

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation / Bundesamt für Strassen

Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze

Installations de dosage du trafic, stratégies et principes de dimensionnement

Layout for the dosing of traffic, strategies and dimensioning principles

Dr. Walter Berg, dipl. Ing. ETH / SVI
Ingenieur- und Planungsbüro
Haldenbachstrasse 2
8006 Zürich

Begleitkommission
Urs Marti, Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt des Kt. Bern
(Präsident)
Carsten Fiedler, WAM, Solothurn
Bruno Hugi, Otelfingen
Kurt Hoppe, Bern
Roger Siegrist, ASTRA, Bern
Karl Vogel, Gemeindeverwaltung Hergiswil

Forschungsauftrag 2001 / 538 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)

Oktober 2004

Inhaltsverzeichnis	
Abkürzungsverzeichnis	3
Zusammenfassung	4
Résumé	6
Summary	8
1. Einleitung	10
1.1 Aufgabenstellung	10
1.2 Vorgehen	12
1.3 Berichtsaufbau	13
1.4 Beispiele	14
2. Wenn Strassen den Verkehr nicht bewältigen können	16
2.1 Verkehrsüberlastung und Wahlverhalten	16
2.2 Bedeutung des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs	18
2.3 Die Wirkungen von Verspätungen auf den Tram- und Busbetrieb	22
2.4 Ein Tram oder Bus warten lassen, kostet sehr viel Geld	24
2.5 Anschauungsbeispiel St. Gallen	26
3. Das Prinzip der Dosierung	29
3.1 Organisation der Verkehrsflächen	29
3.2 Organisation der Verkehrsmengen	33
4. Die Bedürfnisse der Verkehrsteilnehmer	35
4.1 Strassen als Lebensräume	35
4.2 Langsamverkehr	36
4.3 Störungsarmer öffentlicher Verkehr	37
4.4 Bedürfnisse des MIV's	38
5. Dosierung als Einzelanlage	39
5.1 Dosierstellen ohne öffentlichen Verkehr	40
5.2 Dosierstellen an Lichtsignalanlagen mit ÖV	43
5.3 Dosierstellen an Kreiseln	44
5.4 Kreiseln oder Lichtsignalanlage?	50
5.5 Dosierstellen auf offener Strecke	51
5.6 Elektronische Busspur	55
5.6.1 Beispiel Langstrasse Zürich	55
5.6.2 Beispiel Rapperswil	57
5.7 Führung von Velos im Aufstellbereich	61
5.8 Dosierung von Quellverkehr	66
5.9 Taxis auf Busspuren	69
5.9.1 Busspuren, welche an einem lichtsignalgesteuerten Knoten selbst enden	70
5.9.2 Busspuren, welche vor einem lichtsignalgesteuerten Knoten enden	71
5.9.3 Busspuren, welche an einer Busschleuse enden	72

5.9.4	Busspuren, welche an Knoten ohne Lichtsignal enden	72
5.9.5	Unechte Busspuren	72
5.9.6	Busspuren, welche an Kreiseln (ohne Lichtsignal) enden	73
6.	Dosierung von Netzen	74
6.1	Netze mit geringen Ausweichmöglichkeiten	74
6.2	Dosierung von parallelen Achsen	75
6.2.1	Mechanismen bei parallelen Achsen	75
6.2.2	Beispiel einer Dosierung von parallelen Achsen	77
6.3	Im Wirkungsgebiet	79
6.4	Voraussetzungen und Grenzen der Dosierung	82
6.4.1	Beispiel Nordring, Bern	85
6.4.2	Beispiel Dosieranlage Dietschiberg, Luzern	88
7.	Dosierung bei Hochleistungstrassen	92
7.1	Dosierung der Autobahneinfahrten	92
7.1.1	Autobahnanschlüsse als Knoten betrachtet	92
7.1.2	Rampmetering zur Kontrolle der nachfolgenden Autobahnabschnitte	93
7.2	Pufferräume bei den Autobahnanschlüssen	94
7.3	Dosierung auf Autobahnen	97
8.	Vorgehen und Checklisten	99
8.1	Arbeitsschritte	99
8.2	Ausgangslage und Anforderungen	100
8.3	Problem- und Konfliktanalyse	101
8.4	Dosierungskonzept	101
8.5	Planung Wirkungsgebiet	102
8.6	Planung der einzelnen Dosierstellen	102
	Literatur	103

Abkürzungsverzeichnis

ASTRA	Bundesamt für Strassen
HVS	Hauptverkehrsstrasse
IVT	Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme ETHZ
LSA	Lichtsignalanlage
LW	Lastwagen
Mfz	Motorfahrzeuge
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PW	Personenwagen
SN	Schweizer Norm
SVI	Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure
VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Zusammenfassung

Überlastungsbedingte Verkehrsstaus haben in den vergangenen Jahren zugenommen, und die Einsicht ist gewachsen, dass sich Staus vielerorts selbst mit einem verstärkten Ausbau der Verkehrsinfrastruktur nicht vermeiden lassen.

Die Kapazitätsengpässe und damit auch die Stautellen befinden sich oft an sehr heiklen Stellen, sowohl von der Siedlung her (Lärm, Abgase, Trennwirkung, Siedlungsbild, etc.), wie auch was das Verkehrssystem, (insbesondere Behinderungen des öffentlichen Verkehrs, aber auch bezüglich Langsamverkehr und Sicherheit) anbelangt. Mit Dosieranlagen soll der Stau dorthin verlagert werden, wo er die Siedlung und die anderen Verkehrsegmente möglichst wenig beeinträchtigt und wo günstigere Voraussetzungen unter verkehrstechnischen Gesichtspunkten gegeben sind.

Durch die Dosierung erfährt der MIV in der Regel nicht zusätzliche Wartezeiten, sondern die Wartezeiten entstehen an anderen Orten im Strassennetz. Bei einer Dosierung an einem Siedlungsrand ändert sich der Zeitbedarf für den Durchgangsverkehr kaum. Für den Binnen- und Quellverkehr verbessern sich die Verhältnisse, während der Zielverkehr teilweise zusätzliche Zeitverluste an der Dosierstelle erfahren kann. Bei grossem Binnen- und Quellverkehr kann dieser die Wirksamkeit der Dosierung untergraben und zu zusätzlichen Zeitverlusten beim Durchgangsverkehr führen. Dann muss der Quellverkehr dosiert oder planerisch begrenzt werden.

Die typische und verbreitetste Form einer Dosierstelle ist ein Lichtsignalgesteuerter Knoten. An einem Knoten vor einem Rotlicht warten zu müssen, ist den Automobilisten vertraut und wird von ihnen akzeptiert. Wird der Knoten von öffentlichen Verkehrsmitteln befahren, so muss dieser wesensgerecht behandelt werden. Eine Lichtsignalanlage sollte aber nicht nur den Verkehr an einem Knoten regeln, sondern sie darf nur soviel Verkehr an die umliegenden Knoten weiterleiten, wie diese bewältigen können.

Eine sinnvolle Lage für eine Dosierstelle ist oft der Siedlungsrand, weil dort der Stau die Siedlungsqualität wenig beeinträchtigt und oft eine Busspur leichter zu realisieren ist als im überbauten Gebiet. Wenn es aber am Siedlungsrand keinen Knoten hat, so ist man lange Zeit davor zurück geschreckt, auf der „offenen Strecke“ ohne lokal ersichtlichen Grund (ohne Querstrasse) eine Lichtsignalanlage zu erstellen. Es gibt nun aber verschiedene Beispiele, wo genau dies gemacht wurde. Mit einer entsprechenden Signalisation muss den Automobilisten die ungewohnte Situation verständlich gemacht werden. Für diese Signalisation wurde bei den verschiedenen Dosieranlagen sehr unterschiedliche

Lösungen gewählt. Eine Vereinheitlichung wäre zu prüfen.

Um die Beachtung zu erzwingen, wurde bei den ersten Dosierstellen auf „offener Strecke“ Rotlichtkameras als montiert. Bei neueren Anlagen wurde zum Teil darauf verzichtet.

Nicht nur bei Strassen im Siedlungsgebiet kann das Dosieren zur Verbesserung der Verhältnisse beitragen, sondern auch auf Autobahnen. Erfahrungen bestehen einerseits mit dem Rampmetering, bei welchem der bei einem Autobahnanschluss einfahrende Verkehr soweit dosiert wird, dass er nicht mehr den Hauptstrom abbremst und dort eine Staubbildung verursacht.

Andererseits wird auch vor Autobahntunneln aus Sicherheitsgründen dosiert (Gotthard). Interessant ist, dass dies mit einer Bevorzugung des Personenwagenverkehrs und des kleinräumigen Güterverkehrs gegenüber dem Güterverkehr mit grossen Distanzen verbunden ist.

Bei Autobahnausfahrten stellt sich die Aufgabe, den Verkehr von der Autobahn ins lokale Strassennetz so zu dosieren, dass dieses nicht überlastet wird, wozu Pufferräume erforderlich sind.

Résumé

Les embouteillages dus à la surcharge de trafic ont augmenté au cours des dernières années. En même temps, l'opinion que les embouteillages ne se laissent souvent pas résoudre par un développement des infrastructures routières est de plus en plus partagée.

Les goulets d'étranglement et les endroits où il y a des embouteillages se trouvent souvent dans des lieux très délicats, que cela soit du point de vue de l'urbanisation (bruit, émissions gazeuses, effet de barrière, image urbaine, etc.) ou du système de transports (particulièrement les obstacles au bon fonctionnement des transports publics, mais aussi de la mobilité douce et la sécurité). A l'aide de systèmes de dosage, les bouchons doivent être déplacés, là où l'urbanisation et les autres modes de transports sont aussi peu gênés que possible et où de meilleures conditions, du point de vue de la technique des transports, sont assurées.

Le dosage ne signifie généralement pas que le transport individuel motorisé est soumis à des attentes supplémentaires. Les temps d'attentes se passent en fait simplement ailleurs sur le réseau routier. Lorsque le trafic est dosé en marge de la ville, le temps de transit augmente à peine. Pour le trafic intérieur et le trafic d'origine, les conditions s'améliorent même, tandis que le trafic de destination perd parfois encore plus de temps. Par contre, lorsque le trafic intérieur et le trafic d'origine sont importants, l'efficacité du dosage est remise en question et des pertes de temps supplémentaires peuvent être occasionnées pour le trafic de transit. Le trafic d'origine doit alors être dosé ou restreint.

La forme typique, et la plus répandue, du système de dosage est le carrefour à régulation lumineuse. Pour les automobilistes, attendre à un feu rouge à un carrefour est connu et accepté. Si le parcours des transports publics passe par ce carrefour, leur circulation doit être traitée de manière adaptée à leur fonction. De plus, la régulation lumineuse ne devrait pas réguler le trafic qu'à un seul carrefour, mais plutôt l'organiser de manière à ce que les carrefours proches puissent aussi maîtriser ce trafic.

Une situation bien adaptée pour le dosage est souvent la limite de la zone urbaine. En effet, les bouchons n'y gênent que peu l'urbanisation et un site propre pour le bus y est plus facile à réaliser qu'en zone urbaine hyper-construite. Par contre, lorsqu'il n'y a pas de carrefours en marge de la ville, il y a longtemps eu des réticences à installer un feu sur un tronçon sans raison évidentes (pas de route perpendiculaire). Or il existe à présent plusieurs exemples où cela a été réalisé. A l'aide d'une signalisation adaptée, les automobilistes sont amenés à comprendre cette situation particulière. Des solutions très diverses ont été adoptées

pour cette signalisation et une harmonisation serait à étudier.

Par le passé, des radars étaient placés pour garantir le respect de ces feux rouges. Actuellement, on y renonce parfois.

Ce n'est pas seulement en zone urbaine que le dosage peut améliorer les conditions de circulation, mais également sur les autoroutes. Plusieurs expériences ont été menées, notamment du point de vue de la dimension des rampes d'accès à l'autoroute. A l'aide de ce dimensionnement, le trafic entrant sur une autoroute peut être dosé de manière à ce qu'il ne freine pas le flux principal et ne crée ainsi pas d'embouteillages.

D'autre part, le dosage intervient aussi pour des raisons de sécurité (Gotthard). Il est intéressant de voir que cela va alors de pair avec une priorisation du trafic voyageurs et du trafic marchandises régional par rapport au trafic marchandises grandes distances.

A la sortie des autoroutes, il s'agit de doser le trafic autoroutier dans le réseau routier local de manière à ce que celui-ci ne soit pas surchargé. Des zones d'attente pour le trafic sont alors nécessaires.

Summary

Over the years the congestions produced by overflow have increased and the understanding has grown to realize that even with extensive improvements of infrastructures, the congestions can not be avoided.

The capacity of bottlenecks and their congestion points are often situated in tricky spots regarding housing estates (noise, exhaust fumes, image of development) as well as the traffic-system (especially the obstruction of public transportation but also regarding slow traffic and security).

The traffic congestions should be transferred to places with more ideal conditions and where they do not have a negative effect on settlements and other parts of the traffic system.

Normally the motorists experience less waiting time through traffic regulations, but the waiting times appear in different places of the traffic system.

If the traffic congestions are moved to the border of settlements, the time needed by the through traffic nearly changes.

The conditions for locally produced traffic are improved but the inbound traffic can experience extra time loss at the places where traffic is held back. This solution is functional only in the case of limited local traffic. A lot of local traffic would result in delays for through traffic. At that point the outbound traffic has to be limited and regulated.

The most common and widespread type of keeping back traffic is an intersection with traffic lights. The motorists are used to waiting at a red light and accept that fact. If the traffic light is used by public transport then the light has to be adjusted to its needs. A traffic light should not only regulate the traffic but should also allow only as much traffic as the further intersections can cope with.

An ideal spot to keep back the traffic often is the border of settlements as the quality of living is little influenced by congestions and because there often is enough space to include or add a separate lane for buses. If there is no intersection at the border of a settlement and no sidestreets, then one has usually hesitated to build a traffic light on open road. There are several examples where such has been done. The motorist has to be advised on the spot of this unusual situation. Different solutions have been chosen for this signalisation. One should look into standardizing.

To force the drivers to respect the new light, redlight cameras have been installed on open road. With newer installations one has foregone the redlight cameras.

Regulation can lead to improvement of the situation not only on roads in settlements but also on motorways. On one hand the experience has been made with rampmetring which regulates the oncoming traffic in order to avoid slowing down traffic on the motorway and causing congestions.

On the other hand regulation is made in front of motorway tunnels (Gotthard) for security reasons. It is interesting that this entails a preference of short distance transportation of goods and domestic traffic, compared to long distance transportation of goods.

On exitramps of motorways one has to avoid overloading the local trafficsystem by creating buffer areas.

1. Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Dosierung und
nachfrageorientierte
Verkehrsplanung

Trotz grossen Investitionen in den Strassenbau konnte der Kapazitätsausbau nicht mit der wachsenden Motorisierung mithalten – was auch darauf zurück zu führen ist, dass das zusätzliche Angebot zusätzliche Nachfrage generiert hat. An den Kapazitätsengpässen übersteigt die Nachfrage während den Verkehrsspitzen die vorhandenen Kapazitäten, was sich als Stau äussert. Die Kapazitätsengpässe und damit auch die Staustellen befinden sich oft an sehr heiklen Stellen, sowohl von der Siedlung (Lärm, Abgase, Trennwirkung, Siedlungsbild, etc.) her, wie auch was das Verkehrssystem (insbesondere Busbehinderungen, aber auch Langsamverkehr) anbelangt. Mit Dosieranlagen soll der Stau dorthin verlagert werden, wo er die Siedlung und die anderen Verkehrsegmente möglichst wenig beeinträchtigt und wo optimale Voraussetzungen unter verkehrstechnischen Gesichtspunkten¹ gegeben sind.

Früh setzte eine Kontroverse ein, ob beim Individualverkehr das Angebot der Nachfrage entsprechend ausgebaut werden soll. Vor allem in den grösseren Städten wurde bald offenkundig, dass eine nachfrageorientierte Verkehrsplanung des Individualverkehrs zu untragbaren Eingriffen in die Siedlungsstrukturen führen muss und oft praktisch unmöglich ist. In den siebziger Jahren schuf man erste umfassende Verkehrskonzepte, bei welchen man mit Einfahrtsbremsen nur soviel Verkehr Richtung Zentrum einfließen lässt, wie die kritischen Knotenpunkte im Netz maximal bewältigen können. Besondere Beachtung wurde der Sicherung eines störungsarmen Tram- und Busbetrieb geschenkt. Diese Konzepte für die grösseren Städte, gerade auch in Bern, hatten pionierhaften Charakter, lassen sich aber meist nur bedingt auf mittlere und kleinere Städte oder Vorortsgemeinden übertragen. Konzepte für grössere Städte sind daher nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit und werden nur ausnahmsweise als Beispiele für Teilaspekte herangezogen.

In den anderen Teilen des Strassennetzes ist die Situation weniger klar und Diskussionen, wo und in welchem Umfang das Strassennetz ausgebaut werden soll, sind zentrale Fragen der Verkehrspolitik. Dies zu diskutieren, würde den Rahmen der vorliegenden Untersuchung sprengen. Nachfolgend wird aufgezeigt wie man mittels Dosierung die Verhältnisse verbessern kann, wenn eine Beseitigung von Kapazitätsengpässen nicht möglich oder mit Rücksicht auf andere Interessen (Siedlung, Umwelt etc) nicht zweckmässig ist.

¹ Ein Beispiel für eine verkehrstechnisch bedingte Dosierung ist die Gotthardnordrampe: Bei Staus am Gotthard wird der Verkehr in der Reusebene angehalten um den Stau auf der Rampe selbst zu vermeiden.

Diese Betrachtung beschreibt den häufigsten Fall der Dosierung. Es gibt aber noch andere Situationen, in denen man sich für eine Dosierung² des Verkehrs entscheidet (Sicherheit, Verkehrslenkung).

Die verallgemeinerte Funktionsweise der Dosierung lässt sich wie folgt umschreiben:

Dosierung ist eine Massnahme, mit welcher die Verkehrsmenge im nachfolgenden Strassensystem begrenzt wird. Die Leistungsfähigkeit wird dabei lokal bewusst unter die Nachfrage gesenkt, weshalb Staus entstehen oder weit häufiger verlagert werden.

Eine **Dosierungsanlage** umfasst daher nicht nur die Mittel, um das Verkehrsvolumen zu begrenzen (Lichtsignal), sondern auch die Verkehrsflächen für den Stau selbst und für Verkehrssegmente, welche nicht gestaut resp. behindert werden sollen (Busspuren, Abbiegestreifen, Velo etc).

Wenn die Möglichkeit besteht, werden Automobilisten versuchen, den Stau und damit die Dosierstelle zu umfahren, was zu Verkehrsverlagerungen führt. Die Wirkung der Dosierung wird so unterlaufen und führt zu neuen Probleme im Verkehrsnetz. Eine umfassende Betrachtung, welche diese Aspekte berücksichtigt und löst, führt zum **Dosierungskonzept**.

Dosierung und allgemeine Verkehrsplanung resp. Steuerung gehen oft fließend in einander über und können nicht immer auseinander gehalten werden.

Daraus ergeben sich auch Überschneidungen bei laufenden Forschungsaufträgen. Besonders gilt dies für den SVI Forschungsauftrag 74/00 „Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen“.

Mit dem Verkehrswachstum haben sich die Staus von den Stadtzentren immer mehr in die Agglomeration hinaus ausgedehnt. Tägliche Staus auf Autobahnen in den grossen und vermehrt auch in den mittleren Agglomerationen sind die Folge. Es wird gefordert, die Autobahnen mittels Rampmetering (Dosierung in den Autobahnzufahrten) vor Staus zu schützen.

Sowohl für das Verkehrsgeschehen auf dem Autobahnnetz wie auch jenes auf dem Hauptstrassennetz haben die Reaktionen der Automobilisten auf die Staus erhebliche Bedeutung. Kapitel 2 befasst sich damit.³

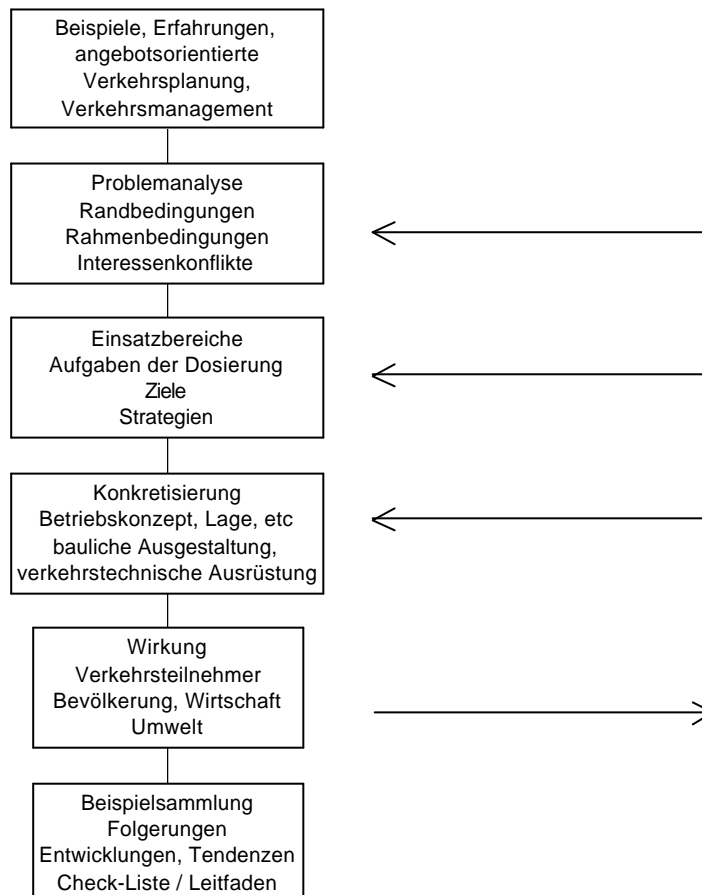
² Begriffe mit ähnlicher Bedeutung sind Pfortnerung und Einfahrtsbremse. Dosierung ist aber umfassender.

³ Ausführlichere Behandlung im Forschungsauftrag 74/00 „Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen“.

1.2 Vorgehen

Das generelle Vorgehen ist aus nachfolgendem Diagramm ersichtlich:

Figur 1
generelles Vorgehen



Das Vorgehen ist geprägt durch das Auswerten von Beispielen, Literatur und Erfahrungen über die Gesamtheit der in obigem Diagramm aufgezeigten Aspekte und ihre Systematisierung. Zum Teil werden die gleichen Beispiele für die Behandlung und Illustration unterschiedlicher Aspekte der Dosierung verwendet. Wiederholungen liessen sich so nicht immer vermeiden. Eine Übersicht der Beispiele und ihrer Verwendung im Bericht findet sich unter 1.4.

Die Bearbeitung war beeinflusst durch Zusammenhänge mit dem von der gleichen Forschungsstelle etwa zeitgleich bearbeiteten Forschungsauftrag „Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen“ (SVI Forschungsauftrag 74/0). Beide Forschungsaufträge befassen sich, wenn auch aus sehr unterschiedlichen Gesichtswinkeln, mit überlasteten Strassen und der Aufgabe, auch in einem Netz mit Leistungsengpässen die Verkehrsinfrastruktur optimal zu nutzen und ihre Funktionsfähigkeit sicher zu stellen.

Die Forschungsarbeit war auch geprägt durch die zeitgleiche Be-

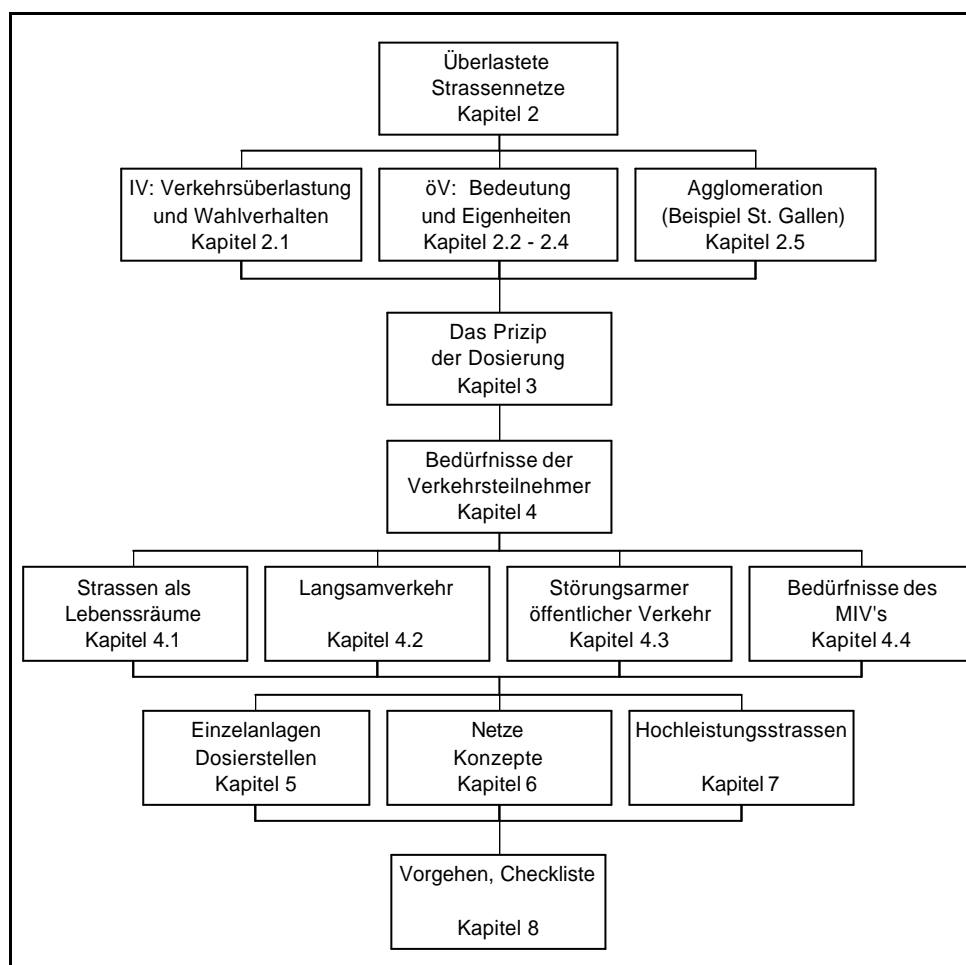
arbeitung von konkreten Dosierungskonzepten und verwandten Aufgabenstellungen. Gedanklich sind diese Arbeiten wohl in die Bearbeitung eingeflossen. Auf eine Darstellung von Projekten, welche (noch) nicht realisiert sind, wurde jedoch verzichtet.

Bei der Dosierung abseits der Hochleistungsstrasse ist das Ziel einer Dosierung oft die Sicherung eines störungsarmen Bus- oder Trambetriebs. Zumindest müssen diese Anforderungen einbezogen werden. Anforderungen und Lösungen werden vorwiegend am Beispiel der Busse behandelt. Bei Trolleybussen und Strassenbahnen sind sie ähnlich.

Die Autobahnen bleiben in den Kapiteln 3 bis 6 ausgeklammert um dann im Kapitel 7 gesondert behandelt zu werden.

1.3 Berichtsaufbau

Figur 2



Weibliche Schreibform

Bei der Berichtabfassung war man bemüht, geschlechtsneutrale Formulierungen zu finden. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde vereinzelt davon abgewichen, wenn offensichtlich Frauen und Männer gemeint sind.

1.4 Beispiele

Dosieranlage	Kurzbeschreibung	Wo was im vorliegenden Bericht behandelt wird	
Bern Wankdorf – Lorraïnebrücke	Gestaffelte Dosierung bei der Einfahrt ins Stadtzentrum	Gestaffelte Dosierung	Ziffer 6.4.1, Seite 85
Birmensdorf ZH Stallikonerstrasse	Dosierung des in die Luzernerstrasse (HVS) einmündenden Verkehrs, um zu verhindern, dass sich auf der HVS Stau bildet.	Dosierstelle ohne ÖV Dosierstelle auf offener Strecke Veloführung	Ziffer 5.1, Seite 41 Ziffer 5.5, Seite 54 Ziffer 5.7, Seite 65
Lielistrasse	Am Ende eines Bustrasses wird der MIV zurück gehalten, damit die Busse unbehindert bis zur nächsten LSA durchfahren können.		
Fällanden	Überlasteter Kreisell im Zentrum einer Agglomerationsgemeinde. 600 m resp. 750 m davor wird der Verkehr zurückgehalten. Auf 800 m resp. 550 m Busspur wird der Stau von Bussen umfahren. Beide Dosierstellen befinden sich an Kreiseln.	Dosierstelle an Kreiseln	Ziffer 5.3, Seite 47
Gotthard (Reussebene)	Am Ende der Reussebene wird der Verkehr dosiert, damit im Gotthardtunnel die Sicherheitsvorgaben eingehalten werden und in der Steigung zwischen Amsteg und Göschenen keine Staus entstehen. LWs mit kurzen Distanzen und PWs werden priorisiert.	Dosierung auf Autobahnen	Ziffer 7.3, Seite 92
Konstanz Wollmattingen Dettingerstrasse	Elektronische (virtuelle) Busspur bei der Dosierung des nach Konstanz einfahrenden Verkehrs (nach in Betriebnahme der Umfahrung aufgehoben)	Dosierstelle auf offener Strecke	Ziffer 5.5, Seite 52

Radolfzellerstrasse	Dosierstelle bei der Buswendeschlaufe am Siedlungsrand		
Luzern Dietschiberg	Zurückhalten des MIV, um dem Bus eine behinderungsarme Fahrt über 1,2 km zu ermöglichen. Länge der Busspur 900m.	Taxis auf Busspuren Gestaffelte Dosierung	Ziffer 5.9, Seite 71 Ziffer 6.4.2, Seite 88
Obersiggenthal / Baden (AG), Siggenthalerbrücke	Dosierung des auf zwei parallelen Strassen nach Obersiggenthal und Baden einfahrenden Verkehrs mit der Möglichkeit zur Beeinflussung der Routenwahl. Länge der Busspuren 650m resp. 350m Länge	Dosierstelle an Kreiseln Dosierstelle auf offener Strecke Dosierung von parallelen Achsen	Ziffer 5.3, Seite 46 Ziffer 5.5, Seite 53 Ziffer 6.2.2, Seite 77
Rapperswil / Jona St. Dionys	Elektronische (virtuelle) Busspur bei der Dosierung des nach Jona – Rapperswil einfahrenden Verkehrs	Elektronische Busspur Veloführung	Ziffer 5.6.2, Seite 57 Ziffer 5.7, Seite 64
Wabern (BE) Seftigenstrasse	Dosierung der Ortsdurchfahrt in beiden Richtungen	Dosierstelle an Kreiseln Kreisellichtsignalanlage Veloführung	Ziffer 5.3, Seite 45 Ziffer 5.4, Seite 50
Zürich Langstrasse	Wechselseitig befahrbare Busspur vor Dosierstelle.	Elektronische Busspur	Ziffer 5.7, Seite 63 Ziffer 5.6.1, Seite 55

Eine Zusammenstellung weiterer Angaben zu den Beispielen findet sich auf Seite 83.

2. Wenn Strassen den Verkehr nicht bewältigen können

2.1 Verkehrsüberlastung und Wahlverhalten

Nachfrageüberhang Ein Merkmal des städtischen Individualverkehrs ist der Nachfrageüberhang, welcher im Zentrum sehr ausgeprägt ist und sich mit zunehmender Entfernung von ihm abschwächt. Der Nachfrageüberhang äussert sich als Staus⁴ und Parkplatzverknappung, auch durch grosse Regelungsdichte und tiefe Geschwindigkeiten. Wegen den Überlastungen muss die Steuerung technisch auf den Spitzenverkehr ausgerichtet werden.

Entscheidungsfindung in Kenntnis der Staus Die Entscheide, welche die Fahrten bestimmen⁵, werden in Kenntnis und unter Berücksichtigung dieser Bedingungen (d.h. in Kenntnis von möglichen oder wahrscheinlichen Staus etc.) gefällt. Die in der Folge ausgeführten Fahrten beeinflussen die Grösse der Staus und die Verkehrsverhältnisse im Allgemeinen und umgekehrt. Werden Änderungen am Verkehrssystem vorgenommen, so verändern sich die Voraussetzungen für die Fahrtentscheide und ein Teil der Verkehrsteilnehmer wird sie anders fällen. Die Reaktionen reichen von kurzfristigen und spontanen Routenänderungen auf Grund von Staumeldungen am Radio oder Beobachtungen im Verkehr bis hin zu Standortentscheiden für Firmen, Einkaufszentren oder die Wohnungswahl.

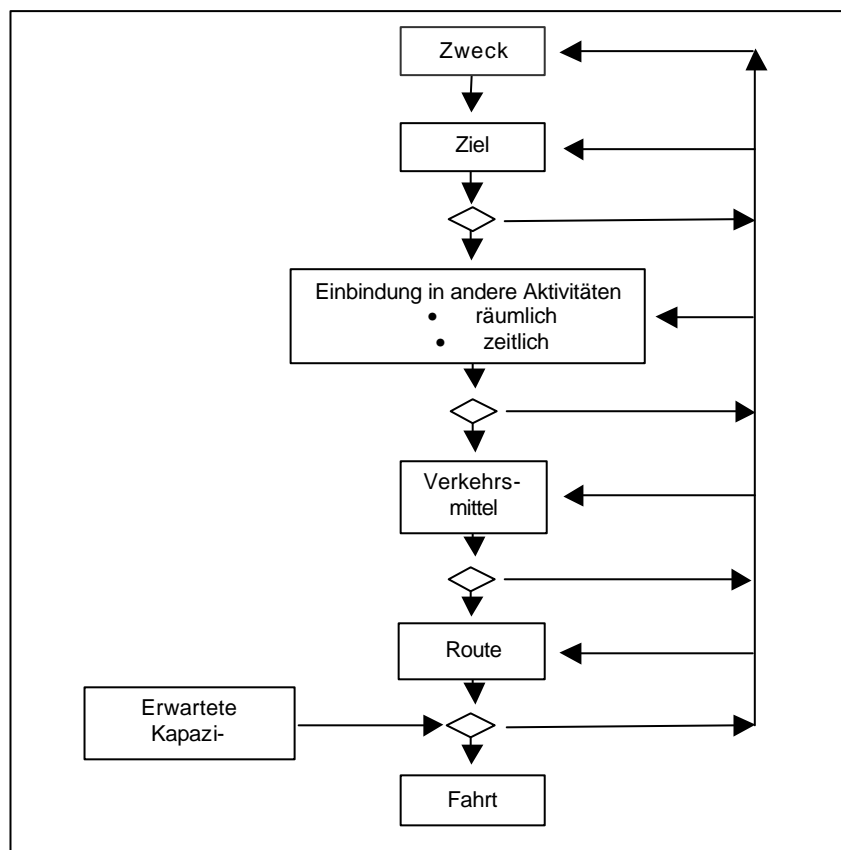
Die Entscheidungsfindung und die damit in Zusammenhang stehenden Rückkoppelungen lassen sich wie folgt darstellen:

⁴ Überlastungen haben für das Strassennetz in städtischen Agglomerationen eine grosse Bedeutung und vielfältige Erscheinungsformen. Im Hinblick auf eine gute Lesbarkeit des vorliegenden Berichts wird im allgemeinen der umgangssprachliche Begriff des Staus verwendet, auch für zähflüssigen Verkehr. Bezogen auf das Beurteilungsschema des Level-of-Service-Konzepts sind die Stufen E und F gemeint, das heisst, ein Verkehrsfluss, bei dem die Stabilität nicht mehr gewährleistet ist. (Vgl. SN 640 017a)

⁵ Zielwahl, Wahl des Verkehrsmittels, Wahl des Zeitpunkts, Routenwahl

Figur 3
Entscheidungs-
findung bei Fahrten

Quelle:
W. Berg
Äussere Grenzen
der Mobilität
VSS Forschungs-
auftrag 5/89
Seite 23



Den Verkehrsteilnehmern stehen ganz unterschiedliche Möglichkeiten offen, um auf schlechte Verkehrsverhältnisse zu reagieren:

- Andere Routenwahl
- Anderes Verkehrsmittel
- Aktivität räumlich oder zeitlich anders einbinden
- Anderes Ziel (oder anderen Standort) wählen. (z.B. Abwandern von Firmen)
- Andere Aktivität

Ein Teil der Verkehrsteilnehmer wird diese Alternativen nutzen.

