B31-Ost-neu/Stadttunnel

Zur Entlastung der durch Durchgangsverkehr stark belasteten Ortsdurchfahrt Ebnet und der Schwarzwaldstrasse ist die Neuanlage der B31 geplant, welche z.T. im Tunnel und z.T. oberirdisch verläuft. In westlicher Richtung schliesst an die B31-Ost-neu der Stadttunnel an.

Stadttunnel und B31-Ost-neu werden mit zwei baulich getrennten Richtungsfahrbahnen mit je zwei Fahrstreifen ohne Pannenstreifen geplant. An der Nahtstelle von B31-Ost-neu und Stadttunnel ist ein Halbanschluss vorgesehen, welcher die Einfahrt nach und die Ausfahrt von Osten ermöglicht.
Die Einfahrt soll mit einem 150 m langen Beschleunigungsstreifen versehen werden. Die Zufahrtsrampe ist mit einem Gefälle um 7 % vorgesehen und erst unmittelbar vor der Einfahrt in die Hauptfahrbahn überdeckt. Die Hauptfahrbahn weist im Projekt eine Steigung von 1,4 % auf.
Je nach Gestaltung des übrigen Strassennetzes wird mit einer Belastung des Stadttunnels von ca. 13'000, der B31-Ost-neu von ca. 19'000 und des Halbanschlusses von ca. 6'000 Fahrzeugen pro Tag und Richtung für den Zeithorizont 1990 gerechnet.

Aufgrund der erwarteten Verkehrsverlagerung würde mit Abnahme der Unfälle im Untersuchungsgebiet für 1990 von ca. 840 auf ca 560, d.h. um einen Drittel, prognostiziert.



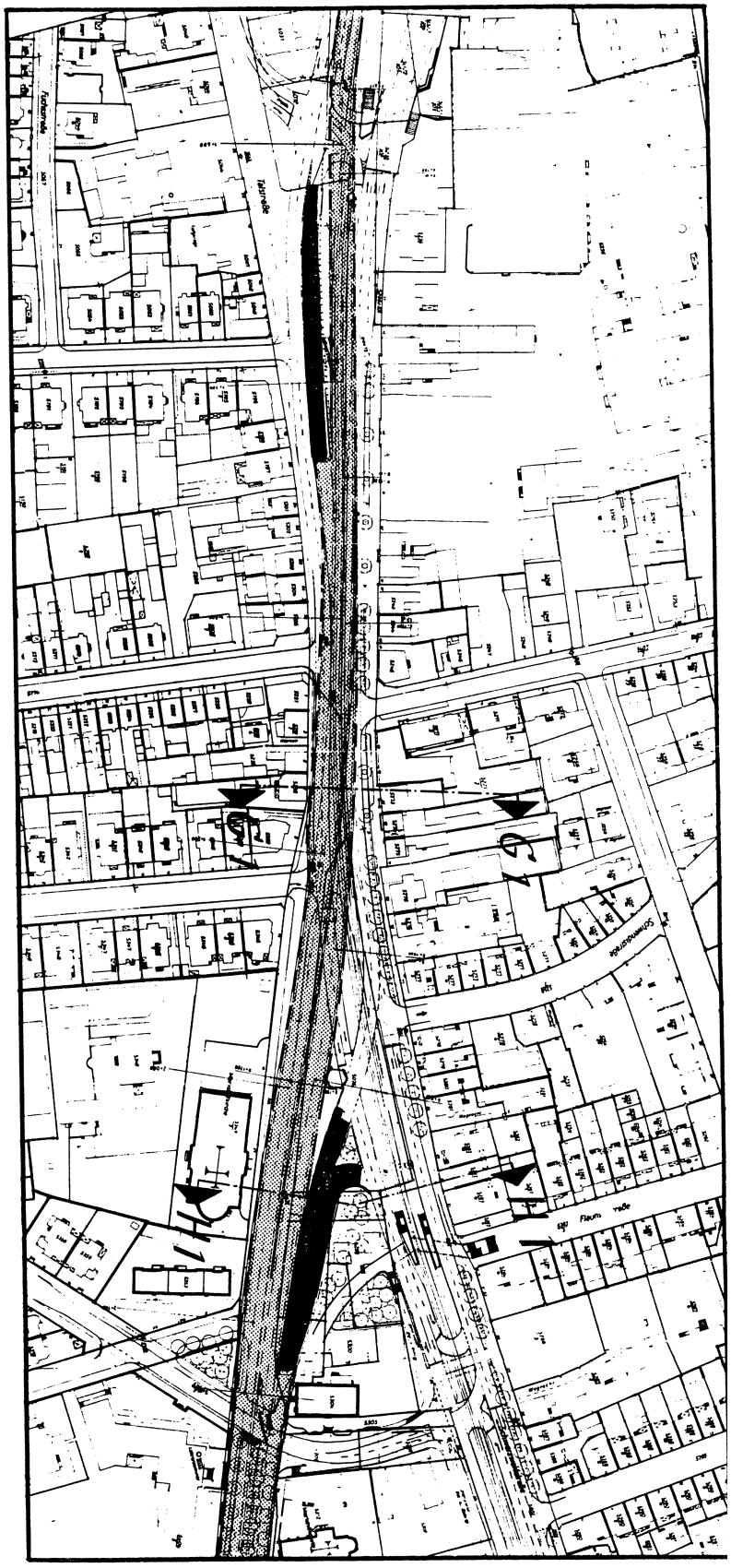


Abb. 6 und 7: B31 Ost-neu/Stadttunnel Freiburg i.Br.
Übersichtsplan und Anschluss Schwarzwaldstrasse

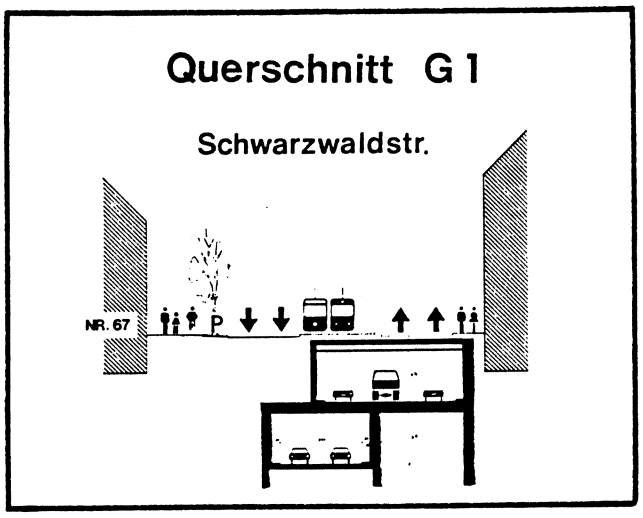


Abb. 8:
B31 Ost-neu/Stadttunnel
Freiburg i.Br.
Querschnitt Schwarzwald-
strasse

Zur Zeit der Berichterstattung waren gerichtliche Auseinandersetzungen im Zusammenhang mit dem Planfestellungsverfahren im Gange.

6. BEISPIELE VON UNTERIRDISCHEN EINFAHRTEN, IN BETRIEB

6.1 Graz, Plabutsch-Tunnel

Vgl. Kapitel 7.2.

6.2 Ulm, Söflinger-Ring

Der im Zuge des Bismarckrings angelegte Tunnel der B10 weist ca. 200 m nach dem Portal der Hauptfahrbahn in südöstlicher Richtung eine Einfahrt auf, welche den Verkehr vom Söflinger-Kreisel auf die B10 führt.

Der Tunnel der B10 ist richtungsgetrennt, dem Motorfahrzeugverkehr vorbehalten und weist pro Richtung 2 Fahrstreifen auf; die Einfahrt ist einspurig keilförmig, d.h. ohne Beschleunigungsstreifen, ausgebildet. Die Einfahrtsöffnung weist eine Länge von ca. 80 m auf und liegt in der Geraden, ca. 80 m nach dem Ende eines Linksbogens der Hauptfahrbahn von 225 m Radius.

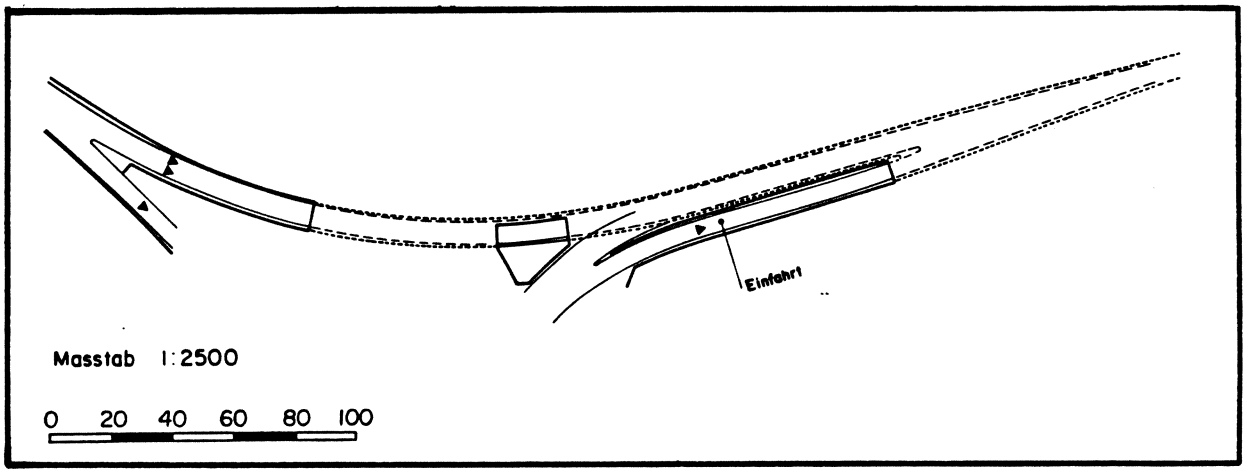


Abb. 9: Söflinger-Ring Ulm, Situation

Die Hauptfahrbahn fällt vor dem Tunnelportal mit ca. 5 %, die Zufahrtsrampe mit 9 %. Die Zufahrtsrampe ist erst unmittelbar vor der Einfahrtsöffnung überdeckt. Die Geschwindigkeit ist auf 70 km/h beschränkt.

Die Belastung der Hauptfahrbahn beträgt in der betrachteten Richtung ca. 18'000 Fahrzeuge pro Tag; dazu kommt die Belastung der Einfahrt von 3'000 Fahrzeugen.

1988 wurden im Tunnel im Bereich der Einmündung total 11 Unfälle registriert, wovon 2 durch Nichtbeachten der Vorfahrt, die übrigen durch zu hohe Geschwindigkeit und durch zu geringen Abstand entstanden.

6.3 Berlin-West, Autobahn-Ueberbauung Schlangenbader-Strasse

Die Autobahn-Ueberbauung Schlangenbaderstrasse überdeckt über eine Länge von ca. 500 m das in Hochlage geführte Autobahnteilstück Richtung Steglitz, welches die südlichen und südwestlichen Regionen Berlins mit dem Berliner Autobahnring und den Geschäfts- und Verwaltungsgebäuden der City verbindet.

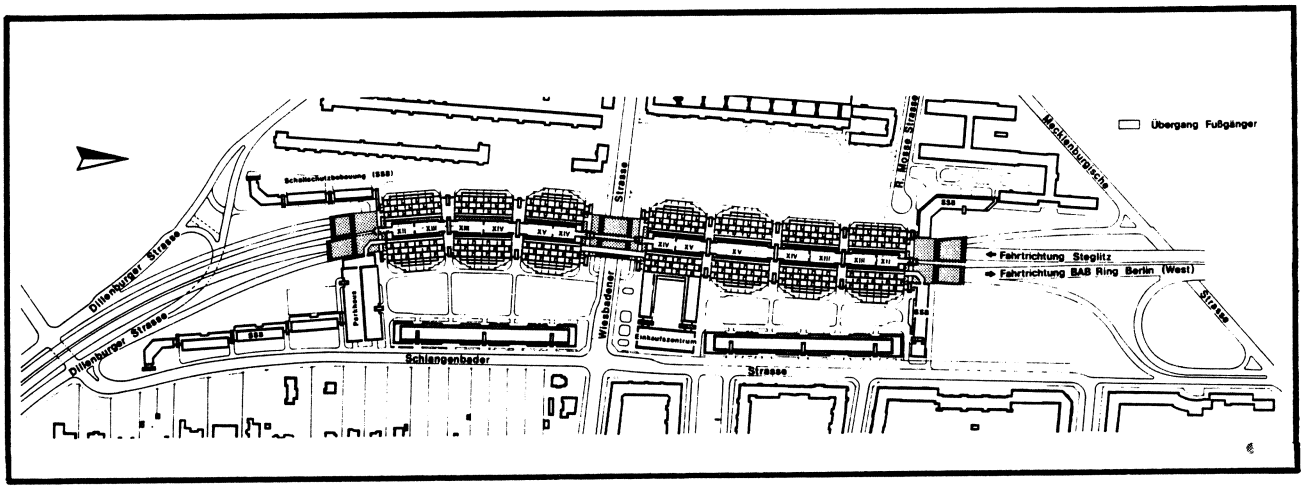


Abb. 10: Autobahn-Überbauung Schlangenbaderstrasse Berlin, Situation

Die Autobahn weist in jeder Fahrtrichtung 3 Fahrstreifen gem. folgendem Fahrstreifenschema auf:

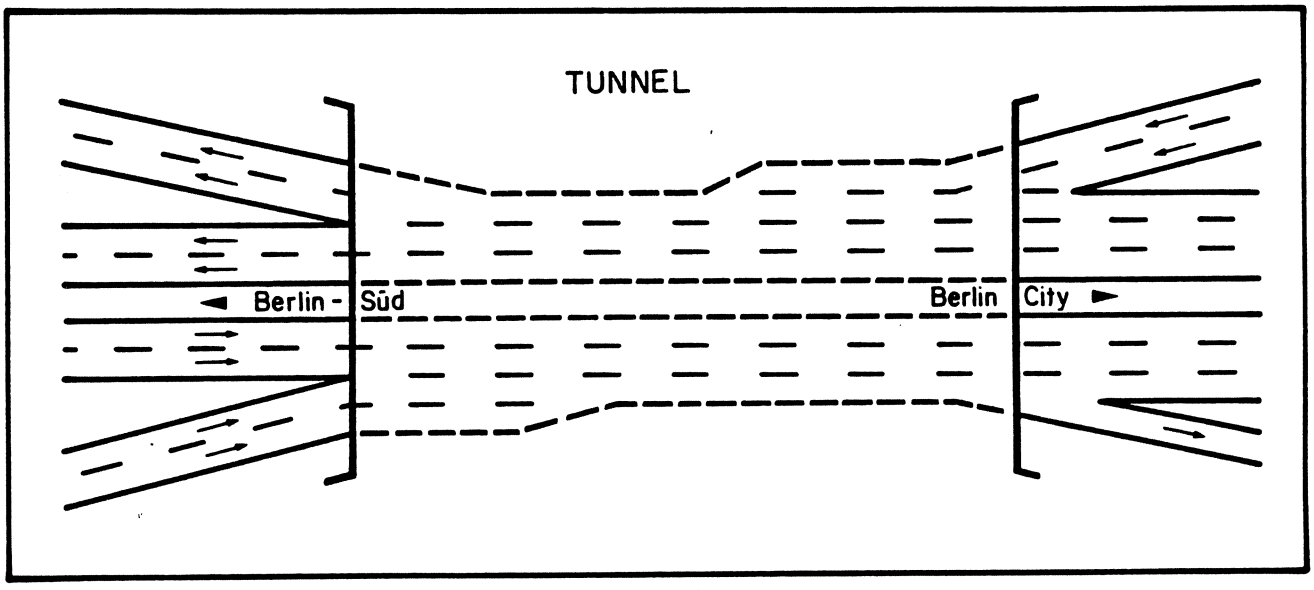


Abb. 11: Autobahn-Überbauung Schlangenbaderstrasse Berlin
Fahrstreifen-Schema

In Fahrtrichtung zur City wird der linke Fahrstreifen der 2-streifigen Einfahrt addiert und der rechte geht in einen ca. 150 m langen Beschleunigungsstreifen über; die Ausfahrt erfolgt keilförmig.

In der umgekehrten Fahrtrichtung wird der linke Fahrstreifen der 2-streifigen Einfahrt keilförmig und der rechte als Beschleunigungsstreifen von ca. 150 m Länge in die durchgehende Fahrbahn eingeführt. Die Ausfahrt erfolgt zweistreifig.
Die physischen Trennungen zwischen Hauptfahrbahn und Ein-/Ausfahrt fallen ungefähr mit den Tunnelportalen zusammen.

Abb. 12 und 13: Autobahn-Überbauung Schlangenbaderstrasse Berlin Einfahrt von der City her

Die Autobahn weist einen Radius von 3'500 m auf, der sich im Süden auf 500 m verringert, und Neigungen von unter 1 % auf.

Zur Beleuchtung sind Natrium-Hochdruckdampflampen installiert; die mittlere Leuchtdichte auf der Fahrbahn beträgt ausserhalb der Adaptionsbereiche 3 cd/m^2.

Die Autobahn wies in den Monaten Mai/Juni 1988 folgende Belastungen auf:

DTV werktags	71'000 Fz/h
07.00 - 08.00 Uhr Richtung Süd	2'150 Fz/h, Richtung Nord 3'250 Fz/h
16.00 - 17.00 Uhr Richtung Süd	3'050 Fz/h, Richtung Nord 2'200 Fz/h

Die Verkehrsbeobachtung an Ort und Stelle während allerdings nur kurzer Zeit zeigte keine Besonderheiten des Verkehrsablaufes.

6.4 Berlin, Flughafentunnel Tegel

Die Autobahn Berlin-Hamburg unterfährt den Flughafen Tegel in einem Tunnel, in welchem sich Ein- und Ausfahrt des Lokalanschlusses Seidelstrasse befinden.

Im ursprünglich geplanten Netz bildete der Flughafentunnel Tegel lediglich ein Teilstück eines wichtigen Autobahnzubringers, wobei die Beziehungen nach/von Seidelstrasse verkehrsstärker gewesen wären als diejenigen nach/von Richtung Hamburg. Der Anschluss von/zur Seidelstrasse ist deshalb als Hauptfahrbahn, die Verbindung von/nach Hamburg als Ein-/Ausfahrt ausgebildet. Da das geplante Netz nicht realisiert werden konnte und die Autobahnverbindung Berlin Zentrum - Hamburg heute durch den Flughafentunnel verläuft, bestehen heute vollständig andere, der baulichen Gestaltung widersprechende Belastungen:

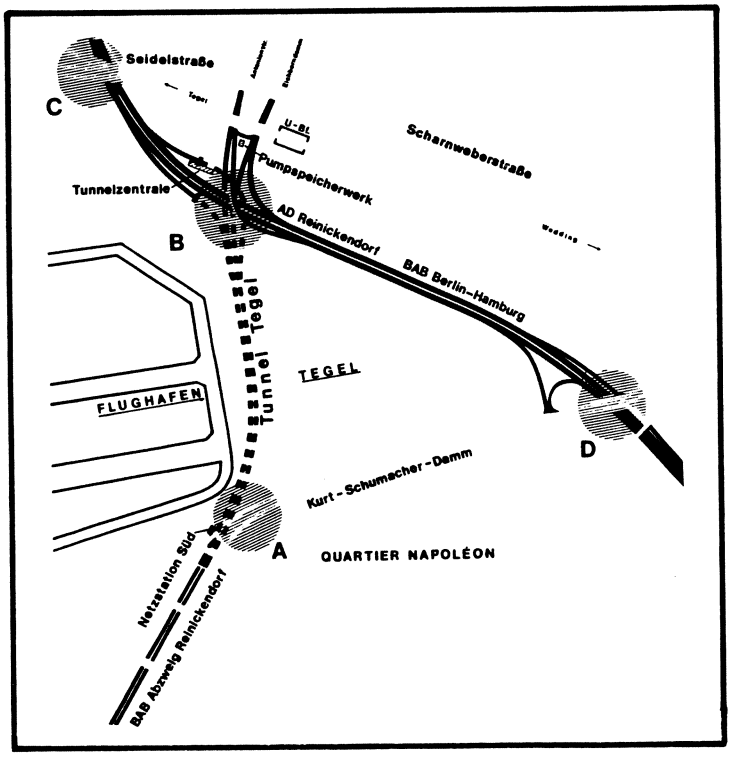
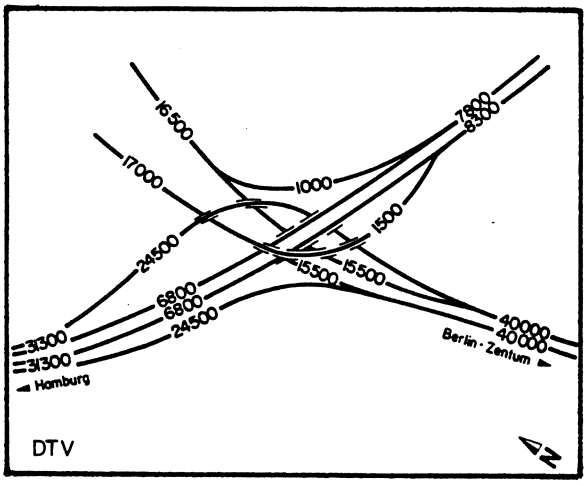
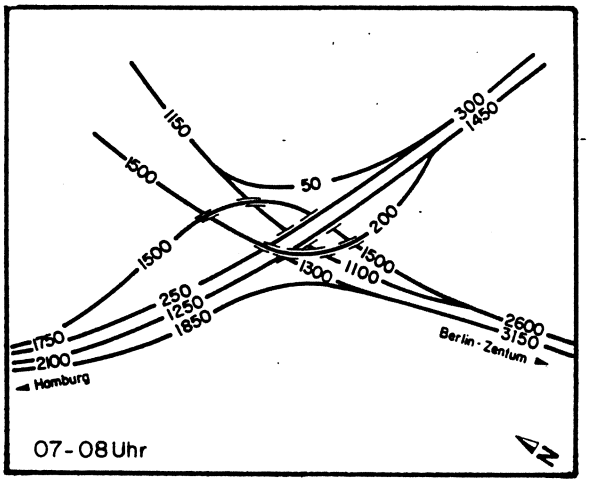


Abb. 14: Flughafentunnel Tegel Berlin
Übersicht





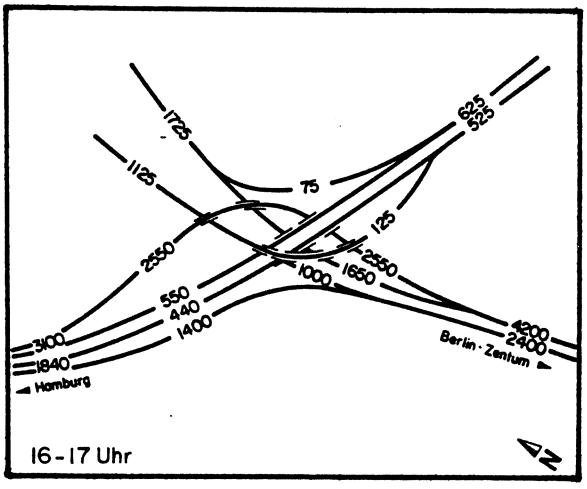


Abb. 15, 16, 17: Flughafen Tegel Berlin
Belastungen Mai/Juni 1988

Zu- und Wegfahrt Seidelstrasse sind im Grundriss gestreckt und weisen ein Gefälle bzw. eine Steigung von 5 % auf. Der Minimalradius der Fahrbahn in Richtung Hamburg beträgt 100 m, ihr Gefälle unmittelbar nach Verzweigung ca. 3,2 % und die Steigung nach der Unterfahrung der Fahrbahn zur Seidelstrasse ca. 4,5 %. Die Fahrbahn aus Richtung Hamburg weist einen Minimalradius von ca. 160 m und ein Gefälle von ca. 2,5 % auf.

In Richtung Berlin City befindet sich das Tunnelportal auf der Fahrbahn aus Hamburg ca 50 m, auf der von der Seidelstrasse ca. 110 m vor der geometrischen Nase, wobei auf beiden Fahrbahnen auf je ca. 80 m Länge Lichtrasterdecken vorgelagert sind.

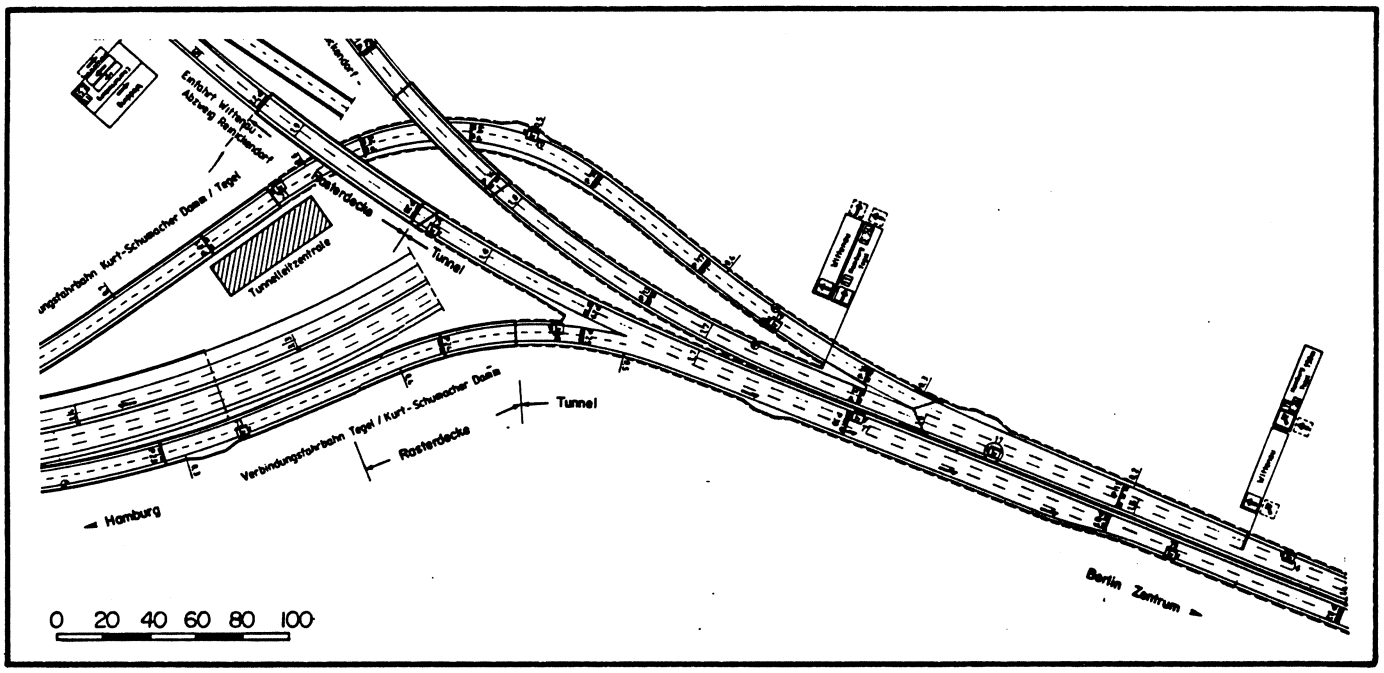


Abb. 18: Flughafentunnel Tegel Berlin, Situation 1988

Die Geschwindigkeit ist auf 80 km/h beschränkt.

In Fahrtrichtung City wurde der Tunnel bis 1988 bei schwachem Verkehr mit allen Fahrstreifen betrieben. Bei starkem Verkehr wurde durch Dauerlichtzeichen ausserhalb des Tunnels bei der Fahrbahn aus Richtung Hamburg der linke, bei der Fahrbahn aus Seidelstrasse der rechte Fahrstreifen gesperrt, wobei aus Richtung Hamburg zeitweise Stau auftrat. Bei sehr starkem Verkehr wurde die Zufahrt Seidelstrasse gesperrt und dieser Verkehr über den Kurt-Schumacher-Damm umgeleitet.

Es ist nun vorgesehen, die Zufahrten und die Zusammenführung der Fahrbahnen so umzumarkieren, dass der Verkehr aus Hamburg Priorität erhält. Fahrstreifensperrung und Verkehrsumleitung sind dabei wie bisher möglich.

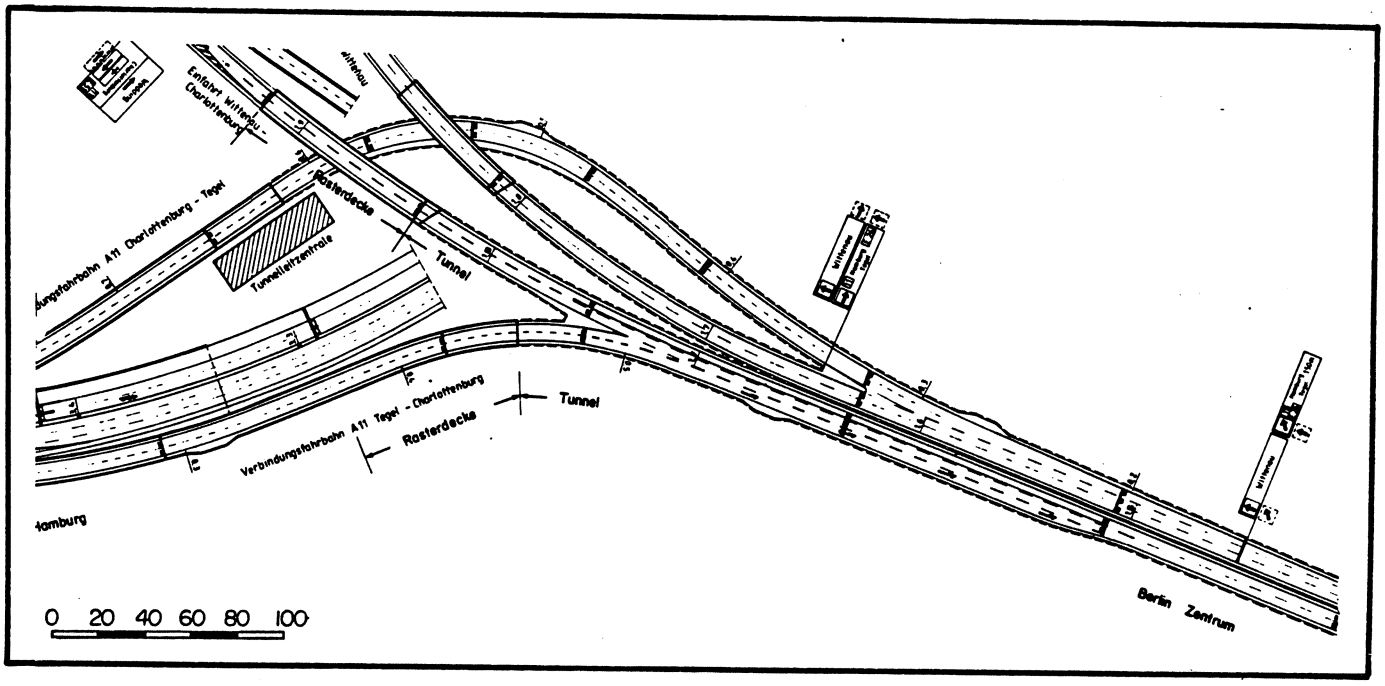


Abb. 19: Flughafentunnel Tegel Berlin
Situation mit neuer Verkehrsführung

Vom 1.7.79 bis 16.7.84 wurde in beiden Fahrtrichtungen im Bereich des Tunnels und der Rasterstrecke 182 Unfälle polizeilich registriert. Das Unfallgeschehen wird als erfreulich gering beurteilt.

Bei einer zwar nur kurzen visuellen Beurteilung des Verkehrsablaufes am Bildschirm bei mittleren Belastungen zeigten sich bei beiden für 1988 beschriebenen Betriebsarten keine Besonderheiten im Verkehrsablauf.

6.5 Berlin, Tunnel Ortskern Tegel

Die Autobahn Berlin-Hamburg unterfährt nördlich des Flughafens Tegel auch den Ortskern Tegel in einem 2-röhrigen Tunnel mit je 2 Fahrstreifen. Nördlich des Tunnels befindet sich die Anschlussstelle Waidmannsluster-Damm, deren Beschleunigungsstreifen teilweise im Tunnelbereich liegt.

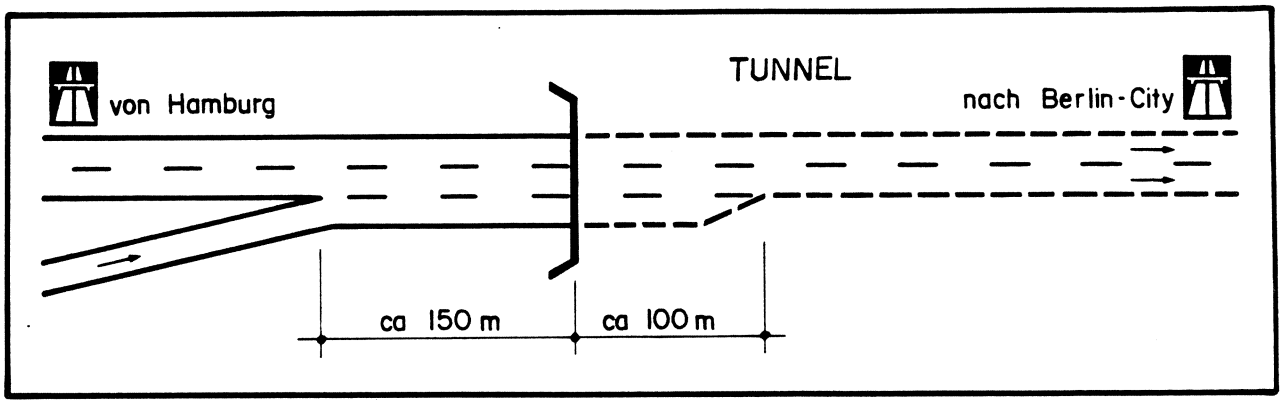


Abb. 20: Ortskerntunnel Tegel Berlin, Fahrstreifen-Schema

Der Tunnel wurde Ende 1987 eröffnet. Die Belastungen liegen bei über 40'000 Fahrzeugen pro Tag in beiden Richtungen.

Die visuelle Beurteilung des Betriebsablaufes am Bildschirm zeigte keine Besonderheiten. Die meisten Einfädelungen erfolgen ausserhalb des Tunnels bzw. im Portalbereich.

6.6 Essen, Ruhrschnellweg-Tunnel

Der Ruhrschnellweg durchquert das Zentrum Essen z.T. in einem Tunnel von 1 km Länge. Im Portalbereich Ost befinden sich die Zu- und Wegfahrtsrampen der Anschlussstelle Essen-Zentrum.
Die Einfahrt in westlicher Richtung weist einen Beschleunigungsstreifen von total ca. 150 m Länge auf, von dem ungefähr je die Hälfte vor und nach dem Portal liegt.