Von diesen komplexen Abhängigkeiten haben die Entscheidungsfindungen zur Routenwahl, welche dazu führen, dass die verschiedenen Teile des Strassennetzes gleichmässig überlastet sind, für die Dosierung besondere Bedeutung.

Die Automobilisten, die ein Strassenstück durchfahren, haben sehr unterschiedliche Ausgangspunkte und Ziele. Für einige von ihnen würden grundsätzlich auch andere Routen in Frage kommen; sie haben gerade diese Route gewählt, weil sie hier das schnellste Durchkommen erwarten. Erfahren sie auf dieser Route grössere Verzögerungen als erwartet, so werden diese Automobilisten bei der nächsten Fahrt einen anderen Weg versuchen. Anders ausgedrückt gilt folgendes: Gibt es im generell überlasteten Strassennetz der Agglomerationen Teile, die auch in dem Verkehrsspitzen nicht überlastet sind und damit ein schnelles Fort-

kommen erlauben, so wird dies von findigen Automobilisten genutzt, die so ihre Fahrzeit – meist nur geringfügig – verkürzen.

- Dominoeffekt Dieses Auffüllen der Strassenkapazitäten und Ausgleichen von Überlastungen wird durch etwas erleichtert, das man als Dominoeffekt bezeichnen kann: Ein verschlechtertes Vorwärtskommen auf einer Strasse A veranlasst einige Automobilisten auf die benachbarte Strasse B auszuweichen, wodurch sich dort die Verhältnisse etwas verschlechtern und Automobilisten, die bisher die Strasse B benutzt haben zum Ausweichen auf die Strasse C veranlassen. Dies führt grossräumig zu einem Ausgleich der Strassenbelastungen.
- System kommunizierender Röhren Überlastete Strassennetze der Agglomerationen werden daher auch mit einem System kommunizierender Röhren verglichen. Mit dem Wachstum des Verkehrs und der Agglomerationen hat sich der Teil des Strassennetzes, der nach diesem Prinzip der kommunizierenden Röhren funktioniert, mehr und mehr ausgedehnt.
- Beeinflussung der Routenwahl Massnahmen im Strassenraum (Neubauten, Rückbau, Bewirtschaftung) beeinflussen die Routenwahl gewollt oder ungewollt. Autobahnen erlauben im Allgemeinen hohe Geschwindigkeiten und ziehen von daher an sich schon Verkehr an und veranlassen Automobilisten zu Umwegfahrten. Ist das Umfeld der Autobahnen von regelmässig auftretenden Staus geprägt, so verstärkt sich diese Tendenz. Wenn man versucht den Verkehr auf solchen Autobahnen flüssig zu halten, besteht eine grosse Gefahr von ungewollten und unerwünschten Verkehrsverlagerungen. Dieser Effekt ist bei der Bewirtschaftung von Autobahnen zu berücksichtigen und mit geeigneten Massnahmen abzufedern.

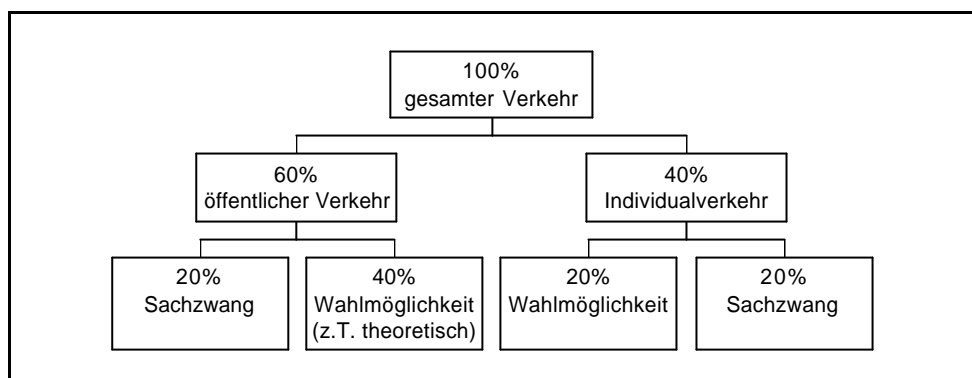
2.2 Bedeutung des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs

Linienbusse und Trams haben für die Dosierung eine herausragende Bedeutung. In vielen Fällen sind Behinderungen, welche sie erfahren, die Auslöser, um Dosierungen zu planen. Umgekehrt muss dafür gesorgt werden, dass die mit der Dosierung verbundenen Staus nicht ihrerseits zu Busbehinderungen führen. Die nachfolgenden Darlegungen sollen als Argumentationsbasis für die Berücksichtigung der Bus- und Trambedürfnisse dienen.

- Ausweichen auf öffentlichen Verkehr Der Nachfrageüberhang beim Individualverkehr führt offensichtlich zu einem Ausweichen auf den öffentlichen Verkehr. Je mehr Verkehrsteilnehmer auf den ÖV ausweichen, umso mehr muss das ÖV - Angebot verstärkt werden. Dies bedeutet meist eine Angebotsverdichtung und damit eine Verbesserung. Damit wird dann der öffentliche Verkehr immer mehr zu einer echten Alternative zum Auto.

Für einen grossen Teil der Bevölkerung besteht für einen wesentlichen Teil der Fahrten eine Wahlmöglichkeit. Es ist offenkundig, dass bei der Abgrenzung zwischen Sachzwang und Wahlmöglichkeit ein erheblicher Ermessensspielraum besteht. Auch ändern sich die Verhältnisse je nach Bezugsgebiet⁶. Nachfolgende Abbildung will am Beispiel des Zentrums von Zürich Grössenordnungen zeigen:

Figur 4
Modal-Split und
Wahlmöglichkeit im
Zentrum Zürichs
[Berg 2001; S. 3]



Wechselwirkungen
zwischen MIV und
öV

Für etwa zwei Drittel der Trambenutzer und die Hälfte der Autofahrer im Zentrum Zürichs besteht eine Wahlmöglichkeit (die aber von Vielen als solche nicht wahrgenommen wird). Entscheidend ist, dass bei den Trampassagieren ein erhebliches Potential von Verkehrsteilnehmern besteht, die bei einer Verschlechterung des ÖV - Angebots oder einer Verbesserung der Verhältnisse für den Individualverkehr wieder das Auto wählen. Der Mechanismus spielt auch in der umgekehrten Richtung. [Berg 2001]

Selbst in vergleichsweise kleinen Städten kann der ÖV - Anteil sehr gross sein, so dass auch dort ein grosser Nachfrageüberhang besteht. Das Fazit einer Untersuchung über Baden aus dem Jahr 1993 lautet: „Während der Spitzenstunde beträgt der in Baden mit den Bussen der RVBW (regionaler Busbetrieb) und PTT beförderten Personen 50%. Berücksichtigt man noch die Reisenden, welche die SBB benützen, wird die Bedeutung des ÖV für die Stadt Baden erst richtig deutlich.“⁷

Ursache für den grossen ÖV - Anteil in den Agglomerationszentren ist der Umstand, dass bei einer gegebenen Verkehrsfläche ein Verkehrssystem umso leistungsfähiger, je grösser der ÖV - Anteil ist. Offenkundig wird diese Gegebenheit, wenn man die Zürcher Limmatbrücken vergleicht:

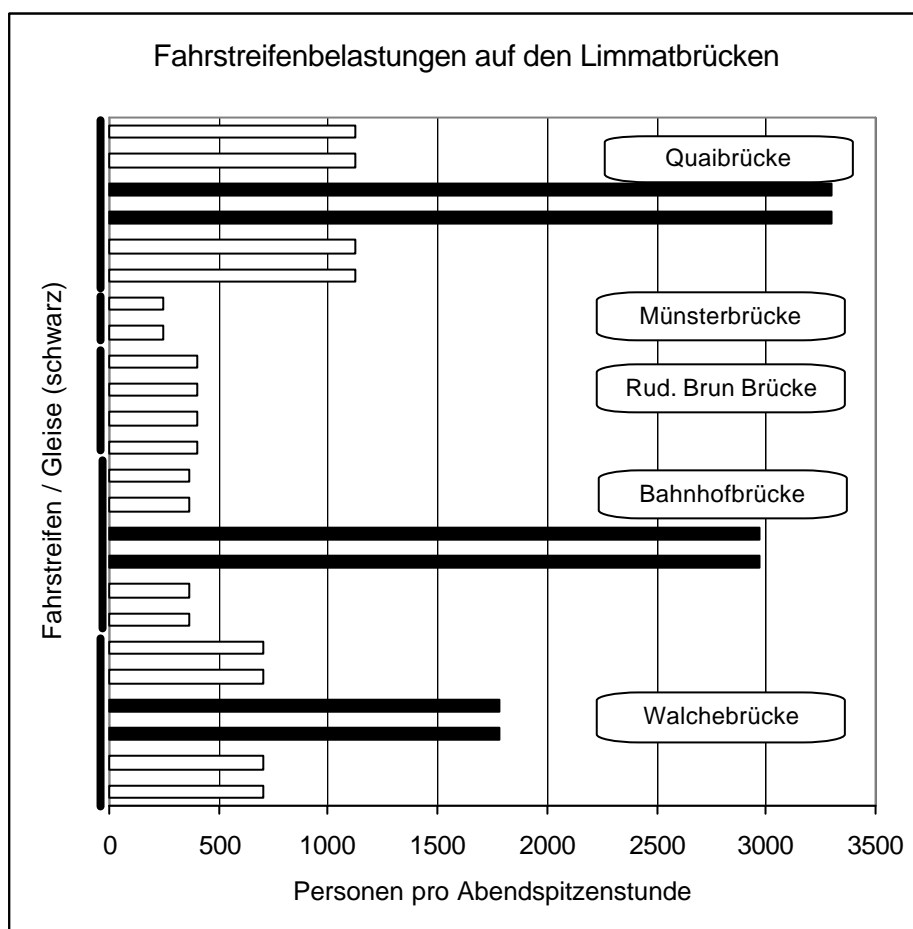
⁶ Grundlagen: Erfahrungswerte sowie „Mobilität in Zürich“ Bauamt der Stadt Zürich / Socialdata (Brög) 1993 und 1994.

⁷ Bericht „Verkehrserhebung vom 4. Mai 1993 in Baden“ Baudepartement des Kantons Aargau, Verkehrsplanung [1993], Seite 3

Beispiel Zürich Im Zentrum der Stadt Zürich queren in der Abendspitzenstunde rund 16'000 Personen die Limmat mit dem Tram und 11'000 Personen mit dem Auto (Quaibrücke bis Walchebrücke).⁸

Dem Tram stehen dafür 6 Gleise zur Verfügung, dem Individualverkehr 18 Fahrbahnen. Pro „Fahrbahn“ bewältigt das Tram vier- einhalb mal mehr Personen als der Individualverkehr, nämlich 2700 Personen pro Gleis gegenüber 600 Personen (500 Motorfahr- zeuge) pro Fahrstreifen beim Individualverkehr.⁹

Figur 5
Fahrstreifenbelas-
tung in Personen /
Abendspitzenstunde
auf den Limmatbrü-
cken in Zürich



Die Werte sind über Richtungen und Fahrstreifen je Brücke gemittelt.

Nehmen wir an, man wollte auf das Tram verzichten und die Fahrgäste würden das Auto benutzen, so müssten die sechs Gleise der Limmatbrücken durch 27 Fahrstreifen ersetzt werden; es müssten zusätzlich zur Umnutzung der sechs Gleise drei neue Brücken von der Breite der Bahnhofbrücke gebaut werden.¹⁰

⁸ Es wird mit einem Besetzungsgrad der Autos von 1.2 gerechnet. Nicht berücksichtigt sind die beiden Buslinien 31 und 46 sowie die S-Bahn. Betrachtet man den ganzen Tag, so stehen 150'000 Trambenutzern 160'000 Autobenutzer gegenüber. [Berg 2001, Seite 5]

⁹ Die Angaben beruhen auf Fahrgastzählungen der VBZ aus Jahren 1992 bis 1999 sowie automatischen Verkehrszählungen der Stadtpolizei vom September / Oktober 2000. Berg [2001], Seite 5

¹⁰ Rein rechnerisch fehlen dann noch drei Fahrstreifen.

Grosser
Nachfragepotential
beim MIV

Aus Figur 4, Seite 19 kann man auch folgern, dass im Zentrum von Zürich beim Individualverkehr ein zusätzliches Nachfragepotential von gegen 100% besteht: Wenn beim Individualverkehr ideale Verhältnisse herrschen würden (keine Staus, genügend Parkfelder, etc), so könnte sich dieser verdoppeln. Bei anderen Städten und mit zunehmender Entfernung ist der Nachfrageüberhang zwar kleiner, es bleibt aber ein grosses Potential von Verkehrsteilnehmenden, die beim Wegfall von Staus oder deren Verkleinerung vom ÖV auf das Auto umsteigen würden und so den Bestand der Staus garantieren.

Wenn das Wachstum des Agglomerationsverkehrs überproportional mit öffentlichem Verkehr bewältigt werden soll und auf Grund der verfügbaren Ressourcen muss, so setzt dies Staus auf den relevanten Teilen des Strassennetzes voraus.

Der Sachverhalt lässt sich auch umgekehrt formulieren:

ÖV als Ventil

Nur dank dem durch den öffentlichen Verkehr gebildeten Ventil funktioniert der Individualverkehr überhaupt noch. Der Nachfragepotential beim MIV ist so gross, dass auf den ÖV auch in dieser Funktion nicht verzichtet werden kann, und dass Staus im Strassennetz der Agglomerationen unvermeidbar sind.

Für die Gesamtheit der Verkehrsteilnehmer mit ihren sehr unterschiedlichen Transportbedürfnissen pendelt sich der Modalsplit auf einer über alle Aspekte des MIV- und ÖV- Angebots gleichen Verkehrsqualität ein. Ein guter öffentlicher Verkehr kann Verkehrsteilnehmer dazu veranlassen, statt dem Auto Tram oder Bus zu benutzen, den Strassenraum zu entlasten, damit die Staus zu verringern und so den motorisierten Individualverkehr flüssiger zu machen. Umgekehrt führt ein schlechter, in Staus behinderter öffentlicher Verkehr dazu, dass Verkehrsteilnehmer statt diesem das Auto benutzen, nach dem Motto „wenn schon im Stau stecken, dann lieber im eigenen Auto als in einem möglicherweise überfüllten Tram oder Bus“. Dadurch werden dann die Staus noch länger. So gesehen ist ein flüssiger öffentlicher Verkehr im Interesse gerade jener Autobenutzer, welche auf keinen Fall auf den ÖV wechseln können oder wollen.

Staus bestimmen
den Zeitbedarf

Beim Individualverkehr bestimmen die Staus sowie der dadurch erhöhte Zeitbedarf und somit die Netzaus- resp. -überlastung weitgehend die Qualität (zusammen mit der Verfügbarkeit von Parkierungsmöglichkeiten). Daher ist die Qualität des MIV in ausgelasteten Netz sehr stark von der Nachfrage abhängig. Beim öffentlichen Verkehr führt eine steigende Nachfrage zu einer Verknappung der Plätze aber nur in besonderen Fällen zu Zeitverlusten. Oft kann bei einer Nachfragesteigerung das Fahrplanangebot verdichtet und damit die Qualität sogar verbessert werden.

Angebotsverbesserungen beim öffentlichen Verkehr verbessern den Qualitätslevel beim ÖV direkt und beim Individualverkehr indirekt (weil bisherige Autobenutzer auf den ÖV umsteigen).

Angebotsverbesserungen beim Individualverkehr verbessern das Qualitätsniveau beim Individualverkehr nur marginal, da sie ein Umsteigen vom ÖV zum MIV bewirken bis das ursprüngliche Qualitätsniveau, das heisst die Stauverhältnisse, wieder erreicht ist.

Angebotsverbesserungen beim öffentlichen Verkehr bewirken das Umsteigen von „schwankenden“ Automobilisten zum ÖV und schaffen so Entlastungen und damit bessere Verhältnisse beim Individualverkehr.

MIV-Qualitätsniveau wird durch ÖV-Qualität bestimmt

So gesehen bestimmt das Qualitätsniveau des öffentlichen Verkehrs auch jenes beim Individualverkehr, während Massnahmen zur Leistungssteigerung beim Individualverkehr den Qualitätslevel und die Gesamtmenge der Staus gesamthaft nicht wesentlich verändern.

Dies bedeutet auch, dass mit einzelnen Massnahmen zwar lokal Staus beseitigt werden können, die Gesamtmenge der Staus in einer Agglomeration jedoch nicht. Massnahmen im Strassennetz führen somit in städtischen Agglomerationen in Zeiten und Räumen mit flächenhaften Überlastungen eher zu Stauverlagerungen als zu Stauminderungen.¹¹

2.3 Die Wirkungen von Verspätungen auf den Tram- und Busbetrieb¹²

Fahrplan Das Auto fährt dann, wenn es sein Lenker will, und es braucht so viel Zeit, wie die Strassenverhältnisse es in diesem Zeitpunkt gerade zulassen. Bei Tram und Bus ist dies anders. Sowohl für die Organisation des Betriebs – der Produktion –, wie auch damit die Fahrgäste – die Kunden – wissen, wann welche Verbindungen angeboten werden, muss der öffentliche Verkehr nach Fahrplan verkehren.

Endhaltestellen Der Fahrplan muss so festgelegt werden, dass mit seinen Endaufenthaltszeiten allfällige Verspätungen aufgefangen werden können. Er muss also hinsichtlich unterschiedlichen Fahrzeiten auf den grössten Zeitbedarf ausgelegt werden. Es wird aber immer seltene, unvorhersehbare oder mit vertretbarem Aufwand nicht berücksichtigbare Fälle geben, welche mit der fahrplanmässigen Wendezeit nicht aufgefangen werden können. In diesen Fällen startet der Bus (resp. das Tram) seine Fahrt in die Gegenrichtung mit einer Verspätung, welche normalerweise bestenfalls an der nächsten Endhaltestelle aufgefangen werden kann.

¹¹ Es wird dabei vorausgesetzt, dass die Verdrängungen von Individualverkehr als Folge von Überlastungen (Zeit, Route, Verkehrsmittel, Zielwahl) in einem relevanten Umfang reversibel sind.

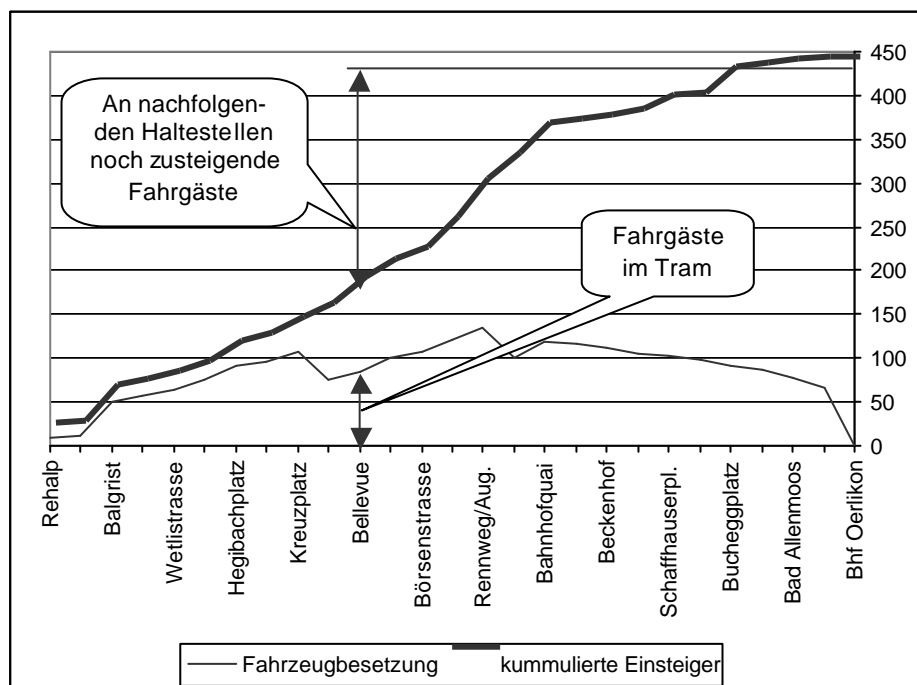
¹² Aus Berg [2001] Seite 14, erweitert

Anschlüsse Müssen Fahrgäste von einer ÖV - Linie auf eine andere umsteigen, so wirken sich Unregelmässigkeiten und Verspätungen besonders negativ aus. Je länger die Kursfolgezeiten sind, umso schlimmer sind gebrochene Anschlüsse. Um auch bei grösseren Verspätungen die Anschlüsse zu gewährleisten, müssen im Fahrplan grosse Übergangszeiten vorgesehen werden, welche aber bei pünktlichen Fahrten unattraktiv sind.

Störungsaufschaukelung Das Problem von Verspätungen verschärft sich noch durch die sogenannte Störungsaufschaukelung. Je mehr Fahrgäste ein- und aussteigen, umso länger werden die Haltzeiten. Auf verspätete Kurse warten tendenziell mehr Fahrgäste, so dass sie noch mehr Verspätung erhalten, verfrühte Kurse werden ungewollt beschleunigt. Verspätete Kurse sind überlastet, durch das Gedränge verlangsamt sich der Fahrgastwechsel an den Haltestellen, und die Haltestellenaufenthalt der verspäteten Kurse verlängern sich zusätzlich. Durch diesen Mechanismus blähen sich Unregelmässigkeiten noch auf¹³.

Wartende Fahrgäste Die Bedeutung wird deutlicher, wenn man weiss, dass auf jeden Fahrgast, der in Zürich in einem 11er Tram über die Quaibrücke in Richtung Hauptbahnhof - Örlikon fährt, drei weitere Passagiere kommen, die irgendwo auf dieser Fahrt noch zusteigen werden.¹⁴

Figur 6
Fahrzeugbesetzung
und Einsteiger auf
der Linie 11 wäh-
rend der Abend-
spitzenstunde
(Durchschnitt aus
neun Kursen)



¹³ Ausführliche Behandlung in Berg [1982]

¹⁴ Dieser Wert stellt bezüglich Quaibrücke einen Maximalwert dar. Betrachtet man alle Tramlinien, die über die Quaibrücke führen und beide Richtungen, so kommen auf 100 Fahrgäste, die schon im Tram mitfahren, 144 die später zusteigen werden. Untersucht wurde die Abendspitzenstunde.

2.4 Ein Tram oder Bus warten lassen, kostet sehr viel Geld¹⁵

Der Aspekt wird anhand eines Fallbeispiels erläutert.

Kostensprünge
beim Tram

Was betrieblich Probleme schafft, schlägt sich natürlich auch in Kosten nieder. Werden die Endaufenthaltszeiten zu knapp, so muss ein zusätzlicher Kurs eingesetzt werden. Umgekehrt gilt auch: kann die Betriebsregelmässigkeit verbessert werden oder die Fahrzeit verringert, so kann ab einem gewissen Moment ein Kurs eingespart werden. Es entstehen also Sprungkosten. Und die sind erheblich, ganz besonders, wenn die Abendspitze betroffen ist: In der Abendspitze einen Tramzug, wie er auf der Linie 11 in Zürich verkehrt, mehr oder weniger, bedeutet einen Kostensprung von Fr. 429'000.- pro Jahr (256'000.- Fixkosten und 173'000.- Betriebskosten)¹⁶.

Geht man von einer Kursfolgezeit von 6 Minuten aus, so bedeutet eine Fahrzeiteinsparung von täglich einer Minute beim langsamsten (am stärksten verspäteten) Kurs, eine Einsparung von Fr. 72'000.- pro Jahr. Auf die Sekunde umgerechnet macht das Fr. 1'200.-. Dies sind natürlich theoretische Werte, aber sie sind bemerkenswert.

Gesamthaft die gleichen Einsparungen erzielt man auch, wenn man nicht gezielt den am stärksten verspäteten Kurs, sondern generell alle Kurse ohne Rücksicht auf ihre aktuelle Fahrplanlage und deren künftige Entwicklung um eine Minute resp. Sekunde beschleunigt. Pro Minute betragen die Einsparungen so Fr. 3'600.-, pro Sekunde Fr. 60.-¹⁷. Zudem ist der Nutzen für das Fahrpersonal grösser, als wenn man gezielt nur den langsamsten Kurs beschleunigt (längere Pausen an den Endhaltestellen).

Zeitkosten

Betrachten wir nun noch die Zeitkosten von Fahrgästen und Automobilisten. Fr. 18.- Zeitkosten ergeben auf die Minute umgerechnet 30 Rappen, oder 0.5 Rappen pro Sekunde. Damit sie mit den obigen Angaben verglichen werden können, müssen sie aufs Jahr mit einem Faktor von 250 (Werktage) hochgerechnet werden. Dies ergibt pro Sekunde, welche pro Fahrgast resp. Autoinsasse an jedem Tag einmal eingespart wird, Fr. 1.25 (Fr. 75.- / Minute).

Kosten im Vergleich

Ein Gelenktramzug der Linie 11 hat 100 Sitzplätze. Sie seien besetzt (aber keine stehenden Passagiere). Pro Sekunde Verlustzeit entstehen auf das Jahr hochgerechnet 125.- Franken Zeitkosten.

¹⁵ Aus Berg [2001] Seite 17 erweitert

¹⁶ Quelle: VBZ, Beschleunigungsmassnahmen, in Bearbeitung. Die Betriebskosten beziehen sich auf 2 Stunden an 251 Werktagen.

¹⁷ Annahme: Abendspitze von zwei Stunden Dauer mit 20 Kursen.

Ein Auto ist mit 1.2 Personen besetzt; es entstehen auf das Jahr hochgerechnet 1.50 Franken Zeitkosten. Allerdings benötigt ein Tramzug zum passieren etwa gleichviel Zeit wie sechs Autos. Den 125.- Franken Zeitkosten des Trams stehen so gesehen 9.00 Franken beim Individualverkehr gegenüber.¹⁸ Es ist einzuräumen, dass ausserhalb der Verkehrsspitzen die Trams meist schlechter besetzt sind und das Verhältnis weniger extrem ist.

Kosten bei Bussen Bei Gelenkbussen sind die Fixkosten und die variablen Kosten wie auch das Platzangebot und die Durchfahrtszeiten rund halb so gross wie bei Gelenktramzügen.

Zeitkosten von an den nachfolgenden Haltestellen wartenden Fahrgästen, aus verlorenen Anschlüssen oder infolge der Störungsaufschaukelung sind in diesen Beträgen noch nicht enthalten. Sie können in ungünstigen Fällen ein Mehrfaches betragen.

Steht man während der Abendverkehrsspitze vor der Frage, entweder ein Tram (resp. Bus) oder den Individualverkehr gleich lange warten zu lassen, so ist zu bedenken, dass beim Tram (resp. Bus) zehn bis zwanzig mal höhere Zeitkosten der Verkehrsteilnehmer entstehen. Die zusätzlich anfallenden Betriebs- und Fixkosten bei Tram und Bus bewegen sich noch einmal in der gleichen Grössenordnung wie die Zeitkosten der Fahrgäste.

¹⁸ Kreuzt das Tram z.B. zwei Fahrstreifen so verdoppeln sich die Kosten beim Individualverkehr. Es verdoppeln sich beim Tram die Kosten, wenn auf beiden Seiten einer Kreuzung ein Tram warten muss.

2.5 Anschauungsbeispiel St. Gallen

Als Anschauungsbeispiel eignet sich St. Gallen, weil die Siedlung wie das Strassennetz trotz der gewachsenen Struktur vergleichsweise klare Strukturen aufweisen und mit der Eröffnung der A1 eine Dosierung eingeführt wurde.

Das Verkehrsnetz der Region St. Gallen ist geprägt durch die dominierende Ost-West-Richtung. Bei der Eröffnung der A1 wurden die auf der Staatsstrasse freigewordenen Kapazitäten für die Belange des öffentlichen Verkehrs und des Langsamverkehrs genutzt. Die damals erzielte grosse Entlastung des Lokalstrassennetzes und „Nullwartezeit“ für die Busse wurde mittels Dosierung langfristig gesichert. Das Verkehrswachstum wird seither von der A1 und deren Zufahrten aufgenommen.

Diese bisher sehr erfolgreiche Strategie stösst nun an ihre Grenzen:

Die A1 erreicht nun während den Spitzenzeiten ihre Leistungsgrenzen und kann daher das Verkehrswachstum nicht mehr aufnehmen.

Der Verkehr auf den Zubringern hat an den Knoten mit dem lokalen Strassennetz ebenfalls die Leistungsgrenze überschritten oder dürften sie in naher Zukunft erreichen.

Die verschiedenen Tunnelbrände der letzten Jahre haben zudem dazu geführt, dass Staus in Tunnels nicht mehr hingenommen werden dürfen und zu im Brandfall weniger gefährlichen Strassenabschnitten verlagert werden müssen.

Setzt man einmal voraus, dass man ein Verkehrswachstum auf dem lokalen Strassennetz auch weiterhin nicht akzeptiert und die Kapazitäten im lokalen Strassennetz nicht erhöht, so sind wachsende Staus insbesondere an folgenden Stellen im Strassennetz zu erwarten:

- Dort wo „Überlandstrassen“ auf den ersten Leistungsengpass des innerstädtischen Strassennetzes treffen (meist die erste LSA)
- In den Anschlussbereichen der Autobahnen
- Beim Leistungsengpass der Autobahn
- Im Umfeld von grossen zusätzlichen Verkehrserzeugungen (Einkaufszentren, Fachmärkte etc)

Für jeden einzelnen der Leistungsengpässe muss lokal eine Lösung für die Staubewältigung und damit für die Dosierung gefunden werden. Diese Einzellösungen müssen unter einander abgestimmt werden und bilden so das Lenkungs- und Dosierungskonzept.

Für die vier vorher beschriebenen Grundtypen von Leistungsengpässen lassen sich auch generelle Lösungsansätze formulieren:

- „Überlandstrassen“, welche auf den ersten Leistungsengpass des innerstädtischen Strassennetzes treffen.

An sich eine relativ problemlose Situation, welche aber dann schwierig wird, wenn auf dieser Strasse Linienbusse verkehren. Die naheliegende Lösung sind Busspuren. Sind diese aber lokal nicht möglich, so müssen andere Ansätze gewählt werden (Räumen des Staus vor dem Bus, elektronische Busspur, Verlegen der Dosierstelle, Verlegen der Buslinie).

- Anschlussbereiche der Autobahnen.

Der Stauraum muss in Pufferräumen zwischen der Autobahn und dem Anschlussknoten ans lokale Strassennetz angeordnet werden. Oft ist aber nicht genügend Stauraum zwischen Ausfahrt und erster LSA vorhanden. Dann muss er geschaffen werden (Verbreiterung der Ausfahrt auf zwei Fahrstreifen. Vorverlegen des Beginns der Ausfahrtrampe, in engen Verhältnissen allenfalls mit Umwidmung des Standstreifens und entsprechender Geschwindigkeitsreduktion auf der Autobahn.)

Ist auch die Autobahn überlastet, so muss auch in der Gegenrichtung dosiert werden und ein entsprechender Stauraum zur Verfügung gestellt werden. (Rampenbewirtschaftung; siehe unten) Pufferräume können auch auf dem lokalen Strassennetz vorgesehen werden, mit zunehmender Entfernung zum Anschlussknoten sind sie aber ineffizienter.

- Leistungsengpass auf Autobahn.

Neben dem Rückstau von Anschlussknoten auf die Autobahn und Unfällen sind noch zwei weitere Ursachen für Staus auf Autobahnen häufig: Einmündungen und Leistungsengpässe auf der Autobahn selbst.

Viele Automobilisten sind bereit, bei Einmündung etwas zu verzögern, um anderen Automobilisten das Einmünden zu erleichtern. Ist das Verkehrsvolumen auf der Autobahn nahe der Leistungsgrenze, so bewirkt diese gutgemeinte Rücksichtnahme die Staubildung auf der Autobahn.

- In Gebieten mit grossem Zusatzverkehrsaufkommen.

Eine restriktive Parkplatzbewilligung und eine Parkplatzbewirtschaftung wird vorausgesetzt. Die Zahl der Ausfahrten aus diesen Arealen muss zusätzlich durch Lichtsignalregelungen, allenfalls auch Parkhausschranken auf das vom Strassennetz bewältigbare Verkehrsvolumen beschränkt werden.

Es ist auch eine andere Sichtweise möglich: Die einfahrenden Automobilisten erzwingen das Einmünden. Aber, was bleibt ihnen denn anderes übrig. Es liegt im Wesen der Autobahnanschlüsse, dass auf der Einfahrtrampe beschleunigt und spätestens am Ende des Beschleunigungsstreifens eingemündet werden muss. Die herkömmlichen Autobahnanschlüsse mit Beschleunigungsstreifen sind ausgelegt auf unbehinderten Verkehr auf der Autobahn und sie funktionieren auch wieder problemlos bei zähflüssigem Verkehr. So gesehen ist das Rampmetering ein Hilfsmittel,

mit welchem nur dann Automobilisten resp. nur so viele Automobilisten auf die Einfahrtsrampe gelassen werden, wie unter Einhaltung der Verkehrsregeln auch einmünden können.

Um diese Entwicklung zu vermeiden, kann man die Zufahrt mittels LSA drosseln. Geeignete Verhältnisse vorausgesetzt, erzielt man damit gute Resultate (Dosierstelle beim Autobahnanschluss Baden West vor dem Baregg). Es besteht die Gefahr, dass Automobilisten Anschlüsse mit Rampenbewirtschaftung meiden und die vorgelagerten Anschlüsse bevorzugen. Der durch diese Verkehrsverlagerung dort verursachte Mehrverkehr kann es nötig machen, dass man dann dort ebenfalls eine Rampenbewirtschaftung einführen muss. Zudem wird jener Verkehr, welcher sich schon auf der Autobahn befindet (tendenziell längere Fahrten ins Agglomerationszentrum) gegenüber dem einmündenden Verkehr (eher kürzere Fahrten ins Agglomerationszentrum) bevorzugt.

3. Das Prinzip der Dosierung

Die Dosierung erfordert einerseits das Bereitstellen und Organisieren der Verkehrsflächen (Abschnitt 3.1) und andererseits die Möglichkeit, den Verkehr zurückzuhalten. Also Lichtsignalanlagen, welche ihrerseits auf Informationen über Verkehrsmengen und Staulängen angewiesen sind (Abschnitt 3.2). Es wird von zwei zentralen Prämissen ausgegangen:

Bei jeder Steuerung bildet sich bei Überlastung Stau. Der bewusste Entscheid, wo sich der Verkehr nach planerischen und verkehrstechnischen Kriterien stauen soll, ist Dosierung.

Dosierung ist eine Massnahme, um mittels Stauverlagerung auf einem Strassenabschnitt oder in einem Netzteil einen flüssigen Verkehrsablauf zu gewährleisten.

3.1 Organisation der Verkehrsflächen

Gemeinsamkeiten
von Dosierung und
lichtsignalgesteuerten
Netzen

Die Dosierung auf der einen Seite und die Steuerung von Strassennetzen mit Lichtsignalen auf der anderen Seite haben Gemeinsamkeiten und Überschneidungen, so dass es schwierig sein kann, zu entscheiden, wo welcher Begriff zutreffender ist. Ein Knoten – ganz unabhängig davon, wie er geregelt wird – darf dem nächsten nur soviel Verkehr zuführen, als dieser bewältigen kann. Andernfalls baut sich zwischen den beiden Knoten ein Stau auf. Dieser Stau beeinträchtigt den Verkehr in diesem Strassenabschnitt und ist für die Umgebung attraktivitätsmindernd. Reicht der Stau bis in den anderen Knoten zurück, so blockiert er diesen. Spätestens wenn dies geschieht, müssen Massnahmen ergriffen werden, um die Leistungen an den beiden Knoten auf einander abzustimmen (und gegebenenfalls mit weiteren Knoten im Einflussbereich). Dabei müssen die Bedürfnisse der unterschiedlichen Verkehrsmittel (MIV, ÖV, Velo, Fussgänger) und jene der Gestaltung abgestimmt werden. Bei dieser Umorganisation werden normalerweise Staus verlagert, so dass sie weniger negative Wirkungen haben. Dadurch verändert sich der Zeitbedarf auf den einzelnen Strassenabschnitten für den Individualverkehr. Die Automobilisten passen ihre Routenwahl den geänderten Bedingungen an, was zu Verkehrs- und Stauverlagerungen führen kann und berücksichtigt werden muss.

Bei diesem Optimierungsprozess wird die Lage von Verkehrsströmen und Staus so verschoben, dass der Verkehr funktioniert und der Strassenraum möglichst attraktiv und sicher gestaltet werden kann. Das konzeptionelle Vorgehen wird geprägt durch die Anforderung, dass Busse oder Trams in den unvermeidbaren Staus nicht stecken bleiben dürfen.

Früh wurden für Trams, in geringerem Umfang auch für Busse, eigene Fahrstreifen ausgeschieden und damit ein tiefgreifender Schutz vor Behinderungen durch gestauten Individualverkehr erzielt. Aber nicht überall sind separate Fahrstreifen möglich. Die grössere Breite der Fahrbahnen verstärken ihre Trennwirkung und verkleinert oft den Raum für die Fussgänger. Offenkundig besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von separaten Fahrstreifen für den ÖV, der Strassenraumgestaltung und der Lichtsignalsteuerung.

Arbeitshypothesen Aus dieser Ausgangssituation ergeben sich drei Arbeitshypothesen:

- Es gibt Situationen, in denen Staus hingenommen werden sollen oder müssen.
- Man will aktiv darüber bestimmen, wo der Verkehr gestaut und wo er flüssig gehalten werden soll.
- Dosierungen kommen dort zu Einsatz, wo beides gegeben ist.

In der Folge ist das Strassennetz fahrstreifengenau aufzuteilen in Abschnitte, auf denen der Verkehr gestaut werden kann und auf solche, auf denen er flüssig gehalten werden soll. Fahrstreifen, welche vom öffentlichen Verkehr mit benutzt werden, müssen im allgemeinen staufreigehalten werden. Die verfeinerte Unterteilung kann dann wie folgt aussehen:

- Fahrstreifen, welche dem öffentlichen Verkehr vorbehalten sind.
- Fahrstreifen, welche von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr gemeinsam benutzt werden und auf welchen der Verkehr flüssig gehalten wird.
- Fahrstreifen, welche von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr gemeinsam benutzt werden und auf welchen der Verkehr nicht flüssig gehalten werden kann, der Stau vor dem Bus aber auf Busanmeldung hin geräumt wird. Dies ist im allgemeinen nur dann möglich, wenn das Busangebot wenig dicht ist.
- Fahrstreifenabschnitte, welche nur von Individualverkehr befahren werden und auf welchen der Verkehr flüssig gehalten wird.
- Fahrstreifenabschnitte, welche nur von Individualverkehr befahren werden und auf welchen der Verkehr gestaut wird, gestaut werden kann oder soll.

Fahrstreifen auf denen öffentlicher Verkehr zirkuliert und welche überstaut sind, können im Ist-Zustand vorkommen, müssen aber in der Planung eines Dosierungskonzepts vermieden werden.

Fahrstreifen, auf welchen der Verkehr flüssig ist, ziehen in einem generell überlasteten Netz Verkehr an, und zwar solange bis sich auf diesen Fahrstreifen auch Stau bilden. Die Staulängen spielen sich im Wechsel zu anderen (Ausweich-) Routen ein. Die Gedan-

kenmodelle „Dominoeffekt“ und „Kommunizierende Röhren“ (vgl. Kapitel 2.1) veranschaulichen die dabei wirkenden Mechanismen.

Umgekehrt weichen Automobilisten neuen oder sich verstärkenden Staus räumlich und zeitlich aus.

Steuerung und Dosierung eines Gebiets sind einem dauernden Wandel unterworfen:

- Mit dem generellen Wachstum des Verkehrs dehnt sich der zu steuernde Bereich mit seinen zeitweiligen Staus räumlich und zeitlich aus.
- Die Besiedlung ändert sich und damit das Strassennetz und die lokal erzeugte Verkehrsnachfrage.
- Das Angebot des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs wird durch das Verdichten der Kursfolge und mit neuen Linien verbessert.
- Die Anforderungen an die Gestaltung des Strassenraums ändern sich.

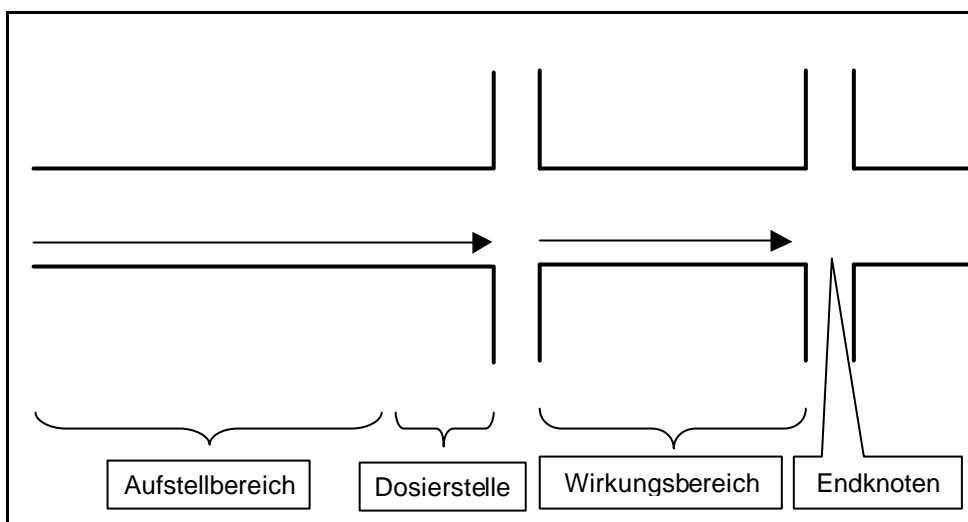
Unter dem Gesichtspunkt der Planung interessieren die erforderlichen Änderungen am Strassenraum und bei der Steuerung sowie das dabei zu wählende Vorgehen; d.h. es sollen Massnahmen ergriffen werden um bestehende Staus zu verlagern.

Dosierung kann je nach Situation eine flächenhafte oder eine lokale Massnahme sein.

Die Dosierung kann räumlich in vier Bereiche gegliedert werden:

- Der Aufstellbereich
- Die Dosierstelle
- Der Wirkungsbereich
- Der Endknoten

Figur 7
Gliederung einer
Dosierung bei einem
lichtsignalgesteuerten
Knoten

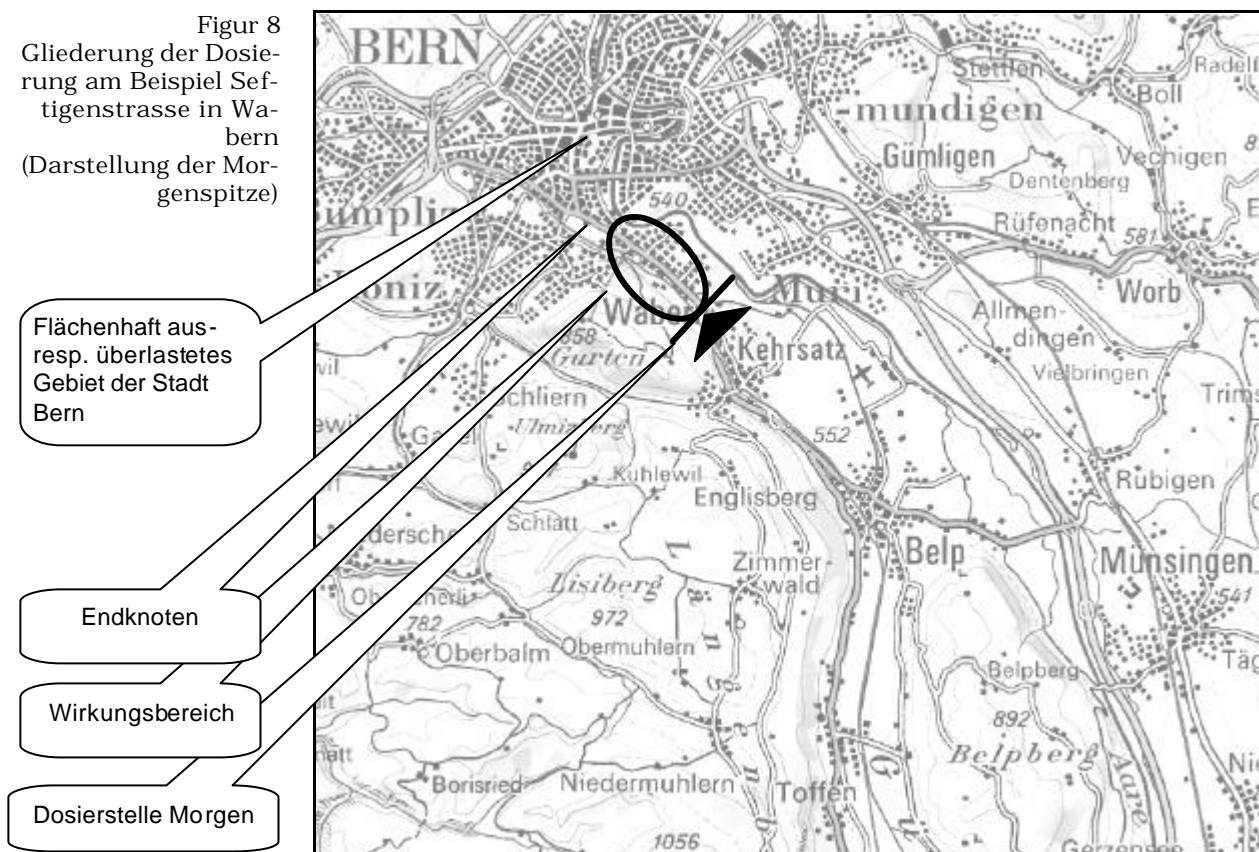


Der Endknoten ist meist der ursprüngliche Leistungsengpass. Meist handelt es sich um eine Lichtsignalanlage. Andere Knotentypen oder auch Strassenabschnitte sind seltener. Die Dosierung

muss so stark gewählt werden, dass sich an solchen Leistungsengpässen keine Staus mehr bilden.

Der Endknoten kann überleiten in ein flächenhaft überlastetes Gebiet. Dies ist ganz offensichtlich der Fall bei der Seftigenstrasse in Wabern (diese Dosierungsanlage wird unter 5.3 noch eingehend behandelt):

Figur 8
Gliederung der Dosierung am Beispiel Seftigenstrasse in Wabern (Darstellung der Morgenspitze)



Abends erfolgt die Dosierung in der Gegenrichtung für den Feierabendverkehr aus Bern. Ein ÖV – Eigentrasse von rund 800 Meter sichert einen störungsarmen Trambetrieb. Der Endknoten des Morgens wird zur Dosierstelle für den Feierabendverkehr und ist entsprechend ausgerüstet.

3.2 Organisation der Verkehrsmengen

Die Dosierungsstelle selbst besteht aus einer Lichtsignalanlage, welche – wie das Beispiel Wabern zeigt – auch aus einem mit Ampeln versehenen Kreiselsystem bestehen kann. Die Ampeln müssen den Verkehrsfluss so dosieren, dass die maximal zulässige Verkehrsmenge im zu dosierenden Strassenabschnitt nicht überschritten wird. Diese kann eine feste Zahl sein, die auf Erfahrungswerten beruht und je nach Tageszeit schwanken kann. Sie kann aber auch durch die momentane Stausituation im Bereich des Endknotens bestimmt werden.

Die Dosierung soll auf eine den Verkehrsteilnehmern möglichst plausible Art erfolgen. Das kann erfolgen durch kurze Umlaufzeiten oder lange Grünzeiten für Fussgänger und Velos. Alles-Rot-Zeiten sind möglichst zu vermeiden. Zumindest sind zusätzliche Informationen an die betroffenen Automobilisten nötig (Figur 16, Seite 45; Figur 18, Seite 46; Figur 24, Seite 49; Figur 30, Seite 53; Figur 32, Seite 54).

In vielen Fällen muss aber auch im Bereich der Zufahrten (Aufstellbereich) dafür gesorgt werden, dass die Stauräume optimal bewirtschaftet werden und insbesondere die Busse resp. Trams unbehindert passieren können.

Die Steuerung ist auf die Information über die momentane Verkehrssituation angewiesen.

Beim Individualverkehr müssen Verkehrsmengen und Staulängen (insbesondere Ende der Kolonne) erfasst werden. Dies geschieht über Detektoren. Staudetektoren müssen zwischen einem sich bewegenden Fahrzeugpulk und gestauten Fahrzeugen unterscheiden können. Sie können jedoch nur gerade für die Stelle, an der sie sich befinden, angeben, ob ein Stau besteht oder nicht. Die Lage von Staudetektoren ist daher eng mit der Steuerungslogik verknüpft nach dem Grundsatz, wenn der Staudetektor einen Stau meldet, so soll die Steuerung in einer vorbestimmten Weise reagieren. Die Steuerung und die Lage der Detektoren bilden eine Einheit. Im Gegensatz zu den Detektoren lässt sich die Steuerung relativ einfach an die sich ändernden Gegebenheiten und Erkenntnissen anpassen.

Mit einem dichten Netz von Detektoren kann man der Steuerung ein recht genaues Bild der jeweiligen Verkehrssituation vermitteln: wo hat es wie viel Verkehr und ist er gestaut oder nicht. Nicht möglich sind jedoch Aussagen über die Absichten der Verkehrsteilnehmer: Ob ein Auto nach rechts abbiegen will, lässt sich nicht vorhersagen, es sei denn, es hat einen Rechtsabbiegestreifen. (Daher kann der Informationsbedarf auch einen Einfluss auf die Fahrstreifenanzahl und ihre Zuteilung zu Fahrrichtungen haben.) Aus Erfahrungswerten lässt sich allenfalls abschätzen, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein Auto nach rechts ab-

biegt.

Beim öffentlichen Verkehr sind die Voraussetzungen anders. Der Bus oder das Tram gibt mit der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Linie auch das Abbiegeverhalten an den nächsten Knoten bekannt. Zusätzlich können auch weitere Informationen gegeben werden, wie Fahrplanlage oder Anschlussbedingungen.

Voraussetzung ist allerdings, dass die Busse und Trams mit den entsprechenden Sendern ausgerüstet sind. Es ist also zwingend, die Steuerung und die Fahrzeugausrüstung auf einander abzustimmen. Einschneidend ist, dass alle eine Dosierstelle befahrenden Busse und Trams entsprechend ausgerüstet sind (was keineswegs selbstverständlich ist). Die entsprechende Technologie wird schnell und grundlegend weiterentwickelt. Bei der Planung von Dosierstellen ist daher ein frühzeitiger Kontakt zu allen betroffenen Verkehrsunternehmungen dringend.

Zentrale Vorgabe an den Steuerungsspezialisten ist, wie die Steuerung auf die einzelnen auf die Meldungen von Detektoren sowie Bussen und Trams reagieren soll; welche Prioritäten dabei zu beachten sind.

4. Die Bedürfnisse der Verkehrsteilnehmer

Begründung für
Dosierung; Herlei-
tung des Bedürfnis-
ses

Die Bedürfnisse der Verkehrsteilnehmer haben für die Dosierung in zweierlei Hinsicht Bedeutung:

- Aus den Bedürfnissen der Verkehrsteilnehmer ergibt sich die Notwendigkeit zur Dosierung.
- Die Bedürfnisse der Verkehrsteilnehmer bestimmen die Ausgestaltung der Dosierung im Staubereich, an der Dosierstelle und im Wirkungsraum.

Beide Bedürfnisse können ineinander greifen und werden daher nachfolgend zusammen behandelt, jedoch unterteilt nach den Kategorien der Verkehrsteilnehmer.

4.1 Strassen als Lebensräume

„Das Umfeld bestimmt die Qualität des Weges und des Aufenthalts.“¹⁹

Für das Trottoir ist neben seiner eigenen Qualität (insbesondere Breite) auf der einen Seite die Häuserfront massgebend, auf der anderen Seite der Strassenraum.

Die Feinde der wohnlichen Strasse sind:

- Verkehrsmenge
- Geschwindigkeit
- Breite
- Stau
- Parkierung
- Zweckentfremdung verbleibender Flächen
- Luftschadstoffe
- Lärm
- Erschütterungen

Eine Minimierung der Fahrbahnbreite bei möglichst grosser Leistung ist gesucht.

Nicht Siedlungsqualität **oder** Verkehrsleistung, sondern Siedlungsqualität **und** Verkehrsleistung sind gefragt.

Bus- und Tramhaltestellen bilden dabei einen besonders kritischen Bereich. Der Abstand zwischen den Häuserfronten ist meist gegeben. Traminseln und Busnischen beanspruchen Raum, insbesondere Strassenbreite, dies meist zu Lasten von Fussgängerflächen. Dies zu vermeiden führt zur Lösung, dass der MIV und Trams resp. Busse die Fahrbahn zeitlich gestaffelt zum

Durchfahren resp. als Haltefläche benutzen. Voraussetzung dazu ist, dass Staus nie in diese Haltefläche hineinreichen. Dies sicherzustellen kann eine Aufgabe der Dosierung sein.

4.2 Langsamverkehr

Die Ansprüche der Fussgänger haben vor allem dann Bedeutung, wenn das Wirkungsgebiet im Siedlungsgebiet liegt. Dann kann das Hauptziel gar eine verbesserte Aufenthaltsqualität für die Fussgänger und eine Attraktivitätssteigerung des Gebiets sein.

Wesentliche Ansprüche sind:

- Sicherheit, objektiv (keine Unfälle) und subjektiv (sich nicht gefährdet fühlen).
- Verweilen (Zonen der Begegnung, Bänke, Strassencafe)
- Bewegungsfreiheit (Freies Queren der Strassen. Wenn Lichtsignalanlagen, dann kurze Umlaufzeiten.)

Für die Velos bestehen Ansprüche sowohl im Wirkungsgebiet wie an der Dosierstelle und dem vorgelagerten Staubereich (Aufstellbereich).

Wesentliche Ansprüche sind:

- Sicherheit
- Bewegungsfreiheit (Z.B. Velostreifen vor Lichtsignalanlagen um an den gestauten Autos vorbeifahren zu können.)
- Abstellmöglichkeiten

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass sich Velos und Autostaus nicht vertragen. Nur ein Teil der Autos fährt links an der Mittellinie und lässt so den Velos eine Fahrgasse zwischen ihnen und dem Trottoir. Wenn sie rechts nahe dem Randstein fahren, verunmöglichen sie den Velos das Vorbeifahren. Behindern Staus die Velos, so mindert dies einerseits die Attraktivität des Velos als Alternative zum Auto und andererseits führt es dazu, dass Velos auf die Trottoirs ausweichen. Dies vermindert die Attraktivität der Strassen als Lebensraum, deren Verbesserung ja gerade eines der Ziele von Dosierungskonzept ist und beeinträchtigt die Sicherheit der Fussgänger.

Werden die Ansprüche der Velofahrenden nicht angemessen erfüllt, so besteht somit eine grosse Gefahr von Konflikten zwischen Velos und Fussgängern:

Velos weichen nicht nur in Fussgängerflächen aus, sondern auch auf Busstreifen. Dies hat vor allem im Staubereich und an der Dosierstelle grosse Bedeutung. Voraussetzungen und Grenzen der Mitbenutzung von Busstreifen werden unter 5.7 behandelt.

Dosierungskonzepte müssen die Anforderungen der Fussgänger und Velos berücksichtigen. Besonders hohe Anforderungen ergeben sich für Velos an den Dosierstellen und im vorgelagerten Aufstellbereich. Obwohl dort die Zahl der Velos oft nur gering ist, muss geklärt werden, wie die Velos an den gestauten Autos vorbeikommen (Abschnitt 5.7). Die gegenüber den Autos tiefe Geschwindigkeit und langen Räumzeiten haben insbesondere dann grosse Bedeutung, wenn die Gegenfahrbahn von Bussen zum Überholen benutzt wird (elektronische Busspur, Abschnitt 5.6).

Sowohl bei den Zufussgehenden wie auch den Velofahrenden ist die grosse Spannweite der Fähigkeiten und Gefährdungen zu bedenken. Schulkinder, Betagte, Behinderte und Personen die etwas tragen oder schieben verhalten sich grundlegend anders als Jugendliche oder gar Sportler. Einerseits müssen die Schwächen der einen berücksichtigt werden, andererseits muss daran gedacht werden, dass die anderen ihre Fähigkeiten voll ausnutzen.

4.3 Störungsarmer öffentlicher Verkehr

Ein störungsarmer Betrieb ist für den öffentlichen Verkehr von zentraler Bedeutung. Die Anforderungen, welche an ihn gestellt werden, sind in diesem Zusammenhang:

- Kurze Fahrzeit
- Regelmässigkeit / Pünktlichkeit
- Anschlusssicherung
- Keine unterschiedlichen Fahrzeiten je nach Tageszeit (merkbarer Fahrplan)
- Geringer Aufwand für Betriebszentrale, -lenkung, Reservefahrzeuge
- Tiefe Kosten bei Betreiber und Fahrgästen (Vgl. Kap. 2.4)

Die Erfüllung der von der Öffentlichkeit und den Fahrgästen gestellten Anforderungen an den öffentlichen Verkehr wird durch Staus, in welchen Busse oder Trams stecken bleiben, gefährdet.

Die Sicherung eines störungsarmen Busbetriebs ist oft das zentrale Anliegen, welches zur Ausarbeitung eines Dosierungskonzepts führt und muss in jedem Fall gewährleistet werden.

Die Kenntnis über Lage und Grösse von Staus und Busbehinderungen ist eine massgebliche Grundlage für die Erarbeitung von Dosierungskonzepten.

4.4 Bedürfnisse des MIV's

Leistungsengpässe führen zu Staus. Wächst der Verkehr weiter an, so dehnen sich die Staus aus. Ab einem gewissen Moment werden von den Staus auch weitere Verkehrsströme betroffen, welche den eigentlichen Leistungsengpass gar nicht befahren wollen.

Dies lässt sich schon an einem einzelnen Knoten beobachten. Für Rechtsabbieger bestehen meist erhebliche Leistungsreserven. Oft können Automobilisten den Rechtsabbiegestreifen gar nicht erreichen, weil sie im Stau der Geradeausfahrer stecken.

Dehnt sich der Stau über weitere Knoten hinaus aus, so werden dort weitere Verkehrsströme behindert, welche den Leistungsengpass selbst gar nicht berühren. Der Anteil der Fahrzeuge, welche den massgebenden Leistungsengpass passieren wollen, an der Gesamtmenge des Staus, nimmt mit zunehmender Entfernung vom Leistungsengpass ab.

In vielen Fällen sind Staus wohl unvermeidbar. Dann sollte aber wenigstens dafür gesorgt werden, dass Autos, welche den ursächlichen Leistungsengpass gar nicht passieren wollen, möglichst wenig betroffen werden.

Daraus ergibt sich eine Anforderung an die Dosierung: Ein Dosierungskonzept muss unter anderem so aufgebaut sein, dass möglichst nur der den massgebenden Leistungsengpass befahrende Verkehr gestaut wird.

Die Dosierung kann auch ein Instrument sein, um zu verhindern, dass Verkehr von einem überlasteten Netzteil in andere Netzteile ausweicht. Insbesondere das Ausweichen auf ein untergeordnetes Netz bringt normalerweise Nachteile. Relativ kleine Verkehrsmengen, welche von einer Autobahn auf das Kantonsstrassennetz ausweichen, genügen, um den Verkehr auf dem Lokalstrassennetz grossflächig zum Erliegen zu bringen. Dosierung kann somit ein Instrument sein, um zu verhindern, dass sich Staus flächenhaft ausdehnen.

Wird die Verkehrsdichte zu einem Sicherheitsproblem, so kann eine Dosierung eine Massnahme sein. Beispiele sind das Einmünden in dicht befahrene Hauptverkehrsstrassen und Autobahntunnels.

5. Dosierung als Einzelanlage

Die typische und verbreitetste Form einer Dosierstelle ist ein Lichtsignalgesteuerter Knoten. An einem Knoten vor einem Rotlicht warten zu müssen, ist den Automobilisten vertraut und wird von ihnen akzeptiert. Wird der Knoten von öffentlichen Verkehrsmitteln befahren, so muss dieser wesensgerecht behandelt werden; auch dieser Fall ist weitverbreitet und entsprechend umfassend sind die Erfahrungen, die auf den Sonderfall der Dosierstelle angewandt werden können. (Ziffern 5.1 und 5.2)

Anders verhält es sich mit Dosierstellen an Kreiseln (Ziffern 5.3 und 5.4), wenn sie von einem Knoten zurückversetzt „auf offener Strecke“ realisiert werden müssen (Ziffer 5.5) oder wenn die Gegenfahrbahn von Bussen befahren wird und dabei jede einzelne Fahrt von Lichtsignalen abgesichert werden muss („elektronische Busspur“, Ziffern 5.6). Solche Lösungen sind wenig bekannt. Sie werden ausgehend von Beispielen behandelt.

An den Dosierstellen muss auch den Bedürfnissen des Veloverkehrs Rechnung getragen werden. Bei der Planung von Dosierstellen müssen auch für sie Lösungen aufgezeigt werden. Beispiele zeigen unterschiedlich Ansätze im Zusammenhang mit der Velowegnetz (Ziffer 5.7).

Die bisher angesprochenen Typen von Dosierstellen richten sich an den in ein Gebiet einfahrenden Verkehr, sei dies Ziel- oder Durchgangsverkehr. Im Wirkungsgebiet selbst entsteht aber auch Verkehr (Quell- und Binnenverkehr). Wenn dieser erheblich ist, so muss auch er dosiert werden (Ziffern 5.8). Dies umso mehr, als eine Dosierung ausschliesslich am Rand des Wirkungsgebiets den Quell- und Binnenverkehr zu Lasten des Ziel- und Durchgangsverkehrs bevorzugt und sein Wachstum fördern kann.

Die meist „leeren“ Busspuren führen zum Wunsch anderer Verkehrsteilnehmer, insbesondere der Taxis, diese mit benutzen zu dürfen (Ziffer 5.9)

Bevor auf die einzelnen Typen von Dosierstellen eingegangen wird, sei ein ihnen gemeinsamer Aspekt behandelt: die Information. Dosieren bedeutet ja, weniger Verkehr an einer bestimmten Stelle des Strassennetzes durchlassen, als dies eigentlich von den lokalen Gegebenheiten her möglich wäre. Dies steht im Gegensatz zu den vordergründigen Interessen der Automobilisten, welche weiter fahren wollen. In vielen Fällen bedeutet Dosieren für eine Mehrzahl der Automobilisten kein Zeitverlust, sondern nur ein Warten an einem anderen Ort. Einerseits muss sicher gestellt werden, dass die Automobilisten nicht irrtümlich glauben, die Lichtsignalanlage funktioniere nicht richtig. Andererseits ist es sinnvoll, sie auf den weiter vorne bestehenden Stau hinzuweisen, dies insbesondere wenn der überblickbare Strassenraum staufrei ist. In der nachfolgenden Behandlung der einzelnen Typen von Einzelanlage

finden sich Beispiele (Figur 16, Seite 45; Figur 18, Seite 46; Figur 24, Seite 49, Figur 26, Seite 51).

Ein anderer Aspekt der Information ist die Öffentlichkeitsarbeit, welche bei der Planung und der Inbetriebnahme von Dosieranlagen erforderlich ist.

5.1 Dosierstellen ohne öffentlichen Verkehr

Der einfachste Fall einer Dosierstelle und des ihm vorgelagerten Stauraums liegt dann vor, wenn kein öffentlicher Verkehr betroffen wird. Im Idealfall liegt die Dosierstelle am Siedlungsrand bei einem ersten Knoten, welcher die plausible Begründung für eine Lichtsignalanlage liefert. Sie wird nach den Bedürfnissen der Dosierung betrieben, d.h. sie leitet den nachfolgenden Knoten nur soviel Verkehr zu als die ihrerseits bewältigen können.

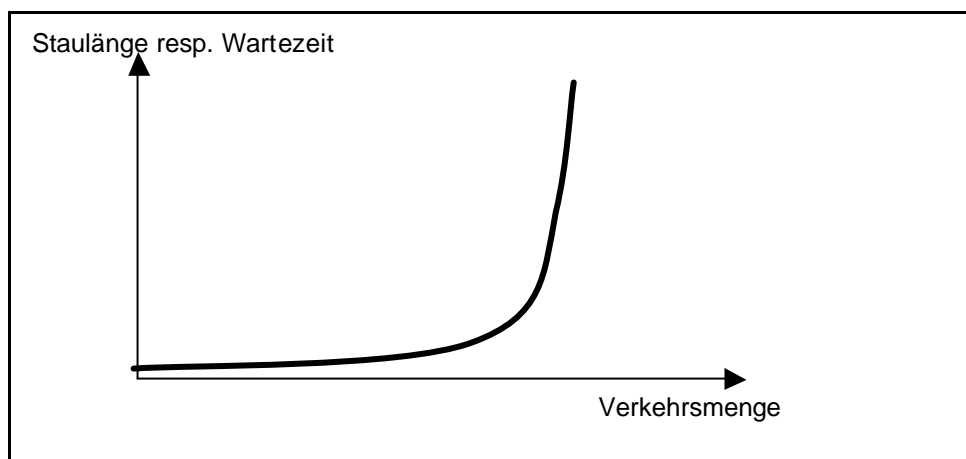
Der Stauraum liegt in diesem Idealfall ausserhalb der Siedlung. Der Stau verursacht dann weder Immissionen im Siedlungsgebiet noch Konflikte beim Anliegerverkehr. (Die Gefahr von Konflikten beim Anliegerverkehr sollte jedoch nicht überschätzt werden. Durch gegenseitige Rücksichtnahme und Flexibilität der Automobilisten wird diese häufige Situation meist problemlos gemeistert.)

Beim Stauende müssen die nötigen Anhaltesichtweiten gegeben sein. Damit stellt sich die schwierig zu beantwortende Frage, wie lange die Staus werden.

Wie die beiden nachfolgenden Abbildungen aus den einschlägigen VSS-Normen zeigen, steigen Zeitbedarf und Staulängen beim Erreichen der Leistungsgrenze extrem stark an. (Beispiel Lichtsignalanlagen.)

Figur 9
Stark ansteigende
Wartezeiten und
Staulängen beim
Erreichen der Lei-
stungsgrenze an
Lichtsignalanlagen

Grundlagen:
SN 640 833
„Lichtsignalanlagen;
Nutzen“
SN 640 023
„Leistungsfähigkeit,
Verkehrsqualität,
Belastbarkeit“



Überlastungen äussern sich also in Verlustzeiten und Staulän-

gen, welche beide extrem anwachsen, wenn die Nachfrage auch nur geringfügig weiter zunimmt. Entsprechend gross ist der Druck zu reagieren. Die Verkehrsteilnehmer reagieren dadurch, dass sie die Entscheide zur Fahrt anders treffen (andere Route, anderer Zeitpunkt etc. ; siehe Kap. 2.1)

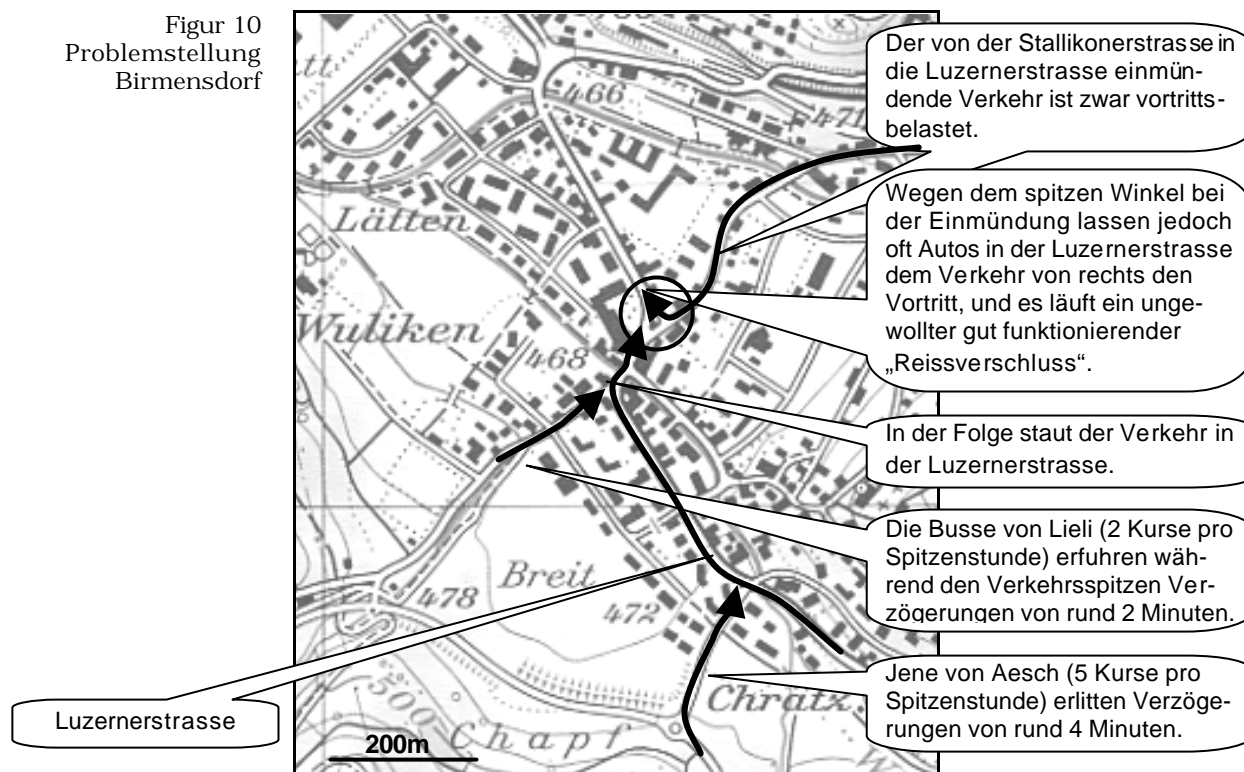
Es ist folglich kaum möglich, die zu erwartenden Staulänge auf Grund von Nachfrageabschätzungen zu bestimmen. Im Agglomerationsverkehr kann man beobachten, dass auf parallelen Routen gesamthaft ähnliche Zeitverluste in Kauf genommen werden (andernfalls würden ja findige Automobilisten die Route wechseln und damit einen Ausgleich herbeiführen).