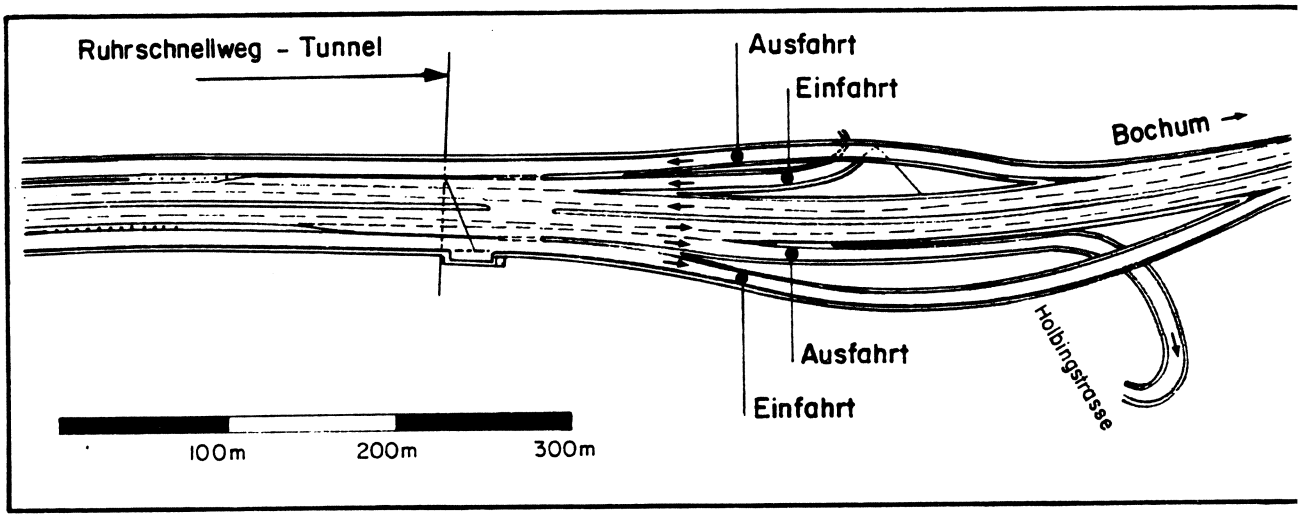


Abb. 21: Ruhrschnellweg Essen, Situation Anschluss Essen-Zentrum

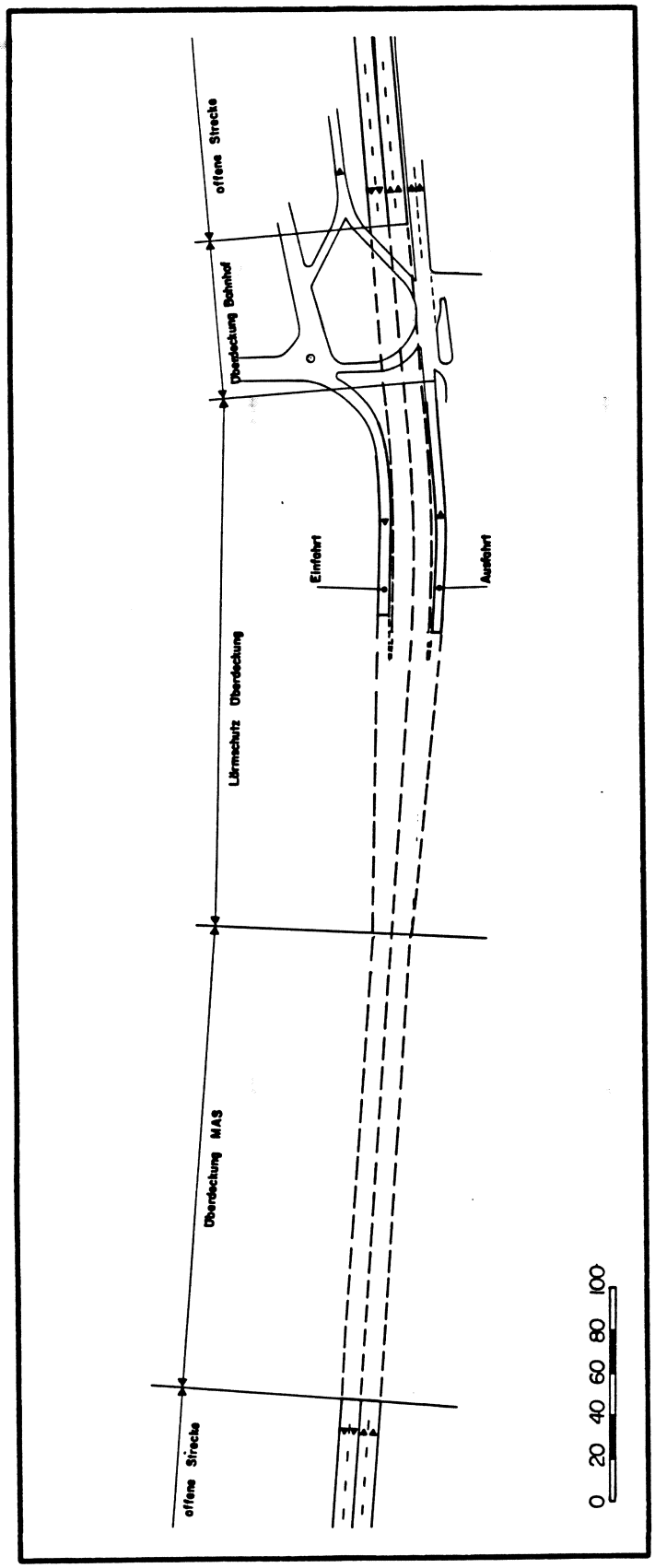
Die Tagesbelastungen des Tunnels betragen in der ersten Hälfte 1989 im Mittel knapp 80'000, im Maximum 95'000 Fahrzeuge in beiden Richtungen.

Zählungen des Stadtplanungsamtes Essen am 15.3.1972 ergaben folgende Belastungen:

- Tunnel Fahrtrichtung West	29'246 Fz/h
- Tunnel Fahrtrichtung Ost	26'914 Fz/h
- Tunnel beide Fahrtrichtungen	56'160 Fz/h
- Einfahrt Richtung West	5'043 Fz/h
- Einfahrt Richtung West 16-17 Uhr	569 Fz/h

1988 wurden im Bereich des Tunnels und der anschliessenden Strecken auf einer Länge von 1,9 km in Fahrtrichtung West 17 Unfälle polizeilich registriert, von denen sich 2 im Einfahrtsbereich und 15 ausserhalb dieses Bereichs ereigneten. 11 Unfälle betrafen Stau- und Auffahrunfälle, 6 werden auf Unaufmerksamkeit und Alkohol zurückgeführt.

6.7 Firminy (Loire, F), Tranchée couverte du MAS



In Firminy, westlich von St. Etienne, verläuft die Autoroute A 47 in einer ca. 550 m langen, vollständig geschlossenen Tieflage. Ungefähr 200 m nach dem Portal mündet eine Einfahrt in den Tunnel; ebenso ist in der Gegenrichtung eine entsprechende Ausfahrt vorhanden. Die Einfahrt ist erst kurz vor der Zusammenführung mit dem Tunnel überdeckt und endet in einer Zwischenstufe von kurzem Beschleunigungsstreifen und langer keilförmiger Einfahrt.

Die Autobahn weist ausserhalb des Anschlussbereiches pro Fahrtrichtung 2 Fahrstreifen mit täglichen Belastungen von ca. 10'000 Fahrzeugen pro Richtung auf.

Abb. 22: A47 Firminy, Situation

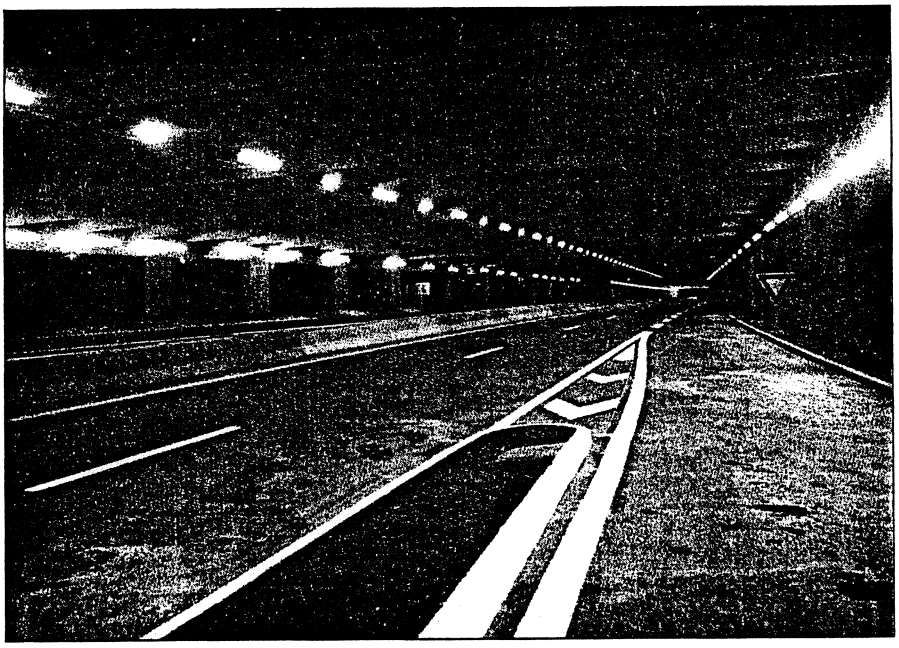


Abb. 23: A47 Firminy, Einfahrt in Tunnel

7. BEISPIELE UNTERIRDISCHEN FAHRSTREIFEN-ABBAUS

7.1 Gotthardstrassentunnel, Vortunnel Göschenen

Nördlich an den bergmännisch erstellten Gotthardstrassentunnel schliessen sich unmittelbar die Lawinengalerie Riental und eine weitere ca. 400 m lange Lawinengalerie, der sogenannte Vortunnel, an.

Während der Gotthardstrassentunnel 2-spurig im Gegenverkehr betrieben wird, weist die nördliche Zufahrt 2 Richtungsfahrbahnen mit je 2 Fahrstreifen auf. Im Vortunnel erfolgt der Uebergang von den beiden Richtungsfahrbahnen auf die 2-streifige Tunnelröhre und der Abbau des Überholstreifens. Ferner ist die Einfahrt vom Parkstollen in die Hauptfahrbahn in der Lawinengalerie Riental angeordnet.

Im Vortunnel geht die ca. 5 % steile Zufahrtsrampe in die im Tunnel vorhandene Neigung von ca. 1,3 % über.

Bei normalem Verkehrsanfall erfolgt die Zusammenführung des Verkehrs beider Fahrstreifen durch konventionelle Signale, welche durch überfahrbare, auf die Fahrbahn aufgeklebte Gummilappen unterstützt werden, während bei starkem Verkehr der Zufluss mit einer Signalanlage fahrstreifenweise geregelt werden kann. Die Geschwindigkeit ist auf 80 km/h begrenzt. Die Limite kann durch Wechselsignale auf 60 km/h festgelegt werden.

Der durchschnittliche Verkehr beträgt in Fahrtrichtung Nord-Süd 1980 hochgerechnet ca. 4'000, 1987 ca. 7'000 Fahrzeuge pro Tag.

Der Parkstollen wird nur sporadisch benützt, sodass keine Erfahrungen über die unterirdische Einfahrt vorliegen.

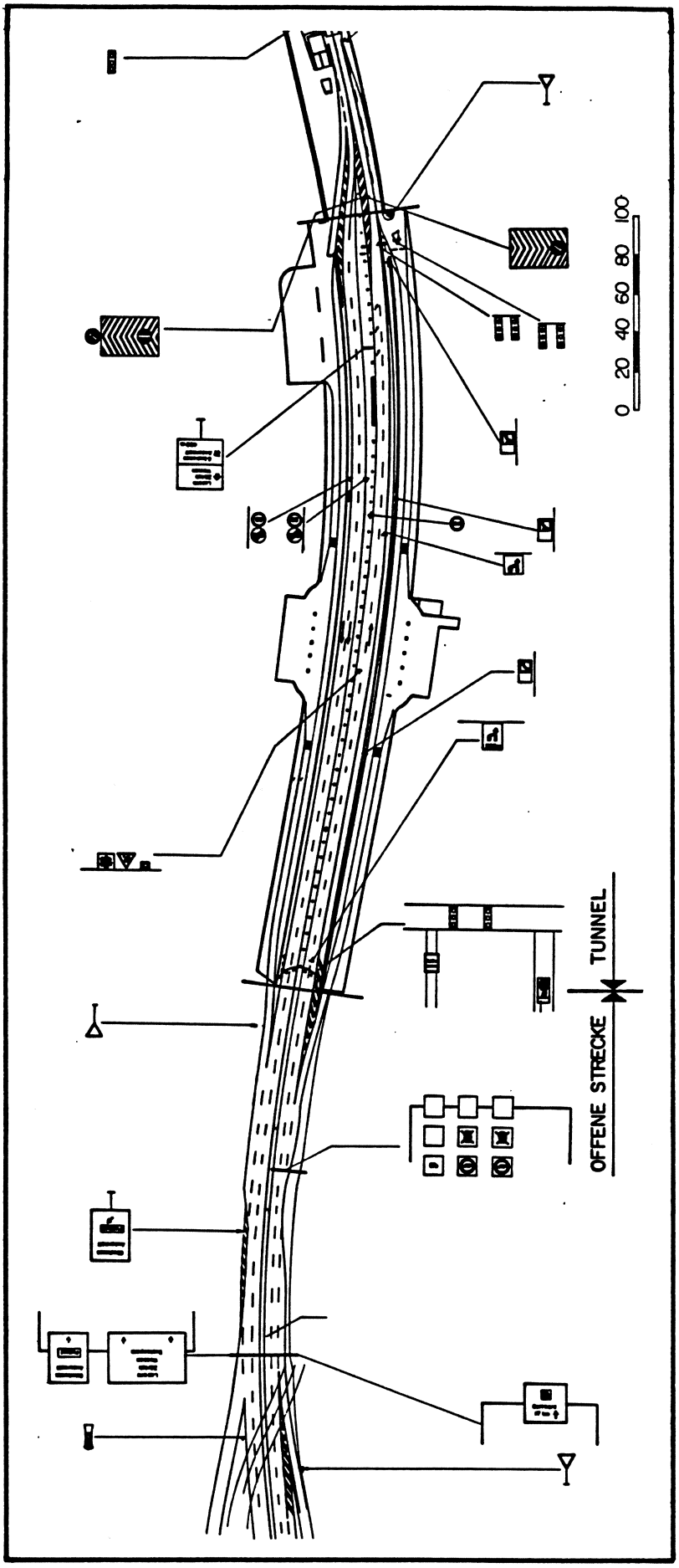


Abb. 24:
Vortunnel Göschenen
Situation

Von Interesse ist im Rahmen dieser Untersuchung das Unfallgeschehen im Zusammenhang mit dem Abbau des linken Fahrstreifens. Seit der Eröffnung im September 1980 bis Ende 1988 wurden ausser den Unfällen im Zusammenhang mit dem Ansprechen der automatischen Höhenkontrolle 13 Unfälle polizeilich registriert.

Mit Ausnahme der Selbstunfälle und zweier Auffahrunfälle ereigneten sich alle Unfälle im Zusammenhang mit Überholmanövern von langsamen Fahrzeugen. Die Verkehrsbelastungen waren in allen Fällen mit ca. 200-600 Fahrzeugen pro Stunde gering bis mittel.

Während der betrachteten Zeitspanne wurde der Vortunnel von ca. 400 m Länge von ca. 16 Mio. Fahrzeugen befahren.

Bei der Beurteilung des Unfallgeschehens muss berücksichtigt werden, dass sich diese Unfälle ausschliesslich beim Betrieb ohne Lichtsignalregelung ereigneten und bei starken Belastungen die Lichtsignalregelung eingesetzt wird. Diese führt offenbar zu einer angepassteren Fahrweise, sodass auch keine Selbstunfälle auftreten.
Möglicherweise spielt dabei der durch die Halte an den Lichtsignalen und durch den Stau erreichte Bruch der Adaption an hohe Geschwindigkeiten eine Rolle.

Wieweit sich das Unfallgeschehen bei Lichtsignalregelung auf die Zufahrten verlegt, kann hier nicht untersucht werden.

Die Beurteilung der Überholmanöver muss in Kenntnis folgender besonderer Merkmale erfolgen:

- Die Fahrgeschwindigkeit der Lastwagen auf der 5 %-Rampe ist z.T. sehr gering. Die Steigung im Tunnel ist so gross und der Neigungswechsel erfolgt so spät, dass die Geschwindigkeit von Schwerfahrzeugen noch über grosse Strecken bedeutend unter der zulässigen und für Personenwagen leicht erreichbaren Geschwindigkeit von 80 km/h liegt.
- Nach dem Vortunnel besteht über eine Länge von ca. 17 km keine Überholmöglichkeit mehr. Gerade bei geringen Verkehrsbelastungen führen vorausfahrende Lastwagen zu einem erheblichen Geschwindigkeitsverlust und infolge der Abgase zu einer Komforteinbusse. Der Anreiz zum Überholen ist deshalb besonders gross.

Aus diesen speziellen Gründen darf die grosse Unfallhäufigkeit nicht ausschliesslich auf die unterirdische Anlage zurückgeführt werden. Sie wird sehr stark durch die Besonderheiten der Gesamtanlage beeinflusst. Mit grosser Wahrscheinlichkeit wäre eine offene Führung bei gleicher Gesamtkonzeption - wenn überhaupt - nicht bedeutend weniger unfallträchtig, oder es würde sich eine andere Konzeption auch bei unterirdischer Anlage des Verengungsbereichs auf die Unfallwahrscheinlichkeit positiv auswirken.

Wesentliche Aenderungen der Gesamtkonzeption könnten z.B. grundsätzlich darin bestehen, dass

- die Verengung von 3 auf 2 statt von 2 auf 1 Fahrstreifen erfolgt. Damit wäre die Überholmöglichkeit weiter gegeben.
- die Steigungen flacher und damit die Geschwindigkeiten homogener sind.
- die Strecke ohne Überholmöglichkeit kürzer ist.
- die Verengungsstrecke nicht im Adaptionsbereich liegt.

Daneben könnten auch eine dem Fahrstreifenverlauf angepasste Beleuchtung und die Signalisation des Fahrstreifenabbaus mit Chrützlistich wahrscheinlich zu einer Verbesserung der Situation führen.

7.2 Graz, Südliche Einfahrt in den Plabutschtunnel

Südlich an den bergmännisch erstellten Plabutschtunnel von ca. 10 km Länge schliessen sich das ca. 70 m lange Verziehungsbauwerk, ein 580 m langer Tagbautunnel (inkl. 2 Strassenüberführungen) und eine 90 m lange Lichtgalerie an. Während der zweistreifige Plabutschtunnel im Gegenverkehr betrieben wird, weist die Zufahrt 1-3 Fahrstreifen und die Ausfahrt 2-3 Fahrstreifen auf. Beide Fahrbahnen sind bautechnisch durch einen Mittelstreifen mit Stützen getrennt; der Uebergang zur Gegenverkehrsstrecke findet im Verziehungsbauwerk statt.

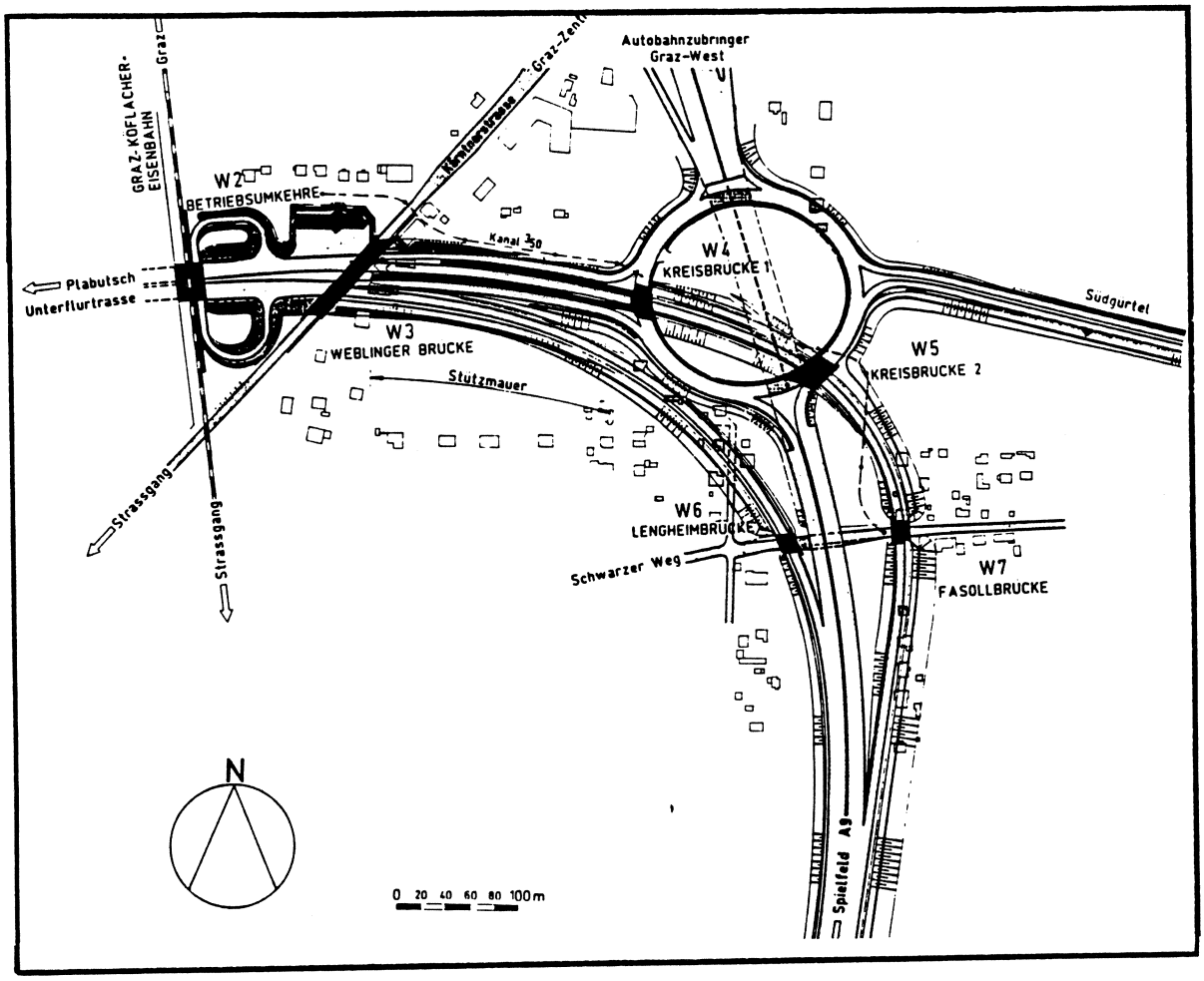
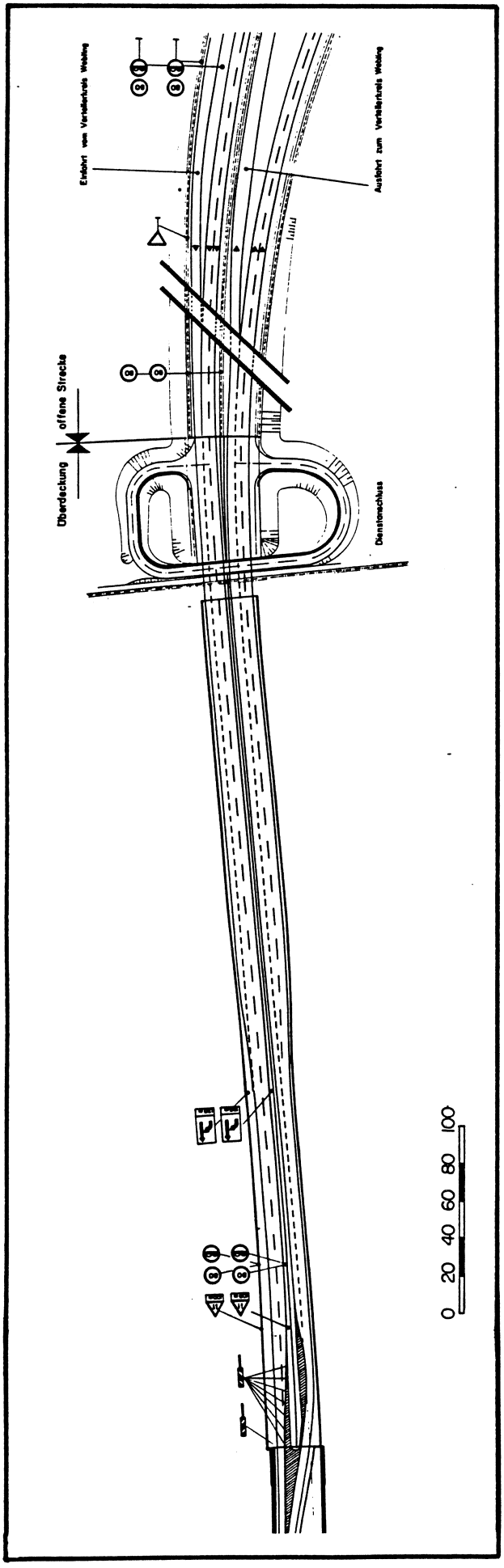


Abb. 25: Plabutschtunnel Graz, Verteilerkreis Webling und Tunnelzufahrt

In der Lichtgalerie und dem ersten Teil des Tagbautunnels liegen die Beschleunigungs- und Manöverstrecke von je 150 m Länge der Einfahrt vom Verteilerkreis Webling in Richtung Norden. Anschliessend folgt der Abbau des Ueberholstreifens, der vor dem Verziehungsbauwerk abgeschlossen ist.



Während in der Situation Ähnlichkeiten - mit Ausnahme der Lage der Einfahrt - mit dem Vortunnel des Gotthardstrassentunnels unverkennbar sind, stellen sich die Verhältnisse in Bezug auf das Längenprofil vollständig anders dar. Auf der Hauptfahrbahn Richtung Nord geht ca. 400 m vor dem Lichtraster eine 240 m lange vierprozentige Gefällsstrecke in ein Gefälle von 0,5 % über, und die Einfahrtsrampe weist ein Gefälle von 6 % auf. Es kann so mit homogenen Geschwindigkeitsverhältnissen gerechnet werden.

Die Einfahrt und der Fahrstreifenabbau sind konventionell signalisiert und erfolgen ohne Verkehrsregelung. Die Zufahrtsgeschwindigkeit ist bereits vor dem Verteilerkreis Webling auf 80 km/h beschränkt.

Die Beleuchtung befindet sich über den Fahrstreifen und erfolgt im Gegenstrahlprinzip mit Natriumhochdruckdampflampen.

Der durchschnittliche tägliche Verkehr Verkehr liegt bei ca. 11'000 Fahrzeugen in beiden Richtungen mit einem Lastwagenanteil von ca. 17 %. Die Spitzenbelastung beträgt über 26'000 Fahrzeuge pro 24 Stunden. Seit seiner Eröffnung im Juni 1987 wurde der Tunnel bis Ende Mai 1989 von über 7 Mio. Fahrzeugen befahren.

Im Zeitraum von Juni 87 bis Mai 89 ereigneten sich im überdeckten Bereich in Fahrtrichtung Nord 3 Unfälle.

Abb. 26: Plabutschtunnel Graz,
Situation Einfahrt Süd

8. BEISPIELE UNTERIRDISCHER PLANGLEICHER KNOTENPUNKTE

8.1 Bern, Bahnhofvorfahrt

Die Bahnhofvorfahrt bildet als zum Teil unterirdisch angelegte Verbindung zwischen Schanzenstrasse und Henkerbrünnli die Haupterschliessung des Hauptbahnhofes Bern für den Individualverkehr.
Der unterirdische Teil ist ein 350 m langer, gekrümmter und bis zu 23 m breiter Tunnel mit mehreren Knotenpunkten zur Erschliessung von total über 700 Parkfeldern, des Postbahnhofes und von Anlieferungsbereichen sowie einem zusätzlichen Anschluss an das städtische Netz und einer Tankstelle. (s. Abb. 27, Seite 42)

Die Anlage weist folgende Verkehrsbeschränkungen auf:
Maximalhöhe 3 m, Fahrverbot für Lastwagen und Busse (ausgenommen PTT, SBB und Anlieferung), Verbot für Fussgänger und Radfahrer, Geschwindigkeitsbeschränkung auf 40 km/h bzw. 30 km/h im unterirdischen Teil.

Die Ausfahrt der PTT-Busse ist mit einer Lichtsignalanlage mit Ruhezustand Dunkel geregelt, wobei die Einschaltung des Rotlichts durch den Fahrer aktiviert wird und die Ausschaltung automatisch erfolgt. Alle übrigen Verkehrsvorgänge sind ungeregelt.

Die Belastungen betrugen gemäss Angabe des Stadtplanungsamtes Bern im Bereich des Nordportals im Juni 1981

in Fahrtrichtung Süd	Di-Do, 17-18 Uhr	569 Fz/h
	Di-Do	5'438 Fz/Tag
	max. (Do 19-20 Uhr)	530 Fz/h
in Fahrtrichtung Nord	Di-Do, 17-18 Uhr	349 Fz/h
	Di-Do	3'457 Fz/Tag
	max. (Do 19-20 Uhr)	370 Fz/h

Angaben über den DTV fehlen.

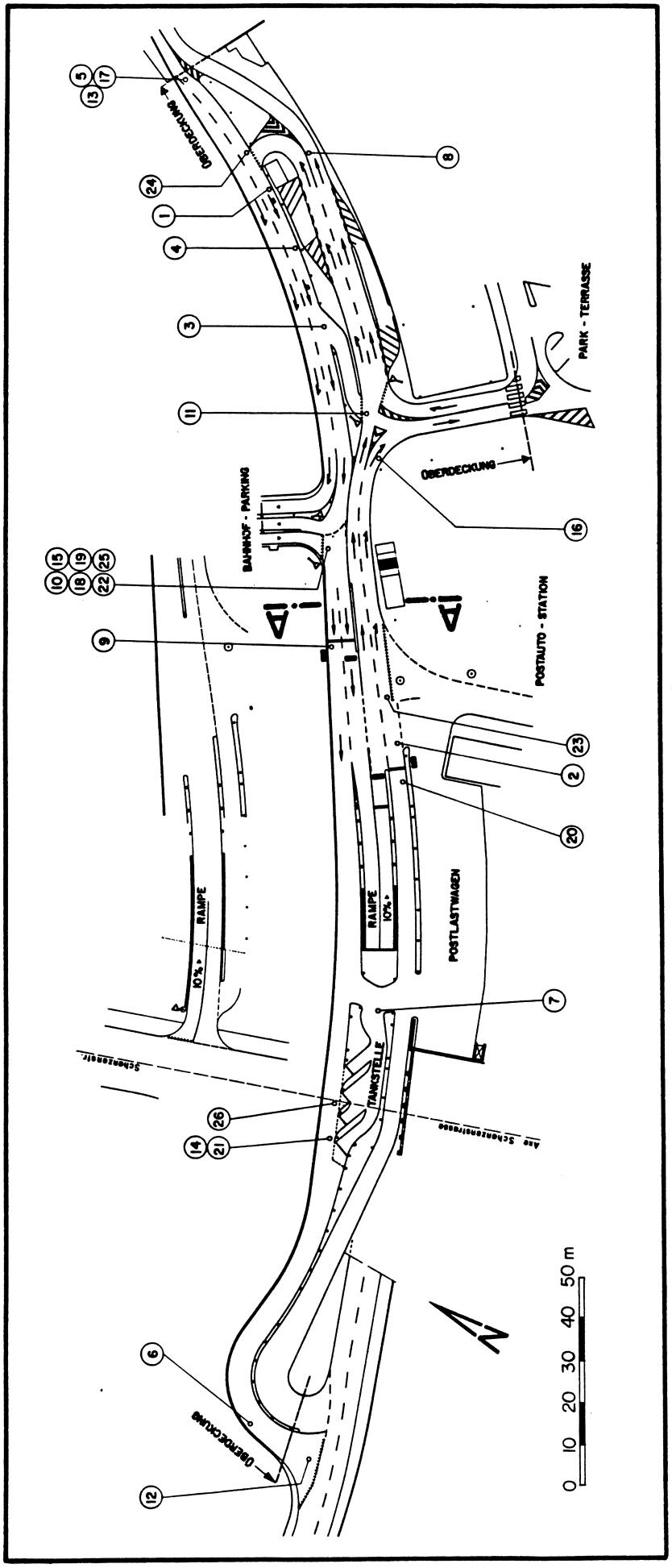


Abb. 27:
Bahnhofvorfahrt Bern,
Situation mit Unfällen

1988 wurde mit Videogeräten eine weitere Verkehrszählung durchgeführt, deren Resultate nachstehend dargestellt sind:

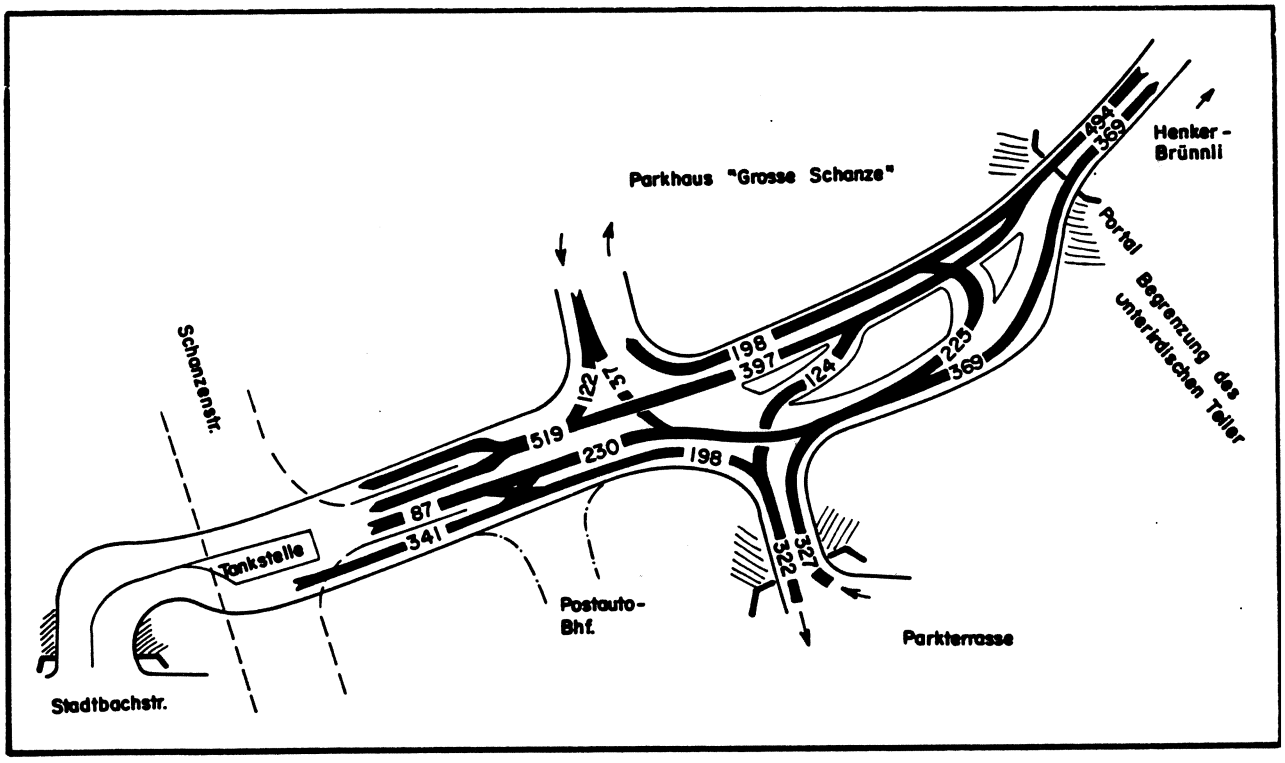


Abb. 28: Bahnhofvorfahrt Bern, Verkehrsbelastungen 19.1.89, 17-18 Uhr

Die Beobachtung des Verkehrsverhaltens mit Videoaufnahmen am Donnerstag, 19.1.89 zwischen 16.30 und 18.00 Uhr ergab folgende wichtigste Resultate:

Die Spurwechsel im Bereich der Verflechtungsstrecke werden zum grossen Teil mit dem Blinker angezeigt und verlaufen ohne nennenswerte heikle Manöver (Bremsen zur Vermeidung des Auffahrens, Ausweichen). Die Spurwechsel erfolgen ohne Häufung auf der ganzen zur Verfügung stehenden Länge.

Die Lichtsignalanlage wurde im Schnitt alle 3' 45" eingeschaltet und stand durchschnittlich während 16 Sekunden, in Einzelfällen während max. 32 Sekunden bzw. min. 9 Sekunden auf Rot.
Total fuhren 30 Busse im Schutze der LSA aus, wobei in Einzelfällen höchstens zwei Busse gleichzeitig fahren. Ohne Auslösung der LSA fädelten sich in der gleichen Zeit 29 Fahrzeuge (PTT-Busse oder Postfahrzeuge) in die Verkehrsströme in Richtung Nord oder Süd ein.
Das Rotlicht wurde von insgesamt 6 Fahrzeugführern missachtet. Dabei kam es in zwei Fällen zu Beinahe-Kollisionen zwischen Personenwagen und Bus und zu drei weiteren kritischen Manövern.

Während den 90 aufgezeichneten Minuten wurden 10 Fälle von verkehrsrechtlich unkorrektem Verhalten beobachtet, wobei dies in 4 Fällen bei den nachfolgenden Fahrzeugen zu Bremsmanövern bis zum Stillstand, jedoch dank dem niedrigen Geschwindigkeitsniveau zu keinen Unfällen führte.

Am 19.1.89 wurden im Querschnitt A (s. Abb.) zwischen 06.45-07.00 und zwischen 16.30 und 16.45 Uhr folgende Geschwindigkeiten gemessen:

06.45 - 07.00 Uhr	Richtung Süd	Richtung Nord
Anzahl erfasster Fahrzeuge:	39	29
höchste registrierte Geschwindigkeit:	54 km/h	40 km/h
85 % der Fahrzeuge fuhren langsamer als	42 km/h	38 km/h
20 % der Fahrzeuge fuhren langsamer als	30 km/h	30 km/h
Mittlere Geschwindigkeit:	36 km/h	33 km/h

16.30 - 16.45 Uhr	Richtung Süd	Richtung Nord
Anzahl erfasster Fahrzeuge:	72	75
höchste registrierte Geschwindigkeit:	58 km/h	44 km/h
85 % der Fahrzeuge fuhren langsamer als	40 km/h	33 km/h
33 % der Fahrzeuge fuhren langsamer als	30 km/h	30 km/h
Mittlere Geschwindigkeit:	34 km/h	28 km/h

Zwischen dem 1.1.1984 und dem 30.6.1988 wurden folgende Unfälle im unterirdischen Bereich polizeilich erfasst:

1984 4 Unfälle mit
total 2 Verletzten und Fr. 14'000.-- Sachschaden

1985 5 Unfälle mit
total 2 Verletzten und Fr. 30'000.-- Sachschaden

1986 7 Unfälle mit
total 0 Verletzten und Fr. 49'000.-- Sachschaden

1987 10 Unfälle mit
total 4 Verletzten und Fr. 58'000.-- Sachschaden

1988 1 Unfall in 6 Monaten mit
total 0 Verletzten und Fr. 15'000.-- Sachschaden
(Durch Bauarbeiten an der Rampe war der Verkehr von und zur Schanzenstrasse gesperrt.)

Von diesen 26 Unfällen ereigneten sich 18 am Tag, 1 in der Dämmerung und 7 nachts.

Ein einziger Unfall mit Sachschaden ereignete sich im Bereich der wichtigsten Verflechtungsstrecke (Ursache: unvorsichtiger Spurwechsel). Die Schwerpunkte lagen in der Ausfahrt aus dem Parkhaus (8 Unfälle), auf der Höhe der Tankstelle (3 Unfälle) und im nördlichen Portalbereich (3 Unfälle).

Unter Annahme eines DTV von 8'000 Fz/Tag ergibt sich eine Unfallrate von ca. 5,6 Unfällen pro 1'000'000 Fahrzeug-Km bzw. von ca. 2 Unfällen pro 1'000'000 Fahrzeuge.

Bei der Bewertung des Unfallgeschehens ist folgenden Besonderheiten Rechnung zu tragen:

- Gesamtanlage entspricht eher einem Parkhaus als einer Stadtstrasse
- grosser Anteil Ortskundiger
- besondere Zusammensetzung des Fahrzeugkollektivs (nur Personenwagen, keine Velos)
- hohe Kapazität im Vergleich zur Belastung
- enge Detailgeometrie bei grosszügigen Platzverhältnissen
- zeitweise Beschränkung der Sicht nach links bei der Ausfahrt aus dem Bahnhof-Parking durch wartende Fahrzeuge.

8.2 Zürich, Milchbucktunnel/Wasserwerkstrasse

Der vorläufig als einspurige Tunnelröhre mit 3 Fahrstreifen (2 stadtauswärts, 1 stadteinwärts) ausgebildete Milchbucktunnel bildet eine wichtige Verbindung zwischen dem Stadtzentrum Zürich und der nördlichen Autobahnumfahrung N20. Die Verbindung an das städtische Netz erfolgt über die Wasserwerkstrasse, an welche der Milchbucktunnel in einen mit Lichtsignalanlage ausgerüsteten T-Knoten anschliesst.

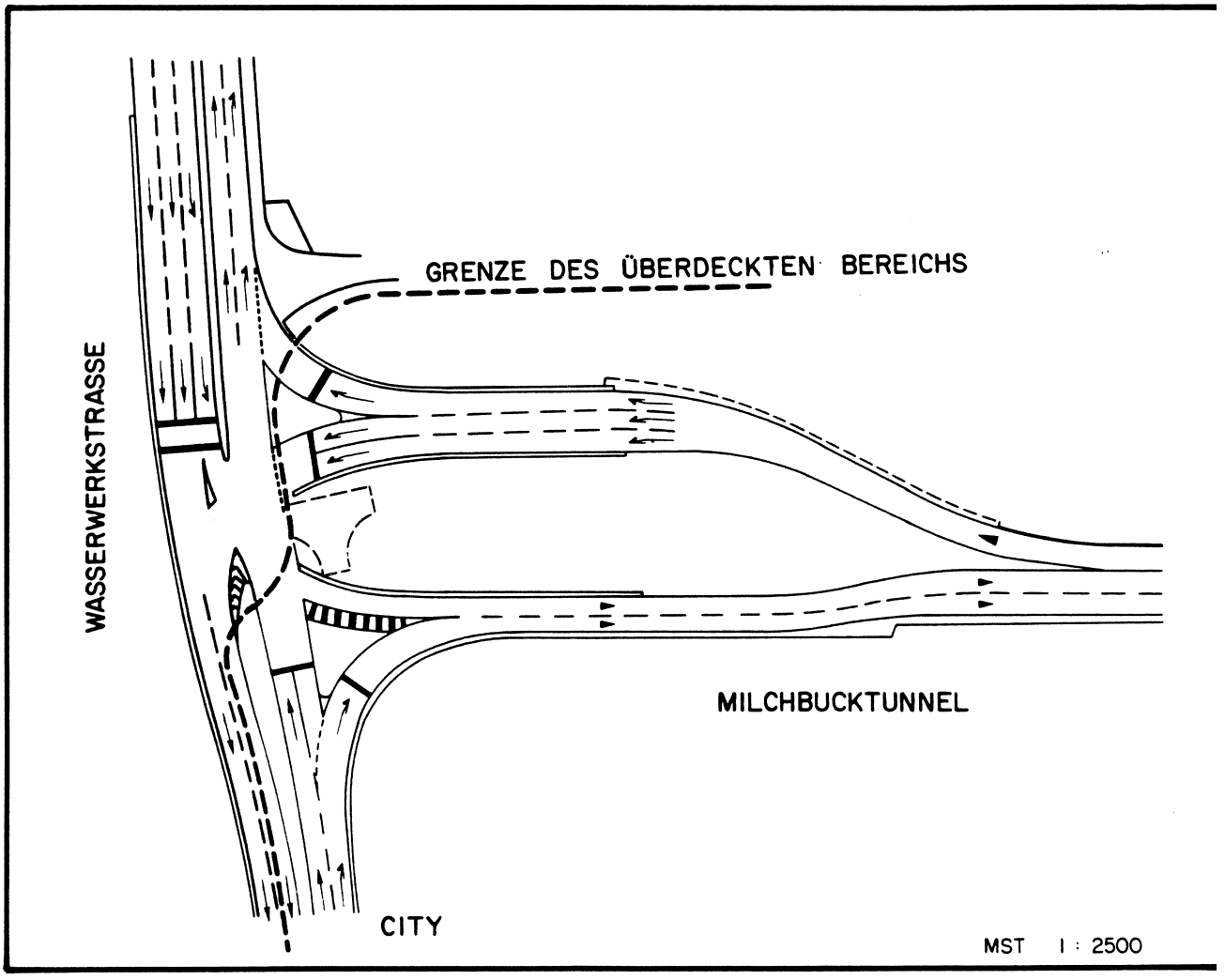


Abb. 29: Milchbucktunnel Zürich, Situation

Der Knotenbereich ist vollständig als Galerie ausgebildet, ebenso die Knotenpunktzufahrt aus dem Ost-Ast der Wasserwerkstrasse. Der Milchbucktunnel selbst endet in der Galerie über dem Knoten. Im Knotenpunkt Milchbucktunnel werden die beiden Fahrtrichtungen baulich getrennt und der stadteinwärts führende Fahrstreifen auf 3 Fahrstreifen ausgeweitet.

Die Knotenpunktbelastungen gehen aus nachfolgendem Diagramm hervor:

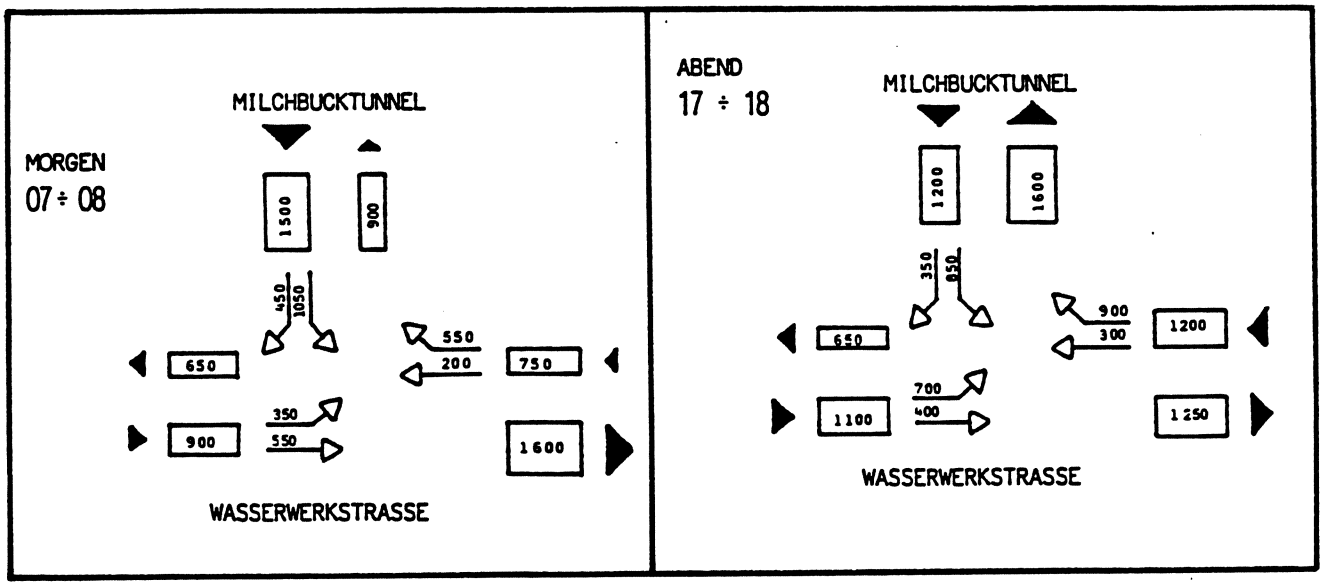


Abb. 30: Milchbucktunnel Zürich, Belastung Juni 1987

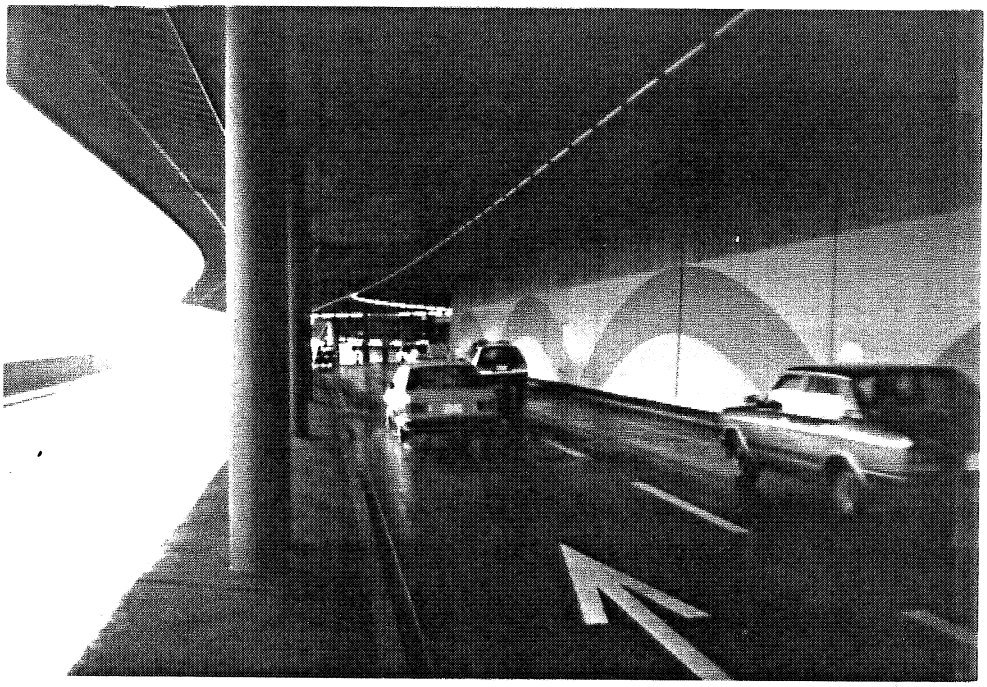
Der Tagesverkehr stadteinwärts betrug am 4.7.89 18'866 Fahrzeuge.

Die Anlage weist folgende besondere Merkmale auf:

Der Milchbucktunnel ist dem Motorfahrzeugverkehr vorbehalten.
Die Geschwindigkeit ist auf 60 km/h beschränkt. Die Sicht auf den Stauraum wird durch das Bauwerk zwischen den beiden Fahrtrichtungen eingeschränkt. Anstelle dieses Bauwerkes ist später die Verlängerung der Autobahn möglich.

Die Beleuchtung erfolgt durch Lichtbänder, welche den Randlinien folgen und so den Strassenverlauf auch an der Decke erkennbar machen.

(Abb. 31 - 33, s. nächste Seite)



Die Lichtsignalregelung gewährleistet zusammen mit der nur einstreifigen Knotenzufahrt, dass der 3-streifige Stauraum nicht überlastet wird und sich der Stau nur ausnahmsweise in den einstreifigen Bereich ausdehnt. In Spitzenzeiten ist die Leistungsfähigkeit bei einzelnen Fahrstreifen voll ausgenützt.

Gemäss Angaben der Kantonspolizei Zürich wurden zwischen der Verkehrsaufnahme am 2.7.85 und dem 31.5.89 auf der Knotenpunktzufahrt 16 Unfälle polizeilich registriert. Je 6 Unfälle beziehen sich auf Fahrstreifenwechsel im Vorsortierbereich der Lichtsignalanlage und auf Auffahrunfälle, bei 4 Unfällen handelt es sich um andere Fahrfehler.
12 Unfälle ereigneten sich im Vorsortierbereich, 4 in der Verschwenkung der Zufahrt.

9. UNFALL-UNTERSUCHUNGEN

9.1 Einleitung

Anlass zur Durchführung von Unfall-Untersuchungen bietet die Vermutung dass zur Beurteilung der Sicherheit in unterirdischen Einfahrten aus vorhandenen Anlagen mit ähnlichen Umweltbedingungen Analogieschlüsse gezogen werden könnten. Eine Anfrage an die Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung zu den Themen

- Unfälle auf freien, offenen Strecken tags und nachts
- Unfälle in Tunneln, getrennt nach Portalbereich und übrige Tunnelstrecke
- Unfälle auf Verflechtungsstrecken, tags/nachts, in Tunneln und auf offener Strecke
- Unfälle im Bereich von Einfahrten tags/nachts

ergab, dass ausser den bereits erwähnten keine wesentlichen Untersuchungen vorliegen und dass eigene grössere Untersuchungen im Rahmen dieses Auftrages nicht möglich sind.

Die Darstellung der Unfallsituation erfolgte deshalb lediglich für 2 Strecken der N2 in den Kantonen Basel-Landschaft und Basel-Stadt, für welche die Unfalldaten von den jeweiligen zuständigen Ämtern zur Verfügung gestellt wurden.

9.2 N2 Kanton Basel-Landschaft
Hagnau - Belchentunnel

Die N2 im Kanton Basel-Landschaft weist bei einer Länge von ca. 30 km zahlreiche Anschlüsse und Tunnels auf. Sie kann in die drei folgenden Abschnitte eingeteilt werden:

1 Basel Hagnau - Verzweigung N2/N3 Augst, Länge ca. 9 km
2 Verzweigungen (Hagnau, Augst), 2 Anschlüsse, 1 Rastplatz
1 Galerie (Schweizerhalle) von ca. 1 km Länge
horizontale Linienführung mit max. Neigungen von 3 %
mittlere Belastung 80-88 68'575 Fahrzeuge/Tag

2 Augst - Sissach, Länge ca. 9 km
1 Anschluss (Sissach), 1 Rastplatz
1 Tunnel (Arisdorf) von ca. 1,4 km Länge
Querung der ersten Kette des Juras mit Rampen von max. 3,4 % Gefälle und 3 bzw. 4 km Länge
Mittlere Belastung 80-88 31'962 Fahrzeuge/Tag

3 Sissach - Belchentunnel - Kt. Grenze Solothurn, Länge ca. 12 km
2 Anschlüsse (Diegten, Egerkingen), 1 Rastplatz
2 kurze Tunnel (Ebenrain, Oberburg)
Anteil Belchentunnel
Zufahrt zur Hauptkette des Juras mit einer Rampe von max. 3,7 % Neigung und ca. 10 km Länge
Mittlere Belastung 80-88 30'387 Fahrzeuge/Tag

Der Querschnitt der Autobahn weist im Abschnitt 1 2x3, in den Abschnitten 2 und 3 2x2 Fahrstreifen auf, wobei in den steilen Steigungsstrecken bergwärts ein Zusatzstreifen vorhanden ist. Dieser wird ebenso wie die Pannenstreifen vor den Tunnels abgebaut.

Basis für die Ermittlung der Unfallraten bildete ein Streckenplan im Massstab 1:10'000 mit Angabe der Kilometrierung und aller wichtigen Anlageteile, die nach Kilometrierung geordnete Auflistung der Unfälle von 1980 bis Mai 1988 sowie die genannten mittleren Belastungen, wobei die Richtungsanteile zu je 50 % angenommen wurden.

Für die Auswertung wurde die Strecke neben der Aufteilung in beiden Fahrtrichtungen Luzern-Basel und Basel-Luzern wie folgt unterteilt:

- Anschlussbereiche
  Zu- und Wegfahrten von Rastplätzen, Ein- und Ausfahrten von Verzweigungen und Anschlüssen.
  Der Bereich beginnt 300 m vor der physischen Nase der Ausfahrt und endet 300 m nach der physischen Nase der Einfahrt.
- Einfahrtsbereiche Tunnel
  erste 300 m jedes Tunnels, in Fahrtrichtung
- Ausfahrtsbereiche Tunnel
  letzte 300 m jedes Tunnels
- Durchfahrtsbereiche Tunnel
  übrige Tunnelstrecken
- freie Strecke
  übrige Strecken

Besonders ausgeschieden wurden je 300 m lange Strecken beim Uebergang von 3 auf 2 Fahrstreifen, soweit sie nicht in Anschlussbereiche fallen.

Auch wenn die Zuordnung der Unfälle zu den einzelnen Bereichen und die Abgrenzungen nicht durchwegs vollständig problemlos sind, ergibt die nachfolgende Tabelle doch einen guten Überblick über das Unfallgeschehen.

	Länge km	Unfälle		Unfälle ohne Baustelle	
Anschlussbereiche		Anzahl	Rate*	Anzahl	Rate*
BS - LU	9,67	242	0,33	221	0,31
LU - BS	9,53	303	0,42	285	0,39
freie Strecke ohne Tunnel					
BS - LU	15,25	231	0,26	209	0,23
LU - BS	15,98	242	0,26	212	0,23
Einfahrtsbereiche Tunnel					
BS - LU	1,45	70	0,82	61	0,71
LU - BS	1,09	56	0,81	49	0,71
Durchfahrtsbereiche alle Tunnel					
BS - LU	3,28	61	0,31	59	0,30
LU - BS	3,33	49	0,26	44	0,23
Bölchentunnel Durchfahrt					
BS - LU	1,47	12	0,17	11	0,16
LU - BS	1,76	13	0,15	11	0,13
Übergänge 2-3 Fahrstreifen					
beide Richtungen			0,70 - 0,77		

LU = Luzern, BS = Basel

* Unfälle pro 1 Mio. Fahrzeug-Kilometer

9.3 N2 Kanton Basel-Stadt, Osttangente

Die N2 weist nördlich des Rheins 2 Verflechtungsstrecken auf, deren eine oberirdisch (Schwarzwaldbrücke-Riehenstrasse) und deren andere grösstenteils unterirdisch (Schwarzwaldtunnel) verläuft.

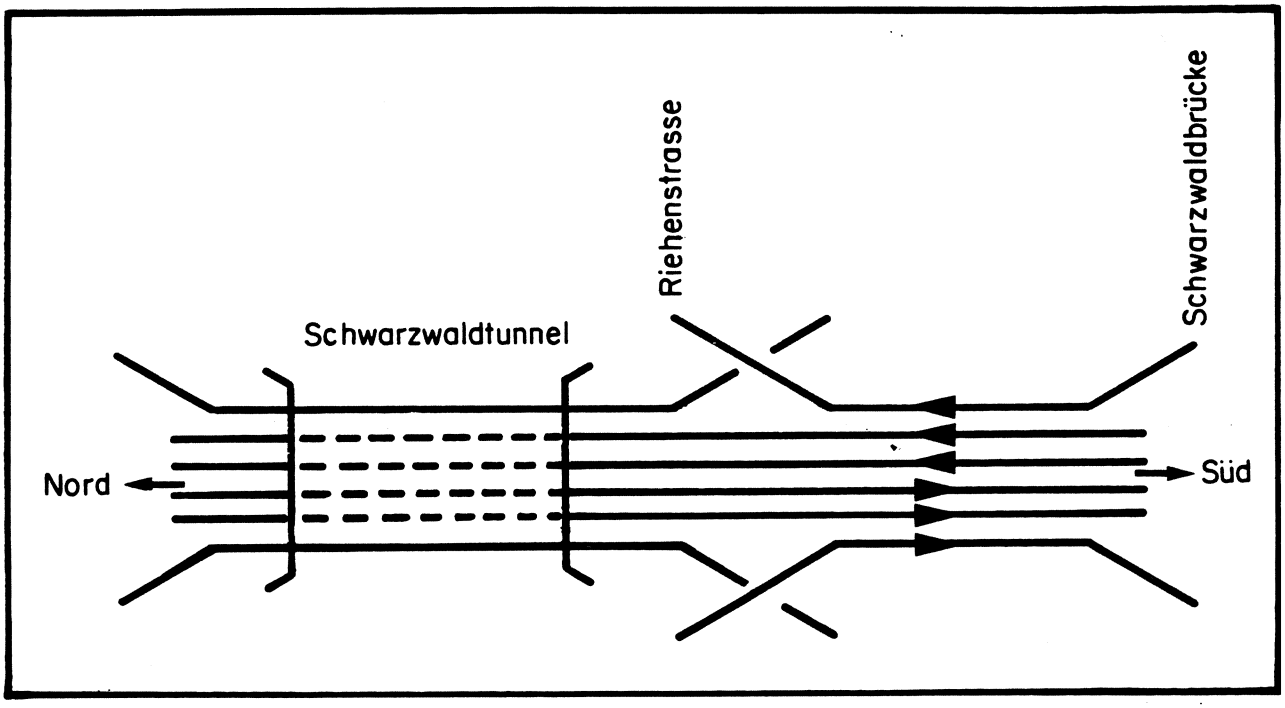


Abb. 34: N2 Basel-Stadt Osttangente, Fahrstreifen-Schema

Die oberirdische Verflechtungsstrecke (Schwarzwaldbrücke-Riehenstrasse) ist in beiden Fahrtrichtungen ca. 470 m lang und ihre tägliche Belastung beträgt in Fahrtrichtung Süd 23'875, in Fahrtrichtung Nord 28'615 Fahrzeuge. (Verkehrsmodell Basel Nordtangente, W.&J. Rapp AG).

Die Belastungen der Ein- und Ausfahrten betragen

- Einfahrt von Norden	10'055
- Ausfahrt nach Norden	3'297
- Einfahrt von Süden	4'203
- Ausfahrt nach Norden	13'320

Die Verflechtungsstrecke verläuft ungefähr horizontal.

Die mehrheitlich unterirdische Verflechtungsstrecke Schwarzwaldtunnel ist ca. 940 m lang. Ihre tägliche Belastung beträgt in Fahrtrichtung Süd 15'550, in Fahrtrichtung Nord 19'364 Fahrzeuge.

Die Ein- und Ausfahrten sind wie folgt belastet:

- Einfahrt von Norden 8'361
- Ausfahrt nach Süden 2'229
- Einfahrt nach Süden 2'332
- Ausfahrt nach Norden 9'747

Der 600 m lange Schwarzwaldtunnel selbst verläuft horizontal; die beidseits daran anschliessenden je ca. 150 m langen Rampen haben Neigungen von ca. 5 %.

In den Jahren 1980-1988 ergaben sich folgende Unfälle:

Schwarzwaldbrücke - Riehenstrasse

	Total	Süd-Nord	Nord-Süd
Total	15	4	11
davon Kollision mit Verkehrsteiler	6	2	4
Alkohol	1	-	1
Pannen/techn. Fehler	1	-	1
Kollision/Suchen von Hund	2	-	2
übrige	5	2	3
Schwarzwaldtunnel			
Total	36	15	21
davon Kollision mit Verkehrsteiler	8	5	3
Alkohol/Drogen	5	2	3
Pannen/techn. Fehler	9	4	5
Fahrbahn/Eis	12	4	8
übrige	2	-	2

Ausserhalb der eigentlichen Verflechtungsstrecke ereigneten sich in Fahrtrichtung Nord nachts zahlreiche Kollisionen mit der provisorischen Abschrankung der Rampen Richtung Nordtangente.

Die Bewertung der Unfallraten mit im Mittel der Betriebsdauer 75 % der ergebenden Belastungen, den erwähnten Unfällen und Längen ergibt:

Schwarzwaldbrücke - Riehenstrasse

	Unfälle	Belastung	Tage	Länge	Unfallrate
Süd-Nord	4	21'400	9x365	0,47	0,12
Nord-Süd	11	17'900	9x365	0,47	0,40
beide Richtungen	15	39'300	9x365	0,47	0,25
beide Richtungen ohne Pannen/techn. Fehler					0,23

Schwarzwaldtunnel

	Unfälle	Belastung	Tage	Länge	Unfallrate
Süd-Nord	15	14'500	9x365	0,94	0,34
Nord-Süd	21	11'600	9x365	0,94	0,58
beide Richtungen	36	26'100	9x365	0,94	0,45
beide Richtungen ohne Pannen/techn. Fehler					0,34

Diese Unfallraten liegen auf einem niedrigen Niveau, wobei der Tunnel rund eine doppelt so hohe Rate wie die offene Strecke aufweist.

10. THEORETISCHE ÜBERLEGUNGEN

10.1 Einfluss der besonderen Umweltverhältnisse auf den Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Fahrbahn

Die Verkehrssicherheit als primäres Kriterium für oder gegen die Anlage unterirdischer Knoten ist vom Verkehrsablauf und Verkehrsverhalten abhängig. Diese werden von der Verkehrsanlage, der Umwelt, dem Fahrzeug, dem Fahrer und den anderen Verkehrsteilnehmern beeinflusst. Der vereinfachte Regelkreis Fahrer-Fahrzeug-Fahrbahn wird somit durch weitere Elemente, die Umwelt und die übrigen Verkehrsteilnehmer, erweitert.

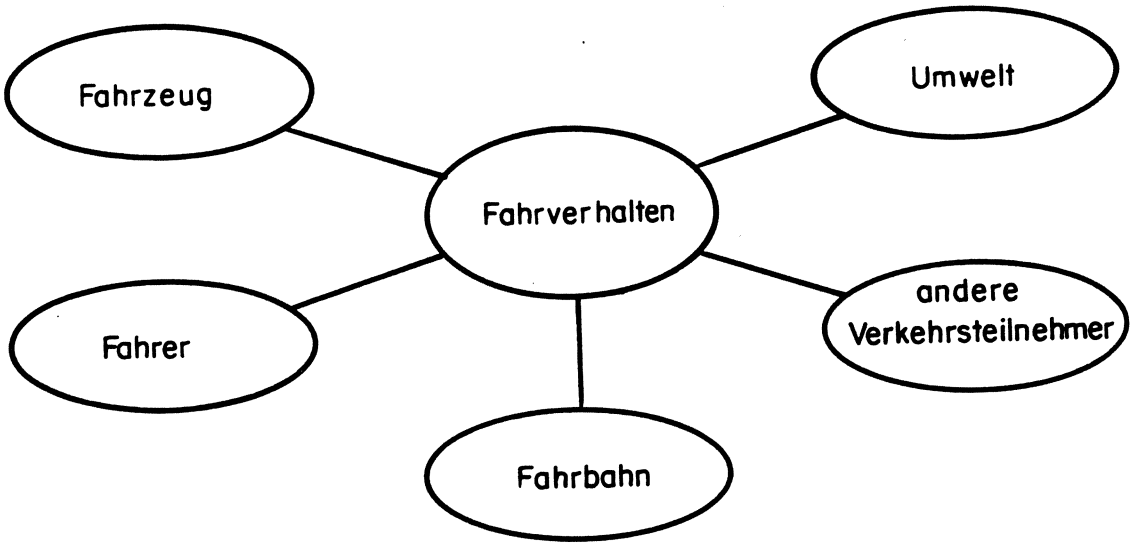


Abb. 35: Einflüsse auf das Fahrverhalten

Im folgenden soll versucht werden, die Veränderung der Einflussgrössen durch die unterirdische Anlage stichwortartig darzustellen. In Klammern wird auf die folgenden Ausführungen hingewiesen.

Fahrzeug:	- je nach Umfeld, Fahrzeugart und Fahrzeugbeleuchtung reduzierte Erkennbarkeit des eigenen Fahrzeuges (3)
Fahrer:	- reduzierte Erwartungshaltung gegenüber Knoten (2) bzw. reduzierte Aufmerksamkeitsbereitschaft - reduzierte Wahrnehmungsfähigkeit (Blendung, Adaption) (3) - erhöhte Aufmerksamkeit
Umwelt:	- reduzierte Lichtverhältnisse - reduzierte Merkmale für Geschwindigkeits- und Distanzschätzung (3) - keine Beeinträchtigung durch Witterungsverhältnisse
Verkehrsanlage:	- reduzierte Übersichtlichkeit (1) - reduzierte Erkennbarkeit (1) - je nach Distanz ab Einfahrtsportal nur in besonderen Fällen nicht trockene Fahrbahn - evtl. reduzierte Griffigkeit
übriger Verkehr:	- je nach Fahrzeugart, Fahrzeugbeleuchtung und Umfeld reduzierte Erkennbarkeit (3)

Folgende Beeinflussungsmöglichkeiten der negativen Auswirkungen bestehen:

(1) Übersichtlichkeit und Erkennbarkeit

Sehen und Gesehen-Werden sind zwei wichtige Faktoren im Geflecht der Voraussetzungen für ein verkehrssicheres Verhalten. Dies gilt auch in Tunnels und Galerien. Beide Faktoren sind nur unter folgenden Bedingungen gegeben:

- Der Verkehrsraum muss in seiner geometrischen Struktur so projektiert werden, dass er für den Motorfahrzeuglenker gut überschaubar ist: **Gute Übersichtlichkeit.** Dabei müssten auch wahrnehmungspsychologische Gesichtspunkte Berücksichtigung finden (z.B. Vermeidung von optischen Täuschungen in Bezug auf die Linienführung und Entfernung durch schlecht gestaltete Hintergrundkulissen)

- Der Verkehrsraum muss so gut beleuchtet sein, dass die Strassenanlage und alle für den Motorfahrzeuglenker wichtigen Objekte (und auch er selber von anderen Verkehrsteilnehmern) leicht erkennbar und identifizierbar sind: **Gute Erkennbarkeit.** Dabei müssen auch sinnesphysiologische Aspekte Berücksichtigung finden. (Adaption und Akkomodation des Auges, Kontrastempfindlichkeit, Blendeffekte u.ä.)

Die erforderlichen Sichtweiten und Objekt-Identifikations-Distanzen müssen eingehalten werden, auch wenn der damit verbundene zusätzliche technische Aufwand zu erheblichen finanziellen Folgen führt.

Die Normen, welche zwar auf den Erfahrungen mit oberirdischen Anlagen beruhen, können für die Ausgestaltung der Geometrie ein wichtiges Hilfsmittel bilden. Die allfällige Ausnutzung des in den Normen enthaltenen Spielraumes sollte dabei den erhöhten Anforderungen unterirdischer Knoten Rechnung tragen.