Ausgangspunkt für die Abschätzung der Staulänge können insbesondere die bestehenden Staulängen sein. Mit der Dosierung werden die Staus ja primär verlagert. Vermutlich ist dabei weniger die Staulänge in Fahrzeugen oder Metern massgebend, als viel mehr die dabei entstehenden Verlustzeiten.

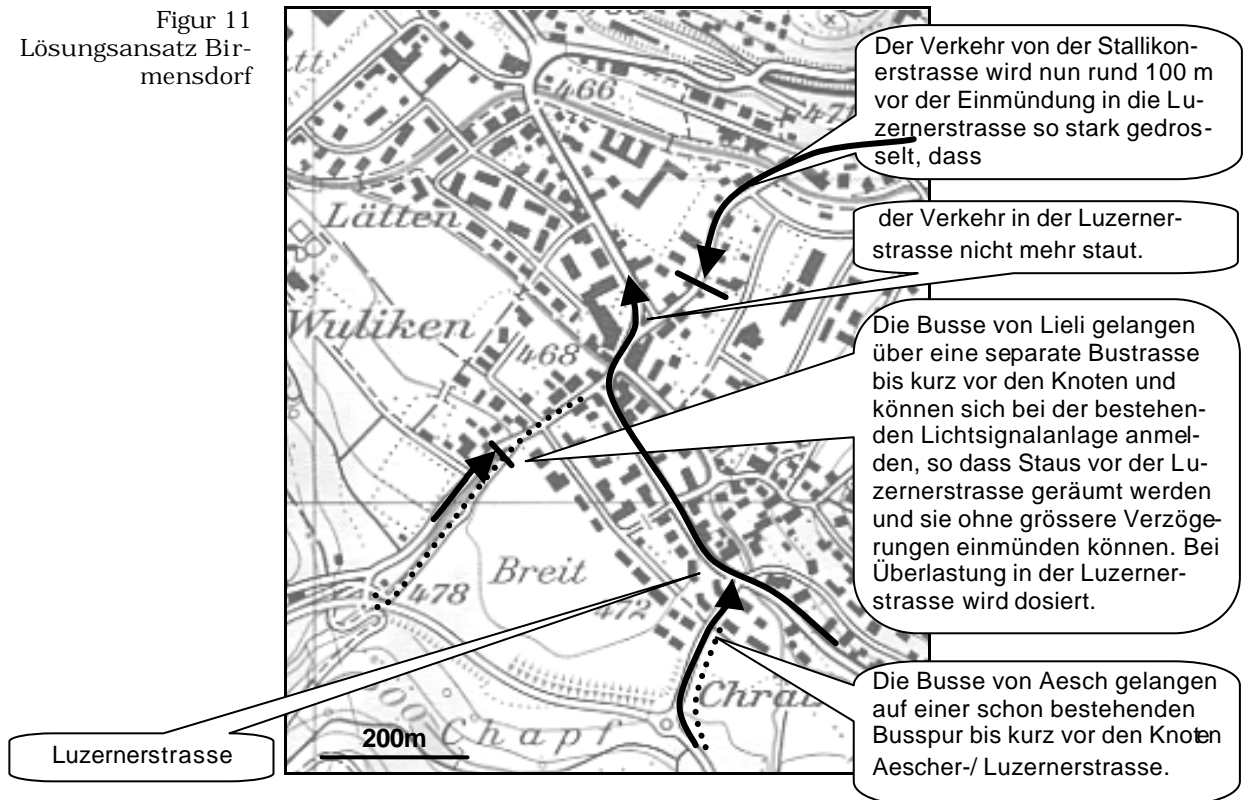
Daraus ergibt sich, dass an Dosierstellen mit grosser Leistungsfähigkeit (Fz/h) lange Stauräume benötigt werden, an Dosierstellen mit geringer Leistungsfähigkeit kürzere. Die Staulänge an benachbarten Dosierstellen werden sich etwa so einspielen, dass an beiden Orten gleichlange Verlustzeiten entstehen.

Ein Beispiel für eine einfache Dosierstelle ist die Einmündung der Stallikonerstrasse in die Luzernerstrasse im Zentrum von Birmensdorf (ZH):

Figur 10
Problemstellung
Birmensdorf



Figur 11
Lösungsansatz Bir-
mensdorf



Figur 12
„Reissverschluss“
Luzerner- / Stall-
ikonstrasse



Wegen dem spitzen Win-
kel bei der Einmündung
lassen die Autos in der
Luzernerstrasse (links)
dem Verkehr von rechts
den Vortritt, und es läuft
ein ungewollter, gut funk-
tionierender „Reissver-
schluss“.

Figur 13
Dosierstelle Stall-
ikonstrasse



Dosierstelle: Bei Rot
leuchtet die Erläuterung
Stau.

5.2 Dosierstellen an Lichtsignalanlagen mit ÖV

Benutzen individueller und öffentlicher Verkehr den gleichen Strassenraum, so ist es verkehrstechnisch optimal, wenn dem öffentlichen Verkehr eigene Fahrstreifen zugewiesen werden können und diese über allfällige Stauenden hinaus reichen.

Diese Maximalforderung nach separaten Fahrstreifen für den öffentlichen Verkehr kann aber oft nicht erfüllt werden, meist weil nicht genügend Flächen für die Fahrstreifen zur Verfügung stehen. Oft ist sie auch nicht verhältnismässig.

Die Dosierstelle und der vorgelagerte Staubereich müssen nicht die gleiche Fahrstreifenaufteilung aufweisen. Häufig sind im Staubereiche separate MIV- und Busfahrstreifen, welche an der Dosierstelle selbst in richtungsspezifische Gemischtverkehrsfahrstreifen übergehen. Dies bildet die Standardlösung für Dosieranlagen. Dies setzt voraus, dass unmittelbar vor dem Vorsortierbereich einer Dosierstelle (meist Lichtsignalanlage) auf ausreichender Länge eine separate Busspur bereitgestellt werden kann.

- Separater Fahrstreifen für ÖV
- Gemeinsamer Fahrstreifen mit unkritischen MIV-Strömen (oft Links- oder Rechtsabbieger)
- Räumen des Staus (bei wenig dichtem Fahrplan)

In die Planung einer Dosierstelle müssen auch allfällige ÖV - Haltestellen einbezogen werden. Eine Anordnung der Haltestelle nach dem Knoten hat die Vorteile, dass

- Die Busse sich anmelden können und ihnen eine Sonderphase gegeben werden kann.
- Die Fussgängerquerung der Strasse hinter dem haltenden Bus erfolgt, der Bus die Sicht auf die Fahrbahn betretende Fussgänger nicht behindert und die Fussgänger die weggehenden Busse nicht behindern.
- Die Ausfahrt aus der Haltestelle ohne weitere Anmeldung und dem Abwarten der eigenen Phase erfolgen kann.

Damit entfällt eine Situation, welche für Buschauffeure und Fahrgäste gleichermaßen unangenehm ist: Nachdem der Fahrgastwechsel beendet und die Bustüren geschlossen sind, wartet der Bus auf sein Grün. Zu diesem Zeitpunkt kommen zusätzliche Fahrgäste, die noch einsteigen wollen. Soll der Buschauffeur die Türen nochmals öffnen? Er weiss unter Umständen weder wie lange er noch auf sein Grün warten muss noch wie viel Zeit verstreichen wird, bis er die Türen wieder schliessen kann. Öffnet er nicht, so sind die zurückgelassenen Fahrgäste erbost und müssen auf den nächsten Kurs warten. Öffnet er die Türen nochmals, so besteht die Gefahr, dass er sein Grün verpasst und er zusammen mit seinen Fahrgästen einen Phasenumlauf abwarten muss. Das alles entfällt, wenn sich die Haltestelle nach dem Knoten befindet.

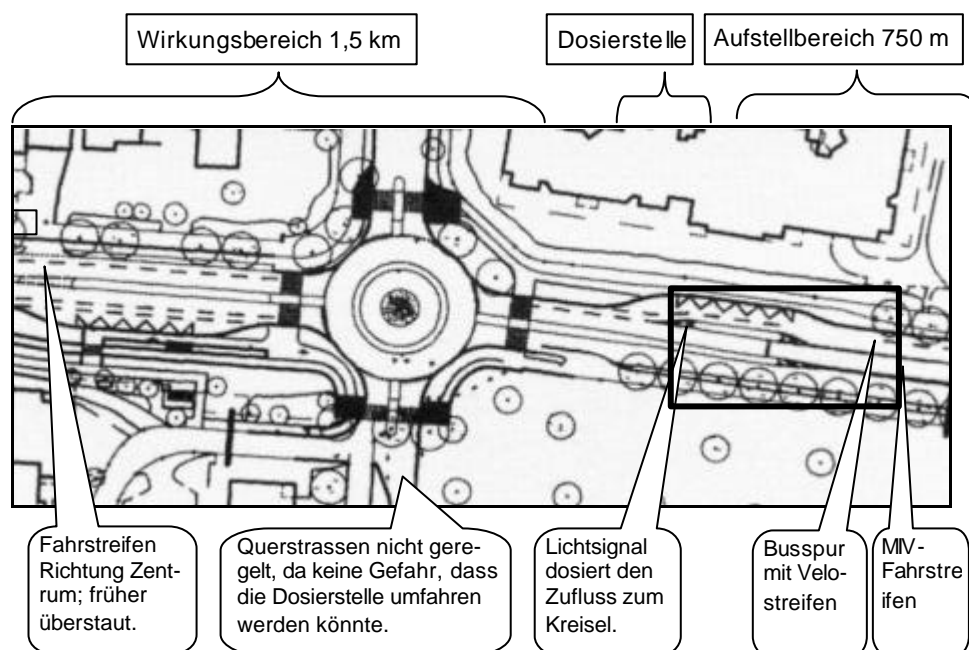
5.3 Dosierstellen an Kreiseln

Damit ein Kreisel überhaupt als Dosierstelle in Frage kommen kann, muss er mit Ampeln ergänzt werden, einer Kombination welche den Verkehrsteilnehmern (noch) wenig vertraut ist.

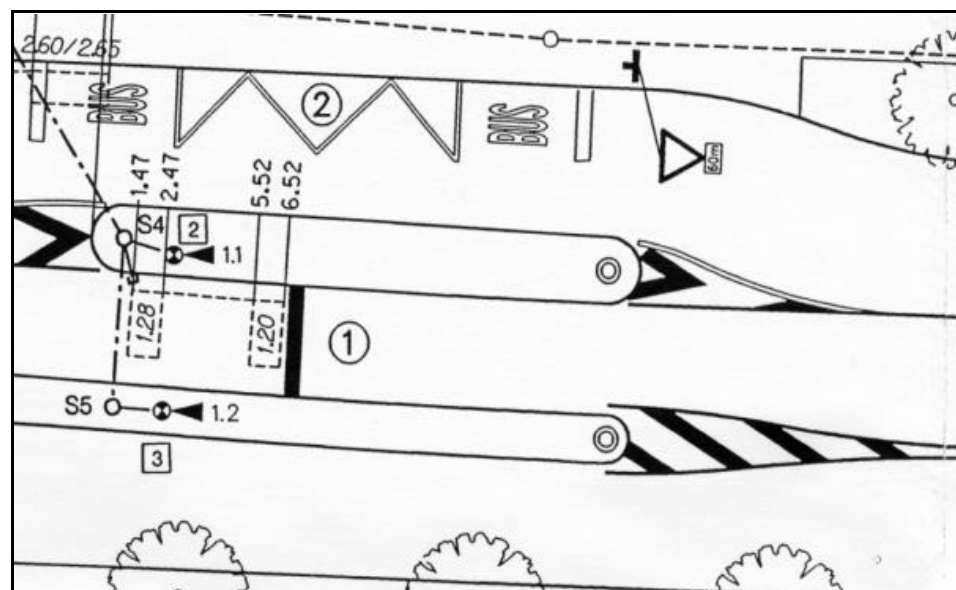
Beispiel Wabern Der Fall einer Dosierstelle an einem Kreisel wird an einem Beispiel behandelt. Die wohl bekannteste Kombination von Kreisel und Dosierstelle befindet sich am südöstlichen Ende der Seftigenstrasse in Wabern bei Bern. Mit ihr wird der in Richtung Bern einfahrende Verkehr dosiert und die rund 1,5 km Ortsdurchfahrt von Stau freigehalten. In der nachfolgenden Figur 14 befindet sich Bern und die staufreie Ortsdurchfahrt links, der Verkehr der gestaut wird, kommt von rechts.

Figur 14
Kreisel Lindenweg
Seftigenstrasse
Wabern

Quelle:
Strassen-und
Schiffahrtsamt des
Kantons Bern



Figur 15
Detail 1:250
von Figur 15



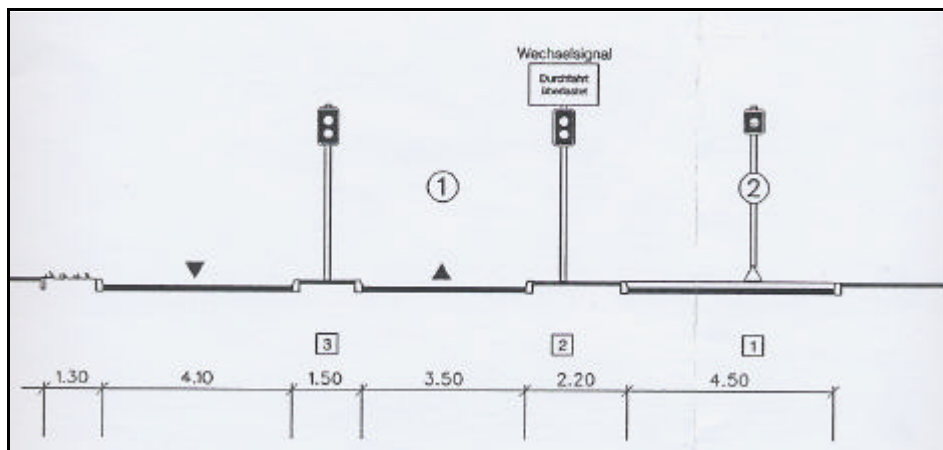
- Aufstellbereich** Der Aufstellbereich (rechts in den Plänen; nicht dargestellt) umfasst einen Individualverkehrsstreifen von 750 Metern Länge und parallel dazu einen kombinierten Bus-/Velostreifen von je 4,5 Metern Breite. Die Fahrstreifenbreite der Gegenrichtung beträgt 5 Meter. (gesamte Fahrbahnbreite 14 Meter). Die Strasse war früher vierstreifig und wurde im Rahmen der Umgestaltung der Seftigenstrasse ummarkiert, was die sehr grosszügigen Abmessungen (Fahrstreifenbreite und Länge der Busspur) erklärt. Ohne diese speziellen Voraussetzungen würde sich die Frage stellen, wie lang der Busstreifen sein soll und wie breit die Fahrstreifen. Die Länge der Busstreifen ergibt sich aus der maximalen Staulänge. Auf die Fahrstreifenbreiten haben Lastwagenanteil und die Menge der Velos einen Einfluss.
- Besonderheiten im Wirkungsbereich** Gut 1 Km nach der Dosierstelle befindet sich die Wendeschleife (Endstation) des Trams. Bei einer Tramausfahrt wird der Verkehrsfluss stadteinwärts mit kürzeren Umlaufzeiten zusätzlich gedrosselt, so dass sich keine grösseren Pulks hinter den Trams bilden.
- Information** Mit Information Verständnis und Akzeptanz schaffen. Die im allgemeinen guten Kenntnisse der Pendler über die Verkehrsverhältnisse und -probleme sind dazu gute Voraussetzungen. Das Wechselsignal „Durchfahrt überlastet“ erscheint zusammen mit dem Rotlicht und erklärt die ungewohnte Situation (Kreisell und Ampel / Rot obwohl kein Stau erkennbar ist).

Figur 16
Wechselsignal
„Durchfahrt
überlastet“



Quelle:
Strassen-und
Schiffahrtsamt des
Kantons Bern

Figur 17
Querschnitt 1:200



Quelle:
Strassen-und
Schiffahrtsamt des
Kantons. Bern /
B+S Ingenieur AG

Beispiel
Obersiggenthal

Eine weiteres Beispiel für eine Dosierstelle an einem Kreisel befindet sich bei der Ortseinfahrt Obersiggenthal (AG):

Figur 18
Lichtsignalgesteu-
erter Kreisel
Obersiggenthal



LSA auf ist rot, wenn
Stau im nachfolgenden
Strassenabschnitt oder
bei Buseinfahrt in
Kreisel.

Signal Stau,
leuchtet, wenn
LSA auf rot ist
wegen Stau im
nachfolgenden
Strassenab-
schnitt.

Lichtsignal für
Bus

Strasse ohne
Stauprobem.

Beispiel
Fällanden

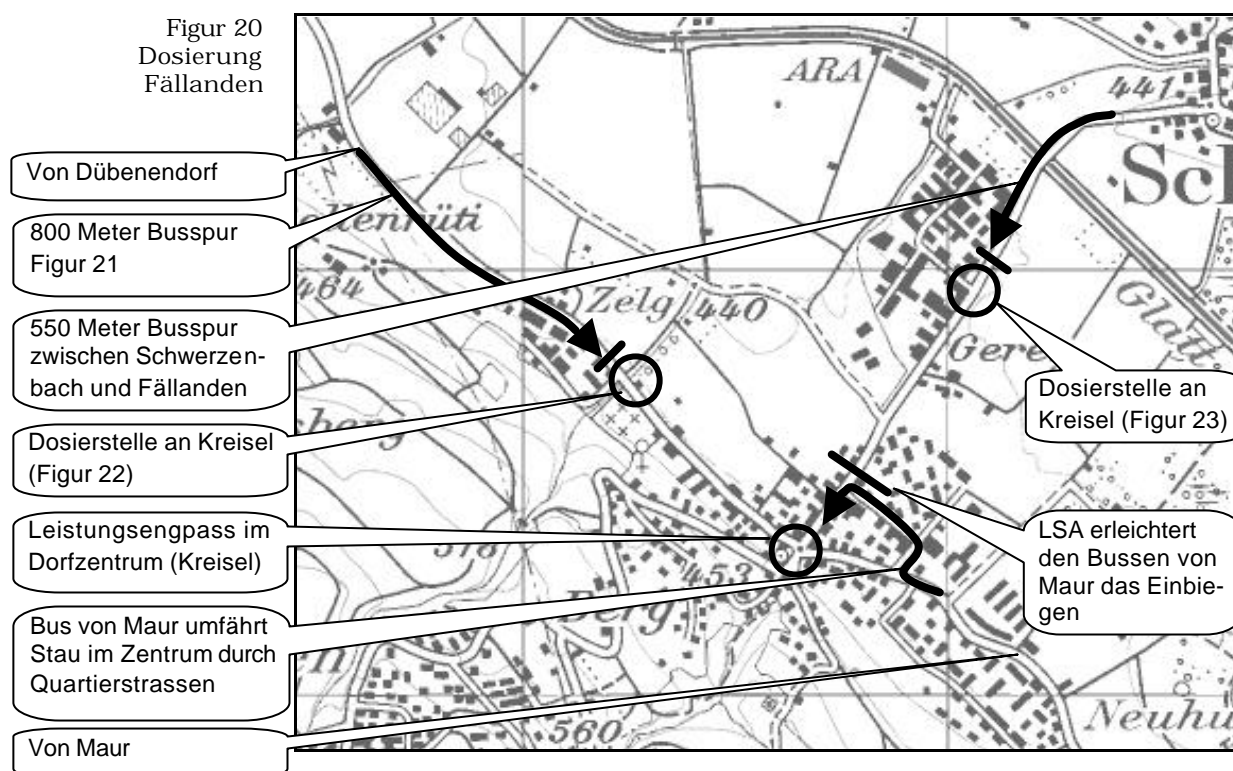


Figur 19
Enge Verhältnisse
im Zentrum von
Fällanden

Im Zentrum von Fällanden befindet sich ein Kreisell, welcher während den Verkehrsspitzen überlastet ist. Die Platzverhältnisse sind sehr eng. Auf den Zufahrten von Dübendorf und von Schwerzenbach wurden je Busspuren geschaffen, welche an Kreiseln enden. An diesen Kreiseln wird der Verkehr dosiert.

Die Busse von und nach Maur werden über Quartierstrassen geführt. Eine LSA erleichtert ihnen das Einmünden in die Strasse von Schwerzenbach.

Figur 20
Dosierung
Fällanden



Figur 21
Beginn der 800
Meter langen
Busspur von
Dübendorf



Figur 22
Dosierstelle bei der
Zufahrt von
Dübendorf

Die Busspur
mündet vor dem
Kreisel in die MIV-
Spur; die Dosier-
stelle mit ihrer
Ampel ist leicht
zurückversetzt



Figur 23
Dosierstelle bei der
Zufahrt von
Schwerzenbach

Die Busspur
mündet direkt in
den Kreisel; die
Dosierstelle mit
ihrer Ampel befin-
det sich unmittel-
bar am Kreisel.
Unmittelbar vor
dem Kreisel
befindet sich eine
Bushaltestelle



Figur 24

Die Ampel ist ergänzt mit der festen Erläuterung „Busbevorzugungsanlage“.

Im Normalbetrieb ist die unterste Ampel gelb blinkend. Muss dosiert werden, so leuchtet zuerst die mittlere Ampel im Dauergelb, bevor schliesslich oben rot aufleuchtet.



Fazit Dosierstelle an Kreiseln

Dosierstellen an Kreiseln benötigen Ampeln. Die Kombination von Kreiseln und Lichtsignalanlage ist noch wenig verbreitet. Die Beispiele belegen aber, dass diese Lösung funktioniert und zweckmässig sein kann. Folgenden Aspekten ist besondere Beachtung zu schenken:

- Aufstellbereich und Dosieranlage müssen übersichtlich sein.
- Kurze Umlaufzeiten mit kurzem Grün für wenige Fahrzeuge sind besser geeignet als lange Umlaufzeiten mit langem Grün (pro Umlauf).
- Information im Strassenraum betreffend Überlastung im Siedlungsbereich oder Busbevorzugung. Figur 13, Seite 42, Figur 16, Seite 45, Figur 24 Seite 49 und Figur 30, Seite 53 zeigen verschieden Möglichkeiten, wie diese Information vermittelt werden kann
- Die Busspur mündet vor dem Kreiseln in die MIV-Spur (Figur 22) oder die Busspur mündet direkt in den Kreiseln (Figur 23).
- Ev. Rotlichtüberwachung
- Öffentlichkeitsarbeit

Das Beispiel Seftigenstrasse zeigt auch, wie eine sehr gut ausgebaute Ortsverbindungsstrasse (2x2 Fahrstreifen) zweckmässig zu Stauraum, Busspur und Velostreifen umgenutzt werden kann, ohne dass dadurch dem Individualverkehr Nachteile entstehen.

5.5 Dosierstellen auf offener Strecke

Ausgangspunkt ist der Wunsch, Staus aus der Siedlung hinaus in unbebautes Gebiet zu verlagern. Ideal ist es, wenn es dort eine Lichtsignalanlage hat, bei der man die Umlaufzeit so kurz wählen und dem Langsamverkehr (Fussgänger, ev. Velos) so lange Grün geben kann, dass die Leistung der Lichtsignalanlage jener beim Leistungsengpass im Siedlungsgebiet entspricht. Aber häufig gibt es ausserhalb des Siedlungsgebiets diese „plausible Dosierstelle“ nicht. Eigentlich müsste man die Dosierstelle auf „offener Strecke“ anordnen, auf einem möglichst übersichtlichen (geraden) Strassenabschnitt. Aber man schreckt davor zurück, eine Ampel an einer Strasse aufzustellen, „nur“ um den Verkehr zurück zu halten. Die Befürchtungen sind gross, dass die Automobilisten dies nicht akzeptieren.

Beispiel Konstanz
- Wollmatingen

Schon Ende 1990 hat man aber gerade dies auf zwei Einfahrtsstrassen nach Konstanz – Wollmatingen mit Erfolg gemacht. Vor der Inbetriebnahme der Dosierstelle bildeten sich auf den beiden Zufahrtsstrassen aus Richtung Radolfzell und Dettingen in der Morgenverkehrsspitzen je Staus von bis zu einem Kilometer Länge, zusätzlich zähflüssiger Verkehr in Wollmatingen selbst auf 350 Metern. Voraussetzung: Information und Rotlichtüberwachung.

Auf der Strasse nach Dettingen wurde zusätzlich zur Dosieranlage eine elektronische Busspur eingerichtet. Mit der Eröffnung der Umfahrung Wollmatingen wurde die Dettingerstrasse für den Durchgangsverkehr mit Ausnahme der Linienbusse gesperrt und die elektronische Busspur aufgehoben.

Figur 26
Beispiel Konstanz
nach Radolfzell



Die Dosieranlage auf der Strasse von Radolfzell ist weiterhin in Betrieb. Bei ihr wurde das Lichtsignal bei der dortigen Buswendeschleife angeordnet, womit zusätzlich das Einmünden der Busse erleichtert werden kann. Die Anlage ist mit einer Rotlichtkamera versehen, jedoch ohne zusätzliche Informationen oder Wechselsignale betreffend die Stausituation.

Figur 27
Enge Strassenverhältnisse in
Konstanz -
Wollmatingen



Figur 28
Dosierstelle
Radolfzellerstrasse
in Konstanz -
Wollmatingen



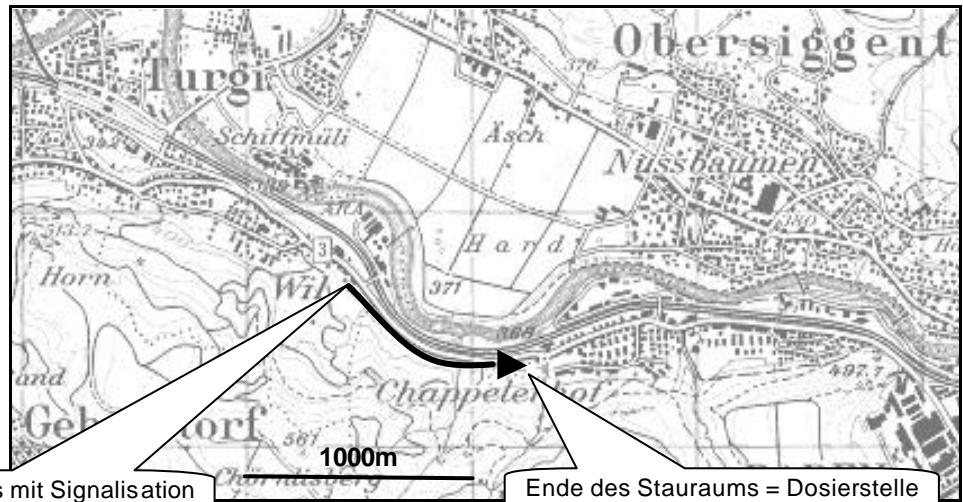
Beide Anlagen, befinden resp. befanden sich auf übersichtlichen Strassenabschnitten, was auch für den Aufstellbereich / Stauraum gilt. Da auf der offenen Strecke abseits von Knoten und Bebauung nicht mit stehenden Kolonnen gerechnet wird, ist dies für die Sicherheit wichtig.

Die Anlagen sind / waren nur während der Morgenverkehrsspitze von 6.30 bis 9.00 in Betrieb.

Beispiel Turgi - Baden

Ein weiteres Beispiel für eine Dosieranlage auf offener Strecke findet sich zwischen Turgi und Baden:

Figur 29
Dosierstelle zwischen Turgi und Baden



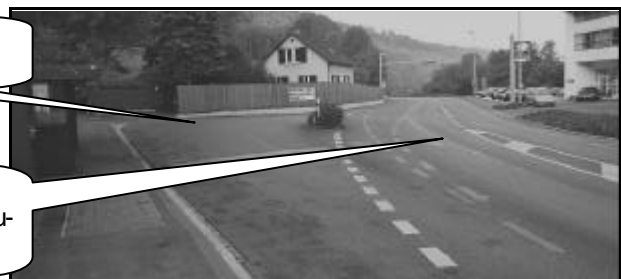
Figur 30
Beginn und Ende des Stauraums



Figur 31
Ausfahrt aus Dosierstelle für Busse

Ausfahrt für Busse zur Haltestelle

..... oder Durchfahrt, wenn keine Fahrgäste zu- oder aussteigen wollen



Bereits erwähnt (Ziffer 5.1) wurden die Dosieranlagen in der Stal-likoner- und Lielistrasse in Birmensdorf. Bei beiden Anlagen wird das Rotlicht ergänzt durch ein Textfeld „Stau“:

Figur 32
Dosieranlagen Stal-likoner- und Lielistrasse (bei letzterer ist der Text im Gegenlicht nicht lesbar)



In der Lielistrasse kann das Textfeld bei Gegenlicht kaum lesbar sein. (Die Lielistrasse verläuft in diesem Abschnitt in West – Ost-Richtung, so dass gerade während der Morgenverkehrsspitzen Blendwirkung auftreten.)

Folgerung: Bei der Wahl der Darstellungsform für die „Stauerklärung“ müssen die Lichtverhältnisse während den Betriebszeiten bedacht werden.

Fazit Dosierstellen auf offener Strecke

Dosierstellen auf offener Strecke sind möglich und können zweckmässig sein. Folgende besonderen Anforderungen müssen erfüllt sein:

- Aufstellbereich und Dosieranlage müssen übersichtlich sein.
- Ev. Rotlichtüberwachung
- Information im Strassenraum betreffend Überlastung im Siedlungsbereich
- Öffentlichkeitsarbeit

Die Möglichkeit von Dosierstellen auf offener Strecke erweitert den Handlungsspielraum beim Erarbeiten von Dosierungskonzepten.

5.6 Elektronische Busspur

Wechselseitige Benutzung eines Fahrstreifens

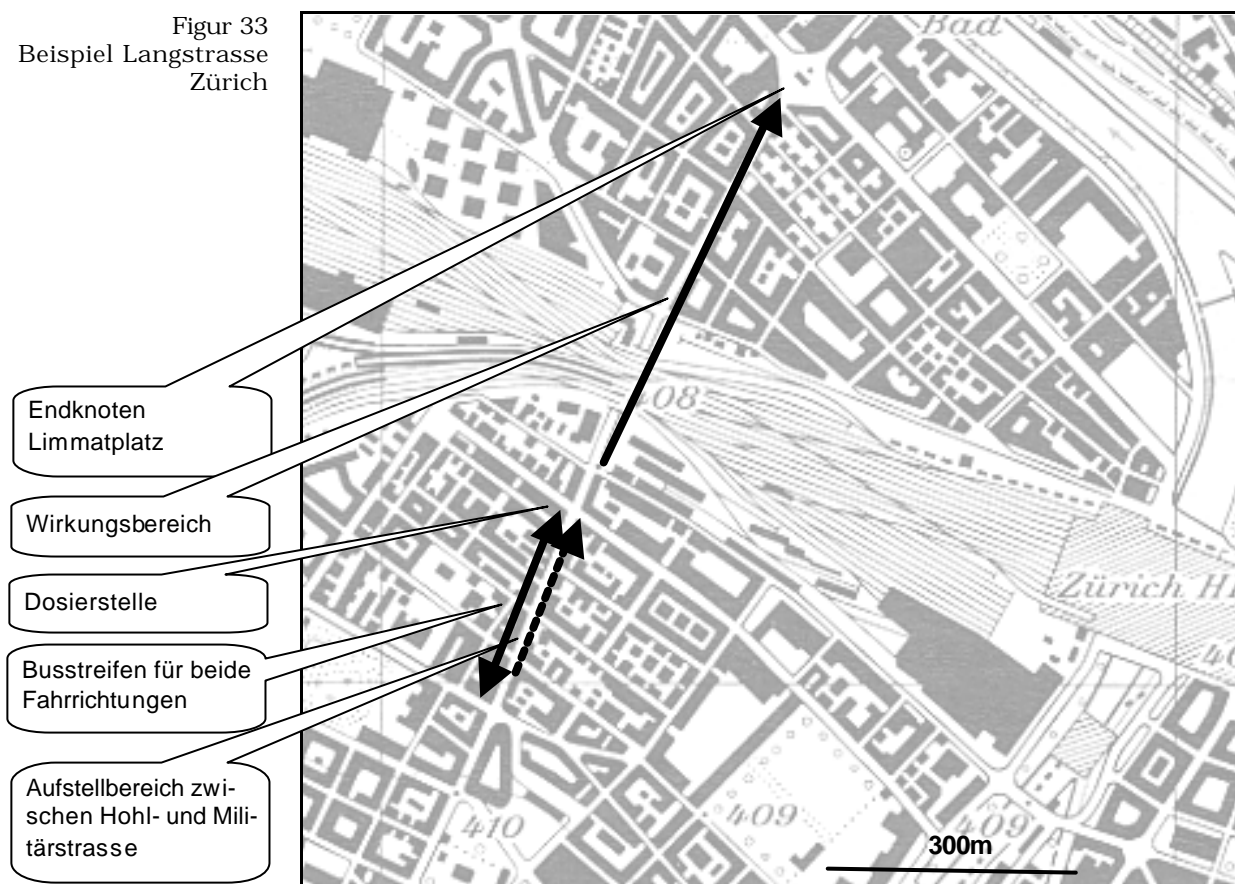
Wechselseitige
Benutzung von
Bergstrassen

Im Gebirge ist es eine seit langem angewandte Lösung, eine schmale Strasse, auf der ein Kreuzen schwierig ist, wechselseitig zu betreiben: Die eine Stunde darf hinauf, die andere hinunter gefahren werden. Zum Teil wird die Regelung nur angeschlagen, vermehrt aber mit einer Ampel verdeutlicht.