(2) Reduzierte Erwartungshaltung gegenüber Knoten

Der reduzierten Erwartungshaltung kann, solange unterirdische Knoten nur selten auftreten, vor allem durch eine eindeutige und auffällige Signalisation begegnet werden.
Leider sind die Voraussetzungen hierfür schlecht, da zwei in dieser Hinsicht wichtige Signale mehrdeutig verwendet werden:
Das Signal Nr. 3.02 "kein Vortritt" wird sowohl vor Knoten, wo verzögert (z.B. Anschluss ohne Beschleunigungsstreifen, Knoten à niveau), als auch vor Beschleunigungsstreifen, wo beschleunigt werden muss, verwendet. Aus der Signalisation können deshalb keine Rückschlüsse auf den Verkehrsablauf und das vom Fahrer geforderte Verhalten gezogen werden. Analoges gilt für das Signal Nr. 1.27 "Lichtsignal", das sowohl auf Lichtsignale vor Knotenpunkten wie auch auf "Chrützlistich" hinweist.
Für plangleiche Knotenpunkte besteht immerhin in der Wegweisung und ihrer Ausgestaltung ein wichtiges Hinweismittel. Ihre Anwendung in der für die Auffälligkeit notwendigen Grössen bedingt jedoch entsprechende bauliche Vorkehrungen.

Neben der Signalisation kann durch die Beleuchtung (Leuchtenfarbe, Beleuchtungsniveau, Anordnung der Leuchten) die Aufmerksamkeit positiv beeinflusst werden.

(3) Reduzierte Erkennbarkeit der Fahrzeuge, reduzierte Wahrnehmungsfähigkeit, reduzierte Merkmale für Distanz- und Geschwindigkeitsschätzung

Eine wesentliche Rolle spielen hier die Beleuchtungsverhältnisse und allenfalls die Schaffung von Distanzmerkmalen, wie sie z.B. auf offener Strecke Kandelaber darstellen. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass z.B. Leitlinien der Unterschätzung der Geschwindigkeit eher förderlich sind [14].

Die Erfahrungen zeigen, dass die Schätz-Ungenauigkeiten von Distanzen und Geschwindigkeiten mit deren Zunahme ebenfalls wachsen und höhere Geschwindigkeiten eher unterschätzt werden [14]. So sind z.B. die akzeptierten Zeitlücken für das Einfädeln in einen Fahrzeugstrom bei grosser Geschwindigkeit bedeutend grösser als bei niedriger Geschwindigkeit. Da auch die Unfallfolgen bei hohen Geschwindigkeiten gravierender ausfallen, ist es naheliegend, die Geschwindigkeitslimiten tiefer als auf offener Strecke anzusetzen, was zwar zu einer Zunahme des Anteils kleiner Zeitlücken führt. Die Geschwindigkeiten liegen damit jedoch in einem Bereich, in dem die Unsicherheiten kleiner sind, sich Ungenauigkeiten weniger gravierend auswirken und kleinere Zeitlücken zum Einfädeln akzeptiert werden.
Einer besonderen Gefährdung würden Radfahrer unterliegen, da sie von der Seite und bei Stillstand sehr schwer erkennbar sind.

In Bezug auf die Wahrnehmung sind insbesondere Knoten kritisch einzustufen, die im Bereich grosser Helligkeitsunterschiede liegen (Adaption, Blendung). Den Fragen der Wahrnehmung kommt deshalb hohe Bedeutung zu. Während für Erkennbarkeit und Übersichtlichkeit geeignete bauliche Gestaltung und Ausrüstung massgebend sind und die Aufmerksamkeit durch Beleuchtung und Signalisation - und nicht zuletzt durch vermehrte Anordnung unterirdischer Knoten - verbessert werden kann, sind die Probleme der Wahrnehmung und des Abstands- und Geschwindigkeitsschätzvermögens schwerwiegender und von grundlegender Bedeutung. Der folgende wahrnehmungspsychologische und sinnesphysiologische Tatbestand wirkt dabei erschwerend:

- Je unschärfer die Konturen eines im Zentrum unseres Blickfeldes liegenden Objekts werden, für umso weiter hält man es entfernt (Beispiel: Berge bei klarer Witterung "zum Greifen nahe", bei diesigem Wetter viel weiter weg)

- Bei Einfahrt in den Tunnel - insbesondere bei höherem Leuchtdichteunterschied - werden die Konturen des Fahrzeugs vor uns unschärfer - man hält es noch für viel weiter weg, obwohl man dicht dahinter fährt.

Bei den **Einfahrten in Richtungsfahrbahnen mit Beschleunigungsstreifen** sind die häufigsten Unfallursachen Auffahren auf stehende/langsame Fahrzeuge auf Einfahrtsrampe/Beschleunigungsstreifen und Nichtgewähren des Vortritts [9], beides Unfallursachen, welche mit der Wahrnehmung zusammenhängen.
Mit zunehmender Belastung steigen die beiden Risiken, zu kurze Zeitlücken akzeptieren zu wollen und keine genügenden Zeitlücken zur Einfahrt zu finden, und damit verbunden das Unfallrisiko an. Ist die Wahrnehmung erschwert, kommt dies einer weiteren Zunahme der Gefährdung gleich. Als Gegenmassnahmen könnten eine genügende Leistungsreserve - grösser als bei oberirdischen Knoten - und/oder eine Rampensteuerung, welche auf die Ausnützung genügender Zeitlücken ausgelegt ist, in Frage kommen.

Bei **ungeregelten konventionellen Knoten à niveau** stellen sich die Probleme in grundsätzlich gleicher Art wie bei Beschleunigungsstreifen. Die Konfliktwahrscheinlichkeit ist jedoch erhöht, da je nach Fahrmanöver mehreren Strömen der Vortritt gewährt werden muss. Besonders kritisch ist hier die Situation, wenn Knoten und vortrittsbelastete Zufahrten sich am Tageslicht befinden, während der vortrittsberechtigte Strom sich aus einem Tunnel nähert und nicht das gesamte erforderliche Sichtdreieck ausserhalb des Tunnels liegt.

Bei **Knoten mit Lichtsignalanlagen** entstehen bei entsprechender Steuerung keine Konflikte zwischen den verschiedenen Verkehrsströmen. Die Signale müssen jedoch gut erkennbar sein, und die Konkurrenzierung durch die Beleuchtung ist zu vermeiden.
Die Problematik besteht hier in der Erkennbarkeit des Rückstaus und in der Gefahr von Auffahrkollisionen auf die vor dem Signal wartenden Fahrzeuge und von Fahrstreifenwechseln bei mehrstreifigen Knotenpunktzufahrten. Bei nur einer unterirdischen Zufahrt pro Knoten kann jedoch der Rückstau durch eine entsprechende Verkehrserfassung und Priorisierung in Grenzen gehalten werden.
Bei mehreren unterirdischen Zufahrten bleibt bei Überlastung die Möglichkeit der Zufahrtsdosierung durch koordinierte Lichtsignalanlagen vor den unterirdischen Abschnitten.

Bei **Minikreiseln** wickeln sich die entscheidenden Manöver zwischen feindlichen Verkehrsströmen in einem sehr niedrigen Geschwindigkeitsbereich ab, wo Fahrkorrekturen leichter möglich und das Geschwindigkeits- und Abstandsschätzvermögen besser sind. Dagegen kann auf den Zufahrten langer Rückstau entstehen, welcher durch zögernde Einfahrt, zu geringe Leistungsfähigkeit und die kleine Zufahrtsgeschwindigkeit beim Knoten selbst verursacht werden kann. Wahrscheinlich kann durch eine grosszügige Dimensionierung mit mehrstreifigen Zufahrten oder grosser Leistungsreserve jede der Rückstau-Ursachen ausgeschieden werden. Dabei tritt dann zwar als allfällige neue Gefährdung die Zusammenführung der Fahrstreifen nach dem Knoten auf, allerdings auch hier bei niedrigen Geschwindigkeiten.
Da diese Knotenform sehr gut erkennbar und eindeutig signalisierbar ist, könnte sie sich für Kreuzungen à niveau gut eignen, sofern das Rückstau-Problem tatsächlich in der genannten Art gelöst werden kann. Besondere Verkehrsverhältnisse mit plötzlich stark schwankenden Belastungen kann jedoch hier im Gegensatz zur Lichtsignalanlage nicht Rechnung getragen werden, da Eingriffsmöglichkeiten mit Ausnahme von Dosieranlagen vor den Tunnelportalen fehlen.
Leider existieren in der Schweiz vorläufig noch keine umfassende Erfahrungen und Berechnungsverfahren für Rückstau bei Kreiseln.

10.2 Auswirkungen der unterirdischen Anlage auf die Unfallfolgen

Im Unterschied zu oberirdischen Verkehrsanlagen fehlen unter Tag Ausweichungs- und Fluchträume und ist die Fahrbahn durch nahe harte Hindernisse (Betonwände) abgegrenzt. Die Unfallfolgen dürften dadurch gravierend sein, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass nach einem Primärunfall zwischen 2 Fahrzeugen ein Sekundärereignis durch Aufprall an harte Hindernisse eintritt. Auch Fahrfehler dürften sich im Gegensatz zur offenen Strecke wegen der nahen harten Hindernisse gravierender auswirken.

Nach einem Unfall sind die Fluchtmöglichkeiten und die Zugangsmöglichkeiten für Hilfeleistung stark beschränkt. So ist z.B. ein Zugang aus der Luft (Helikopter) nicht oder von der Gegenfahrbahn aus nur in Sonderfällen möglich. Brände wirken sich unterirdisch besonders negativ aus.

Wegen der meist engen Platzverhältnisse treten wahrscheinlich Vollsperrungen von Fahrbahnen bereits bei Ereignissen auf, welche auf offener Strecke noch lokale Umfahrungen ermöglichen.

10.3 Vergleich einer Einfahrt mit Beschleunigungsstreifen mit Verflechtungsstrecken und freien Strecken

Einzelne Elemente des Verkehrsablaufes bei Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen treten sowohl auf der freien Strecke wie bei Verflechtungsstrecken auf. Während jedoch Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen bisher mindestens in der Schweiz in Tunneln und Galerien als nicht verkehrssicher gestaltbar angesehen wurden, werden Verflechtungsstrecken mit Addition und Subtraktion der Fahrstreifen heute in Tunneln ohne Vorbehalte und ohne Einschränkungen des Verkehrsablaufes (ausgenommen Geschwindigkeitsbeschränkungen) angeordnet, und auf Richtungsfahrbahnen bestehen mit Ausnahme von Geschwindigkeitsbeschränkungen keine weiteren Verkehrsbeschränkungen, insbesondere keine Überholverbote.

Bei **Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen** kann der Verkehrsablauf auf der Zufahrt bei normaler Belastung wie folgt skizziert werden:

a) Beschleunigung auf das Geschwindigkeitsniveau der Hauptfahrbahn
b) Beobachtung des Verkehrs auf der Hauptfahrbahn
c) Suchen einer geeigneten Lücke im Verkehrsstrom auf (dem rechten Fahrstreifen) der Hauptfahrbahnen
d) Fahrstreifenwechsel
e) Feinanpassung der Geschwindigkeit an diejenige auf dem neu benützten Fahrstreifen.

Für die Verkehrsmanöver b) bis d) steht dabei die Strecke zur Verfügung, welche bei freier Sicht auf die Hauptfahrbahn beginnt und mit dem Ende des Beschleunigungsstreifens endet. Beobachtungen an vorhandenen Anschlüssen zeigen, dass der Verkehr auf der Hauptfahrbahn den rechten Fahrstreifen durch Fahrstreifenwechsel auf den Überholstreifen für einfahrenden Verkehr freigibt, sobald die Zufahrt erkennbar ist und soweit es die Belastungsverhältnisse des Überholstreifens zweckmässig erscheinen lassen.
Bei Überlastung kann der Verkehr auf dem Beschleunigungsstreifen zum Stillstand kommen, was einen vollständig anderen Verkehrsablauf ergibt, indem der Stau von hinten, durch Ausnützen allfälliger Lücken im Hauptstrom, abgebaut wird. Die Geschwindigkeitsdifferenzen sind dabei erheblich.

Auf der **freien Strecke** spielen sich bei Überholmanövern ähnliche Verkehrsvorgänge wie bei einer Einfahrt mit Beschleunigungsstreifen bei normalen Belastungen ab:

a) Beobachtung des Verkehrs auf dem Überholstreifen
b) Suchen einer geeigneten Lücke im Verkehr des Überholstreifens
c) Beschleunigung
d) Fahrstreifenwechsel
e) Anpassung der Geschwindigkeit an diejenige auf dem Überholstreifen.

Bei Rückkehr auf den rechten Fahrstreifen spielen sich die analogen Vorgänge ab.

Je nach Belastung wird sich der Verkehr auf dem gewählten neuen Fahrstreifen des Überholers durch Verzögerung an dessen Geschwindigkeit anpassen müssen.

Im Gegensatz zur Einfahrt steht für die Verkehrsvorgänge eine unbeschränkte Strecke zur Verfügung. Die Verkehrsvorgänge an und für sich sind jedoch dieselben.

Bei **Verflechtungsstrecken** mit Fahrstreifenaddition und nachfolgender -subtraktion dient der zusätzliche Fahrstreifen
- für Einfahrer als Beschleunigungsstreifen
- für Ausfahrer als Verzögerungsstreifen
- für Ein- und Ausfahrer als durchgehender Fahrstreifen.

Für den Einfahrer sind die Verkehrsabläufe grundsätzlich gleich wie bei einer Einfahrt mit Beschleunigungsstreifen. Sie werden jedoch überlagert von den Verkehrsmanövern des auf dem Zusatzstreifen durchfahrenden Verkehrs sowie des ausfahrenden Verkehrs.

Der auf dem Zusatzfahrstreifen durchfahrende, d.h. ein- und wieder sofort ausfahrende Verkehr, muss sein Fahrverhalten nicht auf den Verkehr auf der Hauptfahrbahn ausrichten, da er von diesem unabhängig ist.

Für den ausfahrenden Verkehr wickeln sich grob folgende Verkehrsvorgänge ab:

a) Beobachtung des Verkehrs auf dem Zusatzfahrstreifen
b) Anpassung der Geschwindigkeit an diejenige auf dem Zusatzfahrstreifen)
c) Suchen einer geeigneten Lücke auf dem Zusatzfahrstreifen
d) Fahrstreifenwechsel
e) Feinanpassung an die Geschwindigkeit auf dem Zusatzfahrstreifen.

Es treten also die gleichen Elemente wie beim einfahrenden Verkehr auf. Der Entlastung des rechten Fahrstreifens, wie sie bei Einfahrten auftritt, sind Grenzen gesetzt, da alle Ausfahrer den rechten Fahrstreifen benützen.

Die Verkehrsverhältnisse sind bedeutend komplexer als bei reinen Einfahrten oder Ausfahrten, da sich die Verkehrsströme gegenseitig beeinflussen. Die Länge für die Durchführung der notwendigen Verkehrsbeobachtungen und Manöver ist auch hier beschränkt, und zwar einerseits durch die Sicht am Beginn, andererseits durch die physische Trennung von Hauptfahrbahn und Ausfahrt am Ende der Verflechtungsstrecke.

Es kann nicht angenommen werden, dass Fahrzeuge, die nicht wunschgemäss verflechten konnten, ihre Fahrt entgegen ihren Fahrzielen weiterführen. Nothalte am Ende des Verflechtungsbereichs sind sowohl für Einfahrer wie Ausfahrer sehr kritisch, da diese dann den Verkehrsstrom aus dem Stand kreuzen müssen.
Viel eher wird wahrscheinlich der Fahrstreifenwechsel erzwungen.

Videoaufnahmen der N2 im Kanton Basel-Stadt zwischen Einfahrt Südtangente und Ausfahrt zur J18 bestätigen diese Annahme.

10.4 Möglichkeiten zur Reduktion der Anforderungen an den Fahrer bei Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen

Die Anforderungen sind gegeben durch die bereits beschriebene Einfädelung in den Hauptverkehrsstrom und durch die Notwendigkeit, das eigene Fahrzeug im eigenen Verkehrsstrom und Fahrraum sicher und mit angemessener Geschwindigkeit zu führen.

Die erste Aufgabe - Einfädelung in den Hauptverkehrsstrom - kann vereinfacht werden durch

- gute Erkennbarkeit
- gute Übersichtlichkeit
- ähnliche Geschwindigkeitsniveaux von Einfahrern und Verkehr auf der Hauptfahrbahn
- geringe Belastungen
  (dadurch steigt der Anteil genügend grosser Zeitlücken)
- lange Beschleunigungsstreifen
  (Durch längere Beschleunigungsstreifen sinkt der Druck zum frühzeitigen Fahrstreifenwechsel. Die Länge kann jedoch nicht beliebig verlängert werden, da sonst der Beschleunigungsstreifen nicht mehr als solcher erkennbar ist und sich dann ein anderes Fahrverhalten einstellt.)

Die sichere Führung des Fahrzeuges kann erleichtert werden durch

- gute Erkennbarkeit des Strassenverlaufes
- gesteckte Linienführung
- geringe Belastung.

11. VORLÄUFIGE EMPFEHLUNGEN FÜR EINFAHRTEN UND PLANGLEICHE KNOTEN IM BEREICH VON TUNNELN UND GALERIEN

11.1 Einleitung

Einfahrten und plangleiche Knotenpunkte im Bereich von Tunneln und Galerien wurden bisher mit grösster Zurückhaltung angeordnet. Aus den vorliegenden Untersuchungen in der Literatur, den Beispielen sowie theoretischen Überlegungen kann jedoch der Schluss gezogen werden, dass die verkehrssichere Gestaltung solcher Knotenpunkte nicht unmöglich ist.

Im Sinne einer vorsichtigen Annäherung an die Problematik werden deshalb vorläufig eng gefasste Voraussetzungen zur Anwendung von Knoten im Bereich von Tunneln und Galerien formuliert. Diese restriktiven Voraussetzungen können bei entsprechenden Zusatz-Untersuchungen oder neuen Erkenntnissen mindestens teilweise fallen gelassen oder gelockert werden.

Bei der Gesamtbeurteilung darf nicht übersehen werden, dass bei den heute gegebenen Randbedingungen des Städtebaus und des Umweltschutzes oft erst unterirdische Knoten die Voraussetzung für die Anlage neuer Strassen bilden, welche ihrerseits zu einer Entlastung des vorhandenen Strassennetzes führen. Da insbesondere Hochleistungsstrassen eine bedeutend höhere Verkehrssicherheit aufweisen als z.B. Stadtstrassen, kann mit einer Verkehrsverlagerung ein erheblicher Sicherheitsgewinn erreicht werden, auch wenn sich unter Umständen durch die unterirdische Anlage des Knotenpunktes eine punktuelle Sicherheitseinbusse ergibt.
Ferner ist den Auswirkungen auf das gesamte Strassensystem bei Betriebsstörungen Rechnung zu tragen.

Im folgenden werden die Schlussfolgerungen aus dem Literaturstudium, den Beispielen und theoretischen Überlegungen und den Unfalluntersuchungen gezogen.

11.2 Allgemeine Anforderungen

Die Anforderungen gemäss den VSS-Normen sind einzuhalten - wobei die Aus nützung des meist gegebenen Spielraumes sorgfältig abzuwägen ist -, ausser es sei explizit etwas anderes ausgesagt.

Die baulichen Anlagen sind so zu gestalten, dass die Signale in der erforderlichen Grösse zweckmässig angeordnet und rechtzeitig erkannt und interpretiert werden können.

Die Projektierung von Anschlüssen und Knoten stellt generell hohe Anforderungen an den Ingenieur; die Aufgabe wird bei Anlagen im unterirdischen Bereich zusätzlich erschwert.

Alle Anlagen bedürfen deshalb einer einwandfreien verkehrstechnischen Bearbeitung und einer äussert sorgfältigen Projektierung, aufgrund des neusten Standes der Technik, insbesondere bei der allfälligen Kombination verschiedener geometrischer Extremwerte.
Die Anordnung der Lichtquellen muss eine gleichmässige Ausleuchtung der Tunnels garantieren und darf keine Licht-Schatten-Zonen auf der Fahrbahn und keine "dunklen Löcher" in der Tunnel-Kulisse (emotionale Wirkung!) erzeugen. Absolute Blendfreiheit nicht nur bei Ein- und Ausfahrt, sondern auch im Tunnel ist erforderlich, dabei sind unter anderem tiefstehende Sonne und Blendung von hinten (bei Blick in Rückspiegel) zu berücksichtigen.
Für allfällige Unfälle und ihre Folgen sind bereits bei der Planung Strategien für die Rettung und die Verkehrsabwicklung zu entwickeln und zu berücksichtigen.

11.3 Einfahrten in Autobahnen

Autobahnen weisen wegen ihrer Richtungstrennung und Reservation für den Motorfahrzeugverkehr grundsätzlich günstige Voraussetzungen auf. Einfahrten werden unter Berücksichtigung der allgemeinen Anforderungen und unter folgenden Bedingungen als möglich erachtet:

A Im Einfahrtsbereich in Lage und Höhe gestreckte Linienführung der Hauptfahrbahn und der Zufahrten. Rechtskurven vermeiden. Trassierung und Sichtweiten für eine um 20 km/h höhere als die signalisierte Geschwindigkeit.
Die Trassierung ist so zu wählen, dass ab der geometrischen Nase der gesamte Einfahrtsbereich überblickt werden kann.

B Die geometrische Nase zwischen Einfahrt und Hauptfahrbahn darf in Fahrtrichtung nicht in folgenden Bereichen der Hauptfahrbahn liegen
- 150 m vor bis 100 m nach dem Einfahrtsportal
- 250 m vor bis 50 m nach dem Ausfahrtsportal.

C Beschleunigungsstreifen von mind. 300 m Länge, gemessen von der geometrischen Nase bis zum Zwickel-Ende

D Pannenstreifen im Bereich der Einfahrten inkl. mind. 300 m nach Ende des Beschleunigungsstreifens

E Frühzeitige Geschwindigkeitsbeschränkung auf höchstens 80 km/h auf Hauptfahrbahn und Einfahrt

F Die Anlagen sind so zu dimensionieren, dass sie bei den massgebenden Belastungen eine Leistungsreserve von 20 % aufweisen.

G Bauliche und betriebliche Sicherstellung der raschen Eingriffsmöglichkeit für Polizei und Rettungsdienste

H Bei Einfahrten im Bereich der Durchgangsbeleuchtung ist eine auf 10 cd/m^2 erhöhte Beleuchtungsstärke vorzusehen und zwar mit Vor- und Nachlauf einer 3 Sekunden Fahrzeit entsprechenden Strecke.

J Für Einfahrten im Adaptationsbereich der Hauptfahrbahn oder Rampe hat die Beleuchtungsstärke über die Länge des Beschleunigungsstreifens und einer Vorlauf- und Nachlaufstrecke, welche je 3 Sekunden Fahrzeit entspricht, 5 cd/m2 über dem Wert zu liegen, der sich bei einer normalen Adaptationsbeleuchtung beim Beginn der erwähnten Vorlaufsstrecke ergäbe. Massgebend ist das höhere der beiden Beleuchtungsniveaux in Rampe und Hauptfahrbahn. Die Übergänge auf die normalen Beleuchtungsniveaux sind beleuchtungstechnisch einwandfrei auszugestalten

K Im Bereich der Einfahrt sind durchgehende Leuchtbänder anzuordnen, welche der Linienführung der Fahrstreifen (Mitte jedes Fahrstreifens oder Rand- und Mittellinien) entsprechen

L Ausrüstung und dauernde Überwachung der Einfahrtsbereiche mit Fernsehgeräten oder automatischen Verkehrsstörungs-Erfassungssystemen

Die einzelnen Punkte werden wie folgt begründet:

A Grosszügige Trassierung und Sichtweiten im Einfahrtsbereich für Einfahrt und Hauptfahrbahn erleichtern den Einfahrtsvorgang. Die angegebene Geschwindigkeitsdifferenz stellt lediglich eine vorläufige Annahme dar. Die grosszügige Trassierung der Einfahrt ermöglicht bereits eine dem Geschwindigkeitsniveau der Hauptfahrbahn angepasste Geschwindigkeit auf der Rampe und erleichtert die korrekte Fahrzeugführung, sodass die Aufmerksamkeit vermehrt den übrigen Verkehrsvorgängen zukommen kann.

B Liegt die geometrische Nase mehr als 150 m vor dem Einfahrtsportal, so befindet sich der für die Verkehrsbeobachtung entsprechende Abschnitt des Beschleunigungsstreifens noch vor dem Tunnel im Tageslicht. Auf den im Tunnel liegenden letzten Teil des Beschleunigungsstreifens erfolgen evtl. noch wenige Fahrstreifenwechsel; die Beobachtung des Verkehrs ist abgeschlossen.
Liegt die geometrische Nase mehr als 100 m nach dem Einfahrtsportal, so ist die kritische Strecke zurückgelegt und ein wesentlicher Teil des optischen Adaptionsprozesses abgeschlossen.
Die Untersuchungen zeigen, dass sowohl Autobahnanschlüsse als auch Portalzonen von Tunneln höhere Unfallraten aufweisen.
Es ist angezeigt, diese Gefahrenpunkte nicht örtlich zu konzentrieren.

Die Einschränkungen in Bezug auf das Ausfahrtsportal sollen sicherstellen, dass die Beobachtung des Verkehrs möglichst unabhängig von der Dunkel-Hell-Adaption und der Blendung erfolgen kann.

Die Erfahrungen bei vorhandenen langen Tunneln zeigen, dass im allgemeinen im Durchfahrtsbereich tiefe Unfallraten resultieren.
Es ist anzunehmen, dass neben dem Wegfall der Adaptionsprobleme möglicherweise das Fehlen von Witterungseinflüssen, die Homogenität des Verkehrsablaufes und die gestreckte Linienführung eine Rolle spielen.
Mindestens als Hypothese kann vermutet werden, dass sich analoge positive Auswirkungen ebenfalls für die Verkehrssicherheit von Einfahrten im mittleren Bereich von Tunneln ergeben.

C Diese Länge entspricht den Vorschriften der VSS-Norm für Geschwindigkeiten von 80 km/h und mehr. Eine Verkürzung kommt bei Geschwindigkeiten von weniger als 80 km/h nicht in Frage.

Die ersten 50 m der Parallelführung werden als Beobachtungsstrecke benötigt, da die Sicht auf die unterirdische Hauptfahrbahn meist durch Zwischenwände bis kurz vor der Parallelführung der Fahrbahnen verunmöglicht ist. Die für die Einfädelung resultierende Nutzlänge beträgt demnach 250 m und liegt somit in der Mitte der Angaben von Retzko [12] und denen der VSS-Norm.

D Der Pannenstreifen im Bereich der Einfahrt verhindert, dass der kritische Strassenabschnitt von Pannenfahrzeugen blockiert wird. Die Verlängerung des Pannenstreifens über eine Länge von 300 m über das Ende des Beschleunigungsstreifens hinaus verhindert die Blockierung des rechten Fahrstreifens im stark belasteten Bereich nach der Einfahrt durch Pannenfahrzeuge, sichert einfahrenden Fahrzeugen eine Notbremsstrecke bei gescheitertem Einfädelungsvorgang und stellt für diese noch einen allerdings gegenüber dem Normalfall leicht verkürzten neuen Beschleunigungsraum für einen erneuten Einfädelungsversuch dar. Zudem wird durch den Pannenstreifen ein zwar beschränkter Raum für Ausweichmanöver geschaffen und die Distanz zu festen Hindernissen vergrössert.

E Das niedrige Geschwindigkeitsniveau erleichtert die korrekte Abschätzung der Geschwindigkeiten und Distanzen. Die Geschwindigkeitsreduktion sollte so erfolgen, dass eine allfällige Adaption an frühere höhere Geschwindigkeiten verloren geht und die Homogenisierung des Verkehrsablaufs vor der Einfahrt erfolgt.
Für die Durchsetzung des niedrigen Geschwindigkeitsniveaus sind die notwendigen baulichen Massnahmen in Trassierung und Gestaltung des Strassenraumes, wenn nötig jedoch auch betriebliche Massnahmen, zu treffen. Dabei können die im allgemeinen unterirdisch trockenen Fahrbahnen evtl. eine Unterschreitung der Minimalangaben der VSS-Trassierungs-Normen erlauben.

Zudem sind bei niederen Geschwindigkeiten die kinetische Energie und damit die Unfallfolgen geringer.

F Leistungsreserven erleichtern den Einfädelungsvorgang und verhindern Rückstau auf Einfahrt und/oder Hauptfahrbahn. Schweizerische Berechnungsgrundlagen fehlen jedoch. Die Angabe der geforderten Leistungsreserve ist nicht abgesichert; sie bezieht sich auf die Leistungsfähigkeitsangaben von Trapp [11].

H Analog [1], wobei Vor- und Nachlaufstrecke geschwindigkeitsabhängig festgelegt werden.
Die Adaption an andere vorhergehende oder nachfolgende Beleuchtungsniveaux hat entsprechend den Vorschriften der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft und den Richtlinien des Bundesamtes für Strassenbau zu erfolgen.

J In Analogie zu H. Die Erhöhung um 5 cd/m^2 ist geringer als die in H geforderte Erhöhung von einer normalen Durchfahrtsbeleuchtung auf 10 cd/m^2.

K Grundsätzlich könnte die Beleuchtung auch mit Punktquellen erfolgen. Leuchtbänder haben jedoch den Vorteil, das die Ausleuchtung gleichmässiger ist und wechselnde Reflexe auf Fahrzeugen vermieden werden. Hauptziel ist hier nicht die Erleichterung des Erkennens von Hindernissen, sondern des Abschätzens von Geschwindigkeiten und Abständen. Die Wiedergabe der Bodenmarkierung oder der Spurführung durch die Leuchtbänder stellt eine ausgezeichnete Verbesserung der optischen Führung dar (vgl. [1]). Auf keinen Fall dürfen im Einfahrtsbereich und dessen Nähe neue, von bestehenden Leuchtbändern oder Lichtpunktketten getrennte Leuchtbänder aufgenommen werden, wenn diese nicht der Spurführung bzw. den Markierungen entsprechen. Sie könnten sonst stark irritierend wirken.

11.4 Einfahrten in Autostrassen und Gemischtverkehrsstrassen

Einfahrten in Autostrassen im Bereich von Tunneln und Galerien erscheinen vorläufig nur unter der Bedingung zulässig, dass im Bereich der Einfahrt und einem angemessenen Übergangsbereich die Fahrräume für die beiden Fahrrichtungen physisch getrennt sind und die Anlage den Empfehlungen für Einfahrten in Autobahnen entspricht. Die physische Trennung sollte die Blendwirkung durch den Gegenverkehr ausschliessen.

Diese Einschränkung ist begründet in der zusätzlichen Gefährdung durch die störende Blendwirkung des Gegenverkehrs und der Möglichkeit, dass Fahrzeuge auf der Hauptfahrbahn auf den Gegenverkehrsfahrstreifen ausweichen, um Einfahrenden Platz zu machen.

Einfahrten in Gemischtverkehrsstrassen im Bereich von Tunneln und Galerien sind unter den gleichen Bedingungen zulässig, sofern Radfahrer und Fussgänger ausgeschlossen sind.

11.5 Abbau von Fahrstreifen auf freier Strecke

Der Abbau von Fahrstreifen ist bei Berücksichtigung der allgemeinen Anforderungen und folgender Empfehlungen möglich:

A Homogenes Geschwindigkeitsniveau auf allen Fahrstreifen

B Frühzeitige Geschwindigkeitslimite auf maximal 80 km/h

C Trassierung und Sichtweite für eine um 20 km/h höhere als die signalisierte Geschwindigkeit

D Der Fahrstreifenabbau darf im Tunnel nicht in einem Bereich abgeschlossen werden, welcher einer Fahrzeit von 18 Sekunden ab dem Tunnelportal entspricht.

E Notbremsstrecke entsprechend der Anhaltestrecke bei einer um 20 km/h höheren als der signalisierten Geschwindigkeit.

F Beleuchtung analog den Anforderungen für Einfahrten in Autobahn

G Autostrassen: Richtungstrennung durch bauliche Massnahmen

Die Begründungen der einzelnen Empfehlungen entsprechen sinngemäss denjenigen für Einfahrten in Autobahnen. Das Zeitmass in D entspricht bei 80 km/h einer Strecke von 400 m. Dabei beginnen die Fahrstreifenwechsel erst nach den kritischen ersten 100 m des Tunnels.
Die Forderung nach homogenen Geschwindigkeiten gilt wahrscheinlich für alle Fälle (nicht nur für solche in Tunneln und Galerien) und ist aus dem Vergleich Gotthard/Plabutsch abgeleitet.

Die besondere Bedingung G für Autostrassen soll Unfälle mit dem Gegenverkehr am Ende des Fahrstreifenabbaus ausschliessen.

11.6 Abbau von Fahrstreifen nach plangleichen Knotenpunkten

Bei vollständig unterirdischen Anlagen können Fahrstreifen bei sinngemässer Berücksichtigung der Anforderungen für Einfahrten in Autobahnen abgebaut werden.

Falls der Knotenpunkt selbst noch ausserhalb des Tunnels liegt, sind folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

nach Kleinkreiseln

Keine besonderen Bedingungen
Die Geschwindigkeiten bei der Kreiselausfahrt sind gering, die einzelnen Fahrstreifen meist nur durch Einzelfahrzeuge belastet.

nach Lichtsignalanlagen für Geradeausfahrer

Da das Geschwindigkeitsniveau hoch sein kann, sind die Bedingungen für Einfahrten in Autobahnen sinngemäss zu berücksichtigen

nach Lichtsignalanlagen für Abbieger

Keine besonderen Bedingungen

Das Geschwindigkeitsniveau ist klein; die Adaption stellt keine wesentlichen Probleme. Die Streckenlänge zwischen Knoten und Fahrstreifenabbau ist verkehrstechnisch zu bestimmen.

11.7 Plangleiche Knoten mit Lichtsignalanlage

Plangleiche Knoten im Bereich von Tunneln und Galerien mit Lichtsignalanlage können vorläufig bei Berücksichtigung der allgemeinen Anforderungen und der nachfolgenden Empfehlungen zugelassen werden. Anlagen im Adaptionsbereich sowie Einzelanlagen sind dabei besonders sorgfältig zu konzipieren, insbesondere bezüglich der Erkennbarkeit der Signale.

A Innerörtlicher Bereich

B auf höchstens 60 km/h beschränkte Geschwindigkeit

C pro Fahrtrichtung ausserhalb des Knotens nur 1 Fahrstreifen

D Trassierung und Anhaltesichtweiten im Staubereich des Knotens für eine um 20 km/h höhere als die signalisierte Geschwindigkeit

E für unterirdische Knotenpunkte: Konfliktfreie Freigabe der einzelnen Verkehrsströme; kein Gelbblinken

F Ausschluss der Radfahrer; mindestens jedoch keine Radfahrer in den unterirdischen Stauräumen für Motorfahrzeuge

G gute und frühzeitige Erkennbarkeit der Signale; gut unterscheidbar von der Beleuchtung

H Beleuchtung im Stau- und Knotenbereich analog den Richtlinien für Einfahrten in Autobahnen

J Regeltechnische Sicherung, dass der Stau nicht den vorgesehenen Stauraum überschreitet.

K Redundanz in der Lichtsignalanlage und der Stromversorgung, sodass der Normalbetrieb auch bei Störungen gewährleistet ist, mindestens bis die kritischen Zufahrten zum Knoten gesperrt und geräumt sind.

Diese Voraussetzungen lassen sich wie folgt begründen:

A Die Erwartungshaltung gegenüber Knoten mit Lichtsignalanlagen ist im innerörtlichen Bereich grösser als wenn z.B. in einem mehrkilometrigen Tunnel plötzlich eine Signalanlage zu beachten ist. Sonderprogramme z.B. im Gotthardstrassentunnel, welche bei Baustellen den Verkehr alternierend freigeben, führen allerdings kaum zu schwerwiegenden Problemen in ihrem Staubereich. Sie werden allerdings nur bei schwachem Verkehr eingesetzt.

B Analoge Begründung wie für Einfahrten in Autobahnen, vor allem massgebend für Staubereich.

C Fahrbahnen mit 1 Fahrstreifen pro Richtung erwecken weniger den Eindruck von Hochleistungs- bzw. Hochgeschwindigkeitsstrassen, an denen Lichtsignalanlagen nicht erwartet werden. In [5] wird dargelegt, dass sich das Unfallgeschehen bei analogen Auslastungsgraden der Knotenpunkte bei zweistreifigen Zufahrten stark von demjenigen bei einstreifigen unterscheidet.

D Analog Einfahrten in Autobahnen. Wesentlich ist die ungehinderte Sicht auf den gesamten Stauraum.

E/F Mit diesen Forderungen wird der schlechten Erkennbarkeit von Radfahrern und Fussgängern Rechnung getragen. Zudem wird die Gefährdung, die in konfliktbehafteten Phasen liegt, eliminiert. Die Einbusse an Leistungsfähigkeit muss in Kauf genommen werden.

G Die Sicherheit von Knoten mit Lichtsignalanlage steht und fällt mit deren Beachtung (eine korrekte Planung und Ausführung wird vorausgesetzt); diese ist jedoch von der Wahrnehmbarkeit abhängig. Es ist deshalb wesentlich, dass Signale von der Beleuchtung einwandfrei und leicht unterschieden werden können.
Dies spricht gegen die orange- und gelbfarbenen Punktleuchten.

J Damit wird sichergestellt, dass das Ende des Rückstaus immer in dem dafür vorgesehen, entsprechend beleuchteten und einsehbaren Staubereich bleibt.
Technisch ist die Lösung möglich entweder mit der Variation der Grünzeitverteilung am Knoten selbst oder der Dosierung der Tunnelzufahrten vor den Einfahrtsportalen

K Damit wird der ordnungsgemässe Betrieb gewährleistet.

11.8 Plangleiche Knoten ohne Lichtsignalanlage

Knotenpunkte in einer Ebene stellen erhebliche Anforderungen an die Wahrnehmung, z.B. bei der Abschätzung der Geschwindigkeit des Gegenverkehrs für Linksabbieger, oder zur Erkennung z.B. von Fussgängern und Radfahrern.

Geringe Geschwindigkeitsniveaux und erhöhte Aufmerksamkeit können diese Wahrnehmungsprobleme bei künstlicher Beleuchtung entschärfen.

Die Anlage **unterirdischer** plangleicher Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage kann deshalb mindestens vorläufig nicht in Frage kommen ausser bei Parkgaragen und parkgaragen-ähnlichen Verhältnissen mit ihrem geringen Geschwindigkeitsniveau und entsprechender baulicher Gestaltung.

Knoten ohne Lichtsignalanlage **ausserhalb** von Tunneln und Galerien sind unter folgenden Voraussetzungen denkbar:

Vortrittsbelastete Verkehrsströme

A Kein Rückstau in Tunnel durch genügende Leistungsreserve oder durch Dosierung der Zufahrt vor dem Tunnelportal (vgl. Knoten mit Lichtsignalanlagen); das Stauende sollte mindestens um die Anhaltedistanz vom Ausfahrtsportal des Tunnels entfernt sein, die sich mit einer um 20 km/h höheren als der signalisierten Geschwindigkeit ergibt

oder

Sicherung des Stauraums analog den Bedingungen für Knoten mit Lichtsignalanlagen

B Sichtdreiecke vollständig ausserhalb des Tunnels. Die Knotensichtweiten sind dabei für die effektiv gefahrenen Geschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn zu berechnen. Diese können über der signalisierten und im niederen Geschwindigkeitsbereich von 50-60 km/h bis ca. 20 km/h, im hohen bis ca. 10 km/h über den Projektierungsgeschwindigkeiten liegen. [15]

Die Geschwindigkeit im Tunnel kann durch Wahl einer entsprechenden Trassierung und Gestaltung herabgesetzt werden; diese Massnahmen dürfen aber ihrerseits keine Gefährdung nach sich ziehen.

11.9 Kleinkreisel

Kleinkreisel weisen ein niedriges Geschwindigkeitsniveau auf und sind deshalb grundsätzlich für die Verkehrsabwicklung bei schlechten Wahrnehmungsbedingungen geeignet. Probleme stellen allenfalls der Rückstau dar, der nicht am Knoten selbst verkehrsabhängig beeinflusst werden kann, und die Reduktion der Streckengeschwindigkeit auf die Knotengeschwindigkeit.

Kleinkreisel kommen unter Berücksichtigung der allgemeinen Anforderungen und folgender Empfehlungen in Betracht:

A Rückstau nur in unmittelbarem Knotenbereich, in dem die Geschwindigkeiten ohnehin klein sind, durch grosse Leistungsreserven und wenn nötig durch Dosierung der Zufahrt
oder
Sicherung des Stauraumes analog den Bedingungen für Knoten mit Lichtsignalanlagen und Dosierung der Zufahrt.

Die Abklärung der Rückstaulänge bei verschiedenen, auch extremen Verkehrsbelastungen bildet deshalb unbedingte Voraussetzung für die Anordnung von Kleinkreiseln.

B Weitere Bedingungen analog Knoten mit Lichtsignalanlage.

C In der Mittelinsel kann unter Berücksichtigung der notwendigen Sichtweiten ein geschlossener Kern bis zur Decke geführt werden.

D Sorgfältige geometrische Ausgestaltung insbesondere in den Ausfahrtsbereichen mehrstreifiger Kreisel zur Vermeidung von Streifkollisionen

E Anordnung von Seitenstreifen zur Sicherstellung einer reduzierten Kapazität bei leichten Unfällen.

12. VORSCHLÄGE FÜR DAS WEITERE VORGEHEN

Die im Rahmen dieses Forschungsauftrages durchgeführten Arbeiten lassen unseres Erachtens die Folgerung zu, dass Knotenpunkte im Bereich von Tunneln und Galerien unter Berücksichtigung der formulierten Empfehlungen und Voraussetzungen und bei sorgfältiger Projektierung verkehrssicher ausgestaltbar sind. Es hat sich aber auch gezeigt, dass zahlreiche Wissenslücken vorhanden sind, die geschlossen werden müssen, damit zusätzliche Sicherheit in der Beurteilung kritischer Knotenpunkte erreicht und die zum Teil stark einschränkenden Bedingungen gelockert werden können.

Insbesondere in folgenden Bereichen sind Fragen offen:

1. **Unfallgeschenen**

   Unterscheidet sich das Unfallgeschehen auf offener Strecke von dem in den Einfahrts-, Durchfahrts- und Ausfahrtsbereichen? Wenn ja, in welcher Hinsicht? Welches sind die eigentlichen Unfallursachen und -mechanismen?

   Unterscheidet sich das Unfallgeschehen auf beleuchteten Knotenpunkten tags von demjenigen nachts?
   Bestehen Unterschiede zur freien Strecke?

2. **Abstandsverhalten**

   Welche Hilfsmittel sind zur Verbesserung des Abstands- und Geschwindigkeitsverhaltens in Tunneln geeignet? Kann z.B. die Beleuchtung von seitlich unten eine massgebende Verbesserung bewirken? Wirkung der Bemalung der Tunnelwände?
   Wie können Stauräume abgesichert werden?

3. **Verkehrsablauf und Fahrverhalten auf unterirdischen Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen**

   Unterscheiden sich der Verkehrsablauf und das Fahrerverhalten auf unterirdischen und "normalen" oberirdischen Einfahrten? Wenn ja, in welcher Hinsicht? Welche Parameter spielen eine Rolle?

4. **Kleinkreisel**

   Welche Gestaltungselemente sind massgebend? Wie gross sind Leistungsfähigkeit und Rückstau bei verschiedener Geometrie und Belastung?

5. Erscheinungsbild

Welches Erscheinungsbild (Gestaltung, Geometrie, Signalisation, Beleuchtung etc.) ist geeignet zur Hebung des Aufmerksamkeitsniveaus bei unterirdischen Knoten?

Möglicherweise ergeben sich noch weitere Bereiche, bei welchen Forschungen angezeigt sind. Die Vorhaben müssten im einzelnen noch genau definiert und umschrieben werden; dabei ist eine Zusammenarbeit zwischen Verkehrspsychologen und Verkehrsingenieuren erforderlich.

Insbesondere zum erwähnten Forschungsbereich 3 (Einfahrten mit Beschleunigungsstreifen) ist die Durchführung von Feldversuchen empfehlenswert.

Dabei bestehen vor allem folgende 2 Möglichkeiten:

A Untersuchung an bestehenden Anschlüssen, welche eingedeckt werden sollen, vor und nach der Eindeckung.

Denkbare Beispiele stellen dabei der Autobahn-Anschluss Luzern-Süd der N2, der überdeckt werden soll, und der Autobahn-Anschluss Bern-Ostring der SN6 dar, bei welchem der Beschleunigungsstreifen Richtung Thun verlängert und die Autobahn überdeckt werden soll.

Die Untersuchungen müssten sich dabei auf folgende Zustände beziehen:
- heutiger Zustand
- Zustand nach Anpassung der Verkehrsanlage, jedoch ohne Überdeckung
- Zustand nach Abschluss der Bauarbeiten.

B Untersuchung bei bestehenden mehrstreifigen unterirdischen Richtungsfahrbahnen zwischen 2 Anschlüssen mit Fahrstreifenaddition und -Subtraktion, wobei anstelle der Addition ein Beschleunigungsstreifen eingerichtet würde. Die entsprechenden Massnahmen müssten zwar provisorisch, jedoch verkehrstechnisch und gestalterisch einwandfrei sein. In Frage käme dafür z.B. der Schwarzwaldtunnel auf der N2 Osttangente Kanton Basel-Stadt.

VERZEICHNIS DER ANHÄNGE

1 Verzeichnis der von Kayser [1] untersuchten Tunnel

2 Verzeichnis der von Leins [2] untersuchten Tunnel und Anschlüsse

3 Verzeichnis der von Lentz [5] untersuchten Anlagen

4 Umfrage Schweiz, versandte Unterlagen

5 Umfrage Schweiz, Resultatlisten

6 Ortsumfahrung Heslach, Gutachten über Verkehrssicherheit

7 5. Erfahrungsbericht über Tunnel Flughafen Tegel (Auszug)

8 Bahnhofsvorfahrt Bern, Unfälle

9 Milchbucktunnel Zürich, Unfälle und Belastungen

10 N2 Kanton Basel-Landschaft, Unfallraten

11 N2 Kanton Basel-Stadt, Osttangente
Situationspläne und Unfälle

12. N2 Gotthardtunnel
Belastungen und Unfälle

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

1 Umfahrung Heslach, Stuttgart
Uebersichtsplan
(Prospekt ARGE Heslach Tunnel II)

2 Umfahrung Heslach
Situation Karl-Kloss-Strasse
(Grundlagenplan: Stadt Stuttgart, Tiefbauamt,
Uebersichtsplan 1:2'000, 1.9.83)

3 Umfahrung Heslach
Situation Marienplatz
(Quelle wie 2)

4 Michaelstunnel Baden-Baden
Uebersichtsplan
(Tiefbau, Ingenieurbau, Strassenbau 1/88)

5 Michaelstunnel Baden-Baden
Situation Anschluss Russische Kirche
(Grundplan: Tiefbauamt Baden-Baden)

6 B31 Ost-neu/Stadttunnel Freiburg i. Br.
Uebersichtsplan
(Stadt Freiburg im Breisgau, B31 Ost-neu, Bericht)

7 B31 Ost-neu/Stadttunnel Freiburg i. Br.
Situation Anschluss Schwarzwaldstrasse
(Stadt Freiburg im Breisgau, B31 Ost-neu, Bericht)

8 B31 Ost-neu/Stadttunnel Freiburg i. Br.
Querschnitt Schwarzwaldstrasse
(Quelle wie 6)

9 Söflinger-Ring Ulm
Situation
(Grundlage: Stadt Ulm, Tiefbauamt, Lageplan 1:1'000)

10 Autobahn-Ueberbauung Schlangenbaderstrasse
Berlin
Situation
(Prospekt Senator für Bau- und Wohnungswesen Berlin)

11 Autobahn-Ueberbauung Schlangenbaderstrasse Berlin
Fahrstreifen-Schema

12/13 Autobahn-Ueberbauung Schlangenbaderstrasse Berlin
Einfahrt von der City her

14 Flughafentunnel Tegel Berlin
Uebersicht
(Senator für Bau- und Wohnungswesen Berlin)

15 Flughafentunnel Tegel Berlin
Belastungen DTV werktags Mai/Juni 1988
(Quelle wie 13)

16 Flughafentunnel Tegel Berlin
Belastungen DTV 07-08 Mai/Juni 1988
(Quelle wie 13)

17 Flughafentunnel Tegel Berlin
Belastungen DTV 16-17 Mai/Juni 1988
(Quelle wie 13)

18 Flughafentunnel Tegel Berlin
Situation 1988
(Quelle wie 13)

19 Flughafentunnel Tegel Berlin
Situation mit neuer Verkehrsführung
(Quelle wie 13)

20 Ortskerntunnel Tegel Berlin
Fahrstreifen-Schema

21 Ruhrschnellweg Essen
Situation Anschluss Essen-Zentrum

22 A47 Firminy
Situation
(Grundlagenplan: Direction départementale de l'équipement de la Loire)

23 A47 Firminy
Einfahrt in Tunnel
(Ministre de l'urbanisme du logement et des transports; guide de l' éclairage des tunnels routiers)

24 Vortunnel Göschenen
Situation

25 Plabutschtunnel Graz
Verteilerkreis Webling und Tunnelzufahrt
(Dokumentation Amt der Steiermärkischen Landesregierung)

26 Plabutschtunnel Graz
Situation Einfahrt Süd
(Grundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Markierungs- und Beschilderungsplan)

27 Bahnhofvorfahrt Bern
Situation mit Unfällen
(Grundlage: Stadtpolizei Bern/Situationsplan 1:200 [Beilage zum Vertrag der Parkterrasse grosse Schanze AG mit Gemeinde Bern])

28 Bahnhofvorfahrt Bern
Verkehrsbelastungen 19.1.89, 17-18 Uhr

29 Milchbucktunnel Zürich
Situation
(Grundlage: Kantonspolizei Zürich, Flankenfahrt Zürich-Letten, Untersuchung vom Juli 1987, Planungsbüro Bühlmann)

30 Milchbucktunnel Zürich
Belastung Juni 1987
(Quelle wie 26)

31 Milchbucktunnel Zürich
Zufahrt Wasserwerkstrasse Ost

32 Milchbucktunnel Zürich
Zufahrt Wasserwerkstrasse West

33 Milchbucktunnel Zürich
Zufahrt Milchbucktunnel

34 N2 Basel-Stadt Osttangente
Fahrstreifen-Schema

35 Einflüsse auf das Fahrerverhalten

LITERATURVERZEICHNIS

[1] RWTH Aachen, Lehrstuhl und Institut für Strassenwesen, Erd- und Tunnelbau
Mitteilung 13, Zulässigkeit und Einsatzkriterien von Ein- und Ausfahrten in Tunneln
Prof. Dr. Ing. H.J. Kayser et al. 1985

[2] RWTH Aachen, Lehrstuhl und Institut für Strassenwesen, Erd- und Tunnelbau
Untersuchung über die bauliche Gestaltung und betriebliche Ausstattung von Verflechtungsstrecken in Tunneln
Gutachten im Auftrag der Stadt Köln
Prof. Dr. Ing. W. Leins et al 1980

[3] RWTH Aachen, Lehrstuhl und Institut für Strassenwesen, Erd- und Tunnelbau
Verkehrssicherheitsuntersuchungen an Einfahrten von Bundesautobahnen und ihre Auswirkungen auf die Ausbildung von Einfahrten im Tunnelbereich
Diplomarbeit cand.Ing. B. Kösling 1979

[4] Ministre de l'équipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports.
Centre d'étude des tunnels.
Dossier pilote des tunnels, document géometrie
Rédaction provisoire Bron, Avril 1987

[5] Universität Stuttgart
Institut für Strassen- und Verkehrswesen
Schlussbericht zum F.A. 77033
Untersuchung zur Verkehrssicherheit in städtischen Strassentunneln
Dipl. Ing. D. Lentz 1988

[6] Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung
Verkehrssicherheit in Autobahntunneln
Unfallkennzahlenvergleich freie Strecke/Tunnel
J. Thoma, dipl. Ing. ETH April 1989

[7] Bundesministerium für Bauten und Technik, Strassenforschung, Heft 304
Einfluss der Tunnelbeleuchtung auf die Verkehrssicherheit
Dipl.-Ing. G. Hanreich, et al Wien 1986

[8] Eidg. Technische Hochschule Zürich
Institut für Strassen-, Eisenbahn- und Felsbau
Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik
Mitteilung Nr. 40
Beleuchtung und Unfallhäufigkeit in Strassentunneln
U. Graf, dipl. Ing. ETH,IVT
M. Ghielmetti, dipl. Ing. ETH,ISETH Zürich 1978

[9] Kuratorium für Verkehrssicherheit
Kleine Fachbuchreihe Band 18
Untersuchung der Unfälle an Autobahneinfahrten
O. Univ.-Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. H. Knoflacher et al Wien 1982

[10] Bundesminister für Verkehr
Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik
Heft 302
Untersuchungen über die Verkehrssicherheit im Einfahrtsbereich planfreier Knotenpunkte
Ing.-büro Dr.-Ing. K-H. Trapp, Aachen 1980

[11] Strassenverkehrstechnik Heft 4/1975
Neugestaltung von Autobahneinfahrten in Kleeblättern
Dr. Ing. Karl-Heinz Trapp, Aachen 1975

[12] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen E.V. Köln
Forschungsarbeiten aus dem Strassenwesen Heft 97
Planungs- und Entwurfsgrundsätze für umweltgerechte Stadtautobahnen
Prof. Dr. Ing. Hans-Georg Retzko et al

[13] Strassenverkehrstechnik Heft 1/1989
Leistungsfähigkeit von Autobahneinfahrten
Birgit Stuwe, Institut für Verkehrswesen, Ruhr-Universität Bochum

[14] Bundesminister für Verkehr/Bundesanstalt für das Strassenwesen
Unfall und Sicherheitsforschung Strassenverkehr Heft 57
Möglichkeiten und Grenzen visueller Wahrnehmung im Strassenverkehr
Amos S. Cohen 1986

[15] Bundesminister für Verkehr Heft 302
Untersuchungen über die massgebende Geschwindigkeit in plangleichen Knotenpunkten
Ing.-büro Dr. Ing. K.H. Trapp, Aachen 1980

AUSGEWÄHLTE BEGRIFFE

Knoten:	Einfahrten oder Ausfahrten mit fliessendem Verkehrsablauf sowie plangleiche Knotenpunkte mit unterbrochenem Verkehrsablauf
plangleicher Knoten:	Ganzer Knoten in einer Ebene
Einfahrt:	Zusammenschluss einer Nebenfahrbahn mit einer Hauptfahrbahn mit fliessendem Verkehrsablauf ohne plangleiche Kreuzung anderer Verkehrsströme
Ausfahrt:	Abspaltung der Nebenfahrbahn von der Hauptfahrbahn ohne plangleiche Kreuzung anderer Verkehrsströme
Fahrstreifensubtraktion:	Abspaltung einzelner Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bei Ausfahrten. Die abgespaltenen Fahrstreifen führen auf der Nebenfahrbahn weiter. Vor der Ausfahrt sind gleichviele Fahrstreifen vorhanden wie gesamthaft nach der Ausfahrt
Fahrstreifenaddition:	Zusammenführen der Fahrstreifen der Hauptfahrbahn mit denjenigen der Einfahrt. Nach der Einfahrt sind gleichviele Fahrstreifen vorhanden wie gesamthaft vor der Einfahrt
Fahrstreifenabbau:	Reduktion der Anzahl Fahrstreifen ausserhalb der Knotenpunkte
Fahrstreifenaufbau:	Vermehrung der Anzahl Fahrstreifen ausserhalb der Knotenpunkte
freie Strecke:	Strecke ausserhalb der Knotenpunkte
offene Strecke:	Strecke ausserhalb Tunnels und Galerien
Beschleunigungsstreifen:	Längs der Hauptfahrbahn zusätzlich zu den Fahrstreifen über beschränkte Länge weitergeführter Fahrstreifen der Nebenfahrbahn
Adaption:	Anpassung des Auges an wechselnde Lichtverhältnisse
	Anpassung des Geschwindigkeitsempfindens an ein bestimmtes (hohes) Geschwindigkeitsniveau.

physische Nase:	Ende/Beginn der baulichen Trennung von Hauptfahrbahn und Nebenfahrbahn.
geometrische Nase:	Theoretischer Punkt, ab dem die Fahrbahnränder der Haupt- und Nebenfahrbahn nicht mehr identisch sind.
Chrützlistich:	Temporäre Lichtsignale zur Anzeige des Fahrstreifenverlaufs, Überkopf
Minikreisel:	Kreisel mit Linksvortritt im Kreisel mit ca. 25 - 40 m Aussendurchmesser je nach Anzahl Kreiselfahrstreifen.

A N H A N G 1

Verzeichnis der von Kayser [1] untersuchten Tunnel

Folgende Tunnel wurden in die Untersuchungen einbezogen:

1	Tunnel Söflingerring	Ulm	(D)
2	Tunnel Insbruckerring	München	(D)
3	Planietunnel	Stuttgart	(D)
4	Tunnel Flughafen Tegel	Berlin	(D)
5	Sonnenbergtunnel	Luzern	(CH)
6	Altstadtringrunnel	München	(D)
7	Tunnel Leuchtenbergring	München	(D)
8	Schwanenplatztunnel	Stuttgart	(D)
9	Reussporttunnel	Luzern	(CH)
10	Tunnel Schwamendinger- und Winterthurerstrasse	Zürich	(CH)
11	Tunnel Wilhelminenstrasse	Darmstadt	(D)

Von den ausgewählten Tunneln weisen die ersten 3 eine stumpfe Ein- bzw. Ausfahrt auf; die Verzweigungsbereiche der Projekte 4 und 5 sind mit einer Ein- und Ausfädelspur ausgestattet und die Projekte 6 bis 10 sind mit Spuraddition bzw. -subtraktion ausgebildet. Projekt 11 ist ein Sonderbauwerk.

A N H A N G 2

Verzeichnis der von Leins [2] untersuchten Tunnel und Anschlüsse

Folgende Objekte mit Ein- und Abfahrt im gedeckten Bereich wurden untersucht:

1	Planiedurchbruch	D	(Stuttgart)
2	Schwanenplatz	D	(Stuttgart)
3	Tegel	D	(Berlin)
4	Söflinger Ring	D	(Ulm)
5	Altstadtring	D	(München)
6	Innsbrucker Ring	D	(München)

Um die Untersuchungsmenge, die die Arbeitsgrundlagen liefern, zu vergrössern, wurden weitere Tunnelprojekte hinzugezogen, die eine Ein- und Ausfahrt im Rampenbereich - Trogstrecke - oder eine Spursubtraktion innerhalb des Tunnels aufweisen.

7	Leuchtenbergring	D	(München)
8	IJ	NL	(Amsterdam)
9	Velsen	NL	(Amsterdam)
10	Tauern	A	(Tauernautobahn)

Neben den Tunnelprojekten wurden vergleichsweise Verflechtungsstrecken planfreier Knotenpunkte der ± 0-Ebene untersucht, um den Grad der Unfallträchtigkeit eines bestimmten Einfahrtstyps ohne den besonderen Einfluss des räumlichen Gebildes Tunnel festlegen zu können.

In die Auswertung wurden hauptsächlich hoch belastete Anschlusstellen (AS) aufgenommen, um den Einfluss der Verkehrsbelastung auf der Durchgangsfahrbahn und der Einfahrt für den Einfädelungsvorgang zu charakterisieren.

Im einzelnen sind dies:

I	AS Köln-Bocklemünd	A 1
II	AS Köln-Lövenich	A 1
III	AS Köln-Klettenber	A 4
IV	AS Köln-Poll	A 4
V	AS Köln-Königsforst	A 3
VI	AS Siegburg/Troisdorf	A 3
VII	AS Bonn-Siegburg	A 3
VIII	AS Siebengebirge	A 3
IX	AS Leverkusen	A 3
X	AS Köln-Mülheim	A 3
XI	AS Köln-Dellbrück	A 3

A N H A N G 3

Verzeichnis der von Lentz [5] untersuchten Anlagen

Die folgenden Anlagen wurden untersucht:

1. Wagenbergtunnel in Stuttgart
2. Planietunnel in Stuttgart
3. Schlossbergtunnel in Heidelberg
4. Gaisbergtunnel in Heidelberg
5. Flughafentunnel Tegel in Berlin
6. Schwanenplatztunnel in Stuttgart im Zuge der Cannstatter Strasse
7. Schwanenplatztunnel in Stuttgart im Zuge der Neckartal strasse.

Von den ausgewählten Tunnels werden 5 im Richtungsverkehr und 2 im Gegenverkehr betrieben. 4 Tunnelanlagen enden ganz oder teilweise im Bereich einer signalgeregelten Knotenpunktzufahrt. Die zulässigen Geschwindigkeiten liegen zwischen 50 und 80 km/h.

Beim Wagenburgtunnel schliesst sich an beiden Portalen ein lichtsignalgeregelter Knotenpunkt an, dessen Stauraum jeweils in den Tunnel hineinreicht.

Beim Schwanenplatztunnel im Zuge der Neckartalstrasse schliesst sich an der Weströhre in 50 m Distanz zum Tunnelportal ein lichtsignalgeregelter Knotenpunkt an.

Ferner wurden folgende Vergleichsstrecken ausserhalb Tunnels untersucht:

- Kräherwaldstrasse
- Jahnstrasse Stuttgart

A N H A N G 4

Umfrage Schweiz, versandte Unterlagen

An die für Strassenbau und
Verkehrsplanung zuständigen
Aemter von Kantonen und
grösseren Städten der Schweiz

Bern, 8. Juli 1988 Ln/W
89.352

VSS-Forschungsauftrag "Knoten in Tunneln und Galerien"
U M F R A G E

Sehr geehrte Damen und Herren

Im Auftrag der VSS-Kommission 172 führt das zeichnende Ingenieurbüro eine Forschungsarbeit zum Thema "Knoten in Tunneln und Galerien" aus.

Ziel der Arbeit ist, aufzuzeigen, ob und unter welchen Voraussetzungen Strassenknoten im Bereich von Tunneln und Galerien zugelassen werden können und welche Vorkehrungen zu treffen sind, damit die Verkehrssicherheit gewährleistet ist.

Im Arbeitsprogramm ist eine Analyse von in- und ausländischen Beispielen vorgesehen, die sich auf die jeweiligen besonderen Bedingungen sowie die Erfahrungen vorhandener Anlagen bezieht.

Wir gelangen nun mit der Bitte an Sie, alle geplanten, projektierten (inkl. im Bau befindlichen) und im Betrieb stehenden Knoten im Bereich von Tunneln und Galerien Ihres Zuständigkeitsbereiches mit dem Fragebogen bis 31. August 1988 der Forschungsstelle zu melden und sofern möglich mit Projektbeschrieb bzw. Plänen zu dokumentieren. Knoten in Parkhäusern sind nur anzugeben, wenn diese auch von parkhausfremdem Verkehr befahren werden.

Gegebenenfalls erlauben wir uns, mit Ihnen Kontakt aufzunehmen, falls wir weitergehende Informationen oder Unterlagen benötigen. Für Rückfragen wenden Sie sich bitte an die Herren Lanz oder Brönnimann. Um das Ausfüllen zu erleichtern, legen wir einen Raster mit den möglichen Konstellationen sowie ein Beispiel bei.

Mit freundlichen Grüssen
BALZARI & SCHUDEL AG

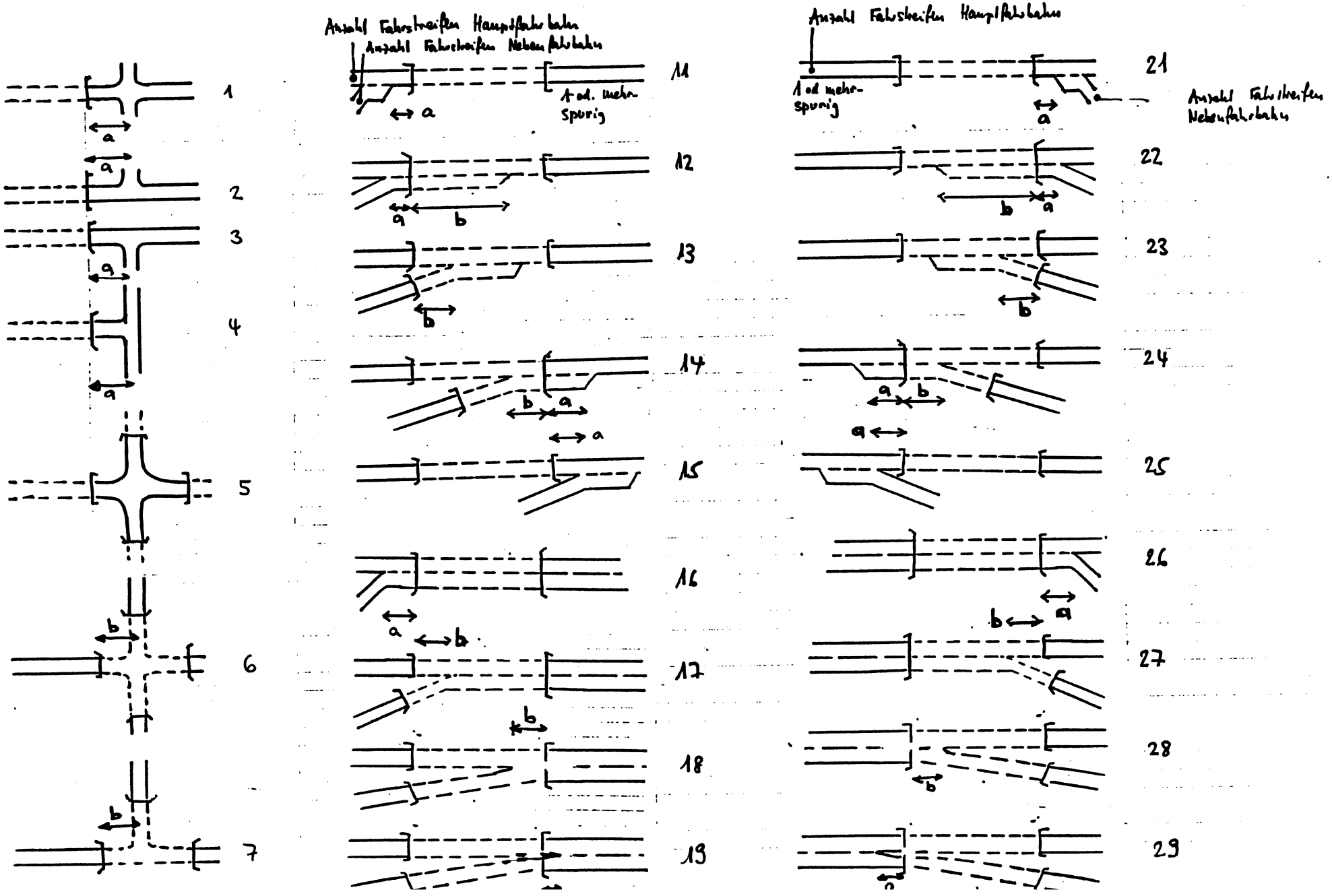
R. Lanz

Beilagen:
- Fragebogen (leer)
- Fragebogen (Muster)
- Raster
- Plan-Beispiel

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN

RASTER DER MOEGLICHEN TYPEN

nur für a kleiner als 200 m !



BALZARI & SCHUDEL Ingenieure und Planer.

UMFRAGE "KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN"

* zutreffendes ankreuzen

Amt: Kontaktperson: Tel. Nr.

fortlaufende Nummer	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster* (siehe Beilage)			Stand*			Fahrstreifen pro Richtung*		Lichtsignalanlage*		Gegenverkehr*		Klassierung der Hauptfahrbahn*				Gemischtverkehr*		Erfahrung*	
		Nr.	a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ

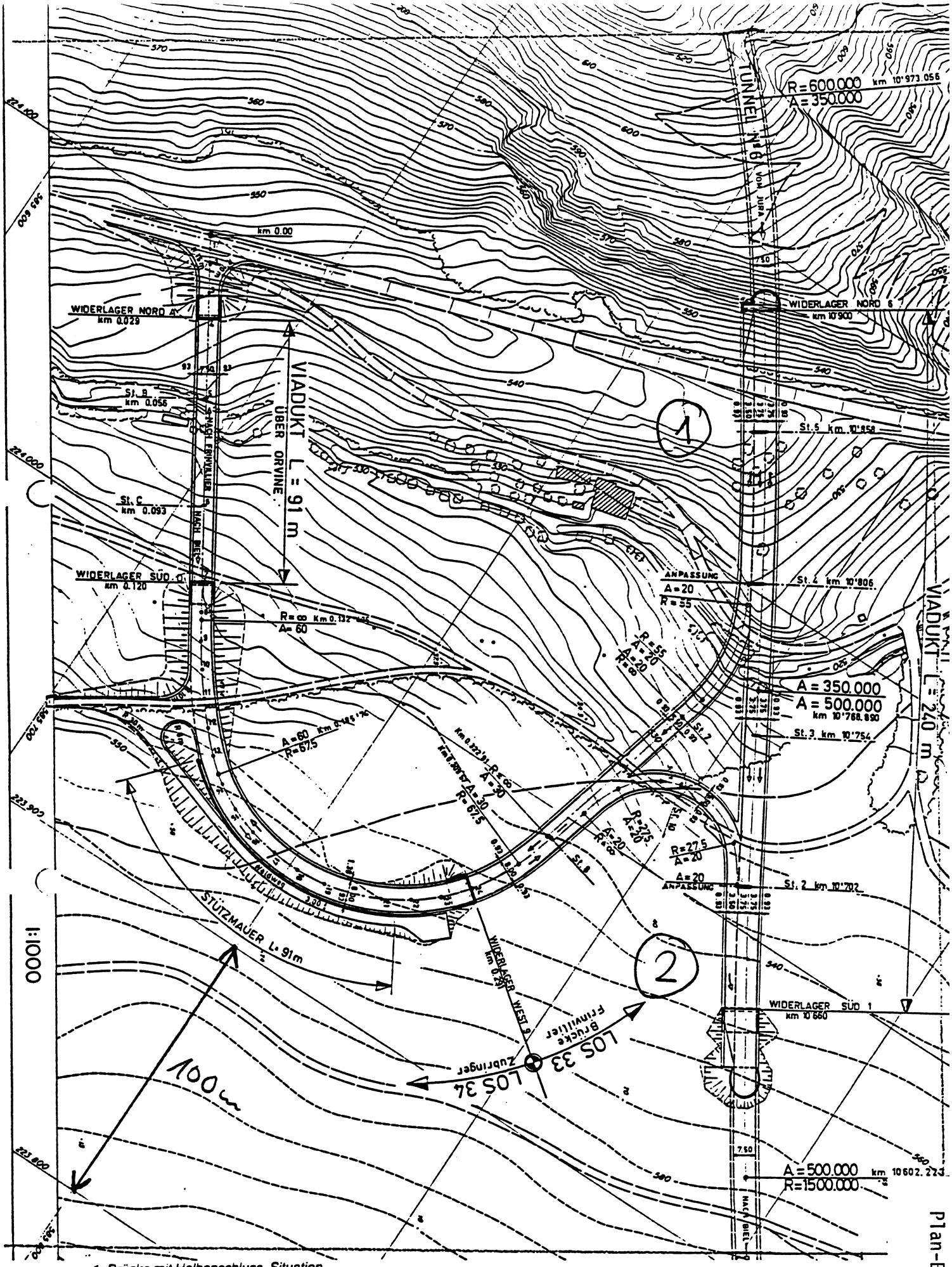
IALZARI & SCHUDEL Ingenieure und Planer. 3000 Bern 16, Kramburgstrasse 14, Tel. 031 44 69 11

INFRAGE "KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN"

* zutreffendes ankreuzen

Amt: Kontaktperson: Tel. Nr.

fortlaufende Nummer	Ortsangabe Strassenbezeichnung MUSTER	Raster* (siehe Beilage)			Stand*			Fahrstreifen pro Richtung*		Lichtsignalanlage*		Gegenverkehr*		Klassierung der Hauptfahrbahn*				Gemischtverkehr*		Erfahrung*	
		Nr.	a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
1	NIG Transjurane Ausfahrt Frinvilier/Orvin	21	0		X			2	1		X		X	X				X		X	
2	NIG Transjurane Einfahrt Frinvilier/Orvin	11	0		X			2	1		X		X	X				X		X	



1: Brücke mit Halbanschluss, Situation.