5.6.1 Beispiel Langstrasse Zürich

Eine seit langem bestehende, etwas spezielle Form einer elektronischen Busspur findet sich in der Langstrasse in Zürich. Sie wird von der Trolleybuslinie 32 befahren. Im Norden bildet der Limmatplatz einen Leistungsengpass. Der Verkehr wird an der Militärstrasse auf das vom Limmatplatz bewältigbare Verkehrsvolumen gedrosselt. Im Aufstellbereich zwischen Hohl- und Militärstrasse ist die Langstrasse als Einbahnstrasse mit erlaubter Fahrtrichtung nach Norden signalisiert. Der Aufstellbereich wird von den Bussen auf der Gegenfahrbahn umfahren, welche den Bussen der beiden Fahrrichtungen lichtsignalgeregelt alternierend zur Verfügung steht. Die mit Lichtsignal geregelte Benutzung der Gegenfahrbahn kann auch als Elektronische Busspur verstanden werden.

Figur 33
Beispiel Langstrasse
Zürich



Figur 34
Fotos zum Beispiel
Langstrasse Zürich



Einfahrt von Norden



Markierung



Einfahrt von Süden

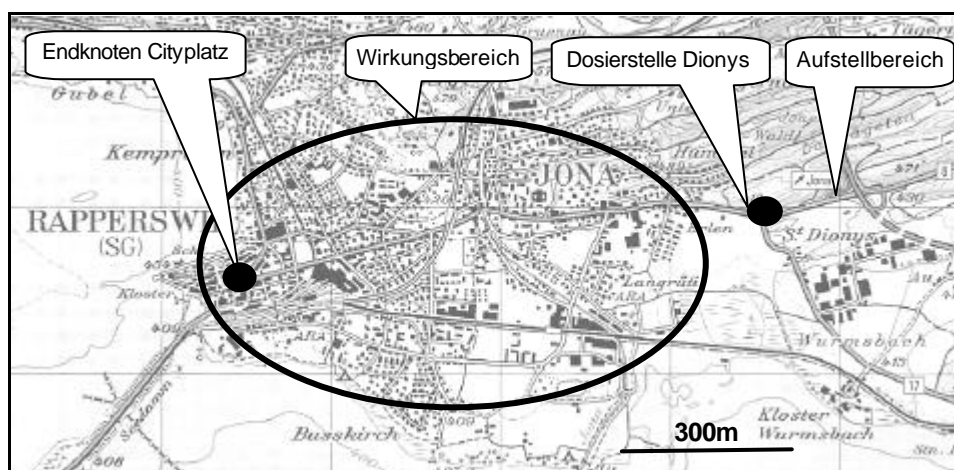


Velos benutzen die Busspur
verbotenerweise, aber
problemlos

5.6.2 Beispiel Rapperswil

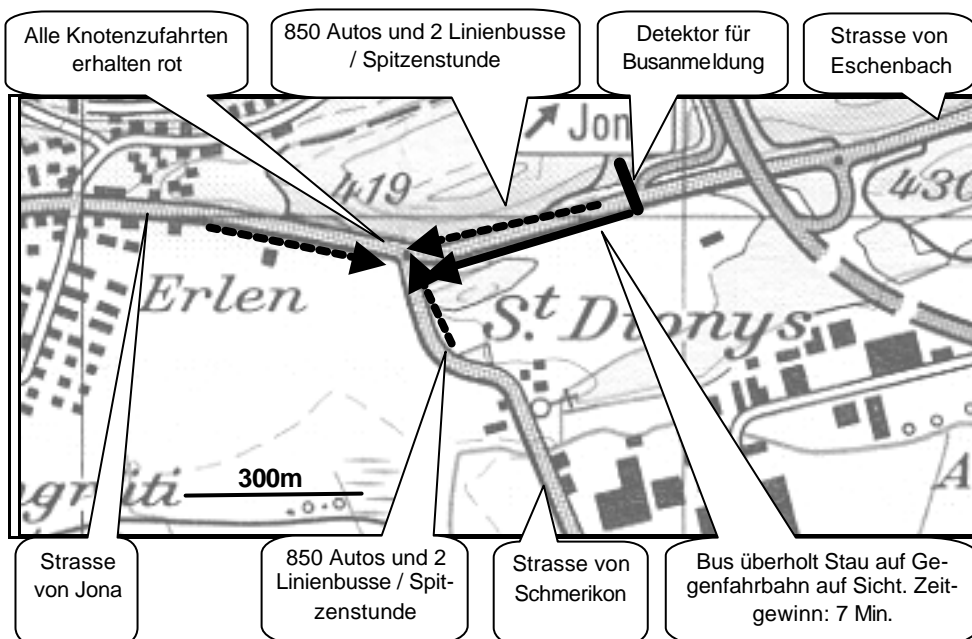
Der Knoten Cityplatz in Rapperswil bildet einen regionalen Leistungseingpass, welcher früher zu flächenhaften Staus auf den Hauptstrassen der Gemeinden Rapperswil und Jona führte. Der Verkehr wird nun am Knoten Dionys soweit gedrosselt, dass auf der Fahrt zum Cityplatz keine grösseren Behinderungen mehr bestehen. Damit haben sich die Verhältnisse für das betroffene Siedlungsgebiet und den Busbetrieb massiv verbessert.

Figur 35
Übersicht
Rapperswil



Bei der Dossierstelle umfahren die Busse die Staus auf der Gegenfahrbahn auf einer Länge von 400 Metern. Dazu melden sich die Busse über einen Detektor an, worauf am Knoten Dionys alle Ampeln auf Rot geschaltet werden. Nachdem die Gegenfahrbahn geräumt ist, wird dem Bus mit einer Ampel signalisiert, dass er die Gegenfahrbahn auf Sicht befahren darf. (Die Verantwortung liegt beim Chauffeur. Wenn die Sicht ungenügend ist (bei Nebel) darf er die Gegenfahrbahn nicht benutzen.)

Figur 36
Dossierstelle Dionys,
Rapperswil



Für das Räumen der 400m Gegenfahrbahn wird mit Erfahrungszeiten gerechnet. Die Busse melden sich nach der Benutzung der Gegenfahrbahn über einen Detektor ab und leiten so den Normalbetrieb am Knoten Dionys ein. Die elektronische Busspur bedingt eine maximale Rotzeit von etwa 60 Sekunden: 30 Sekunden für das Räumen der Gegenfahrbahn und 30 Sekunden für die Durchfahrt der Busse.

Figur 37
Fotos zum Beispiel
Rapperswil



Auf der Knotenzufahrt von Osten – dem Strassenabschnitt auf dem der Stau mittels elektronischer Busspur überholt wird – erklären Wechselsignale die Situation.

Weisse Lampe signalisiert dem Buschauffeur, dass er angemeldet ist.



Detektorschleife ist mit gelber Markierung für die Chauffeur gut sichtbar gemacht.



Der Buschauffeur fährt bei freier Sicht auf die Gegenspur und überholt die stehende Autokolonne. Aus Sicherheitsgründen darf bei starkem Nebel die elektronische Busspur nicht benutzt werden.

Sicherheitslinie

Weisse Lampe signalisiert dem Buschauffeur auf eine Distanz von 400 Metern, dass er die Gegenfahrbahn auf Sicht benutzen darf.



Überwachung der Gegenrichtungen mit Video und Rotlichtkameras

Figur 38
Die Separate
Veloführung
bestand schon vor
der elektronischen
Busspur.
(Veloführung wird
unter Ziffer 5.7 noch
vertieft behandelt).



Figur 39
Knotenzufahrt von
Süden:
Die Staus auf dem
Linksabbiegestreifen
können von Linien-
bussen auf dem
Rechtsabbiege-
streifen überholt
werden.



Strasse nach Schme-
rikon

Gelbe Markierung für
Busse

Linksabbiegende Busse be-
nutzen Rechtsabbiegestreifen

Linksabbiegestreifen
Richtung Rapperswil

Fazit elektronische Busspur

Die Benutzung der Gegenfahrbahn zum Überholen des Staus vor einer Dosierstelle mittels elektronischer Busspur kann eine sehr effiziente, weil Strassenfläche sparende Lösung sein. Es müssen aber auf der zum Überholen benutzten Gegenfahrbahn sehr einschneidende Bedingungen erfüllt sein:

- Gute Sichtverhältnisse
- Keine Kreuzungen
- Keine Bebauungen mit Ausfahrten

- Getrennte Veloführung mit breitem Velostreifen oder besser auf Radweg

Weiter sind erforderlich:

- Aufstellbereich und Dosieranlage müssen übersichtlich sein.
- Rotlichtüberwachung; anfangs ev. zusätzlich Polizeipräsenz
- Information im Strassenraum betreffend Überlastung im Siedlungsbereich
- Öffentlichkeitsarbeit

Die Zahl der Buskurse darf nicht all zu gross sein, da sonst die Eigenbehinderungen zu gross werden können. Die Leistungsfähigkeit des Knotens muss erhalten bleiben. Vorteilhaft ist ein nur schwacher Verkehr in der Gegenrichtung. Der Hauptanwendungsfall dürfte daher beim morgendlichen Pendlerverkehr liegen.

5.7 Führung von Velos im Aufstellbereich

Bisher wurden die Dosierstellen im Wesentlichen unter dem Gesichtspunkt des gestauten Individualverkehrs behandelt und der Anforderung, dass Busse den Stau überholen sollen. Die Bedürfnisse des Zweiradverkehrs wurden nur am Rande gestreift. Insbesondere bei der Dimensionierung des Aufstellbereichs muss man sich auch mit den Erfordernissen des Zweiradverkehrs auseinandersetzen.

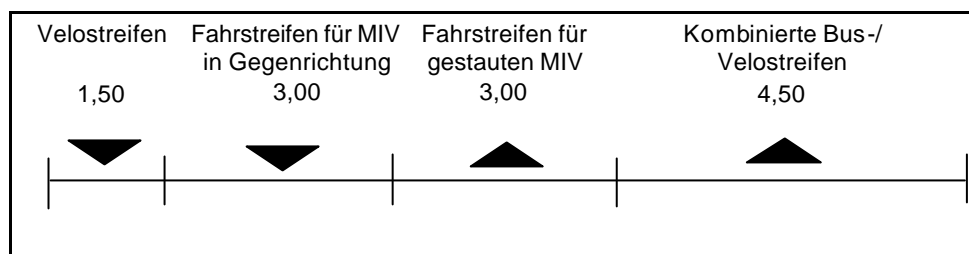
Zwei Aspekte stehen im Vordergrund:

- Auch die Velos wollen die gestauten Motorfahrzeuge überholen.
- Dosierstellen finden sich zumeist auf Strassen mit viel Individualverkehr, was die Frage der Sicherheit für die Velofahrenden verschärft.

Ausgehend von diesen Anforderungen kann ein idealer Querschnitt wie folgt aussehen:

- 1,5 Meter Velostreifen in der Gegenrichtung (zum Stau)
- 3,0 Meter Individualverkehrsstreifen in der Gegenrichtung
- 3,0 Meter für den gestauten Individualverkehr
- 4,5 Meter für Bus- und Radstreifen (ob der Radstreifen abgetrennt und auf welcher Seite er angeordnet wird hängt u.a. von den Erfordernissen am Knoten ab.

Figur 40
Querschnitt Aufstellbereich



Bei der Seftigenstrasse werden diese Masse noch überschritten, in Rapperswil Jona bestand schon an Stelle der Radstreifen ein kombinierter Rad- und Fussweg.

In vielen anderen Fällen wird es aber nicht möglich sein diese Anforderung zu erfüllen. Die Abstriche gehen zu Lasten der Sicherheit des Zweiradverkehrs und des unbehinderten Busbetriebs.

Als Beispiel für eine Minimalvariante kann die Steffisburgstrasse in Thun gelten. Die Fahrstreifenbreiten für die Busspur und den gestauten Individualverkehr betragen je 2,70 Meter, für die Gegenrichtung 3,50 Meter. Die Velos benutzen die Busspur. Die Busse können die Velos nicht überholen und müssen deren Geschwindigkeit akzeptieren. Sie sind so aber immer noch schneller, als im Stau.

Im Einzelfall muss von den verschiedenen Fachrichtungen ein optimaler Kompromiss erarbeitet werden. Erste Anhaltspunkte können folgende Hinweise sein:

- Busstreifen, welche von Velos mit benutzt werden, müssen 4,00 Meter oder breiter sein (optimal 4,50 Meter), dann können die Busse Velos überholen. Bei weniger Breite ist kein sicheres Überholen möglich.
Bei Bussstreifen, welche zwischen 2,80 und 3,20 Meter breit sind, können die Busse die Velos nicht überholen. Wie das Beispiel Steffisburgstrasse in Thun zeigt, kann es durchaus Fälle geben, bei denen eine solche Lösung Sinn macht, weil sie immer noch besser ist, als gänzlich auf eine Busspur zu verzichten. Wie gross die Zeitverluste sind, welche ein Bus durch ein vorausfahrendes Velo erleidet, hängt von der Geschwindigkeitsdifferenz und der Länge ab. 100 Meter Fahrt hinter einem Velo kann leicht zu einem Zeitverlust von 10 Sekunden für den Bus bewirken.
Busspurbreiten zwischen 3,25 und 4,00 Meter sind nicht sinnvoll, weil kein sicheres Überholen von Velos möglich ist.
- Im Gefälle kann eher auf eine Überholmöglichkeit für die Busse verzichtet werden, da dort die Velos schneller sind und oft ähnliche Geschwindigkeiten erreichen wie die Busse.
- Dann sind Radstreifen oder breite Fahrbahnen (3,50 Meter oder mehr) in der Gegenrichtung wichtiger, da sie ja in der Steigung liegt.
- In Steigungen sind kombinierte Fahrstreifen für Busse und Velos nur dann vertretbar, wenn die Busse die Velos überholen können.

Der Einzelfall wird durch folgende Aspekte charakterisiert:

- Menge der Motorfahrzeuge
- Lastwagenanteil
- Anzahl der Linienbusse resp. Trams
- Anzahl Velos
- Anzahl Fussgänger
- Zeitliche Verteilung und Richtungsanteile
- Staulänge
- Steigungsverhältnisse, Gefälle (auch Länge der Steigung)
- Verkehrsführung ausserhalb des Aufstellbereichs
- Verkehrsführung im Dosierknoten (Ende des Staubereichs)

Weiter ist zu berücksichtigen, dass Velofahrer jene Gruppe von Verkehrsteilnehmer mit den grössten Unterschieden hinsichtlich Fähigkeiten, Leistungsfähigkeit und Fahrdisziplin ist. Sind sie geübt, so sind sie sehr flexibel und schnell bereit, sich über Regeln hinwegzusetzen. Sie sind wenig tolerant gegenüber Behinderungen und Zeitverlusten. Sie sind sich ihrer eigenen Gefährdung in sehr unterschiedlichem Ausmass bewusst und nehmen die Gefährdung, die sie für Fussgänger bedeuten, sehr unterschiedlich wahr.

Die Planung muss dem Rechnung tragen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass Lösungen nur gut gemeint bleiben.

Die Vielzahl der Aspekte, die zu berücksichtigen sind, in der Kombination mit dem breiten Spektrum der Fähigkeiten der Velofahrenden führt dazu, dass bei beschränkten Platzverhältnissen meist auf die konkrete Situation der jeweiligen Dosierstelle ausgearbeitete Speziallösungen nötig sind.

Bisher nicht besprochen wurden zwei Möglichkeiten, um dem Konflikt zwischen Bus und Velo zu begegnen:

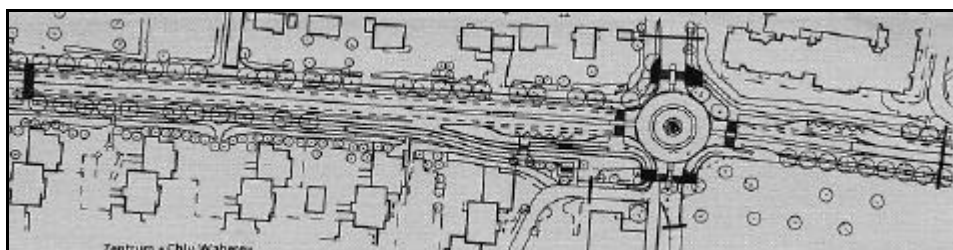
- Die Busspur für Velos mit einem Lichtsignal sperren, wenn sich ein Bus nähert. Ein Warteraum für die Velos vor dem Lichtsignal ist erforderlich.
- Niedriges Trottoire entlang der Busspur, um beim Herannahen eines Busses ein Ausweichen der Velos auf das Trottoire zu erleichtern. (Fluchtraum als Notlösung, vorausgesetzt das Trottoire ist wenig begangen.)

Wenig erfahrene und wenig sportliche Velofahrende werden das Lichtsignal respektieren. Sportlichere Velofahrende werden das Lichtsignal möglicherweise missachten, dank schnellerem Fahren werden sie die Busse aber weniger behindern und sind nötigenfalls in der Lage auf das Trottoire auszuweichen.

Die Velolösungen an Dosierstellen und den vorgelagerten Aufstellbereichen wird nicht nur durch die lokalen Gegebenheiten bestimmt, sondern auch durch die Veloplanung im Umfeld. Dies wird durch die sehr unterschiedlichen Lösungen bei der Seftigenstrasse in Wabern und in Rapperswil Jona illustriert.

In Wabern hat die Seftigenstrasse auf dem grössten Teil der Ortsdurchfahrt für beide Richtungen je einen Velostreifen. Dieser Lösungsansatz wird auch in der Dosierstelle und im Aufstellbereich weitergeführt:

Figur 41
Veloführung im Bereich der Dosierstelle Lindenweg (Wabern)



Im Gegensatz dazu besteht zwischen Eschenbach und Jona ein von der Fahrbahn getrennter kombinierter Fuss- und Radweg. In Jona selbst werden die Velos auf gewissen Abschnitten auf zur Hauptstrasse parallelen Erschliessungsstrassen geführt:

Figur 42
Veloführung im Bereich des Knotens
Dionys (Jona)



Figur 43
Fortsetzung des
Fuss- Velowegs
Richtung Eschen-
bach



Figur 44
Fortsetzung des
Fuss- Velowegs
Richtung Jona -
Rapperswil



Figur 45
Fortsetzung des
Fuss- Velowegs
Richtung Jona -
Rapperswil



Es gibt aber auch Fälle, in denen für Velos keine Lösungen angeboten werden. Ein Beispiel sind die Dosierungen in Birmensdorf. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich um ein Provisorium bis zur Teileröffnung der Autobahn A20.1.4 handelt, welche eine Entlastung für die Luzernerstrasse (Hauptdurchgangsstrasse) bewirken und die Stauproblematik lösen wird.

Die Luzernerstrasse, auf welcher der Verkehr durch die Dosierung flüssig gehalten werden soll, weist in beiden Richtungen Radstreifen auf. Die beiden dosierten Querstrassen (Stallikonerstrasse und Lielistrasse) sind zu schmal um Radstreifen auszuweisen. Bei beiden Dosierstellen wurden die Staus nur um kurze Distanzen verlegt. Mit der Dosierung wurden somit auch keine neuen Probleme für die Velos geschaffen, sondern nur räumlich verlegt. Mit dem Ausweichen der Velos auf die Trottoirs, die Gegenfahrbahn oder der Bustrasse muss gerechnet werden.

Figur 46
Aufstellbereich in
der Stallikoner-
strasse in Birmen-
dorf
(Plan siehe Seite 42)



Figur 47
Aufstellbereich in
der Lielistrasse in
Birmensdorf
(Plan siehe Seite 42)



Die beiden Fotos illustrieren auch die Bedeutung und Wirkung der Lastwagen für die Velos.

Literaturhinweis:

Pestalozzi, Ch. u.a. [2001]

Führung des leichten Zweiradverkehrs auf Strassen mit öffentlichem Verkehr
SVI-Forschungsauftrag 17/98

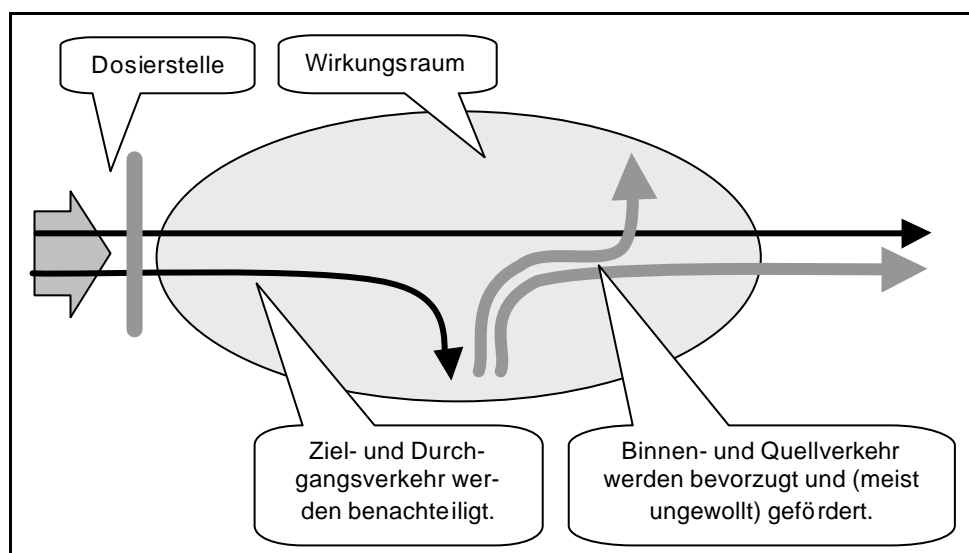
Basel, Mai 2001

5.8 Dosierung von Quellverkehr

Querbezüge
Parkraumbewirtschaftung
zu Fahrtenmodell

Die bisher behandelten Typen von Dosierstellen befassen sich mit dem in ein Gebiet einfahrenden Verkehr, sei dies Ziel- oder Durchgangsverkehr. Im Wirkungsgebiet selbst entsteht aber auch Verkehr (Quell- und Binnenverkehr). Wenn dieser erheblich ist, so muss auch er dosiert werden. Dies umso mehr, als eine Dosierung ausschliesslich am Rand des Wirkungsgebiets den Quell- und Binnenverkehr zu Lasten des Ziel- und Durchgangsverkehrs bevorzugt und sein Wachstum fördern kann. Weil dank der Dosierung am Rand des Wirkungsgebiets im Innern der Verkehr flüssig ist, wird die Benutzung des Autos auch für kürzere Strecken und den Quellverkehr im Allgemeinen attraktiver.

Figur 48
Bevorzugung von
Quell- und
Binnenverkehr
durch Dosierung



Eine Dosierung wird dann nötig, wenn die Verkehrserzeugung gemessen an der Leistungsfähigkeit des Netzes zu gross wird. Im Innern des Wirkungsraums besteht demnach ein besonders enger Zusammenhang mit dem Parkraumvolumen und dessen Bewirtschaftung.

Richtet man das Augenmerk auf den Pendlerverkehr von Agglomerationen, so wird noch etwas anderes deutlich: Die Dosierung am Siedlungsrand richtet sich tendenziell an den morgendlich einfahrenden Verkehr, während der Quellverkehr einer Agglomeration typisch ist für die abendliche Verkehrsspitze während welcher der von Pendlern und Einkauf geprägte Rückreiseverkehr dominiert. Dosierungskonzepte, bei welchem der einfahrende Verkehr am Siedlungsrand zurückgehalten wird und die Einfahrten auf das im Zentrum bewältigbare Verkehrsvolumen drosseln, tragen wenig zu Lösung der Probleme während der Abendverkehrsspitze bei.

Zur Dosierung des Quellverkehrs bieten sich drei Strategien an, welche durchaus in einer Kombination zur Anwendung kommen

können:

- Dosierung von grossen Einzelanlagen wie Parkhäuser oder Einkaufszentren.
- Dosierung beim Übergang vom Erschliessungsnetz auf das Hauptstrassennetz
- Dosierung im Hauptstrassennetz selbst

Dosierung von grossen Einzelanlagen wie Parkhäuser oder Einkaufszentren.

Mit einer solchen Lösung wird die Eigenverantwortung der Investoren viel stärker gefordert als sonst üblich. Zentrale Frage ist dann die gerechte Aufteilung der Ausfahrtskapazitäten auf die Grundstücke. Naheliegender Weise könnte sie proportional zur Grundstückfläche erfolgen. Dies läuft auf eine feste Zuteilung von einer bestimmten Zahl von „Ausfahrtsrechten“ pro Stunde und 100 m² Grundstückfläche hinaus. Es liegt dann in der Eigenverantwortung der Investoren, ob sie viele Parkfelder realisieren, deren Benutzung unter Umständen mit Wartezeiten verbunden ist und für die sie Stauräume bereitstellen müssen oder ob sie wenige Parkfelder haben wollen, die dafür uneingeschränkt nutzen können und für die sie nur wenig Stauraum benötigen. Ein Handel von Ausfahrtsrechten erscheint denkbar.

Eine Differenzierung nach Bauzonen kann angebracht sein. Änderungen im Baurecht dürften nötig sein.

Die Lösung erscheint vor allem für noch nicht überbaute Areale zweckmässig. Auch bei bestehenden Arealen scheint der Ansatz prüfenswert. Widerstände können bei Eigentümern entstehen, die entweder ihre Verkehrserzeugung vermindern müssen oder die durch ihre Nutzung verursachten Staus auf ihrem eigenen Areal bewältigen müssen. (Widerstand kann auch daher rühren, dass Staus im umliegenden öffentlichen Strassennetz weniger image-schädigend empfunden werden als im eigenen Areal.)

Dosierung beim Übergang vom Erschliessungsnetz auf das Hauptstrassennetz

Um den Verkehr beim Übergang vom nutzungsorientierten Strassennetz zu den Hauptstrassen drosseln zu können, müssen die entsprechenden Knoten mit Lichtsignalen ausgerüstet sein. Allfällige Kreisel müssen mit Ampeln bestückt werden. Es darf keine Schleichwege geben, auf denen die Dosierstellen umfahren werden können. Nötigenfalls sind solche zu unterbinden.

Busse und Trams zirkulieren im Allgemeinen vor allem im Hauptstrassennetz. Die Verlagerung von Staus auf Sammel- und Erschliessungsstrassen schafft daher günstige Rahmenbedingungen für einen störungsarmen Bus- und Trambetrieb. Benutzen

Quartierbusse auch Sammelstrassen, so sind Lösungen zu suchen, wie sie an den Staus vorbei geführt werden können. Verkehren die Busse nur selten und sind die Staus nicht all zu lang, so kann es auch in Frage kommen, dass man die Staus auf Anmeldung hin räumt.

Den Velofahrern sind Radstreifen anzubieten auf denen sie an den gestauten Autokolonnen vorbei fahren können. Andernfalls wird die Attraktivität des Velos als Alternative gemindert und es besteht die grosse Gefahr, dass sie auf die Trottoirs ausweichen. Dies führt dazu, dass Fussgänger gefährdet werden und die Aufenthaltsqualität im Strassenraum gemindert wird.

Dosierung im Hauptstrassennetz selbst

Dies setzt voraus, dass in erheblichem Umfang Fahrstreifen bestehen welche vom ÖV nicht befahren werden. Oder umgekehrt: Tram und Bus müssen in erheblichem Umfang über eigene Fahrbahnen verfügen.

Die Staus in den städtischen Hauptstrassen werden aber als für die Umgebung sehr attraktivitätsmindernd empfunden, was durch auf das Trottoir ausweichende Velos noch verschlimmert werden kann.

Um Missverständnisse zu vermeiden sei einmal mehr daran erinnert: Auch bei der Dosierung des Quellverkehrs geht es keineswegs darum, diesen zusätzlich zu behindern, sondern darum, die ohnehin bestehenden Staus und die von ihnen herrührenden Verlustzeiten dorthin zu verlagern, wo sie am wenigsten Nachteile bewirken.

Die Dosierung in den Hauptstrassen steht in engem Zusammenhang mit der „gestaffelten Dosierung“ (siehe 6.3) und der Steuerung von städtischen Verkehrsnetzen allgemein.

5.9 Taxis auf Busspuren

Es stellt sich die Frage, ob auf den an gestauten Fahrzeugkolonnen vorbeiführenden Busspuren ausser Linienbusse (resp. Trams) nicht auch weitere ausgewählte Fahrzeugkategorien zugelassen werden können. Problemlos und üblich ist dies für die Notfalldienste wie Feuerwehr, Sanität und Polizei. Busspuren und Tramgleise haben für sie einen grossen Nutzen.

Gibt es weitere Fahrzeugkategorien, denen dieses Privileg gewährt werden sollte? Im Vordergrund stehen Taxi.

Zu den Taxis. Man muss sich zunächst einmal vergegenwärtigen:

- Busse haben Anmeldeanlagen, mit denen sie Lichtsignalanlagen beeinflussen können. Mit der Busspur ist somit oft auch eine Priorisierung an den Lichtsignalanlagen verbunden.
- Diese Priorisierung beschränkt sich auf die durch das Liniennetz vorgegebenen Strassen und die sich daraus ergebenden Relationen an den Knoten. Taxis benutzen das ganze Strassennetz und alle zulässigen Abbiegebeziehungen an den Knoten. Selbst wenn Taxis über die gleichen Anmeldeanlagen verfügen würden wie die Busse, könnten sie Busspuren nur für jene Relationen benutzen, welche von den Linienbussen befahren werden.
- Je häufiger Busanmeldungen erfolgen, um so mehr reduzieren sie die Leistungsfähigkeit einer Lichtsignalanlage. In Vielen Fällen verringern Busanmeldungen die Leistungsfähigkeit nur unwesentlich. Bei einer Mitbenutzung der Busspuren durch Taxis würde die Zahl der Anmeldungen grundlegend zunehmen, die Leistungsfähigkeit würde vermindert und die Priorisierung zugunsten der Busse (und Taxis) müsste stark eingeschränkt werden.

Da somit bei einer grossen Zahl von Busspuren die Öffnung für die Taxis nicht zweckmässig oder nicht verhältnismässig ist, muss letztlich jeder Fall einzeln beurteilt werden. Dabei sind vier Fragen zu beantworten:

- Ist die Öffnung der Busspur unter dem Gesichtspunkt von Steuerung und Leistungsfähigkeit vertretbar? D.h. bleibt eine genügende Leistungsfähigkeit erhalten? Andernfalls kann man sich diesen Schritt nicht leisten. Die entstehenden Rückstaus würden ihrerseits unter anderem auch die Taxis behindern.
- Ist sie für den öffentlichen Verkehr vertretbar? D.h. entstehen keine oder nur marginale Behinderungen für die Busse? Andernfalls wären unverhältnismässig mehr Passagiere betroffen, als in den Taxis Nutzen aus der Mitbenutzung ziehen würden.
- Ist die Sicherheit gewährleistet? Dabei stellt sich insbesondere die Frage, wie die Taxis am Ende der Busspur auf ge-

ordnete Weise in den Verkehrsfluss des Individualverkehrs zurückgeführt werden können.

- Bringt sie unter den durch die Steuerung und durch die Abwicklung des öffentlichen Verkehr bedingten Konkretisierungen überhaupt noch nennenswerte Vorteile für die Taxis?

Die Beantwortung dieser Fragen entscheidet sich vorwiegend am Ende der Busspur und damit direkt oder indirekt an den Knoten. Dort entstehen allenfalls die Nachteile für Gesamtleistungsfähigkeit, Busse, Sicherheit und nicht zuletzt die Taxis selbst.

Die Vorteile für die Taxis ergeben sich aus dem Zeitgewinn, welchen sie dank dem Befahren der Busspur und dem Umfahren von Staus erzielen. Damit sind sie vor allem von der Länge der Busspuren (resp. den umfahrenen Staus) abhängig.

Eine gewisse Typisierung ist möglich, welche aber eine sorgfältige Prüfung im Einzelfall nicht überflüssig macht.

5.9.1 Busspuren, welche an einem lichtsignalgesteuerten Knoten selbst enden

Die Sonderphase der Busspur muss viel häufiger angeboten werden als ohne Mitbenutzung durch die Taxis. Dies bedeutet einen erheblichen Leistungsverlust. Die Mitbenutzung kommt nur in Frage, wenn entsprechende Leistungsreserven bestehen. Für die Busse muss am Knoten nur ein Teil der möglichen Relationen angeboten werden, häufig nur die Geradeausfahrt. Entweder dürfen die Taxis auch nur diese Relation(en) befahren oder es entsteht ein weiterer, grosser Leistungsverlust. Dürfen sie nur die gleichen Relationen wie die Busse befahren, so stellt sich die Aufgabe der entsprechenden Signalisation, und zugleich wird nur ein Teil der Taxifahrten berücksichtigt. Für die anderen Taxis, z.B. die links- und rechtsabbiegenden, verschlechtert sich die Situation. Auch für die Geradeausfahrenden verbessert sie sich nicht zwingend. Die Grünphasen des Individualverkehrs werden immer länger sein als jene für die Busspur. Die Benutzung wird sich für die Taxis nur dann lohnen, wenn die Rückstaus vor den Lichtsignalen nicht pro Umlauf abgebaut werden.

Fazit Bei Busspuren, welche an einem lichtsignalgesteuerten Knoten selbst enden, kommt die Mitbenutzung von Busspuren höchstens dann in Frage, wenn erhebliche Leistungsreserven vorhanden sind. Selbst dann kann die Steuerbarkeit zu unüberwindlichen Hindernissen oder zu grossen Nachteilen für die Taxis selbst führen. Busspuren, welche an Lichtsignalanlagen enden, sind tendenziell für die Mitbenutzung durch Taxis wenig geeignet.

Ein Beispiel für eine solche Busspur, welche von den Taxis benutzt werden darf, ist die Dosierstelle Dietschiberg in Luzern. Bus- und MIV-Spur erhalten gleichzeitig grün (auch ohne Busanmeldung). Die Taxis müssen einen Fahrstreifenwechsel vornehmen – Busse können hingegen direkt in die nächste Bushaltestelle einfahren. Aber nur die Busse können eine Sonderphase anfordern.