A N H A N G 5

Umfrage Schweiz, Resultat-Listen

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 1

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./ Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. Zug		Industriestr. / Gubelstr.	70				X			X					X						
"		Aegeri - Strasse	20				X			X					X						

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 1

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./ Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Basel BS		Riehenstrasse / Schwarzwaldallee	50		X					X		X			X			X		X	
"		Maulbeerstrasse / Schwarzwaldallee	30		X					X		X			X			X		X	
"		Bäumlihofstrasse / Schwarzwaldallee	30		X					X		X			X			X		X	
Baden AG	K 117/119	Gstühl - Schulhausplatz	135 220		X			1	1	X			X		X			X		X	
Brugg AG		Portal West	53	65	X			1	1	X		X			X			X		X	
Lausanne VD		pt. du Tunnel / Tunnel de la Barre			X			1	3	X		X			X			X		X	
Neuchâtel NE			15		X			1		X		X			X						
Zurzach AG		Portal West	188			X		1	1	X		X			X				X		
Fribourg FR		Carrefour Route du Jura - Avenue J. de Montenach	40				X			X		X			X						
"		Rue de Morat - Av. de General Guisan	40				X			X		X			X						
Bern BE		Zubringer Neufeld					X	1		X		X			X				X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 2.

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Lausanne VD		pl. Chauderon / Tunnel routier	100		X			1	2		X		X		X			X		X	
Kt. Genf	T 111	ø A 53ø8 Tunnel d. Carouge Sortie/Entrée sur T1	75		X			1	1	X		X			X			X		X	
Basel BS		Lagerhausunterf. / Seite Zeughausstr.	130		X			1	1	X		X			X			X		X	
Kt. Aargau		Staffeleggtunnel, Portal Süd	95			X		1	1		X	X			X				X		
Kt. Graubünden	A 19	Oberalpstr. / Umf. Trin, Anschluss Mulin	200			X		1	1		X	X			X			X			
Ennetbaden AG		Knoten Schlössli	120				X	1	1						X						
Fribourg FR		Tivoli S-N	100				X			X			X		X						

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 3

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./ Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Lausanne VD		Pl. du Tunnel / Tunnel de la Barre	27		X			1	1		X	X			X			X		X	
Zürich ZH		Ulmbergtunnel, Einfahrt Sihlhölzlistr.	60		X			3	2	X			X		X			X		X	
Basel BS		Überdeckg. St. Jakobstr./Seite Zeugh.	50		X			1	1	X		X			X			X		X	
Kt. SH	SN 4.4.5	Anschluss Urwerf	60			X		2	2	X		X		X				X		X	
Bremgarten AG		Überdeckung b. Bodenerstr.	129			X		1	1		X	X			X			X			
Ennetboden AG		Portal Grendel	20				X	1	1	X		X			X			X			

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 4

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./ Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. Bern	N 16	Richtg. Sonceboz Anschl. Frinvillier Ost	100		X						X	X			X			X			
Kt. Bern	N 5	Umfahrung Biel, Var. JD 87					X														
Bern BE		Zubringer Neufeld					X	1		X		X			X				X		
Neuchâtel NE		Tunnel Prébarreau	60		X			1		X		X			X						
"		Tunnel Prébarreau	70		X			1		X		X			X						

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 7

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./ Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Bern BE		Durchfahrt Bahnhofparking			X					1			X				X	X		X	
Aarau AG		Ausfahrt Parking Kasinogarten / City-Block			X			1			X		X				X		X	X	
Kt. Zürich		Milchbucktunnel			X			2	1	X		7			X						
Kt. Uri	N 4	3 Kr. Einfahrt Tellsplatte Süd		20		X		2	2		X	X			X		X				
Frauenfeld AG		Bahnhofstrasse					X	1	1	X					X			X			
Fribourg FR		Av. General Guisan		20			X					X									
Kt. ZG		Anschl. Guggi		70			X	2	1	X		X			X			X			
"		Anschl. Gubelstr.		130			X	2	2	X		X			X			X			

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 11

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./ Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. SG	N 1	St. Gallen Anschl. St. Fiden Einf.			X			2	1		X		X	X					X	X	
"	N 1	" Einfahrtsrampe			X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. SO	N 5	Solothurn Anschl. Zuchwil				X		2	1		X		X	X							
Kt. SH	SN 4.4.4.	Anschl. Schönenberg				X		2	1	X		X		X					X		
"	SN 4.4.6.	Anschl. SH - Süd				X		3	1		X	X		X					X		
Kt. NE	N 5	jon de Serrières - entrée dir. BE				X		2	1		X		X	X					X		
"	N 5	éch^eur de Champ-Coco J10 → N5 Berne	50			X		2	1		X		X	X					X		
"	N 5	jon du Nid-du-Crô - entrée dir. Yverd.				X		2	1		X		X	X					X		
"	N 5	" entrée dir. Berne				X		2	1		X		X	X					X		
Kt. JU	N 16	Transjurane Entrée St. Ursanne				X		1	1		X	X		X					X		
"	"	" Entrée Glovelier / Boécourt				X		1	1		X	X		X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 11.

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. GR	N 13	San Bernardino - Tunnel, Anschl. San Bern.	20		X			1	1		X	X		X				X		X	
"	N 13	Anschluss Avers	60		X			1	½		X	X		X				X		X	
Kt. SG	N 1	St. Gallen Rosenbergt. Rampe A. Sdt			X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. TI		Galleria di Gentilino, entrata da sud			X			2			X		X	X						X	
Kt. BL	N 2	Anschl. Eptingen, Einfahrt	100		X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. FR		Entrée sur autoroute depuis	30		X			2	1		X		X	X					X		
"		place de ravitaillement	80		X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. BE	N 16	Richtg. Biel, Einfahrt Trinvillier West			X			2	1				X	X				X			
Kt. LU	N 14/1	Diensteinfahrt Ostportal Tunnel Rathaus.			X			2	1		X		X	X				X			
"	N 2/8	Einfahrt West, Anschl. Luzern - Nord			X			3	1		X		X	X				X			
"	N 2/5	Einfahrt v. Grosshof Luzern - Süd	80		X			2	1		X		X	X				X		X	
Kt. BL	J 18	Anschl. Reinach Süd; Einfahrt	20		X			2	1		X		X	X					X	X	

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 11

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
Kt. NE	J 20	jon de Fontainemelon entrée dir. Neuchâtel				X		1	1		X		X	X							
"	J 20	jon de Malvilliers entrée dir. La Chx-de-Fonds	10			X		2	1		X		X	X					X		
Kt. NE	N 5	1/2 jon de Monruz/entrée dir. Yverd.				X		2	1		X		X	X					X		
Kt. BE	N 5	Umfahrung Biel Var. SD 87					X														
Kt. LU	N 2/6	Einfahrt Anschluss Horw (Schlund)	200				X	2	1		X		X	X				X			
Kt. GE	RN 1a	Tunnel de Vernier - Entrée depuis GE					X	2	1	X			X	X					X		
"	RN 1a	Tunnel de Confignon - Entrée depuis GE					X	2	1	X			X	X					X		
Kt. OW	N 8	Umfahrung Sachseln Rampe Sarnen S	20				X	1	1		X	X		X					X		
Kt. TG	N 7	Einfahrt Kreuzlingen Süd					X	2	1		X		X	X					X		
Kt. NE	N 5	jon de Bevaix entrée dir. Yverdon	40				X	2	1		X		X	X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN

TYP 12 / 13 / 14

	Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
12	Kt. NE	N5	½ jon de St. Aubin entrée dir. Berne	130	50			X	2	1		X		X	X					X		
13	Kt. URI		Vortunnel Göschenen		400	X			1				X		X							
	Kt. NE	J 20	jon des Convers entrée dir. NE				X		1	1			X		X					X		
	"	J 20	" entrée dir. La Chx-de-Fonds				X		1	1			X		X					X		
	Neuchâtel NE	N 5	éch^eur Champ-Coco J 10 → N5 Berne		100			X	2	1		X		X	X					X		
	Kt. LU	N 7/6	Einf. Anschl. Horw (Schlund)		20			X	3	1		X		X	X				X			
14		SN 1.4.4.	Tierspital Aubrugg Einfahrt Schöneich	450	100	X			2	1		X		X	X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 15.

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. LU	N 2	8+4 Einfahrt Ost, Anschl. Luzern-Nord	210		X			3			X		X	X				X			
"	N 14/1	Diensteinfahrt nach Westportal T. Rathausa	50		X			2	1		X		X	X				X		X	
Kt. BE	N 16	Ri Biel, Einfahrt Industrie	220		X			2	1				X	X				X			
Kt. BL	N 2	Anschluss Hagnau, Einf. Muttenz	250		X			2	1		X		X	X					X	X	
"	J 18	Anschluss Schänzli, Einfahrt	50		X			2 3	1		X		X	X					X	X	
"		Münchenstein, QV, Einfahrt	150		X			2	1		X		X		X				X		
Zürich ZH		Bucheggstr. Einfahrt Guggacherstr.	85		X			2	1		X	X			X			X		X	
"		" Einfahrt Bucheggplatz	85		X			2	1		X	X			X			X		X	
Lausanne VD		Lausanne - pl. Chauderon Tunnel routier	60		X			1	1		X		X		X			X		X	
Kt. URI		Vortunnel Göschenen			X			2					X	X							
Kt. BE	N8	Ri. Spiez, Einf. Leissigen West	45			X		1	1			X		X				X			

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 15

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./ Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. BE	N8	Ri. Interlaken, Einf. Leissigen Ost	80			X		1	1			X		X				X			
Kt. NE	J 20	jcn de Fontainemelon; entrée dir. La Chx - Fds	150			X		2	1		X		X	X					X		
"	J 20	jcn de Malvilliers ; entrée dir. Neuch.	20			X		2	1		X		X	X					X		
"	J 20	jcn de Boudevilliers ; entrée dir Neuch.	200			X		2	1		X		X	X					X		
Kt. GR	A 27 b	Malojastr./Tunnel Promontogno, Ausf. Prom.	130			X		1	1		X	X			X			X			
Kt. SO	N 5	Solothurn Anschl. Spitalhof				X		2	1		X		X	X							
Kt. SH	SN 4.4.5	Anschl. Schaffhausen - Süd	40			X		2	1		X	X		X					X		
Lausanne VD		Lausanne - pl. Chauderon/Tunnel routier	76				X	1	1		X		X		X			X		X	
Kt. OW	N 8	Umf. Sachseln Halbanschl. Sachseln Süd	50				X	1	1	X		X		X				X			
"	N 8	Umf. Giswil Halbanschl. Giswil Süd	80				X	1	1		X	X		X				X			
Fribourg FR		Tivoli N - S	90				X				X		X								

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 16

* innerorts

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
Kt. ZH	SV 1.4.4.	Tierspital Aubrugg, Einf. Hirschwiesen	100		X			2	1		X		X	X					X		
"	SV 1.4.4.	" Einf. Überlandstrasse	10		X			2	1		X		X	X					X		
Basel BS	N 2	Osttangente Basel	150		X			2	1		X		X	X					X	X	
* "	N 2	Unterf. St. Jakob / Gellertstr. (1.50m)			X			1	1		X		X		X			X		X	
Bern BE		Unterf. Eigerstr. / Monbijoustr.			X			1		X		X			X			X		X	
Kt. LU	N 2	4+9 Einfahrt v. Zentr. LU - Reussporttun.	80		X			2	1		X		X	X				X		X	
Kt. BE	N 8	Ri Interlaken, Einf. Interlaken West	110		X			1	1				X	X					X	X	
Kt. BE	N 6	Ri Thun, Einf. Ostring				X		2	1				X	X					X		
"	N 8	Umf. Spiezwiler Ri. Frutigen				X		1	1			X		X					X		
"	N 5	Solothurn Anschl. Spitalhof	100			X		2			X		X		X						

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 16

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./Richtung		LSA		Gegenverkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischtverkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. BE	N 5	Umf. Biel, Var. 1087					X														
Kt. ZH	N 20	Verzweigung Fildern		120			X	2			X	X		X					X		
"	N 20	"		120			X	2			X	X		X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN

TYP 17 / 19

* innerorts

	Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
17	Kt. ZH	N1.4	Milchbuckt./Südeinf., Zürich		20	X			2		X		X		X					X	X	
	Kt. SG	N 1	Stichtunnel St. Gallen		90	X						X		X	X						X	
*	Brugg AG		Portal West	53	65	X			1	1	X		X			X			X		X	
	Zürich ZH		Ulubergtunnel, Einf. Bleicherweg		18	X			2	1		X		X		X			X		X	
	Neuchâtel NE	J 10	½ jon. de Vauseyon / entrée dir. < N 5 Berne City		80		X		1	1		X		X	X					X		
19	Kt. SO	N 5	Solothurn Anschl. Spitalhof				X		2	1		X		X	X							
		N 5	" Gisihübeli-Enge, Birchitunnel				X		2	1		X		X	X							

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 21

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. LU	N 2/8	Ausf. Ost, Anschl. Luzern-Nord Reussporttun			X			3			X		X	X				X			
"	N 2	7+5 Ausf. Luzern Süd Sonnenbergtunnel	100		X			2	1		X		X	X				X		X	
Kt. GR	N 13	Bärenburg Tunnel, AS Avers			X			1	½		X	X		X				X		X	
Kt. BL	N 2	Anschluss Arisdorf, Ausfahrt	20		X			2	1		X		X	X					X	X	
"	N 2	Anschluss Eptingen, Ausfahrt	150		X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. BE	N 16	Ri Biel Ausfahrt Industrie	45		X			2	1				X	X				X			
"	N 16	Ri Biel Ausfahrt Frinvillier West			X			2	1				X	X				X			
Kt. SG	N 1	St. Gallen Rösenberg			X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. NE	J 20	j^on de Fontainemelon sortie venant de Neuchâtel				X		2	1		X		X	X							
Neuchâtel NE	N 5	j^on du Nid-du-Crô sortie venant d'Yverdon	25			X		2	1		X		X	X					X		
"	N 5	2/4 j^on de St-Blaise sortie venant d'Yverd	120			X		2	1		X		X	X					X		
Kt. JU	N 16	Transjurane Sortie Glovelier/Boécourt				X		1	1		X	X		X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 21

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
Kt. BE	N 5	Umf. Biel, Variante JD 87					X														
Kt. GE	RN 1a	OA 503/Tunnel de Confignon/sortie sur GE					X	2	1	X			X	X					X		
Kt. TG	N 7	Ausfahrt Kreuzlingen Süd	200				X	2	1		X		X	X					X		
Kt. LU	N 2/6	Ausfahrt Anschl. Horw (Schlund)	110				X	2	1		X		X	X				X			

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 22

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster		Stand			Fahrstr./ Richtung		LSA		Gegen-verkehr		Klassierung der Hauptfahrbahn				Gemischt-verkehr		Erfahrung	
			a (m)	b (m)	in Betrieb	proj./im Bau	geplant	Hauptfahrbahn	Nebenfahrbahn	ja	nein	ja	nein	HLS	HVS	SS	ES	ja	nein	positiv	negativ
Kt. ZH	N 20	1.2 Gubristtunnel Südausf., Weiningen	40	140	X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. TI		Galleria di Gentilino, uscita da nord	45	75	X			2			X		X	X						X	
"		Galleria Melide - Grancia, uscita da nord	35	75	X			2			X		X	X						X	
Kt. BL	J 18	Anschl. Reinach Süd; Ausfahrt	150	50	X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. SG	N 1	St. Gallen Anschl. St Fiden, Ausf. rampe		80	X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. GE	RN 1a	OA 501/Tunnel de Vernier sortie sur Genève	250	175		X		2	2	X			X	X					X		
Kt. JU	N 16	Transjurane, Sortie St. Ursanne		105		X		1	1		X	X		X					X		
Neuchâtel NE	N 5	½ jon de St-Aubin sortie venant d. BE	130	30			X	2	1		X		X	X					X		
Kt. ZH	N 4	1.6 Anschluss Wettswil	70	60			X	2	1		X	X		X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 23.

* innerorts

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
* Basel BS		Unterf. St. Jakob / Parking	20		X			1	1		X				X				X	X	
Kt. NW	N 8	Loppertunnel, Verbindung N 8/N 2		337	X			1	1		X	X		X					X	X	
"	N 2	Galerie Hergiswil			X			2	1		X		X	X							
Kt. OW	N 8	Loppertunnel, Verbindung N 8/N 2	250	350	X			1	1		X	X		X					X	X	
Zürich ZH		Ulmbergtunnel, Ausfahrt Bleicherw.		6	X			2	1		X		X		X			X		X	
Kt. BL	N 2	Anschluss Hagnau, Ausf. Muttenz		50	X			2	1		X		X	X					X		X
Kt. NE	J 20	j^on des Convers sortie venant de l. Chx-Fds				X		1	1		X			X					X		
Kt. SH	SN 4.4.5	Anschl. Schaffhausen - Süd		65		X		2	1	X		X		X					X		
Neuchâtel NE	N 5	j^on de Serrières sortie venant d. BE		110		X		2	1		X		X	X					X		
"	N 5	éch^euc de Champ-Coco/N5-Yverdon-J10		80		X		2	1		X		X	X					X		
	N 5	" / N 5 Berne - J 10		80		X		2	1		X		X	X					X		
Kt. NE	J 20	j^on des Convers sortie venant de Neuch.				X		1	1			X		X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 23

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
Neuchâtel NE	N 5	jon du Nid-du-Crô / sortie venant d. Berne		80		X		2	1		X		X	X					X		
"	N 5	jon de Monruz / sortie venant d'Yverdon		60		X		2	1		X		X	X					X		
"	J 10	½ jon de Vauseyon / sortie ven. d. N5 Yverdon / N5 Berne / City		25		X		2	1		X		X	X					X		
Kt. ZH	N 4	2.3 Anschl. Schaffh. Süd / Ausf. Flurlingen		180		X		1	1		X	X		X					X		
Kt. ZH	N 20	1.4. Anschl. Birmensdorf		80			X	2	1		X	X		X					X		
"	N 20	"		60			X	2	1		X	X		X					X		
Kt. NW	N 2	Kirchenwaldtunnel, Verbindg. N 2/N 9		2030			X	2	1		X		X	X					X		
Kt. LU	N 2/6	Ausf. Anschl. Horw (Schlund)		20			X	3	1		X		X	X				X			
Lausanne VD		Lausanne - pl. Chauderon / Tunnel routier		70			X	1	1		X		X		X				X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 25.

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
Kt. URI		Vortunnel Göschenen			X			2					X								
Kt. BS	N 2	Baldeggerunterführung Basel	90		X			2	1		X		X	X					X	X	
Kt. BL	J 18	Anschl. Schänzli, Ausfahrt	100		X			3/2	1		X		X	X					X	X	
"		Münchenstein, QV; Ausfahrt	150		X			2	1		X		X		X				X	X	
Lausanne VD		Lausanne - pl. Chauderon/Tunnel rout.	70		X			3	1		X		X		X			X		X	
"		"	60		X			1	2		X		X		X			X		X	
Kt. LU	N2/6	Ausfahrt Halbanschl. Hergiswil NW	100		X			2	1		X		X	X				X		X	
"	N14/1	Dienstausfahrt vor Westportal Tun. Rathaus	130		X			2	1		X		X	X				X		X	
"	N2/4/8	Anschluss Lu.-Nord, Ausf. West	220		X			3			X		X	X				X			
Kt. SO	N 5	Solothurn Ansch. Spitalhof S91A				X		2	1		X		X	X							
Kt. NE	J 20	jon de Fontainemelon sortie uen. d. L. ch.-Fds	200			X		2	1		X		X	X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 25

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
Kt. NE	J 20	jon de Malvilliers / sortie venant de La Chx-de-Fds	160			X		2	1		X		X	X					X		
"	J 20	" sortie venant de Neuchât.	>200			X		2	1		X		X	X					X		
"	J 20	1/2 jon de Boudevilliers / sortie venant d. Neuchât.	>200			X		2	1		X		X	X					X		
Neuchâtel NE	N 5	3/4 jon de St-Blaise / sortie ven. d. Berne	>200			X		2	1		X		X	X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN TYP 26

* innerorts

Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
Kt. ZH	SN 1.4.4	Tierspital Aubrugg Ausf. Hirschniesen	140		X			2	1		X		X	X					X		
Kt. BE	N 8	Ri Spiez, Ausf. Interlaken West	100		X			2	1				X	X					X	X	
Bern BE		Unterf. Eigerstr. / Monbijoustr.			X			1		X		X			X			X		X	
Kt. FR		Sortie d'autoroute p. place d. ravitaillem	70		X			2	1		X		X	X					X		
* Kt. BS	N 2	Unterf. St. Jakob / Gellertstr. (L=50m)			X			1	1		X		X		X			X		X	
"	N 2	Basel Osttangente	130		X			2	1		X		X	X					X	X	
"	N 2	Baldeggunterführung Basel	90		X			2	1		X				X				X	X	
Kt. SO	N 5	Solothurn Anschluss Spitalhof	50			X		2	1		X		X		X						
Kt. BE	N 6	Ri Bern, Ausf. Ostring				X		2	1				X	X					X		
"	N 5	Umf. Biel, Variante JD 87					X														
Kt. ZH	N 20	1.4 Verzweigung Fildern	125				X	2	1		X	X		X					X		
"	N 20	" .	60				X	2	1		X	X		X					X		

KNOTEN IN TUNNELN UND GALERIEN

TYP 27 / 29 / 31

	Kanton / Stadt	Str. Nr.	Ortsangabe Strassenbezeichnung	Raster a (m)	Raster b (m)	Stand in Betrieb	Stand proj./im Bau	Stand geplant	Fahrstr./Richtung Hauptfahrbahn	Fahrstr./Richtung Nebenfahrbahn	LSA ja	LSA nein	Gegenverkehr ja	Gegenverkehr nein	Klassierung der Hauptfahrbahn HLS	HVS	SS	ES	Gemischtverkehr ja	Gemischtverkehr nein	Erfahrung positiv	Erfahrung negativ
27	Kt. LU	N 2	9+4 Ausfahrt Anschl. Luzern - Zentr.		70	X			2	1		X		X	X				X		X	
	Kt. SG	N 1	Stichtunnel St. Gallen		130	X						X		X	X						X	
	Kt SH	N 4	2.3 Tunnel Flurlingen		100		X		2	2	X				X					X		
29	Kt. BS	N 2	Gellertdreieck Basel	100		X			2			X		X	X					X	X	
	Kt. SO	N 5	Solothurn Anschl. Spitalhof				X		2	1		X		X	X							
31	Kt. URI		Vortunnel Göschenen			X			2					X	X							
	Kt. OW	N 8	Umfahrg. Lungern					X					X									

A N H A N G 6

Ortsumfahrung Heslach

Gutachten betreffend Verkehrssicherheit (Auszug)

Im nachfolgenden Auszug aus einem vom Tiefbauamt Stuttgart zur Verfügung gestellten Gutachten sind die wesentlichen Erkenntnisse zusammengefasst.

Tunnel mit zwei Röhren (Planungsgrundfall)

- Bei einem vierspurigen Ausbau der Zwickenbergstrasse und des Heslach-Tunnels sind aufgrund der autobahnähnlichen Strassencharakteristik vor der Signalanlage am Südheimer Platz sowie an der Tunnelausfahrt Marienplatz Massnahmen zur Reduzierung der Geschwindigkeiten erforderlich. Zur Sicherung des Stauendes, das durch ein entsprechendes Ueberwachungssystem geortet werden muss, ist eine adaptive Stauwarnanlage einzusetzen. Zur Reduktion der Gefahr von Auffahrunfällen im Tunnelabschnitt der Zwickenbergstrasse kann die Signalisierung am Südheimer Platz mit einer Signalanlage an der Tunneleinfahrt (in Bergabrichtung) koordiniert werden, um einen Stau möglichst auf die freie Strecke zu verlagern.

- Die unterirdischen Ein- und Ausfahrten der Anschlusstelle Karl-Kloss-Strasse sind durch begleitende Massnahmen zu sichern. Insbesondere muss der ausfahrende Verkehrsstrom veranlasst werden, seine Geschwindigkeit auf die engen Kurvenradien der Ausfahrtrampen auzupassen. Der Einfahrbereich stellt kein grundsätzliches Sicherheitsproblem dar, da ein ausreichendes Sichtfeld vorhanden ist. Jedoch sollte die Geschwindigkeit des Hauptstroms reduziert werden.

- Für Störfälle im Tunnel (Unfall, Panne) oder für Wartungsarbeiten muss die Möglichkeit bestehen, einzelne Fahrstreifenabschnitte oder einen gesamten Fahrstreifen bzw. eine Tunnelröhre (Einschliesslich der Anschlusstelle Karl-Kloss-Strasse) zu sperren und den Verkehr umzuleiten. Hierzu sind geeignete Steuerungsprgramme mit den erforderlichen Leiteinrichtungen (Dauerlichtzeichen, Wechselverkehrszeichen, Sperrschranken u.ä.) notwendig, die in einer sorgfältigen Detailplanung erarbeitet werden müssen.

Die Sicherheit der beiden Tunnelvarianten lässt sich zusammenfassend wie folgt beurteilen:

Der Sicherheitsstandard eines zweispurigen Gegenverkehrstunnels ist wegen der Gefahr von Frontalzusammenstössen - wie auch auf oberirdischen Strassen - selbstverständlich geringer einzuschätzen als im Falle eines Vollausbaus mit Richtungstrennung. Anhand der Erfahrungen mit vorhandenen Verkehrleitsystemen in- und ausländischer Tunnelanlagen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass das Unfallrisiko durch den Einsatz der oben beschriebenen begleitenden Massnahmen auf ein der freien Strecke entsprechendes Mass reduziert werden kann, so dass aus Sicherheitsgründen keine Lösung der hier untersuchten Planungsfälle zu verwerfen ist.

A N H A N G 7

5. Erfahrungsbericht Tunnel Flughafen Tegel
betr. Verkehrsbelastungen und Unfallgeschehen

Zur Verfügung gestellt vom Senator für
Bau- und Wohnungswesen Berlin,5

Tunnel mit einer Röhre (Planungsfälle 3,4,5)

- Am Südheimer Platz und an der Tunnelausfahrt zum Marienplatz sollte sollte wie im Planungsgrundfall eine Stauwarnung (einschliesslich einer Zufahrtskontrolle für den Tunnelabschnitt zwischen der Böblinger Strasse und dem Südheimer Platz) erfolgen. Zusätzlich sind zur Unterstützung einer leistungsfähigen und sicheren Verflechtung von zwei auf einen Fahrstreifen bei der Einfahrt in den Tunnel begleitende Massnahmen, z.B. Hinweisschilder und/oder Dauerlichtzeichen mit Uebergangssignalen, zu empfehlen. Die Signalprogramme an den beiden Endknoten der Tunnelstrecke sind auf die Kapazitätsgrenzen der Tunneleinfahrten abzustimmen.

- Die Anschlusstelle Karl-Kloss-Strasse stellt in den Planungsfällen 3,4 und 5 erhöhte Sicherheitsforderungen, die jedoch durch ein sorgfältig geplantes Steuerungssystem erfüllt werden können. Die Einfahrt in den Tunnel muss hier signaltechnisch gesichert werden. Die Signalisierung der Tunneleinfahrt ist dabei so zu steuern, dass die Leistungsfähigkeit des Tunnels voll ausgeschöpft wird, indem grosse Lücken im Hauptstrom, die vor allem in Bergaufrichtung auftreten, durch Freigabe der Tunnelzufahrt an der Karl-Kloss-Strasse ausgenutzt werden. Hierzu ist eine mikroskopische Verkehrserfassung erforderlich. Ausserdem muss angestrebt werden, dass der Hauptstrom die gesamte Tunnelstrecke möglichst ohne Halt an der Anschlussstelle Karl-Kloss-Strasse durchfahren kann. Bei Ausfall der Lichtsignalanlage muss die Tunneneinfahrt an der Karl-Kloss-Strasse durch begleitende Massnahmen (Warnungen, Hinweise, Umleitungen) abgesichert werden. Vorteilhaft für den Einfahrvorgang wirkt sich das aus dem erweiterten Querschnitt resultierende günstige Sichtfeld aus. Die Gefahr von Auffahrunfällen an den Ausfahrten zur Karl-Kloss-Strasse kann als gering eingestuft werden, da mit wenig Rückstau von der Kreuzung zu rechnen ist und bei reduzierten Geschwindigkeiten ausreichende Sichtweiten gegeben sind.

- Zur Sperrung eines Fahrstreifens bzw. des gesamten Tunnels bei planmässigen oder unplanmässigen Störungen bedarf es Sonderprogramme mit Umleitungshinweisen. Zur Unterstützung eines flüssigen Verkehrsablaufs sollte im Tunnel durch eine Folge von Signalgebern in Abhängigkeit der aktuellen Geschwindigkeiten eine grüne Welle angezeigt werden. Diese Einrichtung kann bei Bedarf auch zur Sicherung von Unfallstellen oder Pannenfahrzeugen dienen.

SenVuB
III D 11

25 .Juli 1985
5968

Vermerk

Betr.: Verkehrsbelastungen und Unfallgeschehen im Tunnel Flughafen Tegel

Nach Auswertung der Daten über die Verkehrsbelastungen und das Unfallgeschehen im fünften Betriebsjahr können für den Tunnel Flughafen Tegel wichtige und interessante Entwicklungstendenzen aufgezeigt werden.

Während im ersten Betriebsjahr (17.07.79-16.07.80) ca. 13 Mio Fahrzeuge den Tunnel passierten, wurden nach fünf Betriebsjahren in der Zeit vom 17.07.83-16.07.84 19,3 Mio Fahrzeuge ermittelt (Steigerung von ca. 48 %). Alle seinerzeit prognostizierten Belastungswerte wurden inzwischen weit überschritten. So stieg die maximale Tagesbelastung von 47 000 auf 69 000 Fahrzeuge (Prognosebelastung vor Inbetriebnahme: 60 000 Fahrzeuge). Die Belastung in der maximalen Stunde pro Richtung stieg von 2 700 Fahrzeuge auf 4 200 Fahrzeuge (Prognosewert war 3 000 Fahrzeuge/Std.). Die Belastung eines Fahrstreifens mit 2 341 Fahrzeugen/Std. ergibt mittlere Zeitlücken von 1,5 Sekunden.

Deutliche Verkehrsverlagerungen haben sich in den beiden Tunnelröhren im nördlichen Bereich ergeben. Während im ersten Betriebsjahr ein Verhältnis der Belastung von und nach Holzhauser Straße zur Belastung von und nach Scharnweberstraße 1,5 : 1 festgestellt wurde, ergab im fünften Betriebsjahr das Verhältnis nahezu den Wert 1 : 1.

Die Zahl der Unfälle im Bereich des Tunnels und seiner Rasterstrecken ist in Anbetracht der hohen Verkehrsbelastung erfreulich gering. Während im ersten Betriebsjahr sich 33 Unfälle ereigneten, stieg die Zahl kontinuierlich bis 49 im fünften Betriebsjahr. Hingegen sind die Zahlen der Schwerverletzten deutlich gesunken (von 6 auf 1), ebenso die schweren Sachschäden (von 25 auf 16). Die Zahl der Leichtverletzten (12/Jahr) ist etwa konstant geblieben, nur die leichten Sachschäden haben zugenommen.

Nur noch ein geringer Anteil der Unfälle (16 von 49) ereigneten sich im letzten Jahr während der Verkehrsspitze und während der Nachtzeit (22.00 - 6.00 Uhr), die meisten Unfälle wurden von der Polizei um die Mittagszeit aufgenommen. Erstaunlicherweise hat sich der Unfallort deutlich vom nördlichen, unübersichtlichen Tunnelbereich in den geraden, übersichtlichen Teil verlagert.

Klein

jä.