Figur 49
Dosierstelle
Dietschiberg

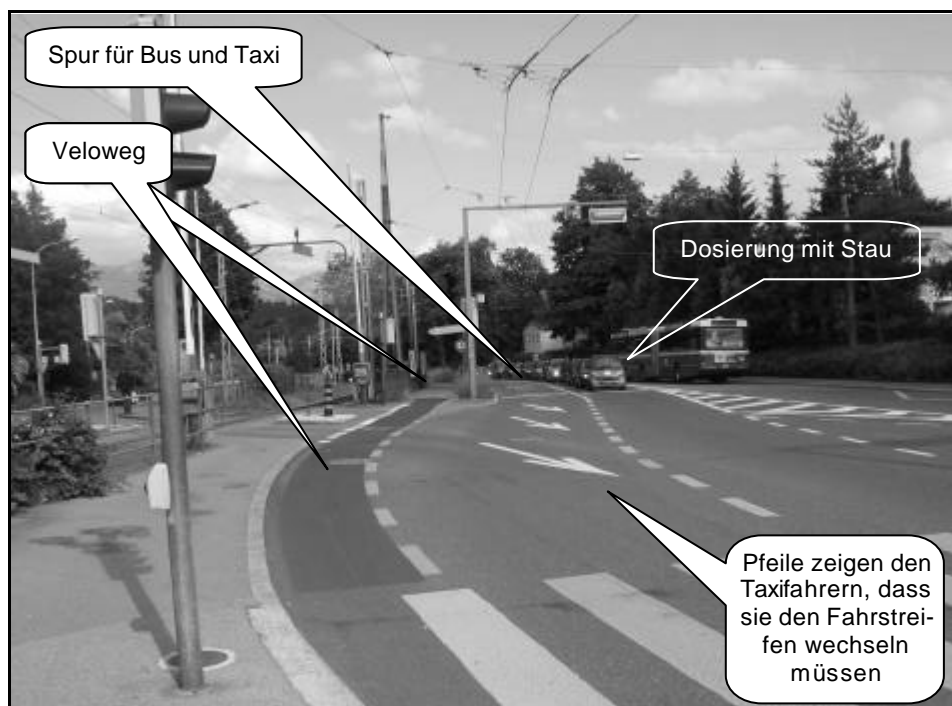


Foto:
Tiefbauamt der
Stadt Luzern

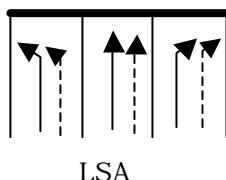
5.9.2 Busspuren, welche vor einem lichtsignalgesteuerten Knoten enden

Die letzten etwa 50 Meter teilen die Busse mit einem Individualverkehrsstrom, oft mit den Rechtsabbiegenden. Oft fährt der Bus geradeaus über den Knoten und auf der anderen Seite in die Bushaltestelle.

Die Busspur kann nur von jenen Taxis problemlos mitbenutzt werden, welche die gleiche Relation befahren, wie der Individualverkehr in der Fortsetzung der Busspur. Die anderen Taxis müssten einen Fahrstreifenwechsel vornehmen, welcher aufgrund der grossen Verkehrsdichte schwierig und daher oft mit Markierungen untersagt ist. Taxis, welche beim Fahrstreifenwechsel behindert werden, behindern ihrerseits die Busse.

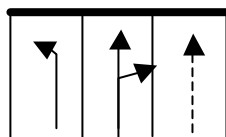
Fazit Busspuren, welche vor einem lichtsignalgesteuerten Knoten enden, eignen sich nur ausnahmsweise für eine Mitbenutzung durch Taxis.

5.9.3 Busspuren, welche an einer Busschleuse enden



LSA

Die Steuerung der Schleuse muss vermehrt eingeschaltet werden, was aber in den wenigsten Fällen zu Leistungsproblemen führen dürfte. Es könnte sich die Frage der Akzeptanz durch die anderen Automobilisten stellen, wenn sie „nur“ wegen eines Taxis rot erhalten.



Fazit

ausgezogen MIV
gestrichelt: Bus und Taxi

Busspuren, welche an einer Busschleuse enden, eignen sich tendenziell für eine Mitbenutzung durch Taxis.

5.9.4 Busspuren, welche an Knoten ohne Lichtsignal enden

Diese Anordnung kommt als Dosierstelle kaum in Frage. Im Rahmen einer Netzbetrachtung kann sie aber eine Bedeutung haben. Dies gilt auch für die beiden anschliessenden Fälle.



Meist endet die Busspur vor dem Knoten, so dass die Fortsetzung der Busspur zugleich auch den Rechtsabbiegenden oder noch zusätzlich den Geradeausfahrenden dient. Der linke Fahrstreifen dient den Linksabbiegenden, ev. zusammen mit dem Geradeausfahrenden. Die Mitbenutzung durch Taxis ist wenig problematisch, solange die Zahl der Taxis, welche auf den linken Fahrstreifen wechseln, gering ist.

Fazit

Bei Busspuren, welche an Knoten ohne Lichtsignal enden, ist massgebend, ob das Einfädeln der Taxis in die Individualverkehrsströme gut gelöst werden kann. Gelingt dies, so eignen sich diese Busspuren für die Mitbenutzung durch Taxis. Da bei solchen Lösungen der gegenseitigen Rücksichtnahme und Toleranz besondere Bedeutung zukommt, lassen sich im konkreten Fall sichere Aussagen über die Wirkungsweise nur mit einem Versuch gewinnen.

5.9.5 Unechte Busspuren



Neben „echten“ Busspuren bildet die Mitbenutzung von Rechtsabbiegestreifen durch geradeausfahrende Busse (und ähnliche Sonderlösungen) Mischformen. Von der Markierung und Signalisation her handelt es sich nicht um Busspuren. Von der Fragestellung her kann man sie dazu zählen. Zu beantworten ist die Frage, wie die Busse und Taxis auf den linken Fahrstreifen wechseln. Die Busse queren meist den nächsten Knoten, haben nach dem Knoten eine Haltstelle und münden aus dieser, wie an anderen Haltstellen auch, in die Fahrbahn ein. Die Taxis müssen vor

dem Knoten den Fahrstreifen wechseln. Bei Rückstaus auf dem linken Fahrstreifen kann das schwierig sein und dazu führen, dass sie ihrerseits Busse behindern. Oder sie wechseln den Fahrstreifen im Knotenbereich selbst, was den Verkehrsablauf im Knoten beeinträchtigen kann.

Beim Versuch Kornhausbrücke – Limmatplatz ist das Verflechten der Taxis weitgehend problemlos. Die kreiselähnliche Verkehrssituation erleichtert dies vermutlich.

Fazit Für die Machbarkeit gelten ähnliche Überlegungen wie bei eigentlichen Busspuren, welche an ungesteuerten Knoten enden.

5.9.6 Busspuren, welche an Kreiseln (ohne Lichtsignal) enden

Der linke Fahrstreifen hat beim Eintritt in den Kreisel vor dem rechten Fahrstreifen Vortritt, meist wird aber auch einem Bus auf dem rechten Fahrstreifen Vortritt gewährt. Die wenig klare Situation bei einer Busspur auf der rechten Seite würde bei einer Mitbenutzung durch Taxis noch prekärer.

Befindet sich die Busspur auf der linken Seite, so sind dagegen die Voraussetzungen für eine Mitbenutzung durch Taxis günstig.

Fazit Links angeordnete Busspuren, welche an Kreiseln enden, bieten gute Voraussetzungen für die Mitbenutzung durch Taxis.

Die Mitbenutzung von rechts angeordneten Busspuren funktioniert nur dann, wenn die anderen Automobilisten den Taxis den Vortritt gewähren, obwohl ihnen dieser nicht zusteht. Andernfalls behindern sie die nachfolgenden Busse und können möglicherweise die Toleranz diesen gegenüber verkleinern. Von dieser Lösung ist abzuraten oder es ist allenfalls mit einem Versuch das tatsächliche Verhalten der Verkehrsteilnehmer zu testen.

Hat der Kreisel einen Bypass, so kann die Beurteilung anders ausfallen.

Die Vielzahl der geschilderten Fälle macht es offensichtlich:

Eine generelle Mitbenutzung von Busspuren durch Taxis ist keinesfalls vertretbar. Jeder Fall muss einzeln beurteilt werden. So gesehen bleibt eine Mitbenutzung einer Busspur eine Ausnahme für eine einzelne, spezielle Situation.

Ausser bei Taxis kann sich die Frage einer Mitbenutzung von Busspuren noch in anderen Fällen stellen, so zum Beispiel bei Schulbussen. Es stellen sich dann wie bei den Taxis die beiden Fragen, ob dies gerechtfertigt ist und ob dies unter den Gesichtspunkten eines störungsarmen Busbetriebs und der Funktionsfähigkeit der Strassenanlage möglich ist.

6. Dosierung von Netzen

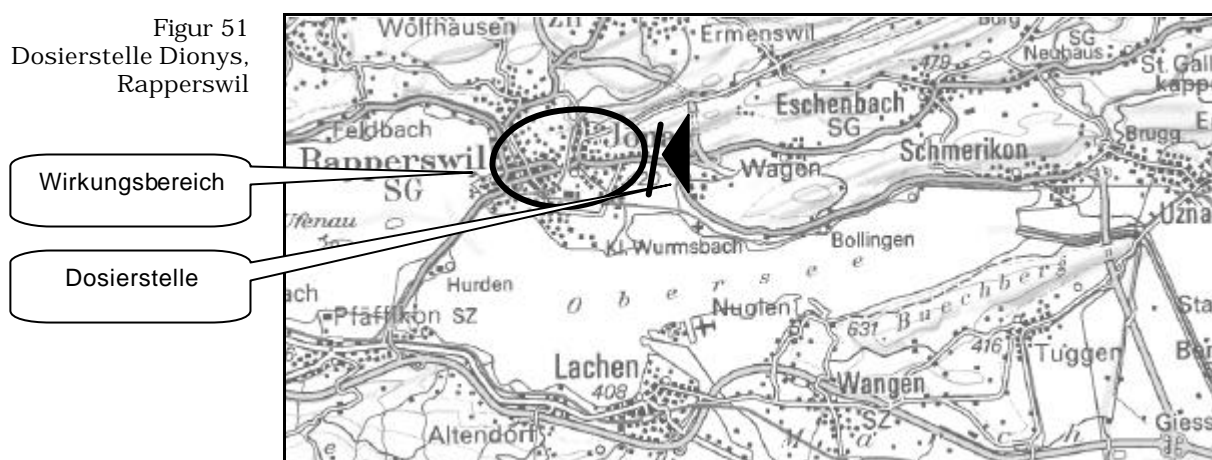
6.1 Netze mit geringen Ausweichmöglichkeiten

Bei den behandelten Dosieranlagen in Wabern und Rapperswil besteht für die Automobilisten kein Anlass, ihre Fahrroute zu ändern. Für jene die durch das Wirkungsgebiet hindurch fahren, ändert sich der Zeitbedarf nicht. Sie warten vor der Dosierstelle statt wie früher im Wirkungsgebiet selbst. Für jene mit Ziel im Wirkungsgebiet kann wohl ein Zeitverlust entstehen, es gibt aber nur wenige Zufahrtalternativen. Für den Quell- und Binnenverkehr resultieren tendenziell Zeitgewinne, so dass auch für sie keine Veranlassung besteht, ihre Route zu ändern.

Figur 50
Dosierstelle Lindenweg, Wabern



Figur 51
Dosierstelle Dionys, Rapperswil



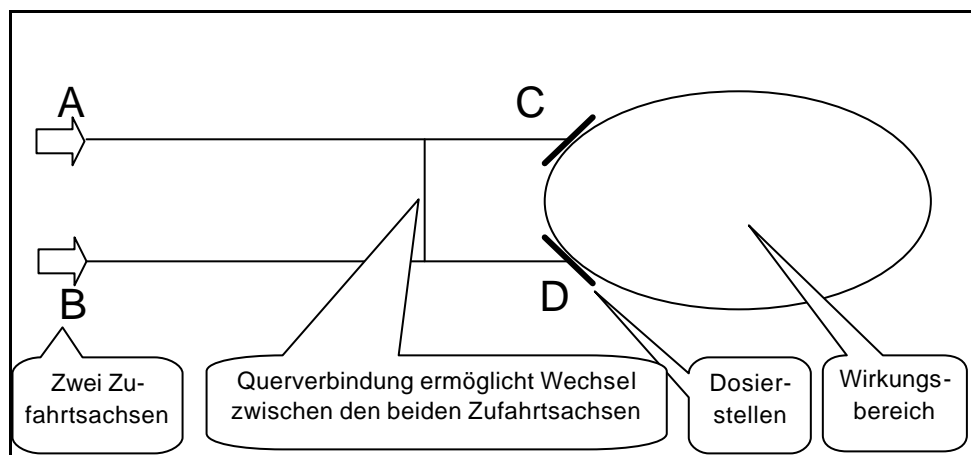
Es geht also nachfolgend um Fälle, die weniger günstige Voraussetzungen haben und bei denen umfassendere Konzepte erforderlich sind.

6.2 Dosierung von parallelen Achsen

6.2.1 Mechanismen bei parallelen Achsen

Giebt es mehrere parallele Routen in ein Wirkungsgebiet hinein, so besteht für die Verkehrsteilnehmer eine Wahlmöglichkeit. Die Routenwahl wird dann wesentlich von dem erwarteten Zeitbedarf geprägt. Umgekehrt besteht auch für den Betreiber des Strassenetzes über Grünzeitanteile die Wartezeiten und in der Folge auch die Routenwahl zu beeinflussen. Dieser Aspekt wird an einem theoretischen Beispiel mit zwei parallelen Achsen behandelt und anschliessend am Beispiel der Einfahrten nach Baden von Nordosten (Abschnitt 6.2.2) illustriert.

Figur 52
Dosierung paralleler Achsen



Ist der Zufluss von A und B und die Grünzeiten bei den beiden Dosierstellen etwa gleich gross, so bilden sich bei an den beiden Dosierstellen etwa gleich lange Staulängen und ähnlich grosse Verlustzeiten.

Ist der Zufluss von A viel grösser als von B und die Grünzeiten bei den beiden Dosierstellen etwa gleich gross, so weicht ein Teil des Verkehrs von A über die Querverbindung nach D aus und es bilden sich an den beiden Dosierstellen wieder etwa gleich lange Staulängen und ähnlich grosse Verlustzeiten.

Ist der Zufluss von A und B etwa gleich gross, die Grünzeit bei D aber viel länger als in C, so weicht ein Teil des Verkehrs von A über die Querverbindung zur Dosierstelle D aus. Es stellt sich insofern ein Gleichgewicht ein, als an den beiden Dosierstellen etwa gleich lange Verlustzeiten entstehen. Der Stau bei der Dosierstelle C ist kürzer als in D, er bewegt sich aber auch entsprechend langsamer.

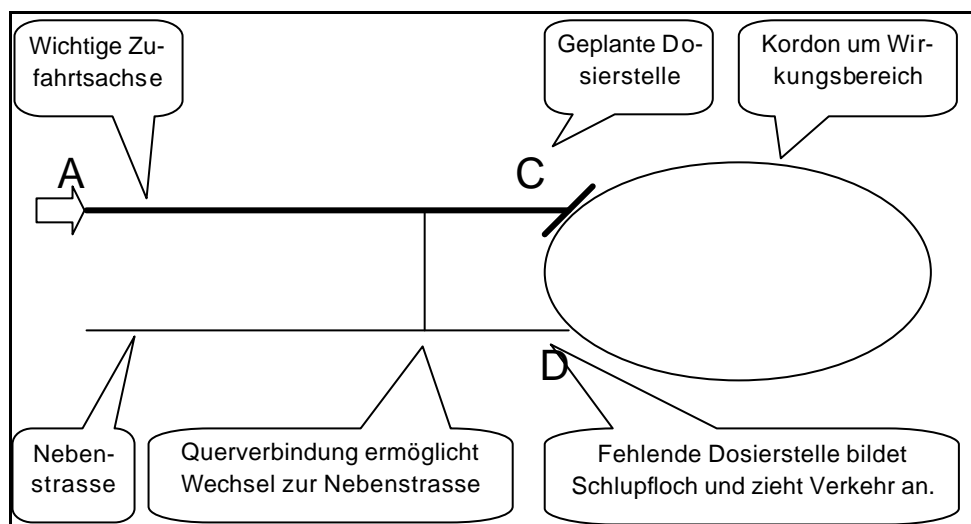
Es entsteht ein Paradoxon: Je mehr Grünzeit ich an einer der Dosierstellen gebe, umso mehr Verkehr ziehe ich an und umso längere Staus entstehen (die sich allerdings schneller vorwärts bewegen). In engvernetzten Strassen einen regelmässig auftretenden

Stau mit längeren Grünzeiten beseitigen zu wollen führt zum Gegenteil von dem, was man zu erreichen sucht: die Staulängen wachsen noch mehr an.

Diese Mechanismen müssen berücksichtigt werden, damit man z.B. nicht mit längeren Grünzeiten ein Problem noch verschärft. Sie bieten aber auch einen Ansatzpunkt, den es zu nutzen gilt. Besteht bei C nur die Möglichkeit für eine kurze Busspur, bei D aber für eine lange, so lässt sich mit entsprechenden Grünzeiten der Verkehr zweckmässig aufteilen. Verkehren bei C nur wenige Busse je Stunde, so ist es auch in Erwägung zu ziehen, den Stau auf Busanmeldung zu räumen.

Aus dem Gedankenmodell der beiden in ein Wirkungsgebiet hinein führenden Achsen lässt sich leicht eine weitere Anforderung an ein Dosierungskonzept herleiten: Nehmen wir an, nur Achse AC habe viel Verkehr und solle dosiert werden.

Figur 53
Umfahrung von Dosierstellen



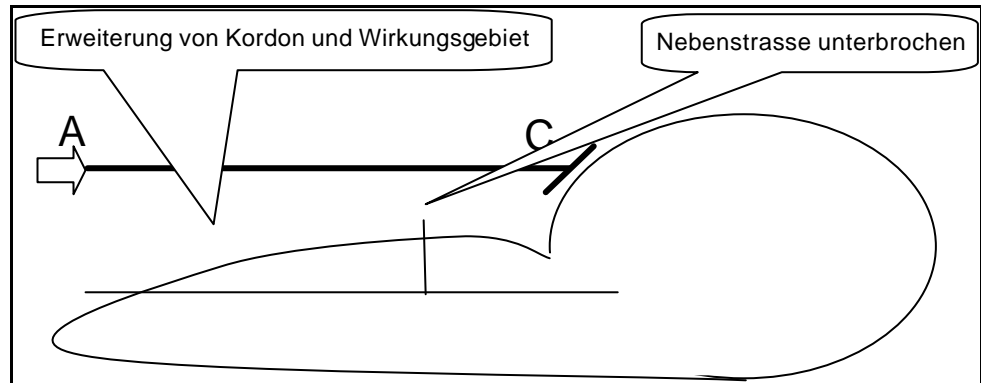
Findige Automobilisten werden die Querverbindung zur Nebenstrasse und das Schlupfloch D finden. Die Querverbindung und die Nebenstrasse werden Mehrverkehr erhalten, für den sie möglicherweise gar nicht geeignet sind (Wohngebiet, fehlendes Trottoir etc.). Und Verkehr umfährt die Dosierstelle C undosiert in das Wirkungsgebiet und führt dort zu Überlastungen. An der Dosierstelle C ist man nun hilflos. Was immer man macht, es ist falsch: Drosselt man den Verkehr noch stärker, so weicht noch mehr Verkehr über Querverbindung und Nebenstrasse aus, drosselt man weniger, so bildet sich im Wirkungsgebiet ebenfalls Stau.

Was in der Skizze selbstverständlich erscheinen mag, ist in einem gewachsenen Strassennetz nicht immer so offensichtlich erkennbar. Das Gedankenmodell eines Kordons, den man um das Wirkungsgebiet legt, kann die Arbeit erleichtern und der Kontrolle dienen: Es muss möglich sein, um ein geplantes Wirkungsgebiet einen Kordon zulegen, in den man nicht hineinkommt, ohne eine Dosierstelle zu passieren.

Am Beispiel kann man auch zeigen welche anderen Möglichkeiten neben zusätzlichen Dosierstellen zum Ziel führen können:

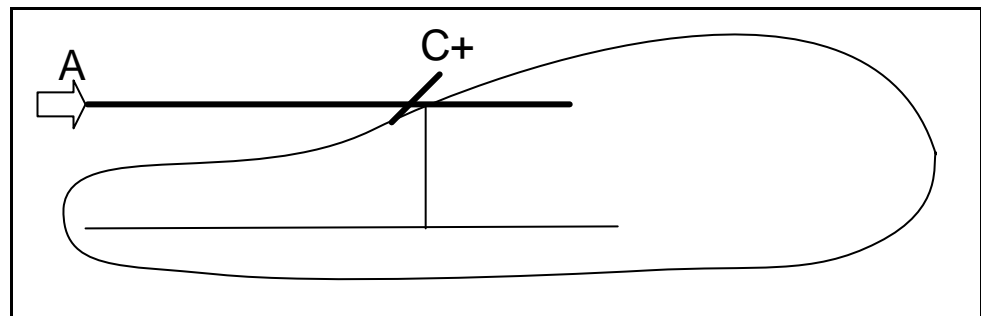
Verändern des Strassennetzes, indem die Nebenstrasse oder die Querverbindung unterbrochen werden (ev. auch allgemeines Fahrverbot ausgenommen Anlieger) und oder Änderung des Wirkungsgebiets:

Figur 54
Erweiterung des Wirkungsgebiets



Eine andere Möglichkeit ist die Verlegung der Dosierstelle (womit zugleich auch das Wirkungsgebiet verändert wird):

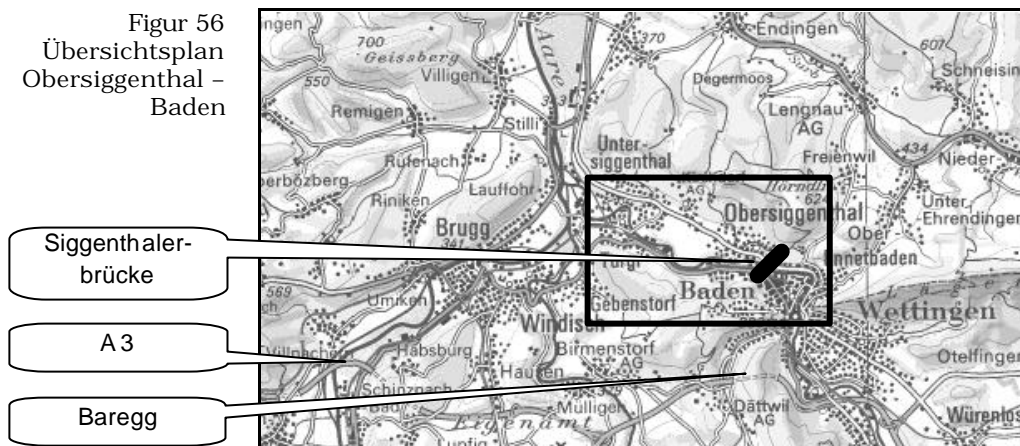
Figur 55
Erweiterung des Wirkungsgebiets und Verlegung Dosierstelle



6.2.2 Beispiel einer Dosierung von parallelen Achsen

Für die Dosierung paralleler Achsen sind die Zufahrten von Westen nach Baden ein besonders anschauliches Beispiel.

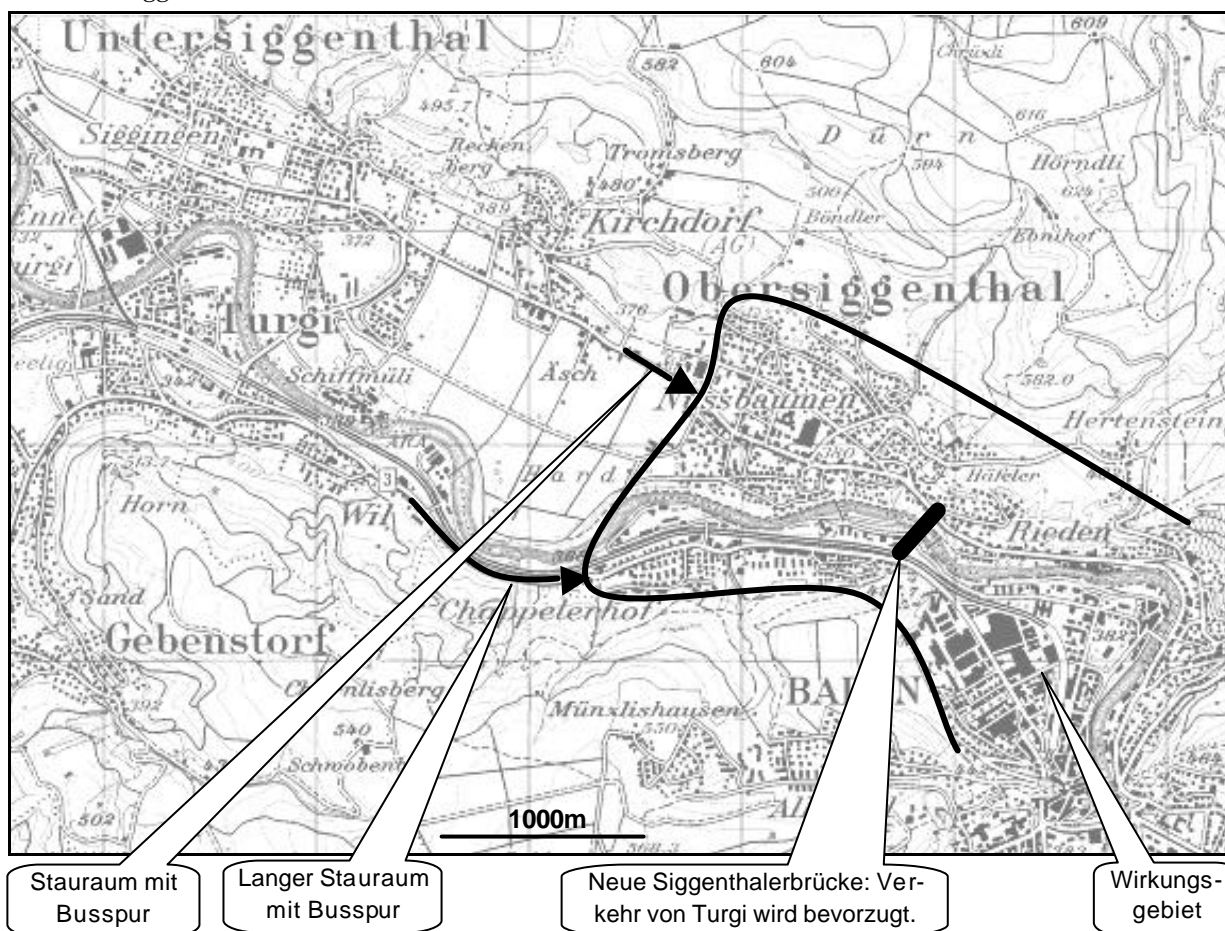
Figur 56
Übersichtsplan
Obersiggenthal -
Baden



Beiderseits der Limmat führen je eine Kantonsstrasse von Westen in Richtung Baden. Bis zum Herbst 2002 fehlte im Raum Obersiggenthal eine Brücke über die Limmat, so dass der Verkehr von Untersiggenthal und dem nördlich davon gelegenen unteren Aaretal nach Baden bei Turgi auf die südliche Limmatseite wechseln musste. Die Eröffnung der neuen Siggenthalerbrücke liess Mehrverkehr in Obersiggenthal befürchten. Mit dem Dosierungssystem werden im wesentlichen drei Ziele verfolgt:

- Plafonieren des von Westen nach Baden einfahrenden Verkehrs um die Staus in Baden selbst zu begrenzen.
- Sicherung eines störungsarmen Busbetriebs (Die Buslinien auf beiden Seiten der Limmat blieben früher im Stau stecken).
- Beeinflussen des Verkehrs, sodass möglichst viel Verkehr den Weg über das linke, südliche Limmatufer wählt.

Figur 57
Wirkungsgebiet
Obersiggenthal



6.3 Im Wirkungsgebiet

Wenden wir uns nun grösseren Wirkungsgebieten zu. Je grösser ein Wirkungsgebiet ist, umso schwieriger wird es, am Siedlungsrand so zu dosieren, dass es einerseits im Wirkungsgebiet selbst zu keinen Staus kommt und andererseits nicht zu Leistungsverlusten (d.h., dass am Endknoten die volle Leistung genutzt werden kann). Zudem wird um so mehr Binnen- und Quellverkehr in einem Wirkungsgebiet generiert, je grösser es ist. Im Fall Beispiel Seftigenstrasse in Wabern ist das Wirkungsgebiet 1,5 km lang und enthält einen herkömmlichen Knoten, einen Kreisels sowie eine Tramendschleife, welche mit Ampeln versehen sind und zusammen mit der Dosierstelle zentral gesteuert werden.

In Rapperswil sind es 3 km mit sieben Lichtsignalanlagen zwischen den Knoten St. Dionys (Pfortner) und Cityplatz, welche zusammen zentral gesteuert werden. Jede einzelne Lichtsignalanlage darf der nachfolgenden Lichtsignalanlage nur soviel Verkehr zuleiten, wie diese bewältigen kann. Die Steuerung basiert darauf, dass, wenn eine Lichtsignalanlage überlastet ist, bei der stromaufwärts gelegenen das Verkehrsvolumen auf der relevanten Relation gedrosselt wird. Auch die weiter stromaufwärts gelegenen Lichtsignalanlagen müssen dann unter Berücksichtigung des von den Querstrassen zufließenden Verkehrs gedrosselt werden. Die Verkehrsmengen werden anhand der bei einem Strassenabschnitt ein- und ausfahrenden Motorfahrzeugen überwacht.

Je grösser ein Wirkungsgebiet, umso mehr Bedeutung erlangen die darin eingebetteten Lichtsignalanlagen und umso wichtiger wird es, dass an diesen die Erfordernisse eines störungsarmen Bussbetriebs erfüllt werden. Diese lassen sich diesbezüglich einfach formulieren:

Auf Fahrstreifen, welche von Linienbussen (oder Trams) fahrplanmässig befahren werden, darf es zu keinen Staus kommen. Wo Staus sind, müssen diese von den Linienbussen auf eigenen Fahrstreifen (Busspuren) umfahren werden können.

Für diese Fragestellung bedeutet „kein Stau“, dass ein Bus, welcher auf ein Kolonnenende auffährt, immer den Knoten beim nächsten Grün, welches der Fahrstreifen erhält, queren kann. Darüber hinaus ist eine Priorisierung durch Busanmeldung soweit möglich und verhältnismässig zu verwirklichen.

Die Vorgabe, dass es auf Fahrstreifen, welche von Linienbussen befahren werden, zu keinen Staus kommen darf, führt zu der bereits unter 3.1 vorgenommenen Einteilung des Strassenraums:

- Staufreie Fahrstreifen, welche von Bussen und Individualverkehr gemeinsam benutzt werden.
- Fahrstreifen, welche ausschliesslich von Bussen befahren werden dürfen. Busspuren bedeuten meist zusätzliche Verkehrsflächen und Strassenbreiten. Sie können sich negativ

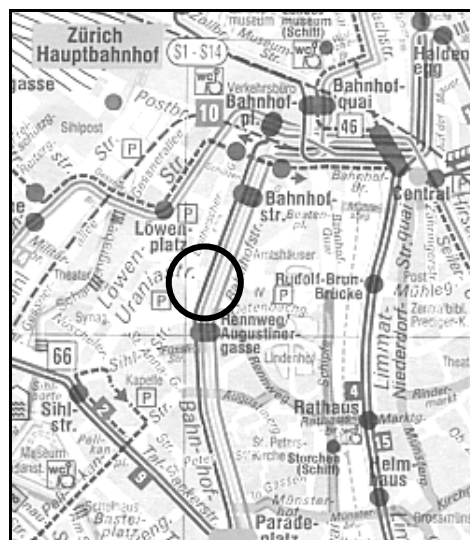
auf die Lebensqualität in umgebenden Strassenraum auswirken.

- Fahrstreifen, welche von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr gemeinsam benutzt werden und auf welchen der Verkehr nicht flüssig gehalten werden kann, der Stau vor dem Bus aber auf Busanmeldung hin geräumt wird. Dies ist im allgemeinen nur dann möglich, wenn das Busangebot wenig dicht und die Staulänge so kurz ist, dass ein Räumen ohne Überschreiten der maximalen Rotzeiten der andern Verkehrsströme möglich ist.
- Staufreie Fahrstreifen, welche ausschliesslich vom Individualverkehr benutzt werden.
- Fahrstreifen welche ausschliesslich vom Individualverkehr benutzt werden und auf denen Staus auftreten. Sie sind nur in Siedlungsgebieten zulässig, welche wenig empfindlich sind d.h. mit vergleichsweise geringen Ansprüchen hinsichtlich Lebensqualität). Kompromisse können nötig sein.

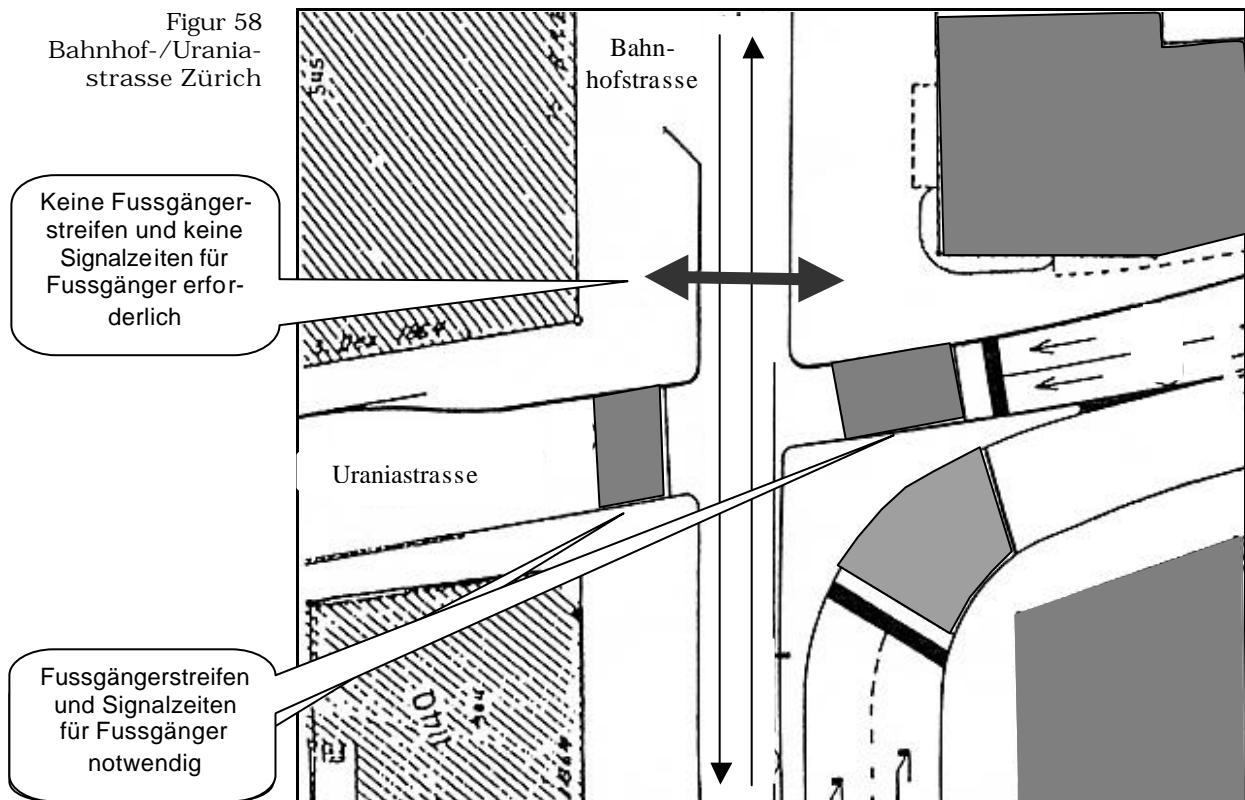
Bei der Bewirtschaftung der Verkehrsflächen im Wirkungsgebiet ist weiter zu beachten:

Ein allzu feinmaschiges Busnetz ist eine schlechte Voraussetzung für eine effiziente Steuerung und kann die Möglichkeiten der Buspriorisierung einschränken. Es kann sinnvoll sein, Buslinien zu bündeln.

Eine Führung von Bus- oder Tramlinien durch Fussgängerbereich kann eine sinnvolle Lösung sein. Die Zürcher Bahnhofstrasse ist ein Beispiel dafür. Am Knoten mit der Uraniastrasse zeigt sich die Zweckmässigkeit besonders anschaulich:



Figur 58
Bahnhof-/Urania-
strasse Zürich



Viel kleinere
Trennwirkung des
Trams

Zum eher technischen Aspekt, dass die Fussgänger für das Queren der Tramgleise keine Signalzeit benötigen, kommt ein noch viel grundsätzlicher, qualitativer Aspekt hinzu: die 7'200 Trampassagiere in 80 Tramkursen beeinträchtigen den Strassenraum in grundlegend geringerem Umfang als die 1'400 Personen in 1'150 Autos.

Figur 59
Bahnhof-/Urania-
strasse Zürich



1'400 Personen in 1'150 Fahrzeugen

Fussgängerquerung nur mit LSA

7'200 Personen in 80 Tramkursen

Fussgängerquerung frei

6.4 Voraussetzungen und Grenzen der Dosierung

Eine populäre Vorstellung von Dosierung ist, mittels Dosierstellen am Siedlungsrand nur soviel Verkehr in ein Siedlungsgebiet einfahren zu lassen, wie im Siedlungskern bewältigt werden kann. Dabei wird stillschweigend davon ausgegangen, dass die Ursache für die Überlastungsprobleme der einfahrende Verkehr ist, also Ziel- und Durchgangsverkehr. Dies mag in vielen Fällen so sein und besonders für die Morgenverkehrsspitze zutreffen. Wenn die Überlastungen aber darauf zurück zu führen sind, dass im Siedlungsgebiet gemessen an der Leistungsfähigkeit des Strassennetzes zu viel Verkehr erzeugt wird, so kann eine Dosierung am Siedlungsrand die Probleme bestenfalls mindern, aber sicher nicht lösen. Im Extremfall kann sich eine Dosierung am Siedlungsrand sogar negativ auswirken: Der Quell- und Binnenverkehr wird gegenüber dem Ziel- und Durchgangsverkehr bevorzugt und damit sogar noch gefördert.

Eine im Vergleich zur Netzleistungsfähigkeit zu grosse Verkehrserzeugung eines Siedlungsgebiets muss ursächlich gelöst werden durch eine Verringerung resp. Begrenzung der Verkehrserzeugung (Parkraumpolitik, Siedlungsentwicklung, Modal-Split) oder durch eine Steigerung der Netzleistungsfähigkeit (Ausbau des Strassennetzes). Wenn man überhaupt die Leistungssteigerung erwägt, so sind zugleich die Voraussetzungen für einen störungsarmen Busbetrieb zu schaffen.

Eine wichtige Voraussetzung für die Dosierung ist die Möglichkeit, Stau und öV im Aufstellbereich zu trennen. Eine günstige Voraussetzung ist das Vorhandensein von breiten Strassenabschnitten, welche es erlauben, einen Fahrstreifen als Stauraum für den MIV zu nutzen und einen zweiten als Busspur. An Stelle von Busspuren kommen auch Abbiegestreifen ohne Staugefahr in Frage, welche von Bussen zur Umfahrung des gestauten MIV benutzt werden können. Denkbar sind auch Lösungen mit parallelen Strassen. Beides ist eher bei mittleren bis grossen Städten und auf ihren Zufahrtsachsen in Agglomerationsgemeinden gegeben als in Kleinstädten ausserhalb der Agglomerationen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichsten der oben diskutierten Merkmale der in diesem Bericht behandelten Dosierstellen zusammengestellt.

Figur 60
Ausdehnung des
Wirkungsgebiets

Ort / Dosieranlage	Stau und Bus (Aufstellbereich, d.h. vor Dosierstelle)	Ausdehnung Wirkungs- gebiet	Besonderheiten im Wir- kungsgebiet	Ziel- Quell- und Binnen- verkehr
Bern Wankdorf – Lor- rainebrücke	Busse auf Rechts- abbiegestreifen	2,5 km	Lichtsignalanlagen Busspuren	Viel, über LSA geführt
Birmensdorf ZH Stallikonerstrasse Lielistrasse	Strasse wird nicht von Bussen befah- ren Umgenutzter Feld- weg wird zur Stau- umfahrung genutzt	0,1 km 0,15 km	Unübersichtlich mit unge- regelmäßigem Knoten Sicht bis zur nächsten LSA	unerheblich unerheblich
Fällanden	2 Busspuren führen an Staus vorbei.	0,6 km resp. 0,75 km		wenig
Konstanz Wollmatin- gen Radolfzellerstras- se	Stauraum vor Bus- wendeschlaufe	0,7 km	Untergeordnete, ungere- gelte Knoten	erheblich
Luzern Dietschiberg	Busspur führt an Stau vorbei.	1,2 km	Nur ein unbedeutender Knoten und wenig Anlieger	unerheblich
Siggenthalerbrücke AG Chappellerhof – Brücke Ortsdurchfahrt Obersiggenthal	Busspur führt an Stau vorbei. Busspur führt an Stau vorbei.	1,5 km 1,3 km	Wenig Anlieger, 2 unbe- deutende Knoten; am Knoten Siggenthalerbrücke Stauraum und Busspur Mehrere unregelmäßige Knoten sowie Anlieger	mässig erheblich
Rapperswil / Jona SG St. Dionys	Elektronische Bus- spur	3,1 km 0,55 km bis zur ersten LSA	7 LSA	Viel, über ge- regelte und ungeregelte Knoten
Wabern BE Seftigenstrasse	Busspur führt an Stau vorbei	1,6 km 1 km zwi- schen den beiden LSA Maygut- und Dorfstrasse	<ul style="list-style-type: none"> • 3 LSA • 1 Kreisel • 1 Kreisel mit LSA zur ÖV - Bevorzugung • 1 LSA zur ÖV - Bevorzugung • untergeordnete Einmündungen • Tramwende- schlaufe 	Erheblich, über geregelte und ungere- gelte Knoten

Mit Ausnahme von Birmensdorf und Fällanden sind alle Dosieranlagen Teile einer grossräumigen Steuerung oder stehen mit einer solchen in engem Zusammenhang. Fragt man nach der grösst möglichen Ausdehnung des Wirkungsbereichs, so ist die Möglichkeit einer gestaffelten Dosierung zu berücksichtigen und die Frage zu präzisieren:

Die grösste Distanz zwischen der Dosierstelle und einer nächsten Lichtsignalanlage findet sich auf der Zufahrt von Turgi nach Ba-

den (1,5 km). Annähernd so gross ist die Distanz in Obersiggenthal und bei der Dosieranlage Dietschiberg in Luzern mit 1,3 km resp. 1,2 km.

In Rapperswil – Jona beträgt die Distanz zwischen der Dosierstelle und dem Leistungsengpass 3,1 km, aber schon 550 Meter nach der Dosierstelle folgt eine erste Lichtsignalanlage und zwischen ihr und dem Leistungsengpass Cityplatz folgen 6 weitere, welche eine Feinsteuerung der Dosierung resp. der Verkehrsmengen erlauben.

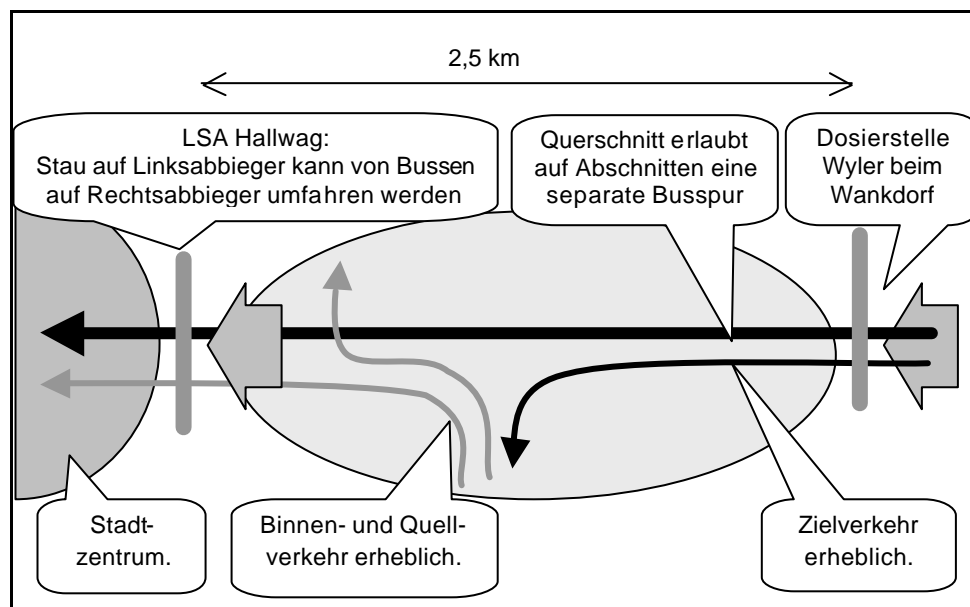
Die Beispiele, zeigen, dass in Siedlungsbereichen unter günstigen Bedingungen (wenig Ziel- Quell- und Binnenverkehr) Strassenabschnitte von bis zu 1,5 km staufrei gehalten werden können.

Mittlere und grössere Städte weisen aber zumeist Siedlungsbereiche auf, die wesentlich grösser sind. Auch in diesen Fällen muss sichergestellt werden, dass die Linienbusse nicht im Stau stecken bleiben. Einbussen an Siedlungsqualität entlang den städtischen Hauptverkehrsadern sind unvermeidbar und erfordern das Setzen von Prioritäten. Die beiden nachfolgenden Beispiele aus Bern und Luzern weisen sehr unterschiedliche Voraussetzungen auf und entsprechend verschieden sind die getroffenen Lösungen.

Beide Dosieranlagen sind Teile einer flächenhaften Netzsteuerung und -optimierung. Das Aufzeigen dieser Zusammenhänge würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch sprengen. Die beiden Beispiele sollen vor allem zeigen, wie verschieden die Rahmenbedingungen sein können und dass in jedem einzelnen Fall eine auf die speziellen Gegebenheiten ausgerichtete Lösung erarbeitet werden muss.

6.4.1 Beispiel Nordring, Bern

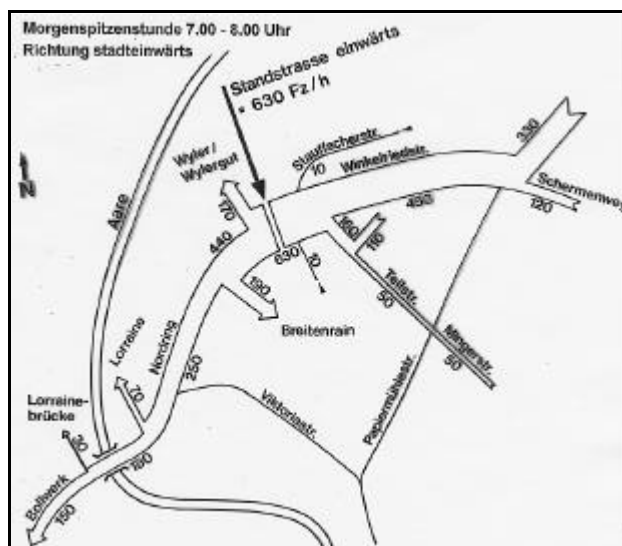
Figur 61
Voraussetzungen
zwischen Wankdorf
und Schützenmatt
(Bern)



Vom Strassenquerschnitt her sind die Voraussetzungen in Bern zwischen Wankdorf und Lorrainebrücke günstig, da die Strassen (Winkelriedstrasse und Nordring) so breit sind, dass Richtung Zentrum meist ein Busstreifen möglich ist oder die Busse über Abbiegestreifen geführt werden können. Dafür haben Ziel- Quell und Binnenverkehr grössere Bedeutung, und es mussten Massnahmen getroffen werden, damit nicht in die angrenzenden Quartiere ausgewichen wird. Eine Fahrt aus den angrenzenden Quartieren Richtung Zentrum ist nur über wenige, lichtsignalgesteuerte und damit dosierbare Knoten möglich. Damit wird auch vermieden, dass die Staus ganz oder teilweise umfahren werden.

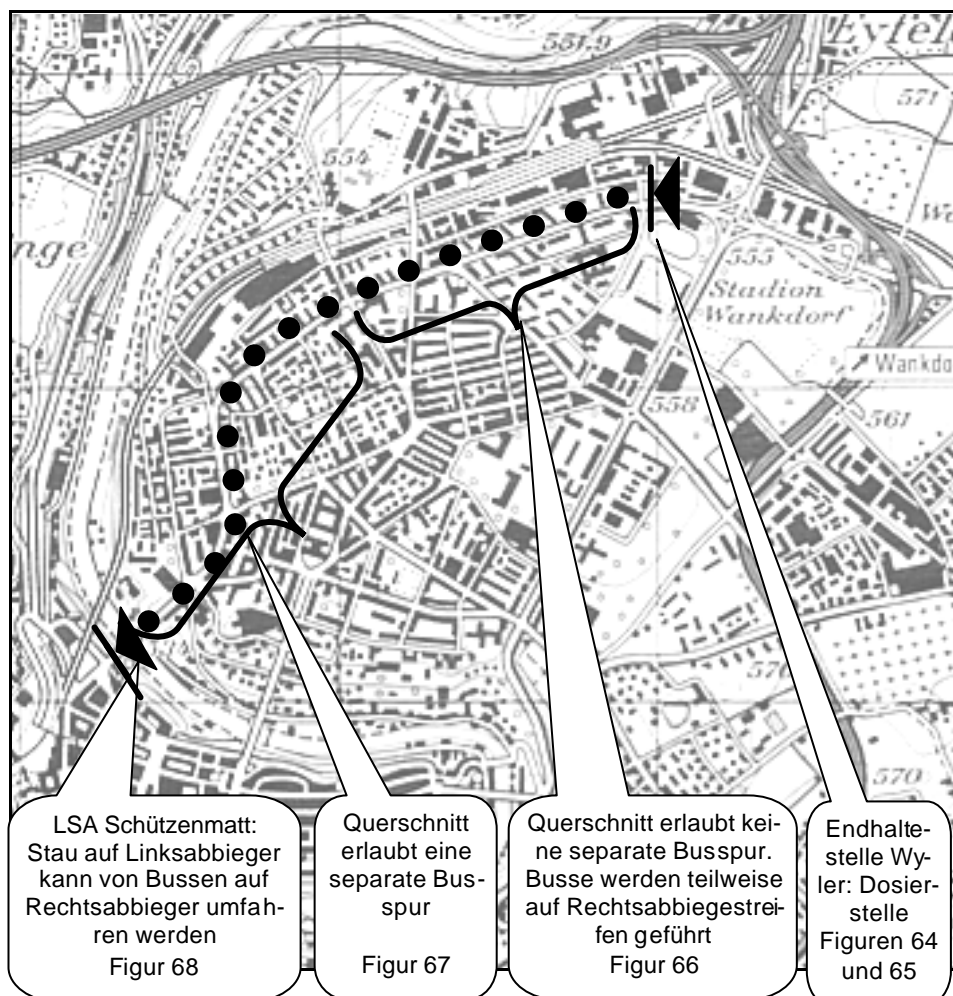
Die Bedeutung von Ziel- und Quellverkehr wird aus der nachfolgenden Abbildung erkennbar.

Figur 62
Zusammensetzung
des Verkehrs im
Querschnitt
Stansstrasse



Von den 630 Motorfahrzeugen, welche während der Morgenspitzenstunde durch die Standstrasse in Richtung Zentrum führen, waren 480 Zielverkehr. Umgekehrt kommen am Bollwerk zu den 150 Motorfahrzeugen Durchgangsverkehr noch 850 Motorfahrzeuge Quellverkehr hinzu. Offensichtlich dominiert der Ziel- / Quellverkehr zum Gebiet zwischen Wankdorf und Bollwerk das Verkehrsgeschehen in diesem Strassenabschnitt.

Figur 63
Gestaffelte
Dosierung auf der
Zufahrt zur LSA
Schützenmatt
(Bern)



Figur 64
Endhaltestelle
Wyler (zugleich
Dosierstelle)



Figur 65
Aufstellbereich
davor, Busse fahren
über Rechts-
abbieger



Figur 66
Keine Busspur
zwischen Wyler
und Scheibenstrasse
Busse auf
Rechtsabbieger



Figur 67
Busspur zwischen
Scheibenstrasse
und Lorrainebrücke



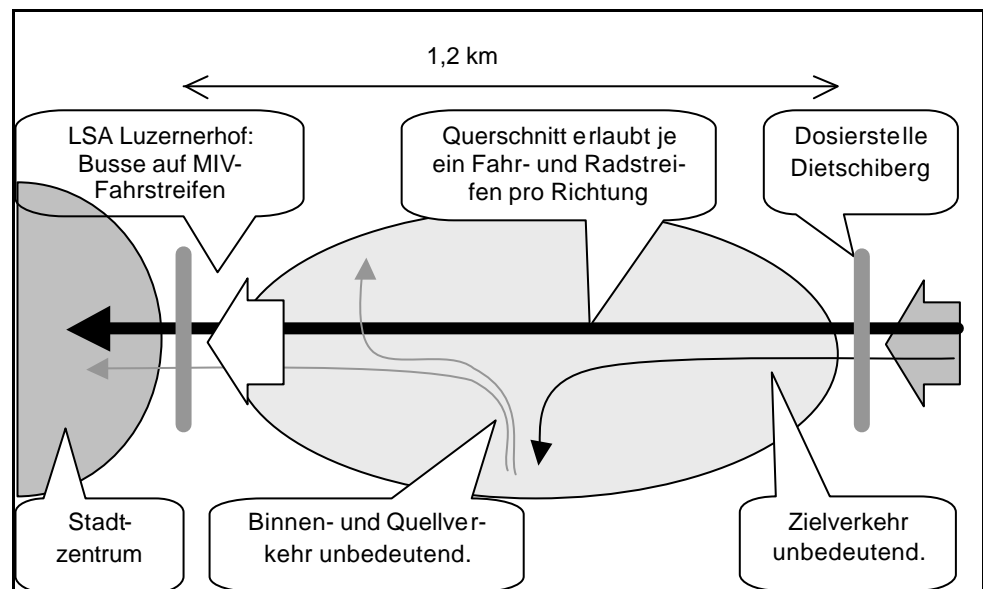
Figur 68
Auf der Lorraine-
brücke benutzen
die geradeaus-
fahrenden Busse
den Rechtsabbiege-
streifen



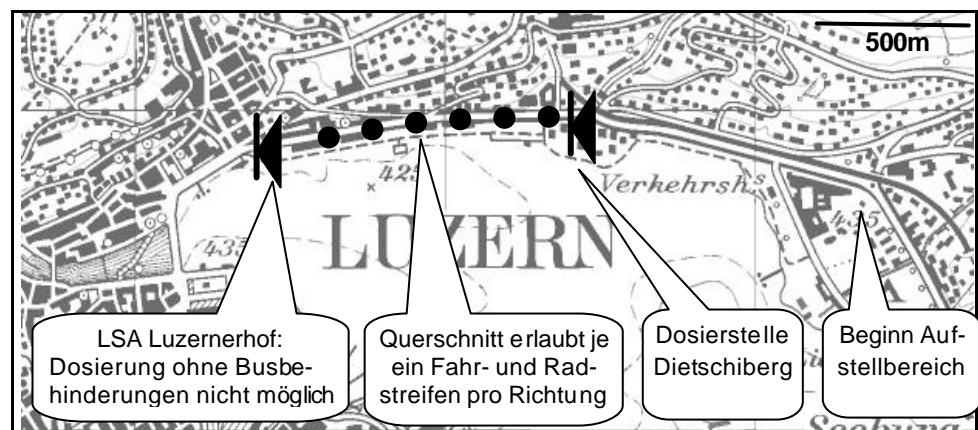
6.4.2 Beispiel Dosieranlage Dietschiberg, Luzern

Im Fall der Einfahrtsachse Haldenstrasse in Luzern sind die Verhältnisse grundlegend anders. Es hat wenig Ziel- / Quellverkehr, aber die Strasse ist zu schmal für eine Busspur. Die Dosierung Dietschiberg - Luzernerhof in Luzern stellt besonders hohe Anforderungen an die Abstimmung der Verkehrsmengen, damit vor dem Luzernerhof keine den Busbetrieb behindernden Staus entstehen. In anderer Hinsicht sind die Randbedingungen sehr günstig: der Ziel-, Quell und Binnenverkehr des Gebiets zwischen Dietschiberg und Luzernerhof ist gering. Auch die Gefahr von Ausweichverkehr durch die Nachbarquartiere ist auf Grund der Topografie gering und konnte mit flankierenden Massnahmen (z.B. Tempo 30) weiter verringert werden.

Figur 69
Voraussetzungen
zwischen
Dietschiberg und
Luzernerhof
(Luzern)



Figur 70
Gestaffelte
Dosierung auf der
Zufahrt zur LSA
Luzernerhof



Figur 71
Beginn des
Aufstellbereichs mit
900m langer
Busspur
(Mitbenutzung
durch Taxi) und
Veloweg



Figur 72
Dosierstelle
Dietschiberg



Figur 73
Blick von der
Dosierstelle
Richtung Zentrum



Figur 74
Einmündung



Figur 75
Wirkungsbereich
Querschnitt erlaubt
keine Busspur wohl
aber Velostreifen,
auf welchen im
Vorsortierbereich
Luzernerhof
verzichtet wird



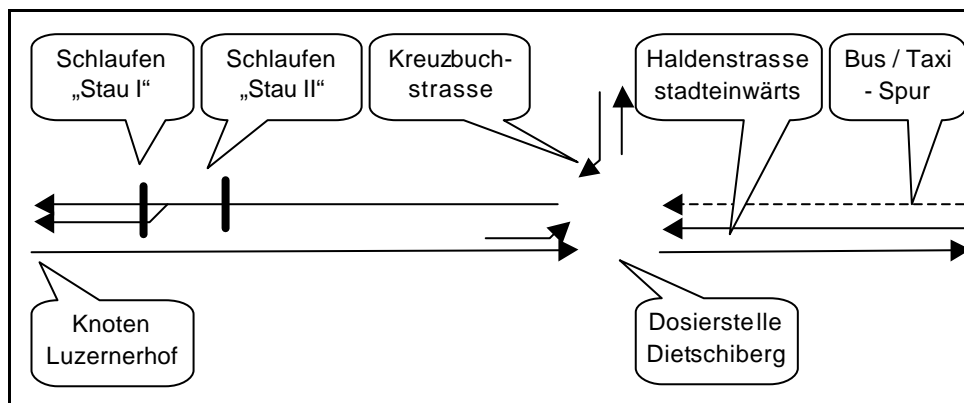
Steuerung

Die Dosierung Dietschiberg stellt an die Steuerung besondere Anforderungen. Vor dem Luzernerhof steht den Bussen keine Busspur zur Verfügung und die Busse können auch nicht Abbiegestreifen mit geringem Verkehrsaufkommen mitbenutzen. Der auf den Luzernerhof zufließende Verkehr muss also über eine grosse Distanz sehr genau dosiert werden, damit einerseits die Busse wenig behindert werden und andererseits die Grünzeiten am Luzernerhof vollständig ausgenützt werden können.

Die Haldenstrasse weist vor dem Knoten Luzernerhof auf einer Strecke von zirka 80 Metern eine Doppelspur auf. Am Anfang der zwei Spuren ist je ein Staudetektor (Schlaufe) vorhanden (Stau I). Weitere 50 Meter zurück, im einspurigen Abschnitt, befindet sich ein weiterer Detektor (Stau II).

Im Steuergerät Dietschiberg werden die Staumeldungen für die Drosselung des Verkehrs verwertet. Im Normalzustand ist die Anlage vollverkehrsabhängig.

Figur 76
Dosierstelle Dietschiberg



Reicht eine Fahrzeugkolonne während der Dauer von 2 Minuten bis zu einer der beiden Schleifen „Stau I“, so erhält der Verkehr Haldenstrasse stadteinwärts an der Dosierstelle Dietschiberg nur noch maximal 24 Sekunden Grün und eine Wartezeit von 90 Sekunden. Der Verkehr aus der Kreuzbuchstrasse erhält eine Grünzeit von 8 Sekunden und eine Wartezeit von 140 Sekunden, damit diese Quartierstrasse nicht als Staumfahrung benutzt wird.

Reicht der Rückstau am Luzernerhof bis zur Schleife „Stau II“, so wird die Grünzeit für den Verkehr in der Haldenstrasse stadteinwärts auf 10 Sekunden reduziert.

Alle anderen Signalgruppen der Anlage Dietschiberg sind vom Stauprogramm nicht betroffen und erhalten auf Anforderung Grün.

Ist beim Luzernerhof der Stau abgebaut, so schaltet die Grünzeit der Signalgruppe 3 auf eine maximale Grünzeit von 34 Sekunden. Diese Begrenzung gilt, bis die vor der Dosieranlage Dietschiberg entstandene wartende Kolonne abgebaut ist. Mit dieser Massnahme wird erreicht, dass nicht die ganze wartende Kolonne auf einmal abgebaut wird und dadurch erneut ein Rückstau am Luzernerhof entstehen würde.

7. Dosierung bei Hochleistungsstrassen

Die Dosierung von Hochleistungsstrassen ist ein Sonderfall einer Dosierung, welcher im Forschungsbericht „Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen“ ausführlich behandelt wird. Mit räumlichen und funktionalen Überschneidungen muss gerechnet werden. Das Thema wird daher verkürzt behandelt.

Es muss verhindert werden, dass Autobahnen überstaut werden, sei dies, weil das lokale Strassennetz den Verkehr von der Autobahn nicht in vollem Umfang aufnehmen kann (Gefahr von Rückstaus auf die Autobahn) oder sei es, weil zuviel Verkehr vom lokalen Strassennetz zugeführt wird (Rampmetering). In beiden Fällen sind grosse Pufferräume zwischen Autobahn und Lokalstrassennetz anzuordnen, wo Staus aufgefangen werden, welche weder auf den Autobahnen noch im lokalen Strassennetz tragbar sind.

7.1 Dosierung der Autobahneinfahrten

7.1.1 Autobahnanschlüsse als Knoten betrachtet²⁰

Viele Automobilisten sind bereit, bei Einmündung etwas zu verzögern, um anderen Automobilisten das Einmünden zu erleichtern. Es ist auch eine andere Sichtweise möglich: Die einfahrenden Automobilisten erzwingen das Einmünden. Aber, was bleibt ihnen denn anderes übrig. Es liegt im Wesen der Autobahnanschlüsse, dass auf der Einfahrtsrampe beschleunigt und spätestens am Ende des Beschleunigungsstreifens eingemündet werden muss.

Mit diesen erzwungenen Einmündevorgängen hängt vermutlich auch eine weitere Erscheinung zusammen, welche immer wieder zum Staunen Anlass gibt: Die grosse Leistung in den Autobahntunnels in Agglomerationen und damit die kurzen Fahrzeugabstände. Warum schliessen Automobilisten entgegen den Empfehlungen so dicht auf, wenn doch der Einzelne aus seinem Verhalten gar keinen Nutzen zieht? Warum nimmt er den Stress und die Gefahren der kurzen Abstände auf sich? Den Nutzen haben ja die nachfolgenden Automobilisten. Die Antwort ist: er schliesst gar nicht auf, sondern andere (Einmünder und jene, welche den Fahrstreifen wechseln, um ein Einmünden zu ermöglichen) zwingen sich dazwischen. Die Nachfolgenden versuchen mit einem Unterschreiten der Minimalabstände die Situation zu retten. Gelingt ihnen dies nicht, so entsteht ein Stau oder gar ein Aufnahmefall. Diese Beschreibung ist eine Hypothese, aber eine naheliegende und zumindest die überproportionale Zunahme der

²⁰ Der nachfolgende Textteil ist - zum Teil wörtlich – übernommen aus Berg [2003] Seite 46f.

Auffahrunfälle bei grossem Verkehrsaufkommen ist belegt²¹.

Die herkömmlichen Autobahnanschlüsse mit Beschleunigungsstreifen sind ausgelegt auf unbehinderten Verkehr auf der Autobahn und sie funktionieren auch wieder problemlos bei zähflüssigem Verkehr. So gesehen ist das Rampmetering ein Hilfsmittel, mit welchem nur dann Automobilisten resp. nur so viele Automobilisten auf die Einfahrtsrampe gelassen werden, wie ohne Stau- bildung auf der Autobahn bewältigt werden können.

Dabei werden aber immer noch die empfohlenen Mindestabstände von einem halben Tacho in Metern resp. zwei Sekunden deutlich unterschritten²². Das Rampmetering könnte zusätzlich genutzt werden, um zu vermeiden, dass von den Automobilisten das Unterschreiten der empfohlenen Abstände erzwungen wird, sie so an ungenügende Abstände mit der Zeit gewöhnt werden, und dass auf den nachfolgenden Autobahnabschnitten Fahrzeugdichten entstehen, welche die Sicherheit gefährden²³.

Das Rampmetering ist jedoch einseitig, indem nur die Einfahrtsrampe nicht aber die Autobahn selbst gesteuert werden kann. Bei engen Platzverhältnissen, tiefen Geschwindigkeiten und besonders bei grossen einmündenden Verkehrsströmen kann es zweckmässig sein, beide Zufahrtsrichtungen unter Licht zu nehmen, also neben der Rampe auch die Fahrstreifen der Autobahn selbst²⁴.

7.1.2 Rampmetering zur Kontrolle der nachfolgenden Autobahnabschnitte

Rampmetering wird bisher primär dazu verwendet, sicherzustellen, dass nicht mehr Autos einmünden, als diese ohne Staubildung auf der Autobahn selbst möglich ist. Eine Staubildung und die Gefahr von Auffahrunfällen stauaufwärts, d.h. vor der Einfahrt, soll vermieden werden.

Und wie steht es um die nachfolgenden Autobahnabschnitte? Eine erst grobe Beurteilung kann dahingehen, dass wenn einmal der kritische Vorgang des Einmündens vollzogen ist, es keinen Grund für eine Staubildung oder für Auffahrunfällen mehr gibt.

²¹ Lindenmann, Weber [2000], Seite 25

²² Im Gotthardtunnel werden die Automobilisten mit Bodenmarkierungen dazu aufgefordert, Abstände von 50 Metern einzuhalten, was deutlich über dem halben Tacho resp. zwei Sekunden liegt; im Baregg- und im Gubristunnel, wie auch auf anderen Autobahnabschnitten, werden die Empfehlungen im Durchschnitt über die Spitzenstunde deutlich unterschritten.

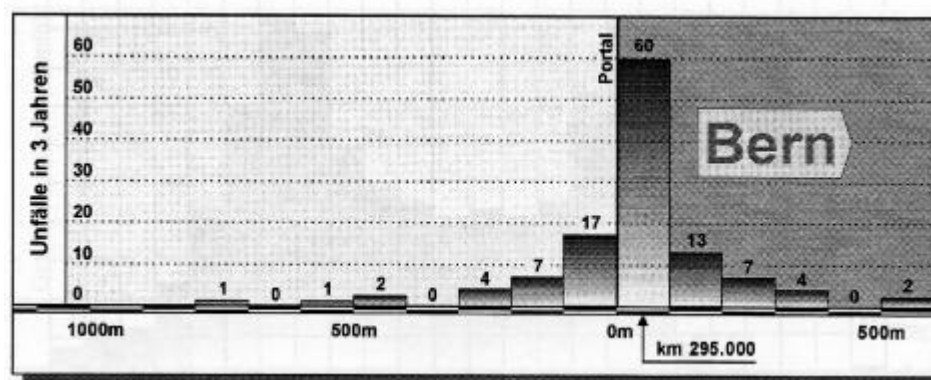
²³ Die kleinen Fahrzeugabstände führen vermutlich für sich alleine noch nicht zu Unfällen. Kommen dann aber noch weitere Gefahrenquellen hinzu, wie z.B. Adaptionsprobleme bei Tunnelleinfahrten oder weitere Verflechtungsstellen, so können Unfallschwerpunkte entstehen.

²⁴ Mehr dazu bei Berg [2003] [Seite 47](#).

Dies mag häufig zutreffen. Aber es kann fallweise auch sein, dass die nachfolgenden Abschnitte aufgrund von Steigungen oder der Trassierung eine tiefere Leistungsfähigkeit als im Bereich der Einfahrt aufweisen.

Auch die Sicherheit kann dafür sprechen, die Fahrzeugdichte und damit die Verkehrsmenge zu begrenzen. Ein Beispiel dafür ist der Gubristtunnel auf der Nordumfahrung von Zürich. Auf dem linken Fahrstreifen werden in der Fahrtrichtung West Verkehrsdichten von bis zu 2'300 Mfz/Spitzenstunde²⁵ erreicht. Das unterschiedliche Adaptionsvermögen der Augen bei den Verkehrsteilnehmern führt zu unterschiedlichem Verkehrsverhalten im Portalbereich des Tunnels mit einer Häufung von Unfällen.

Figur 77
Unfallgeschehen am
Nordportal des
Gubristtunnels (A1)



Quelle:
Weber [2001] Abb. 5

7.2 Pufferräume bei den Autobahnanschlüssen

Stauräume bei Au-
tobahneinfahrten

Für die Bereitstellung der Stauräume bei Autobahneinfahrten gelten folgende Prioritäten:

- Distanz vom letztem Knoten auf dem Lokalstrassennetz und eigentlicher Einfahrrampe. Diese Distanz ist allenfalls durch Parallelführung zur Autobahn zu verlängern.
- Mehrstreifige Rampe. Der Pannestreifen der Einfahrt kann zu einem zweiten Fahrstreifen umgenutzt werden.
- Zielreine Fahrstreifen zur Autobahn im lokalen Strassennetz. Beispiel Baden West vor Baregg²⁶: Aus verschiedenen Richtungen führen zielreine Fahrstreifen zur letzten Lichtsignalanlage vor der Einfahrrampe. Reichen die Staus darüber hinaus und würden Fahrströme mit anderen Zielen als die Autobahn behindert, so muss die Rampenbewirtschaftung unterbrochen werden.²⁷

²⁵ Weber [2001], Abb. 7

²⁶ Ausführliche Beschreibung: Pitzinger [2000], Seite 7

²⁷ Pitzinger [2000], Seite 8

Kaum tragbar sind Staus auf nicht zielreinen Fahrstreifen, selbst wenn ein störungsarmer Betrieb des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs gewährleistet werden kann.