Unfälle im Tunnel Flughafen Tegel

	1. Betriebsjahr 17.7.79-16.7.80	2. Betriebsjahr 17.7.80-16.7.81	3. Betriebsjahr 17.7.81-16.7.82	4. Betriebsjahr 17.7.82-16.7.83	5. Betriebsjahr 17.7.83-16.7.84
Gesamtzahl der Unfälle	33	25	36	39	49
Unfälle im nördlichen Tunnelbereich	23	14	13	16	12
Unfälle im südlichen Tunnelbereich	10	11	23	23	37
beteiligte Fahrzeuge	49 3 LKW, 43 PKW 3 Kr	42 8 LKW, 32 PKW, 1 Kr, 1 M	61 6 LKW, 53 PKW, 2 Kr.	76 6 LKW, 65 PKW, 5 Kr.	94 13 LKW, 80 PKW, 5 Kr. 1 Bus
Verletzte s=schwer, l=leicht	6 s, 11 l	2 s, 2 l	1 s, 8 l	1 s, 12 l	1 s, 12 l
Sachschäden s=schwer l=leicht	25 s, 7 l	15 s, 10 l	27 s, 9 l	21 s, 18 l	16 s, 33 l
Unfälle in der Verkehrsspitze 6.00-9.00 Uhr u. 15.00-18.00 Uhr	8	4	18	17	11
Unfälle während der Nacht 22.00-6.00 Uhr	12	6	6	7	5
Zahl der Unfälle unter Alkoholeinfl.	11	3	8	6	4
Zahl der Verletzten der unter Alkoholeinfl. verursachten Unfälle	2 s, 7 l	-	1 s, 4 l	3 l	5 l

Verkehrsbelastungen im Tunnel Flughafen Tegel

	1. Betriebsjahr 17.7.79-16.7.80	2. Betriebsjahr 17.7.80-16.7.81	3. Betriebsjahr 17.7.81-16.7.82	4. Betriebsjahr 17.7.82-16.7.83	5. Betriebsjahr 17.7.83-16.7.84
Verkehrsbelastung insgesamt	13,0 Mio Fz.	13,5 Mio Fz.	17,0 Mio Fz.	17,3 Mio Fz.	19,3 Mio Fz.
Verkehrsbelastung von und zur Holzhauser Str.	7,8 Mio Fz.	8,1 Mio Fz.	9,8 Mio Fz.	9,0 Mio Fz.	9,8 Mio Fz.
Verkehrsbelastung von und zur Scharnweberstr.	5,2 Mio Fz.	5,4 Mio Fz.	7,2 Mio Fz.	8,3 Mio Fz.	9,5 Mio Fz
%-Anteil des Verkehrs in Richtung Süden zur Gesamtbelastung zwischen 7.00 u. 8.00 Uhr	66 %	62 %	64,7 %	65,3 %	66 %
16.00 u.17.00 Uhr	37 %	33 %	38,7 %	38 %	39,8 %
max. Belastung pro Tag in beiden Richtungen	47 108 Fz	49 006 Fz.	63 068 Fz	64 716 Fz	69 070 Fz
max. Belastung pro Stunde in beiden Richtungen	ca 4.000	4.277 Fz	5.833 Fz	5.634 Fz	6.151 Fz.
max. Belastung pro Stunde und Richtung	ca 2.700	2.754 Fz	3.793 Fz	3.694 Fz	4.152 Fz.
max. Belastung pro Stunde und Fahrstreifen	1.536	2.041 Fz	2.196 Fz	2.124 Fz	2.341 Fz

A N H A N G 8

Bahnhofvorfahrt Bern, Unfälle

UNFALLGESCHEHEN IN DER BAHNHOFVORFAHRT BERN, VOM 1.1.1984 BIS 30.6.1988

	Datum	Zeit	Beteiligte	Ursache	Verletzte		Sachschaden
1.	26.02.84	2045	A	Unbeherrschtes Fahren. Autofahrer prallt gg. Stützpfosten	0	Fr.	6000.-
2.	04.03.84	1500	A/A	Unvorsichtiger Spurwechsel	0	"	2000.-
3.	11.08.84	1405	A/A	Unvorsichtiger Spurwechsel	0	"	3000.-
4.	26.10.84	2030	A	Wegen mangelnder Fahrpraxis sowie durch Ablenkung des Mitahrers prallt Lenker gegen einen Eisenpfosten	2	"	3000.-
	Zwischentotal			4 Unfälle	2	Fr.	14000.-
5.	22.02.85	1800	A/L	Wegen Glatteis gelangt Auto auf die Gegenfahrbahn	0	Fr.	25000.-
6.	23.07.85	1500	KM	Sturz auf verschmutzter (OEL) Fahrbahn	1	"	-----.-
7.	19.09.85	1810	A/A	Verbotenes Linksabbiegen	0	"	4000.-
8.	10.11.85	1125	A/A	Unvorsichtiger Spurwechsel	0	"	1000.-
	Zwischentotal			4 Unfälle	1	Fr.	30000.-
9.	22.03.86	0430	A	Angetr. Autofahrer beschädigt Baugerüst	0	Fr.	3000.-
10.	07.06.86	1205	A/A	Missachten des Signals 3.02 (Kein Vortritt)	0	"	4000.-
11.	03.08.86	1430	A/A	Missachten des Signals 3.02	0	"	6000.-
12.	16.08.86	1400	A/A	Auffahrkollision	0	"	1000.-
13.	17.08.86	2250	A/A	Wegen zu schnellen Fahrens gerät PW-Lenker auf Gegenfahrbahn	0	"	10000.-
14.	04.10.86	1630	A/A	Missachten d. Vortr. beim Wegfahren von Tankstelle	0	"	5000.-
15.	14.11.86	1840	A/A	Missachten des Signals 3.02	0	"	20000.-
	Zwischentotal			7 Unfälle	0	Fr.	49000.-
16.	22.01.87	1925	A/A	Auffahrkollision	0	Fr.	1000.-
17.	28.02.87	1125	A/A	Wegen zu schnellen Fahrens gerät PW-Lenker auf Gegenfahrbahn	0	"	16000.-
18.	22.05.87	1420	A/M	Autofahrer missachtet Signal 3.02 (Kein Vortritt)	1	"	3000.-
19.	26.06.87	1730	A/A	Missachten des Signals 3.02	0	"	5000.-
20.	06.07.87	0935	L	Lastwagenlenkerin touchiert mit dem Ladebügel zur Schuttmulde die Tunneldecke, wodurch der L nebenaus gerät	1	"	5000.-
21.	13.07.87	1745	A/A	Missachten d. Vortr. beim Wegfahren von Tankstelle	0	"	6000.-
22.	25.07.87	1605	A/A	Missachten des Signals 3.02	0	"	5000.-
23.	19.08.87	2145	C/A	Postcar missachtet Signal 3.02	0	"	8000.-
24.	06.11.87	0810	A	Mitfahrer greift Lenkerin ins Steuer, wodurch die Fahrerin die Herrschaft verliert u.gg. Stützpfeiler prallt	2	"	4000.-
25.	26.11.87	1600	A/A	Missachten des Signals 3.02	0	"	5000.-
	Zwischentotal			10 Unfälle	4	Fr.	58000.-
26.	14.06.88	1700	A/A	Missachten des Vortritts beim Wegfahren von Tankstelle	0	Fr.	1500.-

Schlusstotal

Unfälle 26
Verletzte 7
Sachschaden Fr. 152'500.-

Legende

A = Personenauto
C = Car
KM = Kleinmotorrad
L = Lastauto
M = Motorrad

Bern, Januar/1988/UDSteffen

Stadtpolizei Bern
Verkehrskommissariat I
Unfalldienst

EINGEG. 26.1.89 HAF

A N H A N G 9

Milchbucktunnel Zürich

Unfälle und Belastungen

```
     V U S T A                          ZEITRAUM: 02.07.1985-31.05.1989 |A BBBEST=STEP TTTTDU=850702-890531
KANTONSPOLIZEI ZUERICH                  STAND   :            15.06.1989 |A BBBEST=L030 BBBZWE=1 TTTTIV=A01299R02-A01299500 TTTTFR=2   (A
  VERKEHRSTECHN. ABT.                                                   |  SORTIERT NACH    DATUM,ZEIT
   UNFALLAUSWERTUNG                     DATUM   :            04.07.1989 |
                                                                        |
            UNFALLZUSAMMENSTELLUNG                          SEITE    1 |
            ----------------------                                      |
            GEMEINDE ZUERICH                                            |
            N1, ANSCHLUSS ZCH-LETTEN                                    |
            FAHRTRICHTUNG ZUERICH                                       |
```

NUMMER	DATUM	TAG	ZEIT	BELEUCHTUNG	VERTEILTE	TOTE	SACHSCHADEN	SITUATION	WITTERUNG	STRASSENZUSTAND	H*) AUPTURSACHE	OBJEKTART	UNFALLFLÜCHTIGE	VMS EITRTR TEC KUE	FAHRTRICHTUNG	FAHRSTREIFEN	SZ ZUSTAND	S-BAHN-STATIONSCODE	V-RAD-ERLEGUNG	VERKEHRSMENGE	UNFALLTYP	INTERVALL ODER KOORDINATEN	RICHTUNG	EINGANGS NUMMER
1	280785	SO	10	TAG			10.0	S		T	177	PW	A*KEI	LL R 1 2		104	110	155	18	A01 299 R02 2	854889
												TAXI	B S.G	LL R 2 2							
2	060985	FR	07	TAG	1		15.0	S		T	012	PW	A*GUT	GG R 1 1		102	112	154	21	A01 299 R02 2	855334
												PW	B S.G	GG R 1 1							
3	210985	SA	05	NAC			15.0	S		T	010	PW	A*S.G	GG R 1 1		102	111	150	01	A01 299 R02 2	855327
4	110186	SA	04	NAC			3.0	B		N	171	PW	B UNB	RR R 1 1		102	113	150	21	A01 299 R02 2	860254
												PW	A*S.G	RR R 1 1							
5	120786	SA	19	TAG			0.4	S		T	1771	PW	A*UNB	GG R 2 2		102	111	150	18	A01 299 R02 2	864401
												PW	B UNB	GG R 2 2							
6	191286	FR	14	TAG			4.0		A	F	172	PW	A*S.G	LL R 3 3		102	110	152	21	A01 299 R02 2	867671
												PW	B KEI	LL R 3 3							
7	060187	DI	17	NAC	1		40.0	B		T	172	PW	X S.G	LL R 2 3		102	113	154	21	A01 299 R02 2	870841
												PW	X S.G	LL R 2 3							
												PW	X S.G	LL R 2 3							
												PW	B S.G	LL R 2 3							
												PW	A*S.G	LL R 2 3							
												PW	X S.G	LL R 2 3							
8	270387	FR	17	TAG			3.0	R		F	171	PW	A*GER	LL R 2 2		102	113	152	21	A01 299 R02 2	872170
												PW	B GUT	LL R 2 2							
9	270887	DO	06	TAG			1.5	B		T	177	PW	B S.G	LL R 3 3		102	113	151	18	A01 299 R02 2	875353
												PW	A*S.G	LL R 2 3							
10	161287	MI	00	NAC	1		18.0	S		T	010	PW	A*UNB	GG R 1 1		102	111	152	01	A01 299 R02 2	877927
11	171287	DO	07	NAC			1.5	B		T	172	TAXI	Z*UNB	GG R 3 3		102	113	151	29	A01 299 R02 2	878198
												LW	Z UNB	GG R 3 3							
12	110188	MO	08	TAG			3.0	R		T	177	LIE.W	A*S.G	GG R 2 3		102	110	151	18	A01 299 R02 2	880276
												PW	B S.G	GG R 3 3							
13	210388	MO	16	TAG			15.0	B		T	172	PW	A*S.G	GG R 1 1		102	110	151	01	A01 299 R02 2	881718
14	100888	MI	18	TAG			15.0	S		T	177	PW	B S.G	LL R 3 3		102	113	153	18	A01 299 R02 2	885023
												PW	A*S.G	LL R 2 3							
15	120988	MO	21	NAC			6.0	S		T	177	PW	B S.G	GG R 1 3		102	110	151	16	A01 299 R02 2	886286
												PW	A*GUT	GG R 2 3							
16	170589	MI	18	TAG			3.0	S		T	1102	UNBEK	A*UNB	GG R 1 1		102	110	155	01	A01 299 R02 2	893107

V U S T A
KANTONSPOLIZEI ZUERICH
VERKEHRSTECHN. ABT.
UNFALLAUSWERTUNG

UNFALLZUSAMMENSTELLUNG (ZUSAMMENFASSUNG)

GEMEINDE ZUERICH
N1, ANSCHLUSS ZCH-LETTEN
FAHRTRICHTUNG ZUERICH

ZEITRAUM: 02.07.1985-31.05.198
STAND : 15.06.198
DATUM : 04.07.198
SEITE

********** TOTAL UNFAELLE 16 **********

WOCHENTAG	
17 SONNTAG	1
18 MONTAG	3
19 DIENSTAG	1
20 MITTWOCH	3
21 DONNERSTAG	2
22 FREITAG	3
23 SAMSTAG	3
UNFALLZEIT	
00-01	1
04-05	1
05-06	1
06-07	1
07-08	2
08-09	1
10-11	1
14-15	1
16-17	1
17-18	2
18-19	2
19-20	1
21-22	1
BELEUCHTUNG	
140 TAG	10
142 NACHT	6
VERLETZTE	3
LEICHT	2
SCHWER	1
TOTE	0
SACHSCHADEN	153450
VERTRAUTHEIT MIT STRECKE (MUTM. UNFALLVERURSACHER)	
50 KEINE	1
51 GERING	1
52 GUT	2
53 SEHR GUT	8
54 UNBEKANNT	4

WITTERUNG	
130 SCHOEN	8
131 BEDECKT	5
132 REGEN	2
136 ANDERE	1
STRASSENZUSTAND	
80 TROCKEN	13
81 FEUCHT	2
82 NASS	1
OBJEKTART	
PW = PERSONENWAGEN	27
TAXI	2
LIE.W = LIEFERWAGEN	1
LW = LASTWAGEN	1
UNBEK = UNBEKANNT	1
STRASSENBELEUCHTUNG	
102 DURCHGEHEND	15
104 ANDERE	1
VERKEHRSMENGE	
150 SCHWACH	3
151 REGE	5
152 STARK	3
153 STOCKENDE KOL.	1
154 STEHENDE KOL.	2
155 ANDERE	2

VERKEHRSREGELUNG	
110 KEINE	
111 CHRUEZLISTICH NICHT IN BETRIEB	
112 CHRUEZLISTICH IN BETRIEB	
113 LSA IN BETRIEB	
HAUPTURSACHE	
ZUSTAND DES LENKERS	3
010 ANGETRUNKENHEIT	2
012 SCHWAECHEANFALL	1
VERHALTEN DES LENKERS	13
GESCHWINDIGKEIT	1
110 NICHTANPASSEN AN DIE STRASSENVERHAELTNISSE	1
110.2 LINIENFUEHRUNG	
ANDERE FEHLER DES LENKERS	12
171 ZU NAHES AUFSCHLIESSEN	2
172 UNAUFMERKSAMKEIT	4
177 FALSCHER FAHRSTREIFENWECHSEL	6
UNFALLTYP	
FAHRUNFAELLE	4
01 OHNE KOLLISION	
UEBERHOLUNFAELLE/FAHRSTREIFEN-WECHSEL	6
16 FS-WECHSEL NACH RECHTS	
18 FS-WECHSEL NACH LINKS	
AUFFAHRUNFAELLE	6
21 VORWAERTS AUF STEHENDES FZ	
29 ANDERE	

```
     V U S T A                          ZEITRAUM: 02.07.1985-31.05.1989 |A BBBEST=STEP TTTTDU=850702-890531
KANTONSPOLIZEI ZUERICH                  STAND   :            15.06.1989 |A BBBEST=L030 BBBZWE=1 TTTTIV=A01299R01          TTTTFR=1    (A
  VERKEHRSTECHN. ABT.                                                   |  SORTIERT NACH    DATUM,ZEIT
   UNFALLAUSWERTUNG                     DATUM   :            04.07.1989 |
                                                                        |
            UNFALLZUSAMMENSTELLUNG                          SEITE    1 |
            ----------------------                                      |
            GEMEINDE ZUERICH                                            |
            N1, ANSCHLUSS ZCH-LETTEN                                    |
            FAHRTRICHTUNG ST.GALLEN                                     |
```

NUMMER	DATUM	TAG	ZEIT	BELICHT	VERKEHRSTECHN. ABT.	TOTE	SACHSCHADEN	INTAKT UNFALLSTELLE	WITTERUNG SB CE HD OE EC NK T	WITTERUNG RHS EAC GGH EEN NLE E	WITTERUNG N E B L	STRASSENZUSTAND A N D E R E N	STRASSENZUSTAND T R C K E T	STRASSENZUSTAND FN EA US CS H T	STRASSENZUSTAND VVP EEF RRL SEO CIT HSS NTC E H I I T G	STRASSENZUSTAND A N D E R E	H*) AUPTURSACHE	OBJEKTART	UNFALLART . T Y P	VMS EITRTR T E R C A K U E	FAHRTRICHTUNG AZ 1	FAHRTRICHTUNG AZ 2	FAHRTRICHTUNG VNOANCH	FAHRSTREIFEN T Y P	FAHRSTREIFEN S E T	FAHRSTREIFEN N I M E N G E	FAHRSTREIFEN A Z M A H L E	SZ	S-BTEL AEL SCH NTE	V-RERG EEL UNG SGE	VERKEHRSKENNZEICHEN	UNFALLFARBE	INTERVALL ODER KOORDINATEN	RICHTUNG	E-NUMMER
1	190985	DO	11	TAG			0.3	S				T				172	TAXI	A*S.G		GG	R	2	2		102	112	151	01	A01 299 R01	1	855328
2	270386	DO	14	AND			5.0				A	T				212	TAXI	A*S.G		GG	R	1	2		102	110	151	01	A01 299 R01	1	861980
3	190486	SA	15	TAG			2.0	B				T				1102	PW	A*S.G		GG	R	1	2		102	112	152	01	A01 299 R01	1	862647
4	070586	MI	13	TAG			4.0	S				T				1102	PW	A*GER		GG	R	1	1		102	111	151	01	A01 299 R01	1	862968
5	140886	DO	19	TAG			4.0	S				T				1102	PW	A*GUT		GG	R	1	1	88	102	113	152	01	A01 299 R01	1	865236
6	050387	DO	14	TAG			9.0	B					F			1636	PW	B GUT		AL	R	2	2		102	112	151	20	A01 299 R01	1	871725
																	PW	A*GUT		AL	R	2	2								
7	120487	SO	02	NAC			8.0		R				F			010	PW	A*GUT		GG	R	1	2		102	115	150	01	A01 299 R01	1	872655
8	240487	FR	23	NAC			14.0	S				T				170	PW	A*S.G		GG	R	1	2		102	113	151	01	A01 299 R01	1	872591
9	140687	SO	00	NAC			8.5		R					N		1102	PW	A*GUT		GG	R	1	2		102	113	151	01	A01 299 R01	1	874014
10	160787	DO	20	DAE			0.3	B				T				161	PW	A*GUT		GG	R	1	1		102	113	151	01	A01 299 R01	1	874563
11	230887	SO	00	NAC			0.8	S				T				010	M.RAD	A*GUT		GG	R	1	1		102	113	151	01	A01 299 R01	1	875313
12	160188	SA	02	NAC			3.0	S				T				1102	PW	A*S.G		GG	R	1	2		102	113	150	01	A01 299 R01	1	880277
13	170188	SO	20	NAC			15.0	B					F			1102	TAXI	A*S.G		GG	R	1	2		102	113	151	01	A01 299 R01	1	880080
14	241288	SA	02	NAC			3.0		R					N		010	PW	A*GUT		GG	R	1	2		102	112	150	01	A01 299 R01	1	888551
15	170389	FR	15	TAG			3.5		R					N		148	PW	C*UNB		GG	R	1	2		102	112	151	03	A01 299 R01	1	891608
																	PW	A KEI		GG	R	1	2								

*) HAUPTURSACHEN SIEHE BEIBLATT

V U S T A
KANTONSPOLIZEI ZUERICH
VERKEHRSTECHN. ABT.
UNFALLAUSWERTUNG

UNFALLZUSAMMENSTELLUNG (ZUSAMMENFASSUNG)

GEMEINDE ZUERICH
N1, ANSCHLUSS ZCH-LETTEN
FAHRTRICHTUNG ST.GALLEN

ZEITRAUM: 02.07.1985-31.05.1989
STAND : 15.06.1989
DATUM : 04.07.1989

********** TOTAL UNFAELLE 15 **********

WOCHENTAG	
17 SONNTAG	4
20 MITTWOCH	1
21 DONNERSTAG	5
22 FREITAG	2
23 SAMSTAG	3
UNFALLZEIT	
00-01	2
02-03	3
11-12	1
13-14	1
14-15	2
15-16	2
19-20	1
20-21	2
23-24	1
BELEUCHTUNG	
140 TAG	6
141 DAEMMERUNG	1
142 NACHT	7
143 ANDERE	1
VERLETZTE	0
TOTE	0
SACHSCHADEN	80400
VERTRAUTHEIT MIT STRECKE (MUTM. UNFALLVERURSACHER)	
51 GERING	1
52 GUT	7
53 SEHR GUT	6
54 UNBEKANNT	1

WITTERUNG	
130 SCHOEN	6
131 BEDECKT	4
132 REGEN	4
136 ANDERE	1
STRASSENZUSTAND	
80 TROCKEN	9
81 FEUCHT	3
82 NASS	3
OBJEKTART	
PW = PERSONENWAGEN	13
TAXI	3
M.RAD = MOTORRAD	1
STRASSENBELEUCHTUNG	
102 DURCHGEHEND	15
VERKEHRSMENGE	
150 SCHWACH	3
151 REGE	10
152 STARK	2

VERKEHRSREGELUNG	
110 KEINE	1
111 CHRUEZLISTICH NICHT IN BETRIEB	1
112 CHRUEZLISTICH IN BETRIEB	5
113 LSA IN BETRIEB	7
115 LSA NICHT IN BETRIEB	1
HAUPTURSACHE	
ZUSTAND DES LENKERS	3
010 ANGETRUNKENHEIT	3
VERHALTEN DES LENKERS	11
GESCHWINDIGKEIT	6
110 NICHTANPASSEN AN DIE STRASSENVERHAELTNISSE	6
110.2 LINIENFUEHRUNG	6
UEBERHOLEN	1
148 RECHTS UEBERHOLEN	1
SIGNALE UND ZEICHENGEBUNG	2
161 NICHTB. VERKEHRSREGELUNG HANDZEICHEN	1
163 NICHTB. EINES SIGNALS ODER MARKIERUNG	1
163.6 MISSACHTEN FAHRSTREIFENSIGNALISATION	1
ANDERE FEHLER DES LENKERS	2
170 MANGELNDE FAHRPRAXIS	1
172 UNAUFMERKSAMKEIT	1
FAHRZEUG	1
MANGELNDE BEDIENUNG	1
212 STOERENDE MITFAHRER/WARE	1
UNFALLTYP	
FAHRUNFAELLE	14
01 OHNE KOLLISION	13
03 AUSWEICHEN OHNE KOLLISION	1
AUFFAHRUNFAELLE	1
20 VORWAERTS FAHREND	1

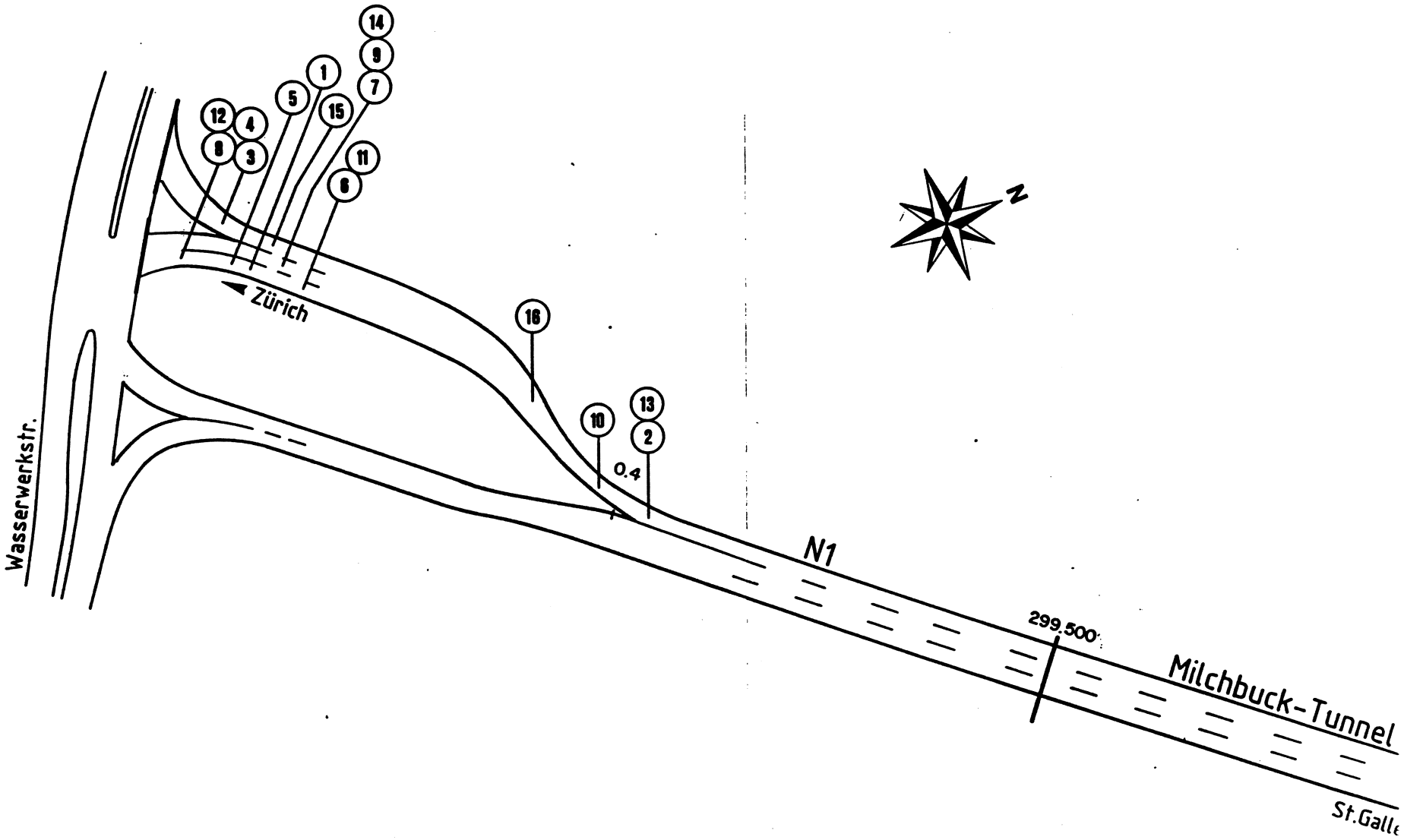
Unfalltypen

Begriffe	Konfliktsituationen
Fahrunfall	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 Andere
Ueberholunfall Fahrstreifen-wechsel	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 Andere
Auffahrunfall	20, 21, 22, 23, 24÷28 "Weitere", 29 Andere
Abbiegeunfall	30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 Andere
Einbiegeunfall	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 Andere
Ueberqueren	50, 51, 52, 53, 54, 55÷58 "Weitere", 59 Andere
Frontalkollision	60, 61, 62÷68 "Weitere", 69 Andere
Parkierunfall	70, 71, 72÷78 "Weitere", 79 Andere
Fussgängerunfall	80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87÷88 "Weitere", 89 Andere B = Fussgänger
Tierunfall	90 H, 91 W, 92 R, 93÷98 "Weitere", 99 Andere B = Tier, Reiter
Andere	00 ?

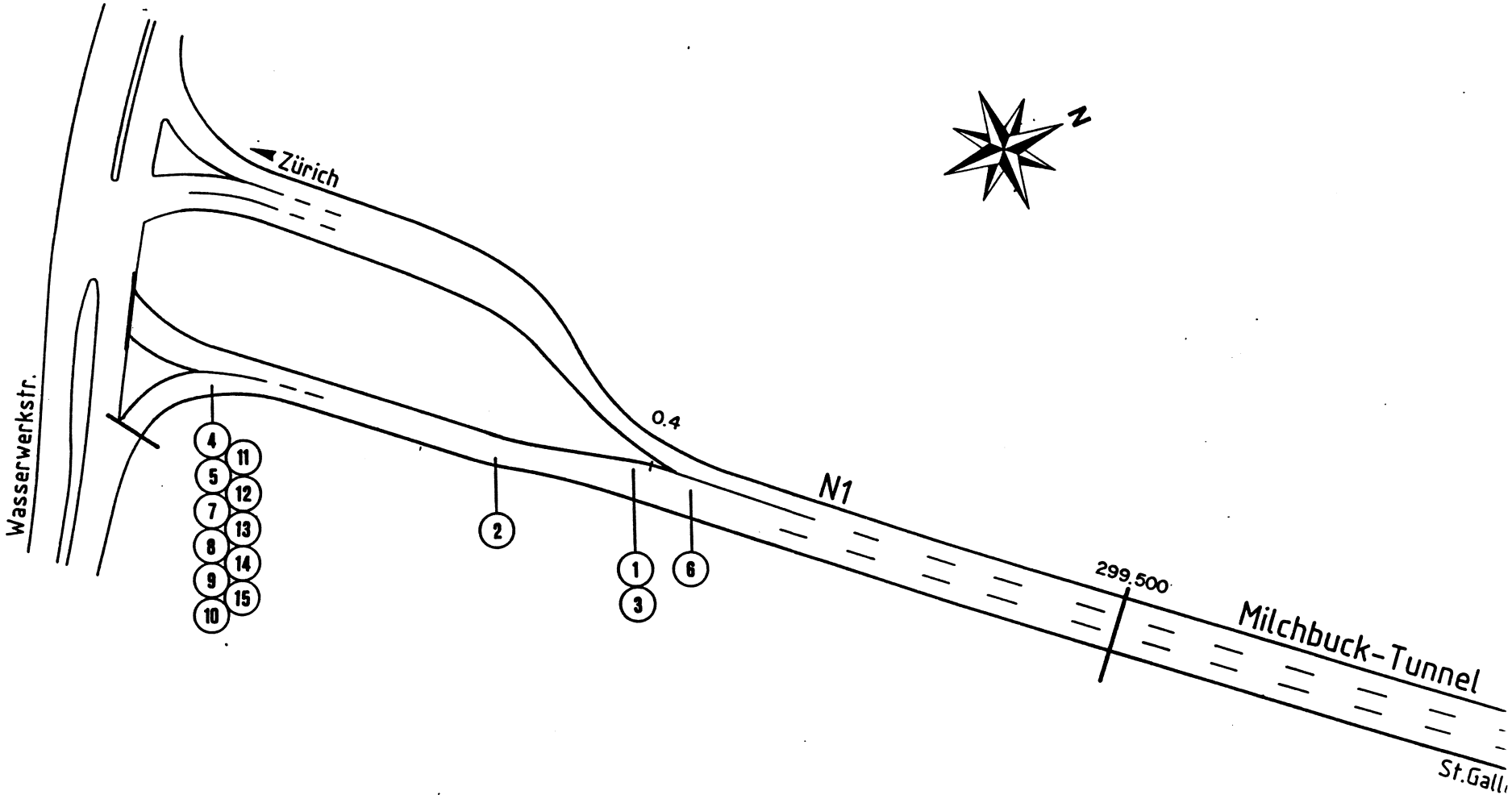
Unfalltypzuordnung: A, B, C und
F = Folgeunfall
X = Weiterer Beteiligter
Z = Unbekannt UT 09 - 99, 00

Datum	Aenderung	KANTONSPOLIZEI ZUERICH
März 1988 RI		Verkehrstechnische Abteilung

Plan Nr. 1892/1	Mst. 1:1000	Gez. PE	Datum 11. 7.1989	Kantonspolizei Zürich Verkehrstechnik



Plan Nr. 1892/2	Mst. 1:1000	Gez. PE	Datum 11. 7.1989	Kantonspolizei Zürich Verkehrstechnik



MILCHBUCKTUNNEL

STUNDENWERTE

Tageswerte vom 4.7. 1989

"EINFAHRT" RICHTUNG ST. GALLEN

"AUSFAHRT" RICHTUNG ZÜRICH STADT

	QS		R1 N 143.03				R2 N 143.04			
ZEIT	Total	LW %	Total	LW %	v	D	Total	LW %	v	D
00-01	460	4	290	7	82	4	170	1	70	2
01-02	227	5	142	5	79	2	85	5	75	1
02-03	191	4	120	4	81	1	71	4	72	1
03-04	157	5	84	8	84	1	73	1	72	1
04-05	111	5	44	5	83	1	67	6	69	1
05-06	435	5	106	5	78	1	329	5	69	5
06-07	2102	3	594	6	81	7	1508	2	60	25
07-08	2576	4	980	6	79	12	1596	3	44	36
08-09	2168	5	821	9	80	10	1347	2	49	27
09-10	2006	5	795	8	72	11	1211	4	66	18
10-11	2105	6	944	8	71	13	1161	4	62	19
11-12	2281	4	1059	6	76	14	1222	3	66	19
12-13	1928	4	967	6	83	12	961	2	67	14
13-14	2243	4	982	6	78	13	1261	3	64	20
14-15	2181	5	939	7	79	12	1242	3	63	20
15-16	2204	5	1076	7	79	14	1128	3	64	18
16-17	2954	4	1639	5	77	21	1315	2	59	22
17-18	3086	3	1908	4	79	24	1178	0	44	27
18-19	2836	3	1580	4	79	20	1256	1	49	26
19-20	2163	3	1124	3	79	14	1039	2	63	16
20-21	1096	3	487	3	80	6	609	2	65	9
21-22	26	4	16	0	35	0	10	10	15	1
22-23	38	0	18	0	43	0	20	0	43	0
23-24	11	0	4	0	0	0	7	0	39	0
DTV 00-24	35585	4	16719	6	78	9	18866	2	59	13
06-20	32833	4	15408	6	78	14	17425	2	58	21
06-22	33955	4	15911	6	78	13	18044	2	58	19
22-06	1630	4	808	6	80	1	822	5	69	2

SPITZENWERTE

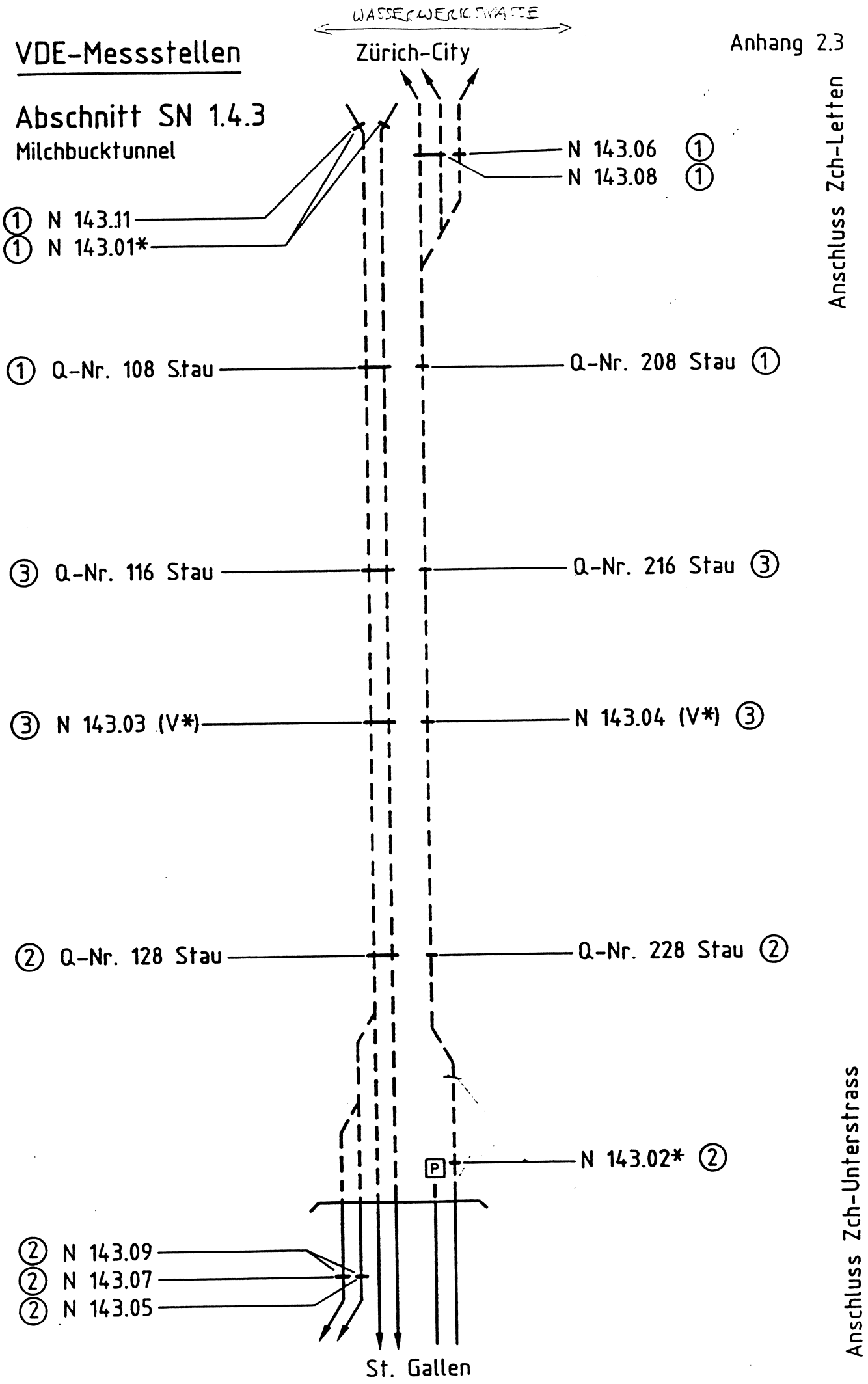
04.07. Di 17-18	3086	3	1908	4	79	24	1178	0	44	27
04.07. Di 17-18	3086	3	1908	4	79	24	1178	0	44	27
04.07. Di 07-08	2576	4	980	6	79	12	1596	3	44	36