Stauräume bei Autobahnausfahrten

Für die Bereitstellung der Stauräume bei Autobahnausfahrten bestehen folgende Möglichkeiten:

- Distanz vom Beginn der Ausfahrt zum ersten Knoten auf dem Lokalstrassennetz. Diese Distanz ist allenfalls durch Parallelführung zur Autobahn zu verlängern. (Vorverlegung der Ausfahrt.) Nötigenfalls ist der Standstreifen umzunutzen und zu Lasten der anderen Fahrstreifen zu verbreitern. Die Signalisation ist den neuen Gegebenheiten entsprechend anzupassen.
- Mehrstreifige Ausfahrtrampe. Der Pannestreifen der Ausfahrt kann zu einem zweiten Fahrstreifen umgenutzt werden.²⁸
- Ein Ausbau im Lokalstrassennetz um dort Stauraum zu schaffen ist wohl nur in den seltensten Fällen realistisch.
- Ebenso ist eine Priorisierung des von der Autobahn kommenden Verkehrs nur ausnahmsweise möglich und oft wegen den dadurch bewirkten Verkehrsverlagerungen nicht erwünscht.

Rückstau auf die Autobahn?
Ja, wenn die Autobahn ohnehin schon überstaut ist.

Darf auch ein Rückstau auf die Autobahn hingenommen werden? Zu aller erst ist dies eine Frage der Sicherheit.

Eine zentrale Frage ist, ob auf der Autobahn im Bereich der Ausfahrt ohnehin schon Stau besteht. Ist dies der Fall, so ist der Rückstau auf der Ausfahrt wenig problematisch. Ist der Verkehr auf der Autobahn gestaut, die Ausfahrt jedoch flüssig, so kann diese Situation Automobilisten dazu veranlassen, dem Stau auf der Autobahn über das Lokalstrassennetz auszuweichen. Aber das Lokalstrassennetz ist in Agglomerationen während den Verkehrsspitzen auch ausgelastet oder überlastet. Das Ausweichen von der Autobahn auf das Lokalstrassennetz führt also vor allem dazu, dass Autos statt ausschliesslich auf der Autobahn zusätzlich im Lokalstrassennetz gestaut werden und dort auch den Lokalverkehr und oft auch Linienbusse behindern.

Ein anschauliches Beispiel ist der Baregg, Stand Herbst 2002. Die räumlich nächste Umfahrung des Bareggs über das Lokalstrassennetz führt über den Schulhausplatz in Baden, welcher während mehreren Stunden täglich überlastet ist. Die Staus während der Abendspitze auf der A1 in Richtung Westen führen zu Ausweichverkehr über das Lokalstrassennetz mit folgenden Folgen:

- Zusätzliche Staus auf der Hauptverkehrsstrassen in Wet-

²⁸ In IVM INFO Nr. 3 S. 2 (Informationsblatt zum Integrierten Verkehrsmanagement des Kantons Zürich): „Störungen auf der Autobahn infolge Abflussengpässen zum untergeordneten Netz (Rückstau auf die Autobahn) sind durch entsprechende Gestaltung des Fahrbahnraums auf den Autobahnen zu vermeiden oder zu reduzieren (z.B. grosszügige Verzögerungstreifen).“

tingen.

- Zusätzliche Behinderung des Lokalverkehrs.
- Zusätzliche Behinderungen der Linienbusse (bis 15 Minuten Verspätung).

Der Verkehr staut und fliesst nur sehr zähflüssig, noch viel ausgeprägter als ohnehin auch ohne den Verkehr, welcher den Staus auf der A1 auszuweichen versucht. Da die Route ohnehin schon überlastet ist, kann sie keinen nennenswerten zusätzlichen Verkehr aufnehmen, somit auch den Baregg nicht entlasten. Den Nachteilen auf dem lokalen Strassennetz steht kein wesentlicher Nutzen auf der A1 gegenüber.

Ist das zur Autobahn parallele lokale Strassennetz schon überlastet, – und dies trifft für das Agglomerationsstrassennetz während den Verkehrsspitzen zu – so ist das Ausweichen von der Autobahn auf das lokale Strassennetz für den Verkehrsablauf auf der Autobahn nahezu nutzlos, für den Gesamtverkehr jedoch schädlich und daher zu vermeiden. Nötigenfalls ist der Verkehr bei den Autobahnausfahrten mittels Lichtsignalanlagen zu drosseln.

7.3 Dosierung auf Autobahnen

Die Dosierung einer Autobahn wird anhand des Gotthard-Tunnels (Zufahrt von Norden) behandelt.²⁹ Ziel der Dosierung am Gotthard ist es, das Risiko eines neuerlichen schweren Unfalls im Tunnel möglichst zu minimieren. Nach dem Tunnelbrand vom 24. Oktober 2001 bis zum Abschluss der Sanierungsarbeiten Ende September 2002 durften Lastwagen den Tunnel nur im Einbahnverkehr befahren. Danach wurde ein Dosierungssystem eingeführt, mit welchem die Anzahl Fahrzeuge, welche den Tunnel durchqueren, aus Sicherheitsgründen begrenzt ist. Damit kann die Anzahl der Kreuzungen im Tunnel und damit die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls auf einem vertretbaren Mass gehalten werden.

Die Zahl der Fahrzeuge wird pro Richtung auf 1000 Personenwageneinheiten begrenzt, wobei ein Lastwagen wie drei Personenwagen gezählt werden.

Zusätzlich gelten zwei weitere Vorgaben:

- Mindestabstand für Lastwagen von 150 Metern
- Obergrenze von 150 Lastwagen pro Richtung und Stunde

Die effektive Lastwagenmenge wird laufend auf Grund des Personenwagenaufkommens bestimmt. Bei sehr grossem Personenwagenverkehr von 820 Personenwagen pro Stunde können 60 Lastwagen den Tunnel befahren ($820 + 3 \times 60 = 1000$). Bei einem mittleren Personenwagenverkehr von 550 pro Stunde wird die maximal zulässige Zahl der Lastwagen von 150 erreicht ($550 + 3 \times 150 = 1000$).

Die Dosierung erfolgt mittels einer Lichtsignalanlage, mit welcher je nach Personenwagenaufkommen 1 bis 2,5 Lastwagen pro Minute die Weiterfahrt Richtung Tunnel erlaubt wird.

Auf der Nordseite des Gotthard befindet sich die Dosierstelle in der Reussebene rund 15 Kilometer vom Nordportal des Tunnels entfernt vor einer Rampe, mit welcher knapp 300 Höhenmeter überwunden werden. Weil bei der Dosierstelle in der Reussebene nur 20 bis 25 Lastwagen Platz haben, müssen bei höherem Verkehrsaufkommen auch vorgelagerte Warteräume benutzt werden. Im Normalfall können die Lastwagen den Warteraum im Schritttempo durchfahren. Bei grossem Verkehrsaufkommen entstehen Wartezeiten.

Von diesen Zeitverlusten wäre der regionale Verkehr überproportional betroffen. Deshalb kann der Güterverkehr für die Südschweiz die Warteräume umfahren, nicht aber die Dosierstelle. 15

29

Grundlage ist die Präsentation „Schwerverkehrsbewirtschaftung in der Schweiz, Massnahmen für mehr Sicherheit und einen verbesserten Verkehrsfluss“ des ASTRA vom 13.3.2003.

Prozent der Lastwagen am Gotthard tragen das Zeichen, welches sie zum Umfahren der Warteräume berechtigt.

Auch der Personenwagenverkehr kann in der Reussebene angehalten resp. dosiert werden; es ist sinnvoller ihn in diesem flachen Strassenabschnitt als in der anschliessenden Steigung warten und wieder anfahren zu lassen. Um zu vermeiden, dass die Stau- und Dosierstellen über die Kantonsstrasse umfahren werden, wird dann die Einfahrt Göschenen gesperrt.

Somit hat die Dosieranlage in der Reussebene gleich mehrere und sehr vielfältige Funktionen:

- Dosierung des Verkehrs nach Sicherheitskriterien des Gotthardtunnels.
- Dosierung des Verkehrs um Staus auf der Steigung zwischen Amsteg und Göschenen zu vermeiden (Leistungsverlust und Schadstoffemissionen beim Wiederanfahren).
- Priorisierung der Personenwagen gegenüber den Lastwagen.
- Priorisierung des regionalen Lastwagenverkehrs gegenüber dem in- und ausländischen Schwerverkehr mit langen Distanzen.

Der Dosierung am Gotthard kommt damit gleich in zweierlei Hinsicht Modellcharakter zu. Zum einen, weil aus Sicherheitsgründen dosiert wird, zum andern weil eine Gruppe von Verkehrsteilnehmern des MIV gezielt gegenüber einer andern priorisiert wird.

8. Vorgehen und Checklisten

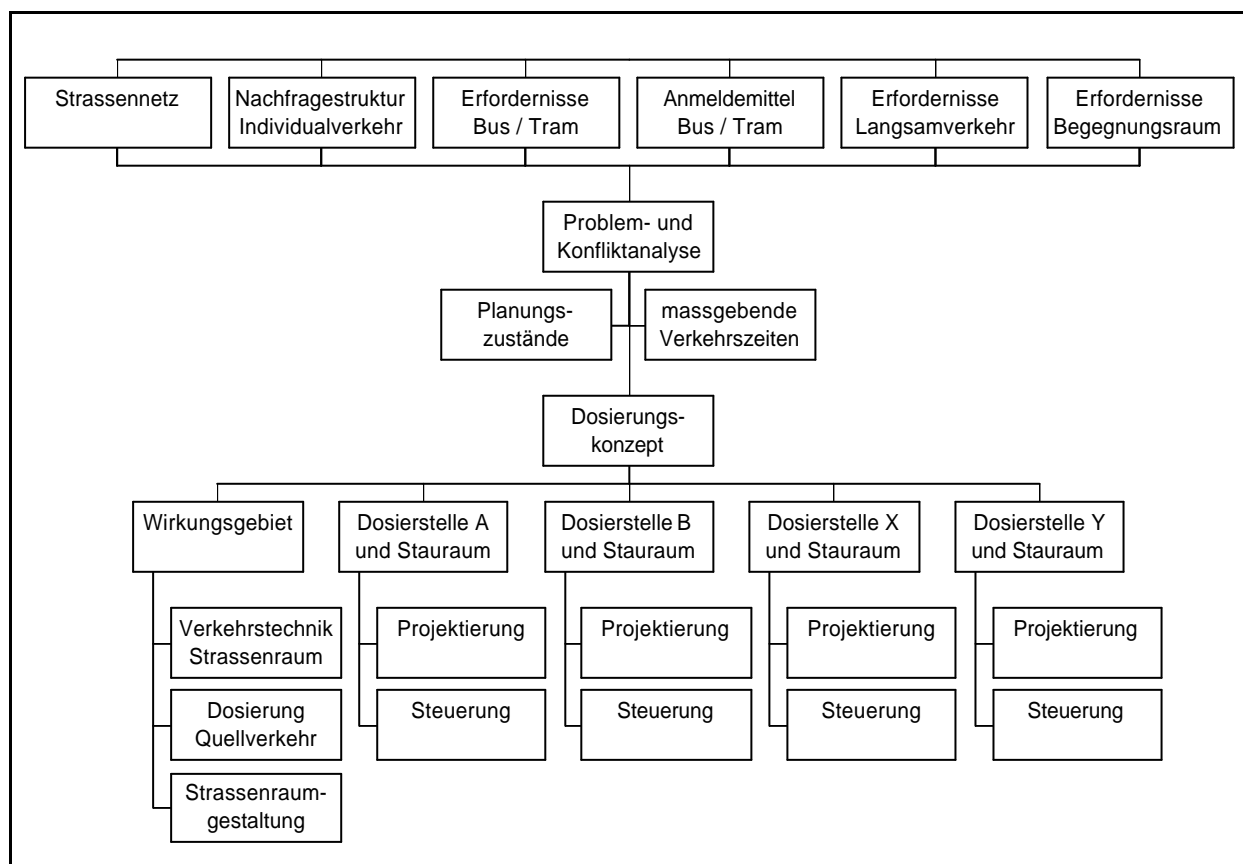
8.1 Arbeitsschritte

Das Vorgehen kann in vier Arbeitsschritte gegliedert werden:

- Zusammenstellen der Ausgangslage und der Anforderungen
- Problem- und Konfliktanalyse gegebenenfalls für unterschiedliche Planungszustände und verschiedene Verkehrszeiten (z.B. Morgen-, Abendverkehrsspitzen)
- Konzeptausarbeitung
- Ausarbeiten der Lösungen für das Wirkungsgebiet und die Dosierstellen.

Mit Rückkoppelungen ist zu rechnen, insbesondere zwischen Dosierstelle und Dosierungskonzept. Z.B. können aber auch Erfordernisse der Steuerung bessere Anmelde Mittel bei Bussen nötig machen.

Figur 78
Arbeitsschritte



8.2 Ausgangslage und Anforderungen

Strassennetz

- Verkehrsrichtplan bereinigt auf Realisierungszeitpunkt und allfällige zusätzliche Planungszustände.
- Fahrstreifengenaue Kenntnis der Staubereiche und Staulängen sowie Verlustzeiten von MIV und ÖV. Verlustzeiten des MIVs sind Indikatoren, was von den Automobilisten im Untersuchungsgebiet akzeptiert wird. Verlustzeiten des ÖV's sind als Begründung wichtig.
- Sind Netzergänzungen zu erwarten? Wie wirken sich diese ggf. auf das Dosierungskonzept aus?

Nachfragestruktur Individualverkehr

- Belastungsplan mit Knotenströme
- Macht eine Dosierung an einer bestimmten Stelle im Strassennetz überhaupt Sinn? Dies trifft nur dann zu, wenn der Durchgangsverkehr dominierend ist. (Zielverkehr wird unnötig behindert, Quell- und Binnenverkehr verringern die Wirksamkeit der Dosierung.)

Neben Ortskenntnissen kommen zur Beantwortung in Frage: Mit einem Verkehrsmodell: Linkanalysen von Dosierstellen und Endknoten (Quell- und Binnenverkehr können die Funktionsfähigkeit eines Dosierungskonzepts stören. Je nach örtlichen Verhältnissen kann es sein, dass der Zielverkehr in unnötiger Weise behindert wird.)

Nummernerhebung

- Verkehrserzeugung / Parkfelder

Erfordernisse Bus / Tram

- ÖV - Netz (mit Fixpunkten und „Variablen“ der Linienführung); Umsteigepunkte mit Fahrplanverknüpfung und Bedeutung der Umsteigebeziehungen.

Anmeldemittel Bus / Tram

- Damit Busse und Trams die Lichtsignale beeinflussen können, müssen sie mit den entsprechenden Sendern ausgerüstet sein. Es ist zwingend, die Steuerung und die Fahrzeugausrüstung auf einander abzustimmen. Einschneidend ist, dass alle eine Dosierungsstelle befahrenden Busse und Trams entsprechend ausgerüstet sind (was keineswegs selbstverständlich ist). Die entsprechende Technologie wird schnell und grundlegend weiterentwickelt. Bei der Planung von Dosierstellen ist daher ein frühzeitiger Kontakt zu allen betroffenen Verkehrsunternehmungen dringend.

Erfordernisse Langsamverkehr

- Fuss- und Velonetz
- Führung des Radverkehrs und der Fussgänger im Umfeld der Dosierstelle (z.B. kombinierte Fuss-/ Radwege auf der ei-

nen Strassenseite oder Velostreifen und Trottoire auf beiden Seiten.

Erfordernisse Begegnungsraum

8.3 Problem- und Konfliktanalyse

- | | |
|--|---|
| Planungszustände | <ul style="list-style-type: none"> • Sind mehrere Planungszustände zu berücksichtigen? • Reserven und Ausbaumöglichkeiten für künftige Entwicklungen. • Konsequenzen von nicht berücksichtigten Ausnahmezuständen, künftigen Entwicklungen und Fehleinschätzungen z.B. für Sicherheit, Betrieb, ÖV. („Was geschieht, wenn die Staus länger sind, als wir annehmen?“) • Definition des Planungsgebiets |
| Massgebende Verkehrszeiten | <ul style="list-style-type: none"> • Welche Bezugszeiten sind zu untersuchen? Werktägliche Morgen- und Abendverkehrspitze. Wochenenden. Einkaufsverkehr an Samstagen? • Ausnahmezustände |
| Dokumente Problem- und Konfliktanalyse | <ul style="list-style-type: none"> • Konfliktplan Ist-Zustand • Konfliktplan Ausgangszustand (ggf. für verschiedene Planungszustände) |

8.4 Dosierungskonzept

- | | |
|------------------------|---|
| Konzept | <ul style="list-style-type: none"> • Konzeptaufbau bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> - Endpunkt / Endbereich - Wirkungsbereich - Dosierstellen mit Stauräumen • Generelle Gliederung des Strassennetz in gestaute und nicht gestaute Strassenabschnitte mit Unterscheidung nach Benutzung durch ÖV. |
| Künftige Entwicklungen | <ul style="list-style-type: none"> • Was geschieht bei weiterem Verkehrswachstum? Längere Staus. Sind sie noch tragbar, resp. sind Busspuren verlängerbar? Würden Staus in andere Knoten hinein reichen? Sind Verkehrsverlagerungen zu erwarten? |
| Netz | <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsverlagerungen / Schleichverkehr |

8.5 Planung Wirkungsgebiet

Planungsarbeiten für das Wirkungsgebiet sind nicht immer erforderlich. Sie entfallen insbesondere dann, wenn die Planung des Wirkungsgebiets bereits erfolgt ist oder man gar keine vornehmen will (Beschränkung auf verkehrstechnisches Funktionieren von Endknoten resp. Endbereich).

- Bedürfnisse
- Gestaltungskonzept
- Dosierung von Binnen- und Quellverkehr
- Knoten im Innern des Wirkungsgebiets und deren Steuerung
- Fahrstreifengenaue Gliederung des Strassennetz in gestaute und nicht gestaute Strassenabschnitte mit Unterscheidung nach Benutzung durch ÖV.

8.6 Planung der einzelnen Dosierstellen

Dosierstelle Einzelanlage	<ul style="list-style-type: none"> • Knotentyp (LSA oder Kreisel?); LSA auf „offener Strecke“ • Knotengeometrie • und Bushaltstellen • Leistungsfähigkeit • Gestalterische Aspekte • Info über momentane Stausituation (z.B. Wechselsignal „Durchfahrt überlastet“) • Ev. Rotlichtüberwachung
Aufstellbereich	<ul style="list-style-type: none"> • Staulänge • Sicherheit vor Auffahrunfällen (Sicht) • Steigungen sind weniger geeignet als flache Strassenstücke oder Gefälle • Bus / Busspur • Anlieger • Velo • Info
Dosierstelle und Staugebiet	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrstreifengenaue Gliederung des Strassenraums in gestaute und nicht gestaute Strassenabschnitte mit Unterscheidung nach Benutzung durch ÖV. • Velo / Fussgänger • Busanmeldung
Besonderheiten von elektronischen Busspuren	<ul style="list-style-type: none"> • elektronischen Busspur muss von dem sie benutzenden Bus auf der ganzen Länge überblickbar sein. • kein Anliegerverkehr • Veloführung, die entweder ein Kreuzen Bus / Velo auf der elektronischen Busspur ausschliesst oder dazu einen genügend breiten, unterteilten Querschnitt anbietet.

Literatur

ASTRA [2003]

Schwerverkehrsbewirtschaftung in der Schweiz, Massnahmen für mehr Sicherheit und einen verbesserten Verkehrsfluss
13.3.2003

Baudepartement des Kantons Aargau, Verkehrsplanung [1993]

Verkehrserhebung vom 4. Mai 1993 in Baden

Aarau, 10. Juni 1993 VP/öV/Be/TO

Berg W. [1982]

Innerbetriebliche Gesetzmässigkeiten des öffentlichen Linienbetriebs
IVT - Bericht Nr. 82/2

ETHZ Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik

Zürich 1. März 1982

Berg W. [1988]

Gestaltung von Zugängen zu den Haltestellen und Bahnhöfen

Arbeitsgemeinschaft Recht für Fussgänger

Zürich, Dezember 1988

Berg W. [1993]

Äussere Grenzen der Mobilität

VSS Forschungsauftrag 5/89

April 1993

Berg W., Bärtsch D. [1995]

Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen

SVI Forschungsauftrag 43/91

September 1995

Berg W. [2001]

Intermodale Leistungsfähigkeit an Lichtsignalanlagen

Im Auftrag von: Stadtpolizei Zürich, Abteilung für Verkehr

Zürich, 7. März 2001

Berg W., [2004]

Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen

SVI Forschungsauftrag 74/0

2004 (z.Zt. in Bearbeitung)

Bern, Stadt [1982]

Umwelt, Stadt und Verkehr

Kurzbericht zu den Verkehrskonzepten der Stadt Bern

Bern, Juni 1982

Boesch H. [1992]

Die Langsamverkehrsstadt

Arbeitsgemeinschaft Recht für Fussgänger

Zürich, Juni 1992

-
- Dietrich K., Spacek P. [1994]
Nationalstrasse N2, Basel – Chiasso, Kapazitätsuntersuchung
Im Auftrag des Bundesamts für Strassenbau, Bern
Schriftenreihe des IVT Nr. 104
Zürich, Juni 1994
- Furler Ch., Glaser M., Dietiker J. [1997]
Integrierte Verkehrsplanung
VSS Forschungsauftrag 05/94
März 1997
- Hansen I., Broeren P. [1999]
Pufferräume als Mittel gegen unnötigen Verkehrsstau
Strassenverkehrstechnik 6/99, Seite 266ff
- Heierli H.; Laube R [2001]
Entwurf des Strassenraums- Vorgehen für die Entwicklung von Gestaltungs- und Betriebskonzepten (SN 640 210)
Strasse und Verkehr Nr. 3; März 2001, Seite 81ff
- Jenni + Gottardi AG / Pitzinger [2000]
A1 Anschluss Baden – West
Bedarfsgerechte Steuerung Fahrtrichtung Zürich
Baudepartement des Kantons Aargau, September 2000
- Jenni + Gottardi AG / Pitzinger [2001]
A1 Anschluss Baden – West
Bedarfsgerechte Steuerung Fahrtrichtung Zürich
Erhebung 2001 / Bilanz erstes Betriebsjahr
Baudepartement des Kantons Aargau, Oktober 2001
- Köniz (Gemeinde) [2000]
Zufrieden mit der neuen Strasse?
Erfolgskontrolle Seftigenstrasse Wabern
Köniz Mai 2000
- Lindenmann, H.P. , Weber, R. u.a. [2000]
Unfallgeschehen auf stark belasteten Autobahnen
IVT-ETHZ, Zürich, September 2000
- Metron [2004]
Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen
SVI Forschungsvorhaben 2001/513
- Pestalozzi, Ch. u.a. [2001]
Führung des leichten Zweiradverkehrs auf Strassen mit öffentlichem Verkehr
SVI Forschungsauftrag 17/98
Basel, Mai 2001
- Pitzinger P. [1999]
Priorität des öffentlichen Verkehrs und intermodale Qualität des Verkehrsablaufs an Lichtsignalanlagen
Im Auftrag der Baudirektion des Kantons Zürich, Planung und Steuerung
Zürich, 16.11. 1999

-
- Pitzinger P. [2000]
Rampenbewirtschaftung
VSS Forschungsauftrag 22/99
Dezember 2000
- Pitzinger P. [2001]
Verkehrsbewirtschaftung durch Rampenbewirtschaftung
In: Verkehrssysteme: Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen der
Verkehrsbeeinflussung im Individualverkehr
IVT-ETHZ, Zürich, Februar 2001
- Pitzinger P., Spacek P. [2001]
Erfahrung mit Rampenbewirtschaftungen in der Schweiz
Strasse und Verkehr 02/2001 S. 46
- RZU (Regionalplanung Zürich und Umgebung) [2001]
Optimierter Busverkehr
Zürich, 8.6.2001
- Siemens [1991]
Grünlicht
Information zur Strassenverkehrstechnik
Ausgabe 29, November 1991
- Simon M. J. [2001]
Ermittlung der intermodalen Leistungsfähigkeit bei lichtsignalgeregelten
Knoten
SVI Forschungsauftrag 48/00
Zürich, März 2001
- Socialdata [1993]
Mobilität in Zürich, „Verhalten“
Bauamt der Stadt Zürich Juni 1993
- Socialdata [1994]
Mobilität in Zürich, „Potentiale“
Bauamt der Stadt Zürich Januar 1994
- TEAMverkehr [2002]
Mischverkehr MIV / ÖV auf stark befahrenen Strassen
Forschungsauftrag auf Antrag der SVI 2000/376
November 2002
- Tiefbauamt Kt. Bern, Gemeinde Köniz [1996]
asfalter
Bauzeitung 1, Juni 1996
- Verkehrskonzept Hauptachsen Stadt Luzern
Kanton Luzern, Stadt Luzern, 5. September 2000
- Weber, R. [2001]
Notwendigkeit und Grenzen der Verkehrsbeeinflussung
In: Verkehrssysteme; Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen der
Verkehrsbeeinflussung im Individualverkehr
IVT-ETHZ, Zürich, Februar 2001

Forschungsberichte auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)
Rapports de recherche sur proposition de l'Association suisse des ingénieurs en transports
 (erschienen im Rahmen der Forschungsreihe des UVEK / parus dans le cadre des recherches du DETEC)

- 1980 **Velo- und Mofaverkehr in den Städten**
(R. Müller)
- 1980 **Anleitung zur Projektierung einer Lichtsignalanlage**
(Seiler Niederhauser Zuberbühler)
- 1981 **Güternahverkehr, Gesetzmässigkeiten**
(E. Stadtmann)
- 1981 **Optimale Haltestellenabstände beim öffentlichen Verkehr**
(Prof. H. Brändli)
- 1982 **Entwicklung des schweizerischen Strassenverkehrs ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1983 **Lichtsignalanlagen mit oder ohne Uebergangssignal Rot-Gelb**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**
(Emch + Berger AG)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung ***
(Glaser + Saxer)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**
(Transitec)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten ***
(Balzari & Schudel AG)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen ***
(Weber Angehrn Meyer)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische und -technische Massnahmen***
(Metron AG)
- 1987 **Provisorischer Behelf für die Umweltverträglichkeits-Prüfung von Verkehrsanlagen ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
- 1988 **Bestimmungsgrössen der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr ***
(Rapp AG)
- 1988 **EDV-Anwendungen im Verkehrswesen**
(IVT, ETH Zürich)
- 1988 **Forschungsvorschläge Umweltverträglichkeitsprüfung von Verkehrsanlagen**
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
- 1989 **Vereinfachte Methode zur raschen Schätzung von Verkehrsbeziehungen ***
(P. Widmer)
- 1990 **Planungsverfahren bei Ortsumfahrungen**
(Toscano-Bernardi-Frey AG)
- 1990 **Anteil der Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit vom Strassentyp**
(Abay & Meyer)
- 1991 **Busbuchten, ja oder nein?***
(Zwicker und Schmid)
- 1991 **EDV-Anwendung im Verkehrswesen, Katalog 1990**
(IVT, ETH Zürich)
- 1991 **Mofa zwischen Velo und Auto**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**
(Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmaphan AG)
- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren***
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Parkierungsbeschränkungen mit Blauer Zone und Anwohnerparkkarte**
(Jud AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile***
(U. Schwegler)
- 1992 **UVP bei Strassenverkehrsanlagen, Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten***
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
 erschienen auch als Mitteilungen zur UVP Nr. 7/Mai 1992 des BUWAL
- 1992 **Von Experten zu Beteiligten - Partizipation von Interessierten und Betroffenen beim Entscheiden über Verkehrsvorhaben***
(J. Dietiker)

- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhaltung: Verkehr - Emissionen – Immissionen ***
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr ***
(RAPP AG)1993
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen***
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**
(Sigmaplan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
erschieden als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/parus comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'OFEPF
- 1993 **Handlungsanleitung für die Zweckmässigkeitsprüfung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Vorstudie**
(Jenni + Gottardi AG)
- 1994 **Leistungsfähigkeit beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen**
(Rutishauser, Mögerle, Keller)
- 1994 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 1: Determinanten und Entwicklungen***
(R + R Burger AG, Büro Z)
- 1995 **Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven**
(Prognos AG / Rudolf Keller AG)
erschieden als GVF-Auftrag Nr. 267 des GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen / paru au SG DFTCE Service d'étude des transports No. 267
- 1996 **Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen**
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1997 **Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen ***
(Jenni + Gottardi AG)
- 1997 **Verkehrsgrundlagen für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 1998 **Entwicklungsindices des Schweizerischen Strassenverkehrs ***
(Abay + Meier)
- 1998 **Kennzahlen des Strassengüterverkehrs in Anlehnung an die Gütertransportstatistik 1993**
(Albrecht & Partner AG / Symplan Map AG)
- 1998 **Was Menschen bewegt. Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme**
(J. Dietiker)
- 1998 **Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1998 **La banque de données routières STRADA-DB somme base de modèles de trafic**
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs. Teil 2: Strategien zur Problemlösung**
(R + R Burger und Partner, Büro Z)
- 1998 **Kombinierte Unter- und Überführung für FussgängerInnen und VelofahrerInnen**
(Büro BC / Pestalozzi & Stäheli)
- 1998 **Kostenwirksamkeit von Umweltschutzmassnahmen**
(INFRAS)
- 1998 **Abgrenzung zwischen Personen- und Güterverkehr**
(Prognos AG)
- 1999 **Gesetzmassigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung**
(Abay & Meier / Ernst Basler + Partner AG)
- 1999 **Aktualisierung der Modal Split-Ansätze**
(P. Widmer)
- 1999 **Management du trafic dans les grands ensembles**
(Transportplan SA)
- 1999 **Technology Assessment im Verkehrswesen : Vorstudie**
(RAPP AG Ing. + Planer Zürich)
- 1999 **Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten**
(ASIT / IC Infraconsult AG)
- 1999 **„Kernfahrbahnen“ Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenquerschnitten ***
(Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG)
- 2000 **Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr**
(Prognos AG)

- 2000 **Dephi-Umfrage Zukunft des Verkehrs in der Schweiz**
(P. Widmer / IPSO Sozial-, Marketing- und Personalforschung)
- 2000 **Der Wert der Zeit im Güterverkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2000 **Floating Car Data in der Verkehrsplanung**
(Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG + Rosenthaler + Partner AG)
- 2000 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable: Experimente mit verschiedenen Befragungssätzen**
(IVT - ETHZ)
- 2001 **Aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle, Vorstudie**
(P. Widmer und K.W. Axhausen)
- 2001 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(G. Abay und K.W. Axhausen)
- 2001 **Véhicules électriques et nouvelles formes de mobilité**
(Transitec Ingénieurs-Conseils SA)
- 2001 **Besetzungsgrad von Personenzugwagen: Analyse von Bestimmungsgrößen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**
(RAPP AG Ingenieure + Planer)
- 2001 **Grobkonzept zum Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenbank**
(INFRAS)
- 2001 **Ermittlung der Gesamtleistungsfähigkeit (MIV + OEV) bei lichtsinalgeregelten Knoten**
(büro S-ce Simon-consulting-engineering)
- 2001 **Besteuerung von Autos mit einem Bonus/Malus-System im Kanton Tessin**
(U. Schwegler Büro für Verkehrsplanung)
- 2001 **GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung**
(büro widmer)
- 2001 **Umgestaltung von Strassen im Zuge von Erneuerungen**
(Infraconsult AG + Zeltner + Maurer AG)
- 2001 **Piloterhebung zum Dienstleistungsverkehr und zum Gütertransport mit Personenzugwagen**
(Prognos AG, Emch+Berger AG, IVU Traffic Technologies AG)
- 2002 **Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen - Auswirkungsanalyse**
(Metron AG, Neosys AG, Hochschule Rapperswil)
- 2002 **Probleme bei der Einführung und Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen; unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs beim Strassenverkehrslärm**
(B+S Ingenieur AG)
- 2002 **Nachhaltigkeit und Koexistenz in der Strassenraumplanung**
(Berz Hafner + Partner AG)
- 2002 **Warum steht P. Müller lieber im Stau als im Tram?**
(Planungsbüro Jürg Dietiker / MOVE RAUM P. Regli / Landert Farago Davatz & Partner / Dr. A. Zeyer)
- 2002 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2002 **Massnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz längerer Fuss- und Velostrecken**
(Arbeitsgemeinschaft Büro für Mobilität / V. Häberli / A. Blumenstein / M. Wälti)
- 2002 **Carreivekehr: Grundlagen und Perspektiven**
(B+S Ingenieur AG / Gare Routière de Genève)
- 2002 **Potentielle Gefahrenstellen**
(Basler & Hofmann / Psychologisches Institut der Universität Zürich)
- 2003 **Evaluation kurzfristiger Benzinpreiserhöhungen**
(Infras / M. Peter / N. Schmidt / M. Maibach)
- 2002 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Vorstudie**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2002 **Mischverkehr MIV / ÖV auf stark befahrenen Strassen**
(Verkehrsingenieurbüro TEAMverkehr)
- 2003 **Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr – öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen**
(Abay & Meier, Zürich)
- 2003 **Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer**
(WAM Partner, Planer und Ingenieure, Solothurn)
- 2003 **Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen bei Verkehrsvorhaben**
(Metron Landschaft AG, Brugg / Quadra GmbH, Zürich / Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2004 **Perspektiven für kurze Autos**
(Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon)
- 2004 **Lange Planungsprozesse im Verkehr**
(BINARIO TRE, Windisch)
- 2004 **Auswirkungen von Personal Travel Assistance (PTA) auf das Verkehrsverhalten**
(Ernst Basler und Partner AG, Zürich)

- 2004 **Methoden zum Erstellen und Aktualisieren von Wunschlinienmatrizen im motorisierten Individualverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT / Rapp Trans AG, Zürich)
- 2004 **Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Verfahren von Technology Assessment im Verkehrswesen**
(Rapp Trans AG, Zürich / IKAÖ, Bern / Interface, Luzern)
- 2005 **Verkehrsumlegungs-Modelle für stark belastete Strassennetze**
(büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation**
(B+S Ingenieure AG, Bern / Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Landert Farago Partner, Zürich)

* vergriffen: Diese Exemplare können auf Wunsch nachkopiert werden
*épuisé: Selon désir, ces rapports peuvent être copiés

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:
VSS, Seefeldstrasse 9, 8008 Zürich,
Tel. 01 269 40 20, Fax. 01 / 252 31 30, info@vss.ch