VDE-Messstellen

Anhang 2.3

Abschnitt SN 1.4.3

Milchbucktunnel



* Anzeige auf UT

21.7.1987

A N H A N G 10

Kanton Basel-Landschaft

Unfallraten

N2 Kanton Basel-Landschaft

Berechnung der Unfallraten

Basel - Luzern Richtung 1

		Kilo-metrierung	Ab-schnitt	Länge	Unfälle tot Anz.	Unfälle tot Rate	Unfälle ohne Baust./GV Anz.	Unfälle ohne Baust./GV Rate
Anschlussbereiche								
1	Hagnau	5.55 - 6.60	1	1.04	63	0,57	55	0,50
2	Pratteln-Augst	10.38 - 14.13	1	3,75	86	0,22	82	0,21
1+2	Total		1	4,79	149	0,30	137	0,28
3	Augst	14.14 - 15.15	2	1,01	16	0,32	14	0,28
4	Sissach/Rastpl. Sonnenberg	22.40 - 23.98	2	1,58	39	0,50	36	0,46
3+4	Total		2	2,59	55	0,43	50	0,39
5	Rastpl.Mühlem.	27,69 - 28.48	3	0,79	16	0,43	16	0,43
6	Diegten	30,51 - 31.45	3	0,94	12	0,27	12	0,27
7	Eptingen	33,40 - 33.96	3	0,56	10	0,38	6	0,22
5+6+7	Total		3	2,29	38	0,35	34	0,31
1-7	Total Anschlussbereiche		1-3		242	0,33	221	0,30

		Kilo-metrierung	Ab-schnitt	Länge	Unfälle tot Anz.	Unfälle tot Rate	Unfälle ohne Baust./GV Anz.	Unfälle ohne Baust./GV Rate
Offene, freie Strecken								
8	Hagnau-Schweizerhalle	6.61 - 8.42	1	1,81	55	0,28	51	0,26
9	Schweizerhalle-Pratteln	9.49 - 10.37	1	0,88	23	0,24	23	0,24
8+9	Total		1	2,69	78	0,27	74	0,26
10	Augst-Arisdorf 2-sp.	15,16 - 17.84	2	2,68	19	0,14	19	0,14
11	Arisdorf-Tunnel Arisd. 3-sp.	17.85 - 20.13	2	2,28	36	0,32	33	0,29
12	Vorbereich Tunnel Arisd. 2-sp.	20.14 - 20.43	2	0,29	10	0,70	7	0,49
13	Tunnel Arisdorf-Sissach	21.84 - 22.39	2	0,55	10	0,37	8	0,29
10-13	Total		2	5,8	75	0,26	67	0,23
14	Vorbereich T.Ebenrain	23.99 - 24.03	3	0,04	1	0,53	0	--
15	T.Ebenrain-Mühlematt	24.42 - 27.68	3	3,26	34	0,22	28	0,18
16	Mühlematt-Diegten	28.40 - 30.50	3	2,01	19	0,20	19	0,20
17	Diegten-T.Oberburg	31.46 - 31.87	3	0,41	9	0,47	6	0,31
18	T.Oberburg-Eptingen	32.08 - 33.39	3	1,31	15	0,24	15	0,24
14-18	Total		3	7,03	78	0,23	68	0,20
Total Offene, freie Strecken			1-3		231	0,26	209	0,23

	Kilo-metrierung	Ab-schnitt	Länge	Unfälle tot Anz.	Unfälle tot Rate	Unfälle ohne Baust./GV Anz.	Unfälle ohne Baust./GV Rate
Tunnels							
20 Galerie Schweizerh. Einfahrt	8.43 - 8.72	1	0,29	24	0,78	21	0,69
21 dito Durchfahrt	8.73 - 9.17	1	0,44	22	0,47	21	0,45
22 dito Ausfahrt	9.18 - 9.48	1	0,3	7	0,22	7	0,22
21+22 Total D + A		1	0,74	29	0,37	28	0,35
23 Tunnel Arisdorf Einfahrt	20.44 - 20.74	2	0,3	18	1,22	15	1,01
24 T.Arisdorf Durchfahrt	20.75 - 21.52	2	0,77	17	0,44	17	0,44
25 dito Ausfahrt	21.53 - 21.83	2	0,3	3	0,20	3	0,20
24+25 Total D+A		2	1,07	20	0,38	20	0,38
26 T.Ebenrain Einfahrt	24.04 - 24.41	3	0,37	14	0,81	12	0,69
27 T.Oberburg Einfahrt	31.88 - 32.07	3	0,19	8	0,90	8	0,90
28 Bölchen,Einf.	33.97 - 34.27	3	0,3	6	0,42	5	0,35
26-28 Total Einf.		3	0,86	28	0,69	25	0,62
29 Bölchen, Durchfahrt	34.28 - 35.75	3	1,47	12	0,17	11	0,16
Total Einfahrtsbereiche		1-3		70	0,82	61	0,71
Total Durch- und Ausfahrtsbereiche		1-3		61	0,31	59	0,30

N2 Kanton Basel-Landschaft

Luzern - Basel Richtung 2

Anschlussbereiche

		Kilo-metrierung	Ab-schnitt	Länge	Unfälle tot Anz.	Unfälle tot Rate	Unfälle ohne Baust./GV Anz.	Unfälle ohne Baust./GV Rate
1	Hagnau	5.55 - 6.60	1	1,04	109	0,99	104	0,94
2	Pratteln-Augst	10.43 - 14.09	1	3,66	111	0,28	106	0,27
1+2	Total		1	4,7	220	0,44	210	0,42
3	Augst	14.10 - 15.05	2	0,95	13	0,27	12	0,25
4	Sissach/ Sonnenberg	22.53 - 23.93	2	1,4	43	0,62	38	0,55
3+4	Total		2	2,35	56	0,48	50	0,43
5	Rastplatz Mühlematt	27.79 - 28.53	3	0,74	5	0,14	5	0,14
6	Diegten	30.49 - 31.58	3	1,09	15	0,29	15	0,29
7	Eptingen	33.31 - 33.96	3	0,65	7	0,23	5	0,16
5-7	Total		3	2,48	27	0,23	25	0,21
Total Anschlussbereiche			1-3		303	0,42	285	0,39

		Kilo-metrierung	Ab-schnitt	Länge	Unfälle tot Anz.	Unfälle tot Rate	Unfälle ohne Baust./GV Anz.	Unfälle ohne Baust./GV Rate
Offene, freie Strecken								
8	Hagnau-Schweizerh.	6.61 - 8.49	1	1,88	32	0,16	29	0,14
9	Schweizerh.-Pratteln	9.39 - 10.42	1	1,03	25	0,23	20	0,01
8+9	Total		1	2,91	57	0,18	49	0,15
10	Augst-Arisd. 2-sp.	15.05 - 20.48	2	5,43	74	0,27	72	0,27
11	T.Arisdorf-Sissach, 2-sp.	21.83 - 22.12	2	0,29	11	0,77	5	0,35
12	dito 3-sp.	22.13 - 22.52	2	0,39	2	0,26	2	0,26
10-12	Total		2	6,11	87	0,29	79	0,26
14	Vorbereich T.Ebenrain	23.94 - 24.04	3	0,1	4	0,85	1	0,21
15	T.Ebenrain-Mühlematt	24.42 - 27.78	3	3,36	48	0,30	43	0,27
16	Mühlematt-Diegten	28.54 - 30.48	3	1,94	19	0,20	18	0,19
17	Diegten-T.Oberburg	31.59 - 31.88	3	0,29	5	0,36	5	0,36
18	T.Oberburg-Eptingen	32.03 - 33.30	3	1,27	22	0,37	17	0,28
14-18	Total		3	6,96	98	0,3	84	0,25
Total offene, freie Strecken			1-3		242	0,26	212	0,23

		Kilo-metrierung	Ab-schnitt	Länge	Unfälle tot Anz.	Unfälle tot Rate	Unfälle ohne Baust./GV Anz.	Unfälle ohne Baust./GV Rate
Tunnels								
20	Galerie Schweizerh.	8.50 - 8.80	1	0,3	13	0,41	13	0,41
21	dito Durchfahrt	8.81 - 9.07	1	0,26	8	0,29	8	0,29
20+21	Total D+A		1	0,56	21	0,35	21	0,35
22	Galerie Schweizerh. Einfahrt	9.08 - 9.38	1	0,3	18	0,56	14	0,44
23	T.Arisdorf Ausfahrt	20.49 - 20.79	2	0,3	6	0,40	3	0,20
24	dito Durchfahrt	20.80 - 21.51	2	0,71	9	0,26	9	0,26
23+24	Total D+A		2	1,01	15	0,30	12	0,24
25	T.Arisdorf Einfahrt	21.52 - 21.82	2	0,3	9	0,61	9	0,61
26	T.Ebenrain Einfahrt	24.05 - 24.41	3	0,36	17	1,01	14	0.83
27	T.Oberburg Einfahrt	31.89 - 32.02	3	0,13	12	1.97	12	1,97
26+27	Total Einfahrt		3	0,49	29	1,26	26	1,13
28	Ausf.Bölchen	33.97 - 34.27	3	0,3	3	0,21	1	0,07
29	Durchfahrt Bölchen	34.28 - 35.74	3	1,46	10	0,146	10	0,146
28+29	Total D+A		3	1,76	13	0,15	11	0,13
Total Einfahrtsbereiche			1-3		56	0,81	49	0,71
Total Durchfahrts- und Ausfahrtsbereiche			1-3		49	0,26	44	0,23

A N H A N G 11

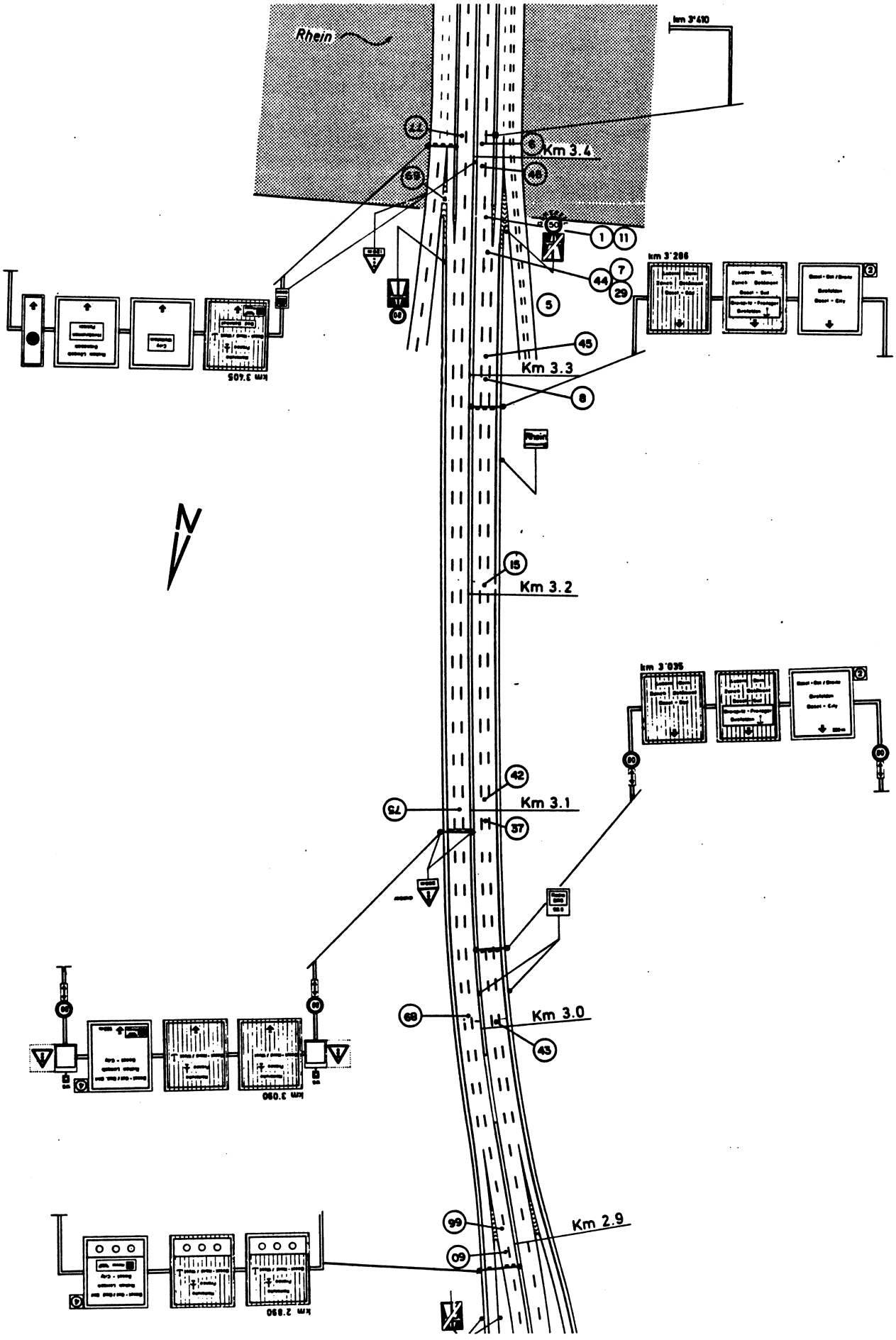
N2 Kanton Basel-Stadt Osttangente

Situationspläne und Unfälle 1980 - 1988

(Angaben Tiefbauamt Kanton Basel-Stadt)

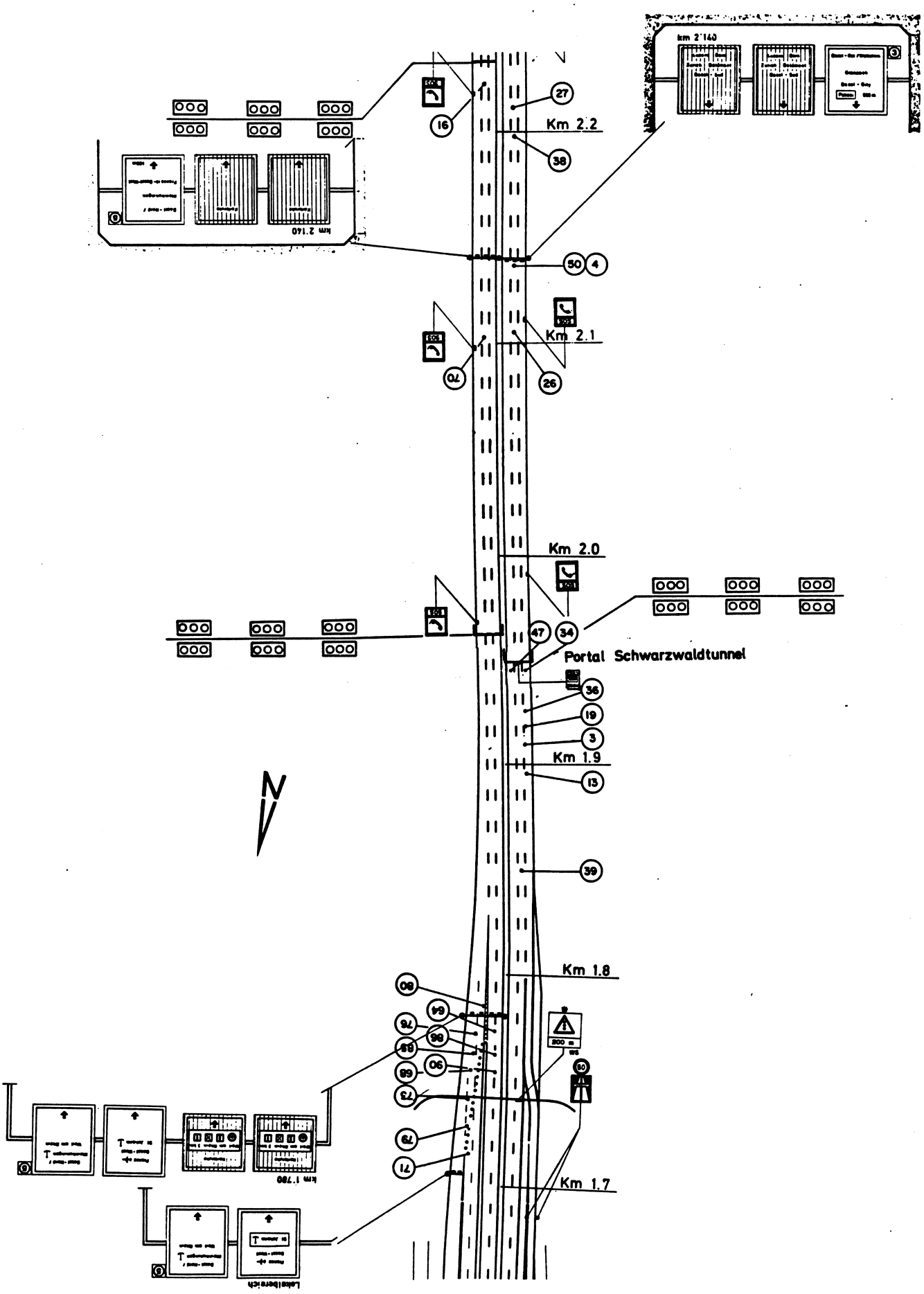
N2 Basel-Stadt Osttangente

Verflechtungsstrecke Schwarzwaldbrücke-Riehenstrasse (mit Unfällen)



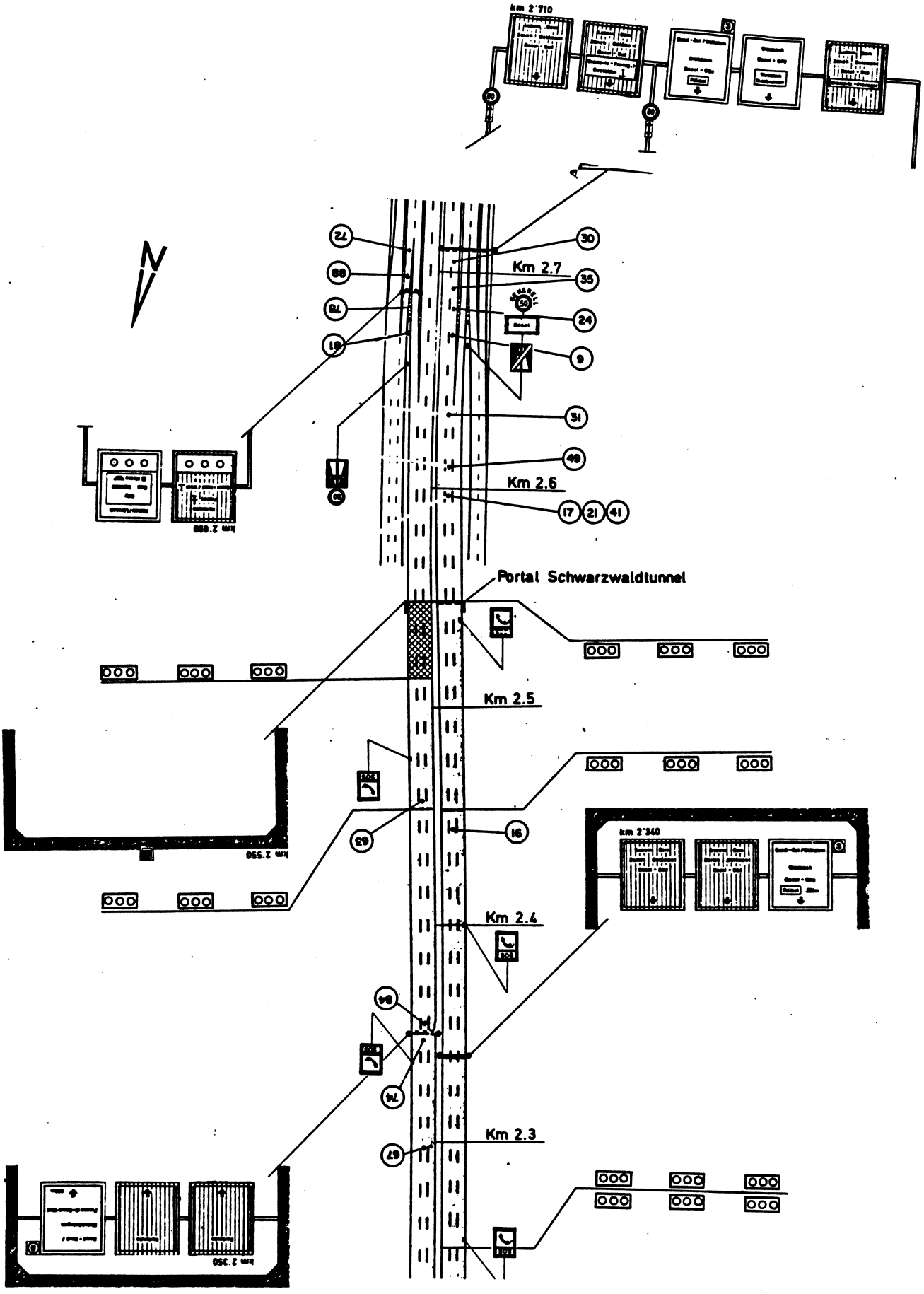
N2 Basel-Stadt Osttangente

Verflechtungsstrecke Schwarzwaldtunnel Teil Süd (mit Unfällen)



N2 Basel-Stadt Osttangente

Verflechtungsstrecke Schwarzwaldtunnel Teil Nord (mit Unfällen)



Autobahn N2 und Ein/Ausfahrten zwischen Kleinhüningen bis Mitte Rhein 1980-1988 Nord-Süd (R) zwischen km 1,4-3,5

Tag/Jahr	Zeit	FZ Typ	Unfallort	Kollision mit	Folgen Sach-sch. Fr	Verl.	Tote	Unfall-Typ	Bemerkungen
25.01.80	18	PW 1	Schwarzwaldbrücke	Verkehrsteiler	1'500	2	-	43	Fahrspurwechsel
01.03.80	23	PW 2	Schwarzwaldstr.Auff.N2	Verkehrsteiler	9'000	1	-	43	-
02.10.80	14	Jeep 3	km 1,9 R	Betonmauer	6'500	-	-	44	Anhänger verschobe
05.01.81	22	LW 4	km 2,1 R	Einspurtafel	2'500	-	-	42	PW Mot.Deckel auf LW flog auf.
13.01.81	14	PW 5	Lokalspur Breite	Verkehrsteiler	15'500	1	-	42	-
01.03.81	17	PW 6	km 3,4 R	Brüstungsmauer	25'500	-	-	44	-
24.04.81	01	PW 7	km 3,357 R	bel.Verkehrsteiler	8'000	-	-	43	Alkoholeinfluss
11.07.81	07	PW 8	km 3,3 R	Brüstungsmauer	4'000	-	-	43	-
19.07.81	20	PW 9	km 2,7 R	bel.Verkehrsteiler	3'100	1	-	43	rechts überholen
20.11.81	20	M 10	km 3,5 R	Sturz	50	2	-	44	Luft entwich a.Rad
21.05.82	02	PW 11	km 3,4 R	bel.Verkehrsteiler	14'000	-	-	43	-
03.06.82	15	PW 12	Schwarzwaldstr.Auff.N2	Vorspr.d.phsi.Nase	-	2	-	43	Spurwechsel
05.08.82	08	PW 13	km 1,9 R	-	900	-	-	45	Stein durch LW
20.11.82	03	PW 14	Schwarzwaldstr.Auff.N2	Bel.Mast	6'000	1	1	43	-
21.11.82	18	PW 15	km 3,2 R	Schäferhund	-	-	-	45	-
17.12.82	22	PW 16	km 2,45 R	Schrammbord	1'500	-	-	44	Fahrspurwechsel
21.12.82	14	PW 17	km 2,6 R	Abschrankung	2'500	-	-	45	-
24.10.82	01	PW 18	Schwarzwaldstr.Auff.N2	Verkehrsteiler	4'500	-	-	42	Alkoholeinfluss
07.07.83	15	PW 19	km 1,9 R	-	500	-	-	45	Stein durch LW
26.08.83	11	PW 20	Bad.Bahnhof Auff.N2	Verkehrsteiler	6'500	1	-	43	-
21.10.83	11	PW 21	km 2,6 R	LW Rad	4'000	-	-	45	-
21.12.83	15	PW 22	km 2,75 R	Schrammauer	45'000	1	-	43	übersetzte Geschw
17.12.83	22	PW 23	Grenzacherstr.Einf.N2	Brüstungsmauer	4'000	-	-	44	vereiste Fahrbahn
									-
									31.Jan.1989 RAT

Autobahn N2 und Ein/Ausfahrten zwischen Kleinhüningen bis Mitte Rhein 1980-1988 Nord-Süd (R) zwischen km 1,4-3,5

Tag/Jahr	Zeit	FZ Typ	Unfallort	Kollision mit	Folgen Sach-sch. Fr	Verl.	Tote	Unfall-Typ	Bemerkungen
31.01.84	03	PW 24	km 2,68 R	bel.Verkehrsteiler	25'000	1	-	43	Trunkenheit
20.02.84	09	PW 25	Schwarzwaldstr.Auff.N2	Verkehrsteiler	2'500	1	-	42	ausgerutscht
07.03.84	09	LW 26	km 2,085-2,2 R	umgekippt	13'000	-	-	44	Ladung verschoben
10.04.84	17	PW 27	km 2,2 R	überschlagen	5'000	-	-	44	Pannen Fz ausgew.
17.06.84	17	PW 28	km 2,8 R	Pw,(Panne)	9'000	1	-	41	-
24.11.84	04	PW 29	km 3,35 R	Verkehrsteiler	22'000	1	-	45	-
12.07.85	11	LW 30	km 2,7 R	PW	52'000	-	-	41	auf Pannen PW gef.
24.09.85	08	LW 31	km 2,6 R	Verkehrsteiler	18'000	-	-	42	3xPW
04.01.86	09	PW 32	Riehenstr.Einfahrt N2	Brüstungsmauer	2'000	-	-	43	vereiste Fahrbahn
04.01.86	22	PW 33	km 3,5 R	Brüstungsmauer	4'500	-	-	43	-
25.02.86	20	PW 34	km 1,9 R	Tunnelwand	15'000	-	-	44	Glatteis
17.03.86	22	PW 35	km 2,7 R	Verkehrsteiler	12'500	-	-	42	Trunkenheit
18.04.86	11	M 36	km 1,9 R	Sturz	600	1	-	44	Styroport a.d.Fahrb.
21.05.86	07	PW 37	km 3,1 R	geöffnete Autotüre	-	1	-	41	PW L.w.Hund einfang.
18.07.86	20	PW 38	km 2,2 R	Tunnelwand	12'000	1	-	44	Trunkenheit
14.04.87	07	PW 39	km 1,85 R	Stützmauer	4'500	-	1	43	Spurwechsel
12.05.87	04	LW 40	km 1,5 R	Absperrung	17'000	-	-	42	Warnblinker übers.
22.09.87	06	LW 41	km 2,6 R	Signalkonstruktion	500'000	1	-	43	Uebermüdung
07.10.87	11	LW 42	km 3,1 R	Verkehrsteiler	30'000	-	-	42	Pneu geplatzt
19.10.87	09	LW 43	km 3,0 R	Brüstungsmauer	5'500	-	-	43	Spurwechsel
07.12.87	00	PW 44	km 3,34 R	Verkehrsteiler	17'000	1	-	42	-
16.12.87	09	PW 45	km 3,3 R	Brüstungsmauer	4'000	-	-	43	Spurwechsel
07.11.87	16	PW 46	km 3,4 R	Brüstungsmauer	3'500	-	-	42	
10.03.88	19	PW 47	Schwarzwaldtunnel Einf.	Vorspr.d.phy.Nase	4'100	-	-	43	Spurwechsel
15.07.88	11	LW 48	km 3,5 R	Brüstungsmauer	3'500	-	-	43	Deichselbruch
27.11.88	01	PW 49	km 2,6 R	Leitblanke	17'000	1	-	43	Alkoholeinfluss
04.03.88	11	LW 50	km 2,1 R	ü.d.N2 Fahrpurtafel	13'000	-	-	42	überhöhte Ladung

..utobahn N2 und Ein/Ausfahrten zwischen Mitte Rhein bis Kleinhüningen 1980-1988 Süd-Nord(L) zwischen km 3,5-1,4

Tag/Jahr	Zeit	FZ Typ	Unfallort	Kollision mit	Folgen Sach-sch. Fr	Verl.	Tote	Unfall-Typ	Bemerkungen
26.03.80	14	LW 60	km 2,9 L	Schrammauer	50'000	1	-	44	-
09.10.80	17	PW 61	km 1,0 L +2,0	Randst.Brückenpf.	8'000	-	-	43	Angetrunken
22.10.80	10	PW 62	km 3,5 L	Blattfedern	1'200	-	-	45	verloren von LW
06.04.81	17	LW 63	km 2,4 L	Autobahneinrichtg.	3'000	-	-	45	Höchsthöhe überschr
12.10.81	21	LW 64	km 1,8 L	bel.Verkehrsteiler	1'200	-	-	43	Räder d. Anhg.block
23.07.82	05	PW 65	km 2,8 L	Verkehrsteiler	3'500	1	-	43	-
18.05.82	15	LW 66	km 2,9 L	bel.Verkehrsteiler	15'000	1	-	42	ausw.e.Unterhalt Fz
28.12.82	01	PW 67	km 2,3 L	Tunnelwand	1'500	-	-	44	ausgewichen
06.02.83	02	PW 68	Ausfahrt Kleihüningen	Absperrung	4'000	-	-	42	Fahrerflucht
13.02.83	07	PW 69	Schwarzwaldbrücke	bel.Verkehrsteiler	2'500	-	-	43	eingeschlafen
09.12.83	22	PW 70	km 2,1 L	PW	6'000	1	-	41	PW hatte Panne
02.04.84	13	PW 71	Ausfahrt Kleinhüningen	Stützmauer	5'000	1	-	44	Spurwechsel
03.09.84	13	PW 72	Ausfahrt Bad.Bahnhof	Brüstungsmauer	13'000	-	2	44	Sturz 8,3m Sturz auf untere Fahrbahn
23.09.84	06	PW 73	Ausfahrt Kleinhüningen	Stützpfeiler	10'000	-	-	43	Angetrunken
27.09.84	12	LW 74	km 2,34 L	PW	50'500	-	-	41	Fz hatte Panne
29.05.84	06	PW 75	km 3,1 L	Brüstungsmauer	2'000	-	-	43	Spurwechsel
18.02.85	21	PW 76	km 1,77 L	bel.Verkehrsteiler	10'000	-	-	42	-
04.06.85	18	PW 77	km 3,4 L	Absperrsignalisation	4'500	-	-	42	-
13.04.85	13	LW 78	Ausfahrt Bad.Bahnhof	Verkehrsteiler	10'000	-	-	43	Weg abgeschnitten
03.10.85	06	M 79	Ausfahrt Kleinhüningen	Rabatte,Sturz	1'000	1	-	44	Drogen
14.11.85	07	LW 80	km 1,9L	bel.Verkehrsteiler	900	-	-	43	-
28.11.85	10	PW 81	N2 vor Schwarzwaldtunnel	bel.Verkehrsteiler	10'500	2	-	43	Spurwechsel

31.Jan 1989 Rat

Autobahn N2 und Ein/Ausfahrten zwischen Mitte Rhein bis Kleinhüningen 1980-1988 Süd-Nord(L) zwischen km 3,5-1,4

Tag/Jahr	Zeit	FZ Typ	Unfallort	Kollision mit	Folgen Sach-sch. Fr	Verl.	Tote	Unfall-Typ	Bemerkungen
08.04.86	09	LW 82	km2,8 L	Stützmauer	2'000	-	-	43	-
10.11.86	22	LW 83	Schwarzwaldstr/Fasanen	Signaltafel	1'500	-	-	43	Trunkenheit
18.03.87	10	LW 84	km 2,3 L	Bel.Sig. Nr.4.81	2'000	-	-	43	Spurwechsel
02.10.87	17	PW 85	Ausfahrt Kleinhüningen	Absperrbalken	1'000	-	-	42	-
18.07.88	17	PW 86	km 1,7 L	bel. Verkehrsteiler	4'000	-	-	43	-
25.02.88	19	PW 87	km 4,0 L	Mauer	2'500	-	-	43	-
04.10.88	15	LW 88	Ausf.Bad.Bahnhof	Mauer	11'000	-	-	44	Fahrerflucht
29.10.88	00	PW 89	km 3,0 L	Abschrankung	5'000	-	-	42	Fahrerflucht
14.10.88	20	PW 90	km 1,75-1,85	Brüstungsmauer	10'500	-	-	44	-
23.11.88	07	LW 91	km 2,2 L	LW	110'000	1	-	41	Pannen LW

31.1.11989 RAT

A N H A N G 12

N2 Gotthardstrassentunnel

Belastungen und Unfälle

Belastungen

1980	ca. 4'000	(September-Dezember)
1981	4'052	
1982	4'370	
1983	5'087	
1984	5'380	
1985	6'192	
1986	6'094	(N2 ca. 1 Monat gesperrt)
1987	7'076	

Unfälle 1980 - 1988

1 Anprall an Signalwand bei missglücktem Überholmanöver von 2 Fahrzeugen mit Wohnanhängern
2 Schleuderunfall nach Überholen eines Lastwagens
3 Schleuderunfall nach Überholen eines Lastwagens und eines weiteren Fahrzeugs
4 Seitliche Kollision beim Abschluss des Überholens eines Lastwagens
5 Kollision mit Signalwand (nach Sehschwäche?)
6 Kollision mit Hinterrad Lastwagen beim Abschluss des Überholens
7 Kollision mit Signalwand (Unaufmerksamkeit, Bedienung Radio)
8 Kollision mit Tunnelstirnwand bei Ausfahrt Parkstollen (tödlich, Unaufmerksamkeit)
9 Kollision mit Heck Lastwagen nach Abbruch Überholen
10 seitl. Kollision beim Überholen Lastwagen
11 Schleuderunfall beim Überholen eines Lastwagens
12 Auffahrunfall bei Staubildung
13 Auffahrunfall bei Polizeikontrolle